ELEKTRONICKÝ ZBORNÍK PRÍSPEVKOV
ZO ŠTUDENTSTKEJ MEDZINÁRODNEJ VEDECKEJ KONFERENCIE

VOLUME OF ARTICLES FROM THE 66TH INTERNATIONALSTUDENT SCIENTIFIC CONFERENCE

66. ročník

ŠVOC

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ ODBORNÁ ČINNOSŤ

TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE | TECHNICAL UNIVERISTY IN ZVOLEN
DREVÁRSKA FAKULTA | FACULTY OF WOOD SCIENCES AND TECHNOLOGY

VYDALO VYDAVATEĽSTVO
TECHNICKEJ UNIVERZITY VO ZVOLENE
PUBLISHING HOUSE OF THE TECHNICAL UNIVERSITY IN ZVOLEN

ISBN 978-80-228-3522-0

Elektronický zborník príspevkov zo 66. ročníka medzinárodnej študentskej vedeckej konferencie – Študentská vedecká odborná činnosť

Volumes of Articles of the 66th Annual International Student Scientific Conference

Drevárska fakulta
Technická univerzita vo Zvolene

Faculty of Wood Science and Technology
Technical university in Zvolen

Vydalo vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene
Published by the Publishing House of the Technical University in Zvolen
ISBN 978-80-228-3522-0

Príspevky neprešli jazykovou úpravou | The contributions have not been linguistically edited.
Všetky publikované príspevky prešli odborným recenzným konaním | All published papers underwent a peer-review process.

SPONZORI 66. ROČNÍKA
ŠTUDENTSKEJ VEDECKEJ ODBORNEJ ČINNOSTI
DF TUZVO











OBSAH

Sekcia BEZPEČNOSTNÉ VEDY **8**

Bartková Gabriela, Špilák Domink
RADIAČNÉ MODELY V POŽIARNOM MODELOVANÍ 9

Hrušková Jarmila, Veľková Veronika
OCHRANA DREVA PRED POŽIARMI APLIKÁCIOU INTUMESCENTNÝCH NÁTEROV 20

Paluš Martin, Špilák Dominik
ANALÝZA KRITICKÝCH PARAMETROV EVAKUÁCIE OBJEKTU TUZVO POMOCOU VÝPOČTOVÝCH METÓD A SOFTVÉRU PATHFINDER 33

Štrbová Viktória, Špilák Dominik
MOŽNOSTI ANALÝZY POŽIARU V HISTORICKOM CENTRE BANSKEJ ŠTIAVNICE POMOCOU POČÍTAČOVÉHO MODELOVANIA 45

Veselý Michal, Veronika Veľková
PRCHAVÉ PRODUKTY TERMICKÉHO ROZKLADU MATERIÁLOV V PRACOVNOM PROSTREDÍ LABORATÓRIA KPO 54

Sekcia UMELECKO-DIZAJNÉRSKA **68**

Ďalogová Martina, Žanonyová Barbara, Hanes Simona
KOMUNITNÝ A MULTIFUNKČNÝ DIZAJN PRIESTORU EUROPE DIRECT ZVOLEN 69

Fridmanová Nina, Knapíková Júlia, Boborová Katarína, Gajdoš Ľuboš
HOKERLÍK AKO PRVÝ OBJEKT: OD SKICE K REÁLNEMU PROTOTYPU 76

Kollová Martina, Boborová Katarína, Gajdoš Ľuboš, Hanes Simona
EXPERIMENTÁLNY DIZAJN NÁBYTKU AKO STRET FUNKCIE, FRAGMENTÁCIE A VÝTVARNÉHO VYJADRENIA V INTERIÉROVOM PRIESTORE 83

Krzewina Bartosz, Krystofiak Tomasz
RESIN AND WOOD – NEW APPROACHES TO DESIGNING HYBRID GUITAR BODIES 91

Sekcia EKONOMIKY, MANAŽMENTU A PODNIKANIA **99**

Berežňáková Júlia, Laco Filip
POLITICKÝ FUNDRAISING AKO SÚČASŤ FINANCOVANIA PRÍPRAVY A KONANIA VOĽBY PREZIDENTA SR 100

Čechová Alexandra Lucia, Lorincová Silvia
IMPLEMENTÁCIA KĽÚČOVÝCH FUNKCIÍ MANAŽMENTU V PODMIENKACH VYBRANÉHO PODNIKU 117

Černáková Nikola, Gejdoš Pavol
SYSTÉMY MANAŽÉRSTVA KVALITY V PODMIENKACH PRIEMYSELNÝCH PODNIKOV NA SLOVENSKU 135

Chabadová Michaela
STRATEGICKÉ INVESTIČNÉ ROZHODOVANIE PODNIKU V PROCESE MODERNIZÁCIE VÝROBY 146

Fojtíková Jana
ÚČTOVNÁ UZÁVIERKA A ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA VO VYBRANEJ ÚČTOVNEJ JEDNOTKE 159

Garguláková Nataša
NÁVRH INVESTIČNÉHO PLÁNU VYBRANÉHO PODNIKU 172

Lintnerová Tamara, Potkány Marek
PODNIKATEĽSKÉ PRÍLEŽITOSTI V CIRKULÁRNEJ EKONOMIKE – RAMCOVÝ KONCEPT A PRÁVNE FORMY 189

Mireková Mária, Simanová Ľubica
VYUŽITIE OEE METÓDY PRI ZVYŠOVANÍ VÝKONNOSTI VÝROBNÉHO ZARIADENIA 204

Moravčík Mário, Šagúl Timotej
DETERMINANTY REGIONÁLNYCH DISPARÍT V REGIÓNOCH NUTS 2 EURÓPSKEJ ÚNIE 217

Sekcia MARKETINGU, OBCHODU A INOVAČNÉHO MARKETINGU 243

Dragunová Dáša, Loučanová Erika
VYUŽITIE METÓD TVORIVOSTI PRI NÁVRHU INOVÁCIE SPOLOČENSKY ZODPOVEDNÉHO PRODUKTU ZOHĽADŇUJÚC PRINCÍPY UDRŽATEĽNOSTI 244

Dvorovenková Vanesa, Olšiaková Miriam
FLÓRUM – SYNERGIA ARCHITEKTÚRY A FLORISTIKY V AKADEMICKOM PROSTREDÍ 250

Ďurdáková Petra, Olšiaková Miriam
HODNOTENIE KVALITY POSKYTOVANÝCH SLUŽIEB VO VYBRANÝCH PREVÁDZKACH PROSTREDNÍCTVOM METÓDY MYSTERY SHOPPING 264

Fryčová Nikola, Loučanová Erika
UDRŽATEĽNÝ BIZNIS MODEL PRE EKOLOGICKÝ START-UP 271

Kalmanová Veronika, Loučanová Erika
GREEN AI A DIAGNOSTIKA PĽÚCNEJ EMBÓLIE AKO INOVÁCIA V MANAŽMENTE PROCESOV A DIAGNOSTIKE 277

Magulová Mária, Parobek Ján
KOMPARATÍVNE VÝHODY SR V ZAHRANIČNOM OBCHODE S DREVÁRSKYMI KOMODITAMI 284

Olifer Anastasiia, Kaputa Ladislav
INTEGRÁCIA UKRAJINY DO EÚ A JEJ VPLYV NA ZAHRANIČNÝ OBCHOD 296

Ondráčka David, Kaputa Ladislav
MEDZINÁRODNÝ OBCHOD S NÁBYTKOM: POSTAVENIE SLOVENSKA V RÁMCI EÚ 305

Riečanová Sandra, Loučanová Erika
BIOMIMIKRY - INŠPIRÁCIE SPÁJAJÚCE UMENIE, DIZAJN, VEDU A INOVÁCIE – NÁVRH INOVÁCIE 319

Sliacka Zuzana, Maťová Hana
FENOMÉN „FAST FURNITURE“ A SPOTREBITEĽSKÉ SPRÁVANIE: VNÍMANIE, ROZHODOVANIE A UDRŽATEĽNOSŤ 326

Šotkovská Sára, Loučanová Erika
ANALÝZA A HODNOTENIE INOVAČNÝCH RIEŠENÍ V KONTEXTE UDRŽATEĽNOSTI NA VYBRANÝCH ZNAČKÁCH KOZMETICKÉHO PRIEMYSLU 337

Tirolová Viktória, Pocklanová Tereza, Loučanová Erika
BIZNIS MODEL ZALOŽENÝ NA PRÍRODNÝCH ZDROJOCH: POTENCIÁL A IMPLEMENTÁCIA RETRO INOVÁCIÍ 347

Sekcia DOKTORANDSKÁ 352

Martin Ivette
UDRŽATEĽNOSŤ A STABILITA RODINNÝCH PODNIKOV 353

Młodziejewska Joanna, Woźniak Magdalena, Sip Anna, Dobrucka Renata, Ratajczak Izabela
NATURAL COATINGS FOR THE PACKAGING OF THE FUTURE: THE EFFECT OF THYME ESSENTIAL OIL, THYMOL, AND CARVACROL ON THE PROPERTIES OF PAPERBOARD 367

Synák-Varga Martin, Sedliačiková Mariana, Pinka Denis
TEORETICKO-METODOLOGICKÝ RÁMEC PROBLEMATIKY HAND-MADE PODNIKANIA SO ŠPECIÁLNYMI VÝROBKAMI Z DREVA 375

Trojanová Katarína, Kmeťová Elena, Kačíková Danica, Kačík František
ZLEPŠENIE TEPELNEJ ODOLNOSTI DREVA A DREVENÝCH MATERIÁLOV POUŽITÍM POLYUREI S EXPANDOVATEĽNÝM GRAFITOM 391

Vargová Dana
MODEL CAF (COMMON ASSESSMENT FRAMEWORK) AKO INOVATÍVNY NÁSTROJ RIADENIA VÝKONNOSTI A STRATEGICKÉHO ROZHODOVANIA V ORGANIZÁCIÁCH 403

Sekcia STREDOŠKOLSKÁ 416

Dekanová Nela
DUSIVÁ DOKONALOSŤ 417

Jantoška Peter
ANALÝZA EMOČNÉHO STAVU NA ZÁKLADE REAKCIÍ NA FAREBNÉ VIZUÁLNE PODNETY 426

Kľačková Bianka
STOLIČKA MODULO 437

Knechtová Alexandra
DETSKÁ JEDÁLENSKÁ STOLIČKA – „KVAK“ 443

Lietavová Linda
DETSKÁ KOLÍSKA DREVENKA 449

Loučanová Eliška
VYUŽITIE EXTRAKTU Z DUBOVÉHO DREVA PRI VÝVOJI FUNKČNÝCH POTRAVÍN VO FORME ŽELATÍNOVÝCH TABLIET 453

Sedliačiková Hanka
TERMOFYZIKÁLNE VLASTNOSTI KOMPOZITNÝCH DOSIEK Z KÔRY SMREKOVCA (LARIX DECIDUA) 460

Staňová Terézia
MIKROPLASTY VO VODE A ICH VPLYV NA ŽIVOČÍCHY 471

Sekcia TECHNOLOGICKO-TECHNICKÁ 482

Danada Samuel
ROZMEROVÉ ZMENY SMREKA (PICEA ABIES, L) UPRAVENÝCH VODOU RIEDITEĽNÝMI NÁTEROVÝMI LÁTKAMI 483

Ďurech Marek, Vilhanová Anna
EXPERIMENTAL DETERMINATION OF YARN SLIPPAGE IN THE SEAM DURING DIAGONAL JOINING 493

Kucharczik Nikola, Borysiuk Piotr, Auriga Radosław
EVALUATION OF PLANT-DERIVED DYE POWDERS AS BIO-RENEWABLE FILLER SUBSTITUTES IN MUF-BONDED ALDER PLYWOOD 502

Mikuš Marek Eduard
TEPELNÉ VLASTNOSTI KONOPNÉHO BETÓNU A APLIKÁCIA V STENÁCH NA BÁZE DREVA 503

Nasiłowska Gabriela, Krystofiak Tomasz
WATER-BORNE COATING SYSTEMS AS AN ALTERNATIVE TO SOLVENT-BORNE SOLUTIONS – AN ASSESSMENT OF AESTHETIC FEATURES 512

Nemec Lukáš, Banski Adrián
EXPERIMENTÁLNA HAPTICKÁ ŠTÚDIA 521

Rukat Paulina
IMPROVING WATER RESISTANCE OF HAZELNUT PARTICLEBOARDS USING CITRIC ACID–SORBITOL MODIFICATION 558

sekcia
BEZPEČNOSTNÉ VEDY

RADIAČNÉ MODELY V POŽIARNOM MODELOVANÍ
RADIATION MODELS IN FIRE MODELLING

Bc. Gabriela Bartková, Ing. Dominik Špilák, PhD.

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra protipožiarnej ochrany, T. G. Masaryka 2117/24, 960 01 Zvolen

xbartkovag@is.tuzvo.sk

Abstract

The thesis focuses on the comparison of radiation models available in ANSYS Fluent software in the context of CFD simulation of fire development in an enclosed space. The research builds on the author's bachelor's thesis, in which a digital model of classroom B513 at the Technical University in Zvolen was created using photogrammetry. The methodological part describes the geometry preparation in Ansys SpaceClaim, mesh generation in ANSYS Meshing, and simulation setup in Ansys Fluent using the k-ε turbulence model with Enhanced Wall Treatment combined with a species transport model. Five numerical simulations were carried out using different radiation models like Monte Carlo, P1, Discrete Ordinates, Rosseland, and a variant without radiation. Results were compared based on temperature field, CO_2 concentration, flow velocity, y^+ values, and computational cost. Differences between the models were identified and recommendations for selecting an appropriate radiation model for fire simulation in enclosed spaces were formulated.

Key words: heat transfer, radiation, Ansys Fluent, SpaceClaim, radiation models, Monte Carlo, P1 model, Discrete Ordinates, Rosseland

Úvod

Prenos tepla pri požiari v uzavretých priestoroch je komplexný fyzikálny dej, ktorý sa odohráva súčasne prostredníctvom troch mechanizmov a to vedenia (kondukcie), prúdenia (konvekcie) a sálania (radiácie). Zatiaľ čo v počiatočných fázach požiaru dominuje konvekčný prenos tepla, s rastom teplôt plameňov a horúcich plynov nadobúda čoraz väčší význam práve tepelné sálanie. V pokročilých štádiách požiaru môže radiačná zložka tvoriť rozhodujúci podiel celkového tepelného toku a zásadne ovplyvňovať dynamiku šírenia požiaru, vrátane inicializácie zapálenia vzdialených materiálov alebo prechodu do fázy flashoveru. (Vepsäläinen et al., 2012) (Vráblová, Müllerová, 2013)

S rozvojom výpočtovej techniky sa v oblasti požiarneho inžinierstva čoraz viac uplatňujú metódy výpočtovej dynamiky tekutín (CFD - Computational Fluid Dynamics), ktoré umožňujú detailnú numerickú analýzu procesov prúdenia, prenosu tepla a transportu splodín horenia v reálnych geometriách. Jedným z najrozšírenejších nástrojov v tejto oblasti je

softvér Ansys Fluent, ktorý ponúka komplexné prostredie pre riešenie multifyzikálnych problémov vrátane rôznych prístupov k modelovaniu radiačného prenosu tepla. Správna voľba radiačného modelu pritom predstavuje jeden z kľúčových rozhodovacích krokov pri nastavovaní simulácie. Každý model vychádza z iných matematických predpokladov, je vhodný pre iný typ optického prostredia a prináša odlišné výsledky pri rozdielnej výpočtovej záťaži. (Parsa et al., 2025)

Predkladaná práca nadväzuje na predchádzajúci výskum autorky, v rámci ktorého bol vytvorený digitálny model učebne B513 nachádzajúcej sa na 5. nadzemnom podlaží bloku B Technickej univerzity vo Zvolene. Geometria priestoru bola získaná metódou fotogrametrie, pričom bolo zhotovených viac ako 200 fotografických snímok interiéru, ktoré boli následne spracované v softvéri Meshroom. Takto rekonštruovaný trojrozmerný model bol importovaný do prostredia Ansys SpaceClaim, kde boli domodelované jednotlivé stavebné a konštrukčné prvky miestnosti — podlaha, strop, obvodové steny, okenné otvory, parapety, nosné stĺpy, dvere a zdroj iniciácie požiaru. Tento geometrický model slúži ako jednotný vstupný podklad pre všetkých päť numerických simulácií realizovaných v rámci predkladanej práce, pričom jedinou premennou medzi jednotlivými simuláciami je práve zvolený radiačný model. Ostatné parametre, t.j. geometria priestoru, turbulentný model, okrajové a počiatočné podmienky zostávajú vo všetkých prípadoch identické, čo umožňuje objektívne a priame porovnanie vplyvu jednotlivých radiačných modelov na výsledky simulácie.

V prostredí Ansys Fluent je k dispozícii niekoľko radiačných modelov, ktoré sa líšia svojou fyzikálnou podstatou, presnosťou a výpočtovou náročnosťou. Táto práca sa zameriava na systematické porovnanie nasledujúcich prístupov:

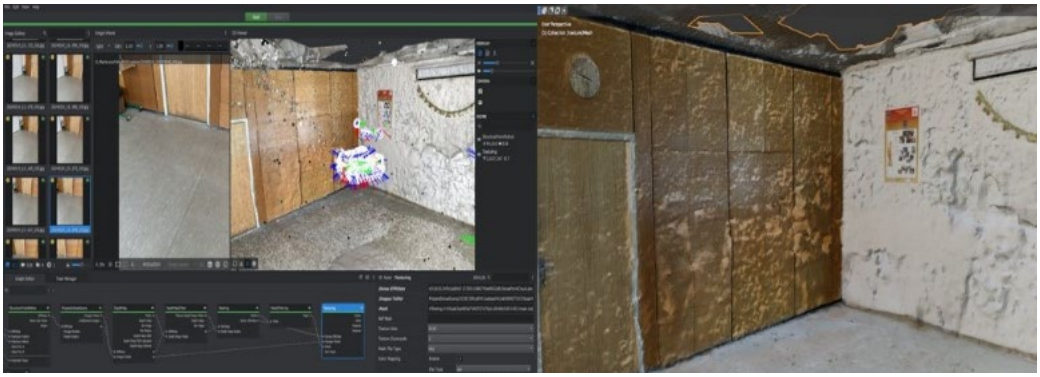
- Model Monte Carlo je stochastická metóda založená na sledovaní veľkého množstva energetických balíkov, ktorých dráhy sú generované na základe pravdepodobnostných distribúcií absorpcie, emisie a rozptylu žiarenia. Patrí k najpresnejším dostupným prístupom, avšak za cenu výrazne vyššej výpočtovej náročnosti. (Joseph et al., 2008)
- Model P1 patrí do skupiny momentových metód a vychádza z aproximácie rovnice prenosu žiarenia pomocou prvého člena rozvoja do sférických harmonických funkcií. Výsledkom je difúzna rovnica matematicky analogická vedeniu tepla. Model je vhodný pre opticky husté médiá a vyznačuje sa nízkou výpočtovou náročnosťou a numerickou stabilitou. (Joseph et al., 2008)
- Discrete Ordinates (DO) je metóda založená na diskretizácii uhlového priestoru na konečný počet smerov, pre ktoré sa rovnica prenosu žiarenia rieši nezávisle. Model dokáže zachytiť smerové vlastnosti žiarenia a je vhodný pre komplexné geometrie aj nehomogénne rozloženie teploty a absorpčných vlastností prostredia. (Joseph et al., 2008) (McGrattan et al., 2013)
- Model Rosseland je difúzna aproximácia rovnice prenosu žiarenia určená pre opticky veľmi husté médiá, v ktorých žiarenie interaguje s prostredím intenzívne na krátkych vzdialenostiach. (Joseph et al., 2008) (ANSYS a), 2025)

- Variant bez radiácie bol zaradený ako referenčný prípad, ktorý umožňuje kvantifikovať vplyv zahrnutia sálania na výsledky simulácie a posúdiť, do akej miery radiačný prenos tepla ovplyvňuje sledované fyzikálne veličiny.

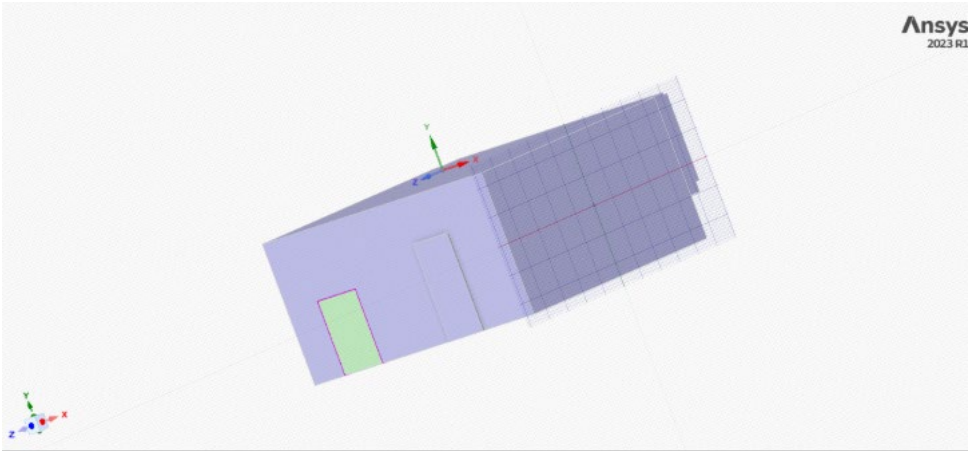
Výsledky jednotlivých simulácií sú vzájomne porovnávané na základe piatich hodnotiacich kritérií: teplotného poľa, koncentrácie CO_2, rýchlosti prúdenia, hodnôt parametra y^+ a výpočtovej náročnosti. Takto zvolená metodika umožňuje nielen identifikovať rozdiely medzi modelmi, ale aj formulovať praktické odporúčania pre výber vhodného radiačného modelu pri simulácii požiaru v uzavretých priestoroch budov.

Experimentálna časť

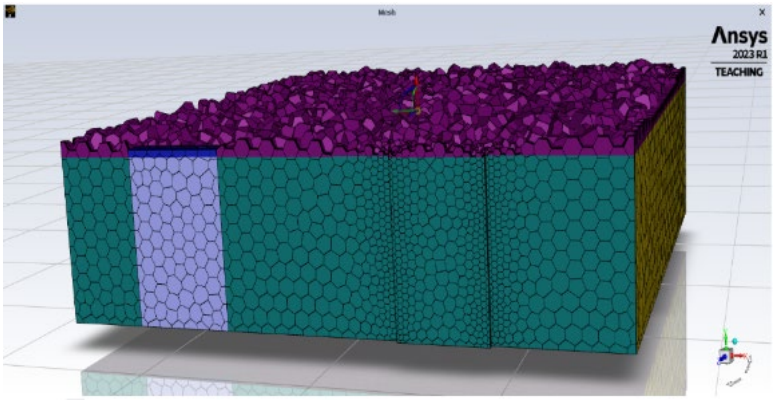
Príprava geometrie priestoru - geometrický model učebne B513, vytvorený v rámci predchádzajúcej bakalárskej práce metódou fotogrametrie, bol použitý ako vstupný podklad pre realizáciu numerických simulácií. Ako bolo už spomínané, model bol importovaný do prostredia Ansys SpaceClaim, kde bola vykonaná jeho úprava pre účely CFD analýzy. Kľúčovým krokom bolo aplikovanie funkcie „Extrahovanie objemu", ktorej cieľom je vytvoriť uzavretý objem reprezentujúci vnútorný vzduchový priestor miestnosti. Použitím tohto nástroja sa z pôvodnej geometrie automaticky vytvoril samostatný objem, ktorý následne slúžil ako výpočtová doména pre simuláciu.



Obr. 1 Vytvorený model učebne B513 pomocou fotogrametrie (Bartková G., 2024)
Fig. 1 3D model of classroom B513 created using photogrammetry (Bartková G., 2024)



Obr. 2 Učebňa B513 po nastavení "extrahovanie objemu" v Spaceclaime (Zdroj: vlastné spracovanie)
Fig. 2 Classroom B513 after volume extraction in SpaceClaim (Source: own elaboration)



Obr. 3 Vizualizácia výpočtovej siete (Zdroj: vlastné spracovanie)

Fig. 3 Visualization the volume mesh (Source: own elaboration)

Po príprave geometrie bol model prepojený so softvérom Ansys Fluent prostredníctvom pracovného prostredia Ansys Workbench, kde sa pristúpilo k nastaveniu parametrov výpočtovej siete. V kroku „Generate the Surface Mesh" boli upravené hodnoty minimálnej a maximálnej veľkosti prvku siete - minimálna veľkosť bola nastavená na 6 mm a maximálna na 150 mm. V kroku „Describe Geometry" bol zvolený typ geometrie reprezentujúci model pozostávajúci výlučne z tekutých oblastí bez dutín, čo umožnilo správne rozpoznanie vnútorných hraníc modelu. Osobitná pozornosť bola venovaná definovaniu hraničnej vrstvy v kroku „Add Boundary Layers". Bol zvolený typ rozloženia „Uniform" zabezpečujúci rovnomerné rozloženie vrstiev siete, pričom počet vrstiev bol nastavený na 5. Výška prvej vrstvy siete bola zvolená na 4 mm na základe výpočtu (rovnica 1) bezrozmerného parametra y^+, pričom ako maximálna uvažovaná hodnota bola použitá hodnota $y^+ = 67{,}3$. Výsledná výpočtová sieť

pozostáva z polyedrických buniek, ktorých ortogonálna kvalita bola overená v prostredí Ansys Fluent prostredníctvom funkcie „Evaluate Mesh Quality". (ANSYS b), 2025)

$$y^+ = \frac{\rho * U_\tau * y}{\mu} \rightarrow y = \frac{y^+ * \mu}{U_\tau * \rho} \quad (1)$$

$$y = \frac{67{,}3 * 1{,}8 * 10^{-5}}{0{,}236 * 1{,}225} = 0{,}004 \text{ m } (4 \text{ mm})$$

Kde: y^+ - bezrozmerný parameter,

μ – dynamická viskozita ($Pa*s^{-1}$),

U_τ – trecia rýchlosť ($m*s^{-1}$),

ρ – hustota ($kg*m^{-3}$).

Po úspešnom vygenerovaní výpočtovej siete sa pokračovalo v prostredí Ansys Fluent, kde sa následne pristúpilo k postupnému nastaveniu všetkých fyzikálnych modelov, materiálových vlastností a okrajových podmienok potrebných pre realizáciu numerického výpočtu.

Kontrola kvality siete - pred samotným nastavením fyzikálnych modelov bola vykonaná kontrola kvality výpočtovej siete prostredníctvom funkcie „Evaluate Mesh Quality". Sledovaným parametrom bola ortogonálna kvalita siete (Orthogonal Quality), ktorá má priamy vplyv na stabilitu a presnosť numerického výpočtu. Výsledky kontroly potvrdili, že vygenerovaná sieť spĺňa požiadavky kladené na CFD simulácie. (ANSYS c), 2025)

Nastavenie turbulencie - v ponuke „Viscous" bol zvolený turbulentný model k-ε (standard), ktorý patrí medzi najčastejšie používané dvojrovnicové modely turbulencie v technických aplikáciách. V časti „Near-Wall Treatment" bola aktivovaná metóda Enhanced Wall Treatment, ktorá kombinuje modelovanie pomocou stenových funkcií s detailným riešením viskóznej podvrstvy v oblasti hraničnej vrstvy. Tento prístup umožňuje presnejšie zachytenie gradientov rýchlosti a teploty v blízkosti pevného povrchu. (ANSYS b), 2025)

Nastavenie transportu chemických zložiek - v ponuke „Species" bol aktivovaný model Species Transport, ktorý umožňuje simulovať transport jednotlivých plynných zložiek prostredníctvom konvekcie a difúzie v prúdiacom médiu. Ako pracovný materiál bola zvolená zmes definovaná pomocou šablóny „mixture-template", ktorá zahŕňa tri plynné zložky - oxid uhličitý (CO_2), dusík (N_2) a kyslík (O_2). Fyzikálne vlastnosti týchto zložiek boli prevzaté z databázy materiálov „Fluent Database". (ANSYS b), 2025) (ANSYS, Granta Data Selector, 2024)

Nastavenie prevádzkových podmienok – v ponuke „Operating Conditions" bolo definované gravitačné zrýchlenie pôsobiace v smere osi y s hodnotou $-9{,}81\ m \cdot s^{-2}$ a referenčná teplota okolitého prostredia 20 °C. Zdroj tepelného výkonu bol nastavený v „Cell Zone Conditions" prostredníctvom funkcie „Source Terms", kde bola v časti Energy definovaná hodnota objemového zdroja tepla $1\ MW \cdot m^{-3}$. (ANSYS b), 2025)

Nastavenie materiálových vlastností povrchov - pre každý konštrukčný prvok modelovaného priestoru boli v ponuke „Boundary Conditions" individuálne definované materiálové vlastnosti - emisivita a koeficient prestupu tepla. V simulácii boli použité materiály reprezentujúce reálne stavebné a konštrukčné prvky učebne, konkrétne omietka, drevo, železo a guma podľa projektu PBS Tuzvo. Hodnoty emisivity a koeficientu prestupu tepla boli stanovené pomocou nástroja Ansys Engineering Copilot (2026/R2). (ANSYS, Granta Data Selector, 2024)

Spustenie simulácie - po nastavení všetkých parametrov bola simulácia spustená prostredníctvom funkcie „Run Calculation". Po ukončení výpočtu boli výsledky vizualizované a analyzované v ponuke „Results", kde boli sledované teplotné pole, koncentrácia CO_2, rýchlosť prúdenia, hodnoty parametra y^+ a výpočtová náročnosť jednotlivých simulácií. (ANSYS a), 2025)

Vyhodnotenie a diskusia

V rámci riešenej problematiky bolo realizovaných päť numerických simulácií v prostredí softvéru Ansys Fluent. Jednotlivé simulácie boli založené na rôznych prístupoch modelovania radiácie, konkrétne na modeloch Monte Carlo, P1, Discrete Ordinates (DO), Rosseland a variante s vypnutou radiáciou. Ostatné vstupné parametre ako geometria priestoru, okrajové a počiatočné podmienky zostali vo všetkých prípadoch identické, aby bolo možné zabezpečiť objektívne porovnanie získaných výsledkov.

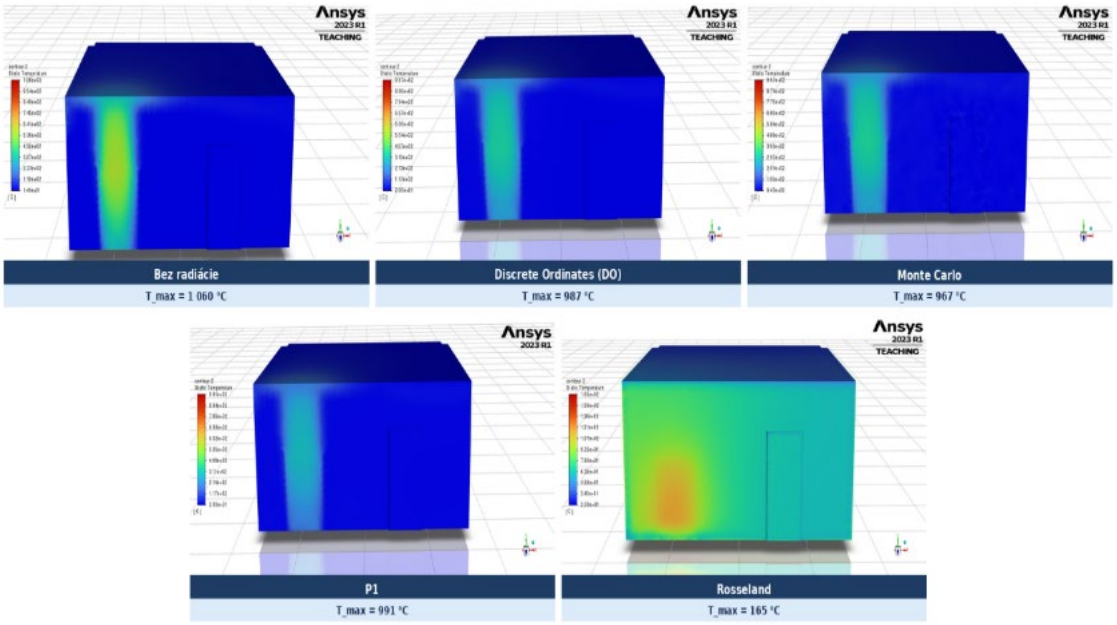
Hlavným cieľom tejto časti práce je analyzovať a porovnať vplyv zvoleného radiačného modelu na výsledky numerickej simulácie. Porovnanie je realizované na základe vybraných fyzikálnych veličín - teplotného poľa, koncentrácie oxidu uhličitého (CO_2), rýchlosti prúdenia, hodnoty bezrozmerného parametra y^+ a času vyhotovenia jednotlivých simulácií. Na základe týchto veličín je možné posúdiť vplyv jednotlivých modelov na priebeh prenosu tepla, šírenie splodín horenia a charakter prúdenia v riešenom priestore.

Tab. 1 Vstupné parametre
Tab. 1 Input parameters

Parameter	Simulácia 1	Simulácia 2	Simulácia 3	Simulácia 4	Simulácia 5
Radiačný model	Monte Carlo	P1	DO	Rosseland	Bez radiácie
Turbulenčný model	*k-ε*	*k-ε*	*k-ε*	*k-ε*	*k-ε*
Species transport	rovnaké	rovnaké	rovnaké	rovnaké	rovnaké
Teplota	rovnaká	rovnaká	rovnaká	rovnaká	rovnaká
Geometria priestoru	rovnaká	rovnaká	rovnaká	rovnaká	rovnaká
Okrajové podmienky	rovnaké	rovnaké	rovnaké	rovnaké	rovnaké

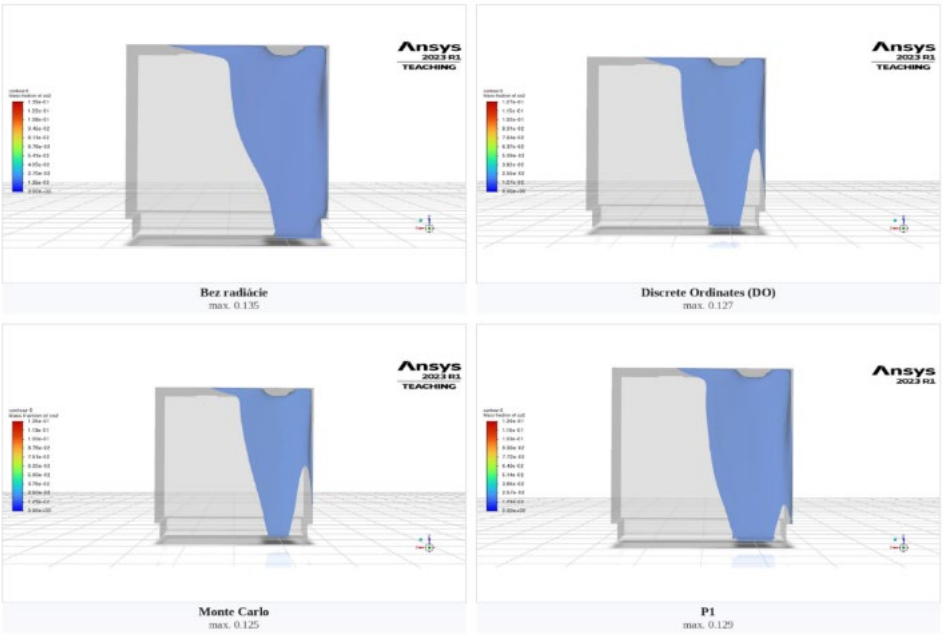
Teplota - porovnanie rozloženia teplotného poľa naprieč jednotlivými radiačnými modelmi odhalilo niekoľko výrazných rozdielov. Modely Discrete Ordinates (DO) a P1 vykazovali takmer totožné výsledky rozloženia teploty, čo svedčí o ich vzájomnej konzistentnosti pri simulácii daného typu úlohy. Najvyššiu maximálnu teplotu zaznamenala simulácia bez zahrnutia radiácie (1 060 °C), čo je fyzikálne očakávaný výsledok, keďže pri absencii radiačného prenosu tepla sa energia koncentruje priamo v okolí zdroja a

nedochádza k jej rozloženiu do okolitého priestoru. Výrazne odlišné výsledky poskytol model Rosseland, ktorý vyhodnotil fyzikálne nereálnu maximálnu teplotu 165 °C. Tento výsledok jednoznačne poukazuje na nevhodnosť daného modelu pre simuláciu skúmanej konfigurácie. Model Rosseland je určený pre opticky husté médiá s vysokou absorpciou žiarenia, čo nezodpovedá podmienkam charakteristickým pre uzavreté priestory budov. Z tohto dôvodu bol model Rosseland vylúčený z ďalšieho porovnávania a nie je považovaný za relevantný pre tento typ simulácie.



Obr. 4 Porovnanie radiačných modelov - statická teplota (Zdroj: vlastné spracovanie)
Fig. 4 Comparison of radiation models – static temperature (Source: own elaboration)

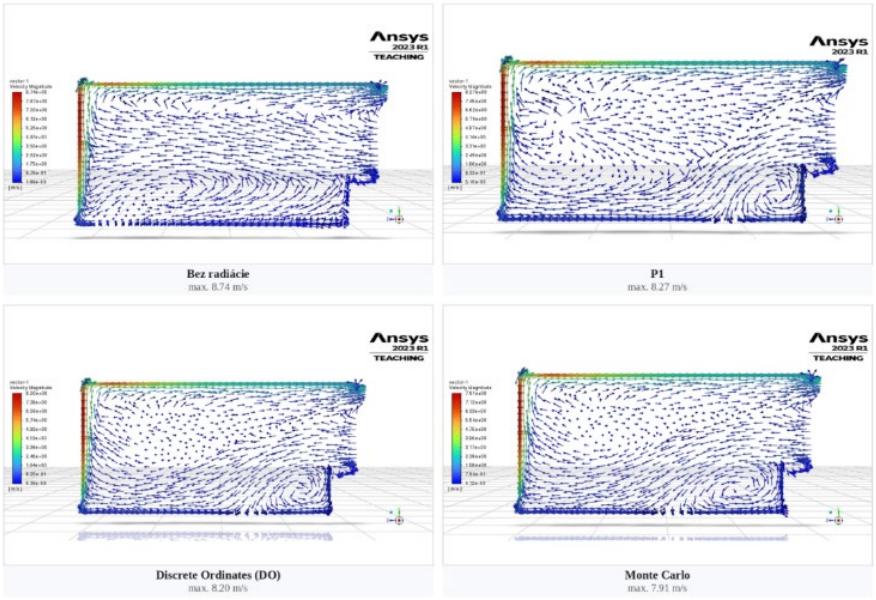
Koncentrácia CO_2 - porovnanie rozloženia hmotnostného zlomku CO_2 pre jednotlivé radiačné modely ukázalo, že všetky simulácie produkujú kvalitatívne podobné vzory z hľadiska tvaru a smeru šírenia CO_2 v priestore miestnosti. To naznačuje, že voľba radiačného modelu nemá zásadný vplyv na celkový charakter transportu látok a prúdenia. Pri podrobnejšom porovnaní maximálnych hodnôt hmotnostného zlomku CO_2 však možno pozorovať mierne rozdiely medzi jednotlivými modelmi. Simulácia bez zahrnutia radiácie vykazovala mierne vyššiu maximálnu hodnotu (0,135) v porovnaní s ostatnými modelmi (DO: 0,127, Monte Carlo: 0,125, P1: 0,129). Hoci presná príčina tohto rozdielu nie je jednoznačne určená, možným vysvetlením je skutočnosť, že zahrnutie radiačného prenosu tepla ovplyvňuje teplotné pole v miestnosti, čo následne pôsobí na hustotu vzduchu a lokálne rýchlosti prúdenia, a tým nepriamo aj na vznik koncentračných gradientov CO_2. Celkovo možno konštatovať, že vplyv voľby radiačného modelu na výsledky koncentrácie CO_2 je obmedzený, pričom všetky modely poskytujú kvalitatívne porovnateľné výstupy.



Obr. 5 Porovnanie koncentrácie CO_2 (Zdroj: vlastné spracovanie)
Fig. 5 Comparison of CO_2 concentration (Source: own elaboration)

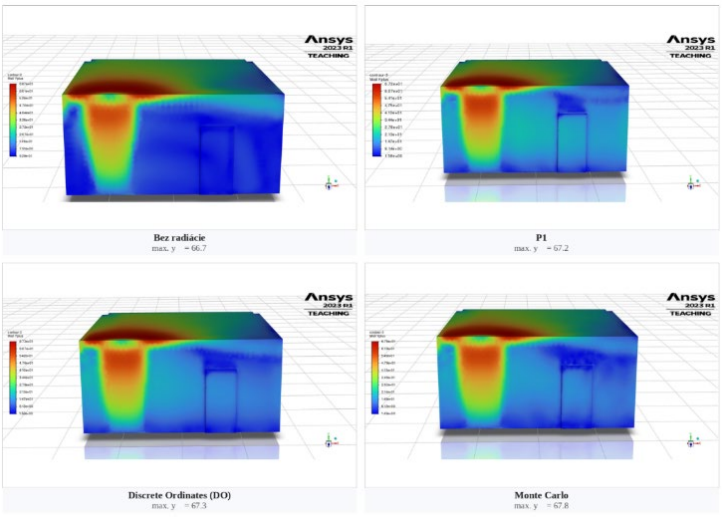
Rýchlosť prúdenia vzduchu bola vizualizovaná pomocou vektorového zobrazenia, kde smer a veľkosť jednotlivých vektorov znázorňujú charakter pohybu vzduchu v miestnosti.

Z porovnania vyplýva, že modely DO a Monte Carlo vykazovali najväčšiu vzájomnú podobnosť v charaktere prúdenia, pričom oba zobrazili takmer totožné vzory vírového prúdenia. Model P1 a simulácia bez radiácie vykazovali odlišný charakter tvorby vzdušných vírov. Na vektorových zobrazeniach bolo možné identifikovať aj vznik neutrálnej roviny, ktorá je charakteristickým javom pri simuláciách uzavretého priestoru s lokálnym zdrojom tepla. Simulácia bez zahrnutia radiácie nevykazovala prakticky žiadnu tvorbu vzdušných vírov, čo naznačuje priamy vplyv absencie radiačného prenosu tepla na charakter prúdenia v simulovanom priestore.



Obr. 6 Porovnanie prúdenia vzduchu (Zdroj: vlastné spracovanie)
Fig. 6 Comparison of airflow (Source: own elaboration)

Parameter y⁺ slúži na hodnotenie kvality výpočtovej siete v oblasti hraničnej vrstvy a správnosti nastavenia stenovej funkcie. Pri použití metódy Enhanced Wall Treatment v kombinácii s turbulentným modelom k-ε je požadované, aby hodnoty y⁺ neprekračovali hranicu 300. (ANSYS a), 2025) Porovnanie naprieč všetkými radiačnými modelmi ukázalo, že maximálne hodnoty y⁺ boli vo všetkých prípadoch takmer totožné, pohybujúc sa v rozsahu 66,7 – 67,8, čo potvrdzuje, že voľba radiačného modelu nemá prakticky žiadny vplyv na charakter hraničnej vrstvy. Všetky dosiahnuté hodnoty zostali výrazne pod stanovenou hranicou 300, čím bola potvrdená správnosť nastavenia hraničnej vrstvy pre danú konfiguráciu simulácie. (ANSYS b), 2025)



Obr. 7 Porovnanie parametra y+ (Zdroj: vlastné spracovanie)
Fig. 7 Comparison of the y+ parameter (Source: own elaboration)

Výpočtový čas jednotlivých simulácií bol meraný za identických podmienok, čím bola zaručená porovnateľnosť výsledkov. Modely P1, DO, Rosseland a simulácia bez radiácie vykazovali takmer totožný výpočtový čas v rozsahu 25 – 26 minút. Výnimku predstavoval model Monte Carlo, ktorého výpočtový čas dosiahol 30 minút, čo zodpovedá jeho stochastickej povahe založenej na sledovaní veľkého množstva žiarivých lúčov. Výsledky sú prehľadne zhrnuté v Tabuľke 2.

Tab. 2 Zhodnotenie výpočtového času
Tab. 2 Evaluation of computational time

Radiačný model	Monte Carlo	P1	DO	Rosseland	Bez radiácie
Čas simulácie (min)	30 min	26 min	26 min	25 min	26 min

Záver

Cieľom predkladanej práce bolo porovnať radiačné modely dostupné v softvéri Ansys Fluent v kontexte CFD simulácie rozvoja požiaru v uzavretom priestore. Na základe piatich numerických simulácií realizovaných na jednotnom geometrickom modeli učebne B513 Technickej univerzity vo Zvolene možno konštatovať, že voľba radiačného modelu má preukázateľný vplyv na výsledky simulácie, a to najmä v oblasti teplotného poľa a charakteru prúdenia vzduchu.

Modely Discrete Ordinates (DO) a P1 vykazovali vo väčšine sledovaných veličín konzistentné a vzájomne podobné výsledky, pričom predstavujú vhodný kompromis medzi presnosťou a výpočtovou náročnosťou. Model Monte Carlo poskytoval porovnateľné výsledky s modelom DO, avšak za cenu vyššej časovej náročnosti výpočtu. Model Rosseland sa pre daný typ simulácie ukázal ako nevhodný, keďže produkoval fyzikálne nereálne výsledky. Simulácia bez zahrnutia radiácie potvrdila, že vynechanie sálania vedie k výrazným odchýlkam v teplotnom poli a k absencii vírového prúdenia. Na základe získaných výsledkov možno odporučiť model Discrete Ordinates (DO) ako najvhodnejšiu voľbu pre simuláciu požiaru v uzavretých priestoroch budov z hľadiska rovnováhy medzi presnosťou výsledkov a výpočtovou efektívnosťou.

Literatúra

ANSYS a), Ansys Fluent Theory Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 1162.

ANSYS b), Ansys Fluent User's Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 5980.

ANSYS c), ANSYS Meshing User's Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 696.

ANSYS, Ansys Granta Data Selector. 2024. ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies.

Bartková, G. 2024. Simulácia šírenia dymu a vzniku neutrálnej roviny v miestnosti pomocou softvéru ANSYS. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Drevárska fakulta. 2024. 45 s.

Joseph, D., Perez, P., El Hafi, M., Cuenot, B. 2008. Discrete Ordinates and Monte Carlo Methods for Radiative Transfer Simulation Applied to CFD Combustion Modelling. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. 2008.

Mcgrattan, K., Hostikka, S., Mcdermott, R., Floyd, J., Weinschenk, C., Overholt, K. 2013. Fire Dynamics Simulator – Technical Reference Guide. Volume 1: Mathematical Model. 6th ed. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 1018. 2013.

Parsa, V., Santiago, A., Laím, L. 2025. Computational Fluid Dynamics of Compartment Fires: A Review of Methods and Applications. Applied Sciences. 2025, 15, 2342. doi:10.3390/app15052342

Vepsäläinen, A., Pitkänen, J., Hyppänen, T. 2012. Fundamentals of Heat Transfer. Lecture Note 7. Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology, Faculty of Technology, LUT Energy. 2012. ISBN 978-952-265-128-0

Vráblová, Ľ., Müllerová, J. 2013. Nelineárne formy šírenia požiaru a ich skryté riziká. In: Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí: 18. medzinárodná vedecká konferencia. Žilina: Fakulta špeciálneho inžinierstva ŽU, 5. – 6. jún 2013. s. 697–702.

OCHRANA DREVA PRED POŽIARMI APLIKÁCIOU INTUMESCENTNÝCH NÁTEROV

PROTECTION OF WOOD AGAINST FIRES BY APPLICATION OF INTUMESCENT COATINGS

Jarmila Hrušková, Veronika Veľková

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra protipožiarnej ochrany, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

hruskova33425@gmail.com

Abstract

The paper deals with evaluation of the behaviour of spruce cross-laminated timber (CLT) samples protected by a transparent intumescent coating under thermal loading. Non-treated and treated samples were exposed to 100, 150, 200 and 250 °C. The experimental part focused on visual changes, mass loss and qualitative observation of volatile products. The treated samples showed early activation of the coating by bubbling and swelling; at higher temperatures a foamed char layer was formed. This layer limited visible glowing or flaming, but did not prevent thermal degradation. The results indicate that the coating acts mainly as a passive thermal barrier whose efficiency depends on temperature and layer stability.

Key words: spruce wood, CLT, intumescent coating, thermal loading, mass loss, volatile products

Úvod

Drevo patrí medzi tradičné a zároveň moderné konštrukčné materiály. V stavebníctve sa využíva najmä pre priaznivý pomer pevnosti a hmotnosti, dobrú opracovateľnosť a obnoviteľný zdroj. Pri nosných a plošných prvkoch sa čoraz častejšie používajú aj CLT panely, ktoré sú vytvorené z viacerých navzájom kolmo orientovaných vrstiev dreva. Vrstvená skladba zvyšuje rozmerovú stabilitu a umožňuje prenášanie zaťaženia v dvoch smeroch, zároveň však pri požiari treba zohľadniť samotnú horľavosť dreva, lepené spoje a spôsob povrchovej ochrany (Brandner et al. 2018; Swedish Wood 2022).

Z hľadiska požiarnej bezpečnosti je drevo horľavý materiál. Pri pôsobení zvýšenej teploty prebieha najskôr odparovanie vody a následne termický rozklad hlavných zložiek dreva, najmä hemicelulóz, celulózy a lignínu. V intervale približne 100 až 200 °C sa začína rozklad hemicelulóz, pri vyšších teplotách sa zvyšuje intenzita pyrolýzy a vznikajú plynné, kvapalné a tuhé produkty rozkladu. Pri požiarnej expozícii sa na povrchu dreva vytvára zuhoľnatená vrstva, ktorá má izolačný charakter, ale zároveň je prejavom postupujúcej degradácie materiálu (Tereňová a Dúbravská 2018).

Produkty termického rozkladu sú dôležité nielen z hľadiska samotného horenia, ale aj z hľadiska bezpečnosti osôb. Dym, prchavé organické látky a kondenzovateľné dechtové zložky

môžu zhoršovať viditeľnosť, dráždiť dýchacie cesty a prispievať k toxicite prostredia. Preto je pri hodnotení správania dreva pri tepelnom zaťažení vhodné sledovať nielen konečný stav vzorky, ale aj sprievodné javy, ako sú zápach, dymenie, tvorba kondenzátu, zmena farby, zuhoľnatenie a úbytok hmotnosti (Drysdale 2011; White a Dietenberger 2010).

Ochrana dreva pred účinkami tepla a ohňa môže byť riešená konštrukčnými opatreniami, chemickou úpravou, ochrannými obkladmi alebo povrchovými protipožiarnymi systémami. Jedným z takýchto systémov sú intumescentné nátery. Ich podstatou je schopnosť náterovej vrstvy pri zvýšenej teplote napučiavať a vytvoriť pórovitú zuhoľnatenú penu. Táto vrstva pôsobí ako tepelná bariéra, spomaľuje prestup tepla do dreva a odďaľuje intenzívny termický rozklad podkladového materiálu (Aqlibous et al. 2020; Kmeťová et al. 2024).

Intumescentný náter však nemožno chápať ako premenu dreva na nehorľavý materiál. Jeho účinnosť závisí od zloženia náteru, hrúbky suchej vrstvy, kvality aplikácie, adhézie k podkladu, vlhkosti dreva a od toho, či vytvorená napenená vrstva zostane počas zaťaženia súdržná. V praxi preto slúži najmä ako pasívna požiarna ochrana, ktorá má znížiť príspevok dreva k rozvoju požiaru, spomaliť šírenie plameňa a oddialiť poškodenie povrchu.

Mechanizmus intumescentného náteru je založený na viacerých navzájom nadväzujúcich procesoch. Pri zahrievaní dochádza k mäknutiu vrstvy, uvoľňovaniu kyselinotvornej zložky, dehydratácii uhlíkatej zložky a uvoľňovaniu plynov z nadúvadla. Tieto procesy spôsobujú zväčšenie objemu náteru a vznik pórovitej uhlíkovej štruktúry. Póry v napenenej vrstve znižujú prestup tepla a oddeľujú povrch dreva od priameho tepelného pôsobenia.

Cieľom príspevku je experimentálne zhodnotiť ochranu smrekového dreva vo forme CLT vzoriek pomocou transparentného intumescentného náterového systému. Hodnotenie je založené na pozorovaní vizuálnych a sprievodných zmien počas termického zaťaženia pri teplotách 100 °C, 150 °C, 200 °C a 250 °C, na stanovení absolútneho a relatívneho hmotnostného úbytku a na stručnom posúdení kvalitatívne zachytených prchavých produktov.

Experimentálna časť

Na experimentálne merania boli použité skúšobné vzorky pripravené zo smrekového CLT panelu. CLT panel predstavuje drevený konštrukčný materiál z viacerých vrstiev lamiel, ktoré sú navzájom krížovo orientované a spojené lepením. Z panelu boli pripravené skúšobné telesá tvaru kvádra s rozmermi 2,5 cm × 1 cm × 9 cm. Objem jednej vzorky bol 22,5 cm³ a plocha povrchu jednej vzorky bola 0,0068 m². V ďalšom vyhodnotení sa jednotlivé kusy neoznačujú samostatne; výsledky sú spracované ako priemerné hodnoty z dostupných meraní pri danej teplote.

Celkovo bolo použitých 16 skúšobných vzoriek. Z toho 8 vzoriek bolo ponechaných bez povrchovej úpravy a slúžili ako referenčné neošetrené vzorky. Ďalších 8 vzoriek bolo povrchovo ošetrených transparentným protipožiarnym systémom. Ako základná intumescentná vrstva bol použitý PROMADUR® a ako vrchný ochranný lak PROMADUR® Topcoat.

Povrchová úprava ošetrených vzoriek pozostávala z aplikácie jednej vrstvy intumescentnej látky PROMADUR® a jednej vrstvy vrchného ochranného laku PROMADUR® Topcoat. Náter sa nanášal na suchý a očistený povrch dreva v laboratórnych

podmienkach tak, aby bola vrstva rozložená čo najrovnomernejšie po celom povrchu vzorky. PROMADUR® bol aplikovaný v množstve 470 g/m², čo pri ploche jednej vzorky predstavovalo približne 3,20 g intumescentnej látky. Po nanesení intumescentnej vrstvy bol dodržaný čas schnutia 24 hodín. Následne bol nanesený ochranný lak PROMADUR® Topcoat v množstve 100 g/m², teda približne 0,68 g na jednu vzorku. Po aplikácii laku boli vzorky ponechané schnúť ďalších 48 hodín pri laboratórnych podmienkach. Množstvo naneseného náterového systému bolo kontrolované vážením na digitálnej váhe KERN KB s rozlíšením 0,01 g.

Termické zaťaženie bolo realizované v laboratórnom zariadení pozostávajúcom z elektricky vyhrievanej rúrkovej časti, sklenej trubice, termoregulátora a odberovej trasy na zachytávanie prchavých produktov. Ohrev zabezpečovala elektrická výhrevná špirála a požadovaná teplota bola nastavovaná a udržiavaná pomocou termoregulátora. Sklenená trubica tvorila priestor, v ktorom bola počas skúšky umiestnená vzorka, a zároveň usmerňovala vznikajúce prchavé produkty do odberovej časti zariadenia.

Vzorky boli vystavené teplotám 100 °C, 150 °C, 200 °C a 250 °C. Základný čas pôsobenia teploty bol 20 minút; pri najvyššej teplote bolo meranie v prípade výraznej degradácie povrchovo upraveného materiálu ukončené po 15 minútach. Vyhodnotenie bolo spracované z dostupných opakovaných meraní a v tabuľkách sú uvádzané priemerné hodnoty, nie hodnoty jednotlivých kusov.



Obr. 1 Laboratórne zariadenie použité na termické zaťaženie vzoriek
Fig. 1 Laboratory equipment used for thermal loading of samples

Počas termického zaťaženia boli vznikajúce plynné a prchavé produkty odvádzané zo sklenej trubice pomocou nasávacieho systému. Na koniec sklenej trubice bola napojená odberová sonda, pomocou ktorej sa viedli vznikajúce spaliny do sklenej sorpčnej rúrky naplnenej aktívnym uhlím. Na aktívnom uhlí sa zachytávali prchavé produkty uvoľnené zo vzorky. Odber produktov bol zabezpečený osobným odberovým čerpadlom AirChek 5000. Použitá bola sorpčná trubička Anasorb CSC s kokosovým aktívnym uhlím a prietok odberového čerpadla bol nastavený na 1 l/min.

Zachytené organické zlúčeniny boli zo sorpčného materiálu extrahované sírouhlíkom. K sorbentu boli pridané 3 ml CS_2 a extrakcia prebiehala 30 minút na laboratórnej trepačke. Následne bol 1 ml extraktu prenesený do chromatografickej vialky a pripravený na analýzu metódou plynovej chromatografie s hmotnostnou spektrometriou (GC-MS). Identifikácia zlúčenín bola vykonaná podľa retenčných časov a porovnaním hmotnostných spektier s knižnicou NIST.

Počas experimentu boli sledované najmä vizuálne zmeny vzoriek, sprievodné javy, hmotnostný úbytok a vznik prchavých produktov. Vizuálne hodnotenie zahŕňalo zmenu farby, dymenie, zápach, kondenzát, usadeniny, zuhoľnatenie, žeravenie alebo plameň. Pri ošetrených vzorkách sa navyše sledovalo bublinkovanie, zväčšenie objemu, napenenie a prípadné praskanie alebo rozpad ochrannej vrstvy.

Okrem vizuálnych zmien a prchavých produktov bol hodnotený aj hmotnostný úbytok skúšobných vzoriek. Každá vzorka bola zvážená pred začiatkom termického zaťaženia a následne po ukončení skúšky. Po vybratí zo zariadenia sa vzorka nevážila v horúcom stave; najskôr bola ponechaná vychladnúť v exsikátore, aby sa minimalizovalo ovplyvnenie výsledku navlhnutím z okolitého prostredia. Relatívny hmotnostný úbytok bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$m_{ú} = (m_1 - m_2) / m_1 \cdot 100\ \%,$$

kde:
mú – relatívny hmotnostný úbytok vzorky (%)
m1 – hmotnosť vzorky pred termickým zaťažením (g)
m2 – hmotnosť vzorky po termickom zaťažení a vychladnutí (g)

Vyhodnotenie a diskusia

Vizuálne a sprievodné javy

Vizuálne hodnotenie bolo zamerané na prvý výskyt farebných zmien, dymenia, zápachu, sčernania alebo zuhoľnatenia, žeravenia, kondenzátu a pri ošetrených vzorkách aj na aktiváciu intumescentnej vrstvy. Uvedené časy predstavujú priemerný čas prvého výskytu sledovaného javu vypočítaný z dostupných meraní pri danej teplote. V texte sa preto jednotlivé kusy vzoriek neoznačujú samostatne, ale hodnotia sa ako priemerné správanie neošetreného alebo ošetreného súboru.

Tab. 1 Časy výskytu vizuálnych a sprievodných javov pri neošetrených CLT vzorkách
Table 1 Times of occurrence of visual and accompanying phenomena in non-treated CLT samples

Teplota	Farba	Dym	Zápach	Sčernenie / zuhoľnatenie	Žeravenie	Kondenzát/ usadeniny
100 °C	–	–	20:00	–	–	–
150 °C	5:15	–	2:30	–	–	–
200 °C	3:45	9:45	0:00	12:15	–	12:00
250 °C	3:30	4:30	0:00	8:30	15:00	4:00

Poznámka: Pomlčka znamená, že jav nebol počas sledovaného času pozorovaný.

Pri neošetrených vzorkách pri 100 °C nebol počas prvých minút zaznamenaný viditeľný prejav degradácie. Až približne v 20. minúte bol pozorovaný jemný smrekový zápach. Farebná zmena, dymenie, zuhoľnatenie ani kondenzát sa pri tejto teplote neprejavili, čo zodpovedá najmä strate neviazanej vody a len veľmi miernemu tepelnému namáhaniu drevnej matrice.

Pri 150 °C sa prvý sledovaný prejav objavil približne v 2:30 min, keď bol zaznamenaný jemný smrekový zápach. Okolo 5. minúty bol zápach výraznejší a priemerný čas prvej farebnej zmeny bol 5:15 min. Vzorky ešte nevykazovali dymenie, súvislé sčernanie ani tvorbu usadenín, čo naznačuje, že rozklad bol stále v počiatočnej fáze.

Pri 200 °C bol smrekový zápach prítomný od začiatku merania. Farebná zmena nastala približne v 3:45 min a približne v 5. minúte už stav povrchu zodpovedal približne stavu vzoriek po 20 minútach pri 150 °C. Dymenie sa objavilo približne v 9:45 min. Prvé čierne usadeniny v odberovej pipete boli zaznamenané približne v 12. minúte a sčernanie až zuhoľnatenie povrchu približne v 12:15 min. Po skúške bola odberová sonda zarosená, žltohnedo zafarbená a časť odberovej trasy bola viditeľne zadymená.

Pri 250 °C prebiehali zmeny najrýchlejšie. Jemný smrekový zápach sa objavil už v prvých sekundách, v 2. minúte sa zosilňoval, v 3. minúte nadobudol dymový charakter a približne v 4. minúte sa menil na dechtový. Farebná zmena bola pozorovaná približne v 3:30 min a dymenie približne v 4:30 min. Sklenená trubica začala žltnúť už na začiatku merania a okolo 4. minúty bol viditeľný žltohnedý dechtovitý povlak. Sčernanie a zuhoľnatenie povrchu sa objavilo približne v 8:30 min, výrazné zanesenie trubice a sondy v 12. minúte a žeravenie približne v 15. minúte. Plameň nebol pozorovaný.

Tab. 2 Časy výskytu vizuálnych a sprievodných javov pri ošetrených CLT vzorkách
Table 2 Times of occurrence of visual and accompanying phenomena in treated CLT samples

Teplota	Farba	Bublinko-vanie	Napenenie	Dym	Zápach	Prasknutie/ rozpad	Kondenzát / usadeniny
100 °C	4:30	5:30	14:15	–	7:30	–	–
150 °C	6:00	3:00	7:45	13:00	3:00	7:00	20:00
200 °C	0:30	0:30	11:30	11:30	0:00	20:00	5:30
250 °C	1:00	1:00	4:30	7:00	0:00	5:30	1:00

Poznámka: Časy predstavujú priemerný čas prvého výskytu sledovaného javu z dostupných meraní pri danej teplote.

Pri ošetrených vzorkách pri 100 °C reagovala predovšetkým povrchová úprava. Farebná zmena náteru sa objavila približne v 4:30 min, bublinkovanie v 5:30 min a zápach náterovej látky s prímesou smrekového dreva približne v 7:30 min. Zväčšenie objemu a náznak napenenia boli pozorované až približne v 14:15 min. Dymenie, kondenzát, praskanie, rozpad, žeravenie ani plameň sa neobjavili.

Pri 150 °C sa aktivácia náteru začala skôr. Bublinkovanie a chemický zápach boli zaznamenané približne v 3. minúte. Farebná zmena sa prejavila približne v 6. minúte, praskanie vrstvy približne v 7. minúte a zreteľné napenenie so zväčšením objemu približne v 7:45 min. Veľmi slabý náznak dymu bol pozorovaný približne v 13. minúte a ku koncu merania sa objavil len minimálny jemnožltkastý povlak v nasávacej hadičke s prvým náznakom rosenia pipety.

Pri 200 °C bol pri ošetrenom súbore prítomný lakový zápach už od začiatku merania. Po 30 sekundách začalo bublinkovanie a súčasne prvá farebná zmena; zápach bol štipľavejší a v 2. minúte už veľmi intenzívny a chemický. Rosenie sondy a konca sklenej trubice bolo pozorované približne v 5. až 6. minúte. Medzi 10. a 13. minútou sa chemický zápach miestami menil na zápach smrekového uhlíka s chemickým podtónom. Napenenie a dymenie sa objavili približne v 11:30 min, prvé usadeniny v odberovej sonde približne v 12. minúte, žltý povlak v 16. minúte a olejovitý farebný kruh pred vzorkou v 17. minúte. V 20. minúte bola povrchovo upravená vzorka silne napučaná, zuhoľnatená, sypká a drobivá, ale bez žeravenia a bez plameňa.

Pri 250 °C bola reakcia intumescentného systému najintenzívnejšia. Intenzívny lakový až chemický zápach sa objavil už v prvých sekundách a do 1. minúty bol veľmi silný a štipľavý. Súčasne v 1. minúte nastala farebná zmena, bublinkovanie a prvé náznaky kondenzátu alebo usadenín. Okolo 2. minúty bol v trubici viditeľný žltkastý až hnedý decht, približne v 3:30 min bolo zafarbenie výrazne hnedé a v 4:30 min sa prejavilo napenenie a zväčšenie objemu vrstvy. Praskanie alebo rozpad vrstvy sa objavil približne v 5:30 min. V 7. minúte už prevládal uhlíkatý zápach a štipľavý dym. V 10. minúte bola trubica v mieste vzorky výrazne zanesená až do čierna a v 12. minúte bolo pozorovanie vzorky takmer nemožné. Meranie bolo ukončené po 15 minútach, povrchovo upravený materiál bol úplne krehký, sypký, popolovitý a rozpadal sa na prach. Ani pri tejto teplote nebol pozorovaný plameň ani žeravenie.

Z porovnania vizuálnych javov vyplýva, že neošetrené vzorky reagovali dominantne ako drevná matrica: s rastúcou teplotou sa zrýchľovala zmena farby, tvorba dymu, usadenín a zuhoľnatenej vrstvy. Pri ošetrených vzorkách sa ako prvá aktivovala náterová vrstva, ktorá bublinkovala, penila a vytvárala izolačný uhlíkatý zvyšok. Ochranný účinok sa prejavil najmä tým, že pri ošetrených vzorkách nebolo pozorované žeravenie ani plameň, zatiaľ čo pri neošetrenej vzorke pri 250 °C sa žeravenie objavilo približne v 15. minúte.

Fotodokumentácia konečného stavu vzoriek potvrdzuje rozdielny spôsob degradácie neošetreného a povrchovo ošetreného CLT dreva. Pri nižších teplotách boli neošetrené vzorky len mierne farebne zmenené, zatiaľ čo pri ošetrených vzorkách bolo viditeľné najmä pôsobenie náterového systému, teda zmena farby, bublinkovanie a tvorba napenenej vrstvy. Pri 200 °C a 250 °C už neošetrené vzorky vykazovali výrazné sčernanie a zuhoľnatenie povrchu. Ošetrené vzorky mali pri týchto teplotách objemnejšiu, pórovitú a miestami rozpadavú zuhoľnatenú vrstvu, ktorá vznikla aktiváciou intumescentného systému. Z fotografií je preto zrejmé, že náter

nezabraňuje samotnej degradácii materiálu, ale mení jej priebeh a vytvára ochrannú bariérovú vrstvu medzi zdrojom tepla a drevným podkladom.



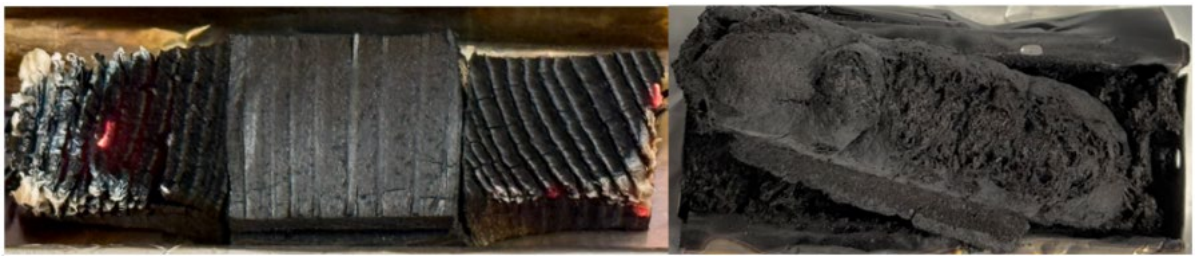
Obr. 2 Porovnanie neošetrenej a ošetrenej vzorky pri teplote 100 °C na konci merania
Fig. 2 Comparison of non-treated and treated sample at 100 °C at the end of measurement



Obr. 3 Porovnanie neošetrenej a ošetrenej vzorky pri teplote 150 °C na konci merania
Fig. 3 Comparison of non-treated and treated sample at 150 °C at the end of measurement



Obr. 4 Porovnanie neošetrenej a ošetrenej vzorky pri teplote 200 °C na konci merania
Fig. 4 Comparison of non-treated and treated sample at 200 °C at the end of measurement



Obr. 5 Porovnanie neošetrenej a ošetrenej vzorky pri teplote 250 °C na konci merania
Fig. 5 Comparison of non-treated and treated sample at 250 °C at the end of measurement

Hmotnostný úbytok

Hmotnostný úbytok predstavoval kvantitatívny ukazovateľ priebehu termickej degradácie. Pri oboch skupinách CLT vzoriek sa s rastúcou teplotou zvyšoval, rozdielny však bol charakter tohto nárastu. Pri neošetrených vzorkách boli priemerné relatívne úbytky 6,47 % pri 100 °C, 8,14 % pri 150 °C, 24,95 % pri 200 °C a 70,37 % pri 250 °C. Najväčší skok nastal medzi 200 °C a 250 °C, čo súvisí s prechodom od miernejšej termickej degradácie k

intenzívnemu zuhoľnateniu, tvorbe dechtovitých produktov a výraznému úbytku organickej hmoty.

Tab. 3 Priemerné hodnoty hmotnostného úbytku neošetrených CLT vzoriek
Table 3 Average values of mass loss of non-treated CLT samples

Teplota [°C]	Priemer m_0 [g]	Priemer m [g]	Priemer Δm [g]	Rel. úbytok [%]
100	12,09	11,28	0,78	6,47
150	12,11	11,12	0,98	8,14
200	12,69	9,52	3,17	24,95
250	12,16	3,62	8,54	70,37

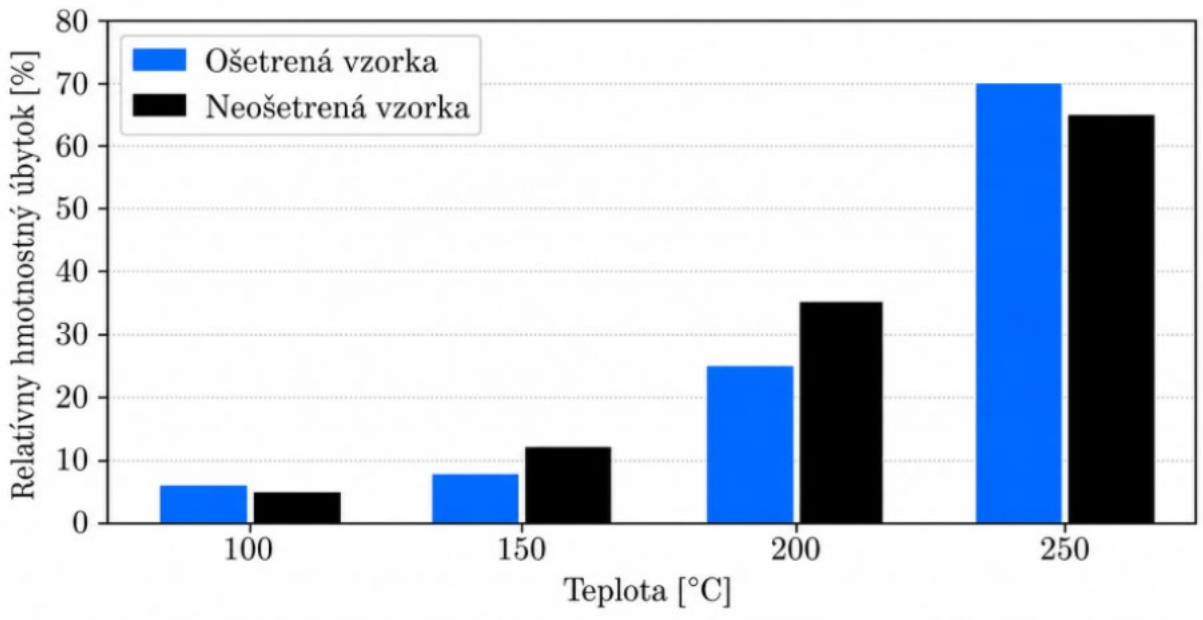
Poznámka: Hodnoty predstavujú aritmetický priemer z dostupných opakovaných meraní neošetrených CLT vzoriek pri danej teplote.

Pri ošetrených vzorkách bol priemerný relatívny hmotnostný úbytok 5,62 % pri 100 °C, 12,19 % pri 150 °C, 35,48 % pri 200 °C a 65,42 % pri 250 °C. Pri 100 °C a 250 °C bol nižší ako pri neošetrených vzorkách, čo naznačuje ochranný účinok vytvorenej napenenej vrstvy najmä pri najvyššom tepelnom zaťažení. Pri 150 °C a 200 °C bol však úbytok ošetrených vzoriek vyšší. Tento výsledok je potrebné interpretovať opatrne, pretože do celkovej straty hmotnosti sa pri ošetrených vzorkách nezapočítava iba rozklad drevnej matrice, ale aj reakcia samotného náterového systému, uvoľňovanie zložiek vrchného laku, tvorba plynov potrebných na napenenie a čiastočný rozpad ochrannej vrstvy.

Tab. 4 Priemerné hodnoty hmotnostného úbytku ošetrených CLT vzoriek
Table 4 Average values of mass loss of treated CLT samples

Teplota [°C]	Priemer m_0 [g]	Priemer m [g]	Priemer Δm [g]	Rel. úbytok [%]
100	16,04	15,14	0,90	5,62
150	14,73	12,93	1,79	12,19
200	15,05	9,71	5,34	35,48
250	15,18	5,25	9,93	65,42

Poznámka: Hodnoty predstavujú aritmetický priemer z dostupných meraní ošetrených CLT vzoriek pri danej teplote; pri 250 °C bolo meranie ukončené po 15 minútach z dôvodu výraznej degradácie vzorky.



Obr. 6 Priemerné relatívne hmotnostné úbytky CLT vzoriek
Fig. 6 Average relative mass losses of CLT samples

Porovnanie s výsledkami K. Trojanovej

Na orientačné porovnanie boli použité výsledky diplomovej práce Kataríny Trojanovej, evidovanej ako elektronický zdroj v katalógu CRZP (Trojanová 2024). Porovnateľné boli najmä teploty 150 °C, 200 °C a 250 °C. Trojanová hodnotila okrem neošetrených a termicky upravených matríc aj matrice ošetrené protipožiarnym náterom HR PROF. HR PROF je náter určený na povrchovú úpravu rôznych drevených materiálov; jeho deklarovanou úlohou je obmedziť šírenie plameňa a znížiť riziko vzplanutia dreveného alebo celulózového výrobku pri pôsobení plameňa. Porovnanie preto neslúži ako priame overenie totožného systému, ale ako odborný referenčný rámec na posúdenie veľkosti hmotnostných úbytkov pri retardačne upravenom dreve.

Tab. 5 Porovnanie relatívneho hmotnostného úbytku s výsledkami K. Trojanovej
Table 5 Comparison of relative mass loss with the results of K. Trojanová

Teplota [°C]	Neošetrené vzorky CLT[%]	Ošetrené vzorky PROMADUR [%]	Neošetrené vzorky Trojanová [%]	Ošetrené HR PROF Trojanová [%]	Termicky upravené vzorky Trojanová [%]
150	8,14	12,19	6,62	13,43	4,69
200	24,95	35,48	8,54	21,39	7,75
250	70,37	65,42	43,83	47,20	47,52

Pri 150 °C boli výsledky retardačne upravených vzoriek pomerne blízke: vzorky s náterovým systémom PROMADUR® dosiahli relatívny úbytok 12,19 %, zatiaľ čo vzorky s náterom HR PROF u Trojanovej 13,43 %. Pri neošetrených vzorkách bol rozdiel menší, 8,14

% oproti 6,62 %. Výraznejší rozdiel sa prejavil pri 200 °C, kde CLT vzorky v tejto práci dosiahli 24,95 % bez náteru a 35,48 % po ošetrení PROMADUR®, zatiaľ čo u Trojanovej boli hodnoty 8,54 % pri neošetrených a 21,39 % pri vzorkách ošetrených HR PROF. Pri 250 °C bol v tejto práci pri neošetrených vzorkách zaznamenaný najvyšší úbytok 70,37 %, pri ošetrených 65,42 %; u Trojanovej boli hodnoty nižšie a pohybovali sa približne na úrovni 43,83 % až 47,52 %. Rozdiely môžu súvisieť s odlišným typom skúšobného materiálu, skladbou CLT panelu, hrúbkou a chemickým zložením náterového systému, časom pôsobenia teploty a spôsobom odberu prchavých produktov. Dôležité je, že v oboch súboroch výsledkov sa potvrdil rast hmotnostného úbytku so zvyšujúcou sa teplotou, pričom najkritickejšie z hľadiska degradácie bolo zaťaženie pri 250 °C.

Prchavé produkty a GC-MS analýza

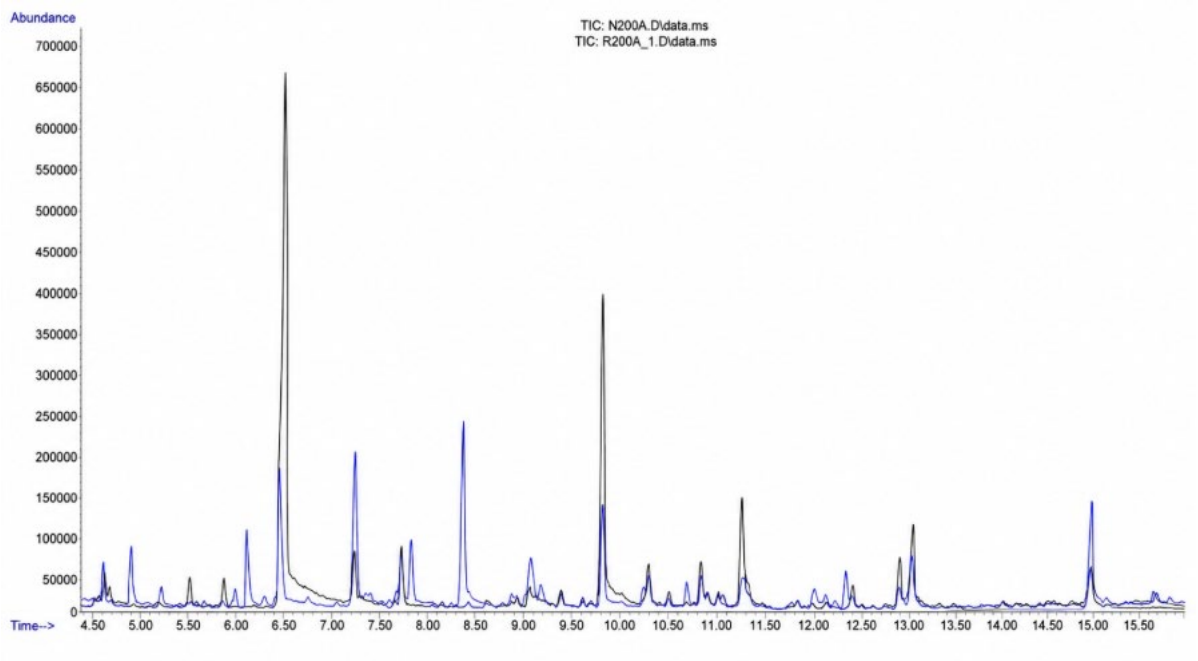
Prchavé produkty boli v príspevku hodnotené kvalitatívne, teda podľa prítomnosti alebo neprítomnosti identifikovaných chromatografických píkov pri jednotlivých teplotách. Vzhľadom na rozsah príspevku nie je zaradená úplná tabuľka všetkých zlúčenín; výsledky sú spracované súhrnne ako počet identifikovaných prchavých produktov. Tento spôsob umožňuje posúdiť, pri ktorej teplote a pri ktorej povrchovej úprave vznikalo najširšie spektrum látok bez zahltenia textu rozsiahlym chromatografickým zoznamom.

Tab. 6 Počet identifikovaných prchavých zlúčenín podľa teploty
Table 6 Number of identified volatile compounds according to temperature

Skupina vzoriek	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C
Ošetrené vzorky	36	36	38	51
Neošetrené vzorky	36	42	42	43

Poznámka: Hodnoty vyjadrujú počet vyskytujúcich sa zlúčenín pri danej teplote. V tabuľke bolo sledovaných celkovo 51 chromatografických zlúčenín.

Pri 100 °C bol počet identifikovaných zlúčenín rovnaký pri ošetrených aj neošetrených vzorkách, teda 36. Pri 150 °C a 200 °C bol vyšší počet zlúčenín zistený pri neošetrených vzorkách, v oboch prípadoch 42; pri ošetrených vzorkách bolo zaznamenaných 36, respektíve 38 zlúčenín. Tento výsledok naznačuje, že v strednom teplotnom intervale mohla intumescentná vrstva čiastočne obmedzovať uvoľňovanie niektorých produktov drevnej degradácie. Najvyšší počet zlúčenín bol zistený pri 250 °C. Pri ošetrených vzorkách bolo identifikovaných 51 sledovaných zlúčenín a pri neošetrených 43 zlúčenín. Najnižší počet teda pripadal na 100 °C, zatiaľ čo najvyššia rozmanitosť prchavých produktov bola spojená s teplotou 250 °C, kde už prebiehala výrazná degradácia dreva aj náterového systému.



Obr. 7 Porovnanie chromatogramov prchavých produktov pri 200 °C; modrá krivka - ošetrená vzorka, čierna krivka - neošetrená vzorka
Fig. 7 Comparison of chromatograms of volatile products at 200°C; blue curve - treated sample, black curve - non-treated sample

Chromatogram pri 200 °C ukazuje, že intumescentný náter nezabránil vzniku prchavých produktov, ale ovplyvnil ich chromatografický profil. Neošetrená vzorka, znázornená čiernou krivkou, vykazovala výrazné dominantné píky najmä približne v oblasti retenčných časov 6,5 min a 9,8 min. Ošetrená vzorka, znázornená modrou krivkou, mala pri viacerých retenčných časoch nižšiu intenzitu píkov, ale súčasne obsahovala aj vlastné píky súvisiace s rozkladom náterovej vrstvy a vrchného laku. To znamená, že ochranný systém mení priebeh rozkladu: časť produktov dreva môže potláčať alebo oneskorovať, no zároveň do systému vnáša produkty vznikajúce termickou degradáciou použitej povrchovej úpravy.

Z hľadiska účinku intumescentu možno výsledky interpretovať tak, že náter pôsobí predovšetkým ako pasívna tepelná bariéra. Po aktivácii sa pení, zväčšuje svoj objem a vytvára zuhoľnatenú pórovitú vrstvu, ktorá znižuje priamy prestup tepla k drevnému podkladu. Tento mechanizmus sa priaznivo prejavil najmä vo vizuálnom hodnotení: pri ošetrených vzorkách nebolo pozorované žeravenie ani plameň ani pri 250 °C. Zároveň však výsledky hmotnostného úbytku a GC-MS analýzy ukazujú, že intumescentná úprava nie je absolútnou ochranou. Pri vyšších teplotách dochádza k rozkladu dreva aj náterového systému a ochranný účinok závisí od súdržnosti napenenej vrstvy, jej priľnavosti k podkladu a od schopnosti udržať izolačný charakter počas celej skúšky.

Záver

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť ochranu smrekového CLT dreva intumescentným náterovým systémom prostredníctvom pozorovania vizuálnych zmien, stanovenia

hmotnostného úbytku a kvalitatívneho posúdenia prchavých produktov vznikajúcich pri termickom zaťažení.

Pri neošetrených vzorkách sa so zvyšujúcou teplotou zreteľne zrýchľovala tepelná degradácia. Pri 200 °C sa objavilo dymenie, sčernanie a tvorba usadenín v odberovej časti, pri 250 °C boli zmeny najintenzívnejšie a približne v 15. minúte bolo pozorované žeravenie.

Pri ošetrených vzorkách bola pozorovaná aktivácia intumescentného systému, ktorá sa prejavila bublinkovaním, napenením, zväčšením objemu a tvorbou zuhoľnatenej ochrannej vrstvy. Ošetrené vzorky nevykazovali žeravenie ani plameň ani pri 250 °C, čo potvrdzuje bariérový účinok náteru z hľadiska povrchových prejavov horenia.

Hmotnostný úbytok však ukázal, že ochranný účinok nemožno hodnotiť jednoznačne iba podľa hmotnosti. Pri 100 °C a 250 °C bol relatívny úbytok ošetrených vzoriek nižší ako pri neošetrených, zatiaľ čo pri 150 °C a 200 °C bol vyšší. Tento výsledok súvisí pravdepodobne s rozkladom náterového systému, uvoľňovaním jeho zložiek a tvorbou krehkej napenenej vrstvy.

Porovnanie s výsledkami K. Trojanovej ukázalo, že pri podobných teplotách môžu byť rozdiely medzi náterovými systémami výrazné. V tejto práci boli úbytky pri 200 °C a 250 °C vyššie ako hodnoty uvádzané pri nátere HR PROF, čo poukazuje na význam typu podkladu, druhu ochranného systému a experimentálnych podmienok.

Z kvalitatívneho hodnotenia prchavých produktov vyplýva, že najnižší počet identifikovaných zlúčenín bol pri 100 °C a najvyšší pri 250 °C. Pri ošetrenej vzorke bolo pri 250 °C zaznamenaných 51 sledovaných zlúčenín, čo potvrdzuje, že intumescentný náter tvorbu prchavých produktov úplne nezastavuje, ale mení priebeh a charakter tepelného rozkladu.

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že intumescentný náter zlepšuje správanie CLT dreva pri termickom zaťažení najmä z hľadiska povrchovej ochrany. Jeho najdôležitejším prínosom je tvorba napenenej izolačnej vrstvy, obmedzenie priameho prestupu tepla do dreva a potlačenie žeravenia alebo plameňa. V praxi ho preto treba chápať ako významný prvok pasívnej protipožiarnej ochrany, nie ako samostatné riešenie, ktoré úplne zastaví tepelnú degradáciu dreva. Pre návrh a používanie takýchto systémov je rozhodujúca správna aplikácia, dostatočná hrúbka náteru, ochrana pred poškodením a pravidelná kontrola stavu povrchovej vrstvy.

Literatúra

AQLIBOUS, A., TRETSIAKOVA-MCNALLY, S., FATEH, T. 2020. Waterborne intumescent coatings containing industrial and bio-fillers for fire protection of timber materials. Polymers, 12(4), 757. DOI: 10.3390/polym12040757.

BRANDNER, R., TOMASI, R., MOOSBRUGGER, T., SERRANO, E., DIETSCH, P. (eds.). 2018. Properties, Testing and Design of Cross Laminated Timber: A State-of-the-Art Report by COST Action FP1402/WG 2. Aachen: Shaker Verlag. ISBN 978-3-8440-6143-7.

DRYSDALE, D. 2011. An Introduction to Fire Dynamics. 3rd ed. Chichester: Wiley. ISBN 978-0-470-31903-1.

KMEŤOVÁ, E., KAČÍKOVÁ, D., KAČÍK, F. 2024. The effect of intumescent coating containing expandable graphite onto spruce wood. Coatings, 14(4), 490. DOI: 10.3390/coatings14040490.

PROMAT. 2026a. PROMADUR® - intumescentný protipožiarny náter. [online]. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.promat.com/sk-sk/stavba/produkty-konstrukcie/produkty/napenujuce-intumescentne-natery/promadur/>.

PROMAT. 2026b. PROMADUR® Topcoat - transparentný krycí náter. [online]. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.promat.com/sk-sk/stavba/produkty-konstrukcie/produkty/napenujuce-intumescentne-natery/promadur-topcoat/>.

SKC INC. 2026. Sorbent Tube, Anasorb CSC, Coconut Shell Charcoal, 8 × 110 mm, 400/200 mg. [online]. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://skcinc.com/>.

SWEDISH WOOD. 2022. The CLT Handbook. Stockholm: Swedish Wood.

TEREŇOVÁ, Ľ., DÚBRAVSKÁ, K. 2018. Konštrukcie drevostavieb a ich správanie sa pri požiari. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-3086-7.

TROJANOVÁ, K. 2024. Vplyv retardačnej úpravy polymérnych materiálov na vznik prchavých produktov pri termickej degradácii: diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta. [online]. [cit. 2026-05-02]. Dostupné v katalógu CRZP: <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=9A7D98113A4E7D6F02AD74A0EB46>.

WHITE, R. H., DIETENBERGER, M. A. 2010. Fire Safety of Wood Construction. In: Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Madison: USDA Forest Products Laboratory.

ANALÝZA KRITICKÝCH PARAMETROV EVAKUÁCIE OBJEKTU TUZVO POMOCOU VÝPOČTOVÝCH METÓD A SOFTVÉRU PATHFINDER

ANALYSIS OF CRITICAL EVACUATION PARAMETERS OF THE TUZVO BUILDING USING CALCULATION METHODS AND THE PATHFINDER SOFTWARE

Bc. Martin Paluš, Ing. Dominik Špilák, PhD

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra protipožiarnej ochrany, T. G. Masaryka 2117/24, 960 01 Zvolen

xpalus@is.tuzvo.sk

Abstract

Ensuring safe evacuation in university buildings with high occupant density and limited escape routes remains a challenging task in fire safety engineering. This paper analyzes the critical evacuation parameters of the main building of the Technical University in Zvolen (TUZVO) by combining three independent approaches: an analytical calculation according to STN 92 0201-3, an agent-based simulation in Pathfinder, and an engineering calculation of the critical fire time using the method. The reference fire scenario was located on the 6th floor of Block A. The results revealed a significant safety gap: while the total evacuation time reached 640 s (10,66 min). in the simulation, the available safe egress time (ASET) was only 257 s (4,28 min), governed by oxygen depletion. Based on this finding, the paper proposes a controlled evacuation system using fire alarm (EPS) integration with dynamic optical signage that redirects occupants away from congested or endangered routes.

Key words: evacuation, Pathfinder, ASET, RSET, critical fire time, fire alarm system, agent-based simulation

Úvod

Bezpečnosť osôb v prípade vzniku požiaru patrí medzi základné kritériá hodnotenia kvality stavebného objektu a jeho prevádzky. Z hľadiska požiarneho inžinierstva je rozhodujúcim ukazovateľom čas potrebný na bezpečné opustenie ohrozeného priestoru, ktorý určuje návrh únikových ciest, ich kapacít, počet východov a voľbu systémov požiarnej signalizácie. V posledných desaťročiach sa metodika posudzovania evakuácie postupne vyvíjala od preskriptívneho prístupu, založeného na pevne stanovených hodnotách (šírka únikového pruhu, dĺžka únikovej cesty, dovolený čas), k výkonnostne orientovanému návrhu (performance-based design), ktorý umožňuje pre konkrétnu stavbu a konkrétny scenár požiaru preukázať reálnu mieru bezpečnosti.

Základným nástrojom výkonnostne orientovaného návrhu je porovnanie dvoch parametrov: potrebného času na evakuáciu RSET (Required Safe Egress Time) a dostupného času na evakuáciu ASET (Available Safe Egress Time). RSET predstavuje čas, ktorý osoby

skutočne potrebujú na opustenie objektu od okamihu vzniku požiaru, a zahŕňa čas detekcie, čas reakcie a samotný čas pohybu po únikovej ceste. ASET je čas, počas ktorého sú v ohrozenom priestore zachované podmienky znesiteľné pre človeka, t. j. interval do okamihu, kedy nebezpečné faktory požiaru (znížená koncentrácia kyslíka, zvýšená koncentrácia toxických splodín, optická hustota dymu, teplota plynov) dosiahnu hraničné hodnoty. Bezpečnosť evakuácie je preukázaná iba vtedy, ak platí RSET < ASET s primeranou rezervou (ISO/TR 16738, 2009; CFPA-E, 2023).

Stanovenie hodnoty RSET sa v inžinierskej praxi vykonáva dvoma odlišnými skupinami metód. Prvou sú analytické modely zakotvené v technických normách (na Slovensku STN 92 0201-3), ktoré pohyb osôb opisujú obdobne ako prúdenie tekutiny a poskytujú rýchly odhad celkového času evakuácie pri zjednodušujúcom predpoklade homogénneho toku. Druhou sú agentové simulačné nástroje, v ktorých je každá osoba modelovaná ako samostatný agent s vlastnými parametrami a rozhodovacou logikou.

Reprezentantom tejto skupiny je program Pathfinder od spoločnosti Thunderhead Engineering, ktorý zachytáva mikroskopické správanie osôb a umožňuje identifikovať priestorové a časové nehomogenity v evakuačnom toku, predovšetkým tvorbu kongescií pri dverách a ústiach schodísk. (Thunderhead Engineering, Pathfinder Technical Reference Manual)

Samostatnou problematikou je stanovenie hodnoty ASET. Klasické prístupy založené na riešení integrálnych a diferenciálnych modelov tepla a hmoty CFAST, FDS (Consolidated Fire and Smoke Transport, Fire Dynamics Simulator) sú výpočtovo náročné a v inžinierskej praxi sa používajú obmedzene. Ako alternatívu publikovali Hulida, Pasnak, Koval a Tryhuba (2019) inžiniersku metódu výpočtu kritického času požiaru, založenú na zjednodušených závislostiach pre jednotlivé nebezpečné faktory. Metóda bola validovaná porovnaním s programom FDS, pričom relatívna odchýlka výsledkov nepresahuje 8 až 12 %, čo z nej robí vhodný nástroj pre rýchle inžinierske posúdenie s transparentným a reprodukovateľným výpočtovým postupom.

Vysokoškolské budovy predstavujú z pohľadu evakuácie špecifický typ objektu. Vyznačujú sa vysokou koncentráciou osôb najmä v prednáškových sálach a posluchárňach, výrazne premenlivou obsadenosťou počas dňa a tým, že časť používateľov objekt priestorovo dobre nepozná. Hlavná budova Technickej univerzity vo Zvolene tieto charakteristiky spĺňa a vďaka aktuálnemu Projektu požiarnej bezpečnosti stavby (Špilák, 2025), ktorý poskytuje detailné podklady o členení objektu, obsadenosti jednotlivých podlaží a geometrii únikových ciest, predstavuje vhodný objekt na podrobnú analýzu evakuačných parametrov.

Predmetom predloženého príspevku je analýza kritických parametrov evakuácie hlavnej budovy TUZVO kombináciou troch nezávislých prístupov: analytického výpočtu podľa STN 92 0201-3, agentovej simulácie v programe Pathfinder a inžinierskeho výpočtu kritického času požiaru podľa metódy Hulidu et al. (2019). Cieľom je porovnať hodnoty RSET získané jednotlivými metódami, identifikovať úzke miesta evakuačných ciest a porovnaním s hodnotou ASET pre referenčný priestor 6. NP bloku A posúdiť, či je v zvolenom požiarnom scenári bezpečná evakuácia dosiahnuteľná bez doplnkových technických opatrení. Na základe zistených výsledkov je formulovaný návrh riadenej evakuácie prostredníctvom systému elektrickej požiarnej signalizácie a dynamickej optickej signalizácie únikových trás, ktorý reaguje na konkrétne identifikované úzke miesta v evakuačnom toku.

Experimentálna časť

Posudzovaným objektom je hlavná budova Technickej univerzity vo Zvolene (T. G. Masaryka 24, Zvolen). Budova pozostáva z troch funkčne aj výškovo odlíšených blokov: blok A má 8 nadzemných podlaží, blok B 7 a blok C 6 nadzemných podlaží. Požiarna výška objektu je h = 25,5 m, konštrukčný systém je v zmysle čl. 2.6 STN 92 0201-2 nehorľavý. Funkčne dominuje administratívna prevádzka a výučbové priestory. Vstupné údaje pre tento príspevok vychádzajú z Projektu požiarnej bezpečnosti stavby — navrhovaný stav, ktorý spracoval Ing. Dominik Špilák, PhD. (2025).

Výpočet podľa STN 92 0201-3 metódou po poschodiach priniesol pre stav (jeden požiarny úsek, nechránené únikové cesty) výsledný čas evakuácie 15,22 min, pričom dovolený čas je 3,5 min, stav je teda nevyhovujúci. Po navrhovanej úprave (vytvorenie štyroch chránených únikových ciest typu A a prerozdelenie tokov osôb na schodiská) sa čas zníži na 13,33 min pri navýšenom dovolenom čase 13,5 min, čím evakuácia vyhovuje. (Špilák, 2025)

Evakuačné trasy sú pre názornosť rozdelené na modrú (schodisko A), červenú (schodisko A/B), žltú (schodisko B/C) a zelenú trasu (schodisko C). Výsledné časy evakuácie sú vidieť v nasledovnom obrázku (v minútach).

	schodisko A							
č. trasy	E	u	l_u	v_u	K_u	s	l_u/v_u	$E*s/K_u*u$
7. - 6.	41	1,8	10,9	25	30	1	0,44	0,76
6. - 5.	94	1,8	10,9	25	30	1	0,44	1,74
5. - 4.	169	1,8	10,9	25	30	1	0,44	3,13
4. - 3.	225	1,8	10,9	25	30	1	0,44	4,17
3. - 2.	264	1,8	10,9	25	30	1	0,44	4,89
2. - 1.	293	1,8	9,75	25	30	1	0,39	5,43
1. - 0.	349	1,8	10,7	25	30	1	0,43	6,46
prízemie	349	1,8	2	30	40	1	0,07	4,85
							3,06	9,53

	schodisko A/B							
	E	u	l_u	v_u	K_u	s	l_u/v_u	$E*s/K_u*u$
7. - 6.	48	2	8,7	25	30	1	0,35	0,80
6. - 5.	121	2,5	13,4	25	30	1	0,54	1,61
5. - 4.	222	2,5	13,4	25	30	1	0,54	2,96
4. - 3.	273	2,5	13,4	25	30	1	0,54	3,64
3. - 2.	305	2,5	13,4	25	30	1	0,54	4,07
2. - 1.	340	2,5	13,4	25	30	1	0,54	4,53
1. - 0.	437	2,5	11,4	25	30	1	0,46	5,83
prízemie	437	3,7	18	30	40	1	0,60	2,94
							4,08	9,91

	schodisko B/C							
	E	u	l_u	v_u	K_u	s	l_u/v_u	$E*s/K_u*u$
5. - 4.	59	2,5	14,9	25	30	1	0,60	0,79
4. - 3.	141	2,5	14,9	25	30	1	0,60	1,88
3. - 2.	189	2,5	14,9	25	30	1	0,60	2,52
2. - 1.	243	2,5	14,9	25	30	1	0,60	3,24
1. - 0.	388	2,5	12,9	25	30	1	0,52	5,17
prízemie	388	2,9	35	30	40	1	1,17	3,34
							4,07	9,24

	schodisko C							
č. trasy	E	u	l_u	v_u	K_u	s	l_u/v_u	$E*s/K_u*u$
5. - 4.	30	1,6	10,6	25	30	1	0,42	0,63
4. - 3.	106	1,6	10,6	25	30	1	0,42	2,21
3. - 2.	164	1,6	10,6	25	30	1	0,42	3,42
2. - 1.	218	1,6	10,6	25	30	1	0,42	4,54
1. - 0.	259	1,6	10,5	25	30	1	0,42	5,40
prízemie	259	1,6	2	30	40	1	0,07	4,05
							2,18	7,58

Obr. 1 Vizualizácia výpočtu evakuácie podľa slovenskej legislatívy (Špilák, 2025)
Fig. 1 Defining the volume of the environment (Špilák, 2025)

Výsledný čas evakuácie budovy ako celku je 13,33 min z toho 3,42 min pripadá na evakuáciu jednotlivých poschodí a 9,91 min na evakuáciu ľudí po schodiskách.

Pre overenie analytického výpočtu evakuácie podľa STN 92 0201-3 a získanie informácií o priestorovom a časovom rozložení pohybu osôb bola vykonaná simulácia v softwéri Pathfinder od spoločnosti Thunderhead Engineering.

Pathfinder je agentový (mikroskopický) simulačný nástroj, v ktorom je každá

evakuovaná osoba modelovaná ako samostatný agent s vlastnou geometriou, rýchlosťou pohybu a rozhodovacou logikou. (Thunderhead Engineering, Pathfinder Technical Reference Manual)

Geometria objektu bola vytvorená na základe stavebnej dokumentácie hlavnej budovy TUZVO (výkresová dokumentácia jednotlivých podlaží 1. PP – 8. NP) (Špilák, 2025).

Model zahŕňa všetky tri bloky (A, B, C) v rozsahu od 1. NP po 7. NP (1. poschodie po 7. poschodie), pretože evakuácia z prízemia nie je v zmysle projektu PBS smerodajná. Importované boli pôdorysy jednotlivých podlaží, na ktorých boli definované: miestnosti a chodby ako navigačné plochy (rooms),

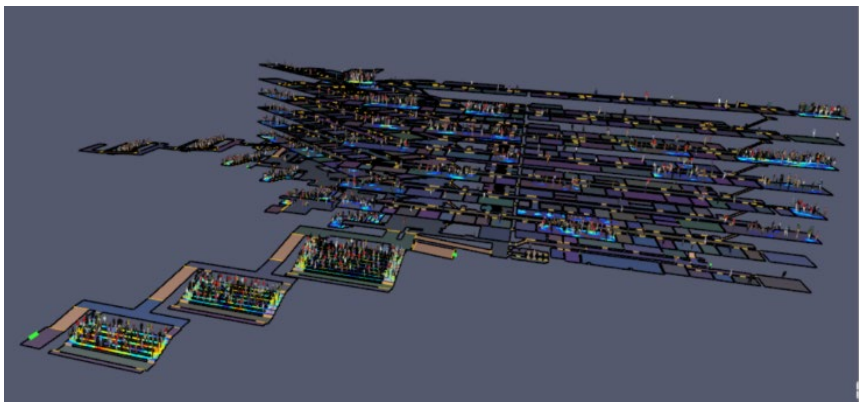
b. dverné otvory a ich priechodné šírky podľa skutkového stavu + obmedzenia na pohyb osôb cez isté priestory, ktoré pre jednoduchosť simulácie boli irelevantné,

c. štyri schodiská (hlavné A/B, hlavné B/C, záložné A, záložné C) so šírkami zodpovedajúcimi projektu PBS (2,5 / 2,0 / 1,8 / 1,6 únikového pruhu),

d. vonkajšie evakuačné východy ako cieľové body (exits).

Simulácia bola vykonaná v steering režime, ktorý je v Pathfinderi predvolený a vychádza z modelu Reynoldsových pravidiel správania (path following, collision avoidance, agent separation). Na rozdiel od alternatívneho režimu SFPE (Society of Fire Protection Engineers), ktorý pracuje s hydraulickou analógiou a homogénnym tokom osôb, steering režim modeluje vzájomné mikroskopické interakcie medzi agentmi a zachytáva tak tvorbu kongescií pri dverách a ústiach schodísk ktorá je najviac smerodajná pre riešenia efektívnej evakuácie osôb zo stavby. (Thunderhead Engineering, Pathfinder Technical Reference Manual)

Počet agentov zodpovedal plnej obsadenosti osôb, pričom ich počiatočné rozmiestnenie bolo definované po jednotlivých miestnostiach v súlade s reálnym využitím učební a kancelárií.



Obr. 2 Obsadenosť osôb v budove TUZVO (Pathfinder) (Zdroj: Vlastné spracovanie 2026)

Fig. 2 Occupancy in the TUZVO building (Pathfinder) (Source: Own elaboration 2026)

Agenti používali predvolenú stratégiu „Go to Any Exits" — výber najbližšieho dostupného východu s dynamickým prepočtom trasy podľa lokálnej hustoty osôb. Toto nastavenie zodpovedá scenáru samostatnej evakuácie bez riadenia prostredníctvom EPS, čo umožňuje porovnanie so súčasným stavom objektu.

Na to aby výstup z evaluácie efektívnosti evakuácie bol čo najpresnejší sme zvolili aj použitie kritického času požiaru τc, ktorý je definovaný ako čas, počas ktorého od vzniku požiaru dosiahnu jeho nebezpečné faktory hraničné hodnoty znesiteľné pre osobu nachádzajúcu sa v priestore. K nebezpečným faktorom požiaru patrí: znížená koncentrácia kyslíka, zvýšená koncentrácia toxických splodín horenia a tepelného rozkladu, optická hustota dymu a zvýšená teplota plynov v ohrozenom priestore. (Hulida etal.,2019)

Pre stanovenie kritického času požiaru bola použitá inžinierska metóda publikovaná autormi (Hulida et al., 2019), ktorá je založená na zjednodušených závislostiach pre jednotlivé nebezpečné faktory. Metóda bola validovaná autormi porovnaním s programom FDS, pričom relatívna odchýlka medzi výsledkami nepresahuje 8 až 12 %.

Pre výpočet bol uvažovaný kruhový rozvoj požiaru (n = 3) s priemernými hodnotami parametrov horľavého zaťaženia: najnižšia výhrevnosť Q_{min} = 14 350·10³ J·kg⁻¹, špecifická hmotnostná rýchlosť odhorievania ψ_s = 0,0245 kg·m⁻²·s⁻¹ a lineárna rýchlosť šírenia požiaru v_l = 0,0125 m·s⁻¹; koeficient prestupu tepla do konštrukcií φ = 0,25 (pre stredný kritický čas τc ≈ 10 min, podľa autorov metódy). (Hulida et al., 2019)



Obr. 3 Vplyv trvania voľného vývoja ohňa na hodnotu koeficientu φ, ktorý zohľadňuje podiel tepelného toku prechádzajúceho do obvodových konštrukcií (Hulida etal.,2019))

Fig. 3 Influence of the duration of free development of fire on the value of coefficient *φ*, which considers the proportion of heat flux passing into the enclosing structures (Hulida etal.,2019)

Výpočtové vzorce pre:

a. určenie kritického času požiaru z dôvodu zníženej koncentrácie kyslíka;

$$\tau_{A\cdot O_2} = \left\{ \frac{3 c_\rho \rho_0 T_0 V}{\pi \eta (1-\varphi) Q_{min} \Psi_s v_l^2} ln \left[\frac{\frac{c_\rho \rho_0 T_0 L_1}{(1-\varphi) Q_{min}} + \rho_{01}}{\frac{c_\rho \rho_0 T_0 L_1}{(1-\varphi) Q_{min}} + \rho_{1c}} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}$$

Kde:

c_p =103 (J·kg⁻¹·K⁻¹) – izobarická tepelná kapacita plynného prostredia v interiéri

$\rho_0 \cdot T_0$ = 3·10² (kg·K·m⁻³) – konštanta (súčin počiatočnej hustoty a teploty)

V – objem priestoru šírenia splodín horenia, (m³)

$\eta = 1$ – koeficient úplnosti horenia

$\varphi = 0{,}25$ – koeficient zohľadňujúci absorpciu tepla konštrukciami miestnosti

$Q_{min} = 14\ 350 \cdot 10^3$ (J.kg^{-1}) – najnižšia výhrevnosť horľavého materiálu

$\psi_s = 0{,}0245$ (kg·m^{-2}·s^{-1}) – merná rýchlosť vyhorenia

$v_l = 0{,}0125$(m.s^{-1}) – lineárna rýchlosť rozvoja požiaru

$L_1 = -1{,}437$ (kg.kg^{-1}) – stechiometrický koeficient vyjadrujúci množstvo kyslíka v kg potrebného na spálenie 1 kg horľavého materiálu

$\rho_{o1} = 0{,}27$ (kg·m^{-3}) – počiatočná hustota kyslíka v budove

$\rho_{1c} = 0{,}2052$ (kg·m^{-3}) – kritická hustota kyslíka

n = 3 pre kruhový rozvoj požiaru; n = 2 pre lineárny rozvoj požiaru

b. určenie kritického času požiaru z dôvodu zvýšenia koncentrácie toxických produktov horenia a tepelného rozkladu;

$$\tau_{c \cdot t \cdot p} = \left\{ \frac{3 c_\rho \rho_0 T_0 V}{\pi \eta (1-\varphi) Q_{min} \Psi_s v_l^2} ln \left[\frac{1}{1 - \frac{(1-\varphi) Q_{min}}{c_\rho \rho_0 T_0 L_2} + \rho_{2c}} \right] \right\}^{\frac{1}{n}}$$

Kde:

$c_p = 103$ (J·kg^{-1}·K^{-1}) – izobarická tepelná kapacita plynného prostredia v interiéri

$\rho_o \cdot T_o = 3 \cdot 10^2$ (kg·K·m^{-3}) – konštanta (súčin počiatočnej hustoty a teploty)

V – objem priestoru šírenia splodín horenia, (m³)

$\eta = 1$ – koeficient úplnosti horenia

$\varphi = 0{,}25$ – koeficient zohľadňujúci absorpciu tepla konštrukciami miestnosti

$Q_{min} = 14\ 350 \cdot 10^3$ (J·kg^{-1}) – najnižšia výhrevnosť horľavého materiálu

$\psi_s = 0{,}0245$ (kg·m^{-2}·s^{-1}) – merná rýchlosť vyhorenia

$v_l = 0{,}0125$(m·s^{-1}) – lineárna rýchlosť rozvoja požiaru

L_2 – stechiometrický koeficient vyjadrujúci množstvo toxických produktov uvoľnených v kg na 1 kg horľavého materiálu

ρ_{2c} –kritická hustota príslušného toxického produktu (kg/m³)

n = 3 pre kruhový rozvoj požiaru; n = 2 pre lineárny rozvoj požiaru

d. určenie zvýšenej teploty v objeme budovy v rámci prípustnej hodnoty s prihliadnutím na kritický čas požiaru na základe údajov získaných riešením prvých troch úloh.

$$t = [345 \cdot \lg(8\tau_c + 1)]k + t_0$$

Kde:
τ_c – doba trvania požiaru v kritickom čase, (min)

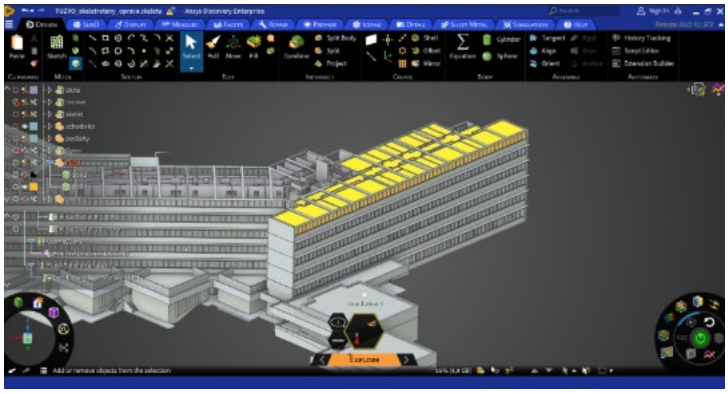
$t_0 = 20$ °C – teplota v budove pred požiarom (°C)

k = 0,07 – koeficient zohľadňujúci distribúciu tepla z centra požiaru v počiatočnom štádiu po budove do výšky 2 m od podlahy (hodnota získaná experimentálne)

t – teplota na únikových cestách (°C)

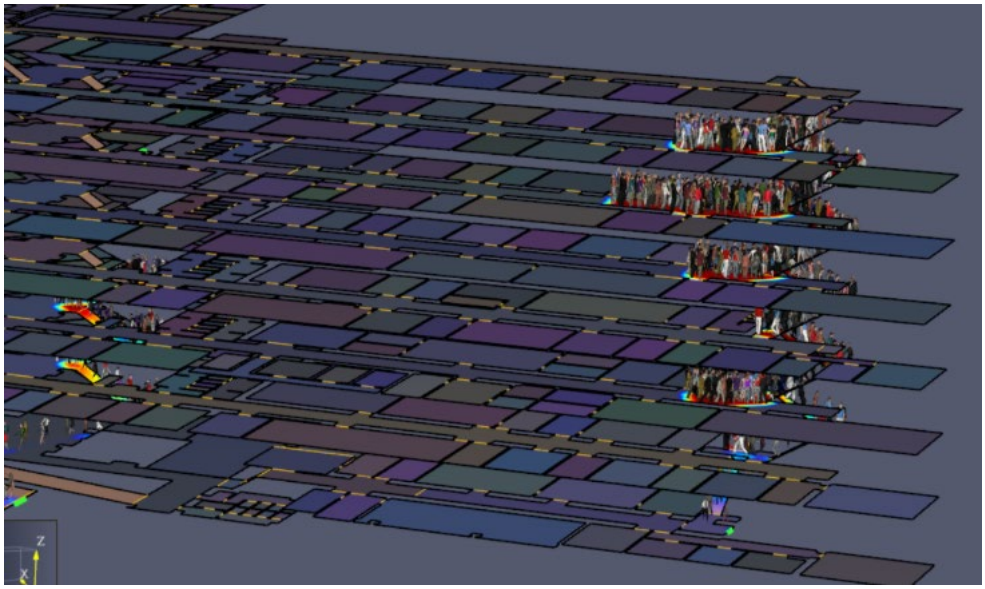
(Hulida et al., 2019)

Pre definíciu objemu prostredia v ktorom sa počíta kritický čas požiaru bolo zvolené prostredie 6. NP bloku A. Tento priestor predstavuje najnepriaznivejší scenár, patrí k najvyšším podlažiam s len dvoma nechránenými únikovými cestami, je obsluhovaný schodiskami A a A/B, cez ktoré evakuácia trvá najdlhšie. Pre výpočet objemu sa použil program Ansys Discovery Enterprise.



Obr. 4 Referenčný priestor pre výpočet kritického času požiaru
(Zdroj: Vlastné spracovanie, 2026)
Fig. 4 Reference space for calculating the critical time of fire
(Source: Own elaboration, 2026)

Analytický výpočet podľa STN 92 0201-3 priniesol pre navrhovaný stav s vytvorenými chránenými únikovými cestami čas evakuácie 13,33 min, z čoho 3,42 min pripadá na evakuáciu jednotlivých poschodí a 9,91 min na pohyb osôb po schodiskách. Simulácia v softvéri Pathfinder priniesla porovnateľný, no vecne hodnotnejší výsledok, pretože okrem celkového času poskytuje aj priestorové rozloženie hustoty osôb v čase. Výsledný čas simulácie je 640 sekúnd (10,66 min). Z hustotnej mapy a záznamov využitia jednotlivých dverí a schodísk je zrejmé, že najvýraznejšie kongescie sa tvoria na schodisku A (modrá trasa), ktoré obsluhuje najvyššie podlažia bloku A vrátane 6. a 7. NP a zároveň má užší rozmer (1,8 únikového pruhu) v porovnaní s hlavným schodiskom A/B (Obr.1). Práve toto miesto predstavuje rozhodujúci faktor predlženia času evakuácie osôb z najvyšších podlaží.



Obr. 5 Ukážka kongescie agentov na schodisku A počas evakuácie (Zdroj: Vlastné spracovanie, 2026)

Fig. 5 A demonstration of the congestion of agents on staircase A during an evacuation (Source: Own elaboration, 2026)

Aplikáciou inžinierskej metódy podľa Hulidu et al. (2019) na referenčný priestor 6. NP bloku A boli získané čiastkové kritické časy zodpovedajúce jednotlivým nebezpečným faktorom požiaru. Najmenšiu hodnotu predstavuje kritérium zníženej koncentrácie kyslíka, ktoré dosiahne hraničnú hodnotu $\rho_{1c} = 0{,}2052$ kg·m^{-3} už v čase 257 s (4,28 min) od vzniku požiaru. Kritická koncentrácia toxických produktov horenia (CO, CO_2) sa dosiahne v čase 364 s (6,06 min), optická hustota dymu v rovnakom čase dosahuje hodnotu $\mu = 4{,}0$ Np·m^{-1} a teplota plynov v úrovni 2 m nad podlahou narastá na 100 °C. V tomto okamihu sa viditeľnosť v priestore prakticky stráca a osoby v priestore sú ohrozené účinkami požiaru a zároveň strácajú orientačnú schopnosť potrebnú na samostatnú evakuáciu.

Pre vyhodnotenie bezpečnosti evakuácie je rozhodujúci najmenší zo získaných časov, teda

$$\tau_{A \cdot O_2} = 257 \text{ s } (4{,}28 \text{ min}).$$

Analýza získaných hodnôt poskytuje jednoznačný výsledok. Pre túto danú situáciu si vieme hodnotu $\tau_{A \cdot O_2} = 257$ s (4,28 min) uviesť ako referečný čas ASET (Available Safe Egress Time) čiže dostupný bezpečný čas na evakuáciu pre 6. NP bloku A. Je to čas od vzniku požiaru po okamih, keď sa podmienky v priestore stanú pre osoby nebezpečné alebo neudržateľné, napríklad pre dym, vysokú teplotu, nízky obsah kyslíka alebo toxické plyny.

Zatiaľ čo z výsledkov simulácie v softvéri Pathfinder vyplýva, že v čase 257 s (4,28 min) sa v ohrozenom priestore 6. NP a v nadväzujúcich úsekoch evakuačnej cesty (chodba 6. NP, vstup do schodiska A) stále nachádzajú osoby v procese evakuácie až do času 530 s (8,83 min). To znamená, že časť osôb je v okamihu straty znesiteľných podmienok stále v priestoroch zasiahnutých nebezpečnými faktormi požiaru. Pre uvažovaný scenár teda musíme zobrať aj do

úvahy hodnotu RSET (Required Safe Egress Time), ktorý pre túto modelovú situáciu sa bude výnimočne skladať iba z času ktorý osoby potrebujú na bezpečné opustenie daného prostredia (chodby a schodiska na 6. NP). A týmto časom je podľa simulácie v Pathfinderi 530 s (8,83 min).

Tab. 1 Súhrn výsledkov analýzy evakuácie
Tab. 1 Summary of evacuation analysis results

Parameter	Značka	Hodnota	Jednotka
Kritický čas, koncentrácia kyslíka	$\tau c,O_2$	257	s
Kritický čas, koncentrácia toxických plynov	$\tau c,CO,CO_2$	364	s
Optická hustota dymu	μ	4,0	$Np \cdot m^{-1}$
Teplota plynov vo výške 2 m	t	100	°C
Dostupný čas evakuácie	ASET	257	s
Čas evakuácie podľa STN 92 0201-3	tu,(STN)	800	s
Čas evakuácie zo simulácie Pathfinder	tu,(PF)	640	s
Potrebný čas evakuácie	RSET	530	s

Základným princípom výkonovo orientovaného požiarneho inžinierstva je porovnanie dostupného bezpečného času evakuácie ASET a potrebného bezpečného času evakuácie RSET. Tento vzťah sa vyjadruje podmienkou:

ASET > RSET

To znamená, že čas, ktorý majú osoby k dispozícii na bezpečné opustenie ohrozeného priestoru, musí byť väčší ako čas, ktorý osoby na evakuáciu skutočne potrebujú. Inými slovami, nebezpečné podmienky v priestore nesmú nastať skôr, ako osoby ukončia evakuáciu alebo sa dostanú do bezpečného priestoru.

(ISO/TR 16738, 2009) uvádza, že základným princípom výkonovo orientovaného návrhu požiarnej bezpečnosti je, aby available safe-escape time bol väčší ako required safe-escape time s primeranou bezpečnostnou rezervou.

V prípade tohto experimentálneho modelu je to presne naopak.

ASET < RSET

Takýto výsledok je o to závažnejší, že kongescie na schodisku A pôsobia presne na trase, po ktorej sa evakuujú osoby z 6. a 7. NP — teda z podlaží, ktoré sú v scenári požiaru priamo ohrozené. Pasívne riešenie evakuácie, pri ktorom si každá osoba volí najbližší dostupný východ (ako je modelované v simulácii nastavením „Go to Any Exits"), preto v tomto objekte nezaručuje bezpečnosť osôb.

Z uvedených zistení vyplýva, že na zaistenie bezpečnej evakuácie objektu TUZVO nestačí ďalej skracovať priemerný čas pohybu osôb — kapacita schodísk je daná konštrukčne a kongescie na schodisku A sú dôsledkom súbehu osôb z viacerých podlaží na jednu trasu. Riešením preto nie skrátenie RSET, ale jeho redistribúcia v priestore tak, aby sa osoby z priamo ohrozeného podlažia (6. NP, prípadne 7. NP) nestretali na jedinej trase s osobami z nižších podlaží.

Na tento účel sa navrhuje doplniť systém elektrickej požiarnej signalizácie (EPS) o optickú signalizáciu únikových trás na každom schodisku, ktorá v reálnom čase informuje evakuované osoby o

tom, či je daná evakuačná trasa použiteľná, alebo naopak. Optická signalizácia bude pri každom vstupe do schodiska zobrazovať jeden z dvoch stavov:

a. zelený symbol (šípka ukazujúca v smere schodiska) —voľná evakuačná trasa



Obr. 6 Vizualizácia možného znázornenia evakuačnej trasy
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou nástroja ChatGPT, 2026)
Fig. 6 Visualization of a possible evacuation route
(Source: Own elaboration using ChatGPT, 2026)

b. červený symbol (X, sprevádzujúci zeleným symbolom šípky ukazujúcou na najbližšiu použitelnú uníkovú trasu) — použite inú trasu evakuácie



Obr. 7 Vizualizácia možného znázornenia evakuačnej trasy
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou nástroja ChatGPT, 2026)
Fig. 7 Visualization of a possible evacuation route
(Source: Own elaboration using ChatGPT, 2026)

Vyhodnocovacia logika EPS bude vychádzať z dvoch vstupov: z údajov adresovateľných hlásičov požiaru (informácia o mieste vzniku a šírení požiaru) a z modelovaného obsadenia jednotlivých únikových trás v reálnom čase (na základe poznatkov získaných simuláciou v softvéri Pathfinder). Pri detekcii požiaru na 6. NP bloku A systém automaticky preferuje pre osoby zo 6. a 7. NP schodisko A (záložné, obsluhujúce výlučne blok

A) a pre osoby z nižších podlaží schodisko A/B a schodisko B/C, čím sa eliminuje súbeh tokov a tvorba kongescií na úzkom mieste schodiska A.

Tento prístup zodpovedá princípu fázovanej evakuácie, pri ktorom sa najprv evakuujú osoby z priamo ohrozeného podlažia po prioritne určenej trase, a až následne sa pripoja osoby z menej ohrozených podlaží. Predpokladaný efekt navrhovaného riešenia je dvojaký: po prvé, redukcia efektívneho RSET pre osoby zo 6. NP o čas, ktorý by inak strávili čakaním v kongescii pred vstupom na schodisko A, a po druhé, predĺženie reálne dostupnej hodnoty ASET tým, že systém EPS redistribuuje osoby na iné evakuačné trasy.

Záver

Predložený príspevok analyzoval kritické parametre evakuácie hlavnej budovy Technickej univerzity vo Zvolene s využitím troch nezávislých výpočtových prístupov, ktorých vzájomným porovnaním bolo možné objektívne posúdiť bezpečnosť evakuácie v podmienkach reálneho objektu s vysokou koncentráciou osôb.

Analytický výpočet podľa STN 92 0201-3 stanovil pre navrhovaný stav s vytvorenými chránenými únikovými cestami čas evakuácie 13,33 min, simulácia v programe Pathfinder priniesla čas 640 s. Inžinierska metóda podľa Hulidu et al. (2019) určila pre referenčný priestor na 6. NP bloku A hodnotu ASET = 257 s (4,28 min), pričom rozhodujúcim nebezpečným faktorom je znížená koncentrácia kyslíka. V čase 364 s (6,06 min) sú v posudzovanom priestore prekročené aj kritériá koncentrácie toxických produktov horenia, optická hustota dymu dosahuje $\mu = 4{,}0\ \mathrm{Np \cdot m^{-1}}$ a teplota plynov vo výške 2 m nad podlahou narastá na 100 °C.

Konfrontácia získaných hodnôt poskytuje jednoznačný výsledok: v okamihu straty znesiteľných podmienok v priestore 6. NP (257 s (4,28 min) od vzniku požiaru) sa v ohrozenej zóne a na nadväzujúcich úsekoch evakuačnej cesty stále nachádzajú osoby v procese evakuácie. Hustotná mapa zo simulácie identifikovala ako rozhodujúce úzke miesto schodisko A, na ktorom sa pri súbehu osôb z viacerých podlaží tvoria výrazné kongescie. Pre uvažovaný scenár teda platí ASET < RSET, čím nie je splnené základné kritérium výkonnostne orientovaného požiarneho návrhu — pasívna evakuácia bez riadenia v tomto objekte nezaručuje bezpečnosť osôb na priamo ohrozenom podlaží.

Na základe tohto zistenia príspevok navrhuje doplniť systém elektrickej požiarnej signalizácie (EPS) o dynamickú optickú signalizáciu únikových trás umiestnenú pri každom schodisku, ktorá v reálnom čase informuje evakuované osoby o použiteľnosti danej trasy. Vyhodnocovacia logika EPS pri detekcii požiaru priorizuje pre osoby z priamo ohrozených podlaží schodisko A a presmerováva osoby z nižších podlaží na schodiská A/B a B/C, čím sa eliminuje súbeh tokov a tvorba kongescií na úzkom mieste. Princíp fázovanej evakuácie redukuje efektívne RSET pre osoby z najohrozenejšieho podlažia a prerozdeľuje záťaž na únikové cesty objektu, čím sa vytvára priestor na splnenie podmienky ASET > RSET.

Predložená analýza má zároveň niekoľko obmedzení, ktoré definujú smerovanie ďalšieho výskumu. Použitá inžinierska metóda výpočtu kritického času požiaru má v porovnaní s programom FDS odchýlku 8 až 12 %; presnejšiu predstavu o priestorovom rozložení teploty a koncentrácie splodín by poskytla simulácia metódou výpočtovej dynamiky tekutín. Posúdený bol jeden referenčný požiarny scenár (vznik požiaru na 6. NP bloku A); pre validáciu navrhovaného riešenia EPS by bolo vhodné overiť aj scenáre s vznikom požiaru na iných

podlažiach a v iných blokoch. Ďalšia problematika ktorej by sa mala venovať pozornosť je či by opticko-vizuálnu signalizáciu mala sprevádzať aj zvuková stopa oznamujúca použitie inej evakučnej trasy v prípade potreby. Na základe náročnosti akustiky v budove TUZVO je toto téma pre ďaľšiu prácu. Tieto smery predstavujú priamu kontinuitu predloženej práce a poskytujú priestor pre jej rozšírenie do podoby komplexného návrhu riadenej evakuácie hlavnej budovy TUZVO.

Literatúra

Filippidis, L. 2018. The evacuation process – from incident start to location of safety [online]. [cit. 2026-05-01]. Dostupné na internete: https://www.in-prep.eu/2018/11/12/the-evacuation-process-from-incident-start-to-location-of-safety/.

ŠPILÁK, D., 2025. *Projekt požiarnej bezpečnosti stavby: Technická univerzita vo Zvolene — navrhovaný stav* [projektová dokumentácia]. Zvolen: [vlastným nákladom / objednávateľ TUZVO], 28. 10. 2025.

CONFEDERATION OF FIRE PROTECTION ASSOCIATIONS EUROPE. *Fire safety engineering concerning evacuation from buildings: Guideline No. 19:2023 F* [online]. Copenhagen: CFPA-E, 2023 [cit. 2026-05-01]. Dostupné na: https://cfpa-e.eu/app/uploads/2022/05/CFPA_E_Guideline_No_19_2023-F.pdf

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/TR 16738:2009: Fire-safety engineering — Technical information on methods for evaluating behaviour and movem ent of people* [online]. Geneva: ISO, 2009 [cit. 2026-05-01]. Dostupné z: https://www.iso.org/obp/ui/

HULIDA, Eduard, Ivan PASNAK, Oleksandr KOVAL a Anatolii TRYHUBA, 2019. Determination of the Critical Time of Fire in the Building and Ensure Successful Evacu ation of People. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* [online]. 2019, zv. 63, č. 1, s. 308–316 [cit. 28.4.2026]. ISSN 1587-3773. Dostupné na: doi:10.3311/PPci.12760

THUNDERHEAD ENGINEERING. *Pathfinder Technical Reference Manual* [online]. Manhattan: Thunderhead Engineering Consultants, [cit. 2026-05-01]. Dostupné na: https://support.thunderheadeng.com/docs/pathfinder/

THUNDERHEAD ENGINEERING. *Pathfinder User Manual* [online]. Manhattan: Thunderhead Engineering Co nsultants, [cit. 2026-05-01]. Dostupné na: https://support.thunderheadeng.com/docs/pathfinder/

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *PD 7974-6:2019: Application of fire safety engineering principles to the design of buildings — Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and co ndition (Sub-system 6)* [online]. London: British Standards Institution, 2019 [cit. 2026-05-01]. Dostupné z: https://knowledge.bsigroup.com/products/application-of-fire-safety-engineering-principles-to-the-design-of-buildings-human-factors-life-safety-strategies-occupant-evacuation-behaviour-and-condition-sub-system-6

MOŽNOSTI ANALÝZY POŽIARU V HISTORICKOM CENTRE BANSKEJ ŠTIAVNICE POMOCOU POČÍTAČOVÉHO MODELOVANIA

POSSIBILITIES OF FIRE ANALYSIS IN THE HISTORIC CENTER OF BANSKÁ ŠTIAVNICE USING COMPUTER MODELING

Viktória Štrbová[1]
Dominik Špilák[2]

[1,2]*Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska Fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, 960 01 Zvolen, Slovakia.*

[1]*xstrbovav@is.tuzvo.sk*

[2]*xspilakd@is.tuzvo.sk*

Abstract

Although the probability of events such as the fire in the historical center of Banska Stiavnica is low, each incident requires thorough analysis and the application of lessons learned to future cases. Computer modelling is a valuable tool in this process, as it not only predicts fire behaviour but also helps explain why certain phenomena occur. The aim of this paper is to create a model of the Banska Stiavnica fire and demonstrate the potential of numerical simulations in evaluating emergency events related to fires. The physical models used in the simulation were LES, DO, and ST, with wind speed set to 5 m/s and the PISO algorithm applied as the solution method. The results confirm the benefits of computer modelling, particularly in visualizing smoke spread through contours and pathlines. These outputs make it possible to predict smoke movement, identify areas at risk of secondary fires, determine toxic zones, and assess the likelihood of fire spreading to adjacent buildings.

Key words: fire models, Ansys Fluent, finite element mesh, fire of cultural heritage buildings.

Úvod

Požiar, ktorý vypukol 18. marca 2023 v dopoludňajších hodinách na Radničnom námestí v Banskej Štiavnici, predstavuje jednu z najzávažnejších udalostí zasahujúcich do ochrany kultúrneho dedičstva na Slovensku v posledných desaťročiach. Ohnisko požiaru sa nachádzalo v objekte pôvodne meštianskeho domu známeho ako Pischlovský dom, v ktorom bola v čase vzniku udalosti prevádzkovaná expozícia známa ako Banka lásky. V dôsledku nepriaznivých poveternostných podmienok, najmä silného vetra, došlo k rýchlemu rozšíreniu požiaru smerom na juhovýchod, pričom v prvej fáze zasiahol aj časť susediaceho Fritzovho domu. (PÚ SR,

2023, Zigová, 2023)

Uvedený objekt, ktorý v minulosti slúžil potrebám Banskej a lesníckej akadémii a v súčasnosti v ňom sídli Slovenský banský archív, utrpel poškodenie najmä v oblasti strešnej konštrukcie. Hoci sa požiar v tejto časti podarilo pomerne rýchlo lokalizovať a uhasiť, sekundárne škody spôsobené hasením vodou mali výrazný dopad na stavebno-technický stav objektu. Došlo k narušeniu stropných konštrukcií a k degradácii obvodového muriva, čo si vyžiadalo následné stabilizačné zásahy. (PÚ SR, 2023)



Obr. 1 Požiar v meste Banská Štiavnica (www.bystricak.sk)
Fig. 1 Fire in Banská Štiavnica

V ďalšej etape sa požiar šíril severným smerom na Námestie svätej Trojice, kde zasiahol viacero historicky a kultúrne významných meštianskych domov. Medzi najviac poškodené objekty patril tzv. Szitnayovský dom, ktorého priestory využívala základná umelecká škola, ako aj Berggericht, v ktorom sa nachádzala mineralogická expozícia Slovenského banského múzea. V dôsledku intenzívneho požiaru a následného hasenia boli v týchto objektoch úplne zničené krovy a výrazne narušená ich statika. (PÚ SR, 2023)

Poškodenie neobišlo ani ďalší významný objekt na námestí, a to meštiansky dom známy ako Galéria Jozefa Kollára (tzv. Hotel k Jeleňu). V tomto prípade síce nedošlo k priamemu zásahu ohňom v takom rozsahu ako pri predchádzajúcich objektoch, avšak intenzívne ochladzovanie strešnej konštrukcie vodou s cieľom zabrániť šíreniu požiaru spôsobilo značné poškodenie interiérových konštrukcií a historických prvkov. (PÚ SR, 2023)

Z oblasti Námestia svätej Trojice sa požiar ďalej rozšíril na Dolnú ružovú ulicu, kde zasiahol Korenekovský dom, a následne aj na Hornú ružovú ulicu, kde poškodil objekt slúžiaci ako sídlo Kultúrne centrum Eleuzína. V oboch prípadoch išlo o vážne poškodenie stavebných konštrukcií kombinovaným účinkom vysokých teplôt a vody použitej pri hasení, pričom došlo k deštrukcii strešných konštrukcií a narušeniu statickej stability objektov. (PÚ SR, 2023)

Z hľadiska ochrany kultúrneho dedičstva možno za mimoriadne priaznivú okolnosť považovať skutočnosť, že vietor počas zásahu nezmenil smer a požiar sa nerozšíril na Kostol svätej Kataríny, ktorý predstavuje významnú neskorogotickú sakrálnu pamiatku. Požiar sa

podarilo stabilizovať v popoludňajších hodinách a definitívne uhasiť až v neskorých nočných hodinách. Napriek tomu sa správa o tejto udalosti rýchlo rozšírila nielen v rámci Slovenska, ale aj v zahraničí, a to najmä vzhľadom na skutočnosť, že Banská Štiavnica je zapísaná v Zozname svetového kultúrneho dedičstva UNESCO. (Voleková, 2025)

Obnova takto rozsiahlo poškodených historických objektov predstavuje v praxi pamiatkovej ochrany pomerne zriedkavý a mimoriadne náročný proces. Predmetný požiar zároveň otvoril intenzívnu odbornú aj spoločenskú diskusiu o úrovni protipožiarneho zabezpečenia pamiatkovo chránených objektov a historických urbanistických celkov. Výsledkom tejto diskusie bolo prijatie viacerých preventívnych opatrení, vrátane systematických kontrol zo strany Hasičského a záchranného zboru, krajských pamiatkových úradov a stavebných orgánov, ako aj dôslednejšieho zohľadňovania protipožiarnych opatrení v projektovej príprave obnovy poškodených objektov. (PÚ SR, 2023)

Na zabezpečenie obnovy boli vyčlenené finančné prostriedky z Ministerstvo kultúry Slovenskej republiky, pričom významnú úlohu zohrali aj verejné zbierky organizované prostredníctvom platformy Donio a iniciatívy miestnej samosprávy. Bezprostredne po požiari sa pamiatková obnova zamerala predovšetkým na odstránenie zničených častí konštrukcií, stabilizáciu narušených prvkov a záchranu zachovaných historických a architektonických hodnôt. (PÚ SR, 2023)

V priebehu nasledujúcich dvoch rokov sa podarilo úspešne realizovať čiastočnú obnovu objektu Slovenského banského archívu, ktorá zahŕňala rekonštrukciu poškodených častí krovu, obnovu protipožiarneho múru a sanáciu vodou narušeného muriva. Tieto zásahy predstavujú významný krok smerom k celkovej revitalizácii postihnutého územia. (PÚ SR, 2023)

Vyšetrovanie príčin požiaru, realizované príslušnými orgánmi vrátane Polície Slovenskej republiky a Hasičského a záchranného zboru, dospelo k záveru, že pravdepodobnou príčinou vzniku bola bližšie nešpecifikovaná technická porucha na elektroinštalácii. Samotný zásah si vyžiadal nasadenie viac ako stovky profesionálnych a dobrovoľných hasičov, ktorým asistovalo približne 80 príslušníkov ozbrojených síl. Tí sa podieľali najmä na evakuácii archívnych dokumentov zo Slovenského banského archívu a na záchrane zbierkových predmetov zo Slovenského banského múzea, ktoré boli potenciálne ohrozené ďalším šírením požiaru. (Zigová, 2023).

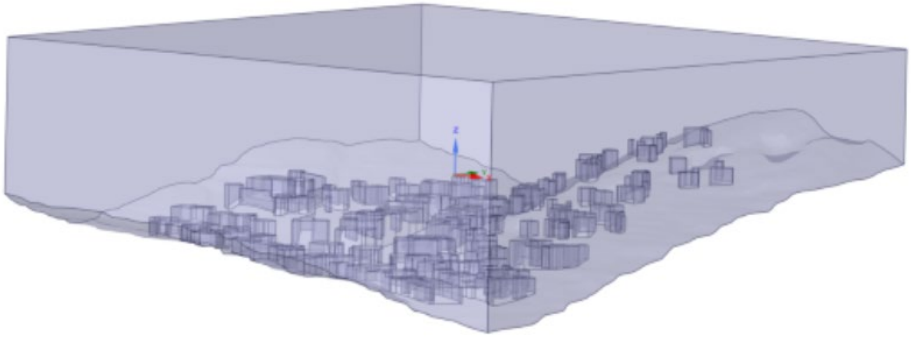
Uvedená udalosť tak poukázala nielen na zraniteľnosť historických štruktúr voči mimoriadnym udalostiam, ale aj na význam koordinovanej spolupráce medzi zložkami integrovaného záchranného systému, odbornou verejnosťou a štátnou správou pri ochrane a obnove kultúrneho dedičstva.

Hoci je pravdepodobnosť vzniku udalostí, akou bol požiar v historickom centre Banskej Štiavnice, nízka, každá takáto situácia si vyžaduje analýzu a využitie získaných poznatkov pri riešení podobných prípadov. Počítačové modelovanie je v tomto smere cenným nástrojom, pretože okrem predikcie priebehu požiaru umožňuje lepšie pochopiť príčiny jeho správania. Cieľom práce bolo vytvoriť model požiaru v Banskej Štiavnici a ukázať možnosti využitia numerických simulácií pri hodnotení mimoriadnych udalostí súvisiacich s požiarmi.

Experimentálna časť

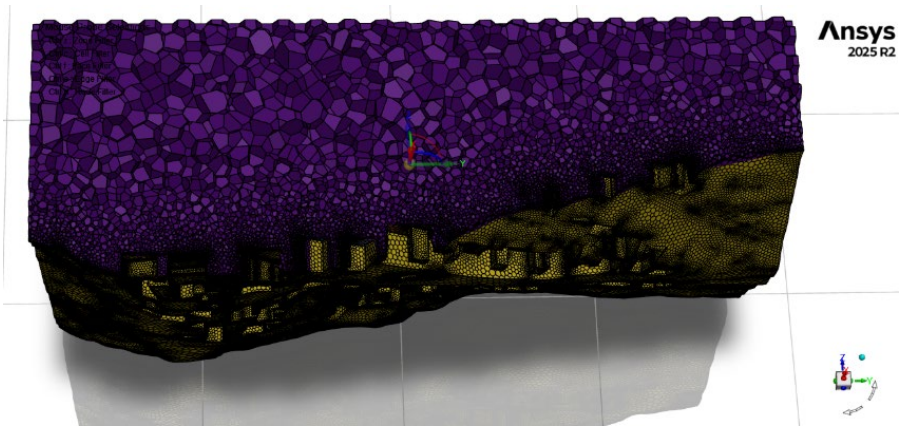
Požiarny model pre ukážku možností využitia simulácií v hasičskej praxi bol vytvorený pomocou balíka softvérov Ansys 2025 R2. Softvérový balík Ansys sa považuje za jeden

z najrobustnejších softvérových balíkov umožňujúcich vykonať počítačové simulácie vo všetkých možných oblastiach a vzájomne ich prepojiť (Ansys a), Ansys b), 2025). Ako ideálny požiarny scenár pre modelovanie bol vybratý práve požiar historického centra mesta Banská Štiavnica. Príprava modelu začala v softvéry Ansys SpaceClaim, kde bol upravený model terénu získaný pomocou aplikácie map2model, umožňujúcej vytvorenie terénu aj s budovami a ulicami. Budovy boli zjednodušené na prosté kvádre so zachovaním pôdorysných rozmerov. Terén na ktorom bude prebiehať simulácia mal tvar štvorca s veľkosťou hrany 350 m. Po obvode bol vytvorený terén o šírke 50 m z ktorého boli úmyselne odstránené budovy, aby sa predišlo problémom so sieťovaním a okrajovými podmienkami (Ansys c), Ansys d), 2025). Následne sa pomocou funkcie „plášť“ v Ansys SpaceClaim vytvorila doména predstavujúca prostredie v ktorom bude prebiehať simulácia (obr. 1).



Obr. 1 Banská Štiavnica – terén s budovami
Fig. 1 Banska Stiavnica – Terrain with Buildings

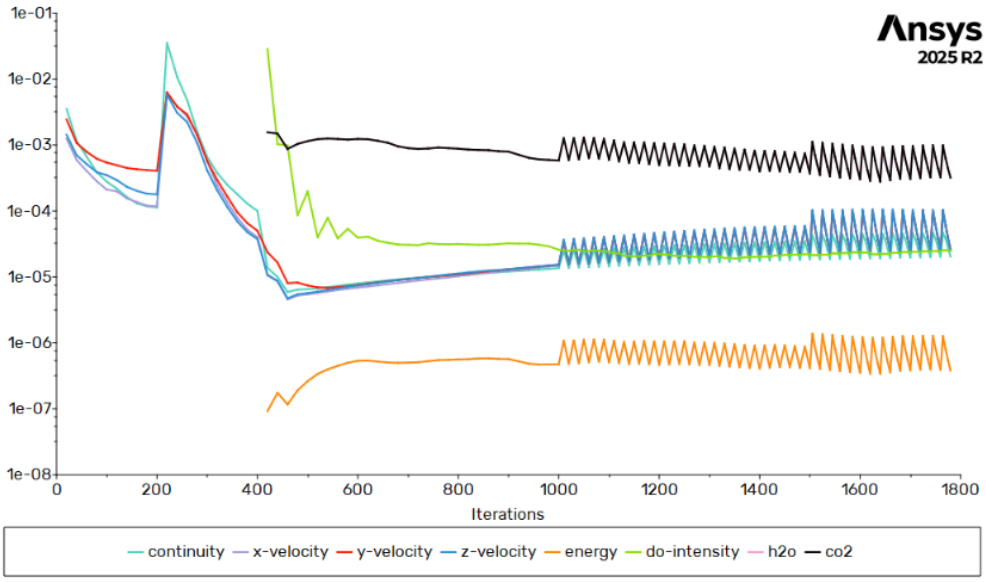
Model bol následne exportovaný do softvéru Ansys Fluent Meshing, kde bola vytvorená sieť konečných prvkov. Sieťovanie prebiehalo pomocou automaticky prednastavených parametrov, zmenená bola len hodnota definujúca minimálny počet buniek, ktoré sa majú nachádzať medzi dvoma objektmi z čísla 1 na 3, čo zabezpečí vyššiu stabilitu simulácie (Ansys c), Ansys d), 2025). Výsledná vygenerovaná sieť (obr. 2) mala 1 508 084 buniek s minimálnou ortogonálnou kvalitou 0,15, čo bolo dostatočné.



Obr. 2 Sieť konečných prvkov

Fig. 2 Finite Element Mesh

Model konečných prvkov bol následne exportovaný do tretieho softvéru z balíka Ansys a to Ansys Fluent, kde bola vykonaná simulácia požiaru. Príprava začala nastavením fyzikálnych modelov, kde boli vybraté modely pre prúdenie – Large Eddy Simulation (LES), pre radiáciu Discrete Ordinates (DO) a pre zmiešavanie rôznych plynov Species Transport. Boli definované materiály pomocou knižnice Ansys Granta ako vzduch, CO_2 a H_2O ako dominantné produkty požiaru. Boli natavené okrajové podmienky pre rýchlosť vzduchu reprezentujúceho vietor 5 $m \cdot s^{-1}$. Princíp napodobnenia požiaru bol zjednodušený na systém vstupu splodín horenia z budov, ktoré počas reálneho požiaru horeli s priradenou teplotou 1000°C. Mechanizmus výpočtu bol nastavený na systém PISO pre transientnú analýzu. Výpočet bol vykonaný najprv bez simulovaného požiaru pre rozhýbanie vzduchu a potom následne so simulovaným požiarom o dĺžke 2 min po dobu plne rozvinutého požiaru. Počet krokov bol nastavený na 120 o veľkosti 1 s a počtu 20 iterácií na 1 krok. Výpočet prebiehal stabilne bez problémov s konvergenciou (obr. 3). (Ansys c), Ansys d), 2025)



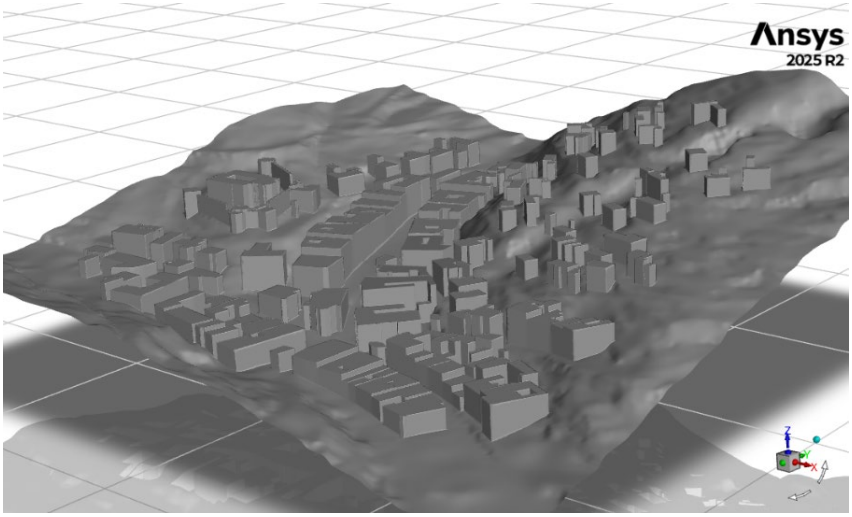
Obr. 3 Graf reziduí
Fig. 3 Residual Plot

Výsledky simulácie boli spracované priamo vo Fluent s možnosťou ďalšieho exportu do externých softvérov.

Vyhodnotenie a diskusia

Spracovanie výsledkov prebiehalo v niekoľkých fázach. Najprv bol vytvorený samostatný reliéf terénu (obr. 4). Následne sa vytvorili izoplochy popisujúce šírenie splodín

horenia. Nasledovala tvorba tzv. „pathlines“ reprezentujúcich tvorbu výrov v ovzduší a smer šírenia splodín horenia.

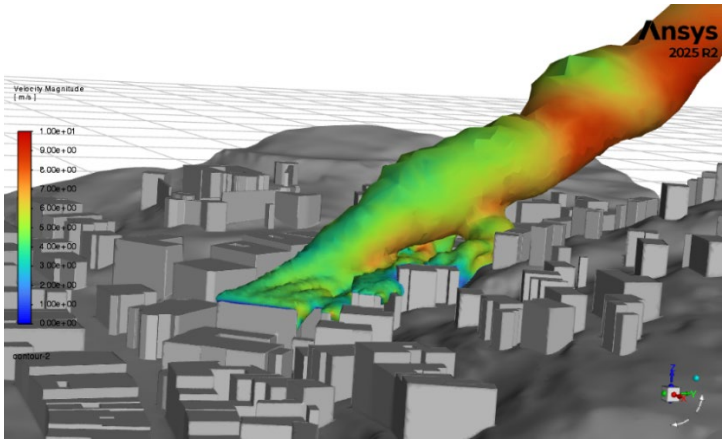


Obr. 4 Vygenerovaný terén v Ansys Fluente
Fig. 4 Generated Terrain in Ansys Fluent

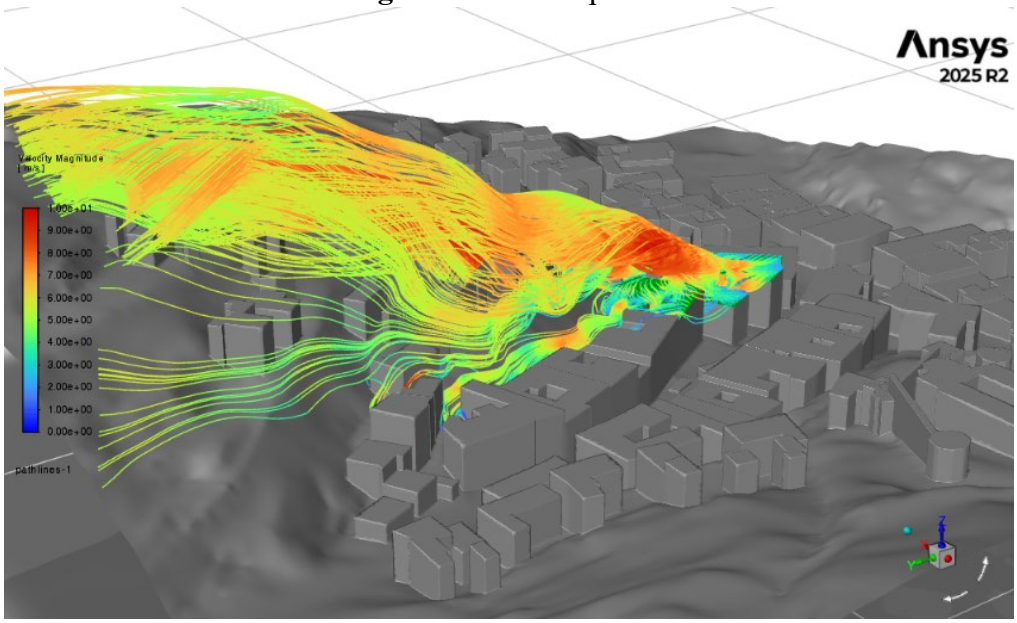
Terén v kombinácii s isoplochou reprezentujúcou hranicu splodín horenia zafarbenou napríklad rýchlosťou vetra nám vie poskytnúť užitočný obraz o smere a rýchlosti pohybu splodín horenia (obr. 5). V prípade zapojenia Discrete Phase analýzy, nám simulácia umožní predpovedať oblasť, kde môžu dopadať lietajúce častice z požiariska, ktoré môžu zapáliť sekundárne požiare.

Zobrazenie výrov vznikajúcich pri požiari nad miestom požiaru je možné pomocou Pathlines (obr. 6). Umožňuje nám to sledovať výskyt vírivých prúdov, ktoré môžu byť strhávané v dôsledku prúdenia okolo iných budov alebo okolo terénu bližšie k zemi a ohrozovať tak obyvateľov tvorbou toxických hot-spot zón.

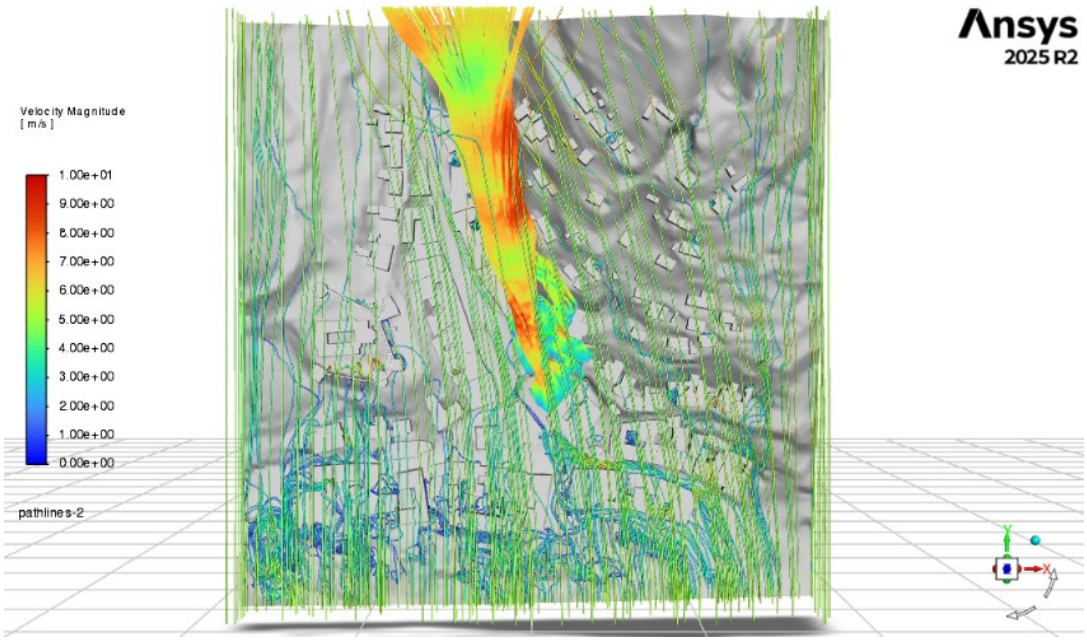
Celkové zobrazenie smeru pohybu vetra v rámci celej domény pomocou Pathlines ďalej umožňuje zistiť, aký vplyv má terén na finálny smer vetra (obr. 7). Aj keď bol namodelovaný v simulácii južný vietor, tak v dôsledku terénu dochádza k jeho odklonu smerom na západ do údolia, čo môže spresniť predikciu rozvoja požiaru a vytýčiť zónu, kde je najväčšie riziko prenosu požiaru na ďalšie budovy.



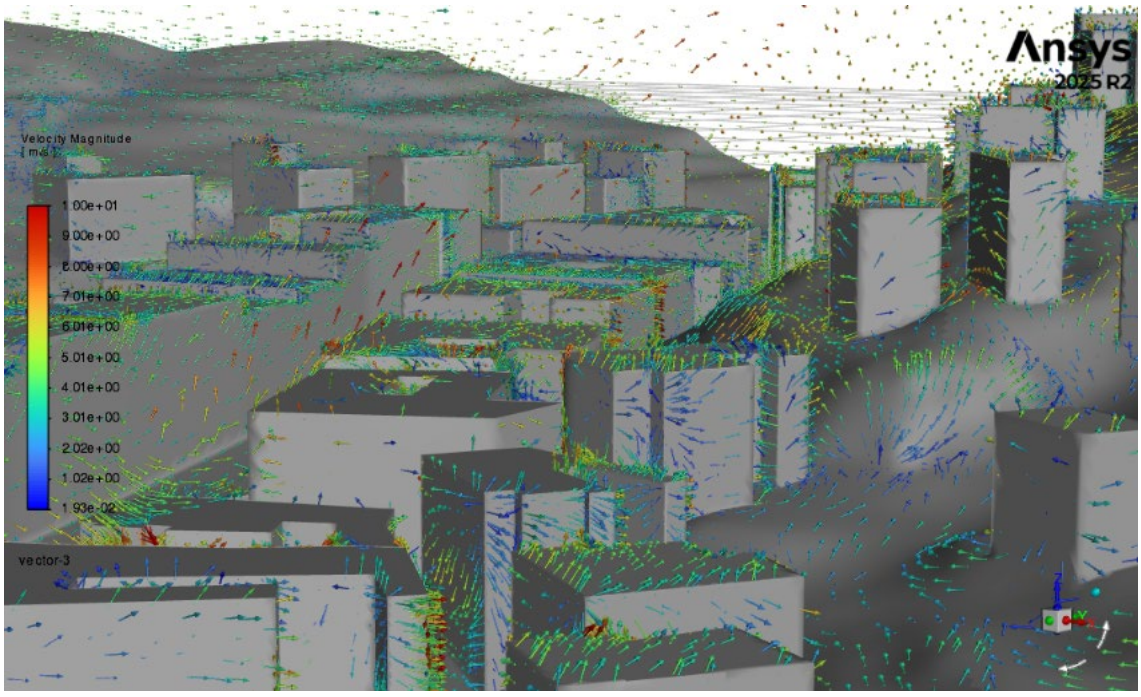
Obr. 5 Šírenie dymu
Fig. 5 Smoke dissipation



Obr. 6 Zobrazenie šírenia dymu pomocou Pathlines
Fig. 6 Smoke Dissipation Displayed by Pathlines



Obr. 7 Zobrazenie smeru vetra a dymu pomocou Pathlines
Fig. 7 Wind Direction and Smoke Dissipation Displayed by Pathlines



Obr. 8 Zobrazenie smeru prúdenia pomocou vektorov
Fig. 8 Fluid Direction Displayed by Vectors

Poslednou možnosťou pri zobrazení výsledkov je využitie vektorového poľa (obr. 8). Požiare často vytvárajú turbulentné víry. Vektory nám umožňujú vidieť vznikajúce víry, ktoré môžu prenášať teplo a iskry, identifikovať spätné prúdy, ktoré môžu zhoršiť

požiar a pochopiť, kde môže dôjsť k rýchlemu nárastu teploty. Vektory taktiež umožňujú sledovať vývoj požiaru, ako sa mení rýchlosť prúdenia pri raste požiaru, ako sa mení smer prúdenia v prípade zmien smeru vetra a ako sa šíri teplo v rôznych fázach požiaru.

Záver

Požiar historického centra Banskej Štiavnice sa radí medzi najväčšie požiare, ktoré sa v histórii Slovenska udiali. Aj keď pravdepodobnosť výskytu takejto udalosti je malá, je potrebné sa z každej poučiť, vykonať jej analýzu a aplikovať získané poznatky pri riešení ďalšej podobnej udalosti a znížiť tak jej dopady. Cieľom práce bolo vytvoriť počítačový model požiaru v Banskej Štiavnici a ukázať tak možnosti, ktoré počítačové modelovanie v oblasti analýz mimoriadnych udalostí spojených s požiarom ponúka. Za najvýznamnejšie výstupy môžeme považovať zobrazenie šírenia dymu pomocou kontúr a pathlines, ktoré nám umožňujú predpovedať smer šírenia dymu, oblasť kde hrozia sekundárne požiare, toxické zóny a možnosti rozšírenia požiaru na priľahlé stavby. Pripravený model je plne funkčný a je možné ho použiť na ďalšie analýzy, operačný výcvik príslušníkov HaZZ a v oblasti krízového riadenia, a civilnej ochrany. Jeho využitie v oblasti riešenia prebiehajúcej mimoriadnej udalosti je pre náročnosť a zdĺhavosť prípravy bohužiaľ obmedzená.

Literatúra

Ansys a), Ansys Fluent in Ansys Workbench User's Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 120.

Ansys b), Ansys Fluent Theory Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 1162.

Ansys c), Ansys Fluent User's Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 5980.

Ansys d), ANSYS Meshing User's Guide. 2025, ANSYS, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001: 2015 companies. p. 696.

PÚ SR, 2023. Správa o aktuálnom dianí a stave po požiari v Banskej Štiavnici. [online]. [cit. 2026-01-05]. Dostupné na internete: https://www.pamiatky.sk/aktuality/detail/sprava-o-aktualnom-diani-a-stave-po-poziari-v-banskej-stiavnici

Voleková, M. 2025. Banská Štiavnica vstáva z popola. [online]. [cit. 2026-01-05]. Dostupné na internete: https://www.asb.sk/aktualne/banska-stiavnica-vstava-z-popola

Zigová, I. 2023. Požiar v Banskej Štiavnici poškodil niekoľko historických budov. Centrum mesta je uzatvorené. [online]. [cit. 2026-01-05]. Dostupné na internete: https://www.aktuality.sk/clanok/lST8afv/poziar-v-banskej-stiavnici-poskodil-niekolko-historickych-budov-centrum-mesta-je-uzatvorene-fotky-video/

PRCHAVÉ PRODUKTY TERMICKÉHO ROZKLADU MATERIÁLOV V PRACOVNOM PROSTREDÍ LABORATÓRIA KPO

VOLATILE PRODUCTS OF THERMAL DECOMPOSITION OF MATERIALS IN THE WORK ENVIRONMENT OF THE KPO LABORATORY

Michal Veselý, Veronika Veľková

Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra protipožiarnej ochrany, T. G. Masaryka 2117/24, 960 01 Zvolen

xvesely@is.tuzvo.sk

Abstract

This study focuses on the analysis of volatile compounds generated during the thermal decomposition and combustion of materials in the KPO laboratory environment. The aim of the study was to evaluate their chemical composition and assess their impact on the work environment and human health.

Samples of natural materials (spruce, beech), treated wood (Promadur, Bochemit,sodium silicate solution), CLT panels, OSB boards and synthetic material (Lite G) were analyzed. Gaseous products were collected using sorption samplers and analyzed by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). The results demonstrated that the quantity and nature of volatile organic compounds depend on the type of material and its treatment. The highest number of compounds was found in beech wood, while spruce wood and CLT panels exhibited a lower emission profile.

Aromatic hydrocarbons, terpenes, and higher aliphatic hydrocarbons were primarily identified. The results highlight the importance of VOC monitoring and exposure control in a laboratory setting.

Key words: volatile organic compounds; thermal degradation; pyrolysis; GC-MS; workplace; emissions; wood; synthetic materials

Úvod

Termická degradácia materiálov predstavuje významnú oblasť výskumu v materiálovom inžinierstve a požiarnej bezpečnosti. Pri tepelnom namáhaní dochádza k rozkladu látok a uvoľňovaniu prchavých produktov, ktoré môžu byť toxické, horľavé alebo korozívne, a tým ovplyvňovať kvalitu pracovného prostredia.

V podmienkach Laboratória KPO má monitorovanie týchto emisií zásadný význam, keďže experimenty spojené s tepelným namáhaním materiálov môžu viesť k vzniku a akumulácii nebezpečných splodín. Ich identifikácia je preto dôležitá z hľadiska ochrany zdravia pracovníkov aj spoľahlivosti meraní.

Práca sa zameriava na analýzu prchavých produktov vznikajúcich pri termickom rozklade materiálov v laboratórnych podmienkach, pričom skúma ich vznik a dopady na pracovné prostredie.

Termická degradácia zahŕňa súbor fyzikálnych a chemických procesov prebiehajúcich pri zvýšených teplotách, ktorých výsledkom je vznik plynných, kvapalných a tuhých produktov. Jednou z jej základných foriem je pyrolýza, prebiehajúca bez prístupu kyslíka, ktorej priebeh závisí najmä od teploty, rýchlosti ohrevu a charakteru materiálu (Di Blasi, 2008).

Pri termickom rozklade materiálov vznikajú prchavé organické zlúčeniny (VOC), ktoré tvoria významnú časť emitovaných produktov. Ich zloženie závisí od chemického zloženia materiálu a mení sa podľa jeho typu a úpravy. V prípade dreva ide o zlúčeniny prirodzene prítomné v jeho štruktúre alebo vznikajúce počas rozkladu. VOC zahŕňajú napríklad terpény, alkoholy, aldehydy, ketóny, aromatické uhľovodíky a organické kyseliny a patria medzi významné znečisťujúce látky vnútorného ovzdušia. Ide o organické zlúčeniny s bodom varu približne 50 až 260 °C, ktoré sa delia na veľmi prchavé, prchavé a semiprchavé látky. Ich množstvo a charakter ovplyvňuje najmä teplota, vlhkosť, výmena vzduchu a vlastnosti materiálu, pričom koncentrácie bývajú vo vnútornom prostredí často vyššie ako vonku. Expozícia môže nepriaznivo ovplyvniť zdravie človeka (napr. podráždenie dýchacích ciest, bolesti hlavy, únava, znížená koncentrácia) (Adamová et al., 2020).

Drevo pozostáva najmä z celulózy, hemicelulózy a lignínu a obsahuje aj extraktívne látky, ktoré sú významným zdrojom VOC. Medzi hlavné skupiny patria terpény, alkoholy, aldehydy, ketóny a organické kyseliny. Ich množstvo a zloženie závisí od druhu dreva, jeho vlastností a podmienok spracovania, pričom kľúčovým faktorom je teplota. Tepelná úprava vedie k zmenám v obsahu týchto zlúčenín a môže urýchliť ich uvoľňovanie, najmä terpénov (Adamová et al., 2020).

Tab. 1 Stupne degradácie dreva (Lowden, Hull, 2013)
Tab. 1 Degrees of wood degradation (Lowden, Hull, 2013)

Teplotný rozsah	**Degradačné procesy**
> 100 °C	Odparovanie chemicky neviazanej vody.
160–200 °C	Tri polymérne zložky dreva sa pomaly rozkladajú. Plyny tvoriace sa v tejto fáze sú nehorľavé (hlavne H_2O).
200–225 °C	Pyrolýza je stále veľmi pomalá a väčšina z plynov, ktoré vznikajú, sú nehorľavé.
225–275 °C	Zóna pyrolýzy začína.
280–500 °C	Vznikajúce plyny sú teraz prchavé (CO, metán) a častice dymu sú viditeľné. Po rozpade fyzikálnej štruktúry dreva je zuhoľnatenie veľmi rýchle.
> 500 °C	Produkcia prchavých plynov je úplná. Zuhoľnatenie pokračuje tlením a oxidáciou za vzniku CO, CO_2 a H_2O.

Prchavé organické zlúčeniny (VOC) uvoľňované z drevených materiálov môžu mať rôzne účinky na zdravie človeka, od nepríjemných pachov a podráždenia očí, nosa a dýchacích ciest až po účinky na nervový systém a dlhodobé zdravotné dôsledky. Niektoré zlúčeniny, najmä terpény a aldehydy, pôsobia dráždivo, pričom významnou látkou je formaldehyd, ktorý dráždi horné dýchacie cesty a je klasifikovaný ako karcinogén. Expozícia VOC môže viesť k symptómom, ako sú bolesti hlavy, únava alebo poruchy koncentrácie (Adamová et al., 2020).

Vnútorné ovzdušie obsahuje komplexnú zmes chemických látok, medzi ktorými významnú skupinu tvoria VOC, ako aldehydy, terpény a rôzne uhľovodíky. Ich zdravotné účinky závisia najmä od koncentrácie a dĺžky expozície. Niektoré látky, napríklad formaldehyd, acetaldehyd a benzén, majú karcinogénny potenciál, pričom benzén je známy aj hemotoxickými účinkami. Iné látky, ako toluén a xylén, sa metabolizujú rýchlejšie a nevykazujú rovnaký karcinogénny účinok. Pri hodnotení rizík je preto potrebné zohľadniť nielen jednotlivé zlúčeniny, ale aj ich kombinované pôsobenie (Feron et al., 1992).

Koncentrácie VOC vo vnútornom prostredí môžu byť vyššie ako vo vonkajšom, pričom dlhodobá expozícia je spojená s negatívnymi účinkami na respiračný, nervový a kardiovaskulárny systém. Keďže človek trávi väčšinu času v interiéri, ide o významný zdroj expozície. Kombinované pôsobenie viacerých zlúčenín môže zosilňovať ich účinky, čo poukazuje na potrebu komplexného hodnotenia zdravotných rizík (Chatterjee et al., 2026).

Z hľadiska ochrany zdravia pri práci je expozícia prchavým organickým zlúčeninám regulovaná legislatívnymi predpismi, ktoré stanovujú požiadavky na pracovné prostredie a limity škodlivých faktorov. Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. ukladá zamestnávateľovi povinnosť zabezpečiť ochranu pracovníkov pred nebezpečnými chemickými faktormi, najmä identifikáciou a hodnotením rizík, kontrolou pracovného prostredia a prijímaním opatrení na ich elimináciu alebo minimalizáciu. Súčasťou je aj informovanie a školenie zamestnancov, vedenie dokumentácie a zabezpečenie vhodných pracovných podmienok.

V prípade výskytu VOC je potrebné zabezpečiť ich monitorovanie, dostatočné vetranie a prijať technické a organizačné opatrenia na minimalizáciu expozície, čo je nevyhnutné najmä v laboratórnom prostredí, kde dochádza k uvoľňovaniu prchavých produktov pri termickom rozklade materiálov, napríklad v podmienkach Laboratória KPO.

Požiadavky na ochranu zdravia pred chemickými faktormi upravuje Nariadenie vlády SR č. 355/2006 Z. z., ktoré stanovuje najvyššie prípustné expozičné limity (NPEL) ako časovo váženú priemernú koncentráciu počas pracovnej zmeny a najvyššie prípustné koncentrácie (NPK-P), ktoré nesmú byť prekročené ani krátkodobo. Zamestnávateľ je povinný zabezpečiť meranie a hodnotenie koncentrácií a porovnávať ich s limitmi; pri ich prekročení musí prijať opatrenia na zníženie expozície pracovníkov.

Tab. 2 Vybrané prchavé organické zlúčeniny a ich účinky na zdravie (vlastné spracovanie podľa Adamová et al. (2020) a Feron et al. (1992))

Tab. 2 Selected volatile organic compounds and their effects on health (own processing accor ding to Adamová et al. (2020) and Feron et al. (1992))

Látka	Chemická skupina	Výskyt / zdroj	Hlavné účinky na zdravie
Formaldehyd	aldehyd	termická degradácia dreva, lepidlá	karcinogén, dráždenie dýchacích ciest
Benzén	aromatický uhľovodík	spaľovanie, organické materiály	karcinogén, hemotoxický účinok

Toluén	aromatický uhľovodík	rozpúšťadlá, nátery	účinky na centrálny nervový systém
Xylén	aromatický uhľovodík	rozpúšťadlá, emisie materiálov	neurotoxické účinky, dráždenie
Acetaldehyd	aldehyd	spaľovanie a termická degradácia organických materiálov	dráždivý účinok, potenciálny karcinogén
Terpény	prírodné VOC	drevo (najmä ihličnaté)	dráždivé účinky

Na ochranu zdravia pracovníkov pred účinkami chemických faktorov je potrebné uplatňovať technické, organizačné a osobné ochranné opatrenia. V súlade so zákonom č. 124/2006 Z. z. sa prednostne využívajú technické opatrenia, najmä zabezpečenie dostatočného vetrania a odsávanie škodlivín pri zdroji ich vzniku. Ak nie je možné expozíciu úplne eliminovať, uplatňujú sa organizačné opatrenia, ako úprava pracovných postupov, obmedzenie času expozície alebo zníženie počtu exponovaných pracovníkov, spolu s používaním osobných ochranných pracovných prostriedkov (napr. masky, rukavice, ochranný odev).

Dôležitou súčasťou ochrany je pravidelné monitorovanie pracovného prostredia, kontrola účinnosti opatrení a zabezpečenie vhodných pracovných podmienok. V prostredí s výskytom VOC pri termickom rozklade materiálov je preto nevyhnutná kombinácia viacerých opatrení na minimalizáciu expozície.

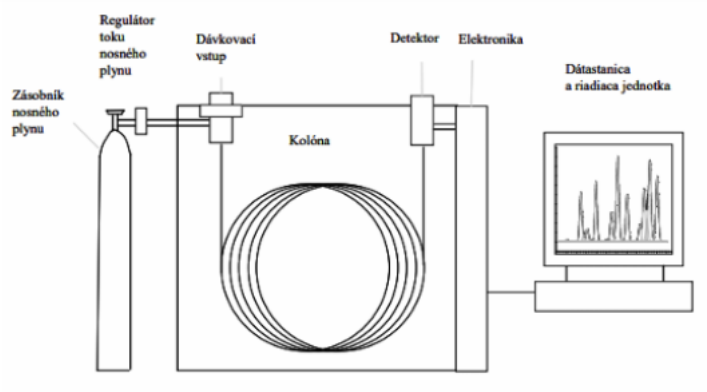
Požiadavky sú ďalej rozpracované v Nariadení vlády SR č. 121/2024 Z. z., ktoré sa zameriava na ochranu pred karcinogénnymi, mutagénnymi a reprodukčne toxickými faktormi a zdôrazňuje potrebu dôsledného posudzovania rizík a minimalizácie expozície. Vzhľadom na to, že niektoré VOC môžu mať karcinogénne alebo toxické účinky, je ich kontrola v pracovnom prostredí nevyhnutná, najmä v laboratóriách.

Na identifikáciu a kvantifikáciu VOC sa využívajú chromatografické metódy, ktoré umožňujú separáciu a identifikáciu jednotlivých zložiek a hodnotenie ich koncentrácií pri analýze emisií z dreva a materiálov (Velic et al., 2019; Adamová et al., 2020).

Plynová chromatografia patrí medzi separačné metódy analytickej chémie, ktoré využívajú schopnosť látok prechádzať do plynnej fázy pri zvýšených teplotách (približne do 450 °C). Uplatňuje sa najmä pri analýze zložitých organických zlúčenín, ako aj pri forenznej, biologickej a klinickej analýze. Jej výhodou je vysoká separačná kapacita, ktorá umožňuje analyzovať veľké množstvo zlúčenín v krátkom čase (Labuda et al., 2014).

Princíp spočíva v zavedení plynnej vzorky do prúdu inertného plynu (mobilná fáza) a jej prechode chromatografickou kolónou, kde dochádza k separácii na základe interakcie so stacionárnou fázou. Tá môže byť tuhá (adsorpcia) alebo kvapalná/polymérna. Jednotlivé zložky sa pohybujú rôznou rýchlosťou a kolónu opúšťajú v charakteristických retenčných časoch, pričom sú následne detegované, napríklad hmotnostnou spektrometriou (Labuda et al., 2014).

Retenčný čas je kľúčový parameter, ktorý závisí od interakcie látky so stacionárnou fázou a jej fyzikálno-chemických vlastností, najmä teploty varu. Stacionárna fáza tak zohráva rozhodujúcu úlohu pri separácii jednotlivých zložiek (Marriott, 2004).



Obr. 1 Schéma plynového chromatografu (Labuda et al. 2014)
Fig. 1 Scheme of a gas chromatograph (Labuda et al. 2014)

Plynový chromatograf pozostáva zo základných častí zabezpečujúcich priebeh analýzy. Vzorka sa zavádza do vyhrievaného dávkovacieho bloku a následne prechádza chromatografickou kolónou so stacionárnou fázou, kde dochádza k separácii jednotlivých zložiek. Na výstupe je detektor, ktorý prevádza signál na chromatogram, umožňujúci identifikáciu zlúčenín. Transport látok kolónou zabezpečuje nosný plyn, najčastejšie inertný (hélium, dusík, vodík, argón), pričom v tomto prípade bolo použité hélium (Labuda et al., 2014).

Na identifikáciu zlúčenín sa využíva hmotnostná spektrometria, založená na ionizácii molekúl a následnej separácii iónov podľa pomeru hmotnosti k náboju. Výsledné hmotnostné spektrum je charakteristické pre danú zlúčeninu a porovnaním s databázami umožňuje jej spoľahlivú identifikáciu (Labuda et al., 2014).



Obr. 2 Plynový chromatograf umiestnený na Katedre chémie a chemických technológií
Fig. 2 The gas chromatograph located at the Department of Chemistry and Chemical Technologies

Kombinácia plynovej chromatografie a hmotnostnej spektrometrie (GC-MS) predstavuje účinnú metódu na separáciu a identifikáciu zložiek analyzovanej zmesi. Prepojenie

môže byť realizované otvorene (rozdelenie vzorky pri vstupe do spektrometra) alebo priamym prepojením, pri ktorom je kolóna zavedená priamo do ionizačného zdroja. Tento spôsob umožňuje kontinuálny prenos separovaných zlúčenín a ich okamžitú analýzu, čím sa zvyšuje presnosť identifikácie (Labuda et al., 2014).

Cieľom práce je analyzovať vznik a charakter prchavých produktov pri tepelnom namáhaní a spaľovaní materiálov v Laboratóriu KPO so zameraním na ich chemické zloženie a dopady na pracovné prostredie a zdravie. Výskum sa sústreďuje na emisie VOC z prírodných materiálov (smrek, buk), materiálov s rôznou úpravou a syntetických materiálov, pričom sleduje vplyv typu materiálu a jeho úpravy na množstvo a charakter produktov tepelnej degradácie.

Experimentálna časť

Odber plynných produktov bol realizovaný v Laboratóriu KPO počas experimentov zameraných na tepelnú degradáciu a spaľovanie vybraných materiálov. Pred odberom boli zvolené skúmané materiály a zabezpečené referenčné vzorky pracovného prostredia neovplyvneného produktmi degradácie. Celkovo bolo odobratých deväť vzoriek, z toho dve referenčné pred začatím práce v laboratóriu, šesť počas experimentov s drevom (smrek, buk) a jedna pri skúške zapáliteľnosti syntetického materiálu Lite G. Odbery prebiehali v rôznych dňoch s cieľom minimalizovať vzájomné ovplyvnenie meraní a zabezpečiť objektívnosť výsledkov.

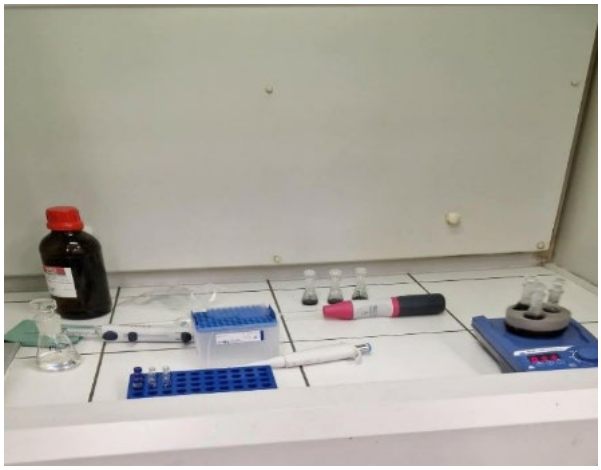


Obr. 3 Polohy sorpčných rúrok ANASORB
Fig. 3 Positions of ANASORB sorbent tubes

V rámci experimentu boli analyzované plyny vznikajúce pri tepelnom zaťažení neupraveného smrekového dreva, smrekového dreva a CLT panelu upraveného náterom Promadur a ochranným lakom, ako aj bukového dreva ošetreného náterom Bochemit a vodným sklom (vodný roztok kremičitanu sodného). Okrem drevných materiálov boli skúmané aj plyny zo sadrokartónovej OSB dosky a pri zapáliteľnosti syntetického materiálu Lite G.

Odber plynných produktov bol realizovaný pomocou osobného odberového zariadenia AirCheck 5000 s použitím sorpčných rúrok s náplňou ANASORB. Vzorky boli odoberané počas tepelného zaťaženia v časovom intervale približne 60 až 90 minút priamo z priestoru experimentu. Odberové zariadenie bolo umiestnené vo výške približne 1,60 m nad podlahou, teda v dýchacej zóne človeka, čím sa zabezpečila reprezentatívnosť vzoriek.

Po ukončení odberu boli sorpčné náplne (aktívne uhlie) prenesené do Erlenmeyerových baniek a extrahované pomocou 3 ml sírouhlíka (CS_2), ktorý slúžil na uvoľnenie zachytených prchavých látok.



Obr. 4 Desorpcia adsorbovaných plynných produktov pomocou CS_2
Fig. 4 Desorption of adsorbed gaseous products using CS_2

Pripravené vzorky boli extrahované v trepačke po dobu 30 minút. Následne bol odobratý 1 ml extraktu, ktorý bol prenesený do označených vialiek určených na chromatografickú analýzu.

Vzorky boli analyzované pomocou GC-MS, pričom každá bola meraná dvakrát na zvýšenie spoľahlivosti výsledkov. Analýza prebiehala na plynovom chromatografe Agilent 7890B s kapilárnou kolónou HP-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm). Ako nosný plyn bolo použité hélium s prietokom 1 $mL \cdot min^{-1}$. Teplotný program začínal na 40 °C (4 min), následne stúpal rýchlosťou 5 $°C \cdot min^{-1}$ na 220 °C a bol zvýšený na 250 °C.

Na detekciu bol použitý hmotnostný detektor Agilent 7895C s teplotou iónového zdroja 150 °C a kvadrupólu 200 °C, pričom ionizácia prebiehala pri energii 70 eV. Zlúčeniny boli identifikované na základe retenčných časov a porovnaním hmotnostných spektier s knižnicou spektier NIST.

Vyhodnotenie a diskusia

V rámci experimentálneho hodnotenia bolo analyzovaných deväť vzoriek plynných produktov. Dve vzorky boli odobraté pred začiatkom experimentov ako referenčné a reprezentovali východiskový stav pracovného prostredia, ktorý síce nebol bez prítomnosti VOC, ale nebol ovplyvnený aktuálnymi experimentami. Zvyšných sedem vzoriek bolo získaných počas tepelného namáhania a spaľovania materiálov, najmä dreva (smrek, buk s rôznymi úpravami) a syntetického materiálu Lite G.

Pri vyhodnocovaní chromatogramov bol dôraz kladený na identifikáciu zlúčenín opakovane sa vyskytujúcich vo viacerých vzorkách, na základe retenčných časov a relatívnej intenzity píkov. Zároveň bol sledovaný celkový počet identifikovaných látok, pričom nie všetky zlúčeniny bolo možné jednoznačne určiť vzhľadom na komplexnosť zmesí a obmedzenia databázy.

Tab. 3 Porovnanie referenčných vzoriek pracovného prostredia (K1 a K2) na základe identifikovaných VOC a ich retenčných časov
Tab. 3 Comparison of workplace reference samples (K1 and K2) based on identified VOCs and their retention times

Vzorka K1			Vzorka K2		
Názov látky	**Ret Time**	**Area of Peak**	**Názov látky**	**Ret Time**	**Area of Peak**
Toluén	4,616	51613	Toluén	4,637	15488
Etylbenzén	7,388	10426	Etylbenzén	7,409	4419
Xylén (1,4)	7,647	13106	Xylén (1,4)	7,668	10936
Alpha-pinén	9,793	17319	Alpha-pinén	9,814	6418
Tetradekán	23,825	17479	Tetradekán	23,824	25488
Eicosan	28,678	17449	Eicosan	28,677	19800

Tabuľka 3 prezentuje porovnanie dvoch referenčných vzoriek (K1 a K2), ktoré reprezentujú východiskový stav pracovného prostredia pred začiatkom experimentov. V oboch vzorkách boli identifikované rovnaké dominantné zlúčeniny – toluén, etylbenzén, p-xylén (1,4-dimetylbenzén), α-pinén, tetradekán a eikozán, čo poukazuje na podobný charakter prostredia. Retenčné časy sa líšili len minimálne (napr. toluén 4,616–4,637 min, etylbenzén 7,388–7,409 min), čo potvrdzuje spoľahlivosť merania.

Vo vzorke K1 bolo detegovaných 36 zlúčenín a v K2 celkovo 19, pričom v oboch prípadoch bolo jednoznačne identifikovaných rovnakých šesť látok. Z tohto dôvodu bola ďalšia analýza zameraná najmä na tieto zlúčeniny, ktoré sa vyskytovali aj v ostatných vzorkách.

Rozdiely medzi vzorkami sa prejavili najmä v intenzite píkov, ktorá zodpovedá množstvu látok. Vo vzorke K1 bol napríklad vyšší pík toluénu, čo naznačuje jeho vyššiu koncentráciu. Menšie rozdiely boli pri etylbenzéne a p-xyléne, zatiaľ čo pri α-pinéne a tetradekáne boli výraznejšie, čo môže súvisieť s premenlivými zdrojmi alebo podmienkami v laboratóriu. Eikozán vykazoval nižšie hodnoty, čo zodpovedá jeho menšiemu zastúpeniu.

Výsledky naznačujú, že koncentrácie VOC v pracovnom prostredí kolíšu aj bez aktívnych experimentov, čo môže byť spôsobené zvyškovými emisiami, výmenou vzduchu alebo prítomnými materiálmi. Vzorky boli odoberané z dvoch rôznych miest v laboratóriu. Z hľadiska ochrany zdravia je preto dôležité sledovať nielen prítomnosť látok, ale aj ich zastúpenie, keďže ovplyvňujú mieru expozície a kvalitu pracovného prostredia. Monitorovanie je preto významné aj mimo samotných experimentov.

Tab. 4 Porovnanie vybraných prchavých organických zlúčenín a ich intenzity v závislosti od typu a úpravy smrekového dreva

Tab. 4 Comparison of Selected Volatile Organic Compounds and Their Intensity Depending on the Type and Treatment of Spruce Wood

Vzorka Smrekové drevo ošetrené retardérom Promadur			**Vzorka Čisté neošetrené smrekové drevo**			**CLT panel ošetrený retardérom Promadur (smrekové drevo)**		
Názov látky	**Ret Time**	**Area of Peak**	**Názov látky**	**Ret Time**	**Area of Peak**	**Názov látky**	**Ret Time**	**Area of Peak**
Toluén	4,638	37576	Toluén	4,648	17137	Toluén	4,66	49568
Etylbenzén	7,42	7252				Etylbenzén	7,41	9103
Xylén (1,4)	7,679	16691	Xylén (1,4)	7,668	7498	Xylén (1,4)	7,669	20889
α-pinén	9,825	48187	α-pinén	9,804	6964	α-pinén	9,804	51390
Tetradekán	23,824	41854	Tetradekán	23,824	136988	Tetradekán	23,825	110043
Eicosan	28,678	30993	Eicosan	28,678	121135	Eicosan	28,678	101343

Tabuľka 4 prezentuje porovnanie vybraných VOC pri tepelnom namáhaní smrekového dreva v troch stavoch – ošetrené retardérom Promadur, neošetrené a CLT panel ošetrený retardérom. Vo všetkých vzorkách boli identifikované rovnaké dominantné zlúčeniny (toluén, etylbenzén, p-xylén (1,4), α-pinén, tetradekán a eikozán) s minimálnymi rozdielmi v retenčných časoch, čo potvrdzuje spoľahlivosť metódy.

Rozdiely sa prejavili najmä v intenzite píkov. Vyššie hodnoty boli zaznamenané najmä pri CLT paneli (napr. α-pinén, tetradekán), zatiaľ čo pri neošetrenom dreve boli nižšie, čo môže súvisieť s absenciou chemických prísad.

Celkovo bolo identifikovaných 35 zlúčenín pri ošetrenom smreku, 33 pri neošetrenom a 21 pri CLT paneli. Nižší počet pri CLT môže súvisieť so štruktúrou materiálu, prítomnosťou lepidiel a úpravami, prípadne s uvoľnením alebo transformáciou látok počas výroby. Vyšší počet pri masívnom dreve súvisí s obsahom extraktívnych látok, pričom retardér môže ovplyvniť priebeh degradácie a vznik produktov.

Z hľadiska pracovného prostredia tieto výsledky poukazujú na to, že pri tepelnom namáhaní upravených materiálov môže dochádzať k zvýšenému uvoľňovaniu niektorých VOC, ktoré môžu mať dráždivé alebo toxické účinky. Preto je potrebné zabezpečiť dostatočné vetranie, odsávanie škodlivín pri zdroji a používanie vhodných osobných ochranných prostriedkov, aby sa minimalizovala expozícia pracovníkov.

Tab. 5 Porovnanie vybraných prchavých organických zlúčenín pri tepelnom namáhaní bukového dreva s rôznou povrchovou úpravou
Tab. 5 Comparison of Selected Volatile Organic Compounds During Thermal Stress Testing of Beech Wood with Different Surface Treatments

Vzorka Bukové drevo ošetrené retardérom Pyro Bochemit			**Vzorka Bukové drevo + vodné sklo**		
Názov látky	**Ret Time**	**Area of Peak**	**Názov látky**	**Ret Time**	**Area of Peak**
Toluén	4,638	107226	Toluén	4,659	91680
Etylbenzén	7,399	38955	Etylbenzén	7,409	27653
Xylén (1,4)	7,657	79194	Xylén (1,4)	7,668	56411
α-pinén	9,804	154890	α-pinén	9,804	117245
Tetradekán	23,824	34101	Tetradekán	23,824	16371
Eicosan	28,688	28360	Eicosan	28,678	12466

Tabuľka 5 prezentuje porovnanie prchavých organických zlúčenín identifikovaných pri tepelnom namáhaní bukového dreva ošetreného retardérom Pyro Bochemit a bukového dreva upraveného vodným sklom. V oboch prípadoch boli identifikované rovnaké dominantné zlúčeniny, najmä toluén, etylbenzén, p-xylén (1,4), α-pinén, tetradekán a eikozán, pričom retenčné časy týchto látok sa líšia len minimálne, čo potvrdzuje správnosť ich identifikácie. Výraznejšie rozdiely boli zaznamenané v intenzite píkov, pričom vyššie hodnoty boli vo väčšine prípadov zaznamenané pri vzorke ošetrenej retardérom Pyro Bochemit, čo poukazuje na vyššiu koncentráciu uvoľňovaných látok pri tomto type úpravy.

Z hľadiska celkového počtu detegovaných zlúčenín bolo pri bukovom dreve ošetrenom retardérom identifikovaných až 97 prchavých látok, zatiaľ čo pri bukovom dreve upravenom vodným sklom 88 látok. V porovnaní so smrekovým drevom (33–35 látok, resp. 21 pri CLT paneli) ide o výrazne vyšší počet zlúčenín, čo poukazuje na rozdielne chemické zloženie drevín a ich správanie pri tepelnom namáhaní. Vyšší počet prchavých látok pri bukovom dreve môže súvisieť s jeho chemickou štruktúrou a vyšším obsahom určitých organických zložiek, ktoré sa pri tepelnom rozklade uvoľňujú.

Z hľadiska pracovného prostredia sú významné najmä zlúčeniny ako toluén, etylbenzén a xylén, ktoré patria medzi aromatické uhľovodíky a môžu mať nepriaznivé účinky na zdravie človeka, najmä pri dlhodobej expozícii (napr. dráždivé účinky, vplyv na nervový systém). Terpén α-pinénje prirodzenou súčasťou prírodného dreva (ihličnatého aj listnatého) a jeho výskyt v spalinách je preto logický, avšak aj tieto látky môžu prispievať k celkovej záťaži ovzdušia. Výsledky preto naznačujú, že bukové drevo, najmä pri chemickej úprave, môže predstavovať významnejší zdroj prchavých organických zlúčenín v porovnaní so smrekovým drevom, čo je potrebné zohľadniť pri hodnotení expozície pracovníkov a návrhu opatrení na ochranu zdravia v laboratórnom prostredí.

Tab. 6 Porovnanie prchavých organických zlúčenín pri tepelnom namáhaní syntetického materiálu Lite G® a kompozitného materiálu (sadrokartónová OSB doska)
Tab. 6 Comparison of volatile organic compounds under thermal stress in the synthetic material Lite G® and a composite material (gypsum-coated OSB board)

Vzorka Lite G®			**Vzorka Sadrokartónová OSB doska**		
Názov látky	**Ret Time**	**Area of Peak**	**Názov látky**	**Ret Time**	**Area of Peak**
Toluén	4,638	19685	Toluén	4,638	25600
Xylén (1,4)	7,657	11249	Etylbenzén	7,399	4546
α-pinén	9,815	13610	Xylén (1,4)	7,658	11328
Tetradekán	23,824	142418	α-pinén	9,793	29941
Eicosan	28,678	132552	Tetradekán	23,824	75975
			Eicosan	28,678	63471

Tabuľka 6 poukazuje na rozdiely v charaktere emisií medzi homogénnym syntetickým materiálom Lite G® a kompozitným materiálom na báze dreva a spojív (sadrokartónová OSB doska). Z hľadiska celkového počtu detegovaných zlúčenín bol pri Lite G® identifikovaný užší rozsah prchavých látok (27), zatiaľ čo pri OSB doske bol tento počet výrazne vyšší (49), čo naznačuje komplexnejší priebeh termickej degradácie pri viacfázových materiáloch.

Zaujímavým zistením je rozdiel v rozložení intenzít píkov, kde Lite G vykazuje vyššie hodnoty pri niektorých vyšších uhľovodíkoch (napr. tetradekán, eikozán), čo môže poukazovať na oxidáciu nižších uhľovodíkov ako toluén, etylbenzén,či alkány a vznik vyšších stabilnejších produktov rozkladu syntetickej matrice. Naopak, pri OSB doske sú intenzity píkov rozložené medzi širšie spektrum látok, čo naznačuje postupné kontinuálne uvoľňovanie viacerých typov zlúčenín pochádzajúcich z drevnej zložky aj syntetických spojív.

Z hľadiska toxikologického hodnotenia je dôležité, že kombinácia viacerých prchavých látok môže viesť k tzv. synergickému účinku, pri ktorom celkový dopad na organizmus môže byť vyšší než účinok jednotlivých zlúčenín samostatne. V prípade kompozitných materiálov preto nejde len o koncentráciu jednotlivých látok, ale aj o ich vzájomné pôsobenie v pracovnom prostredí.

Z praktického hľadiska tieto výsledky naznačujú potrebu diferencovaného prístupu k bezpečnostným opatreniam v závislosti od typu materiálu. Pri materiáloch s komplexným zložením je vhodné uvažovať nielen o základnom vetraní, ale aj o cielenej filtrácii vzduchu (napr. uhlíkové filtre na zachytávanie VOC) a optimalizácii pracovných postupov tak, aby sa minimalizovala akumulácia plynných produktov v priestore. Takýto prístup môže významne prispieť k zníženiu dlhodobej expozície pracovníkov a zlepšeniu kvality pracovného prostredia.

Na základe komplexného vyhodnotenia všetkých analyzovaných vzoriek možno konštatovať, že tvorba prchavých produktov termického rozkladu je výrazne determinovaná nielen samotným typom materiálu, ale aj jeho vnútornou štruktúrou, chemickým zložením a aplikovanou povrchovou úpravou. V kontexte teoretických poznatkov ide o proces štiepenia väzieb vedúci k vzniku plynných, kvapalných a tuhých produktov, ktorých charakter závisí od vlastností materiálu a podmienok prostredia.

Z hľadiska rozsahu emisií sa ako najvýznamnejší faktor ukázala komplexnosť materiálu.

Bukové drevo vykazovalo najvyšší počet detegovaných prchavých zlúčenín (97 pri Pyro Bochemit a 88 pri vodnom skle), čo poukazuje na jeho vyšší potenciál tvorby rozkladných produktov, súvisiaci najmä so zastúpením lignínu, hemicelulózy a extraktívnych látok. Naopak, smrekové drevo vykazovalo užší emisný profil (33–35 látok), čo naznačuje pravdepodobne rýchlejší priebeh termickej degradácie typický pre ihličnaté dreviny spojený so vznikom vyšších uhľovodíkov ako produktov oxidácie a následných možných rekombinačných reakcií a vzniku napr. polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU).

Významným zistením je aj vplyv technologického spracovania materiálu. CLT panel vykazoval nižší počet prchavých látok, čo môže súvisieť s predchádzajúcim tepelným a tlakovým spracovaním počas výroby, pri ktorom dochádza k čiastočnému odstráneniu prchavých zložiek.

V prípade syntetického materiálu Lite G® a kompozitného materiálu (sadrokartónová OSB doska) sa prejavil rozdiel v mechanizme vzniku prchavých látok. Lite G® ako homogénny materiál produkoval menší počet zlúčenín (27), zatiaľ čo OSB doska vykazovala vyšší počet zlúčenín (49) v dôsledku viacfázového zloženia.

Z hľadiska kvalitatívneho zloženia emisií sa naprieč všetkými materiálmi opakovane vyskytovali aromatické uhľovodíky (toluén, etylbenzén, xylén), terpény (α-pinén) a vyššie alifatické uhľovodíky (tetradekán, eikozán), čo zodpovedá známym produktom termickej degradácie.

Z toxikologického hľadiska je potrebné zdôrazniť najmä kombinované pôsobenie týchto zlúčenín, ktoré môže zvyšovať celkovú chemickú záťaž pracovného prostredia aj pri nižších koncentráciách jednotlivých látok.

Výsledky poukazujú na potrebu systematického prístupu k hodnoteniu rizík, so zohľadnením variability a zloženia VOC, ako aj na význam riadenia expozície pracovníkov prostredníctvom monitorovania kvality ovzdušia a optimalizácie pracovných postupov.

Celkovo možno konštatovať, že prchavé produkty termického rozkladu predstavujú významný faktor ovplyvňujúci kvalitu pracovného prostredia, pričom najvyššie riziko predstavujú materiály s komplexným chemickým zložením. Získané poznatky poskytujú podklad pre optimalizáciu pracovných podmienok a zvýšenie úrovne ochrany zdravia pracovníkov v laboratórnom prostredí.

V nadväznosti na získané výsledky je vhodné zamerať sa najmä na optimalizáciu pracovných postupov a riadenie expozície pracovníkov. Ako prínosné sa javí zavedenie kategorizácie experimentov podľa ich emisného potenciálu, čo umožní lepšie plánovanie práce a obmedzenie súbežného vykonávania činností s vysokou produkciou prchavých látok.

Vzhľadom na variabilitu emisií je vhodné doplniť existujúce podmienky o pravidelné alebo operatívne monitorovanie kvality ovzdušia, ktoré umožní identifikovať obdobia so zvýšenou koncentráciou VOC. Súčasne možno odporučiť časové odstupy medzi jednotlivými experimentmi, čím sa zníži kumulatívna záťaž prostredia.

Z dlhodobého hľadiska je prínosné aj systematické vyhodnocovanie jednotlivých materiálov z hľadiska ich emisného správania, čo umožní lepšie predvídať ich vplyv na pracovné prostredie a prispôsobiť tomu organizáciu práce v laboratóriu.

Záver

Cieľom práce bolo analyzovať vznik a charakter prchavých produktov pri tepelnom namáhaní a spaľovaní rôznych typov materiálov v podmienkach Laboratória KPO, so zameraním na ich chemické zloženie a potenciálny vplyv na pracovné prostredie a zdravie pracovníkov. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že tento cieľ bol splnený.

Experimentálna analýza preukázala, že pri tepelnom namáhaní dochádza k uvoľňovaniu širokého spektra prchavých organických zlúčenín, pričom ich množstvo a zloženie je výrazne ovplyvnené typom materiálu a jeho povrchovou úpravou. Najvyšší počet detegovaných zlúčenín bol zaznamenaný pri bukovom dreve, zatiaľ čo smrekové drevo vykazovalo užší emisný profil. Syntetické a kompozitné materiály sa vyznačovali špecifickým charakterom emisií, pričom kompozitné materiály vykazovali vyššiu variabilitu uvoľňovaných látok.

Vo všetkých analyzovaných vzorkách boli identifikované charakteristické zlúčeniny, najmä aromatické uhľovodíky (toluén, etylbenzén, xylén), terpény a vyššie alifatické uhľovodíky, ktoré sú typickými produktmi termickej degradácie organických materiálov. Z toxikologického hľadiska predstavujú tieto látky potenciálne riziko najmä pri dlhodobej expozícii, pričom významnú úlohu zohráva aj ich kombinované pôsobenie.

Výsledky práce poukazujú na skutočnosť, že pracovné prostredie laboratória môže byť ovplyvnené prítomnosťou prchavých látok aj mimo aktívnych experimentov a že tepelná degradácia materiálov predstavuje významný zdroj VOC. Z tohto dôvodu je nevyhnutné venovať zvýšenú pozornosť monitorovaniu kvality ovzdušia a riadeniu expozície pracovníkov.

Prínosom práce je komplexné porovnanie rôznych typov materiálov z hľadiska ich emisného správania a poukázanie na význam materiálového zloženia pri tvorbe prchavých produktov. Získané poznatky môžu slúžiť ako podklad pre optimalizáciu pracovných podmienok a návrh opatrení na zvýšenie úrovne bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v laboratórnom prostredí.

Poďakovanie: *Moje poďakovanie patrí technickým pracovníčkam Katedry protipožiarnej ochrany, pani Zuzane Volkovej a pani Danici Hanákovej, za ich ochotu, pomoc a podporu pri realizácii experimentov.*

Literatúra

Adamová, T. et al. 2020. Volatile organic compounds (VOCs) from wood and wood-based panels: methods for evaluation, potential health risks, and mitigation [online]. Polymers, 12(10), 2289 [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7599736/

Di Blasi, C. 2008. Modeling chemical and physical processes of wood and biomass pyrolysis [online]. Progress in Energy and Combustion Science, 34(1), 47–90 [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128507000214.

Feron, V. J. et al. 1992. Toxicology of volatile organic compounds in indoor air and strategy for further research [online]. Indoor Environment, 1(2), 69–81 [cit. 2026-04-22]. Dostupné na

internete: https://karger.com/ied/article/1/2/69/174701/Toxicology-of-Volatile-Organic-Compounds-in-Indoor.

Chatterjee, A. et al. 2026. Assessment of health risks from exposure to indoor volatile organic compounds in European educational buildings [online]. Scientific Reports [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: https://www.nature.com/articles/s41598-026-37072-2

Labuda, J. et al. 2014. Analytická chémia . 1. vyd. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave. ISBN 978-80-227-4242-9. D [cit. 2026-04-25]. Dostupné na internete: https://www.scribd.com/document/837495450/Labuda-j-a-Kol-Analyticka-Chemia

Lowden, L. A. – Hull, T. R. 2013. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. In Fire Science Reviews. ISSN 2193-0414, 2013, vol. 2, n. 4, p. 1–19.

Marriot, P. J., 2004. Chapter 8 Gas chromatography. V: Chromatography 6th Edition - Applications of Chromatography and Related Diffrential Migration Methods [online]. B.m.: Elsevier, s. 319–368 [cit. 2026-04-25]. ISBN 978-0-444-51107-2. Dostupné na internete: doi:10.1016/S0301-4770(04)80014-9

Nariadenie vlády SR č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci

Nariadenie vlády SR č. 121/2024 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou karcinogénnym, mutagénnym a reprodukčne toxickým faktorom pri práci.

Velic, A. et al. 2019. Determination of volatile organic compounds' emissions from wood processing [online]. Wood Research, 64(3), 461–470 [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: https://www.woodresearch.sk/wr/201903/08.pdf.

Veľková V. et al. 2018. Tvorba prchavých produktov pri termickej degradácii retardačne upraveného jedľového dreva [online]. TZB-info, 18. 6. 2018 [cit. 2026-04-25]. Dostupné z: https://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/17526-tvorba-prchavych-produktov-pri-termickej-degradacii-retardacne-upraveneho-jedloveho-dreva

Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov

sekcia
UMELECKO-DIZAJNÉRSKA

KOMUNITNÝ A MULTIFUNKČNÝ DIZAJN PRIESTORU EUROPE DIRECT ZVOLEN

COMMUNITY AND MULTIFUNCTIONAL DESIGN OF EUROPE DIRECT ZVOLEN

Ďalogová Martina[1], Žanonyová Barbara[2], Simona Hanes[3]

[1,2,3]*Katedra dizajnu nábytku a interiéru, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen*

[1]*xdalogovam@is.tuzvo.sk*

[2]*zanonyova@is.tuzvo.sk*

[3]*haness@is.tuzvo.sk*

Abstract

The paper deals with the design of a multifunctional community space for EUROPE DIRECT Zvolen located in the premises of the Community Living Room OKO. The proposal reflects the need for an open, flexible and economically efficient environment supporting workshops, public discussions, educational activities and community meetings. The concept is based on the values of the European Union such as democracy, equality, freedom and inclusion. The interior design combines modular furniture, open spatial organization and low-cost materials to create a welcoming and adaptable community environment.

Key words: community design, multifunctional interior, EUROPE DIRECT, flexibility, community space

Úvod

Architektúra a interiérový dizajn komunitných priestorov v súčasnosti nadobúdajú nový spoločenský význam. Priestory určené pre verejnosť už nepredstavujú iba funkčné miesta stretávania, ale stávajú sa dôležitými platformami občianskeho dialógu, sociálnej inklúzie a kultúrnej participácie. Kvalitne navrhnuté komunitné prostredie dokáže podporovať komunikáciu medzi rôznymi sociálnymi skupinami, vytvárať bezpečné zázemie pre vzdelávanie a zároveň formovať identitu lokálnej komunity.

Projekt návrhu interiéru pre EUROPE DIRECT Zvolen vznikol v rámci otvorenej výzvy Centra komunitného organizovania (CKO). Zadanie bolo orientované na vytvorenie multifunkčného priestoru situovaného v priestoroch Občianskej komunitnej obývačky (OKO) na sídlisku Západ vo Zvolene. Priestor mal byť určený pre široké spektrum aktivít – od pracovných stretnutí, workshopov a školení až po komunitné diskusie, neformálne stretávanie a vzdelávacie aktivity pre rôzne vekové kategórie.

Dôležitou súčasťou zadania bolo aj reflektovanie základných hodnôt Európskej únie, medzi ktoré patrí ľudská dôstojnosť, sloboda, demokracia, rovnosť, právny štát a rešpektovanie ľudských práv vrátane práv menšín. Návrh priestoru preto nemal byť iba funkčným

interiérovým riešením, ale aj priestorovým vyjadrením spoločenských hodnôt podporujúcich otvorenosť, toleranciu a komunitný charakter.

V súčasnosti možno pozorovať zvýšený záujem o tvorbu komunitných priestorov, ktoré dokážu reagovať na meniace sa potreby spoločnosti. Flexibilita, variabilita a schopnosť adaptácie priestoru sa stávajú základnými parametrami kvalitného návrhu. Súčasne narastá potreba ekonomicky efektívnych riešení, ktoré dokážu pri obmedzenom rozpočte vytvoriť kvalitné a esteticky kultivované prostredie.

Cieľom návrhu bolo preto vytvoriť interiér, ktorý bude:

- otvorený a prístupný rôznym skupinám používateľov,
- flexibilný a jednoducho transformovateľný,
- vizuálne kultivovaný a reprezentatívny,
- ekonomicky realizovateľný,
- a zároveň bude podporovať komunitný charakter priestoru.

Pri návrhu bolo potrebné zohľadniť nielen funkčné a estetické požiadavky, ale aj psychologické pôsobenie priestoru na používateľa. Interiér mal pôsobiť neformálne, bezpečne a prívetivo, aby podporoval prirodzené sociálne interakcie a vytváral prostredie vhodné pre otvorený dialóg.

Projekt zároveň reflektuje aktuálne tendencie v oblasti komunitného dizajnu, ktoré kladú dôraz na participáciu používateľov, udržateľnosť a schopnosť priestoru reagovať na rôzne typy aktivít. Multifunkčnosť sa v tomto kontexte stáva nielen praktickou požiadavkou, ale aj filozofiou priestoru založenou na flexibilite a inkluzívnosti.

Analýza zadania a priestorového kontextu

Navrhovaný priestor sa nachádza v rámci Občianskej komunitnej obývačky (OKO) na sídlisku Západ vo Zvolene. Funkčné využitie priestoru predpokladá široké spektrum aktivít – od formálnych pracovných stretnutí až po komunitné a vzdelávacie podujatia pre rôzne vekové skupiny.

Dôležitým aspektom návrhu bola potreba vytvoriť interiér s otvoreným a priateľským charakterom, ktorý bude podporovať komunikáciu, spoluprácu a pocit bezpečia. Priestor mal zároveň pôsobiť reprezentatívne, ale nie formálne alebo inštitucionálne chladne.

Analýza zadania viedla k definovaniu troch základných princípov návrhu:

- flexibilita a modularita priestoru,
- komunitný a inkluzívny charakter,
- ekonomická efektívnosť riešenia.

Koncepcia návrhu

Návrh interiéru vychádza z idey otvoreného komunitného priestoru, ktorý bude schopný prirodzene prepájať formálne a neformálne aktivity. Koncepcia pracuje s princípom flexibilného priestoru bez pevne definovaných hraníc medzi jednotlivými funkčnými zónami. Cieľom bolo vytvoriť interiér, ktorý bude schopný reagovať na meniace sa potreby

používateľov počas dňa aj pri rôznych typoch podujatí.

Hlavnou ideovou líniou návrhu je myšlienka „otvorenej európskej obývačky“. Priestor má pôsobiť demokraticky, inkluzívne a prístupne pre každého návštevníka bez ohľadu na vek alebo sociálne postavenie. Táto idea sa premieta do otvorenej dispozície, absencie bariér a použitia mobiliáru umožňujúceho prirodzené sociálne interakcie.

Významným prvkom návrhu je veľkoformátová mapa sveta umiestnená na jednej z hlavných stien priestoru. Tento prvok má viacero významových rovín. Symbolicky reprezentuje medzinárodný charakter Európskej únie, podporuje ideu prepájania kultúr a zároveň vizuálne aktivuje priestor. Mapa zároveň slúži ako orientačný a edukatívny prvok podporujúci vzdelávací charakter centra.

Dôležitým aspektom konceptu bolo vytvorenie priestoru, ktorý nebude pôsobiť administratívne alebo inštitucionálne. Návrh preto pracuje s mäkkými prvkami, teplými materiálmi a neformálnym charakterom mobiliáru. Kombinácia drevených povrchov, svetlých stien a textilných doplnkov vytvára psychologicky príjemné prostredie podporujúce otvorenú komunikáciu.

Farebná koncepcia vychádza z neutrálnej svetlej palety doplnenej modrými akcentmi odkazujúcimi na identitu Európskej únie. Modrá farba zároveň podporuje pocit stability, dôvery a pokoja. Svetlé tóny interiér opticky zväčšujú a umožňujú lepšiu variabilitu priestoru pri rôznych typoch podujatí.

Koncepcia návrhu sa sústreďuje aj na vizuálnu jednoduchosť a čitateľnosť priestoru. Minimalistický charakter interiéru umožňuje jednoduchú orientáciu a zároveň vytvára neutrálny rámec pre rôzne aktivity. Priestor tak môže slúžiť rovnako efektívne pre odborné prezentácie, workshopy, komunitné stretnutia aj neformálne diskusie.

Z pohľadu prevádzky bolo dôležité navrhnúť priestor, ktorý umožní rýchlu reorganizáciu. Mobilný mobiliár, jednoduché dispozičné riešenie a otvorený pôdorys vytvárajú flexibilný systém, ktorý možno jednoducho prispôsobiť aktuálnym potrebám používateľov.

Pri návrhu bola zohľadnená aj sociálna dimenzia priestoru. Interiér bol koncipovaný tak, aby podporoval prirodzené stretávanie ľudí a vytváral podmienky pre komunitnú interakciu. Rozmiestnenie sedenia, otvorenosť dispozície a vizuálna prepojenosť jednotlivých zón podporujú komunikáciu a participáciu.

Priestor zároveň reflektuje potrebu súčasných komunitných centier vytvárať prostredie podporujúce pocit spolupatričnosti. Návrh preto pracuje s domácou atmosférou a princípom komunitnej obývačky, ktorá pôsobí otvorene, bezpečne a priateľsky.

Materiálové a dispozičné riešenie

Vizualizácie návrhu zobrazujú minimalisticky riešený multifunkčný interiér s dôrazom na flexibilitu a komunitný charakter priestoru. Priestor je navrhnutý ako otvorená platforma umožňujúca rôzne typy aktivít – od formálnych workshopov až po neformálne komunitné stretnutia.

Pri návrhu boli preferované ekonomicky dostupné a jednoducho realizovateľné materiály. Interiér pracuje s kombináciou svetlých povrchov, drevených prvkov a textilných doplnkov. Nábytok je navrhnutý ako variabilný a mobilný, čo umožňuje jednoduchú transformáciu priestoru podľa konkrétnych aktivít.

Priestor je rozdelený na niekoľko funkčných zón:

Pracovná a prezentačná zóna

Táto časť priestoru slúži na workshopy, prezentácie a školenia. Nachádzajú sa tu modulárne stoly a stohovateľné stoličky umožňujúce rôzne typy usporiadania.

Komunitná oddychová zóna

Oddychová časť je tvorená mäkkým sedením a menšími stolíkmi. Táto zóna podporuje neformálne stretnutia, diskusie a vytvára pocit komunitnej obývačky.

Informačná a vizuálna zóna

Súčasťou priestoru sú informačné plochy a vizuálne prvky prezentujúce aktivity EUROPE DIRECT a tematiku Európskej únie.

Reflexia hodnôt Európskej únie v priestore

Jedným z najdôležitejších aspektov návrhu bolo pretavenie abstraktných hodnôt Európskej únie do konkrétneho priestorového riešenia. Návrh interiéru preto nevníma priestor iba ako funkčný objekt, ale aj ako nositeľa spoločenských a kultúrnych významov.

Hodnota demokracie sa v priestore prejavuje najmä prostredníctvom otvorenej dispozície bez dominantných hierarchických prvkov. Nábytok je organizovaný tak, aby podporoval vzájomnú komunikáciu a rovnosť medzi účastníkmi stretnutí. Variabilita priestoru umožňuje vytváranie kruhových alebo komunitných usporiadaní podporujúcich diskusiu a participáciu.

Princíp rovnosti a inklúzie sa premieta do univerzálneho charakteru priestoru. Interiér je navrhnutý tak, aby bol prirodzene prístupný rôznym vekovým skupinám aj sociálnym komunitám. Flexibilita priestoru umožňuje organizovanie podujatí pre deti, mládež, dospelých aj seniorov.

Sloboda ako jedna zo základných hodnôt Európskej únie je v návrhu interpretovaná prostredníctvom otvorenosti a variability priestoru. Používateľ nie je limitovaný jedným spôsobom využitia interiéru, ale môže si priestor prispôsobovať podľa aktuálnych potrieb.

Dôležitou súčasťou konceptu je aj podpora medziľudského dialógu. Komunitný charakter priestoru vytvára prostredie podporujúce stretávanie rôznych názorových skupín a kultúrnych identít. Priestor tak funguje ako platforma občianskej komunikácie a participácie.

Vizuálne prvky interiéru odkazujú na ideu prepojenosti a medzinárodného dialógu. Veľkoformátová mapa sveta symbolicky reprezentuje otvorenosť voči rôznorodosti a medzinárodnej spolupráci. Tento prvok zároveň podporuje edukatívny charakter priestoru a vytvára silnú identitu interiéru.

Psychologická rovina priestoru zohráva významnú úlohu pri formovaní pocitu bezpečia a dôvery. Použitie mäkkých materiálov, svetlej farebnosti a prirodzeného osvetlenia vytvára prostredie podporujúce komfort používateľa. Interiér tak pôsobí neformálne a prístupne, čo je dôležité najmä pri komunitných aktivitách.

Návrh zároveň reflektuje súčasné chápanie verejného priestoru ako miesta sociálnej inklúzie. Komunitné priestory dnes neplnia iba praktickú funkciu, ale stávajú sa významným nástrojom podpory občianskej spoločnosti a lokálnej identity.

V tomto kontexte možno návrh vnímať ako priestorový model demokratického a otvoreného prostredia, ktoré podporuje spoluprácu, komunikáciu a kultúrnu výmenu.

Záver

Návrh interiéru sa nesústredí len na funkčnosť, ale aj na symbolickú rovinu priestoru. Hodnoty Európskej únie sú transformované do architektonického a dizajnérskeho jazyka prostredníctvom otvorenej dispozície, dostupnosti priestoru pre rôzne skupiny používateľov a demokratického charakteru usporiadania.

Otvorený pôdorys podporuje komunikáciu a rovnosť medzi návštevníkmi. Variabilita mobiliáru umožňuje prispôsobenie priestoru rôznym typom aktivít bez hierarchického členenia. Použitie komunitných prvkov podporuje participáciu a spoluprácu.

Dôležitým aspektom návrhu je aj psychologická rovina priestoru – snaha vytvoriť bezpečné, neformálne a príjemné prostredie podporujúce dialóg a vzájomný rešpekt.

Obrazová príloha



Obr. 1 Vizualizácia priestoru EUROPE DIRECT - autorky
Fig. 1 Visualisation of EUROPE DIRECT space - authors



Obr. 2 Vizualizácia priestoru EUROPE DIRECT - autorky
Fig. 2 Visualisation of EUROPE DIRECT space - authors



Obr. 3 Vizualizácia priestoru EUROPE DIRECT - autorky
Fig. 3 Visualisation of EUROPE DIRECT space - authors



Obr. 4 Vizualizácia priestoru EUROPE DIRECT - autorky
Fig. 4 Visualisation of EUROPE DIRECT space - authors

Literatúra

PALLASMAA, J. Oči kože: Architektúra a zmysly. Bratislava: Slovart, 2016.

GEHL, J. Život medzi budovami. Brno: Nadace Partnerství, 2012.

HALL, E. T. Skrytý rozmer. Praha: Portál, 2003.

Dokumenty a informačné materiály EUROPE DIRECT.

Interné podklady Centra komunitného organizovania (CKO).

HOKERLÍK AKO PRVÝ OBJEKT: OD SKICE K REÁLNEMU PROTOTYPU

THE STOOL AS A FIRST OBJECT: FROM SKETCH TO PHYSICAL PROTOTYPE

Nina Fridmanová[1], Júlia Knapíková[2], Katarína Boborová[3], Ľuboš Gajdoš[4]

[1,2,3,4]*Katedra dizajnu nábytku a interiéru, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen*

[1]*xfridmanova@is.tuzvo.sk,* [2]*xknapikova@is.tuzvo.sk*

[3]*boborova@is.tuzvo.sk ,* [4]*xgajdosl@is.tuzvo.sk*

Abstract

The paper focuses on the process of designing and producing a simple seating object – a stool – as the first complex design assignment for first-year students. The aim of the project was to understand design as a continuous process connecting digital design with physical realization.

Within the course *Workshop Studio*, students went through all stages of the design process – from the initial concept, through modeling and structural verification, to the production of a final prototype.

An important part of the process was physical testing through models, which helped students better understand proportions, stability, and material properties. The result was a series of original objects representing the students' first experience in connecting idea, material, and realization.

Key words: furniture design, stool, prototyping, design process, plywood, modeling, design education

Úvod

V súčasnosti sa dizajnérske vzdelávanie často prikláňa k práci v digitálnom prostredí. Návrhy vznikajú rýchlo a vizuálne presvedčivo, no mnohokrát zostávajú len v rovine konceptu. Ako študenti prvého ročníka sme sa preto v rámci predmetu Dielenský ateliér stretli s prístupom, ktorý nás viedol k pochopeniu dizajnu ako procesu smerujúceho k reálnej realizácii.

Cieľom zadania bolo navrhnúť a vyrobiť jednoduchý sedací objekt – hokerlík – a zároveň si osvojiť základné princípy navrhovania, konštrukcie a práce s materiálom. Dôležitým aspektom bolo uvedomenie si vzťahu medzi digitálnym návrhom a jeho fyzickou podobou.

Metodika

Práca bola koncipovaná ako postupný proces pozostávajúci z viacerých fáz. Na začiatku sme vytvárali ideové návrhy v podobe skíc, ktoré boli ďalej spracované v digitálnom prostredí. Následne sme pristúpili k ich overovaniu prostredníctvom fyzických modelov.

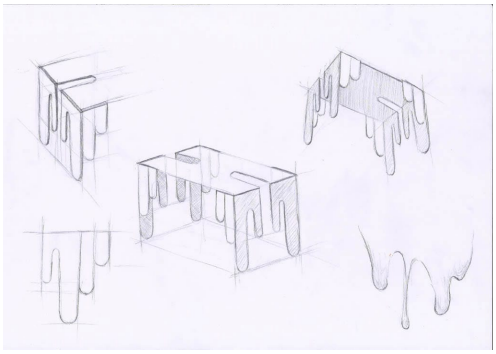
Individualita návrhu v rámci jednotného zadania

V jednotlivých návrhoch sa výrazne prejavila individualita študentov. Každý návrh

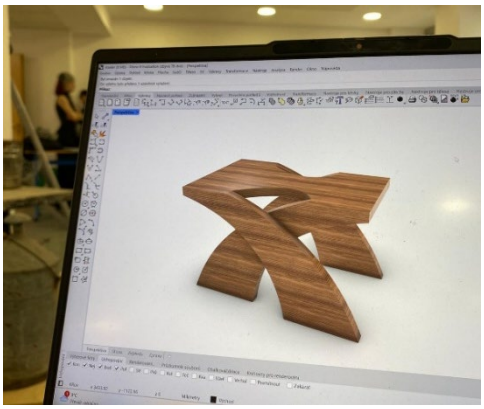
vychádzal z rovnakého zadania, ktoré znelo jednoducho: „Vytvoriť funkčný hokerlík ako jednoduchý nábytkový prvok na sedenie.". Výsledné riešenia sa aj napriek tomu odlišovali nielen tvarom, ale aj v myšlienkovom východisku.

Niektoré návrhy vychádzali z geometrickej prísnosti s čistými líniami a symetriou, iné návrhy sa opierali o autorovu skrytú myšlienku alebo významom. Určité hokerlíky boli inšpirované na základe historických referencií, kde sa autori pokúšali o ich reinterpretáciu v súčasnom kontexte.

Objavili sa aj návrhy vychádzajúce z každodenného života, hry svetla a tieňa, premysleného používania predmetov v reálnom priestore, či zo zlatého rezu. Práve takto môžu aj „obyčajné hokerlíky“ odrážať osobný rukopis každého autora.



Obr. 1 Skica hokerlíka –Júlia Knapíková
Fig. 1 Sketch of a stool– Júlia Knapíková



Obr. 2 Digitálny 3D návrh v Rhino – Adriana Mozolová
Fig. 2 Digital 3D design in Rhino – Adriana Mozolová

Význam fyzického modelu (pracovný model, 1:1)

Ďalej v procese sme použili dva typy modelov – pracovný model a model v mierke 1:1, ktoré boli vyrobené z 3mm peno-dosky. Tento krok nám umožnil lepšie pochopiť proporcie, stabilitu a konštrukčné princípy navrhovaného objektu. Zároveň sme dokázali identifikovať problémy, ktoré by v kresbe neboli zrejmé.



Obr. 3 Malý (pracovný) peno-doskový model a model v mierke 1:1 – Nina Fridmanová
Fig. 3 Small (working) foam-board prototype and 1:1 scale model – Nina Fridmanová

Rozdiel medzi konceptom a funkčným objektom

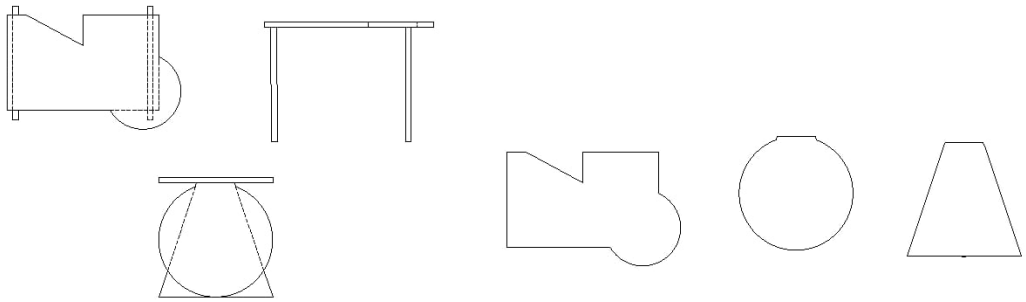
Samotná skica a malý – „pracovný“ model boli teda len prvým krokom v procese, ktorý nám umožnil rýchlo overiť tvarové možnosti, proporcie a základné princípy dizajnu. Už v tejto fáze sme si boli vedomí, že návrh je len východiskovým bodom a jeho skutočné fungovanie je potrebné fyzicky overiť.

Rozdiel medzi kresbou a fyzickou realitou sa ukázal ako zásadný, pretože nie všetko, čo sa na výkrese zdalo funkčné, bolo v materiáli realizovateľné.

Dôležitou súčasťou návrhu bola aj konštrukcia a stabilita objektu s dôrazom na ergonómiu hokerlíka. Už v ranných fázach návrhu sme sa zaoberali tým, ako sa prenáša zaťaženie a kde sa nachádza jeho ťažisko. Počas tvorby sa ukázalo, že aj malé zmeny v sklone, rozložení nôh alebo spôsobe spojenia výrazne ovplyvňujú celkovú pevnosť a vyváženosť konštrukcie. Tento aspekt nás viedol k presnejšiemu zváženiu vzťahu medzi formou a statickou funkciou objektu.

Dielňa ako súčasť dizajnérskeho vzdelávania

Realizácia prebiehala v dielňach pod vedením odborníkov, pričom sme pracovali najmä s brezovou, 15 mm preglejkou a s kolíkmi typu „domino“. Preglejka bola vyrezávaná na CNC stroji, ktorý bol naprogramovaný na základe našich AutoCad výkresov.



Obr. 4 Technický Autocad výkres hokerlíka– Nina Kocianová
Fig. 4 Technical Autocad drawing of a stool – Nina Kocianová

Pred prácou v dielňach sme boli poučení o strojoch samotných a o bezpečnosti na pracovisku a na základe získaných poznatkov sme pristúpili k výrobe finálneho prototypu.

Dielenské prostredie nám poskytlo priestor na získanie praktických skúseností s nástrojmi, technológiami a spracovaním materiálov, čím sa stal neoddeliteľnou súčasťou dizajnérskeho vzdelávania. Mali sme možnosť byť pri frézovaní, pri lamelovaní preglejky, či samotnom procese lepenia pomocou domino spojov. Materiál ale aj samotné prostredie nám teda umožnilo experimentovať s rôznymi spôsobmi skladania, spájania a tvarovania.

Materiál – preglejka (vlastnosti, možnosti, limity)

Preglejka sa ukázala ako vhodný materiál vďaka svojej pevnosti, flexibilite a relatívne ľahkej opracovateľnosti. Zároveň sme narazili aj na jej limity, najmä v presnosti rezov, pevnosti spojov a orientácii vrstiev materiálu, čo výrazne ovplyvnilo výslednú stabilitu objektu.



Obr. 5 Proces výroby v dielni – lamelovanie preglejky
Fig. 5 Production process in the workshop – plywood lamination

Výsledky a diskusia

Výsledkom projektu je séria autorských hokerlíkov, ktoré sa líšia tvarovým riešením, konštrukciou aj prístupom k materiálu. Napriek tomu majú spoločný základ v procese, ktorý prepája začiatočné skice s fyzickou realizáciou.

Osobná skúsenosť študenta s realizáciou projektu

Realizácia projektu predstavovala pre študentov komplexnú skúsenosť, ktorá presiahla rámec bežnej ateliérovej tvorby. Pre mnohých to bolo prvýkrát čo niesli zodpovednosť nielen za vizuálny návrh, ale aj za jeho technickú uskutočniteľnosť a fyzickú realizáciu. Proces práce odhalil rozdiel medzi ideálnou predstavou návrhu a reálnymi možnosťami materiálu, nástrojov a výrobných postupov.

Vzťah formy a funkcie

Významnou súčasťou procesu bolo aj uvedomenie si vzťahu medzi formou a funkciou. Mnohé návrhy museli byť počas procesu upravené, pretože estetické riešenia nebolo možné zachovať bez dodania dôrazu na funkčnosť, ergonómiu, či stabilitu hokerlíka.

Tento proces nám teda ukázal rozdiel medzi konceptom, reálnym funkčným objektom a presvedčil nás, že vizuálne atraktívny tvar nemusí byť automaticky funkčný. Skúsenosť s používaním objektu po jeho dokončení umožnila kriticky zhodnotiť návrh a pochopiť, že úspešný dizajn vzniká vyvážením estetických, konštrukčných a užívateľských aspektov.

Získané praktické zručnosti (nástroje, technológie)

Dôležitým prínosom bolo pochopenie významu fyzického modelovania a práce v dielni, kde boli majstri ochotní konzultovať postupy a upozorňovať na technologické limity. Praktická skúsenosť nám umožnila lepšie porozumieť vlastnostiam materiálu a technologickým obmedzeniam výroby.

Projekt výrazne prispel k rozvoju praktických zručností študentov. Okrem manuálnej práce s materiálom šlo najmä o schopnosť plánovať pracovný postup, odhadovať časovú náročnosť jednotlivých operácií a pracovať systematicky. Študent sa naučil čítať technickú dokumentáciu v širších súvislostiach a prepojiť ju s reálnou výrobou.

Dôležitým prínosom bola aj schopnosť reagovať na chyby a nepredvídané situácie. Proces výroby ukázal, že precíznosť a trpezlivosť majú zásadný vplyv na výslednú kvalitu objektu. Tieto zručnosti sú prenositeľné aj do budúcej profesionálnej praxe v oblasti dizajnu a tvorby úžitkových objektov.

Prezentácia a komunikácia návrhu (fotografia, sociálne siete)

Prezentácia návrhu je dôležitou súčasťou dizajnérskeho procesu. V projekte zohrávala významnú úlohu fotografia, ktorá umožnila objekt zdokumentovať a sprostredkovať jeho formu, materiál a detaily spracovania aj mimo fyzickej prítomnosti. Spôsob fotografovania výrazne ovplyvnil vnímanie návrhu a jeho výslednú vizuálnu kvalitu.

Sociálne siete slúžili ako platforma na prezentáciu projektu širšiemu publiku. Zdieľanie návrhu prinieslo spätnú väzbu od odbornej aj laickej verejnosti a poukázalo na význam zrozumiteľnej a vizuálne presvedčivej komunikácie dizajnu. Projekt tak ukázal, že dizajn nekončí realizáciou objektu, ale pokračuje jeho prezentáciou a verejným prijatím.





Obr. 6 Fotenie hokerlíkov – Viktória Malčeková, Natália Krajčírová
Fig. 6 Photographing the stools – Viktória Malčeková, Natália Krajčiová

Obr. 7 Finálny prototyp z preglejky – Andrea Cepková
Fig. 7 Final plywood prototype – Andrea Cepková





Obr. 8 Séria autorských hokerlíkov
Fig. 8 A series of custom-designed stools

Obr. 9 Výstava Nábytok a bývanie 2026 v Nitre
Fig. 9 Nábytok a bývanie 2026 Exhibition in Nitra, Slovakia

Výstava ako konfrontácia s verejnosťou

Súčasťou projektu bola aj prezentácia výsledkov. Priebežne sme zdieľali proces navrhovania na sociálnych sieťach, čo nám umožnilo získať spätnú väzbu. Finálne objekty boli profesionálne nafotené a prezentované na výstave Nábytok a bývanie 2026 na výstavisku Agrokomplex v Nitre.

Vystavenie projektu predstavovalo dôležitý moment konfrontácie s odbornou aj laickou verejnosťou. Objekt prestal byť ateliérovým cvičením a stal sa verejne hodnoteným predmetom.

Spätná väzba návštevníkov poukázala na rozdielne spôsoby čítania dizajnu a potvrdila význam jasnej komunikácie funkcie a myšlienky objektu. Výstava zároveň posilnila sebavedomie študentov a schopnosť obhájiť vlastné návrhové rozhodnutia.

Záver

Projekt nám ukázal, že dizajn nie je izolovaný akt tvorby, ale komplexný proces, ktorý prepája ideu, materiál, technológiu a komunikáciu. Prepojenie kresebných návrhov s fyzickou realizáciou sa ukázalo ako kľúčové pre pochopenie základných princípov navrhovania.

Priebeh práce sme sa teda naučili vnímať ako cestu od prvotnej myšlienky, cez digitálny návrh, fyzické modelovanie až po finálnu realizáciu, čo nám umožnilo pochopiť dizajn ako postupný sled rozhodnutí, skúšania a úprav, ktoré nás priviedli k finálnemu riešeniu.

Vďaka práci v dielni sme získali cenný náhľad do fungovania fabrikácie, a tak sme boli priamo prítomní pri kompletnej realizácii vlastného dizajnu, od výberu detailu až po finálnu povrchovú úpravu.

Významnou udalosťou bola aj výstava Nábytok a bývanie 2026 na výstavisku Agrokomplex v Nitre, pričom spätná väzba návštevníkov nám poukázala na rozdielne spôsoby čítania dizajnu a potvrdila význam jasnej komunikácie funkcie a myšlienky objektu. Výstava zároveň posilnila sebavedomie študentov a schopnosť obhájiť vlastné návrhové rozhodnutia.

Táto skúsenosť je pre nás ako začínajúcich dizajnérov zásadná a ovplyvňuje naše ďalšie uvažovanie o dizajne. Uvedomili sme si, že skutočná hodnota návrhu sa prejavuje až v jeho realizácii a schopnosti fungovať v reálnom prostredí.

EXPERIMENTÁLNY DIZAJN NÁBYTKU AKO STRET FUNKCIE, FRAGMENTÁCIE A VÝTVARNÉHO VYJADRENIA V INTERIÉROVOM PRIESTORE

EXPERIMENTAL FURNITURE DESIGN AS AN INTERSECTION OF FUNCTION, FRAGMENTATION, AND ARTISTIC EXPRESSION IN INTERIOR SPACE

Martina Kollová[1], Katarína Boborová[2], Ľuboš Gajdoš[3], Simona Hanes[4]

[1,2,3]Katedra dizajnu nábytku a interiéru, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

[1]xkollova@is.tuzvo.sk , [2]boborova@is.tuzvo.sk , [3]xgajdosl@is.tuzvo.sk , [4]haness@is.tuzvo.sk

Abstract

The paper focuses on experimental furniture design as a connection between functionality, fragmentation, and artistic expression within interior space. The work explores the boundary between furniture as a utilitarian object and furniture as an artistic artifact. Folk furniture, particularly the traditional wooden stool known as a *hokerlík*, serves as the primary source of inspiration and is understood as an artifact of everyday life carrying tradition, function, and symbolic meaning. The design process draws from principles of traditional living, multifunctionality of folk interiors, and the geometric symbolism of Čičmany ornaments. The outcome is a modular furniture system composed of repeating segments that allow the creation of various functional configurations such as seating, benches, tables, and storage elements. At the same time, the design transcends conventional furniture and operates as an artistic object reflecting folk environment, protective symbolism, and fragments of time.

Key words: experimental design, furniture design, folk furniture, modular furniture, fragmentation, artistic expression, interior space, artifact, symbolism, traditional living

Úvod

Nábytok je prirodzenou súčasťou každodenného života človeka. V interiéri ho často vnímame predovšetkým cez jeho praktickú funkciu – sedíme na ňom, odkladáme doň veci, stolujeme pri ňom alebo ho používame ako oporu tela. Napriek tomu môže nábytok prekračovať hranicu bežného úžitkového predmetu a nadobúdať charakter výtvarného diela. Práve tento presah medzi funkciou a výtvarným vyjadrením predstavuje základnú tému práce.

Experimentálny dizajn nábytku umožňuje skúmať, do akej miery môže byť objekt funkčný a zároveň niesť estetický, symbolický alebo kultúrny význam. Na rozdiel od umeleckých diel vystavených v galériách, ktorých sa divák zväčša nedotýka, nábytok vstupuje s používateľom do priameho fyzického kontaktu. Telo človeka sa stáva jeho súčasťou, používa ho, premiestňuje, skladá alebo mení jeho funkciu. Vzniká tak vzťah medzi objektom, priestorom a užívateľom.

V práci sa zameriavam na nábytok s výtvarným presahom, ktorý môže fungovať nielen ako praktický prvok interiéru, ale aj ako nositeľ príbehu. Dôležitým zdrojom inšpirácie sa stal ľudový nábytok a tradičné bývanie. Ľudové prostredie je zaujímavé svojou jednoduchosťou, účelnosťou, remeselnou logikou a symbolickou vrstvou. Predmety v ňom nevznikali ako

dekorácia bez významu, ale ako potrebné objekty každodenného života. Aj napriek jednoduchosti však často niesli estetickú a ochrannú hodnotu.

Nábytok medzi funkciou a umeleckým dielom

Hranica medzi funkčným predmetom a umeleckým dielom nie je vždy jednoznačná. Sochu vnímame ako výtvarné dielo, no ak by bola doplnená o svetelný zdroj alebo by slúžila ako vešiak, začala by nadobúdať aj úžitkovú funkciu. Podobne môžeme uvažovať aj o nábytku. Stolička, stôl alebo lavica môžu byť bežnými predmetmi, ale zároveň môžu niesť výtvarnú hodnotu, symboliku alebo odkaz.

Historický vývoj nábytku ukazuje, že umelecká hodnota nábytku nie je novým javom. Už v minulosti bol nábytok zdobený ornamentmi, vyrábaný z kvalitných materiálov a často vyjadroval spoločenské postavenie majiteľa. Tróny, truhlice, lavice alebo postele neboli iba funkčnými predmetmi, ale aj znakmi moci, identity a kultúrneho prostredia.

S nástupom priemyselnej výroby sa nábytok stal dostupnejším širšej spoločnosti. Masová produkcia priniesla štandardizáciu, efektivitu a dostupnosť, no zároveň často oslabila jedinečnosť remeselného predmetu. Súčasný dizajn preto opätovne hľadá autenticitu, osobný výraz a návrat k materiálu, remeslu či historickej pamäti. Tento návrat nemusí znamenať krok späť, ale môže byť spôsobom, ako minulosť interpretovať v súčasnom kontexte.

Ľudový nábytok ako zdroj inšpirácie

Ľudový nábytok predstavuje špecifickú kategóriu nábytkovej tvorby. Bol úzko spätý s každodenným životom, lokálnymi materiálmi, remeselnou zručnosťou a potrebami konkrétnej komunity. Jeho hlavnou úlohou bolo vytvárať podmienky pre spánok, stolovanie, prácu a skladovanie. Medzi základné typy patrili posteľ, stôl, stolička, lavica, truhla, polica alebo jednoduchý hokerlík.

Napriek praktickému charakteru mal ľudový nábytok aj estetickú hodnotu. Objavovali sa na ňom geometrické a rastlinné ornamenty, maľby, rezby alebo jednoduché konštrukčné detaily. Tieto prvky často niesli aj symbolický alebo ochranný význam. Ľudový nábytok tak vytváral most medzi úžitkovosťou a výtvarným prejavom.

Pre súčasného dizajnéra je ľudový nábytok zaujímavý práve preto, že umožňuje voľnejšiu interpretáciu. Na rozdiel od retro nábytku, ktorý je často spojený s osobnou alebo generačnou nostalgiou, ľudový nábytok vnímame viac ako historický artefakt. Nevyvoláva potrebu presnej kópie, ale otvára priestor na abstrahovanie princípov, tvarov, funkcií a symbolov.

Hokerlík ako artefakt

Významným inspiračným prvkom návrhu sa stal hokerlík. Ide o jednoduchý kus ľudového nábytku, ktorý mal v minulosti viacero funkcií. Slúžil ako nízke sedenie, podložka pod nohy, malý stolík alebo pracovná pomôcka. Jeho hodnota spočíva v čistej účelnosti, jednoduchej konštrukcii a schopnosti prispôsobiť sa rôznym situáciám.

V kontexte práce je hokerlík chápaný ako artefakt. Predstavuje predmet vytvorený ľudskou činnosťou, ktorý vznikol v konkrétnom kultúrnom a sociálnom prostredí. Nesie informáciu o spôsobe života, remeselnej logike a každodenných potrebách človeka. Zároveň je fragmentom času – odkazom na obdobie, v ktorom boli predmety vytvárané s dôrazom na jednoduchosť, trvácnosť a funkčnosť.

Pri návrhu modulárneho systému sa hokerlík stal základným východiskom pre segment, ktorý tvorí nosnú a stavebnú časť konštrukcie. Nejde o jeho doslovné kopírovanie, ale o transformáciu jeho princípov do súčasného experimentálneho dizajnu.

Ornament, symbolika a fragmentácia

Ďalším dôležitým zdrojom inšpirácie bola geometrická symbolika ľudového prostredia, najmä čičmianske ornamenty. Tieto ornamenty sú známe z výzdoby drevených domov v obci Čičmany, ale ich pôvod súvisí aj s výšivkami a širšou tradíciou geometrického zdobenia. Pôvodne mali nielen estetickú, ale aj ochrannú funkciu.

Motívy ako kríž, kruh, kosoštvorec, vidlica alebo špirála možno interpretovať ako symboly ochrany, plodnosti, rastu, pohybu alebo uzavretého bezpečného priestoru. V súčasnosti sú tieto významy často vnímané najmä dekoratívne, no v tradičnom prostredí mali hlbší symbolický rozmer.

V návrhu sa ornament nepoužíva ako plošná dekorácia, ale ako princíp tvarovania a skladania. Fragmentácia sa prejavuje vo vrstvení, opakovaní a spájaní jednotlivých segmentov. Objekt tak nevzniká ako jeden uzavretý kus, ale ako systém častí, ktoré sa dajú meniť, kombinovať a transformovať. Fragment sa stáva základným stavebným princípom návrhu.

Metodika tvorby

Tvorivý proces vychádzal z teoretického výskumu, vizuálnej rešerše a postupného skicovania. V úvodnej fáze bolo dôležité pomenovať základné pojmy práce – funkcia, fragment, artefakt, symbolika a výtvarný presah. Tieto pojmy následne určovali smerovanie návrhu.

Počas rešerše boli skúmané príklady ľudového nábytku, tradičného bývania, čičmianskych ornamentov a súčasného experimentálneho nábytku. Získané poznatky boli následne transformované do návrhového procesu. Skicovanie sa zameriavalo na hľadanie jednoduchého segmentu, ktorý by mohol plniť viacero funkcií a zároveň niesť symbolický význam.

Dôležitou súčasťou metodiky bolo overovanie možností skladania. Cieľom nebolo vytvoriť iba jeden solitérny objekt, ale systém, ktorý sa môže meniť podľa potrieb užívateľa. Konzultácie a priebežná spätná väzba pomáhali spresňovať tvarové, funkčné aj významové riešenie návrhu.

Návrhové riešenie

Hlavnou myšlienkou návrhu je vytvorenie modulárneho systému zloženého z opakujúcich sa segmentov. Základ tvorí segment A, inšpirovaný hokerlíkom ako artefaktom ľudového interiéru. Tento segment má nosnú a funkčnú úlohu. Môže slúžiť ako samostatné sedenie, podstava alebo stavebný prvok väčšej zostavy.

Druhým prvkom je segment B, ktorý umožňuje prepájanie jednotlivých častí a vytváranie ďalších funkčných zostáv. Kombinovaním segmentov vzniká lavica, stolík, úložný systém alebo priestorová kompozícia. Objekt tak reaguje na princíp tradičného bývania, kde mal každý predmet jasnú funkciu, no zároveň mohol byť využívaný viacerými spôsobmi.

Farebné a tvarové členenie zdôrazňuje fragmentáciu a skladanie. Pri pohľade z rôznych uhlov môže systém vytvárať vizuálne odkazy na ornament alebo ochranný symbol. Výsledný návrh preto nefunguje iba ako nábytok, ale aj ako výtvarný objekt v priestore.

Cieľová skupina a využitie

Keďže ide o experimentálny dizajn, cieľovou skupinou je užívateľ, ktorý vyhľadáva netradičné riešenia a vníma nábytok aj ako estetický alebo symbolický objekt. Modulárny systém môže byť využiteľný v súkromnom interiéri, galérii, verejnom priestore, škole, divadle alebo scénografii.

Produkt je vhodný pre rôzne vekové kategórie. V detskom prostredí môže fungovať ako

hravý a skladací systém, vo verejnom priestore ako variabilné sedenie a v galérii ako objekt na pomedzí dizajnu a sochy. Jeho význam spočíva v tom, že umožňuje používateľovi aktívne vstupovať do priestoru, meniť ho a vytvárať vlastné zostavy.

Záver

Práca skúma možnosti experimentálneho dizajnu nábytku, ktorý prepája funkciu, fragmentáciu a výtvarné vyjadrenie. Východiskom sa stal ľudový nábytok, tradičné bývanie a hokerlík ako jednoduchý, viacúčelový a symbolicky hodnotný artefakt.

Navrhnutý modulárny systém odkazuje na základné potreby človeka – sadnúť si, odložiť veci, vytvoriť si priestor na oddych alebo prácu. Zároveň však prekračuje hranicu bežného nábytku a stáva sa nositeľom príbehu, tradície a fragmentu času. Výsledný objekt je preto možné chápať ako funkčný nábytok, výtvarný prvok aj symbolický odkaz na ľudové prostredie.

Experimentálny dizajn v tomto prípade nevzniká ako popretie funkcie, ale ako jej rozšírenie. Funkcia sa prepája s estetikou, materiálom, tvarom a významom. Nábytok sa tak stáva nielen predmetom používania, ale aj prostriedkom komunikácie medzi minulosťou, súčasnosťou a užívateľom.

Obrazová príloha



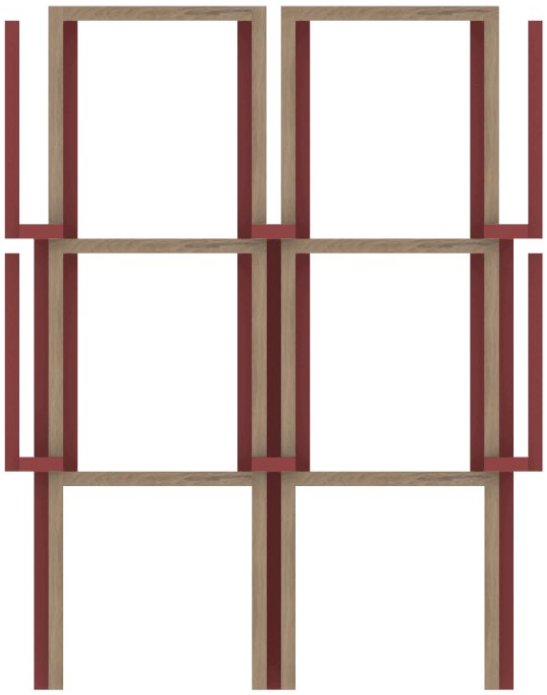
Obr. 1 Skica pôvodnej ľudovej izby
Fig. 1 Sketch of the traditional folk interior room



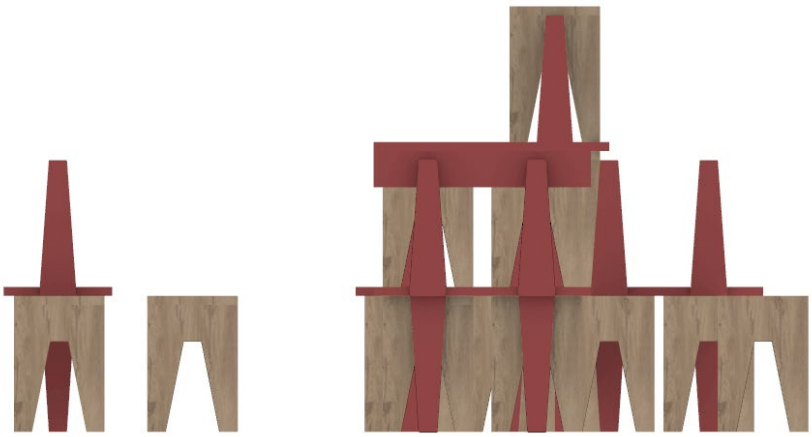
Obr. 2 Návrh sedacieho nábytku: segment
Fig. 2 Seating furniture design: segment



Obr. 3 Dva moduly objektu
Fig. 3 Two modules of the object



Obr. 4 Duplikovanie, vrstvenie a množenie segmentov
Fig. 4 Duplication, layering, and multiplication of segments



Obr. 5 Scénické variácie segmentov
Fig. 5 Scenic variations of the segments

Ďalšie smerovanie práce a témy na rozpracovanie

Návrh experimentálneho modulárneho systému otvára viacero možností ďalšieho výskumu a rozpracovania témy. Vzhľadom na rozsah práce nebolo možné detailne analyzovať všetky oblasti, ktoré s návrhom úzko súvisia. Nasledujúce témy sa preto stanú predmetom ďalšieho spracovania, experimentovania a overovania v najbližšom období.

Jednou z hlavných oblastí bude podrobnejšie konštrukčné a materiálové riešenie jednotlivých segmentov. Dôležité bude overovanie stability, variability skladania a možností sériovej alebo remeselnej výroby. Súčasťou ďalšieho procesu bude aj experimentovanie s rôznymi druhmi dreva, povrchovou úpravou a ekologickým prístupom k výrobe a minimalizácii odpadu materiálu.

Významnou témou bude aj farebnosť a vizuálna identita objektu. V ďalších návrhoch sa chceme zamerať na skúmanie vzťahu medzi ornamentom, geometriou a farebným akcentom, ktorý môže zvýrazniť fragmentáciu a symbolický charakter návrhu. Dôležitou súčasťou bude aj práca so svetlom, tieňom a vnímaním objektu v priestore z rôznych uhlov pohľadu.

Ďalším smerovaním bude skúmanie objektu v kontexte scénografie, galérie a inštalácie. Modulárny systém má potenciál fungovať nielen ako nábytok, ale aj ako priestorový artefakt alebo sochársky objekt. V budúcnosti preto plánujeme vytvárať väčšie priestorové kompozície, ktoré budú pracovať s témou symboliky, ochranných prvkov a magického významu ornamentu v súčasnom interiéri.

Samostatnou témou bude aj vzťah používateľa a objektu. Zaujíma nás spôsob manipulácie s jednotlivými segmentmi, ich variabilita a schopnosť meniť charakter priestoru. Dôležitou otázkou zostáva aj psychologické a emocionálne pôsobenie objektu na používateľa a jeho schopnosť vytvárať atmosféru, spomienku alebo pocit bezpečia.

V ďalšej fáze sa chceme venovať aj vizuálnej komunikácii produktu, tvorbe loga, obalu a celkovej identity návrhu. Súčasťou procesu bude fotografická dokumentácia objektu v rôznych interiéroch a situáciách, ktorá pomôže lepšie prezentovať jeho funkčné aj výtvarné možnosti.

Literatúra

FINNEGAN, Ruth. *Tradition*. In: BARNARD, Alan – SPENCER, Jonathan (eds.). Encyclopedia of Social and Cultural Anthropology. London : Routledge, 1996. ISBN 978-0415099968.

VESELOVSKÝ, Juraj. *Ľudový nábytok na Slovensku*. Bratislava : Tatran, 1983.

NÁDASKÁ, Katarína. *Slovenský rok : Tradície, zvyky, obrady a sviatky našich predkov*. Bratislava : Fortuna Libri, 2012. ISBN 978-8081420048.

PLICKA, Karol. *Čičmany : ľudová architektúra a ornament*. Martin : Osveta, 1954.

JURKOVIČ, Dušan Samuel. *Architektúra a ľudové staviteľstvo*. Bratislava : Tatran, 1987.

BROOKS, Katherine. *The Intersection of Art and Functional Design*. New York : Design Press, 2018. ISBN 978-1452165487.

DROSTE, Magdalena. Bauhaus. Köln : Taschen, 2019. ISBN 978-3836560154.

NAYLOR, Gillian. *The Arts and Crafts Movement*. London : Studio Vista, 1971. ISBN 978-0289700939.

SPARKE, Penny. *An Introduction to Design and Culture: 1900 to the Present*. London : Routledge, 2013. ISBN 978-0415686182.

PEVSNER, Nikolaus. *Pioneers of Modern Design*. New Haven : Yale University Press, 2005. ISBN 978-0300105712.

JANÁKOVÁ, Ľudmila. *Tradičné bývanie a kultúra interiéru na Slovensku*. Bratislava : Veda, 1998.

MARENČÍKOVÁ, Jana. *Ornament a symbol v ľudovom umení*. Nitra : UKF, 2010. ISBN 978-8080947423.

HAUK, Martin. *Experimentálny dizajn v súčasnom interiéri*. Brno : VUTIUM, 2017. ISBN 978-8021449870.

BÜRDEK, Bernhard E. *Design: History, Theory and Practice of Product Design*. Basel : Birkhäuser, 2005. ISBN 978-3764370290.

NORMAN, Donald A. *The Design of Everyday Things*. New York : Basic Books, 2013. ISBN 978-0465050659.

RESIN AND WOOD – NEW APPROACHES TO DESIGNING HYBRID GUITAR BODIES

Bartosz Krzewina[1], Tomasz Krystofiak[2]

[1,2]Poznan University of Life Sciences, Department of Wood Science and Thermal Techniques, Wojska Polskiego St. 38/42, 60-627 Poznań

[1]bartoszkrzewina@gmail.com

Abstract

The project aimed to produce five guitars using different types of wood, decorative epoxy resin and auxiliary materials. The design process focused on experiments with pearlescent pigments (achieving a full-coverage effect and a satin gloss) and dyes (emphasising the grain pattern), assessing the material's stability during machining, and analysing the aesthetic and decorative features (colour, gloss, transparency) of the finished surfaces treated with lacquer and oil.

It was stated, amongst other things, that:

- The addition of FHU STE pearlescent pigments (black-gold, orange-gold) increases opacity and colour intensity,
- The choice of varnish type (varnish vs oil) in combination with resin has a significant impact on changes in the gloss level of the instruments when viewed from different angles,
- The selection of the appropriate epoxy resin, pigments, and type of finishing product (lacquer, oil) has a significant impact on the visual appearance of the guitars.

Key words: guitar, decorative epoxy resin, wood, gloss, colour, lacquer product

Introduction

The origins of the guitar date back to ancient times, when people began to create the first stringed instruments. The guitar as we know it today did not yet exist, but instruments that were its direct predecessors were in use. Over the years, lutes and lyres were created. However, the breakthrough came with the emergence of the first classical and Baroque guitars, where the outline of the guitar had already firmly established itself. The next major development came in the 19th century with the creation of the acoustic guitar. Spruce and cedar were most commonly used for this type of guitar, with the sides made from rosewood. The necks were made from ebony or rosewood; in later years, these woods began to be used for the fingerboards, whilst most of the neck was made from beech. The grain of the wood and the growth rings played a significant role here; these could not be random or irregular. As with violins, the regularity of the early and late growth rings has a very strong influence on the quality and tone of the sound. However, the breakthrough came in the 1930s, when the first electric guitar was created. Magnetic pickups made it possible to convert sound waves into an electrical signal. This

revolutionized the way guitars were made, with the type and quality of wood ceasing to be of such critical importance. People stopped focusing on the density of a particular type of wood and began to look at aesthetic qualities instead. Of course, certain rules that apply, and some species are generally avoided unless they are amplified in some way.

Experimental part

I paid particular attention to the string tension, which is very important. The difference, however, is that less emphasis is now placed on how well a particular material carries the sound. In my designs, I have used various types of wood, some more popular than others.

In my guitar projects, I mainly use Microfloor Pox 500 Crystalline UV resin. This is a classic two-component epoxy resin characterised by a long gelation time of between 24 and 36 hours. Thanks to this property, it is ideal for bonding with wood which – despite initial impregnation – may still release air bubbles. The extended gelation time allows for the effective removal of any bubbles from the resin structure.

The manufacturer states on the label that the maximum thickness of a single coat is 5 cm. However, this figure is open to question: whilst up to a thickness of 5 cm there is no overheating and no characteristic orange peel texture forms, air bubbles do form on the surface, which negatively affect the final result.

The main features that distinguish this resin from others I have used previously are its UV stabilisers and its high ability to block ultraviolet radiation. With many resins available on the market, even when dyes or pearlescent pigments are added, I have observed the material yellowing significantly over time. This resin, however, is characterised by very high colour stability.

A key aspect of the guitar-making process is the ability to machine the cured material. In my workshop, I use machine tools that work on the material when levelling surfaces and milling holes for the electronics and the neck. Many epoxy resins have low vibration resistance and, due to their brittleness, resemble glass rather than a structural material. In contrast, Microfloor Pox 500 – thanks to a mixing ratio of 100:40 (a higher proportion of base component than hardener) – achieves a structure that is more resistant to cracking. This allows for a significantly greater number of cutting operations than is possible with resins with a 100:50 ratio. Cutting, milling and planing are possible, and there is no chipping on the machined edges, which is of particular importance during final sanding.

The second type of resin I use in my projects is AG-BET's UV-curing resin. It is an excellent solution for surface repairs where imperfections have arisen during the curing process, such as air bubbles or cracks. Using a UV lamp, I am able to fill these defects, and thanks to the rapid curing, impregnate the wood in such a way that the resin does not penetrate too deeply into its structure. I often use this method when impregnating poplar: if standard epoxy resin were used, the wood would absorb it unevenly, and it would not be possible to remove the excess by planing. Due to the UV activation, it is then necessary to apply a varnish that blocks ultraviolet radiation to prevent discolouration from occurring over time.

For the final finish, after sanding with 3000-grit sandpaper, I use Bostik Super Color Acrylic Universal Fast varnish. Epoxy resin has good adhesion to acrylic lacquers. Of the several products I have tested, this varnish performs best in my projects – it provides a scratch-resistant surface and a high gloss finish, which is crucial for me.

I use pearlescent pigments from FHU STE and Ag-Bet dyes as colourants. Depending

on the formulation, they can be transparent or – in the case of pigments – completely block the passage of radiation.

It was decided to assess the aesthetic and decorative features (gloss, colour, transparency) of the finishes (lacquer and oil) applied to the guitars.

Using a TESTAN photoelectric apparatus, gloss was measured in accordance with the DIN 67530:1982 and PN-ISO 2813:1994 standards. Ten measurements were taken for each sample in the direction opposite the varnish application using 60-degree geometries on each sample.

The colour was measured with the NH-110 colorimeter from Anticorr Comp. according to the ISO 7724-2 standard, ten colour measurements were taken for each sample in the opposite direction to the varnish application [49]. The colour was assessed using the CIELab system. The following characteristics were used to measure colour: lightness (L*), degree of redness (a*), degree of yellowness (b*). Because red and green are opposite colours and blue and yellow are complementary colours, the colour axes (a* and b*) are based on this idea. Lightness (denoted as L*) is represented by the central vertical axis, with values ranging from 0 (black) to 100 (white). A grid of lines parallel to the a* and b* axes surround planes of constant brightness L* in the graphic depiction of this colour space.

In this project influence of additions of pigments upon color in different guitars was estimated.

Evaluation and discussion

For this project, 5 different guitars were prepared. Below the properties of wood species were presented and in the Fig. 1 – Fig. 5 photos were shown.

Aspen (Populus tremula)

Poplar wood is certainly one of the more popular choices. It is an excellent material for guitar bodies and very popular amongst luthiers. This wood is very light, which translates into comfort for the player; I have made several bodies from this wood myself. Poplar is also characterised by the fact that you can quite often find burl in it, which adds character to the instrument.



Fig. 1. Aspen guitar with an acacia and ash inlay for reinforcement

Acacia (Robinia pseudoacacia L.)

Acacia certainly falls into the medium-hardwood category. It is a rather uncommon choice amongst luthiers and guitar makers. Acacia bodies are usually made to special order. It is not as light a wood as poplar. However, its colouring is a major advantage. I myself have used acacia wood on several occasions for bodies as well as other projects involving resins; it works perfectly because it does not absorb the resin, and because acacia is a fairly hard wood with a dense structure, it does not produce as many air bubbles after being filled with resin, which makes the finishing process easier. By planing down the resin I use in my projects, I've achieved a cross-section of the pine cones that creates a unique composition with the acacia wood.



Fig. 2. Telecaster-style guitar made from acacia wood combined with epoxy resin and pine cones embedded within it

Pear Wood

Pear wood is a rather rare material in instrument-making; despite its excellent structure and hardness, it is prized by guitar makers for its superb aesthetic qualities and durability. Fruit woods, despite their many advantages, are often overlooked or forgotten. I had the opportunity to work with pear burl, which, when embedded in resin, brought out its tonal qualities.



Fig. 3. Guitar from Pear wood

Walnut (Juglans regia)

Guitars made from walnut are something of a contentious topic amongst guitar body makers. The main issue with such guitars is their weight, though the visual appeal more than makes up for the instrument's heft. When building guitars, I have grown very fond of this wood due to its interesting colouring and high hardness. It is a relatively rare type of wood, partly because, despite being dried, walnut retains some of its natural oils; these remain in the wood over time and affect the gluing process or the application of varnish. When making laminated walnut pieces, white glue is not recommended; instead, polyurethane-based glues are usually used, which, on the other hand, are not recommended for guitars due to the risk of micro-cracks. For this reason, working with walnut in luthiery is a real challenge. Looking at how this species bonds with resin, it certainly bonds much better and has superior properties, but this combination is not without its drawbacks. Due to its oils, walnut can bleed colour, so achieving a transparent resin finish—despite prior impregnation—can be difficult.

I have made three walnut guitars, one from walnut burl with a transparent resin finish; whilst working on it, I encountered some of the problems mentioned above.



Fig. 4. As with the Telecaster-style guitar made from acacia wood, I used pine cones to add texture to the body.



Fig. 5. Stratocaster-style guitar made from walnut burl with embedded seeds



Fig. 6. Guitar type les paul

Black oak (*Quercus velutina*)

Black oak is an unusual material for guitar-making due to its difficulty to work with, its hardness and its large pores, which absorb varnish during impregnation; as a result, few people choose to make guitars from it. A second, rather significant problem that arises right from the start is procurement. It is an expensive wood, and there is also a lot of modified wood on the market that people refer to as black oak. Because black oak has lain underground for thousands of years without access to oxygen and without the possibility of decomposition by bacteria or fungi, it possesses high durability and mechanical strength. In luthiery, it is a premium material, which is also reflected in the prices of instruments made from it.



Fig. 7. Guitar from Black oak

Tables 1-5 show the results of the gloss degree along with the standard deviation for the five guitars studied. Values are given in GU.

Table 1. The course of gloss for „nut pine cone" guitar

Angle	Average	Max.	Min.	Standard deviation
20°	3.6	8.7	0.8	2.4
60°	19.9	38.4	3.5	10.9
85°	20.8	43.8	4.7	14.7

Table 2. The course of gloss for "nut clare" guitar

Angle	Average	Max.	Min.	Standard deviation
20°	4.9	13.1	0.2	3.5
60°	26.3	46.3	8.8	9.5
85°	20.2	49.7	5.2	13.1

Table 3. The course of gloss for "pear oil" guitar

Angle	Average	Max.	Min.	Standard deviation
20°	0.4	2.4	0.1	0.7
60°	4.0	21.4	0.1	6.5
85°	36.1	66.0	1.1	22.4

Table 4. The course of gloss for „les paul nut" guitar

Angle	Average	Max.	Min.	Standard deviation
20°	2.3	5.9	0.6	2.0
60°	14.4	34.0	4.9	11.7
85°	24.1	49.2	3.6	19.1

Table 5. The course of gloss for "acacia cones" guitar

Angle	Average	Max.	Min.	Standard deviation
20°	0.7	2.0	0.3	0.6
60°	6.7	18.0	1.8	6.1
85°	26.2	50.0	6.8	15.5

The following observations were made on the basis of the tests carried out.

- The highest gloss values at a 60° angle were achieved by the 'clear walnut' (average 26.3 GU) and 'pine cone walnut' (19.9 GU) guitars, whilst the lowest were recorded for 'oiled pear' (4.0 GU) and 'acacia' (6.7 GU).

- At an angle of 85°, the highest gloss was achieved by "oil-finished pear" (36.1 GU) and "acacia" (26.2 GU), indicating a more matt surface character when viewed at a low angle.

• High standard deviations (particularly for 85°) indicate surface heterogeneity; this may be due to local unevenness following sanding or varying degrees of varnish absorption by the wood.

Conclusions

1. Based on the research carried out, it can be concluded that the selection of the appropriate epoxy resin, pigments and surface finishing technique is crucial for achieving the desired visual effect and ensuring the instrument's durability.
2. The addition of FHU STE pearlescent pigments (black-gold, orange-gold) provides full coverage, increases colour saturation and ensures excellent UV protection.
3. Ag Bet transparent dyes preserve transparency whilst absorbing UV radiation, protecting the wood from photodegradation.
4. Micronfloor Pox 500 Crystaline UV epoxy resin, mixed in a 100:40 ratio, exhibited high resistance to chipping during milling and planing, making it suitable for the precision machining of guitar bodies.
5. The long gelation time (24–36 hours) allows for effective removal of air bubbles; however, for layers exceeding 3 cm, it is recommended to apply intermediate layers due to gas diffusion from the wood.
6. Gloss measurements indicate that the highest values at a 60° angle were obtained for clear walnut (26.3 GU) and burl walnut (19.9 GU), whilst oiled pear and burl acacia produced more matt surfaces (4.0 GU and 6.7 GU respectively at 60°).

References

Brojer Z., Hertz Z,, Penczek P. (1982). Żywice epoksydowe. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa.

PN EN ISO 2813: Farby i lakiery. Badanie połysku zwierciadlanego powłok lakierowych niemetalicznych pod kątem 20, 60 i 85º.

Proszyk S. (1999): Technologia tworzyw drzewnych. Cz. 2. WSiP Warszawa.

Stemmelen, M., Pessel, F., Lapinte, V., Caillol, S., Habas, J. P., I Robin, J. J. (2011). A fully biobased epoxy resin from vegetable oils: From the synthesis of the precursors by thiol–ene reaction to the study of the final material. Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry, 49(11), 2434–2444.

Zeppenfeld G., Grunwald D. (2005): Klebstoffe In der Holz- und Möbelindustrie. DRW-Verlag.

sekcia
EKONOMIKY, MANAŽMENTU A PODNIKANIA

POLITICKÝ FUNDRAISING AKO SÚČASŤ FINANCOVANIA PRÍPRAVY A KONANIA VOĽBY PREZIDENTA SR

POLITICAL FUNDRAISING AS PART OF FINANCING THE PREPARATION AND CONDUCT OF THE PRESIDENTIAL ELECTION IN SLOVAKIA

Júlia Berežňáková[1]

Filip Laco[2]

[1]*Ekonomická fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Němcovej 32, 040 01 Košice*
julia.bereznakova@student.tuke.sk
[2]*Ekonomická fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Němcovej 32, 040 01 Košice*
filip.laco@student.tuke.sk

Abstract

This paper focuses on the financing of presidential election campaigns in the Slovak Republic, with a focus on the 2024 presidential election. The topic is relevant due to the rising costs of political campaigns and the growing role of money in electoral competition. The theoretical part explains fundraising models and the legal framework for campaign financing in Slovakia. The analytical part compares the financing of all candidates, evaluates campaign efficiency using the cost-per-vote indicator, and examines public expenditures on the organization of the election. A correlation analysis shows a strong positive relationship between campaign spending and electoral results (r = 0.956). However, the findings also suggest that money alone does not guarantee electoral success. The analysis further identifies weaknesses in the current regulatory framework, especially regarding transparency and third-party financing.

Key words: fundraising, campaign financing, presidential elections, Slovakia, transparency

Úvod

Financovanie volebných kampaní predstavuje dôležitú súčasť fungovania moderných demokratických štátov, keďže ovplyvňuje nielen priebeh politickej súťaže, ale aj spôsob, akým sú využívané verejné a súkromné zdroje. Zároveň má dopad na transparentnosť politického systému a dôveru verejnosti vo verejné inštitúcie. Napriek rastúcemu významu je tejto téme v prostredí slovenskej akademickej literatúry venované relatívne málo pozornosti, najmä v kontexte konkrétnych prezidentských kampaní.

Rastúce náklady na volebné kampane a vplyv peňazí na volebné výsledky sú témou, ktorá sa čoraz viac dostáva do popredia verejnej diskusie. Prezidentské voľby 2024 na Slovensku predstavovali zaujímavý pohľad z hľadiska financovania kampane. Kandidáti zvolili rôzne prístupy k získavaniu finančných zdrojov, pričom celková výška prostriedkov vynaložených na kampane bola rôzna. Verejnosť pritom zaujíma, či majú všetci kandidáti skutočne rovnaké šance, alebo rozhodujú predovšetkým peniaze. Práve preto je dôležité skúmať, ako kandidáti financujú svoje kampane a či sú pri tom dostatočne transparentní.

Rozdiely medzi jednotlivými fundraisingovými modelmi a otázky transparentnosti financovania volebnej kampane kandidátov na prezidenta Slovenskej republiky (ďalej ako „SR“) sa stali hlavnou motiváciou aj tejto práce.

Hlavný cieľom práce je identifikovať, komparovať a zhodnotiť fundraisingové modely kandidátov prezidentských volieb 2024 na Slovensku a posúdiť vzťah medzi výškou vynaložených finančných prostriedkov a dosiahnutým volebným výsledkom. V súvislosti s hlavným cieľom práce boli stanovené dve hypotézy, ktoré sú uvedené v časti metodológia a použité metódy.

Teoretické východiská fundraisingu

Fundraising predstavuje systematický proces získavania finančných a nefinančných zdrojov na realizáciu určitej činnosti. V najširšom zmysle zahŕňa plánovanie, identifikáciu potenciálnych darcov, oslovenie, získanie daru a následnú administratívu (Sičáková-Beblavá a Zemanovičová, 2002). Hoci bol pôvodne spájaný najmä s neziskovým sektorom, v posledných desaťročiach sa čoraz viac presadzuje aj v oblasti politiky, kde sa stal neoddeliteľnou súčasťou volebných kampaní.

Podľa viacerých autorov, ako napríklad Nassmacher (2009) a Pinto-Duschinsky (2002) politický fundraising možno definovať ako proces získavania finančných a nefinančných zdrojov politickými subjektmi na účely volebnej kampane a politickej činnosti. Financie v politike plnia dve základné funkcie. V prvej rovine slúžia ako prostriedok volebných kampaní, predstavujú akýsi „most“ medzi kandidátmi a voličmi. V druhej rovine sa môžu stať samotným cieľom politického úsilia (Scarrow, 2004; Šimral, 2016).

V súčasnosti sa fundraising realizuje prostredníctvom rôznych modelov. Tradičné modely sa spoliehajú na financovanie z jedného alebo niekoľkých veľkých zdrojov, zatiaľ čo moderné prístupy kladú dôraz na zapojenie širokej verejnosti. Medzi najrozšírenejšie moderné modely patria online fundraising, crowdfunding a tzv. friendraising, pri ktorom sa prispievatelia stávajú aktívnymi partnermi kampane (Ohman, 2012). S rozvojom digitálnych technológií rastie aj význam transparentnosti, keďže verejnosť má väčší prístup k informáciám o financovaní kampaní a môže ich priebežne sledovať (Falguera et al., 2014).

Výber konkrétneho modelu závisí od stratégie kampane, cieľovej skupiny a dostupných zdrojov. Kľúčovým prvkom úspešného fundraisingu je cielenie na správnych podporovateľov. Výskumy ukazujú, že osoby, ktoré v minulosti finančne prispeli na kampaň, sú náchylnejšie prispieť znovu (Hessel, 2013).

Z hľadiska pôvodu zdrojov rozlišujeme dve základné formy, a to súkromné a verejné financovanie. Súkromné zdroje pochádzajú od fyzických osôb, právnických osôb alebo z vlastných prostriedkov príjemcu. Verejné zdroje predstavujú podporu zo štátneho rozpočtu (Sičáková-Beblavá a Zemanovičová, 2002). V praxi väčšina demokratických krajín vrátane Slovenska uplatňuje zmiešaný model, ktorý kombinuje oba typy zdrojov.

Z teoretického hľadiska možno financovanie ďalej rozdeliť na priame a nepriame formy. Priame financovanie predstavuje finančné príspevky poskytnuté kandidátom alebo politickým subjektom, zatiaľ čo nepriame financovanie zahŕňa rôzne nefinančné plnenia, ako napríklad bezplatný mediálny priestor alebo poskytnutie služieb za zvýhodnených podmienok (Ohman, 2012). Nepriame formy financovania sú často problematické z hľadiska transparentnosti, keďže ich reálna hodnota je ťažko určiteľná.

Transparentnosť financovania volebných kampaní predstavuje mieru, do akej sú informácie o príjmoch a výdavkoch kampaní verejne dostupné a kontrolovateľné. Jej cieľom je obmedziť priestor pre nelegálne financovanie a posilniť dôveru verejnosti v politický systém. Nerovný prístup k finančným zdrojom vytvára nerovnaké podmienky v politickej súťaži, teda kandidáti bez prístupu k dostatočným zdrojom nemôžu súťažiť za rovnakých podmienok (Falguera et al., 2014).

Z historického hľadiska prešiel systém financovania volebných kampaní na Slovensku postupným vývojom. V období po vzniku Slovenskej republiky neexistovala jednotná a komplexná právna úprava financovania volebných kampaní, pričom regulácia bola čiastková a menej prísna (Slebodníková, 2021).

Zásadným medzníkom bolo prijatie zákona č. 181/2014 Z. z. o volebnej kampani, ktorý zaviedol jednotný rámec regulácie. Zákon upravuje nielen limity výdavkov, ale aj povinnosť vedenia transparentného účtu a zverejňovania informácií o financovaní kampane (Orosz, 2015). Vývoj právnej regulácie limitov výdavkov možno rozdeliť do dvoch etáp. Zákon č. 46/1999 Z. z. stanovoval limit približne 132 775 € samostatne pre každé kolo volieb, čo znamenalo celkový možný limit 265 550 €. Aktuálne platný zákon č. 181/2014 Z. z. tento systém zmenil – stanovil jednotný limit 500 000 € pre obe kolá volieb spoločne.

Napriek existencii tejto regulácie systém obsahuje viaceré slabiny. Tretia strana môže minúť na podporu kandidáta až 100 000 €, pričom počet tretích strán nie je obmedzený. Táto skutočnosť vytvára priestor na obchádzanie zákonom stanoveného limitu výdavkov. Medzinárodné skúsenosti pritom ukazujú, že efektívna regulácia financovania kampaní predstavuje kľúčový nástroj na obmedzenie nerovností v politickej súťaži (Ohman, 2012), pričom otázka vymožiteľnosti pravidiel zostáva jednou z hlavných výziev moderných demokracií (Zákon č. 181/2014 Z. z.).

Metodológia a použité metódy

Na začiatku našej výskumnej práce sme si vytýčili ciele, ktoré plnia funkciu teoreticko-praktického smerovania a zamerania práce. Spolu s cieľmi práce sme si stanovili dve výskumné hypotézy, ktoré boli kľúčové pre jasné definovanie toho, čo skúmame. V neposlednom rade sme si určili metodiku, resp. súbor metód, ktoré sme použili na dosiahnutie stanovených cieľov.

Tak ako sme uviedli v úvode, hlavným cieľom práce je identifikovať, komparovať a zhodnotiť fundraisingové modely kandidátov prezidentských volieb 2024 na Slovensku a posúdiť vzťah medzi výškou vynaložených finančných prostriedkov a dosiahnutým volebným výsledkom. Na dosiahnutie hlavného cieľa boli stanovené nasledujúce vedľajšie ciele:

1. Analyzovať štruktúru príjmov a výdavkov kampaní kandidátov na základe údajov z transparentných účtov;
2. Identifikovať a klasifikovať fundraisingový model uplatnený jednotlivými kandidátmi
3. Zhodnotiť efektívnosť kampaní prostredníctvom ukazovateľa nákladov na jeden získaný hlas
4. Identifikovať kontroverzné aspekty financovania a posúdiť ich vplyv na vnímanie transparentnosti kandidátov

Na základe cieľov výskumu sme si stanovili nasledujúce dve hypotézy, ktoré sme následne potvrdili alebo zamietli.

Hypotéza [H1]:

- H_0: Predpokladáme, že kandidát, ktorý na prezidentskú kampaň vynaložil vyššie finančné prostriedky bol vo voľbách úspešnejší a získal viac hlasov.
- H_1: Nepredpokladáme, že kandidát, ktorý na prezidentskú kampaň vynaložil vyššie finančné prostriedky bol vo voľbách úspešnejší a získal viac hlasov.

Hypotéza [H2]:

- H_0: Kontroverzie spojené s financovaním kampane mali negatívny vplyv na vnímanie kandidáta a mohli ovplyvniť výsledok volieb.
- H_1: Kontroverzie spojené s financovaním kampane nemali významný vplyv na vnímanie kandidáta ani na výsledok volieb.

V súlade s metodológiou vedeckého výskumu bola ku každej hypotéze formulovaná nulová hypotéza H_0 a alternatívna hypotéza H_1. Nulová hypotéza predstavuje predpoklad, ktorý sa snažíme potvrdiť alebo vyvrátiť, zatiaľ čo alternatívna hypotéza vyjadruje opak nulového predpokladu (Hudec, 2007; Pacáková et al., 2009):

V práci sme využili kvalitatívne aj kvantitatívne metódy: analýzy, syntézy, indukcie, dedukcie, prípadovej štúdie a komparácie, pričom dôraz je kladený na porovnanie výšky finančných prostriedkov, štruktúru príjmov a výdavkov kampaní, počtu darcov a identifikáciu rozdielov medzi jednotlivými prístupmi k fundraisingu. Analýza je zároveň doplnená o hodnotenie efektívnosti kampaní prostredníctvom ukazovateľa nákladov na jeden získaný hlas. Na overenie hypotézy [H1] bola použitá korelačná analýza závislosti medzi výdavkami kandidátov na kampaň a ich podielom hlasov v prvom kole volieb, pričom korelačný koeficient bol vypočítaný pomocou funkcie CORREL v programe Microsoft Excel (Hudec 2007). Na overenie hypotézy [H2] bola použitá kvalitatívna analýza verejne dostupných hodnotení organizácie Transparency International Slovensko, mediálnych výstupov a oficiálnych volebných výsledkov.

Výsledky empirickej analýzy

Empirická časť práce sa zameriava na komparáciu fundraisingových modelov kandidátov prezidentských volieb 2024 na Slovensku. Financovanie prezidentských volieb zahŕňa okrem výdavkov samotných kandidátov aj štátne náklady spojené s organizáciou a zabezpečením volebného procesu. Tieto výdavky sú neoddeliteľnou súčasťou kompetencií a zodpovednosti predovšetkým dvoch inštitúcií, a to Ministerstvo vnútra SR (ďalej ako „MV SR“), ktoré zodpovedá za organizáciu volieb, a Štatistický úrad SR (ďalej ako „ŠÚ SR“), ktorý zabezpečuje spracovanie a zverejňovanie výsledkov. Nasledujúce Tab. 2 a 3 poskytujú prehľad výdavkov uvedených inštitúcií na prezidentské voľby 2024.

Tab. 2 Výdavky MV SR na prezidentské voľby 2024
Tab. 2 Expenditures of MV SR on the 2024 Presidential Election

Výdavky	Suma v €
Bežné výdavky	**16 195 505,00**
Mzdy, platy, služobné príjmy a ostatné osobné vyrovnania	1 990 000,00
Poistné a príspevok do poisťovní	695 505,00
Tovary a služby	830 000,00
Bežné transfery	12 680 000,00

Kapitálové výdavky	**0,00**
Celkom	**16 195 505,00**

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Úradu vlády SR

MV SR vynaložilo na zabezpečenie prezidentských volieb 2024 celkovo 16 195 505,00 €. Dominantnou položkou boli bežné transfery vo výške 12 680 000,00 €. Mzdové náklady dosiahli 1 990 000,00 €, výdavky na tovary a služby 830 000,00 €. Kapitálové výdavky neboli vynaložené žiadne.

Tab. 3 Výdavky ŠÚ SR na prezidentské voľby 2024
Tab. 3 Expenditures of ŠÚ of the Slovak Republic on the 2024 Presidential Election

Výdavky	Suma v €
Bežné výdavky	**2 071 000,00**
Mzdy, platy, služobné príjmy a ostatné osobné vyrovnania	690 000,00
Poistné a príspevok do poisťovní	241 000,00
Tovary a služby	1 140 000,00
Kapitálové výdavky	**350 000,00**
Obstarávanie kapitálových aktív	350 000,00
Celkom	**2 421 000,00**

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Úradu vlády SR

ŠÚ SR vynaložil na prezidentské voľby 2024 celkovo 2 421 000,00 €. Najvyššiu položku tvorili výdavky na tovary a služby vo výške 1 140 000,00 €, ktoré súvisia predovšetkým so spracovaním a publikovaním volebných výsledkov. Mzdové náklady predstavovali 690 000,00 €. Na rozdiel od MV SR evidoval ŠÚ SR aj kapitálové výdavky vo výške 350 000,00 €, určené na obstaranie kapitálových aktív súvisiacich s volebným procesom.

Celkové štátne náklady na zabezpečenie prezidentských volieb 2024 dosiahli 18 616 505,00 €. Pre zaujímavosť možno tieto výdavky prepočítať na počet oprávnených voličov aj na počet odovzdaných hlasov. V prvom kole odovzdalo hlas 2 254 206 voličov, čo znamená, že náklady štátu na jeden odovzdaný hlas predstavovali približne 8,26 €. V druhom kole odovzdalo hlas 2 652 964 voličov, čo znamená, že náklady štátu na jeden odovzdaný hlas predstavovali približne 7,02 €. Tento ukazovateľ predstavuje finančnú náročnosť zabezpečenia volebného procesu a zároveň poukazuje na to, že štátne výdavky na organizáciu volieb niekoľkonásobne prevyšujú výdavky samotných kandidátov na ich kampane.

Na základe uvedených údajov sa nasledujúca časť zameriava na analýzu financovania kampaní kandidátov prezidentských volieb 2024. Prezidentské voľby v roku 2024 zaznamenali zvýšený záujem voličov, pretože prvého kola sa zúčastnilo 51,9 % oprávnených voličov, čo predstavuje najvyššiu účasť v prvom kole prezidentských volieb na Slovensku od roku 1999. Keďže žiaden z kandidátov nezískal nadpolovičnú väčšinu hlasov, postúpili do druhého kola dvaja kandidáti s najvyšším počtom hlasov, a to Ivan Korčok a Peter Pellegrini. Víťazom sa stal Peter Pellegrini so ziskom 53,12 % hlasov, pričom volebná účasť v druhom kole dosiahla 61,14 %, čo je druhá najvyššia hodnota v histórii prezidentských volieb na Slovensku.

Tab. 4 Výsledky prezidentských volieb 2024
Tab. 4 Results of the 2024 Presidential Election

Poradie	Kandidát	1. kolo		2. kolo	
		Počet hlasov	Podiel hlasov	Počet hlasov	Podiel hlasov
1.	Ivan Korčok	958 393	42,51 %	1 243 709	46,87 %
2.	Peter Pellegrini	834 718	37,02 %	1 409 255	53,12 %
3.	Štefan Harabin	264 579	11,73 %		
4.	Krisztián Forró	65 588	2,90 %		
5.	Igor Matovič	49 201	2,18 %		
6.	Ján Kubiš	45 957	2,03 %		
7.	Patrik Dubovský	16 107	0,71 %		
8.	Marian Kotleba	12 771	0,56 %		
9.	Milan Náhlik	3 111	0,13 %		
10.	Andrej Danko	1 905	0,08 %		
11.	Róbert Švec	1 876	0,08 %		

Zdroj: vlastné spracovanie podľa Štatistického úradu SR

Zákon č. 181/2014 Z. z. o volebnej kampani ukladá každému kandidátovi povinnosť viesť transparentný účet, prostredníctvom ktorého sú hradené všetky výdavky spojené s volebnou kampaňou. Údaje z transparentných účtov sú verejne dostupné na webovej stránke MV SR a sú základom pre analýzu financovania kampaní všetkých kandidátov. Nasledujúca Tab. 5 zobrazuje prehľad príjmov, výdavkov a nákladov na získanie jedného hlasu pre každého kandidáta v prvom kole volieb.

Tab. 5 Financovanie kampaní kandidátov v 1. kole prezidentských volieb 2024
Tab. 5 Campaign financing of candidates in the first round of the 2024 Presidential Election

Kandidát	Príjmy (v €)	Počet darcov	Výdavky (v €)	Počet hlasov v 1. kole	Cena za 1. hlas (v €)
Ivan Korčok	520 902,12	3 264	499 992,49	958 393	0,52
Peter Pellegrini	500 000,00	1	499 451,30	834 718	0,60
Štefan Harabin	54 960,00	1 003	57 754,95	264 579	0,22
Krisztián Forró	105 620,00	11	100 575,46	65 588	1,53
Igor Matovič	0,00	0	0,00	49 201	0,00
Ján Kubiš	140 248,30	45	139 898,73	45 957	3,04
Patrik Dubovský	583,00	7	532,90	16 107	0,03
Marian Kotleba	7 518,47	2	8 036,30	12 771	0,63
Milan Náhlik	70,00	1	0,00	3 111	0,00
Andrej Danko	31 122,50	453	27 858,85	1 905	14,62
Róbert Švec	4 498,04	37	4 498,04	1 876	2,40

Zdroj: vlastné spracovanie podľa MV SR a Transparency International Slovensko

Z tabuľky 5 vyplýva výrazná nerovnomernosť vo finančných zdrojoch kandidátov. Najvyššie výdavky na kampaň vynaložili Ivan Korčok a Peter Pellegrini, ktorí sa pohybovali tesne pod zákonom stanoveným limitom 500.000,00 €, zatiaľ čo ostatní kandidáti disponovali

výrazne nižšími rozpočtami. To naznačuje, že prístup k vyšším finančným zdrojom mohol zohrať dôležitú úlohu pri postupe do druhého kola volieb. Osobitným prípadom je Igor Matovič, ktorý neviedol transparentný účet, a preto jeho výdavky nie sú evidované.

Z hľadiska počtu darcov dominoval Ivan Korčok s 3 264 individuálnymi prispievateľmi. Naopak, kampaň Petra Pellegriniho a Milana Náhlika bola financovaná centralizovane prostredníctvom jedného darcu.

Špecifickým prípadom je aj Róbert Švec a Andrej Danko, ktorý evidoval relatívne vysoký počet darcov, avšak počas kampane obaja odstúpili z volieb. Teda volebný výsledok nie je plne porovnateľný s ostatnými kandidátmi a ukazovatele efektívnosti, ako je cena za získaný hlas, majú obmedzenú výpovednú hodnotu.

Na účely porovnania efektívnosti kampaní bol použitý ukazovateľ nákladov na jeden získaný hlas, vypočítaný podľa vzorca:

$$Cena\ za\ hlas = celkové\ výdavky\ /\ počet\ hlasov\ (1.kolo)$$

Najnižšiu cenu za jeden získaný hlas dosiahol Patrik Dubovský s hodnotou 0,03 €, čo súvisí s minimálnymi výdavkami na kampaň. Spomedzi kandidátov s relevantným objemom výdavkov bol najefektívnejší Štefan Harabin s hodnotou 0,22 € za hlas. Naopak, najvyššiu cenu zaznamenal Andrej Danko s hodnotou 14,62 €, avšak vzhľadom na jeho odstúpenie má tento údaj obmedzenú interpretačnú hodnotu. Kandidáti s nulovými výdavkami, Igor Matovič a Milan Náhlik, sú z tohto porovnania vylúčení, keďže ich výsledok nemožno hodnotiť z hľadiska finančnej efektívnosti.

Vzhľadom na to, že Ivan Korčok a Peter Pellegrini postúpili do druhého kola volieb a zároveň vynaložili najvyššie finančné prostriedky na kampaň, nasledujúca časť sa podrobnejšie venuje komparácii ich fundraisingových modelov.

Tab. 6 Porovnanie financovania kampaní kandidátov v 2. kole prezidentských volieb 2024
Tab. 6 Comparison of Campaign Financing of Candidates in the Second Round of the 2024 Presidential Election

Ukazovateľ	Ivan Korčok	Peter Pellegrini
Celkové príjmy	520 902,12 €	500 000 €
Počet príjmov	3 715	2
Počet darcov	3 264	1
Priemerný dar	140,22 €	250 000 €
Najvyššia položka daru	50 000 €	250 000 €
Najnižšia položka daru	0,01 €	250 000 €
Celkové výdavky	499 992,49 €	499 451,30 €
Počet výdavkov	420	212
Najvyššia položka výdavku	119 616,00 €	84 840,00 €
Najnižšia položka výdavku	0,01 €	1,55 €

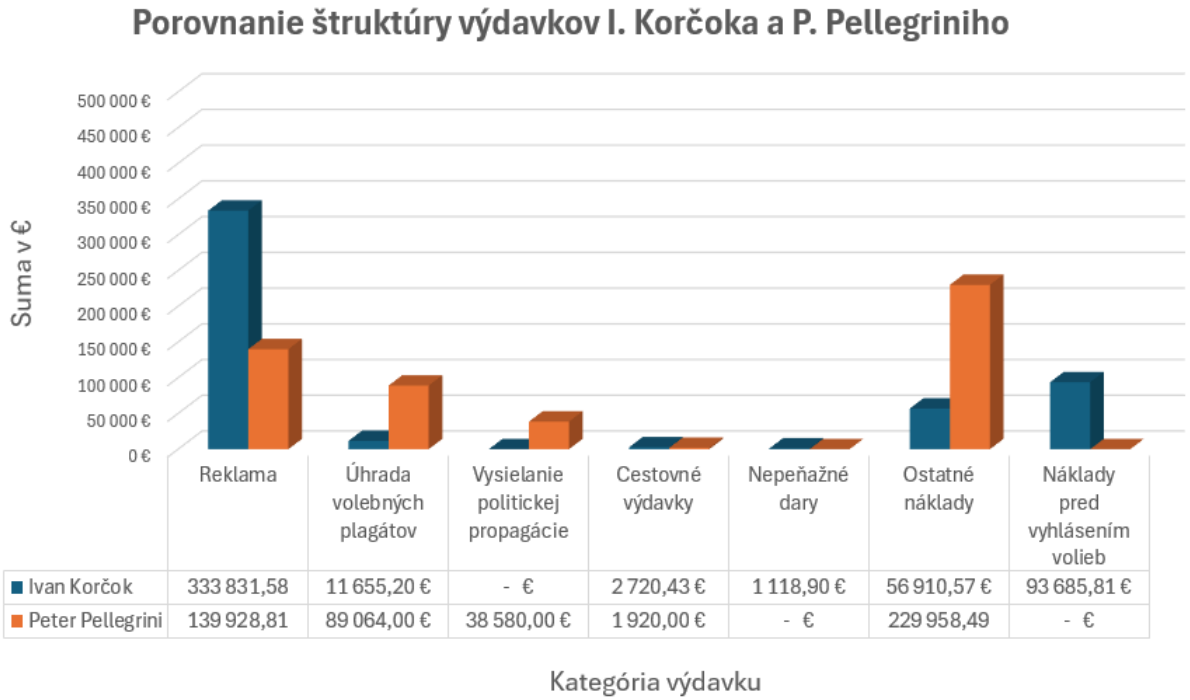
Zdroj: vlastné spracovanie podľa MV SR a Transparency International Slovensko

Údaje v Tab. 6 odhaľujú dva odlišné prístupy k financovaniu prezidentskej kampane. Zatiaľ čo celkové výdavky oboch kandidátov sa pohybovali na hranici limitu, štruktúra ich príjmov vykazuje rozdiely v metodike fundraisingu**.**

Model Ivana Korčoka možno charakterizovať ako decentralizovaný „grassroots“ model, postavený na veľkom počte individuálnych darcov. Vysokú mieru občianskej participácie potvrdzuje aj priemerná výška daru 140,22 €, pričom najnižší príspevok bol na úrovni 0,01 €. Napriek prevahe malých darov kampaň podporili aj právnické osoby, z ktorých najvýznamnejšou bola spoločnosť FILMOSA SK s.r.o. sumou 50.000,00 €. Analýza výdavkov poukazuje na fragmentovanú štruktúru, kde najväčšiu položku tvorila mediálna kampaň v marci 2024.

Model Petra Pellegriniho vykazuje znaky vysokého stupňa centralizácie. Celý fundraising bol postavený na jedinom darcovi, politickej strane HLAS – sociálna demokracia, ktorý v dvoch transakciách po 250 000,00 € naplnil príjmovú časť transparentného účtu. Najvyššie náklady smerovali do reklamnej kampane vo februári 2024.

Z identifikovaných rozdielov v štruktúre financovania prezidentských kampaní Ivana Korčoka a Petra Pellegriniho je možné detailnejšie analyzovať aj samotné rozdelenie výdavkov podľa jednotlivých kategórií celé volebné obdobie zahŕňajúce obe kolá volieb.



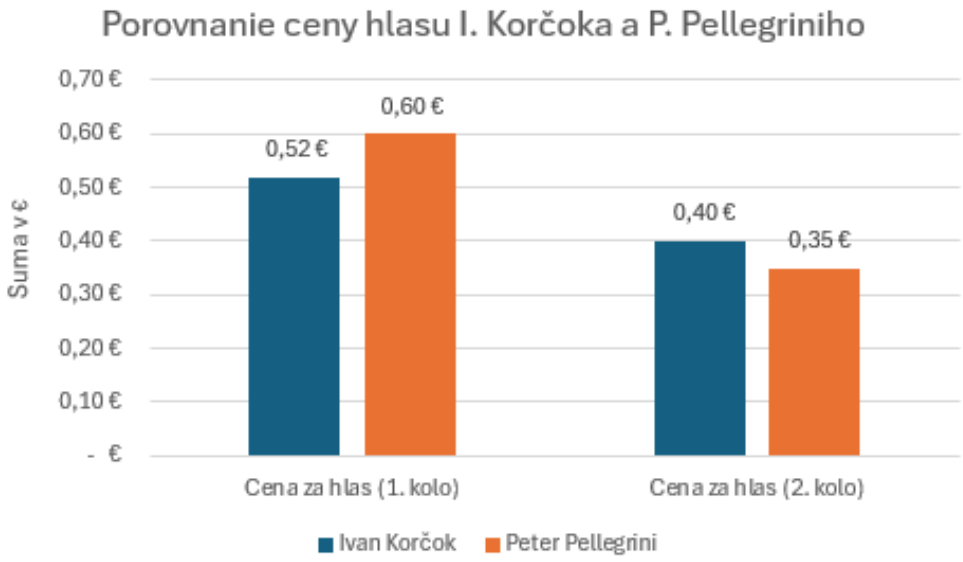
	Reklama	Úhrada volebných plagátov	Vysielanie politickej propagácie	Cestovné výdavky	Nepeňažné dary	Ostatné náklady	Náklady pred vyhlásením volieb
Ivan Korčok	333 831,58	11 655,20 €	- €	2 720,43 €	1 118,90 €	56 910,57 €	93 685,81 €
Peter Pellegrini	139 928,81	89 064,00 €	38 580,00 €	1 920,00 €	- €	229 958,49	- €

Obr. 1 Štruktúra výdavkov prezidentskej kampane Ivana Korčoka a Petra Pellegriniho 2024
Zdroj: vlastné spracovanie podľa MV SR

Fig. 1 Expenditure Structure of the 2024 Presidential Campaigns of Ivan Korčok and Peter Pellegrini

Z Obr. 1 vyplýva, že najväčšiu časť rozpočtu v oboch prípadoch tvorili náklady na platenú reklamu a mediálnu komunikáciu. Ivan Korčok vynaložil výrazne vyšší podiel prostriedkov do úhrady platenej inzercie a reklamy, ako aj do výdavkov realizovaných pred oficiálnym začiatkom kampane. Naopak, kampaň Petra Pellegriniho sa vyznačovala vyšším podielom výdavkov na ostatné náklady a výraznejším využitím vysielania politickej propagácie. Celkovo graf na obrázku 1 poukazuje na odlišné rozloženie marketingových výdavkov, ktoré reflektuje rozdielne fundraisingové a komunikačné stratégie oboch kandidátov.

Tieto rozdiely vytvárajú základ pre následnú komparatívnu analýzu efektívnosti kampaní, ktorá bola opäť realizovaná prostredníctvom ukazovateľa nákladov na získanie jedného hlasu.



Obr. 2 Náklady na získanie jedného hlasu I. Korčoka a P. Pellegriniho
Zdroj: vlastné spracovanie podľa ŠÚ SR
Fig. 2 Cost per Vote of I. Korčok and P. Pellegrini

Z Obr. 2 vyplývajú rozdiely v efektívnosti kampaní oboch kandidátov. V prvom kole volieb bol efektívnejší Ivan Korčok, pretože na získanie jedného hlasu vynaložil 0,52 €, zatiaľ čo Peter Pellegrini 0,60 €. V druhom kole sa situácia obrátila. Pellegrini získal viac hlasov, čo znížilo jeho náklady na jeden hlas na 0,35 €, kým Korčok dosiahol hodnotu 0,40 €.

V rámci prezidentskej kampane 2024 sa obaja hlavní kandidáti nevyhli podozreniam, ktoré spochybňovali transparentnosť ich financovania alebo férovosť vedenia kampane, ako napríklad Transparency International Slovensko, Denník N, SME, Teraz.sk, HNonline.sk, Refresher, MV SR.

U kandidáta Petra Pellegriniho sa pochybnosti sústredili najmä na dodržiavanie legislatívneho rámca a využívanie nepriamych prostriedkov podpory:

- Financovanie po lehote: Transparency international Slovensko upozornila na dar v hodnote 250 000,00 € od strany HLAS-SD, ktorý kandidát prijal až po voľbách (10.4. 2024). Podľa analytikov zákon prijímanie darov po ukončení kampane neumožňuje.
- Netransparentné zdroje: Strana HLAS-SD čelila kritike za nejasný pôvod 205 000,00 € ktoré mali pochádzať zo zlúčenia so stranou Dobrá voľba. Zoznam konkrétnych darcov nebol zverejnený.
- Využívanie štátnych prostriedkov: Kontroverziu vyvolal let súkromným lietadlom počas kampane, za ktorý kandidát dostal pokutu 500,00 €. Prípadom sa zaoberal aj Úrad boja proti organizovanej kriminalite.
- Volebná korupcia a influenceri: Polícia preverovala podozrenia z ponúkania úplatkov (údajne až 30 000,00 €) influencerom za verejnú podporu P. Pellegriniho.
- Formálne nedostatky: Kandidátovi bolo vyčítané neskoré zriadenie transparentného účtu a distribúcia volebných novín bez povinného označenia zadávateľa reklamy.

Hoci bol Ivan Korčok organizáciou Transparency International Slovensko hodnotený ako kandidát s najtransparentnejšou kampaňou s hodnotením 90 %, zatiaľ čo Peter Pellegrini dosiahol len 30 %, aj pri jeho mene sa objavili otázniky:

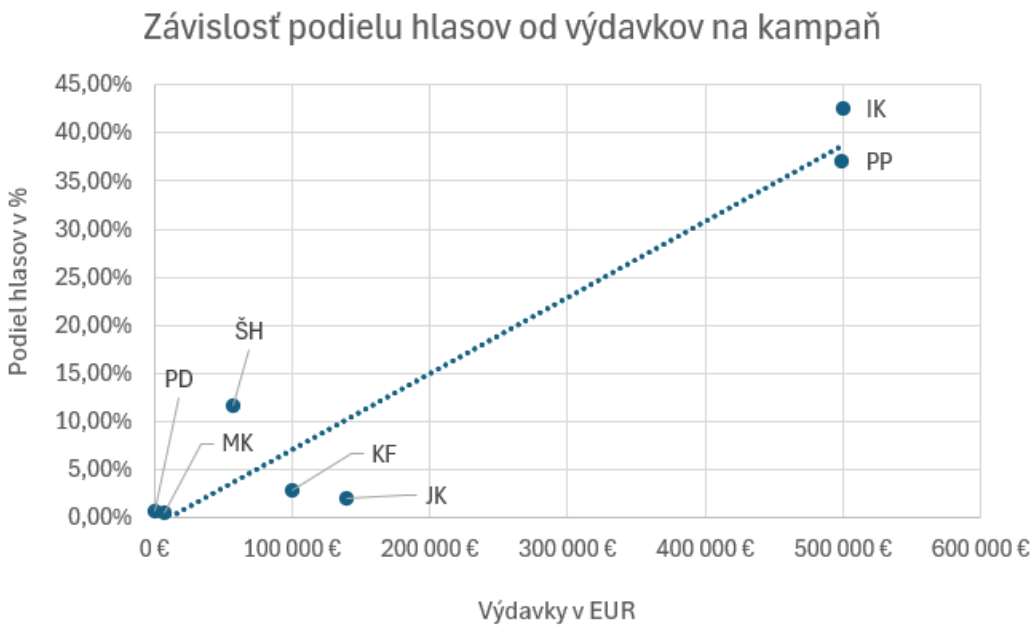
- Neúplné vykazovanie niektorých výdavkov: Transparency International Slovensko upozornila na možné chýbajúce alebo nedostatočne vysvetlené položky v transparentnom účte, ktoré sa týkali najmä mediálnych a reklamných výdavkov.
- Neocenené nefinančné plnenia: Nepeňažné formy podpory kampane, ako napríklad dobrovoľnícka práca, distribúcia materiálov či iné služby poskytované bez finančnej protihodnoty.
- Nejasnosti v štruktúre niektorých položiek: V rámci transparentného účtu sa objavili aj položky, pri ktorých nebolo možné jednoznačne overiť ich presný účel.
- Reálny rozsah kampane: Časť hodnotení poukazovala na to, že skutočný rozsah kampane mohol byť širší, než bol zachytený v oficiálnych výkazoch, najmä časť výdavkov realizovaných v časovom období pred oficiálnym začiatkom kampane.

Vyhodnotenie a diskusia

Na overenie hypotézy [H1] sme využili korelačnú analýzu závislosti medzi výdavkami kandidátov na volebnú kampaň a ich podielom hlasov získaných v prvom kole prezidentských volieb 2024. Korelačnou analýzou sme skúmali silu a smer vzájomného vzťahu medzi dvoma premennými. Priama korelačná závislosť znamená, že s rastom hodnoty jednej premennej rastie aj hodnota druhej. Silu vzájomnej závislosti vyjadruje korelačný koeficient r, ktorého hodnota sa pohybuje v intervale od -1 do 1, pričom platí (Hudec, 2007):

- $|r| \leq 0{,}3 \rightarrow$ korelácia nie je preukázaná
- $0{,}3 < |r| \leq 0{,}5 \rightarrow$ mierna korelácia
- $0{,}5 < |r| \leq 0{,}7 \rightarrow$ vysoká korelácia
- $0{,}7 < |r| \leq 0{,}9 \rightarrow$ významná korelácia
- $|r| > 0{,}9 \rightarrow$ veľmi tesná korelácia

Korelačný koeficient bol vypočítaný pomocou funkcie CORREL v programe Microsoft Excel. Z analýzy boli vylúčení štyria kandidáti a to z dôvodu, že: Andrej Danko a Róbert Švec odstúpili pred prvým kolom volieb, Igor Matovič - neviedol transparentný účet a Milan Náhlik, ktorý mal nulové náklady.



Poznámka: Použité skratky v grafe: IK – Ivan Korčok, PP – Peter Pellegrini, ŠH – Štefan Harabin, KF – Krisztián Forró, JK – Ján Kubiš, MK – Marian Kotleba, PD – Patrik Dubovský.

Obr. 3 Závislosť podielu hlasov od výdavkov na kampaň
Fig. 3 Dependence of vote share on campaign expenditures

Hodnota korelačného koeficientu r = 0,956 preukázala veľmi tesný vzťah medzi výdavkami na kampaň a volebným výsledkom v prvom kole volieb. Kandidáti s vyššími výdavkami vo všeobecnosti získali vyšší podiel hlasov. Na základe výsledkov prvého kola nulovú hypotézu H_0 prijímame, teda medzi výdavkami a volebným výsledkom existuje štatisticky veľmi tesná priama závislosť.

V druhom kole prezidentských volieb však táto závislosť neplatí. Obaja finalisti vynaložili takmer identické finančné prostriedky, pričom Ivan Korčok minul mierne viac (499 992,49 € oproti 499 451,30 €). Napriek tomu voľby prehral. O výsledku teda nerozhodli financie, ale iné faktory ako stranícka podpora, politická koalícia a schopnosť mobilizovať voličov. Na základe výsledkov druhého kola preto prijímame alternatívnu hypotézu H_1, teda vyššie výdavky na kampaň nezaručujú volebný úspech.

Na overenie hypotézy [H2] sme vychádzali z dostupných verejných zdrojov, presnejšie hodnotení organizácie Transparency International Slovensko, mediálnych výstupov a oficiálnych volebných výsledkov.

Peter Pellegrini čelil počas kampane viacerým závažným obvineniam. Od prijatia daru po skončení volieb, cez nejasný pôvod finančných prostriedkov strany HLAS-SD, až po podozrenia z ponúkania úplatkov influencerom. Organizácia Transparency International

Slovensko mu udelila hodnotenie transparentnosti len 30 %. Napriek tomu Peter Pellegrini prezidentské voľby v druhom kole vyhral s výsledkom 53,12 % hlasov.

Ivan Korčok naopak získal hodnotenie transparentnosti 90 % od organizácie Transparency International Slovensko a čelil len menej závažným výhradám. Napriek vyššej miere transparentnosti kampane voľby prehral.

Tieto skutočnosti naznačujú, že kontroverzie spojené s financovaním kampane nemali rozhodujúci vplyv na volebný výsledok. Voliči zjavne pri rozhodovaní zohľadňovali iné faktory, ako napríklad politickú príslušnosť kandidáta, jeho stranícku podporu či celkový politický kontext. Na základe týchto zistení prijímame alternatívnu hypotézu H_1 – kontroverzie spojené s financovaním kampane nemali významný vplyv na výsledok volieb.

Je však potrebné spomenúť, že toto vyhodnotenie vychádza z verejne dostupných údajov a volebných výsledkov. Komplexnejšie overenie hypotéz by si vyžadovalo prieskum názorov voličov, napríklad formou dotazníkového prieskumu, alebo sledovanie ďalších vzťahov medzi volebným výsledkom a premennými ako napr. „rozvedený kandidát“, „pohlavie kandidáta“, „politická kvalita kandidáta“, „člen vládnej strany“, „dary od FO“, „dosiahnutý stupeň vzdelania“, „známa osoba“, „vek kandidáta“, „rok voľby“ a iné, čo predstavuje priestor pre ďalší výskum v tejto oblasti.

Záver

Cieľom práce bolo identifikovať, komparovať a zhodnotiť fundraisingové modely kandidátov prezidentských volieb 2024 na Slovensku, analyzovať štruktúru ich financovania a posúdiť efektívnosť využitia finančných prostriedkov.

Analýza potvrdila výrazné rozdiely medzi kandidátmi v prístupe k fundraisingu. Kampaň Ivana Korčoka bola postavená na participatívnom grassroots modeli s 3 264 individuálnymi darcami a priemerným darom 140,22 €. Kampaň Petra Pellegriniho naopak využívala centralizovaný model financovaný politickou stranou HLAS-SD v dvoch transakciách po 250 000,00 €. Oba modely viedli k takmer identickým celkovým výdavkom, no líšili sa v štruktúre príjmov, počte transakcií aj v mediálnej stratégii.

Z hľadiska efektívnosti meranej nákladmi na jeden získaný hlas bol v prvom kole efektívnejší Korčok (0,52 €), v druhom kole však Pellegrini (0,35 €). Tieto výsledky naznačujú, že model financovania ovplyvňuje nielen štruktúru kampane, ale aj jej efektívnosť v jednotlivých fázach volebného procesu.

Výsledky práce zároveň potvrdzujú, že výška finančných prostriedkov nie je jediným určujúcim faktorom volebného úspechu. Politická komunikácia, stranícka podpora, dôvera voličov a ďalšie nefinančné faktory zohrávajú rovnako dôležitú úlohu. Tento záver je v súlade so závermi zahraničných štúdií venujúcich sa financovaniu volebných kampaní (Falguera et al., 2014; Ohman, 2012).

Analýza tiež poukázala na viaceré slabiny súčasného regulačného rámca, najmä v oblasti nepriameho financovania a aktivít tretích strán, ktoré vytvárajú priestor na obchádzanie zákonom stanovených limitov. Z praktického hľadiska by bolo žiaduce zvážiť sprísnenie regulácie v týchto oblastiach s cieľom zvýšiť transparentnosť a férovosť politickej súťaže.

Vzhľadom k tomu, že štúdie podobného typu na Slovensku absentujú, považujeme našu prácu ŠVOČ za prínosnú a zároveň veríme, že tejto téme sa v budúcnosti dostane väčšej pozornosti. Skúmanie vplyvu financií v kampani, ako aj ďalších nami spomenutých premenných, na volebný výsledok je stále aktuálne a závery vyplývajúce z existujúcich štúdií, ako aj našej práce ŠVOČ, preto nemožno považovať za konečné a všeobecné platné.

POĎAKOVANIE: *Touto cestou by sme sa chceli poďakovať Dr.h.c. PhDr. Daniele Palaščákovej, PhD. za motiváciu k účasti na súťaži ŠVOČ, ako aj pomoc, rady a pripomienky, ktoré nám pri písaní práce veľmi ochotne a promptne poskytovala.*

Literatúra

Denník N. 2024. Pellegrini sa zaujíma o to, kto platí protesty. Nejasnosti o financovaní svojej kampane nevysvetľuje [online]. 30. 1. 2024. [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete:

<https://dennikn.sk/3801770/pellegrini-sa-zaujimal-o-to-kto-plati-protesty-nejasnosti-o-financovani-svojej-kampane-nevysvetluje/>

Falguera, E., Jones, S. a Ohman, M., ed. 2014. Funding of Political Parties and Election Campaigns: A Handbook on Political Finance [online]. Stockholm: International IDEA. 436 s. ISBN 978-91-87729-24-9. [cit. 2026-03-28]. Dostupné na internete: <https://www.idea.int/sites/default/files/publications/funding-of-political-parties-and-election-campaigns.pdf>

Hassell, H. J. G. a Monson, J. Q. 2013. Campaign Targets and Messages in Direct Mail Fundraising. *Political Behavior* [online]. New York: Springer. 18s. ISSN 1354-0688. [cit. 2026-04-29]. Dostupné na internete: https://myweb.fsu.edu/hanhassell4/Scholarship/Hassell%20and%20Monson,%20Targets%20and%20Messages,%20PB.pdf

HNonline.sk. 2026. Prezident by sa mal vyjadriť k podozreniam z financovania kampane, tvrdí Korčok [online]. 15. 4. 2026. [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: <https://hnonline.sk/slovensko/96275856-prezident-by-sa-mal-vyjadrit-k-podozreniam-z-financovania-kampane-tvrdi-korcok>

Hudec, O. 2007. Štatistické metódy v ekonomických vedách. Košice: Technická univerzita v Košiciach. 195 s. ISBN 978-80-8086-059-2.

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Informácie k vedeniu volebnej kampane kandidátom na prezidenta Slovenskej republiky vo voľbách prezidenta Slovenskej republiky v roku 2024 [online]. [cit. 2026-04-12]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/?p24_infokampan>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Andrej Danko [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Danko.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Igor Matovič [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Matovic.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Ivan Korčok [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Korcokl.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Ján Kubiš [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Kubis.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Krisztián Forró [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Forro.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Marian Kotleba [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Kotleba.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Milan Náhlik [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Nahlik.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Patrik Dubovský [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Dubovsky.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Peter Pellegrini [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Pellegrini.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Róbert Švec [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Svec.pdf>

Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Správa o prostriedkoch vynaložených na volebnú kampaň – Štefan Harabin [online]. 2024. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete:

<https://www.minv.sk/swift_data/source/verejna_sprava/volby_a_referendum/130_prezident/p24_kampan/P24_Harabin.pdf>

Nassmacher, K. H. 2009. The Funding of Party Competition: Political Finance in 25 Democracies. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft. ISBN 978-3-8329-4271-7.

Ohman, M. 2012. Political Finance Regulations Around the World: An Overview of the International IDEA Database [online]. Stockholm: International IDEA. 62 s. ISBN 978-91-86565-55-8. [cit. 2026-03-28]. Dostupné na internete: <https://www.idea.int/sites/default/files/publications/political-finance-regulations-around-the-world.pdf>

Orosz, L. a kol. 2015. Volebné právo [online]. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika. 291 s. ISBN 978-80-8152-346-5. [cit. 2026-04-12]. Dostupné na internete: <https://www.upjs.sk/app/uploads/sites/11/2022/10/ucebnica-volebne-pravo.pdf>

Pacáková, V. a kol. 2009. Štatistické metódy pre ekonómov. Bratislava: Iura Edition. ISBN 978-80-8078-284-9.

Pinto-Duschinsky, M. 2002. Financing Politics: A Global View. Journal of Democracy [online]. roč. 13, č. 4, s. 69–86. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://muse.jhu.edu/article/17244/pdf>

Refresher. 2024. *Prezidentská kampaň Ivana Korčoka je plná pochybností, tvrdí Transparency International. Nevysvetlil až 80-tisíc eur* [online]. 30. 4. 2024. [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: <https://news.refresher.sk/159023-Prezidentska-kampan-Ivana-Korcoka-je-plna-pochybnosti-tvrdi-Transparency-International-Nevysvetlil-az-80-tisic-eur>

Scarrow, S. E. 2004. Explaining Political Finance Reforms. Party Politics, roč. 10, č. 6, s. 653–675. ISSN 1354-0688.

Sičáková-Beblavá, E. a Zemanovičová, D. 2002. Politické strany a financie – tajomstvo alebo dôvera? [online]. Bratislava: Transparency International Slovensko. 52 s. ISBN 80-89041-62-0. [cit. 2026-03-28]. Dostupné na internete: <https://www.transparency.sk/wp-content/uploads/2010/01/030813_polit9.pdf>

Slebodníková, V. 2021. Financovanie politických strán a kampaní na Slovensku: Ako funguje politický fundraising. Diplomová práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Ekonomická fakulta. 89 s.

Slovensko. Zákon č. 181/2014 Z. z. o volebnej kampani a o zmene a doplnení zákona č. 85/2005 Z. z. o politických stranách a politických hnutiach v znení neskorších predpisov. In: Zbierka zákonov Slovenskej republiky [online]. 2014, čiastka 70, s. 1570–1606. [cit. 2026-04-12]. ISSN 0862-9707. Dostupné na internete: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2014/181/>

Slovensko. Zákon č. 46/1999 Z. z. o spôsobe voľby prezidenta Slovenskej republiky, o ľudovom hlasovaní o jeho odvolaní a o doplnení niektorých ďalších zákonov. In: Zbierka

zákonov Slovenskej republiky [online]. 1999, čiastka 19, s. 322–334. [cit. 2026-04-12]. Dostupné na internete: <https://www.slov-lex.sk/ezbierky/pravne-predpisy/SK/ZZ/1999/46/vyhlasene_znenie.html>

SME.sk. 2025. Za let Pellegriniho na lietadle Nahlikovej firmy uložili pokutu 500 eur, nie však firme [online]. 17. 9. 2025. [cit. 2025-04-22]. Dostupné na internete: <https://www.sme.sk/domov/c/za-let-pellegriniho-na-lietadle-nahlikovej-firmy-ulozili-pokutu-500-eur-nie-vsak-firme>

Šimral, V. 2016. Financování českých politických stran. Brno: Centrum pro studium demokracie a kultury. 248 s. ISBN 978-80-7325-410-0.

Štatistický úrad Slovenskej republiky. Voľby a referendá – Voľba prezidenta Slovenskej republiky [online]. [cit. 2026-04-13]. Dostupné na internete: <https://volby.statistics.sk/>

Štatistický úrad Slovenskej republiky. Výsledky hlasovania v 1. kole prezidentských volieb 2024 [online]. [cit. 2026-04-13]. Dostupné na internete: <https://volby.statistics.sk/prez/prez2024/sk/vysledky_hlasovania_kolo1.html>

Štatistický úrad Slovenskej republiky. Výsledky hlasovania v 2. kole prezidentských volieb 2024 [online]. [cit. 2026-04-13]. Dostupné na internete: <https://volby.statistics.sk/prez/prez2024/sk/vysledky_hlasovania_kolo2.html>

Teraz.sk. 2026. Korčok: Prezident by sa mal vyjadriť k podozreniam z financovania kampane [online]. 15. 4. 2026. [cit. 2026-04-22]. Dostupné na internete: <https://www.teraz.sk/spravy/korcok-prezident-by-sa-mal-vyjadrit-k/955582-clanok.html>

Transparency International Slovensko. Andrej Danko – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Andrej.Danko/financovanie>

Transparency International Slovensko. Hodnotenie transparentnosti financovania kampaní – prezidentské voľby 2024 [online]. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/>

Transparency International Slovensko. Ivan Korčok – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Ivan.Kor%C4%8Dok/financovanie>

Transparency International Slovensko. Ján Kubiš – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/J%C3%A1n.Kubi%C5%A1/financovanie>

Transparency International Slovensko. Krisztián Forró – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete:

<https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Kriszti%C3%A1n.Forr%C3%B3/financovanie>

Transparency International Slovensko. Marian Kotleba – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Marian.Kotleba/financovanie>

Transparency International Slovensko. Milan Náhlik – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Milan.N%C3%A1hlik/financovanie>

Transparency International Slovensko. Patrik Dubovský – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Patrik.Dubovsk%C3%BD/financovanie>

Transparency International Slovensko. Peter Pellegrini – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete:

<https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/Peter.Pellegrini/financovanie>

Transparency International Slovensko. Róbert Švec – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/R%C3%B3bert.%C5%A0vec/financovanie>

Transparency International Slovensko. Štefan Harabin – financovanie kampane [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/prezident2024/kandidati/%C5%A0tefan.Harabin/financovanie>

Transparency International Slovensko. Transparentný účet – Ivan Korčok, č. účtu SK73 8330 0000 0025 0218 8614 [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/financovanie/ucet/Ivan.Kor%C4%8Dok~5206616575>

Transparency International Slovensko. Transparentný účet – Peter Pellegrini, č. účtu SK41 0200 0000 0039 1355 3054 [online]. [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: <https://volby.transparency.sk/financovanie/ucet/Peter.Pellegrini~5212516917>

Úrad vlády Slovenskej republiky. 2024. Harmonogram organizačno-technického zabezpečenia volieb prezidenta Slovenskej republiky v roku 2024: Materiál č. 29188/1 [online]. Bratislava: Úrad vlády SR, 2024. [cit. 2024-04-30]. Dostupné na internete: <https://rokovania.gov.sk/RVL/Material/29188/1>

IMPLEMENTÁCIA KĽÚČOVÝCH FUNKCIÍ MANAŽMENTU V PODMIENKACH VYBRANÉHO PODNIKU

IMPLEMENTATION OF KEY MANAGEMENT FUNCTIONS IN THE CONDITIONS OF A SELECTED ENTERPRISE

Alexandra Lucia Čechová, Silvia Lorincová

Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen,

xcechova@is.tuzvo.sk

silvia.lorincova@tuzvo.sk

Abstract

Management is a key determinant in ensuring efficient operations and corporate sustainability in a globalized environment. Its relevance increases with rising process complexity, innovation demands, and the need for rapid adaptation to market change. Effective implementation of management functions supports resource allocation, activity coordination, and achievement of strategic and operational goals. This paper examines the implementation of key management functions, namely planning, organizing, decision-making, and control, in a selected company. The aim is to evaluate the level of implementation of these functions and propose measures to improve management efficiency. The analysis confirms a high level of functional integration, particularly in scenario planning, process structuring, participative decision-making, and control mechanisms. The findings emphasize the importance of flexibility, technological support, and customer orientation for effective management. Recommended improvements include formalizing managerial relations, strengthening digitalization, and modernizing warehouse infrastructure. Overall, the results show that systematic management significantly contributes to organizational stability and growth.

Key words: management, planning, organizing, decision-making, control

Úvod

Súčasné prístupy k manažmentu reflektujú meniace sa podmienky podnikateľského prostredia a zdôrazňujú jeho strategický charakter (Teece, 2017). Manažment je vnímaný ako nástroj adaptácie podniku na dynamické prostredie, pričom významnú úlohu zohrávajú funkcie manažmentu ako plánovanie, organizovanie, rozhodovanie, kontrolovanie a ďalšie (Hitt *et* al., 2017; Vodáček, Vodáčková, 2013). V tomto kontexte predstavuje manažment nielen súbor činností, ale aj kľúčový determinant dlhodobej výkonnosti a udržateľnosti podniku (Gavetti *et* al., 2007). Cieľom výskumu je komplexne preskúmať a zhodnotiť úroveň implementácie vybraných funkcií manažmentu (plánovanie, organizovanie, rozhodovanie a kontrolovanie) v podmienkach konkrétneho podniku a na základe zistení navrhnúť opatrenia smerujúce k zvýšeniu efektívnosti riadenia. Výskum bol realizovaný kombináciou prípadovej štúdie,

pozorovania a štruktúrovaného rozhovoru, ktoré umožnili prepojiť teoretické poznatky s empirickými zisteniami z vybraného podniku.

Teoretické aspekty v oblasti manažmentu

Manažment predstavuje komplexný a systematicky rozvíjaný koncept, ktorý je predmetom skúmania viacerých domácich i zahraničných štúdií (Strážovská, 2023; Koontz, Weihrich, 2012; Ziarab, Muhammad, 2012). V najširšom ponímaní ide o proces koordinácie individuálnych a skupinových činností smerujúcich k dosahovaniu cieľov, ktoré nie je možné efektívne realizovať individuálne (Drucker, 2007). Manažment zároveň zahŕňa plánovanie, organizovanie, rozhodovanie a kontrolovanie podnikových aktivít s cieľom zabezpečiť účelné a efektívne využívanie disponibilných zdrojov (Hitt *et* al., 2016; Sedlák, 2008). Z pohľadu systémového prístupu možno manažment chápať ako integrovaný súbor vzájomne prepojených prvkov a vzťahov, ktoré umožňujú koordinované riadenie podniku ako celku. Tento prístup zdôrazňuje význam synergického pôsobenia jednotlivých manažérskych funkcií a ich vplyv na celkovú výkonnosť podniku. Decuypere a Schaufeli (2020) a Mintzberg (2009) dopĺňajú procesný pohľad o dimenziu manažérskych rolí, ktoré zahŕňajú interpersonálne, informačné a rozhodovacie aktivity, pričom poukazujú na význam operatívneho riadenia, komunikácie a riešenia problémov v každodennej praxi manažérov.

Plánovanie ako východisková fáza manažérskeho procesu

Plánovanie predstavuje východiskovú fázu manažérskeho procesu a kľúčový nástroj riadenia budúceho rozvoja podniku. V podmienkach dynamického a neistého prostredia umožňuje podnikom systematicky sa pripravovať na budúci vývoj, identifikovať príležitosti a riziká a formulovať alternatívne scenáre ďalšieho smerovania (Brozmanová Gregorová, Hrozenská, 2022; Marchau *et* al., 2019; Bryson *et* al., 2018; Wolf, Floyd, 2017). Jeho význam narastá v súvislosti s globalizáciou, technologickými zmenami a rastúcou komplexnosťou podnikateľského prostredia, ktoré kladú zvýšené nároky na strategické riadenie (Johnson *et* al., 2023; George *et* al., 2019; Rohrbeck, Kum, 2018).

Plánovanie je orientované na projektovanie budúceho stavu podniku prostredníctvom formulácie cieľov, časových horizontov a alokácie zdrojov. Predstavuje systematický proces rozhodovania o budúcich aktivitách podniku, založený na analýze interného a externého prostredia, hodnotení rizík a výbere vhodných stratégií (Wolf, Floyd, 2017; Bateman, Snell, 2013). Významnou tendenciou je participatívne plánovanie, ktoré zvyšuje kvalitu rozhodnutí a podporuje akceptáciu cieľov zo strany zamestnancov (Stouten *et* al., 2020).

Proces plánovania má cyklický charakter a je úzko prepojený s kontrolnou funkciou, keďže umožňuje priebežné porovnávanie plánovaných a skutočných výsledkov a následnú korekciu cieľov či postupov (Griffin, Moorhead, 2012). Efektívne plánovanie zároveň predpokladá integráciu čiastkových plánov, ako sú výrobné a investičné plány, ktoré zabezpečujú koordinovaný rozvoj podniku (Majtán *et* al., 2016). Plánovanie tak vytvára základný rámec pre realizáciu ostatných manažérskych funkcií a predstavuje determinant dlhodobej konkurencieschopnosti podniku (Hitt *et* al., 2017; Bateman, Snell, 2013).

Organizovanie v kontexte riadenia podniku

Organizovanie predstavuje manažérsku funkciu zameranú na transformáciu plánovaných cieľov do konkrétnych úloh, právomocí a zodpovedností v rámci podniku (Burton *et* al., 2020; Daft, 2016). Ide o proces alokácie pracovných činností jednotlivcom a skupinám, sprevádzaný tvorbou formálnych vzťahov a komunikačných väzieb, ktoré sú

usporiadané v podobe organizačnej štruktúry (Shafter *et* al. 2016; Maxa, 2011).

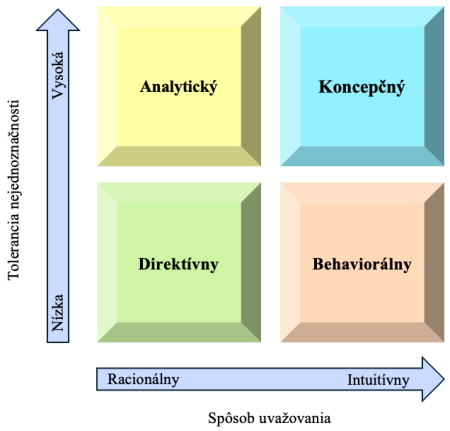
Efektívne organizovanie zabezpečuje koordináciu činností, optimálne využívanie zdrojov a prispieva k výkonnosti podniku (Galbraith, 2014). Organizačné štruktúry sa diferencujú podľa miery centralizácie, špecializácie a formalizácie, pričom ich vhodnosť závisí od veľkosti podniku, charakteru činností a podmienok prostredia (Daft, 2016). Základné typy organizačných štruktúr zahŕňajú divizionálnu a funkčnú štruktúru. Divizionálna organizačná štruktúra umožňuje prispôsobenie produktov a služieb lokálnym trhom, zlepšuje koordináciu a komunikáciu, avšak prináša aj nevýhody, ako sú duplicita činností a izolácia jednotlivých divízií (Robbins, Coulter, 2017; Majtán *et* al., 2016; Stanford, 2007). Funkčná štruktúra podporuje odbornú špecializáciu a efektívne využitie zdrojov, no môže viesť k nejasnostiam v kompetenciách (Blažek, Landa, 2006). Organizovanie tak predstavuje kľúčový nástroj zabezpečenia koordinácie, delegovania právomocí a efektívneho fungovania podniku, čím významne ovplyvňuje jeho výkonnosť.

Rozhodovanie ako determinant riadenia podniku

Rozhodovanie tvorí časť procesu v rámci manažérskeho riadenia, prostredníctvom ktorého manažéri určujú smerovanie podniku, alokáciu zdrojov a reakcie na meniace sa podmienky prostredia (Bazerman, Moore, 2017). Kvalita rozhodnutí priamo ovplyvňuje výkonnosť podniku, pričom nesprávne rozhodnutia môžu viesť k významným stratám alebo ohrozeniu jeho existencie (Gavetti *et* al., 2007).

Rozhodovanie predstavuje systematický proces zahŕňajúci identifikáciu problému, tvorbu alternatív, výber optimálneho riešenia a jeho implementáciu (Harrison, Pelletier, 2000). Tento proces je ovplyvnený neistotou, množstvom informácií a časovým tlakom, čo zvyšuje požiadavky na analytické schopnosti manažérov (Lloyd, Aho, 2020). V praxi dochádza k integrácii racionálneho rozhodovania s intuitívnym úsudkom a skúsenosťami, pričom ich význam závisí od konkrétnej situácie (Bazerman, Moore, 2017; Dane, Pratt, 2007).

V kontexte individuálnych charakteristík manažérov a miery uplatňovania racionality a kreativity možno rozlíšiť štyri základné štýly rozhodovania (direktívny, analytický, koncepčný a behaviorálny), ktoré sa líšia mierou racionality, toleranciou neistoty a orientáciou na úlohy alebo medziľudské vzťahy (Gál, 2023; Tej *et* al., 2022) (Obrázok 1).



Obr. 1 Štýly rozhodovania
Fig. 1 Decision-making styles
Zdroj: Gál, 2023.

Výber vhodného štýlu a zapojenie zamestnancov do rozhodovacieho procesu prispievajú k zvyšovaniu kvality rozhodnutí a efektívnosti riadenia. Rozhodovanie tak predstavuje súčasť manažérskeho procesu, ktorá významne determinuje schopnosť podniku adaptovať sa na meniace sa podmienky a dosahovať stanovené ciele.

Kontrolovanie ako prvok riadenia a spätnej väzby

Kontrolovanie predstavuje záverečnú fázu manažérskeho procesu a kľúčový mechanizmus spätnej väzby, prostredníctvom ktorého sa hodnotí miera dosahovania stanovených cieľov (Bedford *et* al., 2016). Jeho podstatou je porovnávanie skutočných výsledkov s plánovanými ukazovateľmi, identifikácia odchýlok a implementácia nápravných opatrení (Putri *et* al., 2024; Csikósová *et* al., 2022; Merchant, Van der Stede, 2017, Ferreira, Otley, 2009). Kontrolovanie podporuje adaptabilitu podniku, minimalizuje riziká a vytvára predpoklady pre dosahovanie dlhodobej výkonnosti podniku (Posch, 2020; Bedford *et* al., 2016). Má kontinuálny a adaptívny charakter a úzko súvisí s plánovaním, pričom spolu tvoria základ efektívneho riadenia podniku (Ferreira, Otley, 2009). Nedostatočné kontrolné mechanizmy môžu viesť k finančným stratám, reputačným rizikám a zlyhaniu podniku (Posch, 2020; Merchant, Van der Stede, 2017).

V praxi sa kontrolovanie realizuje prostredníctvom viacerých oblastí, najmä finančnej kontroly, kontroly kvality, strategickej kontroly, kontroly výkonu stredísk a ďalších (Bhimani *et* al., 2023). Finančná kontrola zabezpečuje transparentnosť a spoľahlivosť finančných operácií. Kontrola kvality sa zameriava na súlad produktov a služieb s požiadavkami zákazníkov. Strategická kontrola a benchmarking umožňujú hodnotenie dlhodobého smerovania podniku a kontrola výkonu stredísk sleduje efektívnosť jednotlivých organizačných jednotiek (Bhimani *et* al., 2023; Ittner *et* al., 2003). Kontrolovanie tak predstavuje nástroj riadenia, ktorý podporuje adaptabilitu podniku, minimalizuje riziká a vytvára predpoklady pre dosahovanie dlhodobej výkonnosti a stability podniku (Bedford, 2020).

Výsledky a diskusia

Funkcie manažmentu boli analyzované v podniku, ktorý dlhodobo pôsobí na slovenskom trhu v oblasti distribúcie železiarskeho tovaru a nábytkového kovania, veľkoplošných materiálov, náradia, farieb, lazúr a ďalších doplnkov pre domáce a profesionálne použitie. Podnik sa postupným rozširovaním činností od marketingovej podpory exportu až po výrobnú činnosť výrazne diverzifikoval a posilnil tak svoju trhovú pozíciu. Kľúčovým faktorom jeho rastu je orientácia na odborné poradenstvo, partnerský prístup k zákazníkom a dlhodobé budovanie vzťahov, čo sa ukázalo ako konkurenčná výhoda aj počas doterajších kríz. Významné míľniky, ako nadviazanie spolupráce s renomovaným dodávateľom a rozvoj infraštruktúry, umožnili podniku expandovať na domácom aj zahraničnom trhu a podporili jeho ambíciu stať sa medzinárodne etablovaným dodávateľom kvalitných materiálov.

Implementácia plánovania v podmienkach vybraného podniku

Proces plánovania je v podniku implementovaný ako opakujúci sa a systematický proces, ktorý je realizovaný v krátkodobých i dlhodobých časových horizontoch, pričom strategická vízia smeruje k udržiavaniu a posilňovaniu pozície dodávateľa kvalitných materiálov na domácom aj zahraničnom trhu, so zameraním na krajiny V4. Táto orientácia na

kvalitu sa postupne stala nevyhnutnou súčasťou podnikovej identity a významne ovplyvňuje plánovacie rozhodnutia.

V podniku sa plánovanie začína systematickou analýzou aktuálnej situácie, kapacitných možností a dopytu, čo poukazuje na adaptívny prístup k plánovaciemu procesu. Na analýzu nadväzuje stanovenie cieľov. Charakteristickým rysom plánovania je dôraz na flexibilitu a schopnosť pružne reagovať na meniace sa trhové podmienky, ktorý sa konkretizuje v tvorbe alternatívnych scenárov vývoja. Podnik pracuje s tromi scenármi (optimistickým, štandardným a pesimistickým) vychádzajúcimi z analýzy prostredia, čím si vytvára priestor pre rýchlu reakciu pri vzniku neočakávaných zmien, čo bolo prínosné najmä počas pandemického obdobia, keď vopred pripravené alternatívy prispeli k dosiahnutiu vysokých tržieb napriek všeobecnej neistote.

Po vykonanej analýze prostredia sú následne formulované ciele a varianty ich dosiahnutia. Po výbere optimálneho variantu dochádza k jeho implementácii do jednotlivých oblastí podniku a priebežnému monitorovaniu realizácie prostredníctvom kvartálnych a ročných hodnotení vedenia, na ktorých sa posudzuje smerovanie podniku a miera naplnenia stanovených cieľov. Pri zistení odchýlok sa aplikujú korekčné opatrenia, ktoré môžu spočívať v úprave plánovaných krokov alebo, v odôvodnených prípadoch, aj v revízii samotných cieľov.

Z hľadiska úrovní plánovania v podniku existuje strategické, taktické a operatívne plánovanie, ktoré sa vzájomne dopĺňajú a tvoria ucelený systém riadenia. Strategické plánovanie sa zameriava na dlhodobé smerovanie a pozíciu na trhu, čo sa odráža v systematickom rozširovaní činností a investíciách do infraštruktúry a výrobných kapacít. Taktické plánovanie konkretizuje strategické ciele prostredníctvom rozhodnutí o lokalizácii pobočiek a showroomov na základe analýzy trhu a identifikácie zákazníckeho potenciálu. Operatívne plánovanie sa sústreďuje na každodenné riadenie výroby a zabezpečenie plynulého priebehu výrobných procesov. Operatívne plánovanie vo výrobnej oblasti je realizované na dennej báze a vychádza z aktuálne prijatých objednávok zákazníkov. Pri jeho zostavovaní sa zohľadňujú typ spracovávaného materiálu, technologické možnosti zariadení a časová náročnosť jednotlivých zákaziek s cieľom zabezpečiť efektívne využitie strojového vybavenia a minimalizáciu prestojov. Významným prvkom operatívneho plánovania je optimalizácia výrobných činností s cieľom obmedziť časové straty spojené so zmenou materiálov alebo technologických nastavení, pričom plánovanie výroby je úzko prepojené s organizáciou práce a koordináciou pracovísk. V podniku sa implementuje aj investičné plánovanie, ktoré je orientované na dlhodobé zabezpečenie technologickej modernizácie a rozširovanie výrobných kapacít, pričom pri rozhodovaní o obstaraní nových technológií sa prihliada na mieru automatizácie s cieľom znížiť fyzickú náročnosť práce a zvýšiť produktivitu.

Príklady realizovaných investícií ilustrujú praktickú aplikáciu investičného plánovania:

- obstaranie nárezového centra v roku 2010 prispelo k zvýšeniu efektivity spracovania materiálu,
- implementácia automatizovaného skladu s vákuovým manipulačným systémom zabezpečila plynulý tok materiálu medzi skladom a nárezovým centrom a znížila fyzickú záťaž zamestnancov a
- kúpa pozemku v priemyselnom parku v roku 2014 umožnila vybudovanie centrálnej prevádzky, výroby, logistického centra a showroomu, čím sa posilnila kapacitná a logistická infraštruktúra podniku.

Plánovanie výroby zahŕňa zhromažďovanie prijatých objednávok podľa typu materiálu, farebného prevedenia a technologických nárokov s cieľom vopred nastaviť strojové vybavenie a minimalizovať prestoje. Denný výrobný plán zahŕňa presun materiálu zo skladových priestorov do výrobnej haly, následné spracovanie s vysokým stupňom automatizácie a finálne úpravy pred odovzdaním zákazníkovi alebo pred pokračovaním v montážnych a prepravných činnostiach.

Podpora plánovacích procesov informačnými systémami predstavuje ďalší kľúčový aspekt riadenia. Využívanie Warehouse Management System (WMS) umožňuje získať prehľad o množstve materiálu, jeho umiestnení a pohybe na sklade, pričom nastavenie minimálnych a maximálnych hladín zásob a automatické upozornenia pri dosiahnutí týchto hraníc prispievajú k predchádzaniu prerušeniu výroby alebo oneskoreniu dodávok.

Celkovo je plánovanie v podniku koncipované ako integrovaný proces, ktorý spája strategické zámery s taktickými rozhodnutiami a operatívnou realizáciou, pričom dôraz na kvalitu sortimentu, flexibilitu a technologickú modernizáciu predstavuje základné determinanty jeho efektívnosti.

Implementácia organizovania v podmienkach vybraného podniku

Analyzovaný podnik je súčasťou holdingového usporiadania, avšak na úrovni skúmaného subjektu nie je formálne vypracovaná organizačná štruktúra znázorňujúca hierarchické vzťahy, kompetencie a zodpovednosti jednotlivých útvarov. Napriek absencii formálneho organizačného modelu možno na základe analýzy procesov identifikovať základné funkčné oblasti zabezpečujúce plynulý chod podniku.

Organizačné usporiadanie má prevažne funkčný charakter, pričom činnosti sú rozdelené najmä do oblastí výroby, logistiky, obchodu, financií a podporných služieb. Pre podnik je typická deľba práce a špecializácia, keďže jednotlivé útvary sú riadené vlastnými vedúcimi zamestnancami. Súčasne sa uplatňuje zásada jednoty prikazovania, keď zamestnanci podliehajú jednému priamemu nadriadenému. S tým súvisí aj jasné vymedzenie právomocí a zodpovednosti vedúcich zamestnancov za výsledky riadených útvarov. Rozpätie riadenia sa medzi jednotlivými oddeleniami líši v závislosti od rozsahu činností a počtu zamestnancov.

Výroba predstavuje kľúčovú oblasť podniku. Zahŕňa plánovanie výrobných procesov, operatívne riadenie a kontrolu kvality. Výrobný proces je čiastočne automatizovaný a organizovaný v rámci jednej pracovnej zmeny, pričom údržba technologických zariadení sa realizuje po jej ukončení. Zamestnanci majú spravidla pridelené konkrétne pracovné pozície, pričom je zabezpečená ich vzájomná zastupiteľnosť. Organizácia výroby úzko nadväzuje na plánovanie zákaziek, pri ktorom sa zohľadňuje druh materiálu, technologické možnosti zariadení a časová náročnosť výroby.

Logistika zabezpečuje skladové hospodárstvo, evidenciu zásob a expedíciu tovaru. Riadenie skladových operácií je podporované informačným systémom WMS a mobilnými čítačkami, ktoré umožňujú efektívny pohyb materiálu v sklade. Logistické procesy sú úzko prepojené s výrobou, keďže po určení zákazky dochádza k presunu materiálu zo skladu na výrobné pracoviská. Súčasťou logistických činností je aj distribúcia výrobkov prostredníctvom doručenia zákazníkovi alebo osobného odberu.

Obchodná činnosť zahŕňa dispečing, riadenie predajných miest a činnosť obchodných zástupcov pôsobiacich na domácich aj zahraničných trhoch. Charakteristickým znakom je

teritoriálna špecializácia obchodných zamestnancov, ktorá umožňuje lepšiu znalosť regionálnych trhov a efektívnejšie riadenie vzťahov so zákazníkmi. Zahraničné aktivity sú organizačne oddelené predovšetkým z dôvodu účtovnej evidencie a samostatného hodnotenia výkonnosti.

Finančný útvar zabezpečuje účtovníctvo, fakturáciu, bankové operácie a ekonomickú evidenciu. Jeho úlohou je poskytovať relevantné informácie pre rozhodovanie manažmentu. Podporné činnosti, najmä IT a marketing, sú zabezpečované samostatnými útvarmi s vlastným vedením, pričom medzi nimi prebieha vzájomná koordinácia, ktorá prispieva k efektívnemu fungovaniu interných procesov.

V rámci holdingového usporiadania pôsobia aj ďalšie subjekty zamerané na výrobné aktivity a správu majetku. Oddelenie výrobných činností od obchodných procesov prispieva k efektívnejšiemu plánovaniu kapacít, zatiaľ čo samostatná správa nehnuteľného majetku znižuje prevádzkové a podnikateľské riziká.

Komunikácia medzi útvarmi prebieha prevažne na operatívnej úrovni prostredníctvom každodennej spolupráce vedúcich zamestnancov a ich tímov. Významnú úlohu zohrávajú pravidelné porady na mesačnej, kvartálnej a ročnej báze, ktoré slúžia na hodnotenie výsledkov a koordináciu ďalších aktivít.

Na základe uvedeného možno konštatovať, že organizačné usporiadanie podniku je založené na funkčnom princípe s prvkami centralizácie. Uplatňuje sa v ňom deľba práce, špecializácia, zásada jednoty prikazovania, ako aj vymedzenie právomocí, zodpovednosti a primeraného rozpätia riadenia.

Implementácia rozhodovania v podmienkach vybraného podniku

Rozhodovanie predstavuje v organizačnom kontexte ďalšiu z funkcií manažmentu, ktorá ovplyvňuje strategické smerovanie, rozvoj a každodennú prevádzku podniku. Proces rozhodovania v analyzovanom podniku je založený na systematickej analýze aktuálnej situácie a na pravidelnom hodnotení výsledkov prostredníctvom porád vedenia, pričom pri vybraných rozhodnutiach je zabezpečené participatívne zapojenie zamestnancov s cieľom zohľadniť ich odborné poznatky a pracovné skúsenosti.

Rozhodovacie kompetencie sú rozvrstvené podľa úrovní riadenia, pričom strategické rozhodnutia sú v kompetencii vrcholového vedenia, ktoré v prípade analyzovaného podniku predstavuje rodinné vedenie. Strategické rozhodnutia sa týkajú dlhodobého smerovania podniku, investícií do technológií, rozširovania výrobných kapacít a vstupu na nové trhy. Ako príklady strategických rozhodnutí možno uviesť výstavbu novej centrály spoločnosti a expanziu na zahraničný trh, ktoré reflektujú dlhodobé ciele posilnenia trhovej pozície v rámci regiónu V4 a rozširovania siete showroomov.

Operatívne rozhodovanie zabezpečuje kontinuitu každodenných činností v oblastiach výroby, logistiky a obchodu a je delegované na úroveň vedúcich zamestnancov. Operatívne rozhodnutia sú úzko previazané s plánovaním výroby. Zahŕňajú rozhodnutia o type spracovávaného materiálu, nastavení technologických zariadení a alokácii pracovných kapacít na základe prijatých objednávok. V praxi sa ako opakujúci sa operatívny problém identifikovalo rozhodovanie o obchodných vzťahoch s odberateľmi, ktorí neplnia svoje finančné záväzky, pričom rozhodovanie v týchto prípadoch prebieha podľa vopred definovaných pravidiel, hodnotenia platobnej disciplíny a histórie spolupráce.

Rozhodovací proces v podniku korešponduje s teoretickými modelmi a pozostáva z niekoľkých fáz. V prvom kroku prebieha identifikácia problému alebo príležitosti, čo sa v praxi prejavilo počas pandémie, keď manažment inicioval tvorbu scenárov na predvídanie možných negatívnych dopadov. Druhou fázou je generovanie variantov riešenia problému, pri ktorom sa zvažovali aj krajné opatrenia ako redukcia pracovných miest, avšak vedenie preferovalo riešenia minimalizujúce personálne straty vzhľadom na hodnotu zamestnancov pre podnik. Tretia fáza spočíva vo výbere najvhodnejšej alternatívy, čo sa počas pandémie konkretizovalo rozhodnutím zaviesť trojzmennú prevádzku ako reakciu na nárast objednávok. Vyhodnocovanie dosiahnutých výsledkov predstavuje ďalšiu súčasť rozhodovacieho cyklu a zahŕňa porovnávanie dosiahnutých výsledkov s plánovanými ukazovateľmi. V prípade identifikácie odchýlok manažment analyzuje, či vznikli v dôsledku nesprávnej implementácie alebo v dôsledku zmeny externých podmienok. Na základe tejto analýzy sa pristupuje k úprave procesov, k revízii plánovaných cieľov alebo k prijatiu nápravných opatrení s cieľom zabezpečiť dosahovanie strategických a operatívnych cieľov.

Pri rozhodovaní podnik zohľadňuje viacero faktorov, medzi ktoré patria finančné možnosti, personálne kapacity a priestorové podmienky. Dôležitú úlohu zohrávajú aj externé informácie o trhu a interné podnety od zamestnancov a zákazníkov, ktoré sú získavané prostredníctvom obchodných zástupcov. V rozhodovacom procese sa využívajú metodologické prístupy ako analýza prostredia, systematický zber informácií, brainstorming a konzultačné porady na rôznych úrovniach riadenia.

V oblasti štýlov rozhodovania sa v praxi prejavuje kombinácia prístupov podľa charakteru rozhodnutia. Strategické rozhodnutia sú charakterizované analytickým a koncepčným štýlom, pri ktorom vedenie hodnotí viacero alternatív a ich dlhodobé dôsledky. Operatívne rozhodnutia sú riešené prevažne direktívnym štýlom, ktorý umožňuje rýchle a efektívne riešenie vzniknutých problémov. V niektorých situáciách sa uplatňuje aj behaviorálny štýl, ktorý sa odráža v neformálnej komunikácii medzi vedením a zamestnancami a podporuje kooperatívne riešenie úloh a udržiavanie priaznivej pracovnej atmosféry.

Implementácia kontrolovania v podmienkach vybraného podniku

Kontrolovanie predstavuje jednu zo základných funkcií manažmentu, ktorá nadväzuje na plánovanie a zabezpečuje spätnú väzbu o dosahovaní stanovených cieľov, pričom je často vnímané ako komplementárny proces k plánovaniu (Tej *et* al., 2022). V analyzovanom podniku sa kontrolný proces realizuje systematicky a je zameraný na monitorovanie finančných ukazovateľov, výkonnosti jednotlivých stredísk a celkového smerovania podniku. Proces zahŕňa stanovenie kontrolných ukazovateľov vychádzajúcich z plánov podniku, porovnávanie skutočných výsledkov so stanovenými cieľmi a následné vyhodnocovanie výsledkov s prijímaním korekčných opatrení v prípade zistenia odchýlok. Porovnávanie skutočných výsledkov so stanovenými cieľmi sa v podniku realizuje prostredníctvom finančného reportingu, ktorý prebieha na mesačnej báze a zahŕňa sledovanie peňažných tokov, stavu zásob, výšky bankových úverov a údajov z podvojného účtovníctva. Fázu kontrolného procesu uzatvára vyhodnocovanie výsledkov a prijímanie opatrení, pri ktorom manažment analyzuje príčiny odchýlok a následne upravuje procesy alebo plánované postupy s cieľom dosiahnuť stanovené ciele. Vyhodnocovanie výsledkov a prijímanie opatrení sa realizuje prostredníctvom pravidelných porád vedenia, na ktorých sa hodnotí dosiahnuté smerovanie podniku a stanovuje ďalší postup.

Na základe charakteru kontrolných činností sa v podniku implementuje viacero oblastí kontrolovania, medzi ktoré patria finančná kontrola, kontrola kvality výrobkov a služieb, strategická kontrola a benchmarking, ako aj kontrola výkonnosti jednotlivých stredísk. Finančná kontrola sa zameriava na monitorovanie a hodnotenie hospodárskych výsledkov a finančnej situácie podniku a realizuje sa prostredníctvom pravidelného sledovania základných finančných ukazovateľov ako sú peňažné toky, stav zásob, výška bankových úverov a výsledky hospodárenia. Hodnotenie výkonnosti organizačných stredísk zahŕňa sledovanie dosahovania plánovaných obratov a podielu reklamácií. Prehľad o vývoji poskytujú mesačné a kvartálne štatistiky, ktoré umožňujú komplexnejší pohľad na dynamiku výkonnosti. Kontrola kvality služieb a výrobkov je orientovaná na minimalizáciu reklamácií a zabezpečenie spokojnosti zákazníkov. V praxi sa v podniku realizuje prostredníctvom sledovania percenta reklamácií a následnej analýzy opakovaných chýb s cieľom riešiť ich s dodávateľmi a znižovať riziko opakovania.

Strategická kontrola a benchmarking sú zamerané na hodnotenie dlhodobého vývoja podniku a jeho postavenia na trhu. Podnik pravidelne porovnáva svoju výkonnosť s konkurenciou pomocou dostupných externých zdrojov. V procese kontrolovania zohrávajú významnú úlohu informačné systémy, ktoré podnik využíva na priebežné sledovanie a vyhodnocovanie podnikových procesov, konkrétne systémy ERP a WMS, ktoré sú vzájomne prepojené a poskytujú integrované informácie. Prostredníctvom ERP má vedenie podniku prehľad o finančných výsledkoch, nákladoch a výnosoch, čo umožňuje efektívnu finančnú kontrolu. Systém WMS poskytuje aktuálne informácie o stave zásob, ich pohybe a umiestnení v sklade, čím podporuje kontrolu materiálových tokov.

V prípade zistenia odchýlok od stanovených cieľov podnik využíva kontrolu ako nástroj na prijímanie korekčných opatrení, pričom manažment najskôr analyzuje príčiny vzniknutej situácie a následne pristupuje k úprave procesov alebo k zmene plánovaných postupov. Tento prístup korešponduje s teoretickým chápaním kontrolovania ako mechanizmu spätnej väzby, ktorý umožňuje podniku reagovať na vzniknuté odchýlky a zabezpečiť dosahovanie stanovených cieľov (Bedford *et* al., 2016).

Na základe analýzy vybraných funkcií manažmentu možno konštatovať, že podnik disponuje viacerými predpokladmi efektívneho riadenia a vo viacerých oblastiach uplatňuje moderné manažérske prístupy. Súčasne boli identifikované aj určité nedostatky, ktoré nepredstavujú zásadné ohrozenie fungovania podniku, ale vytvárajú priestor na ďalšie zvyšovanie výkonnosti a konkurencieschopnosti.

Významnou silnou stránkou podniku je oblasť plánovania. Podnik využíva alternatívne scenáre budúceho vývoja, konkrétne optimistický, pesimistický a štandardný variant. Takýto prístup umožňuje pružnejšie reagovať na zmeny podnikateľského prostredia, znižovať mieru neistoty a efektívnejšie pripravovať vhodné reakcie na rôzne situácie. Scenárové plánovanie tak predstavuje dôležitý nástroj riadenia rizík a podpory strategickej flexibility podniku, čo korešponduje s poznatkami Wolfa a Floyda (2017). Význam flexibility v riadení zároveň zdôrazňujú aj Hitt *et* al. (2017).

Pozitívne možno hodnotiť aj oblasť organizovania. V podniku je zreteľne definovaná deľba práce a uplatňuje sa princíp jednoty prikazovania. Rozdelenie obchodných zástupcov podľa regiónov prispieva k efektívnejšiemu pokrytiu trhu, lepšej orientácii na potreby zákazníkov a kvalitnejšej komunikácii s obchodnými partnermi. Takéto usporiadanie podporuje prehľadnosť riadiacich vzťahov a zvyšuje operatívnosť rozhodovania.

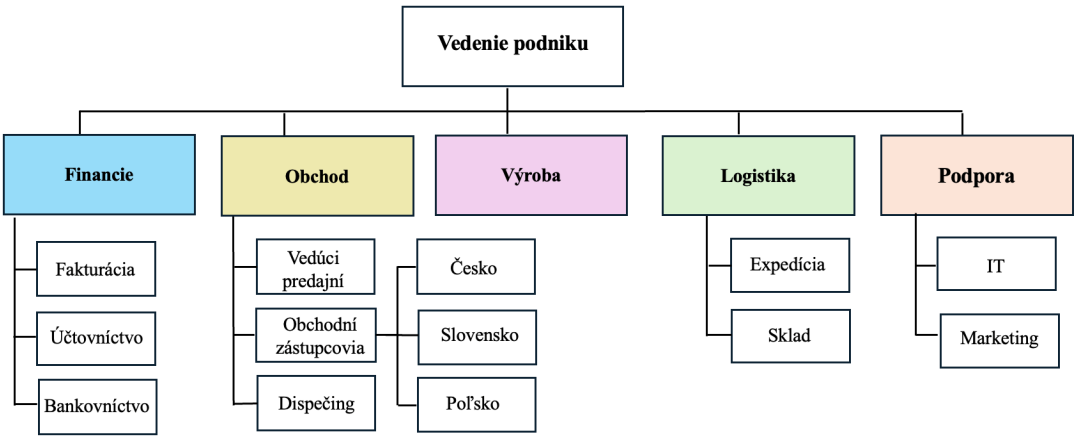
V oblasti rozhodovania je významným pozitívom participatívny štýl riadenia. Vedenie podniku zapája zamestnancov do vybraných rozhodovacích procesov a prihliada na ich názory a skúsenosti. Tento prístup pozitívne ovplyvňuje pracovnú motiváciu, identifikáciu zamestnancov s cieľmi podniku a následne aj ich pracovný výkon. Zároveň prispieva k vyššej kvalite prijímaných rozhodnutí, keďže vedenie disponuje širším spektrom informácií a návrhov riešení. Význam participatívneho prístupu zdôrazňujú Gál (2023) a Tej *et* al. (2022), podľa ktorých zapojenie zamestnancov do rozhodovania zvyšuje kvalitu rozhodnutí a podporuje akceptáciu cieľov podniku.

Veľmi priaznivé výsledky podnik dosahuje aj v oblasti kontrolovania, predovšetkým z pohľadu finančných ukazovateľov. Efektívne nastavené kontrolné mechanizmy umožňujú priebežne sledovať výkonnosť podniku, porovnávať dosiahnuté výsledky so stanovenými cieľmi a včas identifikovať prípadné odchýlky. Následne je možné realizovať nápravné opatrenia, ktoré podporujú stabilitu a dlhodobú prosperitu podniku. Tento prístup je v súlade s vymedzením kontrolovania ako procesu porovnávania skutočného stavu so stanovenými cieľmi a prijímania nápravných opatrení (Csikósová *et* al., 2022). Význam kontrolných mechanizmov pre stabilitu a výkonnosť podniku zdôrazňujú aj Merchant a Van der Stede (2017).

Medzi ďalšie silné stránky patrí orientácia na zákazníka a kvalitné medziľudské vzťahy na pracovisku. Podnik sa od konkurencie odlišuje individuálnym a partnerským prístupom k zákazníkom, ktorí nie sú vnímaní iba ako odberatelia, ale ako dlhodobí obchodní partneri. Takýto prístup podporuje lojalitu zákazníkov, budovanie dôvery a rozvoj stabilných obchodných vzťahov. Význam tejto stratégie sa prejavil najmä v krízových obdobiach, keď prispela k rastu podniku. Uvedený prístup je v súlade s konceptom vzťahového marketingu, ktorý Angelov *et* al. (2026) a Cortez *et* al. (2023) označujú za účinný nástroj budovania dlhodobých a udržateľných vzťahov so zákazníkmi.

Podnik zároveň preukazuje schopnosť adaptácie na meniace sa podmienky trhu. Počas svojho vývoja postupne diverzifikoval svoje aktivity a rozšíril pôsobenie z obchodnej oblasti aj do výrobnej sféry. K rastu podniku prispelo aj budovanie showroomov a pobočiek v krajinách V4, čím sa zvýšila dostupnosť produktov a zlepšilo geografické pokrytie trhu. Významným faktorom rozvoja sú tiež stabilné partnerské vzťahy s dodávateľmi, ktoré podporujú dôveryhodnosť podniku a kvalitu ponúkaného sortimentu.

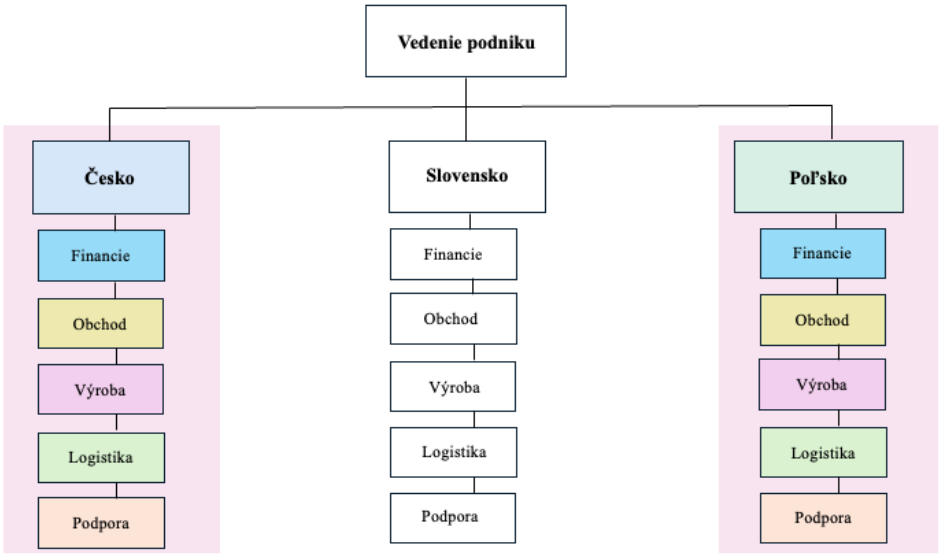
Napriek uvedeným pozitívam boli identifikované aj viaceré slabé stránky. Jedným z hlavných nedostatkov je absencia formálne spracovanej organizačnej štruktúry. Hoci podnik v praxi uplatňuje základné princípy organizovania, neexistencia jasne formalizovaného organizačného modelu môže sťažovať rozdelenie právomocí, zodpovedností a koordináciu činností. Organizačná štruktúra pritom podľa Majtána *et* al. (2016) zabezpečuje rozdelenie práce, právomocí a zodpovedností, pričom Daft (2016) zdôrazňuje jej význam pre efektívne riadenie a koordináciu procesov. Z uvedeného dôvodu odporúčame vytvoriť funkčnú organizačnú štruktúru s jasne definovanými útvarmi, napríklad pre financie, obchod, výrobu, logistiku a podporu (Obrázok 2).



Obr. 2 Návrh funkčnej organizačnej štruktúry podniku
Fig. 2 Proposal of Functional Organizational Structure of Enterprise
Zdroj: Vlastné spracovanie.

Navrhovaná funkčná organizačná štruktúra (Obrázok 2) vychádza z princípov centralizovaného riadenia podniku a jeho členenia do základných funkčných oblastí, konkrétne financie, obchod, výroba, logistika a podporné činnosti. Zvolený spôsob grafického znázornenia zároveň prispieva k prehľadnejšej orientácii v organizačnom usporiadaní podniku a podporuje lepšie pochopenie riadiacich vzťahov medzi jednotlivými úrovňami manažmentu. Návrh organizačnej štruktúry reflektuje aktuálny spôsob fungovania podniku a zohľadňuje existujúce rozdelenie kompetencií a činností medzi jednotlivé organizačné útvary. Takto koncipované usporiadanie možno v súčasných podmienkach považovať za adekvátne.

V prípade ambície podniku aplikovať obdobný model riadenia aj na zahraničných trhoch je však vhodné uvažovať o postupnej transformácii smerom k divizionálnej organizačnej štruktúre založenej na územnom princípe (Obrázok 3), ktorá je typická pre podniky pôsobiace na rozsiahlych geografických trhoch (Majtán *et* al., 2016). Tento typ štruktúry umožňuje efektívnejšie prispôsobenie riadenia špecifikám jednotlivých trhov a zároveň zvyšuje mieru autonómie jednotlivých divízií. Na druhej strane však môže viesť k duplicite činností, keďže každá divízia disponuje vlastnými funkčnými útvarmi, čo môže následne zvyšovať celkové náklady podniku (Robbins, Coulter, 2018).



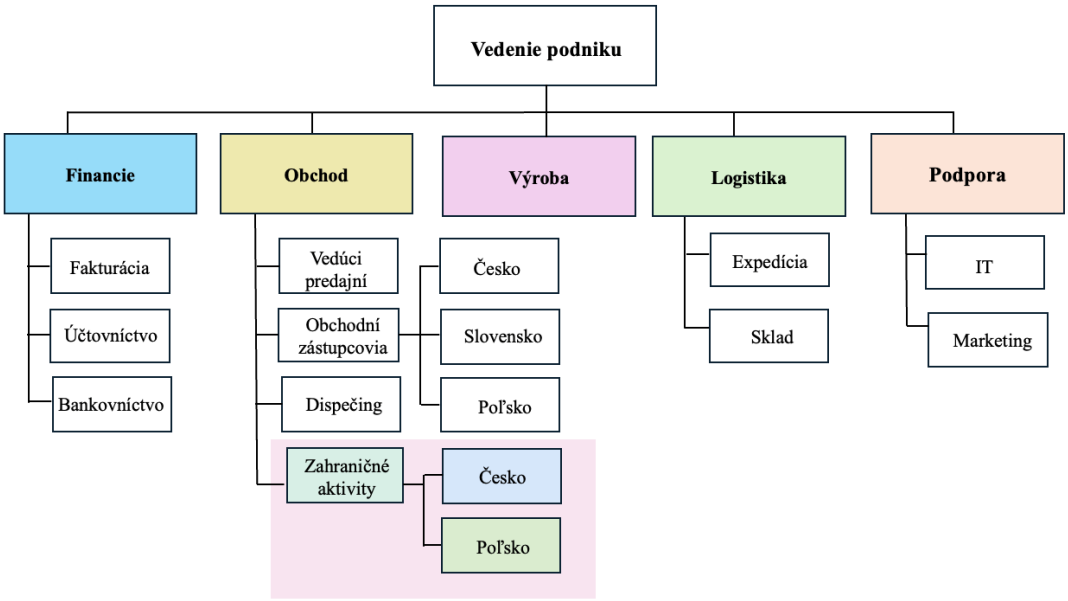
Obr. 3 Návrh divizionálnej organizačnej štruktúry podľa územného hľadiska

Fig. 3 Proposal of a Divisional Organizational Structure Based on the Territorial Principle
Zdroj: Vlastné spracovanie.

Navrhovaná divizionálna organizačná štruktúra (Obrázok 3) je založená na územnom princípe, pričom jednotlivé krajiny (Slovensko, Česká republika a Poľsko) predstavujú samostatné organizačné jednotky. Každá z týchto jednotiek disponuje vlastnými funkčnými útvarmi, predovšetkým v oblasti financií, obchodu, výroby, logistiky a podpory. Takéto usporiadanie umožňuje efektívnejšie prispôsobenie riadiacich procesov špecifickým podmienkam jednotlivých trhov, najmä s ohľadom na zákaznícke preferencie, legislatívne prostredie a konkurenčné podmienky. Súčasne podporuje rýchlejšie rozhodovanie na úrovni jednotlivých divízií a zvyšuje ich mieru samostatnosti.

Implementácia divizionálnej organizačnej štruktúry podľa územného princípu by bola pre podnik opodstatnená najmä v kontexte ďalšej expanzie na zahraničné trhy, pričom jednotlivé krajiny by fungovali ako autonómne organizačné jednotky so štandardizovanými funkčnými oblasťami.

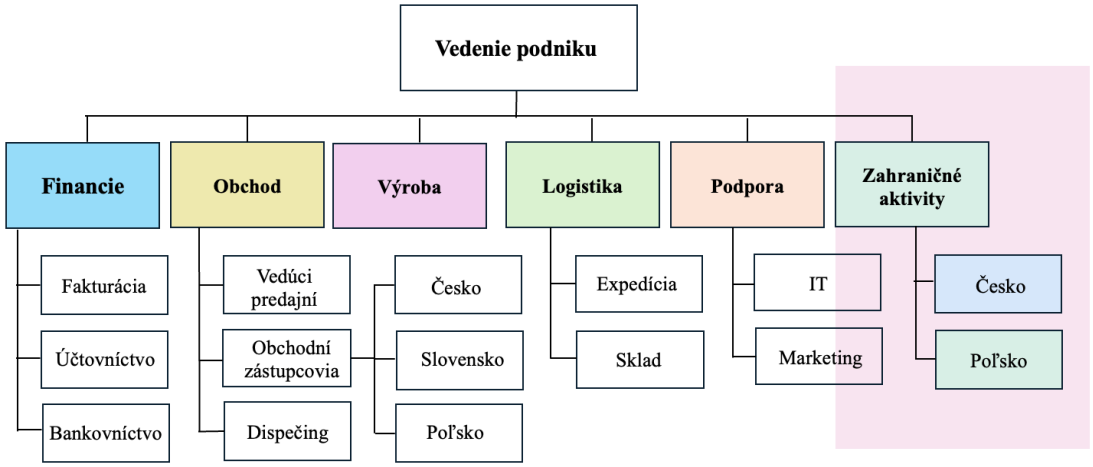
Ďalšou alternatívou je integrácia zahraničných aktivít do funkčnej organizačnej štruktúry podniku v rámci obchodného útvaru (Obrázok 4). Takéto organizačné začlenenie by umožnilo zachovanie kontinuity a nadväznosti na existujúce obchodné procesy podniku. Oddelenie zahraničných trhov by v tomto usporiadaní plnilo koordinačnú a riadiacu funkciu v oblasti obchodných činností realizovaných na zahraničných trhoch, konkrétne v Českej republike a Poľsku. Jeho hlavnou úlohou by bolo zabezpečenie systematického riadenia expanzných aktivít a efektívnej implementácie obchodnej stratégie v medzinárodnom prostredí.



Obr. 4 Návrh rozšírenia obchodného oddelenia o oddelenie zahraničných aktivít

Fig. 4 Proposal of Expansion of Sales Department by Foreign Activities Department
Zdroj: Vlastné spracovanie.

Alternatívnym riešením je rozšírenie súčasnej funkčnej organizačnej štruktúry o samostatné oddelenie (Obrázok 5), ktoré by sa špecializovalo výhradne na zahraničné aktivity. Takýto prístup by bol vhodný najmä v prípade, že by podnik neuplatňoval rovnaké organizačné usporiadanie v zahraničí ako na Slovensku a nezriaďoval by tam samostatné funkčné oblasti. Výhodou tohto riešenia je najmä eliminácia duplicity činností, ktorá je typická pre divizionálnu organizačnú štruktúru, a tým aj nižšia nákladovosť riadenia.



Obr. 5 Návrh zavedenia nového oddelenia do funkčnej organizačnej štruktúry

Fig. 5 Proposal of New Department into Functional Organizational Structure
Zdroj: Vlastné spracovanie

Navrhovaná modifikácia organizačnej štruktúry podniku vychádza zo zachovania existujúceho funkčného usporiadania, ktoré je doplnené o samostatné oddelenie orientované na zahraničné aktivity (Obrázok 5). Zachovanie funkčnej organizačnej štruktúry zároveň umožní udržať centralizovaný charakter riadenia kľúčových činností, najmä v oblasti financií, výroby a podporných procesov, čím sa minimalizuje riziko duplicity činností typických pre divizionálne organizačné usporiadanie. Navrhované riešenie tak predstavuje kompromisný prístup medzi existujúcim modelom riadenia a potenciálnou transformáciou smerom k divizionálnej organizačnej štruktúre.

Ďalšou slabou stránkou je absencia systému CRM (Customer Relationship Management) pre riadenie vzťahov so zákazníkmi. V súčasnosti podnik získava informácie o zákazníkoch najmä prostredníctvom obchodných zástupcov alebo priamej komunikácie, čo môže viesť k neúplnosti údajov, nižšej prehľadnosti a vyššej časovej náročnosti spracovania informácií. Zavedenie CRM systému umožní podniku centralizovanú evidenciu zákazníckych údajov, systematické vyhodnocovanie obchodných príležitostí, plánovanie marketingových aktivít a efektívnejšie riadenie predajných procesov. Bisht (2025) považuje CRM za strategickú investíciu podporujúcu úspech podniku, pričom Daimah (2026) uvádza, že implementácia CRM môže zvýšiť spokojnosť a lojalitu zákazníkov, ako aj ziskovosť podniku.

Implementáciu CRM systému možno realizovať vo viacerých etapách. V prvej fáze je potrebné vykonať analýzu interných a externých procesov podniku a definovať funkčné požiadavky na nový systém. Následne je vhodné porovnať dostupné riešenia na trhu z hľadiska funkcionality, kompatibility a ekonomickej efektívnosti. Vzhľadom na skutočnosť, že podnik využíva ERP systém od spoločnosti Microsoft, ako najvhodnejšie riešenie sa javí implementácia systému Microsoft Dynamics 365 CRM, ktorý umožňuje prepojenie s existujúcou informačnou infraštruktúrou a centralizáciu údajov v jednom prostredí (https://www.telegrafia.sk). Systém poskytuje moduly pre oblasť predaja, služieb a marketingu, pričom podporuje evidenciu obchodných prípadov, správu reklamácií, plánovanie kampaní a vyhodnocovanie výkonnosti obchodného oddelenia. Významnou výhodou je aj dostupnosť prostredníctvom webového rozhrania a mobilných zariadení, integrácia e-mailovej komunikácie a možnosť práce v offline režime s následnou synchronizáciou dát (https://www.telegrafia.sk). V ďalšej fáze, vo fáze implementácie, je potrebné zabezpečiť konfiguráciu systému podľa potrieb podniku, migráciu existujúcich dát a školenie zamestnancov, predovšetkým obchodných zástupcov. Záverečná etapa by mala byť zameraná na priebežné hodnotenie efektívnosti systému a jeho ďalšiu optimalizáciu podľa potrieb podniku.

Nedostatky sa prejavujú aj v oblasti logistiky, konkrétne v neoptimálnom využívaní skladových kapacít v Českej republike. Tento stav súvisí s nedostatočným technologickým vybavením a môže spôsobovať nižšiu efektívnosť skladových operácií a vyššie prevádzkové náklady. Ako vhodné riešenie sa javí investícia do modernej manipulačnej techniky, ktorá umožňuje efektívne využívať skladový priestor vo vertikálnom smere a zvyšujú produktivitu manipulácie s tovarom.

V podmienkach vysoko regálového skladovania sa ako optimálne riešenie javia retrakové vozíky, ktoré sú určené na manipuláciu s tovarom vo veľkých výškach a umožňujú efektívnu prevádzku aj v úzkych skladových uličkách (www.linde-mh.com). Ich využitie zároveň prispieva k lepšiemu využitiu skladovej kapacity a k zvýšeniu produktivity manipulácie s tovarom (www.jungheinrich.co.uk).

Celkovo možno konštatovať, že skúmaný podnik disponuje viacerými významnými silnými stránkami v oblasti riadenia, plánovania, využívania informačných systémov ale aj v oblasti ľudských zdrojov a flexibility. Identifikované nedostatky súvisia najmä s potrebou vyššej formalizácie riadenia, ďalšej digitalizácie procesov a modernizácie logistickej infraštruktúry. Ich odstránenie môže významne prispieť k zvýšeniu efektívnosti fungovania podniku a k posilneniu jeho konkurenčnej pozície.

Záver

Skúmanie implementácie funkcií manažmentu v podnikovej praxi predstavuje významnú oblasť vedeckého skúmania, keďže práve kvalita riadenia zásadným spôsobom determinuje výkonnosť, adaptabilitu a dlhodobú udržateľnosť podnikov v turbulentnom podnikateľskom prostredí. V podmienkach globalizácie, rastúcej konkurencie a technologických zmien nadobúda systematické uplatňovanie plánovania, organizovania, rozhodovania a kontrolovania strategický význam. Cieľom príspevku bolo komplexne preskúmať a zhodnotiť úroveň implementácie vybraných funkcií manažmentu (plánovanie, organizovanie, rozhodovanie a kontrolovanie) v podmienkach konkrétneho podniku a na základe zistení navrhnúť opatrenia smerujúce k zvýšeniu efektívnosti riadenia. Na dosiahnutie cieľa bola využitá metóda prípadovej štúdie, komparácia teoretických poznatkov s empirickými zisteniami a analýza podnikových procesov.

Výsledky výskumu potvrdili, že podnik disponuje viacerými predpokladmi úspešného riadenia. Významnou silnou stránkou je scenárové plánovanie založené na alternatívnych variantoch budúceho vývoja, ktoré zvyšuje pripravenosť podniku na neistotu a externé šoky. Pozitívne možno hodnotiť aj investičné plánovanie orientované na technologickú modernizáciu, automatizáciu výroby a rozvoj logistickej infraštruktúry. V oblasti organizovania sa preukázala funkčná deľba práce, jasné línie nadriadenosti a špecializácia jednotlivých útvarov. Rozhodovanie je kombináciou analytického, direktívneho a participatívneho prístupu, čo umožňuje spájať rýchlosť operatívnych reakcií s kvalitným strategickým uvažovaním. Kontrolovanie je podporované pravidelným reportingom a využívaním informačných systémov ERP a WMS, čím podnik získava účinný nástroj spätnej väzby.

Napriek uvedeným pozitívam boli identifikované aj rezervy. Za významný nedostatok možno považovať absenciu formálne spracovanej organizačnej štruktúry, ktorá môže komplikovať vzťahy pri ďalšom raste podniku. Súčasne bola identifikovaná potreba implementácie CRM systému s cieľom systematizovať riadenie zákazníckych vzťahov a zvýšiť obchodnú efektívnosť. Priestor na zlepšenie existuje aj v oblasti optimalizácie skladových kapacít a technologického vybavenia zahraničných prevádzok.

Na základe uvedených zistení sa odporúča formalizovať organizačné usporiadanie, realizovať implementáciu integrovaného CRM riešenia, pokračovať v digitalizácii procesov a investovať do modernizácie logistickej infraštruktúry. Tieto opatrenia môžu podporiť ďalší rast výkonnosti a konkurencieschopnosti podniku.

Limitom výskumu je zameranie na jeden podnik, čo obmedzuje možnosti širšej generalizácie výsledkov. Budúci výskum by sa preto mal orientovať na komparáciu viacerých podnikov podľa veľkosti, odvetvia alebo vlastníckej štruktúry, prípadne skúmať vplyv digitalizácie a umelej inteligencie na transformáciu funkcií manažmentu. Výsledky však potvrdzujú, že systematické riadenie funkcií manažmentu zostáva jedným z kľúčových faktorov úspechu moderného podniku.

Literatúra

Angelov, A., Mihaleva, H., Atanasova, S., Georgiev, H. 2026. Theoretical Foundations and Evolution of Relationship Marketing. International Conference On Economics Business & Management, 2(1): 453-459.

Bateman, T. S., Snell, S. A. 2013. Management. 3rd ed. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Bazerman, M., Moore, D. A. 2017. Judgment in managerial decision making. Hoboken: Wiley.

Bedford, D. S. 2020. Conceptual and empirical issues in understanding management control combinations. Accounting, Organizations and Society, 86: 101187. https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.101187

Bedford, D. S., Malmi, T., Sandelin, M. 2016. Management control effectiveness and strategy: An empirical analysis of packages and systems. Accounting, Organizations and Society, 51: 12-28. https://doi.org/10.1016/j.aos.2016.04.002

Bhimani, A., Horngren, C. T., Datar, S. M., Rajan, M. V. 2023. Management and cost accounting (8th ed.). Pearson.

Bisht, P. S. 2025. Customer Relationship Management (CRM): Evolution. India: Parul Institute of Technology.

Blažek, L., Landa, M. 2006. Ekonomika a řízení podniku. Brno: Masarykova univerzita.

Brozmanová Gregorová, A., Hrozenská, M. 2022. Participatívne plánovanie a projektovanie. Banská Bystrica: BELLANIUM.

Bryson, J. M., Edwards, L. H., Van Slyke, D. M. 2018. Getting strategic about strategic planning research. Public Management Review, 20(3): 317-339. https://doi.org/10.1080/14719037.2017.1285111

Burton, R. M., Obel, B., Håkonsson, D. D. 2020. Organizational design: A step-by-step approach (3rd ed.). Cambridge University Press.

Cortez, R. M., Johnston, W. J., Ehret, M. 2023. "Good Times–Bad Times"–Relationship marketing throughbusiness cycles." Journal of BusinessResearch, 165: 114063.

Csikósová, A., Čulková K., Janošková M. 2022. Controlling tools use. TEM Journal, 11(1): 356-366.

Daft, R. L. 2016. Organization theory and design. 12th ed. Boston: Cengage Learning.

Daimah, D. 2026. Customer Relationship Management in the Context of Digital Marketing on Customer Satisfaction, Customer Loyalty and Profitability Enhancement at PT. Syntax Corporation Indonesia. Jurnal Sosial Sains, 5(12): 1099-1011.

Dane, E., Pratt, M. G. 2007. Exploring intuition and its role in managerial decision making. Academy of Management Review, 32(1): 33-54. https://doi.org/10.5465/amr.2007.23463682

Decuypere, A., Schaufeli, W. 2020. Leadership and work engagement: Exploring explanatory mechanisms. German Journal of Human Resource Management, 34(1): 69-95. https://doi.org/10.1177/2397002219892197

Drucker, P. F. 2007. Management challenges for the 21st century. London: Taylor & Francis.

Ferreira, A., Otley, D. 2009. The design and use of performance management systems: An extended framework for analysis. Management Accounting Research, 20(4): 263-282. https://doi.org/10.1016/j.mar.2009.07.003

Gál, P. 2023. Manažérske rozhodovanie. In: COPUŠ, L. et al. Manažment. Bratislava: Univerzita Komenského.

Galbraith, J. R. 2014. Designing organizations: Strategy, structure, and process at the business unit and enterprise levels (3rd ed.). Jossey-Bass.

Gavetti, G., Levinthal, D., Ocasio, W. 2007. Neo-Carnegie: The Carnegie School's past, present, and reconstructing for the future. Organization Science, 18(3): 523-536.

George, B., Walker, R. M., Monster, J. 2019. Does strategic planning improve organizational performance? A meta-analysis. Public Administration Review, 79(6): 810-819. https://doi.org/10.1111/puar.13104

Griffin, R. S., Moorhead, G. 2013. Organizational behavior: Managing people and organizations. Mason: Cengage Learning.

Harrison, E. F., Pelletier, M. A. 2000. The essence of management decision. Management Decision, 38(7): 462-470. https://doi.org/10.1108/00251740010373476

Hitt, M. A., Ireland, D. R., Hoskinsson R. E. 2017. Strategic management: Competitiveness and globalization. Boston: Cengage Learning.

Hitt, M. A., Xu, K., Carnes, C. M. 2016. Resource based theory in operations management research. Journal of Operations Management, 41(1): 77-94. https://doi.org/10.1016/j.jom.2015.11.002

Ittner, C. D., Larcker, D. F. 2003. Coming up short on nonfinancial performance measurement. Harvard Business Review, 81(11): 88-95.

Johnson, G., Scholes, K., Angwin, D., Whittington, R. 2023. Exploring strategy. Harlow: Pearson.

Jungheinrich. 2026. Reach trucks [online]. [cit. 2026-04-17]. Dostupné na internete: <https://www.jungheinrich.co.uk/products/new-forklifts/reach-trucks>.

Koontz, H., Weihrich, H. 2012. Management. New York: McGraw-Hill.

Linde. 2026. Linde Material Handling [online]. [cit. 2026-04-17]. Dostupné na internete: <https://www.linde-mh.com/en/>.

Lloyd, R., Aho, W. 2020. The four functions of management. Kansas: Digital Pressbooks.

Majtán, M., Grznár, M., Matulčíková, M., Papulová, E., Slávik, Š., Szabo, Ľ., Szarková, M,. Thomasová, E. 2016. Manažment. Bratislava: Ekonom.

Marchau, V. A. W. J., Walker, W. E., Bloemen, P. J. T. M., Popper, S. W. (Eds.). 2019. Decision making under deep uncertainty: From theory to practice. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2

Maxa, R. 2011. Management. Praha: Fortuna.

Merchant, K. A., Van der Stede, W. A. 2017. Management control systems: Performance measurement, evaluation and incentives (4th ed.). Pearson.

Mintzberg, H. 2009. The structuring of organizations. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Posch, A. 2020. Integrating risk into control system design: The complementarity between risk-focused results controls and risk-focused information sharing. Accounting, Organizations and Society, 86: 101126. https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.101126

Putri, A. F., Wahyuni, A., Fuadah, L. L. 2024. Management control systems and digitalization. International Journal of Economics, Accounting and Management, 1(4): 226-233.

Robbins, S. P., Coulter, M. 2017. Management. Harlow: Pearson.

Rohrbeck, R., Kum, M. E. 2018. Corporate foresight and its impact on firm performance: A longitudinal analysis. Technological Forecasting and Social Change, 129: 105-116. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.013

Sedlák, M. 2008. Základy manažmentu. Bratislava: Iura Edition.

Shafter, M. E., Ghnaem, S. S., Abdelmotleb, F. A. 2016. The Roles of Management to Increase Efficiency for Employees and Interconnected with Good Leadership. Journal of Business and Management, 18(11): 8-14. https://doi.org/10.9790/487X-1811010814

Stanford, N. 2007. Guide to organisation design. Creating high-performing and adaptable enterprises. London: Profile Books Ltd.

Stouten, J., Rousseau, D. M., De Cremer, D. 2020. Successful organizational change: Integrating the Management Practice and Scholarly Literatures. Academy of Management Annals, 12(2). https://doi.org/10.5465/annals.2016.0095

Strážovská, Ľ. 2023. Manažment a manažéri. In: COPUŠ, L. et al. Manažment. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave.

Teece, D. J. 2017. Dynamic capabilities and (digital) platform lifecycles. In J. Furman, A. Gawer, B. Silverman, S. Stern (Eds.), Entrepreneurship, Innovation, and Platforms (Advances in Strategic Management, 37: 211-225. https://doi.org/10.1108/S0742-332220170000037008

Tej, J., Bertová, D., Cocuľová, J., Horváth, J., Škerháková, V. 2022. Manažment. Prešov: Bookman.

Telegrafia. 2026. Microsoft Dynamics 365 [online]. [cit. 2026-04-17]. Dostupné na internete: <https://www.telegrafia.sk/erp/produkty/microsoft-dynamics-365/>.

Vodáček, L., Vodáčková, O. 2013. Moderní management v teorii a praxi. Praha: Management Press.

Wolf, C., Floyd, S. W. 2017. Strategic planning research: Toward a theory-driven agenda. Journal of Management, 43(6): 1754-1788. https://doi.org/10.1177/0149206313478185

Ziarab, M., Muhammad, B. 2012. Review of classical management theories. International Journal of Social Sciences and Education, 2(1): 512-522.

SYSTÉMY MANAŽÉRSTVA KVALITY V PODMIENKACH PRIEMYSELNÝCH PODNIKOV NA SLOVENSKU

QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN SLOVAKIA

Nikola Černáková, Pavol Gejdoš

Technická univerzita vo Zvolene, Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, T.G. Masaryka 8024/24, 960 01 Zvolen

xcernakovan@is.tuzvo.sk, gejdosp@tuzvo.sk

Abstract

The aim of this study is to analyze the use of quality management systems in industrial enterprises in Slovakia and to evaluate their impact on business performance. The research is based on a questionnaire survey conducted among industrial enterprises. The collected data were processed using statistical methods, mainly contingency tables and the Pearson chi-square test. The results show that ISO 9000 is the most widely used quality management system and that the size of the enterprise influences its implementation. Furthermore, enterprises with implemented quality management systems achieve higher levels of performance measured by profit. The findings also indicate that the use of advanced quality management methods contributes to the reduction of nonconformities. The results confirm the importance of systematic quality management in improving business performance and process quality.

Key words: quality management, ISO 9001, TQM, Six Sigma, business performance

Úvod

Kvalita predstavuje v súčasnom podnikateľskom prostredí jeden z rozhodujúcich faktorov konkurencieschopnosti podnikov. Rastúce požiadavky zákazníkov, tlak na efektívnosť procesov a potreba dosahovania stabilných výsledkov vedú podniky k implementácii systematických prístupov riadenia kvality. Systémy manažérstva kvality umožňujú podnikom optimalizovať procesy, znižovať chybovosť a zvyšovať ich celkovú výkonnosť.

Medzi najvýznamnejšie prístupy patria najmä systémy podľa normy ISO 9000, ako aj pokročilé metódy, napríklad Total Quality Management (TQM) a Six Sigma. Tieto prístupy poskytujú podnikom nástroje na zlepšovanie procesov a zvyšovanie kvality výstupov, pričom ich prínos sa prejavuje najmä v dlhodobom horizonte. Napriek ich významu však medzi podnikmi existujú rozdiely v miere ich využívania, čo môže ovplyvňovať ich výkonnosť a kvalitu procesov. Cieľom príspevku je analyzovať využívanie systémov manažérstva kvality v priemyselných podnikoch na Slovensku a zhodnotiť ich vplyv na výkonnosť podnikov a znižovanie nezhôd.

Metodika

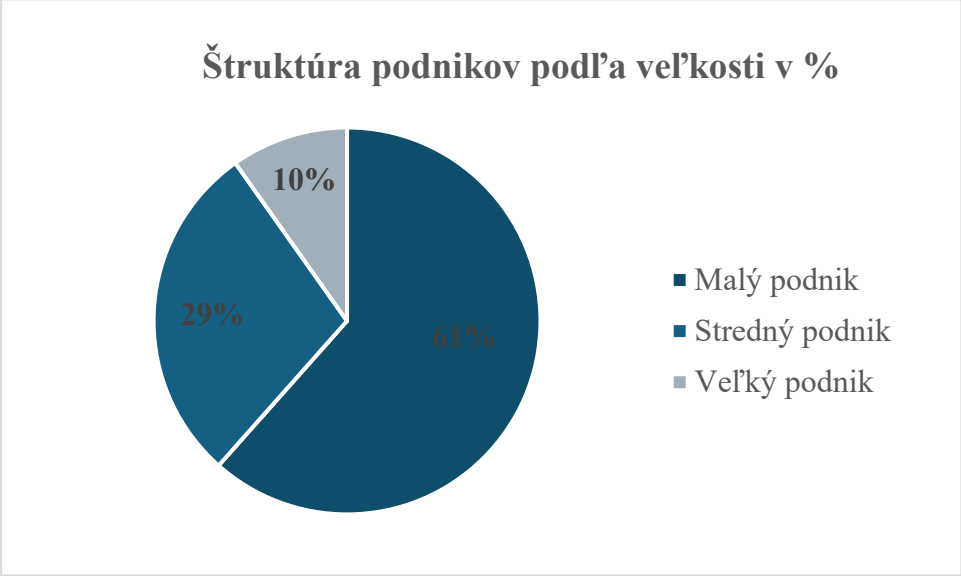
Empirická časť práce je založená na kvantitatívnom výskume realizovanom prostredníctvom dotazníkového prieskumu medzi priemyselnými podnikmi na Slovensku. Dotazník bol zameraný na zisťovanie miery využívania systémov manažérstva kvality, používania jednotlivých metód a nástrojov kvality a ich vplyvu na výkonnosť podnikov a znižovanie nezhôd. Výskumný súbor tvorilo 402 respondentov, pričom pri analýze vybraných premenných boli použité aj podsúbory respondentov podľa charakteru odpovedí. Výskumný súbor tvorili priemyselné podniky rôznej veľkosti, čo umožnilo porovnanie rozdielov medzi jednotlivými kategóriami podnikov.

Získané údaje boli spracované pomocou štatistických metód. Na analýzu vzťahov medzi premennými boli využité kontingenčné tabuľky, ktoré umožnili identifikovať rozdelenie odpovedí medzi jednotlivými kategóriami. Na overenie štatistickej významnosti závislostí bol využitý Pearsonov chí-kvadrát test. V rámci výskumu boli formulované dve hypotézy. Prvá hypotéza bola zameraná na vzťah medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov. Druhá hypotéza skúmala vplyv využívania pokročilých metód manažérstva kvality na znižovanie nezhôd. Výsledky analýzy boli následne interpretované na základe získaných údajov a slúžili na zhodnotenie vplyvu systémov manažérstva kvality na výkonnosť podnikov.

Praktická časť

Praktická časť práce je zameraná na vyhodnotenie využívania systémov manažérstva kvality v priemyselných podnikoch na Slovensku a posúdenie ich vplyvu na výkonnosť podnikov a kvalitu procesov. Získané údaje sú prezentované prostredníctvom grafov a kontingenčných tabuliek, ktoré umožňujú prehľadné zobrazenie vzťahov medzi sledovanými premennými.

V prvej časti analýzy je pozornosť venovaná využívaniu jednotlivých metód a nástrojov manažérstva kvality v podnikoch. Následne je analyzovaný vzťah medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov, ako aj vplyv využívania pokročilých metód na znižovanie nezhôd.

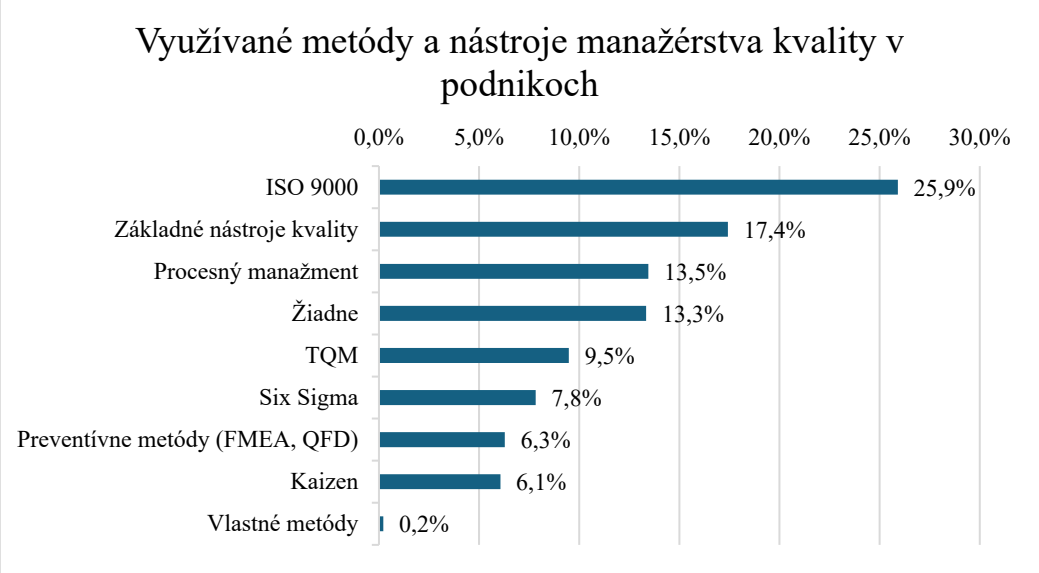


Graf 1 Štruktúra podnikov podľa veľkosti
Graph 1 Structure of enterprises by size
Zdroj: Vlastné spracovanie

Z grafu 1 vyplýva, že najväčší podiel respondentov tvoria malé podniky, ktoré predstavujú 61 % skúmaného súboru. Stredné podniky tvoria 29 % a veľké podniky sú zastúpené len 10 %. Uvedená štruktúra poukazuje na dominanciu menších podnikov vo výskumnom súbore, čo je potrebné zohľadniť pri interpretácii výsledkov, keďže veľkosť podniku môže ovplyvňovať mieru implementácie systémov manažérstva kvality aj využívanie jednotlivých nástrojov kvality.

Uvedená štruktúra výskumného súboru zároveň odráža reálne rozloženie podnikov v podnikateľskom prostredí, kde malé a stredné podniky tvoria dominantnú časť ekonomiky. Ich vyššie zastúpenie vo výskume tak umožňuje lepšie zachytiť aktuálne trendy v oblasti implementácie systémov manažérstva kvality. Zároveň možno predpokladať, že veľkosť podniku ovplyvňuje aj prístup k riadeniu kvality, keďže väčšie podniky disponujú väčšími finančnými a prrsonálnymi zdrojmi na implementáciu komplexných systémov a pokročilých metód manažérstva kvality.

Na základe charakteristiky výskumného súboru budeme ďalej analyzovať konkrétne prístupy podnikov k riadeniu kvality. V tejto súvislosti je dôležité zamerať sa na využívanie jednotlivých metód a nástrojov manažérstva kvality, ktoré predstavujú základný predpoklad systematického riadenia procesov a zvyšovania výkonnosti podnikov. Úroveň implementácie týchto nástrojov zároveň odráža mieru orientácie podnikov na kvalitu a ich schopnosť reagovať na požiadavky trhu. Nasledujúci graf zobrazuje štruktúru využívaných emtód a nástrojov manažérstva kvality v skúmaných podnikoch.

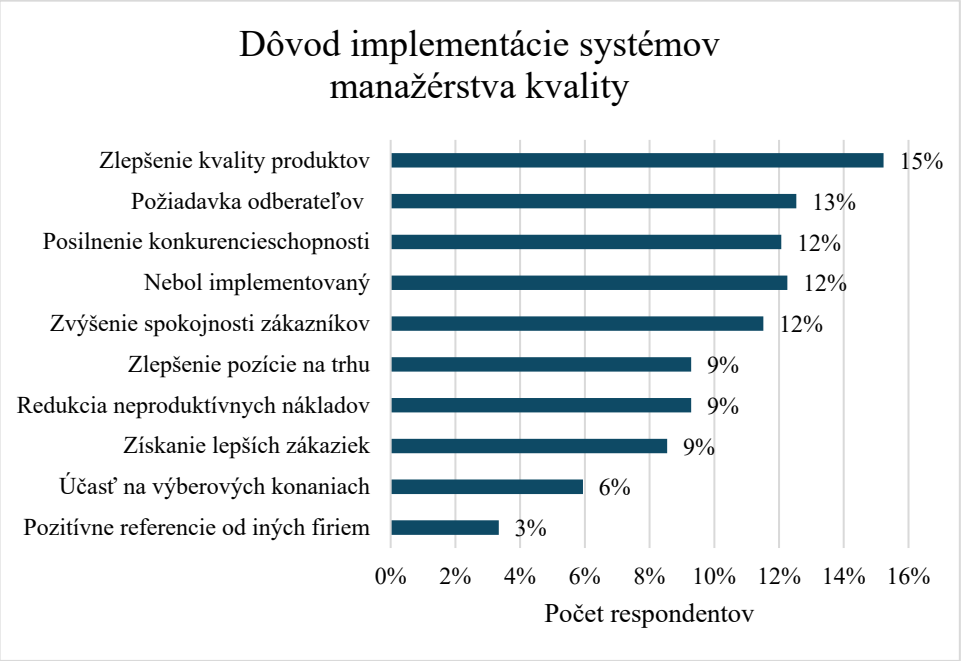


Graf 2 Využívané metódy a nástroje manažérstva kvality v podnikoch
Graph 2 Use of quality management methods and tools in enterprises
Zdroj: Vlastné spracovanie

Z grafu 2 je zrejmé, že najčastejšie využívaným nástrojom v oblasti manažérstva kvality je norma ISO 9000, ktorú využíva 25,9 % podnikov. Významné zastúpenie majú aj základné nástroje kvality (17,4 %) a procesný manažment (13,5 %), čo poukazuje na preferenciu štandardizovaných a relatívne jednoduchších nástrojov riadenia kvality v podnikovej praxi. Zaujímavým zistením je, že až 13,3 % podnikov nevyužíva žiadne metódy manažérstva kvality, čo môže negatívne ovplyvňovať ich výkonnosť a schopnosť riadiť procesy systematicky.

Pokročilé metódy, ako sú TQM (9,5 %) a Six Sigma (7,8 %), sú využívané v menšej miere, čo môže byť spôsobené ich vyššou náročnosťou na implementáciu a potrebou odborných znalostí. Najnižšie zastúpenie majú preventívne metódy (6,3 %), Kaizen (6,1 %) a vlastné metódy (0,2 %), čo naznačuje, že podniky sa vo väčšej miere opierajú o štandardizované prístupy namiesto individuálnych riešení.

Z uvedených výsledkov je zrejmé, že podniky využívajú rôzne prístupy k riadeniu kvality, pričom dominujú najmä štandardizované metódy a nástroje. Miera ich využívania však môže byť ovplyvnená viacerými faktormi, medzi ktoré patrí najmä veľkosť podniku, dostupnosť zdrojov a celková orientácia podniku na kvalitu. Zároveň možno predpokladať, že rozhodnutie o implementácii jednotlivých metód manažérstva kvality nie je náhodné, ale vychádza z konkrétnych potrieb podnikov a ich strategických cieľov. Podniky sa snažia zavádzať také nástroje, ktoré im umožnia zlepšiť kvalitu produktov, zvýšiť efektívnosť procesov a posilniť ich konkurencieschopnosť na trhu. V tejto súvislosti je dôležité bližšie analyzovať dôvody, ktoré vedú podniky k implementácii systémov manažérstva kvality, keďže tieto faktory významne ovplyvňujú rozsah a spôsob ich využívania v praxi. Nasledujúci graf preto zobrazuje hladné dôvody implementácie systémov manažérstva kvality.



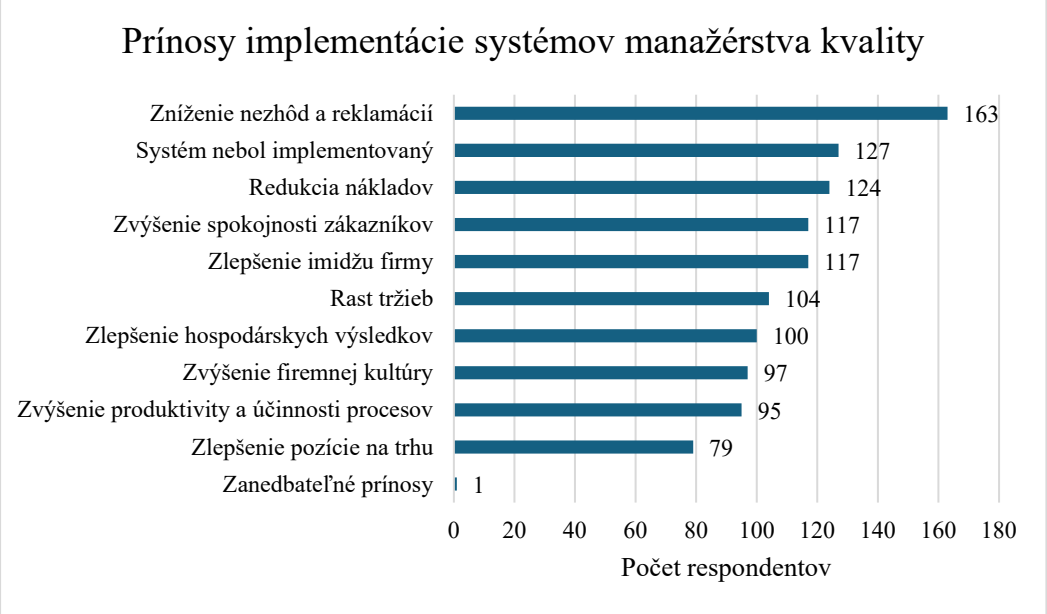
Graf 3 Dôvody implementácie systémov manažérstva kvality
Graph 3 Reasons for implementing quality management systems
Zdroj: Vlastné spracovanie

Z grafu 3 vyplýva, že najčastejším dôvodom implementácie systémov manažérstva kvality je zlepšenie kvality produktov, ktoré uviedlo 15 % respondentov. Významným faktorom sú aj požiadavky odberateľov (13 %) a snaha o posilnenie konkurencieschopnosti podnikov (12 %). Rovnako vysoký podiel respondentov uviedol aj zvýšenie spokojnosti zákazníkov a skutočnosť, že systém nebol doposiaľ implementovaný,, čo poukazuje na rôznorodosť motivácií podnikov. Medzi ďalšie významné dôvody patrí zlepšenie pozície na trhu, redukcia

neproduktívnych nákladov a získanie lepších zákaziek, pričom každý z týchto faktorov dosahuje približne 9 %. Nižší podiel predstavujú dôvody ako účasť na výberových konaniach (6 %) alebo pozitívne referencie od iných firiem (3 %).

Uvedené výsledky naznačujú, že podniky implementujú systémy manažérstva kvality najmä z dôvodu zvyšovania kvality a posilnenia svojej konkurenčnej pozície na trhu. Zároveň je zrejmé, že externé faktory, ako sú požiadavky zákazníkov, zohrávajú významnú úlohu pri rozhodovaní o zavedení týchto systémov.

Na základe identifikovaných dôvodov implementácie systémov manažérstva kvality je vhodné sa zamerať aj na konkrétne prínosy, ktoré tieto systémy prinášajú podnikom v praxi. Dôvody implementácie totiž úzko súvisia s očakávanými výsledkami a prínosmi, ktoré podniky od zavedenia systémov manažérstva kvality očakávajú. Podniky implementujú systémy manažérstva kvality s cieľom zlepšiť svoje procesy, zvýšiť efektívnosť a dosiahnuť lepšie ekonomické výsledky. Skutočné prínosy týchto systémov sa však môžu líšiť v závislosti od spôsobu ich implementácie a miery ich využívania v každodennej praxi. Preto je dôležité analyzovať, aké konkrétne benefity podniky vnímajú po zavedení systémov manažérstva kvality a do akej miery sa tieto očakávania napĺňajú. Nasledujúci graf zobrazuje hlavné prínosy implementácie systémov manažérstva kvality v skúmaných podnikoch.



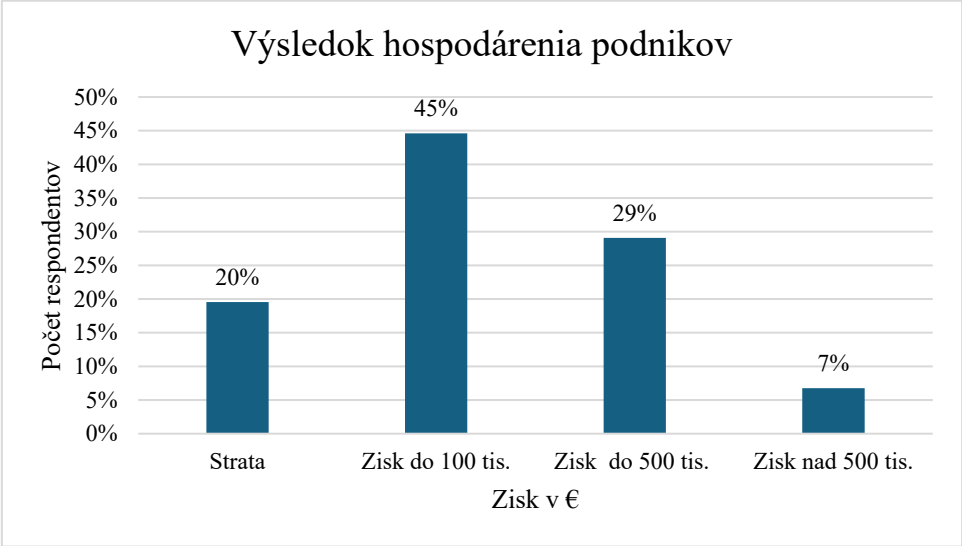
Graf 4 Prínosy implementácie systémov manažérstva kvality
Graph 4 Benefits of implementing quality management systems
Zdroj: Vlastné spracovanie

Z grafu 4 vyplýva, že najvýznamnejším prínosom je zníženie nezhôd a reklamácií, ktoré uviedlo 163 respondentov. Medzi ďalšie významné prínosy patrí redukcia nákladov (124 respondentov), zvýšenie spokojnosti zákazníkov a zlepšenie imidžu firmy (117 respondentov). Významné zastúpenie majú aj prínosy v oblasti rastu tržieb (104 respondentov), zlepšenia hospodárskych výsledkov (100 respondentov) a zvyšovanie firemnej kultúry (97 respondentov). Menej výrazné, no stále relevantné sú prínosy v oblasti zvýšenia produktivity procesov (95 respondentov) a zlepšenia pozície na trhu (79 respondentov). Zaujímavým zistením je aj skutočnosť, že časť respondentov uviedla že systém manažérstva kvality nebol

implementovaný, čo poukazuje na existenciu podnikov, ktoré zatiaľ nevyužívajú potenciál týchto systémov.

Výsledky tak potvrdzujú, že implementácia systémov manažérstva kvality prináša podnikom široké spektrum prínosov, ktoré sa prejavujú nielen v oblasti kvality procesov, ale aj v ekonomickej výkonnosti a celkovom fungovaní podniku.

V nadväznosti na analýzu využívania metód manažérstva kvality je vhodné zamerať sa aj na ekonomické výsledky podnikov, ktoré predstavujú dôležitý ukazovateľ výkonnosti. Výsledok hospodárenia odráža schopnosť podnikov efektívne využívať svoje zdroje a dosahovať zisk. Nasledujúci graf znázorňuje štruktúru podnikov podľa výšky dosahovaného zisku.



Graf 5 Výsledok hospodárenia podnikov
Graph 5 Business performance of enterprises
Zdroj: Vlastné spracovanie

Z grafu 3 vyplýva, že najväčší podiel podnikov dosahuje zisk do 100 tis. €, pričom túto kategóriu tvorí 45 % respondentov. Druhou najpočetnejšou skupinou sú podniky so ziskom do 500 tis. €, ktoré predstavujú 29 % respondentov. Naopak, stratu vykazuje len 20 % podnikov, zatiaľ čo najvyššiu kategóriu zisku nad 500 tis. € dosahuje len 7 % podnikov. Uvedené výsledky poukazujú na to, že väčšina podnikov sa nachádza v nižších a stredných kategóriách zisku. Zistená štruktúra hospodárskych výsledkov zároveň naznačuje rozdiely vo výkonnosti medzi jednotlivými podnikmi, čo môže byť ovplyvnené rôznymi faktormi, vrátane miery implementácie systémov manažérstva kvality.

Na základe uvedených výsledkov možno ďalej analyzovať vzťah medzi implementáciou systémov manažérstva kvality a vybranými ukazovateľmi výkonnosti podnikov.

Tabuľka 1 Vzťah medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výškou zisku podnikov
Tab 1 Relationship between the implementatiou of a quality management system and business performance

Vzťah medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výškou zisku podnikov			
	SMK ÁNO	**SMK NIE**	**Celkový súčet**
Stratu	24	54	78
Zisk (do 100 tis. € vrátane)	118	62	180
Zisk (od 101 do 500 tis. €)	113	4	117
Zisk (nad 500 tis. €)	27		27
Celkový súčet	282	120	402

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z tabuľky 1 vyplýva, že medzi podnikmi so zavedeným systémom manažérstva kvality a podnikmi bez jeho implementácie existujú rozdiely vo výške dosahovaného zisku. Podniky bez implementovaného systému manažérstva kvality sa častejšie nachádzajú v strate, pričom až 54 podnikov vykázalo stratu v porovnaní s 24 podnikmi so zavedeným systémom manažérstva kvality. Naopak, podniky so zavedeným systémom manažérstva kvality dosahujú vyššie zastúpenie v kategóriách zisku. Najvýraznejší rozdiel možno pozorovať v kategórii zisku od 101 do 500 tis. €, kde dominujú práve podniky so zavedeným systémom manažérstva kvality. Podobný trend je možné sledovať aj v najvyššej kategórii zisku nad 500 tis. €, kde sa nachádzajú výlučne podniky so zavedeným systémom.

Uvedené výsledky naznačujú existenciu vzťahu medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov, pričom podniky so zavedeným systémom dosahujú priaznivejšie ekonomické výsledky. Výsledky zároveň poukazujú na rozdielnu štruktúru rozdelenia podnikov v jednotlivých kategóriách zisku. Zatiaľ čo podniky bez implementovaného systému manažérstva kvality sa častejšie nachádzajú v nižších ziskových kategóriách alebo v strate, podniky so zavedeným systémom vykazujú vyššie zastúpenie v kategóriách vyššieho zisku. Tento trend naznačuje, že implementácia systémov manažérstva kvality môže prispievať k stabilizácii ekonomických výsledkov podnikov a k ich lepšiemu postaveniu na trhu. Zistené rozdiely zároveň poukazujú na význam systematického riadenia procesov, ktoré umožňuje podnikom efektívnejšie využívať zdroje, znižovať náklady na nekvalitu a dosahovať vyššiu úroveň výkonnosti. Na overenie, či sú tieto rozdiely štatisticky významné, bol použitý Pearsonov chí-kvadrát test nezávislosti.

Tabuľka 2 Výsledky Pearsonovho chí-kvadrát testu pre hypotézu H1
Tab 2 Results of the Pearson chi-square test for hypothesis H1

Ukazovateľ	**Hodnota**
Pearsonov chí-kvadrát (χ^2)	109,5
Stupne voľnosti	3
p-hodnota	0,000
Cramerovo V	0,524

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe Statistica

Na overenie štatistickej významnosti vzťahu medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov bol použitý Pearsonov chí-kvadrát test nezávislosti, ktorý je znázornený v tabuľke 2. Výsledná hodnota testového kritéria dosiahla $\chi^2 = 109,5$ pri stupňoch voľnosti 3. Hodnota $p = 0,000$ je nižšia ako stanovená hladina významnosti

0,05, čo znamená že nulová hypotéza o nezávislosti premenných sa zamieta. Na základe toho možno konštatovať, že medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov existuje štatisticky významná závislosť.

Výsledky testu tak potvrdzujú, že implementácia systému manažérstva kvality je významným faktorom ovplyvňujúcim ekonomickú výkonnosť podnikov. Sila tejto závislosti je vyjadrená prostredníctvom Cramerovho V a dosahuje hodnotu 0,524, čo možno interpretovať ako stredne silnú až silnú závislosť. Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že hypotéza H1 bola potvrdená.

Tabuľka 3 Vzťah medzi využívaním pokročilých metód manažérstva kvality a znížením nezhôd v podnikoch
Tab 3 Relationship between the use of advanced quality management methods and reduction of nonconformities

Využívanie pokročilých metód manažérstva kvality	Zníženie nezhôd					
	1-5 %	6 -10 %	11-15 %	16-20 %	viac ako 20 %	Celkový súčet
ÁNO	39	54	7		1	101
NIE	50	23	2	1		76
Celkový súčet	89	77	9	1	1	177

Zdroj: Vlastné spracovanie

Z tabuľky 3 vyplýva, že podniky využívajúce pokročilé metódy manažérstva kvality ako sú TQM a Six Sigma dosahujú vyššiu mieru zníženia nezhôd v porovnaní s podnikmi, ktoré tieto metódy nevyužívajú. Je potrebné zdôrazniť, že analýza bola realizovaná na podsúbore respondentov (n = 177), ktorí identifikovali zníženie nezhôd ako jeden z prínosov implementácie systému manažérstva kvality. Zo súboru 177 podnikov využíva pokročilé metódy 101 podnikov, zatiaľ čo 76 podnikov tieto metódy nevyužíva. Najvýraznejšie rozdiely možno pozorovať v kategóriách vyššieho zníženia nezhôd, kde dominujú práve podniky využívajúce pokročilé metódy. Napríklad v intervale zníženia nezhôd o 6 – 10 % sa nachádza 54 podnikov využívajúcich pokročilé metódy, zatiaľ čo v skupine bez ich využívania je to len 23 podnikov.

Naopak podniky, ktoré pokročilé metódy nevyužívajú sa najčastejšie nachádzajú v kategóriách nižšieho zníženia nezhôd, najmä v intervale od 1 – 5 %, kde je zastúpených 50 podnikov bez využívania pokročilých metód manažérstva kvality v porovnaní s 39 podnikmi, ktoré tieto metódy využívajú. Tento trend naznačuje, že implementácia pokročilých metód manažérstva kvality prispieva k efektívnejšiemu riadeniu procesov a znižovaniu variability.

Tabuľka 4 Výsledky Pearsonovho chí-kvadrát testu pre overenie hypotézy H2
Tab 4 Results of the Pearson chi-square test for hypothesis H2

Ukazovateľ	**Hodnota**
Pearsonov chí-kvadrát (χ^2)	16,69
Stupne voľnosti	5
p-hodnota	0,005
Cramerovo V	0,306

Zdroj: Vlastné spracovanie v programe Statistica

Na overenie štatistickej významnosti vzťahu medzi využívaním pokročilých metód manažérstva kvality a znížením nezhôd bol použitý Pearsonov chí-kvadrát test nezávislosti. Výsledná hodnota testového kritéria dosiahla $\chi^2 = 16,69$ pri stupňoch voľnosti 5. Hodnota $p = 0,005$ je nižšia ako stanovená hladina významnosti 0,05, čo znamená že nulová hypotéza o nezávislosti premenných sa zamieta. Na základe toho možno konštatovať, že medzi využívaním pokročilých metód manažérstva kvality a znížením nezhôd existuje štatisticky významná závislosť. Sila tejto závislosti je vyjadrená prostredníctvom Cramerovho V a dosahuje hodnotu 0,306, čo možno interpretovať ako stredne silnú závislosť medzi sledovanými premennými. Na základe výsledkov možno konštatovať, že hypotéza H2 bola potvrdená.

Vyhodnotenie a diskusia

Výsledky realizovaného výskumu poukazujú na význam systémov manažérstva kvality ako dôležitého faktora ovplyvňujúceho výkonnosť podnikov a kvalitu ich procesov. Analýza využívania jednotlivých metód a nástrojov manažérstva kvality ukázala, že podniky na Slovensku najčastejšie využívajú štandardizované prístupy, predovšetkým systémy podľa noriem ISO 9000 (resp. ISO 9001). Tento výsledok je v súlade s poznatkami odbornej literatúry, ktorá poukazuje na dominantné postavenie normy ISO 9001 ako najrozšírenejšieho systému manažérstva kvality v podnikovej praxi (Sampaio a kol. 2009). Zároveň sa potvrdilo, že pokročilé metódy, ako sú Total Quality Management (TQM) a Six Sigma, sú využívané v menšej miere. Tento výsledok korešponduje s tvrdeniami autorov Oakland (2014) a Antony (2020), podľa ktorých implementácia týchto metód vyžaduje vyššiu úroveň odborných znalostí, systematický prístup a dostatočné zdroje, čo môže predstavovať bariéru najmä pre malé a stredné podniky. Vzhľadom na to, že vo výskumnom súbore dominovali práve malé podniky, možno tento faktor považovať za jeden z dôvodov nižšieho využívania pokročilých metód manažérstva kvality.

Výsledky analýzy zároveň poukázali na rozdiely vo výkonnosti podnikov meranej prostredníctvom dosahovaného zisku, pričom len malá časť podnikov dosahovala najvyššie hodnoty. Tento fakt poukazuje na rozdielnu úroveň výkonnosti podnikov a zároveň vytvára priestor pre skúmanie faktorov, ktoré túto výkonnosť ovplyvňujú.

V rámci overovania hypotézy H1 bol analyzovaný vzťah medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov. Výsledky kontingenčnej tabuľky poukázali na výrazné rozdiely medzi podnikmi so zavedeným systémom manažérstva kvality a podnikmi bez jeho implementácie. Podniky bez systému sa častejšie nachádzali v strate alebo v nižších kategóriách zisku, zatiaľ čo podniky so zavedeným systémom dosahovali vyššie zastúpenie v kategóriách vyššieho zisku. Tieto zistenia boli potvrdené aj výsledkami Pearsonovho chí-kvadrát testu, ktorý preukázal štatisticky významnú závislosť medzi sledovanými premennými. Výsledky tak potvrdzujú, že implementácia systému manažérstva kvality má pozitívny vplyv na výkonnosť podnikov. Tento záver je v súlade s výskumom autorov Kumar a spol. (2018), ktorí poukazujú na to, že zavedenie systémov manažérstva kvality vedie k zlepšeniu efektívnosti procesov, zvýšeniu produktivity a celkovému zlepšeniu výkonnosti podniku. Na druhej strane je potrebné zdôrazniť, že nie všetky štúdie potvrdzujú jednoznačný pozitívny vplyv systémov manažérstva kvality na výkonnosť podnikov. Gremyr a spol. (2021) upozorňujú, že efektívnosť týchto systémov závisí najmä od spôsobu ich implementácie. Ak je systém zavedený len formálne, bez jeho reálneho využívania v riadení procesov, jeho prínosy môžu byť obmedzené.

V prípade hypotézy H2 bol skúmaný vplyv využívania pokročilých metód manažérstva kvality na znižovanie nezhôd. Výsledky analýzy poukázali na to, že podniky využívajúce

pokročilé metódy dosahujú vyššiu mieru zníženia nezhôd v porovnaní s podnikmi, ktoré tieto metódy nevyužívajú. Tento trend bol potvrdený aj výsledkami štatistického testovania, ktoré preukázalo existenciu štatisticky významnej závislosti medzi sledovanými premennými. Uvedené výsledky sú v súlade s poznatkami autora Antony (2020), ktorý charakterizuje metodiku Six Sigma ako efektívny nástroj na znižovanie variability procesov a elimináciu chýb. Podobne aj Snee (2021) uvádza, že systematické využívanie metodiky DMAIC umožňuje organizáciám identifikovať príčiny problémov a následne ich efektívne odstrániť. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že analýza bola realizovaná na podsúbore respondentov (n = 177), ktorí identifikovali zníženie nezhôd ako jeden z prínosov implementácie systému manažérstva kvality. Na základe porovnania výsledkov vlastného výskumu s poznatkami odbornej literatúry možno konštatovať, že získané výsledky sú vo veľkej miere konzistentné s domácimi aj zahraničnými štúdiami. Systémy manažérstva kvality a pokročilé metódy riadenia kvality predstavujú významný nástroj zvyšovania výkonnosti podnikov a zlepšovania kvality procesov. Ich efekt však závisí najmä od spôsobu ich implementácie a miery ich integrácie do riadenia podniku.

Na základe výsledkov realizovaného výskumu možno formulovať viaceré odporúčania pre podniky pôsobiace v priemyselnom sektore. Zistenia poukazujú na význam implementácie systémov manažérstva kvality ako nástroja zvyšovania výkonnosti podnikov a zlepšovania kvality procesov. V prvom rade možno odporučiť podnikom, ktoré zatiaľ nemajú zavedený systém manažérstva kvality, aby zvážili jeho implementáciu. Výsledky analýzy totiž ukázali, že podniky so zavedeným systémom dosahujú lepšie ekonomické výsledky a vykazujú vyššiu úroveň výkonnosti. Zavedenie systému manažérstva kvality umožňuje podnikom systematicky riadiť procesy, identifikovať nedostatky a následne prijímať opatrenia na ich odstránenie. Pre podniky, ktoré už systém manažérstva kvality implementovali, je dôležité zamerať sa na jeho efektívne využívanie v praxi. Samotná existencia systému nemusí automaticky viesť k zlepšeniu výkonnosti, pokiaľ nie je aktívne využívaný v riadení procesov. Podniky by preto mali klásť dôraz na zapojenie zamestnancov, pravidelné vyhodnocovanie procesov a kontinuálne zlepšovanie.

Osobitnú pozornosť je potrebné venovať využívaniu pokročilých metód manažérstva kvality, ako sú TQM alebo Six Sigma. Výsledky výskumu poukázali na ich nižšie využívanie v podnikovej praxi, pričom práve tieto metódy majú významný potenciál prispievať k znižovaniu nezhôd a zvyšovaniu stability procesov. Podniky by preto mali zvážiť investície do vzdelávania zamestnancov a implementácie týchto nástrojov. Z praktického hľadiska možno odporučiť aj väčšie prepojenie systémov manažérstva kvality s celkovou stratégiou podniku. Kvalita by nemala byť vnímaná len ako samostatná oblasť riadenia, ale ako integrálna súčasť všetkých podnikových procesov. Takýto prístup umožňuje podnikom dosahovať dlhodobo udržateľné výsledky a zvyšovať ich konkurencieschopnosť. Výsledky zároveň poukazujú na význam orientácie na zákazníka, keďže jedným z hlavných dôvodov implementácie systémov manažérstva kvality sú práve požiadavky odberateľov. Podniky by preto mali venovať zvýšenú pozornosť sledovaniu potrieb zákazníkov a prispôsobovaniu svojich procesov týmto požiadavkám.

Záver

Cieľom práce bolo analyzovať využívanie systémov manažérstva kvality v priemyselných podnikoch na Slovensku a zhodnotiť ich vplyv na výkonnosť podnikov a znižovanie nezhôd. Na základe realizovaného výskumu možno konštatovať, že systémy manažérstva kvality predstavujú významný nástroj riadenia podnikov, ktorý prispieva k zvyšovaniu ich výkonnosti a zlepšovaniu kvality procesov. Výsledky analýzy poukázali na to,

že podniky najčastejšie využívajú štandardizované prístupy, najmä normu ISO 9001, pričom pokročilé metódy manažérstva kvality sú využívané v menšej miere. V rámci overovania hypotéz bolo zistené, že medzi implementáciou systému manažérstva kvality a výkonnosťou podnikov existuje štatisticky významná závislosť. Podniky so zavedeným systémom dosahujú lepšie ekonomické výsledky v porovnaní s podnikmi, ktoré tieto systémy nevyužívajú. Rovnako sa potvrdilo, že využívanie pokročilých metód manažérstva kvality prispieva k znižovaniu nezhôd v podnikoch. Výsledky výskumu zároveň poukazujú na skutočnosť, že podniky majú pri implementácii systémov manažérstva kvality rôzne motivácie, pričom medzi najvýznamnejšie patrí zlepšenie kvality produktov, požiadavky zákazníkov a snaha o zvýšenie konkurencieschopnosti. Implementácia týchto systémov prináša podnikom viaceré prínosy, najmä v oblasti znižovania nezhôd, zlepšovania kvality procesov a zvyšovania spokojnosti zákazníkov. Na záver možno konštatovať, že systémy manažérstva kvality predstavujú významný faktor zvyšovania konkurencieschopnosti podnikov v súčasnom dynamickom podnikateľskom prostredí. Ich efektívne využívanie môže podnikom pomôcť dosahovať lepšie výsledky a zabezpečiť ich dlhodobý rozvoj.

Literatúra:

ANTONY, J. 2020. Lean Six Sigma for higher education: research and practice. London: Routledge, 2020. ISBN 978-0367331465.

GREMYR, I., RAHARJO, H. a kol. 2021. Quality management, innovation and firm performance: an empirical study. Total Quality Management & Business Excellence, 2021, roč. 32, č. 9–10, s. 1040–1057. DOI: 10.1080/14783363.2019.1637895.

KUMAR, V., CHOUDHARY, A. a kol. 2018. Impact of quality management practices on firm performance. International Journal of Quality & Reliability Management, 2018, roč. 35, č. 3, s. 594–615. DOI: 10.1108/IJQRM-10-2016-0178.

OAKLAND, J. S. 2014. Total quality management and operational excellence: text with cases. 4. vyd. London: Routledge, 2014. ISBN 978-0415734507.

SAMPAIO, P., SARAIVA, P. a RODRIGUES, A. G. 2009. ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. International Journal of Quality & Reliability Management, 2009, roč. 26, č. 1, s. 38–58. DOI: 10.1108/02656710910924161.

SNEE, R. D. 2021. Lean Six Sigma – getting better all the time. Quality Progress, 2021, roč. 54, č. 1, s. 24–31. ISSN 0033-524X.

STRATEGICKÉ INVESTIČNÉ ROZHODOVANIE PODNIKU V PROCESE MODERNIZÁCIE VÝROBY

STRATEGIC INVESTMENT DECISION-MAKING IN ENTERPRISE PRODUCTION MODERNIZATION

Michaela Chabadová[1]

[1]*Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen*

xchabadovam@tuzvo.sk

Abstract

Investment decision-making represents a key strategic process influencing the long-term performance and competitiveness of enterprises. The main aim of this paper is to analyse the investment decision-making process of a selected company in the context of acquiring new production equipment and, based on economic evaluation, to assess the efficiency of the proposed investment. This objective is complemented by the identification of current production limitations and the evaluation of the potential benefits of production modernization. The research is based on the analysis of secondary sources and qualitative research using guided interviews conducted in a company operating in the food production sector. The methodological approach also includes methods of analysis, synthesis and comparison, while the research questions focus on identifying the current state of production capacity and assessing the impact of implementing new technological equipment on production volume. The results show that the existing production process is largely dependent on manual labour and traditional manufacturing methods, which ensure high product quality but significantly limit production capacity and efficiency. The findings further indicate that the company is operating near its capacity limits and is unable to fully respond to increasing market demand. The answers to the research questions confirm that the implementation of automated technologies can substantially increase production volume, improve process efficiency and optimize labour utilization, while maintaining the traditional quality of products. The proposed investment thus represents not only a solution to current production constraints but also a strategic step towards enhancing competitiveness and ensuring the long-term development of the enterprise.

Key words: investment decision-making, production modernization, production capacity, automation, food industry

Úvod

Investičné rozhodovanie patrí medzi kľúčové strategické procesy v riadení podniku, keďže zásadným spôsobom ovplyvňuje jeho dlhodobú výkonnosť, hodnotu a konkurencieschopnosť (Gomes, 2003). Predstavuje proces výberu a realizácie investičných projektov, prostredníctvom ktorých podnik alokuje svoje finančné zdroje s cieľom dosiahnuť budúce ekonomické prínosy. Správne investičné rozhodnutia vedú k efektívnemu využívaniu kapitálu, rastu produktivity a posilneniu trhovej pozície podniku, zatiaľ čo nesprávne

rozhodnutia môžu viesť k finančným stratám a zníženiu jeho hodnoty (Grundy et al., 2005; Doan, 2020). V tomto kontexte nadobúda investičné rozhodovanie strategický charakter, keďže jeho dôsledky sa prejavujú v dlhodobom horizonte a často sú ťažko reverzibilné.

Význam investičného rozhodovania v súčasnom období narastá najmä v dôsledku dynamických zmien v podnikateľskom prostredí. Globalizácia, technologický pokrok a rastúca konkurencia vytvárajú tlak na podniky, aby neustále inovovali svoje výrobné procesy a zvyšovali efektívnosť (Campbell, 2022; Huang et al., 2022). Moderné podniky čelia požiadavkám na vyššiu kvalitu produkcie, flexibilitu výroby a rýchlu reakciu na meniaci sa dopyt. Investície do moderných technológií, automatizácie a digitalizácie výroby sa preto stávajú nevyhnutným predpokladom udržania konkurencieschopnosti na trhu (Fuster et al., 2019). Tento trend možno pozorovať naprieč rôznymi odvetviami, kde podniky implementujú inovatívne riešenia s cieľom optimalizovať výrobné procesy a znižovať náklady. Zároveň možno v praxi pozorovať, že rast výroby a rozširovanie obchodných aktivít podnikov vytvárajú potrebu zvyšovania výrobných kapacít a modernizácie existujúcich zariadení. Podniky sú nútené reagovať na rastúci dopyt po produktoch a zároveň zabezpečiť efektívne využívanie zdrojov. Tieto faktory vedú k realizácii investičných projektov, ktoré sú často kapitálovo náročné a vyžadujú dôkladné plánovanie a analýzu (Caglio et al., 2021). Investičné rozhodovanie sa tak stáva nástrojom, prostredníctvom ktorého podniky zabezpečujú svoj ďalší rozvoj a prispôsobenie sa trhovým podmienkam.

Neoddeliteľnou súčasťou investičného rozhodovania je aj výber vhodného spôsobu financovania investícií. Podniky môžu využívať vlastné zdroje alebo externé financovanie, pričom optimálna kapitálová štruktúra predstavuje dôležitý faktor ovplyvňujúci finančnú stabilitu podniku (Graham, 2000). Cudzí kapitál, najmä vo forme bankových úverov, zohráva významnú úlohu pri financovaní investičných projektov, keďže umožňuje podnikom realizovať aj rozsiahle investície bez potreby okamžitého vynaloženia vlastných finančných prostriedkov (Grundy et al., 2005). Na druhej strane však zvyšuje mieru zadlženosti a vystavuje podnik finančnému riziku, čo si vyžaduje dôkladné posúdenie schopnosti splácať záväzky a riadiť finančné riziká (Foos et al., 2010). Dôležitým aspektom investičného rozhodovania je aj hodnotenie ekonomickej efektívnosti investícií. Podniky pri rozhodovaní využívajú rôzne analytické metódy, ktoré im umožňujú posúdiť výnosnosť a rizikovosť jednotlivých investičných alternatív. Medzi najčastejšie používané metódy patria čistá súčasná hodnota, vnútorné výnosové percento a doba návratnosti investície (Gomes, 2003; Graham, 2000). Tieto nástroje umožňujú podnikom porovnať rôzne investičné možnosti a vybrať takú, ktorá maximalizuje ich ekonomický úžitok. Správne hodnotenie investícií je pritom kľúčové najmä v podmienkach obmedzených finančných zdrojov, kde je potrebné efektívne alokovať kapitál.

V kontexte modernizácie výroby sa investičné rozhodovanie stáva ešte komplexnejším procesom. Podniky musia zohľadňovať nielen finančné ukazovatele, ale aj technické, organizačné a trhové faktory. Zavádzanie nových výrobných technológií si vyžaduje prispôsobenie výrobných procesov, investície do ľudského kapitálu a často aj zmeny v organizačnej štruktúre podniku (Huang et al., 2022). Okrem toho je potrebné brať do úvahy aj neistotu spojenú s budúcim vývojom trhu, technologickými zmenami a makroekonomickými faktormi, ktoré môžu ovplyvniť úspešnosť investície (Claeys et al., 2023). Tieto skutočnosti možno pozorovať aj v reálnom podnikateľskom prostredí, kde podniky čoraz častejšie pristupujú k modernizácii výroby ako k strategickému kroku smerujúcemu k zvýšeniu efektívnosti a posilneniu konkurencieschopnosti. Investície do nových výrobných zariadení, rozširovanie výrobných kapacít či vstup na nové trhy predstavujú významné rozhodnutia, ktoré ovplyvňujú ďalší rozvoj podniku (Caglio et al., 2021). Zároveň však tieto rozhodnutia

prinášajú aj riziká spojené s neistotou vývoja dopytu, zmenami cien vstupov a dostupnosťou finančných zdrojov. Strategické investičné rozhodovanie predstavuje komplexný a multidimenzionálny proces, ktorý má zásadný význam pre fungovanie a rozvoj podniku. Jeho správne nastavenie umožňuje podniku efektívne reagovať na výzvy súčasného ekonomického prostredia a zabezpečiť jeho dlhodobú udržateľnosť.

Hlavným cieľom práce *je analyzovať investičné rozhodovanie podniku pri obstaraní nových výrobných zariadení a na základe ekonomického hodnotenia posúdiť efektívnosť navrhovanej investície.* Pre dosiahnutie hlavného cieľa boli stanovené tieto čiastkové ciele: analyzovať teoretické východiská investičného rozhodovania podniku, charakterizovať vybraný podnik, jeho výrobný proces a súčasný stav výrobných kapacít, vyhodnotiť ekonomickú efektívnosť investície do nových výrobných zariadení.

Na základe stanovených cieľov boli formulované nasledovné výskumné otázky:

VO1: *Aký je súčasný stav výrobných kapacít podniku a aké sú jeho hlavné obmedzenia ?*

VO2: *Aký vplyv bude mať zavedenie nových výrobných zariadení na objem produkcie podniku ?*

Metodika práce

V prvej časti práce sme sa zamerali na teoretické vymedzenie skúmanej problematiky prostredníctvom analýzy sekundárnych zdrojov od domácich i zahraničných autorov. Súčasne sme pristúpili aj k formulácií hlavného cieľa práce, čiastkových cieľov ako aj výskumných otázok. Pre spracovanie prvej časti práce boli využité metody: **analógie, indukcie, dedukcie, syntézy, sumarizácie a komparácie.**

Druhá časť práce sa orientovala na získavanie primárnych údajov prostredníctvom metódy riadených rozhovorov, ktoré boli realizované v skúmanom výrobnom podniku Reštaurácia Očová, s. r. o. a jeho charakteristike. Empirický prieskum následne nadviazal na analytické východiská formulované v teoretickej časti práce a umožnil hlbšie porozumieť skúmanej problematike v konkrétnych podmienkach podniku. Použité boli metódy kvalitatívneho výskumu, predovšetkým **riadený rozhovor, doplnený o metódy analýzy, syntézy, komparácie a indukcie**, ktoré umožnili spracovanie získaných údajov, ich interpretáciu a formulovanie relevantných záverov.

V záverečnej časti práce boli aplikované metódy **syntézy, komparácie, dedukcie a sumarizácie**, ktoré umožnili vytvorenie uceleného rámca poznatkov o danej problematike v súlade s hlavným cieľom práce a čiastkovými cieľmi. Zároveň sme v tejto časti odpovedali na jednotlivé výskumné otázky, čím sme verifikovali stanovené predpoklady a formulovali relevantné závery vyplývajúce z realizovaného výskumu.

Výsledky práce

Kapitolu otvárame charakteristikou vybraného podniku, ktorou je spoločnosť Reštaurácia Očová, s. r. o., pôsobiaca v oblasti potravinárskej výroby so špecializáciou na tradičné parené výrobky. Podnik vznikol v roku 1997, keď traja súrodenci odkúpili nefunkčný objekt bývalej reštaurácie v obci Očová a začali rozvíjať výrobu parených knedlí a buchiet. Spočiatku fungoval ako združenie fyzických osôb, pričom významným odberateľom bola sieť družstva Jednota. K významnej zmene došlo 10. decembra 2013, keď sa transformoval na

spoločnosť s ručením obmedzeným, čo prispelo k stabilizácii a ďalšiemu rozvoju podnikateľských aktivít. Strategickým cieľom podniku je výroba kvalitných produktov s dôrazom na tradičný spôsob spracovania a využívanie kvalitných surovín bez konzervačných látok. Hlavným predmetom činnosti je výroba parených knedlí a buchiet, ktoré tvoria jadro produktového portfólia. Podnik možno zaradiť medzi stredné podniky, pričom zamestnáva približne 30 pracovníkov. Distribúcia výrobkov presahuje regionálny rámec a pokrýva značnú časť Slovenska, najmä prostredníctvom obchodných reťazcov ako Billa, Kaufland, COOP Jednota a Metro. Riadenie podniku je centralizované, zabezpečované majiteľom, s podporou vedúcich pracovníkov a vedúceho výroby, ktorý zodpovedá za plynulosť výrobných procesov a kontrolu kvality. Na základe uvedeného možno podnik charakterizovať ako stabilný a rozvíjajúci sa subjekt s pevnou pozíciou na trhu.

Reštaurácia Očová, s. r. o. predstavuje podnikateľský subjekt pôsobiaci v oblasti gastronómie a potravinárskej výroby, ktorý sa v priebehu svojho vývoja transformoval z tradičnej reštauračnej prevádzky na výrobne orientovaný podnik. Táto transformácia bola determinovaná najmä rastúcim dopytom po výrobkoch podniku a postupným rozširovaním jeho odberateľskej základne. V súčasnosti je podnik charakteristický ako výrobný subjekt zameraný na objemovú produkciu tradičných potravinárskych výrobkov. Výrobný program podniku pozostáva najmä z nasledovných produktov:

- **VK – veľká knedľa (400 g)**, ktorá predstavuje hlavný a objemovo dominantný produkt,
- **LB – lekvárové buchty**,
- **ČB – čokoládové buchty**,
- **MIX – kombinácia lekvárových a čokoládových buchiet**.

Z hľadiska objemu výroby majú rozhodujúce postavenie veľké knedle (VK), ktorých celková produkcia za sledované obdobie dosiahla viac ako **10 941 440 kusov**. Produkcia buchiet predstavuje doplnkový segment, pričom lekvárové buchty (LB) dosiahli objem viac ako **1 260 374 kusov**, zatiaľ čo čokoládové buchty (ČB) a kombinované produkty (MIX) sa podieľajú na výrobe v menšej miere. Táto štruktúra poukazuje na vysokú mieru špecializácie podniku na jeden dominantný produkt, čo umožňuje efektívnejšie riadenie výrobných procesov, avšak zároveň zvyšuje závislosť podniku od vývoja dopytu po tomto produkte.

Objem výroby a jeho vývoj v čase

Objem výroby podniku vykazuje v sledovanom období výrazne rastúci trend. V roku 2014 podnik vyprodukoval približne **429 454 kusov výrobkov**, pričom v roku 2025 dosiahla produkcia úroveň **1 494 765 kusov**. Ide teda o viac ako trojnásobný nárast výroby. Vývoj výroby možno charakterizovať ako kontinuálny rast, pričom významné medzníky predstavujú:

- rok 2018 – výroba na úrovni **995 601 kusov**,
- rok 2020 – prekročenie hranice **1 228 771 kusov**,
- rok 2023 – produkcia **1 366 126 kusov**,
- rok 2025 – produkcia takmer **1,5 milióna kusov**.

Celkový objem výroby za sledované obdobie dosiahol viac ako **12 583 415 kusov**, čo dokumentuje dlhodobý rast podniku a jeho schopnosť adaptácie na zvyšujúci sa dopyt.

Z pohľadu dynamiky rastu možno identifikovať tri hlavné fázy:

- počiatočnú stabilizačnú fázu (2014 – 2016),
- expanznú fázu (2017 – 2020),
- rastovo-stabilizačnú fázu (2021 – 2025).

V poslednej fáze možno pozorovať mierne spomalenie rastu, čo naznačuje dosahovanie hraníc existujúcich výrobných kapacít.

Odberateľská štruktúra a distribučné kanály

Odberateľská štruktúra podniku predstavuje významný faktor jeho rastu a stability. Podnik postupne diverzifikoval svoje distribučné kanály a v súčasnosti zabezpečuje dodávky pre rôzne typy odberateľov.

Medzi hlavné odbytové kanály patria:

- **obchodné reťazce**: BILLA, Kaufland
- **veľkoobchodné subjekty**: METRO
- **doplnkové distribučné kanály**: Glóbus, menšie maloobchodné prevádzky

Najväčší objem produkcie smeruje do obchodných reťazcov, pričom dodávky pre Kaufland dosiahli viac ako **3 455 920 kusov výrobkov** a pre BILLA viac ako **700 000 kusov**. Tieto reťazce predstavujú kľúčových odberateľov a zabezpečujú stabilný odbyt produkcie. Spoločnosť METRO zohráva významnú úlohu ako veľkoobchodný partner, ktorý umožňuje distribúciu výrobkov smerom k gastronomickým prevádzkam a menším podnikateľským subjektom. Doplnkové distribučné kanály, ako napríklad Glóbus a menšie maloobchody, prispievajú k diverzifikácii odbytu a znižovaniu rizika závislosti od jedného odberateľa. Takto diverzifikovaná odberateľská štruktúra zvyšuje stabilitu podniku a umožňuje flexibilnejšie reagovať na zmeny dopytu.

Analýza súčasnej výroby a produktivity práce

Podrobnejší pohľad na výrobný proces poskytujú údaje za rok 2026. V januári podnik vyprodukoval **129 465 kusov výrobkov**, vo februári **124 417 kusov** a v marci **84 703 kusov** (čiastočné obdobie).

Priemerná denná produkcia sa pohybovala na úrovni:

- január: približne **4 979 kusov**,
- február: približne **5 184 kusov**,
- marec: približne **5 105 kusov**.

Denná produkcia sa pohybuje v intervale približne **3 500 až 6 300 kusov**, pričom vyššie hodnoty boli zaznamenané najmä v dňoch s maximálnym využitím výrobných kapacít. Z hľadiska časovej náročnosti výroby možno konštatovať, že:

- výroba veľkých knedlí (VK) si vyžaduje približne **10 až 13 hodín denne**,
- výroba buchiet (LB, ČB, MIX) predstavuje približne **1,5 až 3,5 hodiny denne**.

Táto skutočnosť poukazuje na dominantné postavenie výroby knedlí a zároveň na vysokú pracovnú náročnosť výrobného procesu. Z analýzy vyplýva, že podnik dosahuje vysokú mieru využitia výrobných kapacít, pričom jeho produkcia sa pohybuje na hranici existujúcich technologických možností.

Zhodnotenie súčasného stavu podniku

Na základe vykonanej analýzy možno konštatovať, že podnik Reštaurácia Očová, s. r. o. zaznamenal v sledovanom období výrazný rast výroby a postupne sa etabloval ako významný dodávateľ potravinárskych výrobkov pre obchodné reťazce, veľkoobchodné subjekty aj maloobchodné prevádzky.

Podnik je charakteristický:

- vysokým objemom výroby,
- stabilnou odberateľskou základňou,
- dominantnou orientáciou na výrobu knedlí,
- vysokým podielom manuálnej práce.

Zároveň však čelí viacerým obmedzeniam:

- výroba sa pohybuje na hranici kapacít,
- technologické vybavenie obmedzuje ďalší rast,
- vysoká pracovná náročnosť znižuje flexibilitu výroby.

Zvyšujúci sa dopyt zo strany obchodných reťazcov a veľkoobchodných partnerov vytvára tlak na zvyšovanie výrobných kapacít a efektívnosti. Na základe uvedeného možno konštatovať, že modernizácia výroby prostredníctvom investície do nových technologických zariadení je nevyhnutná pre zabezpečenie ďalšieho rozvoja podniku a udržanie jeho konkurencieschopnosti.

Analýza výrobného procesu podniku

Výrobný proces podniku Reštaurácia Očová, s. r. o. je založený na tradičnom, remeselnom spôsobe spracovania, ktorý kladie dôraz na kvalitu vstupných surovín a precízne dodržiavanie technologických postupov. Celý proces výroby je v súčasnosti realizovaný prevažne manuálne, čo výrazne ovplyvňuje jeho časovú a pracovnú náročnosť. Základom

výrobného procesu sú kvalitné vstupné suroviny, medzi ktoré patrí najmä polohrubá múka, kravské mlieko, vajcia, droždie, voda, soľ a cukor. Pri príprave cesta je nevyhnutné presné dodržiavanie stanovených technologických parametrov, najmä gramáže jednotlivých surovín a ich teploty. Osobitný význam má najmä teplota mlieka, ktorá musí byť upravená na požadovanú úroveň, aby bol zabezpečený optimálny priebeh kvasenia a výsledná kvalita cesta. Jednotlivé suroviny sú dávkované podľa presne stanovených receptúr, pričom napríklad na jednu výrobnú dávku predstavujúcu približne 432 kusov výrobkov sú presne určené množstvá jednotlivých vstupov.

Výrobný proces začína miešaním cesta v priemyselnom miesiacom zariadení (miesiči), kde dochádza k homogenizácii všetkých vstupných surovín. Po dôkladnom vymiesení nasleduje fáza kysnutia, počas ktorej cesto nadobúda požadované fyzikálne a objemové vlastnosti. Po ukončení procesu kysnutia nasleduje manuálne spracovanie cesta. Cesto je rozdeľované na menšie časti, ktoré sú následne tvarované na pracovnej ploche. Jednotlivé kusy cesta sú porciované na hmotnosť približne 400 až 420 gramov, pričom tento proces je realizovaný ručne. Následne dochádza k vytváraniu guľovitých tvarov (tzv. „guliek“), ktoré sa po jemnom pomúčení ukladajú na pracovnú plochu a podstupujú ďalšiu fázu kysnutia. Po dosiahnutí požadovanej konzistencie a objemu sú jednotlivé kusy cesta ďalej tvarované do finálneho podlhovastého tvaru knedlí (tzv. „šúľky“). Takto pripravené výrobky sú ukladané na olejom ošetrené plechy, pričom na jeden plech sa umiestňuje osem kusov. Plechy sú následne ukladané do vozíkov, pričom jeden vozík obsahuje šesť plechov, čo predstavuje celkový objem 48 kusov výrobkov na jeden vozík. Takto pripravené vozíky sú následne presúvané do parných zariadení (parničiek), kde prebieha tepelná úprava výrobkov. Podnik disponuje tromi parnými zariadeniami, pričom celý proces parenia prebieha v časových intervaloch v závislosti od kapacity výroby. Po ukončení tepelného spracovania sú výrobky vyberané a umiestňované na vozíky určené na chladenie.

Nasleduje fáza postupného ochladzovania výrobkov, počas ktorej sa priebežne kontroluje ich kvalita a dosiahnutá teplota. Po dosiahnutí požadovaných parametrov sú výrobky presúvané do chladiacich zariadení. Následne prechádzajú do baliarne, kde prebieha proces balenia. Pred samotným balením je nevyhnutné overiť, či výrobky dosiahli požadovanú teplotu a kvalitatívne štandardy. Po zabalení sú výrobky uskladnené a pripravené na distribúciu. Distribúcia prebieha prostredníctvom odberateľov, ktorí si výrobky pravidelne preberajú a zabezpečujú ich ďalší rozvoz v rámci obchodných reťazcov a maloobchodnej siete.

Analýza nákladov a technického zabezpečenia výroby

V tejto časti práce sa zameriavame na analýzu navrhovaného technického zabezpečenia výroby, ktoré má prispieť k zvýšeniu výrobnej kapacity, zníženiu manuálnej náročnosti práce a zefektívneniu celého výrobného procesu. Súčasný výrobný proces je vo veľkej miere založený na ručnej práci, najmä pri delení cesta, tvarovaní guliek a následnom formovaní knedlí. Vzhľadom na rastúci objem objednávok a rozširovanie odberateľskej siete sa preto podnik zameriava na modernizáciu výroby prostredníctvom obstarania nových technologických zariadení. Navrhovaná investícia pozostáva z troch hlavných technologických zariadení, ktoré

na seba nadväzujú a vytvárajú základ automatizovaného výrobného procesu. Ide o miesiace zariadenie, preklápač cesta a automatizovanú linku na delenie a tvarovanie cesta.

- **Stroj A – Hnetač cesta MIXER IBT.E EVO 150**

Prvým navrhovaným zariadením je hnetač cesta MIXER IBT.E EVO 150. Toto zariadenie je určené na profesionálne spracovanie cesta, pričom jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť kvalitné, rovnomerné a dostatočne intenzívne premiešanie všetkých vstupných surovín. V rámci výrobného procesu ide o kľúčové zariadenie, pretože kvalita cesta významne ovplyvňuje výslednú kvalitu hotového výrobku. Hnetač je vhodný najmä na výrobu suchších druhov pekárenských výrobkov. Jeho výhodou je vysoká kvalita vymieseného cesta, vysoká výťažnosť pri miesení a možnosť dosiahnuť vysokú hydratáciu cesta. Zariadenie je vyhotovené z nehrdzavejúcej ocele, čo je dôležité z hľadiska hygieny, životnosti a požiadaviek potravinárskej výroby.

- **Stroj B – Preklápač dieží Mixer POLIN BLT 240 automat**

Druhým navrhovaným zariadením je preklápač dieží Mixer POLIN BLT 240 automat. Toto zariadenie nadväzuje na proces miesenia a jeho hlavnou funkciou je manipulácia s vymieseným cestom. Po ukončení miesenia umožňuje bezpečné a efektívne vyklopenie cesta z dieže do ďalšej časti výrobnej linky. Preklápač je dôležitý najmä z hľadiska zníženia fyzickej náročnosti práce. Pri súčasnom ručnom spôsobe výroby predstavuje manipulácia s veľkým objemom cesta značnú záťaž pre pracovníkov. Zavedením automatického preklápača sa tento proces výrazne zjednoduší, zrýchli a zároveň sa zníži riziko pracovného preťaženia. Zariadenie má robustnú konštrukciu, prednú stranu preklápania, nerezové opláštenie, stierku na čistenie dieže a automatické ovládanie.

- **Stroj C – automatizovaná výrobná linka Gravi Line**

Tretím a najvýznamnejším zariadením navrhovanej investície je automatizovaná výrobná linka Gravi Line. Ide o zariadenie, ktoré má nahradiť najnáročnejšie manuálne úkony vo výrobnom procese, konkrétne delenie cesta, tvarovanie guliek a následné tvarovanie cesta do finálneho tvaru knedle. Proces na tejto linke začína tým, že vymiesené cesto je pomocou preklápača dopravené do vstupnej časti linky. V tejto časti si zariadenie samo odoberá cesto a následne ho presne dávkuje podľa nastavenej hmotnosti. Pri výrobe knedlí sa požadovaná hmotnosť jedného kusu pohybuje približne v rozmedzí 400 až 420 gramov. Výhodou linky je aj možnosť múčenia pracovnej plochy, čo je pri práci s cestom veľmi dôležité, pretože cesto má prirodzenú tendenciu lepiť sa na povrch. Automatické alebo poloautomatické múčenie prispieva k plynulejšiemu pohybu cesta po linke a znižuje potrebu ručných zásahov pracovníkov.

Celkové náklady spojené s obstaraním strojov zobrazuje Tab. 1.

Tab. 1 Náklady spojené so strojmi
Tab. 1 Machinery costs

Stroj	Obstarávacia cena bez DPH (€)	Náklady na balné a dopravu (€)	Náklady na montáž (€)	Celkový náklad (€)
A	79 900	4 500	1 500	85 900
B	25 000	1 000	1 800	27 800
C	179 999	15 000	3 700	198 699
SPOLU:	284 899	20 500	7 000	312 399

Zdroj: vlastné spracovanie

Z Tab. 1 pozorujeme, že najnákladovejším strojom je stroj C, ktorým je automatizovaná výrobná linka, táto výrobná linka predstavuje najvyššie náklady spojené s dopravou a montážou. Celkové náklady po pripočítaní všetkých čiastkových nákladov sú 312 399 eur.

Výrobná kapacita po zavedení technológie

Cieľom navrhovanej modernizácie je dosiahnuť výrobnú kapacitu približne 12 000 kusov knedlí denne. Pri uvažovanej hmotnosti jednej knedle 400 g predstavuje jeden plech 8 kusov výrobkov a jeden regál 20 plechov, teda približne 160 kusov výrobkov. Kapacita linky je konzervatívne odhadovaná na približne 960 kusov za hodinu. Pri jednej osemhodinovej zmene by tak bolo možné vyrobiť približne 7 680 kusov denne. Po započítaní prestojov sa reálna denná kapacita môže pohybovať približne na úrovni 6 900 až 7 200 kusov denne.

Pri dvojzmennej prevádzke, teda pri 16 hodinách výroby, by teoretická kapacita predstavovala približne 15 360 kusov denne. Po zohľadnení prestojov možno reálnu výrobnú kapacitu odhadovať približne na 13 800 až 14 000 kusov denne. Z uvedeného vyplýva, že cieľová hodnota 12 000 kusov denne je pri dvojzmennej prevádzke reálne dosiahnuteľná. Na zabezpečenie požadovanej kapacity je potrebné uvažovať aj s dostatočným počtom pomocných zariadení, najmä parných zariadení, regálov, plechov a parných vozíkov. Pri kapacite 960 kusov za hodinu je potrebné zabezpečiť dostatočný počet pecí alebo parných zariadení, aby nedochádzalo k spomaľovaniu výroby v etape tepelného spracovania.

Z hľadiska regálov sa odporúča kapacita približne 20 regálov, pričom za minimálnu potrebu možno považovať približne 15 kusov. Pre komfortnejšiu prevádzku a vytvorenie rezervy je vhodné uvažovať s 20 až 22 regálmi. Pri plechoch je vzhľadom na denný objem výroby potrebné počítať s približne 550 až 600 kusmi plechov. Pri parných vozíkoch sa odporúča približne 10 až 11 kusov. Dôležitým faktorom je aj chladenie výrobkov. Pri výkone linky približne 960 kusov za hodinu je potrebné vytvoriť dostatočný priestor na predchladenie a dochladenie výrobkov. Predchladenie si vyžaduje kapacitu približne 2 až 3 regálov, pričom dochladenie v trvaní 60 až 90 minút si vyžaduje ďalších približne 6 až 9 regálov v procese. Z tohto dôvodu je potrebné pri plánovaní výroby počítať s chladiacou kapacitou a manipulačnou rezervou.

Personálne zabezpečenie výroby po modernizácii

Zavedenie automatizovanej linky nemení len technické zabezpečenie výroby, ale aj personálne požiadavky. Pri komfortnom modeli jednej výrobnej zmeny sa počíta s obsadením

výroby približne štyrmi pracovníkmi. Ide najmä o pracovníka obsluhujúceho miesič, operátora linky, pracovníka odoberajúceho výrobky na plechy a pracovníka zabezpečujúceho regály a parné zariadenia. Samostatnou časťou zostáva balenie výrobkov, kde sa pri výkone približne 1 200 až 1 400 kusov za hodinu počíta približne s tromi pracovníkmi. Jeden pracovník výrobky vkladá, druhý ich odoberá a tretí zabezpečuje logistiku. Okrem toho je vhodné uvažovať s jedným univerzálnym pracovníkom, ktorý môže zabezpečovať pomocné práce, presuny, čistenie plechov alebo zastupovanie ostatných pracovníkov. Pri komfortnom modeli tak možno počítať približne s 8 pracovníkmi na jednu zmenu. Úsporné minimum predstavuje približne 6 pracovníkov, pričom tento model je už na hranici personálneho zabezpečenia.

Financovanie investície a výber úverového zdroja

V nadväznosti na navrhovanú modernizáciu výrobného procesu bolo nevyhnutné zabezpečiť adekvátne finančné zdroje na realizáciu investície. Vzhľadom na rozsah plánovaných zmien, ktoré zahŕňajú nielen obstaranie nových technologických zariadení, ale aj komplexnú rekonštrukciu výrobných priestorov a doplnenie podporného vybavenia, podnik pristúpil k využitiu externého financovania prostredníctvom bankového úveru.

Celková investícia do technologického vybavenia predstavuje približne 312 399 € bez DPH, pričom ide najmä o nákup miesiacej techniky, manipulačných zariadení a automatizovanej výrobnej linky. Okrem toho je však potrebné zohľadniť aj ďalšie náklady súvisiace s modernizáciou výrobného procesu, ako sú obstaranie doplnkového vybavenia (pracovné stoly, parné zariadenia, logistické prvky), úpravy dispozičného riešenia výrobných priestorov a celková rekonštrukcia výrobného zázemia. Z uvedených dôvodov sa podnik rozhodol pre čerpanie investičného úveru vo výške približne 500 000 €, ktorý umožňuje pokryť nielen samotné technologické inovácie, ale aj zabezpečiť komplexnú modernizáciu výrobných kapacít. Takto nastavený objem financovania zároveň poskytuje určitú rezervu pre neočakávané výdavky a zabezpečuje plynulý priebeh implementácie investície.

Pri výbere optimálneho spôsobu financovania podnik spolupracoval s externým odborníkom – úverovým špecialistom zameraným na podnikateľské subjekty. Tento odborník zabezpečil porovnanie dostupných úverových produktov na trhu a zároveň zohľadnil individuálne charakteristiky podniku, najmä jeho finančnú výkonnosť, výšku tržieb, stabilitu cash flow a celkovú bonitu vo vzťahu k bankovým inštitúciám. Proces výberu úveru bol založený na komparatívnej analýze ponúk viacerých komerčných bánk, konkrétne Tatra banka, ČSOB, UniCredit Bank, VÚB banka a Slovenská sporiteľňa. Hodnotenými kritériami boli predovšetkým výška úrokovej sadzby, štruktúra poplatkov, flexibilita podmienok čerpania, transparentnosť úverových podmienok a celkové náklady spojené s financovaním. O úverový ponukách pojednáva Tab. 2.

Tab. 2 Úverové ponuky
Tab. 2 Loan offers

Banka	**Úverová sadzba %**
Tatra banka	**1M Euribor + 2,5 % marža**
ČSOB banka	**1M Euribor + 1,9 % marža**
UniCredit Bank	**1M Euribor + 2,25 %**,

VÚB banka	**3M Euribor + 2,9 %**,
Slovenská sporiteľna	**1M Euribor + 2,75 %**,

Zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 2 zobrazuje jednotlivé úverové ponuky bánk. Na základe komplexného zhodnotenia bola práve ČSOB vyhodnotená ako najvýhodnejšia alternatíva, keďže poskytovala najlepší pomer medzi nákladovosťou úveru a podmienkami jeho čerpania. Daná banka umožňuje najnižšiu úrokovú záťaž spomedzi analyzovaných alternatív. Súčasťou ponuky od danej banky bol aj spracovateľský poplatok na úrovni približne 0,5 % zo zostatku istiny, ktorý však zodpovedá štandardom na finančnom trhu.

Na základe porovnania jednotlivých úverových ponúk možno konštatovať, že rozhodujúcimi faktormi pri výbere financovania boli najmä: výška úrokovej sadzby, celkové náklady úveru, transparentnosť poplatkovej štruktúry, flexibilita splátkových podmienok, bonitné hodnotenie podniku zo strany banky. Podnik bol na základe svojej finančnej stability a výšky tržieb hodnotený ako bonitný klient, čo umožnilo získať výhodnejšie úverové podmienky.

Vyhodnotenie výsledkov a odpovede na výskumné otázky

Na základe realizovanej analýzy súčasného stavu výrobného procesu a návrhu implementácie nových technologických zariadení možno pristúpiť k vyhodnoteniu dosiahnutých výsledkov a formulovaniu odpovedí na stanovené výskumné otázky. Výrobný proces podniku je v značnej miere založený na manuálnej práci, čo sa prejavuje najmä v jednotlivých fázach spracovania cesta, konkrétne pri jeho delení, tvarovaní a finálnom formovaní výrobkov. Tento spôsob výroby je síce charakteristický vysokým dôrazom na kvalitu a tradičný remeselný prístup, avšak zároveň predstavuje významné obmedzenie z pohľadu objemu produkcie a efektívnosti výrobného procesu. Analýza výrobných kapacít poukázala na skutočnosť, že podnik sa v súčasnosti pohybuje na hranici svojich výrobných možností, pričom ďalšie zvyšovanie objemu produkcie prostredníctvom existujúcich kapacít je limitované najmä vysokou pracovnou náročnosťou a nedostatočnou mierou automatizácie. Táto situácia sa ešte výraznejšie prejavuje v kontexte rozširovania odberateľského portfólia, najmä spolupráce s veľkými obchodnými reťazcami, čo vytvára zvýšený tlak na objem výroby.

Navrhovaná investícia do automatizovanej výrobnej linky predstavuje zásadnú zmenu v organizácii výrobného procesu. Zavedením technológie umožňujúcej automatické delenie cesta, jeho tvarovanie a formovanie konečného produktu dochádza k eliminácii najnáročnejších manuálnych operácií. Zároveň sa výrazne zvyšuje presnosť výroby, najmä z hľadiska dodržiavania požadovanej gramáže výrobkov. Z kapacitného hľadiska možno očakávať výrazné zvýšenie objemu produkcie, pričom výrobný proces bude schopný zabezpečiť kontinuálnu výrobu vo výrazne vyššom rozsahu ako v súčasnosti. Automatizácia zároveň prispieva k zníženiu závislosti podniku od manuálnej pracovnej sily a zvyšuje stabilitu výrobného procesu.

VO1: *Aký je súčasný stav výrobného procesu a jeho obmedzenia?*

Súčasný výrobný proces podniku možno charakterizovať ako kombináciu tradičnej remeselnej výroby a čiastočne organizovaného výrobného systému, ktorý je vo veľkej miere závislý od manuálnej práce. Významným pozitívom tohto prístupu je zachovanie vysokej kvality výrobkov, ich autentického charakteru a dôrazu na tradičné postupy spracovania, čo predstavuje konkurenčnú výhodu podniku na trhu. Produkty podniku sú dlhodobo žiadané, o čom svedčí aj stabilná spolupráca s viacerými obchodnými reťazcami a postupné rozširovanie odberateľskej základne. Na druhej strane, práve vysoký dopyt po výrobkoch podniku vytvára zvýšený tlak na objem produkcie, ktorý súčasný výrobný systém nedokáže plnohodnotne pokryť. Výrobný proces je limitovaný najmä časovou a fyzickou náročnosťou jednotlivých operácií, ako sú delenie cesta, jeho tvarovanie a formovanie konečného výrobku. Tieto činnosti sú vykonávané manuálne, čo znižuje plynulosť výroby a obmedzuje možnosti jej ďalšieho rozširovania.

VO2: *Aký vplyv bude mať zavedenie nových výrobných zariadení na objem produkcie?*

Zavedenie nových technologických zariadení predstavuje strategický krok smerom k zvýšeniu efektívnosti a kapacity výrobného procesu. Automatizácia kľúčových operácií, najmä delenia cesta, jeho tvarovania a formovania finálneho produktu, umožní eliminovať najnáročnejšie manuálne činnosti a zároveň zabezpečiť vyššiu presnosť a jednotnosť výroby. Očakávaným prínosom implementácie automatizovanej výrobnej linky je výrazné zvýšenie objemu produkcie, pričom výrobný proces bude schopný reagovať na rastúci dopyt zo strany obchodných partnerov. Automatizácia zároveň prispeje k zrýchleniu výrobných operácií, zníženiu časovej náročnosti jednotlivých procesov a efektívnejšiemu využitiu pracovnej sily. Dôležitým aspektom je aj skutočnosť, že zavedenie nových technológií neznamená úplné opustenie tradičných princípov výroby, ale ich doplnenie o moderné prvky, ktoré podporujú stabilitu a udržateľnosť produkcie. Podnik tak bude schopný zachovať kvalitatívne štandardy svojich výrobkov a zároveň zvýšiť ich dostupnosť na trhu.

Diskusia a návrhy na zlepšenie

Na základe realizovanej analýzy výrobného procesu, technického zabezpečenia výroby a spôsobu financovania investície možno pristúpiť k širšiemu zhodnoteniu výsledkov a formulovaniu návrhov na zlepšenie súčasného stavu podniku.

Na základe získaných poznatkov možno formulovať niekoľko konkrétnych návrhov, ktoré môžu prispieť k ďalšiemu rozvoju podniku:

- Postupná automatizácia kľúčových výrobných procesov
- Optimalizácia organizácie práce vo výrobe
- Zvýšenie kapacity podporných procesov
- Dôraz na kontrolu kvality pri zvýšenej produkcii
- Finančné plánovanie a riadenie úverového zaťaženia
- Možnosť ďalšieho rozšírenia výrobného portfólia

Záver

Práca sa venovala analýze investičného rozhodovania podniku pri obstaraní nových výrobných zariadení a posudzovaniu efektívnosti tejto investície na základe ekonomického zhodnotenia. Naplnenie hlavného cieľa a čiastkových cieľov bolo podmienené štúdiom sekundárnych zdrojov a realizáciou primárneho výskumu v podniku Reštaurácia Očová, s. r. o. Z analýzy vyplynulo, že podnik disponuje stabilným postavením na trhu a jeho výrobky sú dlhodobo žiadané, čo sa prejavuje rastúcim objemom objednávok a rozširovaním spolupráce s obchodnými partnermi. Odpoveďami na výskumné otázky sme zistili, že súčasný výrobný proces, založený na tradičných remeselných postupoch a manuálnej práci, síce zabezpečuje vysokú kvalitu výrobkov, avšak zároveň predstavuje kľúčové obmedzenie z hľadiska kapacity a plynulosti výroby, čo podniku neumožňuje plnohodnotne reagovať na rastúci dopyt. Zároveň sme zistili, že zavedenie nových technologických zariadení a automatizácia kľúčových častí výrobného procesu má potenciál výrazne zvýšiť objem produkcie, zefektívniť výrobné operácie a optimalizovať využitie pracovnej sily, pričom nedochádza k narušeniu tradičného charakteru výroby. Na základe týchto zistení bola navrhnutá investícia do modernizácie výroby prostredníctvom obstarania nových technologických zariadení. Súčasťou riešenia bolo aj zabezpečenie financovania formou bankového úveru, pričom ako najvýhodnejšia bola vyhodnotená ponuka ČSOB banky. Navrhovaná investícia tak predstavuje nielen riešenie aktuálnych kapacitných obmedzení, ale aj strategický nástroj zabezpečujúci dlhodobý rozvoj podniku, jeho konkurencieschopnosť a schopnosť flexibilne reagovať na meniace sa trhové podmienky.

Limitáciou tohto výskumu je skutočnosť, že ekonomické hodnotenie investície vychádza z predpokladov a modelových odhadov budúceho vývoja, najmä v oblasti objemu produkcie, nákladov a dopytu, ktoré môžu byť ovplyvnené zmenami externého prostredia. Určitú mieru obmedzenia predstavuje aj kvalitatívny charakter výskumu založený na riadených rozhovoroch, ktorý môže prinášať subjektívne skreslenie pri interpretácii výsledkov.

Budúci výskum by sa mal zamerať na overenie reálnych dopadov implementácie investície v časovom horizonte, najmä z pohľadu výrobnej kapacity, nákladovosti a ekonomickej efektívnosti. Zároveň je vhodné doplniť analýzu o kvantitatívne prístupy a detailnejšie posúdiť vplyv rôznych foriem financovania na finančnú stabilitu podnikov.

ÚČTOVNÁ UZÁVIERKA A ÚČTOVNÁ ZÁVIERKA VO VYBRANEJ ÚČTOVNEJ JEDNOTKE

FINANCIAL CLOSURE AND FINANCIAL STATEMENTS IN A SELECTED ACCOUNTING ENTITY

Ing. Jana Fojtíková[1]

[1]*Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen,*

xdurisovaj@is.tuzvo.sk,

Abstract

This thesis deals with the issue of the financial closure and financial statements in a budgetary organization. The theoretical part focuses on the basic principles of accounting for budgetary organizations and highlights their specific features. The practical part analyzes the process of financial closure and the preparation of individual financial statements at the Gymnázium Andreja Sládkoviča in Krupina. As part of the work, an inventory of assets, liabilities, and receivables was carried out, and no differences were found. The thesis also focuses on accounting for assets and inventories, accruals, identification of closing accounts, and control activities performed at the end of the accounting period. Based on the analysis, a positive economic result was identified and financial statements for the year 2024 were prepared. The thesis also provides recommendations aimed at improving the efficiency of accounting processes, especially through regular checks during the year, the creation of an internal guideline document, and the connection of accounting systems with other information tools. It also points out the need to simplify the accounting system and highlights the importance of continuous professional education for accountants.

Key words: financial closure, financial statements, budgetary organization, accounting

Úvod

Podľa zákona 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy je rozpočtová organizácia právnická osoba štátu, obce alebo vyššieho územného celku, ktorá je svojimi príjmami a výdavkami zapojená na štátny rozpočet, rozpočet obce alebo na rozpočet vyššieho územného celku. Hospodári samostatne podľa schváleného rozpočtu s prostriedkami, ktoré jej určí zriaďovateľ v rámci svojho rozpočtu. V zmysle zákona o rozpočtových pravidlách verejnej správy sú školy subjektmi verejnej správy a sú zriaďované ako rozpočtové organizácie (v menšej miere aj ako príspevkové organizácie) (Baranovská et al., 2023). Podľa zákona č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov je rozpočtová organizácia ako účtovná jednotka povinná na konci účtovného obdobia zostavovať účtovnú závierku. Účtovná závierka sa zostavuje na základe údajov z účtovníctva a predstavuje výsledný produkt účtovnej uzávierky. Účtovná uzávierka zahŕňa súbor činností, ktoré účtovná jednotka vykonáva na konci

účtovného obdobia. Ide o práce spojené s uzatvorením bežného účtovníctva ako aj s prípravou podkladov potrebných na zostavenie účtovnej závierky (Juhászová et al., 2025). Činnosti súvisiace s účtovnou závierkou môžeme rozdeliť na uzavieranie účtovných kníh, inventarizáciu majetku a účtovnú závierku. Základné účtovné výkazy účtovnej závierky sú súvaha, výkaz ziskov a strát a poznámky (Kajanová, Saxunová, 2022).

Cieľ práce a metodika

Hlavným cieľom bakalárskej práce je analyzovať, popísať a zhodnotiť proces účtovnej uzávierky a zostavenie individuálnej účtovnej závierky vo vybranej rozpočtovej organizácii Gymnázium Andreja Sládkoviča v Krupine za rok 2024. Na dosiahnutie hlavného cieľa bakalárskej práce boli stanovené nasledujúce čiastkové ciele: charakterizovať vybranú účtovnú jednotku; špecifikovať etapy a činnosti účtovnej jednotky na konci účtovného obdobia vrátane inventarizácie a uzávierkových operácií; analyzovať úkony a postupy realizované účtovnou jednotkou počas zostavenia účtovnej závierky; popísať súvahu, výkaz ziskov a strát, poznámky; popísať práce realizované po zostavení účtovnej závierky; navrhnúť odporúčania na zlepšenie procesu uzávierkových prác a zostavenia účtovnej závierky s cieľom zvýšiť efektívnosť účtovníctva organizácie. Pri spracovaní témy sú využité zdroje informácií, ktoré zahŕňajú odbornú literatúru a platné právne predpisy Slovenskej republiky. Zdroje informácií v praktickej časti práce tvoria údaje získané priamo z vybranej rozpočtovej organizácie. Využili sme najmä účtovné výkazy (súvaha, výkaz ziskov a strát a poznámky) za účtovné obdobie 2024, interné smernice pre vedenie účtovníctva a obeh účtovných dokladov, inventarizačný zápis ako aj dáta získané z ekonomického informačného systému iSpin. Potrebné informácie a dáta o účtovnej uzávierke za rok 2024 sme získavali v časovom horizonte od apríla 2025 do septembra 2025. Pri spracovaní práce boli použité vedecké metódy najmä analýza a syntéza, indukcia a dedukcia a komparatívna a deskriptívna metóda.

Gymnázium Andreja Sládkoviča v Krupine je štátna stredná škola poskytujúca všeobecné vzdelanie, ktorej hlavným cieľom je pripraviť žiakov na vysokoškolské štúdium a ďalšie vzdelávanie. Zriaďovateľom školy je Banskobystrický samosprávny kraj (BBSK). Pod gymnázium patrí organizačná zložka Školská jedáleň pri GAS. Gymnázium pôsobí ako rozpočtová organizácia. Účtovníctvo gymnázia je vedené v sústave podvojného účtovníctva a využíva aktuálnu rámcovú účtovnú osnovu pre rozpočtové organizácie podľa opatrenia Ministerstva financií Slovenskej republiky zo 7. decembra 2023 č. MF/014915/2023-361, ktorým sa mení a dopĺňa opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky zo dňa 12. 12. 2022 č. MF/014454/2022-36, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre obce, vyššie územné celky a nimi zriadené rozpočtové organizácie a príspevkové organizácie v znení neskorších predpisov. Ako rozpočtová organizácia, gymnázium získava finančné prostriedky predovšetkým od svojho zriaďovateľa BBSK, zo štátneho rozpočtu prípadne z finančných prostriedkov Európskej únie. Došlé finančné prostriedky sa účtujú vo forme transferov. Tieto prostriedky slúžia na zabezpečenie jej činnosti a financovanie bežných aj kapitálových výdavkov.

Praktická časť

V tejto časti sa zameriavame na proces účtovnej uzávierky ako nevyhnutného kroku vedúceho k zostaveniu účtovnej závierky. Pred začatím účtovnej uzávierky je potrebné venovať pozornosť dlhodobému majetku, najmä jeho odpisom a aktuálnemu stavu. Účtovná jednotka pri odpisovaní majetku vychádza z predpokladanej doby jeho využívania a z očakávaného priebehu jeho opotrebovania. Odpisovať sa začína prvým dňom v mesiaci, v ktorým bol odpisovaný majetok uvedený do používania. Metóda odpisovania je rovnomerná. Odpisový plán je ročný s mesačnými odpismi. Odpisový plán na jednotlivé majetky určuje účtovnej jednotke zriaďovateľ čiže BBSK. Hodnota dlhodobého majetku sa v roku 2024 upravovala odpismi, opravné položky k dlhodobému majetku neboli vytvorené. Nasledujúca tabuľka predstavuje zaúčtovanie odpisov dlhodobého majetku za sledované účtovné obdobie.

Tab. 1 Zaúčtovanie odpisov majetku za rok 2024
Tab. 1 Recording depreciation of assets for 2024

Popis účtovného prípadu	Suma	Strana MD	Strana D
Odpisy	18 187,87	551	07X, 08X

Gymnázium Andreja Sládkoviča má v správe budovu školy. V roku 2024 bola vykonaná rekonštrukcia. Tabuľka 2 vyjadruje prehľad o pohybe dlhodobého hmotného majetku teda budovy školy za sledované obdobie.

Tab. 2 Pohyby dlhodobého hmotného majetku za rok 2024
Tab. 2 Changes in property for 2024

Účet	Opis významnej položky prírastkov a úbytkov DHM	Prírastok	Úbytok
021	Zaradenie technického zhodnotenia budovy školy	8729,66 €	0 €
042	Neskolaudované 3. podlažie	785 397, 65 €	0 €

Účtovnú uzávierku sme začali inventarizáciou. Inventarizácia na Gymnáziu Andreja Sládkoviča v Krupine sa vykonáva pravidelne ku koncu účtovného obdobia čiže na konci kalendárneho roka.

Inventarizácia sa začína na základe príkazného listu vydaného riaditeľkou školy v zmysle zákona č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov a v zmysle zákona č. 278/1993 Z. z. o správe majetku štátu v znení neskorších predpisov. Tento príkazný list stanovuje zloženie inventarizačných, vyraďovacích, škodových a likvidačných komisií a vymedzuje rozsah a spôsob vykonania inventúr jednotlivých druhov majetku, pohľadávok a záväzkov a určuje časový harmonogram vykonávania jednotlivých činností. Špecifikom Gymnázia Andreja Sládkoviča v Krupine je aj existencia organizačnej zložky – školskej jedálne. Táto zložka má osobitný charakter hospodárenia, keďže zabezpečuje stravovanie žiakov a zamestnancov školy. V rámci inventarizácie sme preto venovali zvýšenú pozornosť evidencii zásob potravín, materiálu a finančných tokov súvisiacich s jej prevádzkou. Podľa § 30 zákona o účtovníctve sa najprv vykonala inventúra jednotlivých skupín majetku, pričom všetky zistené údaje boli zaznamenané do inventúrnych súpisov. Po ukončení inventúry sme vyhotovili inventarizačný zápis, ktorý dokumentuje stav majetku a slúži ako podklad pre účtovnú závierku.

Z inventúry dlhodobého majetku vyplýva, že pri všetkých sledovaných druhoch majetku je účtovný stav totožný so skutočným stavom, pričom rozdiel je nulový. Celková hodnota dlhodobého nehmotného a hmotného majetku predstavuje sumu 1 506 336,97 €. Súčasťou inventúry sú aj odpisy, ktoré vyjadrujú mieru opotrebenia majetku. Aj v tejto časti je účtovný stav zhodný so skutočným stavom, bez inventarizačných rozdielov. Celková výška odpisov dosahuje 498 026,53 €. Po zohľadnení odpisov je výsledná hodnota dlhodobého majetku vo výške 1 008 310,44 €. Aj táto účtovná suma je v súlade so skutočným stavom zisteným inventúrou. Čo sa týka zásob, inventúra potvrdila zhodu stavu materiálu evidovaného na skladoch a v účtovnej evidencii. Konkrétne ide o sklad učebníc v hodnote 7 742,15 € a sklad školského stravovania vo výške 4 851,29 €. Celková hodnota zásob predstavuje 12 593,44 €.

Finančný majetok účtovnej jednotky je tvorený prevažne peňažnými prostriedkami na bankových účtoch. Najvýznamnejšou položkou je depozitný účet s hodnotou 38 513,81 €, na ktorom sú uložené finančné prostriedky na vyplatenie miezd v januári budúceho roka, ďalej účet sociálneho fondu vo výške 3 579,66 € a účet školského stravovania vo výške 368,50 €. Ostatné účty, ako napríklad projektové účty či pokladnica, nevykazujú k rozhodnému dátumu žiadny zostatok. Celková skutočná hodnota finančného majetku dosahuje 42 461,97 € a ukazuje súlad s účtovnou evidenciou.

Súčasťou inventarizačného zápisu je aj dokladová inventarizácia aktív, ktorá zahŕňa najmä pohľadávky a časové rozlíšenie nákladov. Evidované sú pohľadávky na stravné v školskej jedálni vo výške 1 584,93 € a náklady budúcich období v hodnote 236,94 €. Celková suma týchto aktív predstavuje 1 821,87 €, pričom neboli zistené žiadne rozdiely medzi účtovným a skutočným stavom. Ako naše odporúčanie uvádzame, aby sa pohľadávky voči žiakom a neuhradené stravné v školskej jedálni sledovali priebežne počas celého účtovného obdobia. Nedoplatky je potrebné riešiť v priebehu každého mesiaca, pričom zákonní zástupcovia žiakov by mali byť pravidelne upozorňovaní na ich vznik. Takýto postup by prispel k zníženiu celkového objemu pohľadávok ku koncu roka a zároveň k efektívnejšiemu hospodáreniu školskej jedálne. Na účte 381 - Náklady budúcich období sú zaúčtované faktúry, ktoré predstavujú náklady už vzniknuté, ale ich ekonomický prínos alebo spotreba sa vzťahuje na nasledujúce účtovné obdobie. Sú to faktúry za vzdelávací program, predplatné na portál eskoly.sk, platba za webovú doménu a poistné.

Dokladová inventarizácia na strane pasív predstavuje neoddeliteľnú súčasť účtovnej uzávierky. V rámci krátkodobých záväzkov významnú položku tvoria záväzky voči dodávateľom gymnázia vo výške 4 615,35 € a dodávateľom školskej jedálne vo výške 1 348,83 €. Ďalej sú evidované prijaté preddavky za školské stravovanie v hodnote 5 791,60 €. Významnou položkou sú aj záväzky voči zamestnancom z titulu miezd v sume 21 924,27 €, ako aj súvisiace záväzky voči inštitúciám sociálneho a zdravotného poistenia vrátane doplnkového dôchodkového sporenia vo výške 13 854,22 € a záväzky voči daňovému úradu vo výške 2 754,82 €. Tieto záväzky sú vytvorené z dôvodu nevyplatených miezd za mesiac december, ktoré budú vyplatené v období január 2025. Osobitnú časť pasív tvorí sociálny fond, ktorý je evidovaný vo výške 3 579,66 €. Dokladová inventarizácia na strane pasív nepreukázala inventarizačné rozdiely a účtovný stav sa zhoduje so stavom skutočným.

Najvýznamnejšiu časť pasív však tvoria zúčtovacie vzťahy s rozpočtom vyššieho územného celku BBSK, ktoré dosahujú hodnotu 992 709,16 €. Táto položka predstavuje hodnotu majetku (budovy školy), ktorý je vlastníctvom BBSK a škola ho len užíva. Taktiež

sme evidovali prostriedky vo výške 15 601,28 €, ktoré predstavujú majetok vo vlastníctve štátu. Celková hodnota pasív evidovaných v tejto časti inventarizácie dosahuje 1 058 599,73 € a tiež sme nezaznamenali žiadne inventarizačné rozdiely.

V nadväznosti na pasíva je kontrolovaný aj hospodársky výsledok účtovnej jednotky. Nerozdelený výsledok hospodárenia z minulých rokov predstavuje 2 520,34 € a výsledok hospodárenia je vo výške 487,99 €. Pri oboch účtoch sa účtovný a skutočný stav zhodujú, takže rozdiel je nulový.

V rámci inventarizácie majetku účtovná jednotka vykonala aj inventúru drobného majetku. Súhrnná hodnota drobného majetku a majetku evidovaného v operatívnej evidencii (OTE) dosahuje 269 682,81 €. Inventarizácia potvrdila, že všetky tieto položky sú riadne evidované a nedošlo k žiadnym rozdielom medzi účtovným a skutočným stavom.

Pri jednotlivých inventúrach neboli zistené žiadne inventarizačné rozdiely. Skutočný stav majetku k 31.12.2024 zodpovedá stavu v účtovníctve. Uvedená skutočnosť naznačuje, že nastavené postupy inventarizácie, evidencie a priebežného sledovania majetku v účtovnej jednotke sú efektívne a zabezpečujú pravdivé zobrazenie stavu majetku.

Za účtovné obdobie 2024 sme nezistili skutočnosti, ktoré by viedli k tvorbe opravných položiek, keďže nebol identifikovaný pokles hodnoty majetku ani riziko nevymožiteľnosti pohľadávok, ktoré by si vyžadovali ich zohľadnenie formou opravných položiek. Táto rozpočtová organizácia počas sledovaného účtovného obdobia nevytvárala žiadne dlhodobé rezervy.

Gymnázium Andreja Sládkoviča vykázalo účtovné prípady časového rozlíšenia na účte 381 – Náklady budúcich období a 384 - Výnosy budúcich období. Pri účtovaní na účet 381 sme prepočítali zaplatenú sumu a určili len tú časť, ktorá pripadá na obdobie nasledujúceho účtovného roka. Počítali sme to pomerom dní ku sume v danom roku, ku ktorému pripadá. V tabuľke 3 môžeme vidieť presné účtovné prípady účtované na účte 381 za účtovné obdobie 2024.

Tab. 3 Účtovné prípady na účte 381 – Náklady budúcich období
Tab. 3 Accounting entries related to account 381 – Prepaid expenses

Popis účtovného prípadu	**Suma v €**	**Strana MD**	**Strana D**
Účtovanie predplatného eskoly.sk pripadajúceho na rok 2025	10,74	518	381
Účtovanie predplatného webovej domény pripadajúceho na rok 2025	25,20	518	381
Účtovanie poistného pripadajúceho na rok 2025	125,00	548	381
Účtovanie vzdelávacieho programu pripadajúceho na rok 2025	76,00	518	381
Spolu	**236,94**		

Na účte 384 - Výnosy budúcich období účtujeme účet 384 1 Fond združených prostriedkov ŠR so sumou 15601,28 € čo predstavuje majetok bez odpisov, ktorý patrí štátu.

Tab. 4 Účtovné prípady na účte 384 - Výnosy budúcich období
Tab. 4 Accounting entries related to account 384 – Deferred income

Popis účtovného prípadu	**Suma v €**	**Strana MD**	**Strana D**
Zostatok výnosov budúcich období k 31.12.2024	15601,28	384	648

Podľa metodického usmernenia Ministerstva financií SR č. MF/017086/2023-361 k uzatvoreniu účtovníctva a zostaveniu individuálnej účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, obce, vyššie územné celky a štátne fondy a usmernenia od zriaďovateľa sa na konci účtovného obdobia príjmové (účet 222), výdavkové (účet 223) a projektové účty (221 5 a 221 6) spolu s pokladnicou (211) nulujú, aby sa zabezpečilo správne uzavretie účtovníctva a prehľadnosť finančných operácií. Zostatok finančných prostriedkov zostáva iba na vybraných účtoch, ako sú depozitný účet cudzích prostriedkov (účet 221 1, na ktorom sú nevyplatené mzdy zamestnancom za mesiac december), účet školskej jedálne (221 8) a účet sociálneho fondu (221 4).

Na konci účtovného obdobia sa v rozpočtovej organizácii zúčtujú zostatky príjmov, ktoré boli počas roka zaúčtované do výnosov, prostredníctvom predpisu ich odvodu zriaďovateľovi. Tento predpis sa účtuje na ťarchu účtu 588 – Náklady z odvodu príjmov so súvzťažným zápisom v prospech účtu 351 – Zúčtovanie s rozpočtom zriaďovateľa. Uvedeným účtovným zápisom sa zabezpečí, že príjmy, ktoré rozpočtová organizácia získala, sa premietnu do nákladov a zároveň sa vykáže záväzok voči zriaďovateľovi, ktorému sa príjmy odvádzajú.

Štátna pokladnica prevedie zostatky finančných prostriedkov z výdavkových účtov na účty BBSK. Nepoužité finančné prostriedky za projekty sa prevedú tiež späť na účet Úradu BBSK.

Vyčerpaná a neodvedená suma kapitálového transferu od zriaďovateľa k 31.12. z účtu 354 – Zúčtovanie z financovania z rozpočtu obce a vyššieho územného celku sa zúčtuje na účet 355 – Zúčtovanie transferov rozpočtu obce a vyššieho územného celku. Taktiež podľa nariadenia BBSK sme vynulovali transferové účty 357 - Ostatné zúčtovanie rozpočtu obce a vyššieho územného celku, 371 - Zúčtovanie s Európskou úniou a 372 - Transfery a ostatné zúčtovanie so subjektami mimo verejnej správy a preúčtovali sa na účet 384 - Výnosy budúcich období.

Kontrolovali sme zaúčtovanie prijatých transferov do výnosov na príslušné účty účtovej skupiny 69 - Výnosy z transferov a rozpočtových príjmov v obciach, vyšších územných celkoch a v rozpočtových organizáciách a príspevkových organizáciách zriadených obcou alebo vyšším územným celkom. Tieto účty by sme odporúčali kontrolovať mesačne, pretože pri týchto účtoch sme zistili chyby v účtovaní v priebehu roka.

Uvádzané účty kontroluje aj zriaďovateľ na základe vyplnených tzv. transferových tabuliek v súlade Metodickým usmernením Ministerstva financií SR č. MF/016894/2024-312 z 11. novembra 2024 pre správcu kapitoly štátneho rozpočtu, rozpočtovú organizáciu a

príspevkovú organizáciu ústrednej správy, v oblasti účtovania a vykazovania transferov, ktoré sa vypĺňajú a posielajú v období uzatvárania účtovného obdobia.

Možno konštatovať, že metodické usmernenia a právna úprava v oblasti účtovníctva rozpočtových organizácií sú rozsiahle a samotný systém účtovníctva je pomerne komplikovaný. Zjednodušenie účtovného systému v rozpočtových organizáciách by mohlo byť dosiahnuté aj znížením počtu používaných kódov zdrojov. K zefektívneniu procesu môže prispieť aj pravidelné vzdelávanie účtovníkov, napríklad formou odborných školení alebo pracovných porád a diskusií. Rovnako by prispelo aj zjednodušenie interných postupov od zriaďovateľa, ktoré by boli prispôsobené konkrétnym podmienkam organizácie.

Tiež sme skontrolovali obstarávacie účty 111 - Obstaranie materiálu a 131 - Obstaranie tovaru, ktoré nevykazovali zostatok. Z účtu 431 - Výsledok hospodárenia sme v priebehu roka preúčtovali výsledok hospodárenia, ktorý vznikol v predchádzajúcom účtovnom období na účet 428 - Nevysporiadaný výsledok hospodárenia minulých rokov. Účet 395 – Vnútorné zúčtovanie a účty účtovej skupiny 99 – Technické účty nevykazujú zostatok ku dňu, ku ktorému sa zostavuje účtovná závierka. Hotovostný účet ku 31.12.2024 vykazuje tiež nulu, keďže finančné prostriedky ku koncu účtovného obdobia boli vyčerpané.

Súčasťou kontroly v procese účtovnej uzávierky bolo overenie pohľadávok z hľadiska ich splatnosti, s cieľom identifikovať pohľadávky po lehote splatnosti vzhľadom na riziko ich úplného alebo čiastočného neuhradenia a tvorby opravných položiek. Takéto rizikové pohľadávky kontrolou zistené neboli. Zistené boli len neuhradené pohľadávky vo výške 1584,93 € ako neuhradené stravné žiakov a zamestnancov zúčtované na účte 315 - Ostatné pohľadávky.

Porovnali sme súvzťažné zápisy na účtoch v hlavnej knihe a v denníku s príslušnými účtovnými dokladmi. Následne sme vykonali denníkovú skúšku, pri ktorej sme overovali číselnú zhodu medzi časovými a vecnými zápismi. Skontrolovali sme, či sa obraty evidované v denníku zhodujú s obratmi v hlavnej knihe.

Odporúčali by sme priebežnú mesačnú kontrolu bankových účtov s hlavnou knihou a kontrolu došlých faktúr aby sa zamedzilo plateniu penále za omeškanie. Dôležité je kontrolovať aj účty v súvislosti s vyplácaním miezd (331, 336, 342 a 521 524).

Tiež sme kontrolovali nadväznosť analytických účtov a analytickej evidencie na syntetické účty, zaúčtovanie odpisov a či zostatky účtov k 31. 12. predchádzajúceho obdobia sa rovnajú stavu k 1. 1. bežného obdobia a či sa neuskutočnili žiadne účtovné prípady medzi uzatvorením účtovných kníh a ich otvorením na začiatku nasledujúceho roka.

Ďalej sme skontrolovali, či aktuálny rozpočet je zhodný s rozpočtom na poslednom rozpočtovom opatrení. V rámci kontroly rozpočtu boli údaje porovnávané aj v systéme Štátnej pokladnice. Nevýhodou je, že účtovný systém nie je prepojený so systémom Štátnej pokladnice, a preto sa údaje musia zadávať dvakrát. To zvyšuje časovú náročnosť a môže spôsobovať chyby. Možným prepojením účtovného systému so Štátnou pokladnicou by údaje mohli prenášať automaticky a tým by sa zjednodušila práca a znížila chybovosť.

Tieto kontrolné činnosti by bolo vhodné podrobne rozpísať aj do interného dokumentu, ktorý by si organizácia mala vypracovať. V tomto dokumente by bola zároveň stanovená periodicita priebežných kontrol jednotlivých oblastí účtovníctva. Takýto postup by zabezpečil systematické vykonávanie kontrol počas celého účtovného obdobia, čím by sa na konci roka

znížila náročnosť uzávierkových prác a minimalizovala potreba dodatočných opráv a dohľadávania chýb. Zároveň by tento dokument slúžil aj ako praktický manuál pre novú účtovníčku, hospodárku školy alebo riaditeľku, aby si vedeli jednoducho skontrolovať stav účtovníctva školy po skončení každého mesiaca a získať rýchly a prehľadný obraz o hospodárení školy.

Pri uzatváraní účtovných kníh sme zisťovali obraty na jednotlivých účtoch, účtovali konečné stavy nákladových a výnosových účtov a vyčíslili účtovný výsledok hospodárenia ako rozdiel nákladov a výnosov a zaúčtovali konečné stavy výsledkových a súvahových účtov. Keďže výnosy v účtovej triede 6 boli vyššie ako náklady v účtovej triede 5 výsledok hospodárenia bol kladný v hodnote 487,99 €.

Konečné stavy účtov triedy 5 – Náklady sa zaúčtovali na ťarchu účtu 710 a konečné stavy účtov účtovnej triedy 6 – Výnosy sa účtovali v prospech účtujú 710. Preúčtovaním konečného zostatku účtu 710 na účet 702 sa uzatvoria účtovné knihy. Pri uzatvorení účtovných kníh sú údaje účtu 702 a 710 podkladom pre zostavenie účtovnej závierky.

Tab. 5 Zaúčtovanie uzávierkových účtov
Tab. 5 Recording closing entries

Popis účtovného prípadu	**Suma v €**	**MD**	**D**
Zaúčtovanie nákladov	541 671,44	710	5XX
Zaúčtovanie výnosov	542 159,43	6XX	710
Prevod zostatku účtu 710 na 702	487,99	710	702

Podľa ustanovenia § 17 zákona o účtovníctve sme zostavili kompletnú účtovnú závierku, ktorá sa skladá zo súvahy, výkazu ziskov a strát a tabuľkovej aj textovej časti poznámok a vyplnenej úvodnej strany, ktorá obsahuje všeobecné náležitosti účtovnej závierky vrátane podpisu štatutárneho zástupcu organizácie čiže riaditeľa školy.

Súvaha Gymnázia Andreja Sládkoviča poskytuje komplexný prehľad o majetku (aktívach) a zdrojoch jeho krytia (pasívach) k 31. 12. 2024. Celková hodnota majetku účtovnej jednotky dosiahla 1 065 187,72 €, čo predstavuje mierny nárast oproti roku 2023, keď bola vo výške 1 034 328,42 €. Na strane aktív dominuje neobežný majetok, ktorý predstavuje 1 008 310,44 € z celkového majetku. Najväčší podiel tvoria stavby (197 859,18 € v netto hodnote), ktoré zahŕňajú budovu školy, a významnú položku predstavuje aj obstaranie dlhodobého hmotného majetku vo výške 785 397,65 €, čo predstavuje neskolaudované 3. podlažie budovy školy. Pozemky dosahujú hodnotu 10 495,95 € a samostatné hnuteľné veci (vybavenie školy) 14 557,66 €.

Najväčšiu časť obežného majetku tvoria finančné účty vo výške 42 461,97 €, konkrétne prostriedky na bankových účtoch. Zásoby materiálu dosahujú hodnotu 12 593,44 €. Krátkodobé pohľadávky (1 584,93 €), by sa mohli v budúcnosti znížiť najmä dôslednejším priebežným riešením nedoplatkov za stravné v školskej jedálni.

Časové rozlíšenie na strane aktív predstavuje 236,94 € a zahŕňa náklady budúcich období, ktoré budú účtované v nasledujúcich obdobiach (predplatné portálov, webovej domény, vzdelávacích programov a poistného).

Záväzky predstavujú rozhodujúcu časť pasív, konkrétne 1 046 578,11 €. Najvýznamnejšou položkou sú záväzky zo zúčtovania medzi subjektami verejnej správy vo výške 992 709,16 €, ktoré súvisia najmä s transfermi z rozpočtu zriaďovateľa. Dlhodobé záväzky sú relatívne nízke (3 579,66 €) a súvisia s finančnými prostriedkami sociálneho fondu.

Krátkodobé záväzky dosiahli 50 289,29 €, zahŕňajú najmä záväzky voči dodávateľom, prijaté preddavky a záväzky voči zamestnancom a inštitúciám sociálneho a zdravotného poistenia (nevyplatené mzdy). Pri porovnaní s rokom 2023 neboli na účtoch záväzkov voči zamestnancom, sociálnej poisťovni, zdravotným poisťovniam a daňovému úradu vykázané žiadne hodnoty, čo súviselo so skutočnosťou, že decembrové mzdy boli vyplatené ešte v decembri daného roka. Na rozdiel v roku 2024 boli mzdy vyplácané až v januári nasledujúceho roka, čo ovplyvnilo vykazovanie záväzkov ku koncu účtovného obdobia. Uvedené rozdiely poukazujú na nejednotnosť organizačných postupov v jednotlivých rokoch. Zjednotenie a stabilizácia účtovných a organizačných postupov by mohlo prispieť k prehľadnejšiemu a jednoduchšiemu účtovaniu vo verejnej správe.

Časové rozlíšenie na strane pasív predstavuje 15 601,28 € a zahŕňa výnosy budúcich období.

Výkaz ziskov a strát Gymnázia Andreja Sládkoviča poskytuje prehľad o nákladoch, výnosoch a výsledku hospodárenia účtovnej jednotky za rok 2024, pričom umožňuje aj medziročné porovnanie s rokom 2023. Tento výkaz zachytáva predovšetkým hlavnú činnosť organizácie, keďže podnikateľská činnosť nie je vykonávaná.

Celkové náklady organizácie v roku 2024 dosiahli výšku 541 671,44 €, čo predstavuje mierny nárast oproti roku 2023. Najvýznamnejšiu položku nákladov tvoria osobné náklady, ktoré dosiahli 412 607,10 €. Ide najmä o mzdové náklady (296 798,81 €) a zákonné sociálne poistenie (105 479,50 €). Táto nákladová štruktúra je typická pre školské zariadenie, kde dominujú osobné náklady. Ďalšou významnou skupinou nákladov sú spotrebované nákupy vo výške 60 267,24 €, ktoré zahŕňajú najmä spotrebu materiálu (40 550,94 €) a energie (19 716,30 €). Náklady na služby predstavovali 10 086,65 €, pričom najväčší podiel tvorili ostatné služby a cestovné náklady.

Významnú položku predstavujú aj náklady na transfery a odvody príjmov vo výške 29 800,56 €, ktoré súvisia s odvodmi do rozpočtu zriaďovateľa. Odpisy dlhodobého majetku dosiahli 18 187,87 €. Ostatné náklady na prevádzkovú činnosť boli vo výške 9 548,69 € a zahŕňali rôzne prevádzkové výdavky.

Na strane výnosov dosiahla organizácia celkové výnosy 542 159,43 €, čo je nárast oproti roku 2023 (520 387,81 €). Najväčší podiel na výnosoch majú transfery z verejných rozpočtov vo výške 477 278,20 €, ktoré predstavujú hlavný zdroj financovania školy. Ide najmä o bežné transfery zo štátneho rozpočtu a rozpočtu samosprávy.

Tržby za služby dosiahli 56 943,31 €, pričom ide o príjmy zo školskej jedálne. Ostatné výnosy z prevádzkovej činnosti predstavovali 2 412,40 €, čo boli výnosy z nájmu a aktivácia vnútroorganizačných služieb 5 525,52 €. Pod touto položkou je zúčtovaný príspevok zamestnávateľa na stravovanie.

Výsledok hospodárenia pred zdanením bol v roku 2024 kladný vo výške 487,99 €, pričom rovnaká hodnota predstavuje aj výsledok hospodárenia po zdanení, keďže organizácia nevykazuje daňovú povinnosť.

Poznámky k účtovnej závierke Gymnázia Andreja Sládkoviča predstavujú doplňujúcu súčasť účtovnej závierky, ktorá rozširuje a bližšie vysvetľuje informácie uvedené v súvahe a vo výkaze ziskov a strát. Ich hlavným cieľom je poskytnúť detailnejší pohľad na jednotlivé účtovné položky a umožniť lepšie pochopenie finančnej situácie účtovnej jednotky.

Obsah poznámok je systematicky rozčlenený do viacerých tabuliek a tematických celkov, ktoré určuje opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky č. MF/25755/2007-31, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o usporiadaní, označovaní a obsahovom vymedzení položiek individuálnej účtovnej závierky, termíny a miesto predkladania účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, štátne fondy, obce a vyššie územné celky v znení neskorších predpisov.

Poznámky majú dve časti, a to textovú časť (neštruktúrovaná forma) a tabuľkovú časť (štruktúrovaná forma so záväzným formátom tabuliek).

V poznámkach je detailne rozpracovaný neobežný majetok a jeho vývoj počas účtovného obdobia. Táto časť obsahuje informácie o obstarávacej cene majetku, jeho prírastkoch, úbytkoch, presunoch a zároveň aj o oprávkach a zostatkovej hodnote. Zvlášť je sledovaný dlhodobý hmotný majetok, ktorý tvorí podstatnú časť majetku organizácie.

Ďalšia časť poznámok sa zameriava na prípadné zásoby a ich opravným položkám a na pohľadávky, ktoré sú členené podľa doby splatnosti. Opísaný je stav finančného majetku a položky časového rozlíšenia na strane aktív.

Samostatná časť je venovaná vlastnému imaniu, kde sa sleduje jeho vývoj medzi účtovnými obdobiami. Nasleduje prehľad záväzkov, ktoré sú rovnako ako pohľadávky členené podľa doby splatnosti. Popísané sú aj položky časového rozlíšenia na strane pasív.

Významnou súčasťou sú informácie o výnosoch a nákladoch v tabuľkovej časti poznámok. Tá obsahuje prehľad príjmov a výdavkov rozpočtu podľa ekonomickej klasifikácie.

Ďalej sú popísané informácie o údajoch na podsúvahových účtoch ohľadne drobného majetku, majetku o výpožičke a OTE.

V tabuľkovej časti sú tiež zaznamenané informácie o rozpočte a hodnotenie plnenia rozpočtu.

Proces uzatvorenia účtovného roka sa vykonáva v účtovnom systéme iSpin a predstavuje hlavne kontrolné činnosti a činnosti s nastavením nového účtovného roka. Nevýhodou používaného účtovného systému je absencia automatizácie pri spracovaní účtovných dokladov, keďže všetky údaje, vrátane faktúr a miezd, sa zadávajú manuálne. V prípade prepojenia účtovného systému napríklad s mzdovým programom alebo inými informačnými systémami by bolo možné zabezpečiť automatický prenos údajov, čo by viedlo k zvýšeniu ich efektívnosti a zníženiu chybovosti.

Vyhodnotenie a diskusia

Na základe vykonanej analýzy účtovnej uzávierky a zostavenia individuálnej účtovnej závierky v Gymnáziu Andreja Sládkoviča v Krupine za rok 2024 možno konštatovať, že účtovná jednotka postupuje v súlade s platnou legislatívou zákona č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov a dodržiava stanovené opatrenia a metodické postupy o účtovníctve rozpočtových organizácií ako opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky z 5. decembra 2007 č. MF/25755/2007-31, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o usporiadaní, označovaní a obsahovom vymedzení položiek individuálnej účtovnej závierky, termíny a

miesto predkladania účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, štátne fondy, obce a vyššie územné celky v znení neskorších predpisov, opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky zo 7. decembra 2023 č. MF/014915/2023-361, ktorým sa mení a dopĺňa opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky zo dňa 12. 12. 2022 č. MF/014454/2022-36, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre obce, vyššie územné celky a nimi zriadené rozpočtové organizácie a príspevkové organizácie, metodické usmernenie Ministerstva financií SR č. MF/017086/2023-361 k uzatvoreniu účtovníctva a zostaveniu individuálnej účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, obce, vyššie územné celky a štátne fondy a metodické usmernenie Ministerstva financií SR č. MF/016894/2024-312 z 11. novembra 2024 pre správcu kapitoly štátneho rozpočtu, rozpočtovú organizáciu a príspevkovú organizáciu ústrednej správy, v oblasti účtovania a vykazovania transferov pre rozpočtové organizácie. Proces uzávierkových prác je systematicky organizovaný a zahŕňa všetky potrebné etapy, od inventarizácie majetku, pohľadávok a záväzkov až po samotné zostavenie účtovných výkazov.

V rámci inventarizácie bolo zistené, že účtovné stavy sa zhodujú so skutočnými stavmi, pričom neboli identifikované žiadne inventarizačné rozdiely. Tento stav poukazuje na správne vedenie účtovníctva, dôslednú evidenciu majetku, pohľadávok a záväzkov a pravidelnú kontrolu účtovných operácií počas účtovného obdobia.

Účtovná jednotka vykonáva potrebné účtovné operácie na konci účtovného obdobia, ako sú časové rozlíšenie nákladov a výnosov, zaúčtovanie odpisov či kontrola účtovných zostatkov. Zostavenie účtovnej závierky, vrátane súvahy, výkazu ziskov a strát a poznámok, prebieha systematicky a v stanovených termínoch. Výkazy poskytujú prehľadný a verný obraz o finančnej situácii organizácie. Celkovo možno konštatovať, že účtovná jednotka má dobre nastavené procesy účtovnej uzávierky a zostavenia účtovnej závierky.

Napriek pozitívnemu hodnoteniu je možné identifikovať aj určité riziká. Na základe analýzy možno konštatovať, že účtovníctvo rozpočtových organizácií je ovplyvnené rozsiahlymi metodickými usmerneniami a právnou úpravou, čo ho robí pomerne náročným na správne vedenie.

Tiež je vhodné zamerať sa na systematické a priebežné vykonávanie kontrol počas celého účtovného obdobia. Ide najmä o pravidelné sledovanie pohľadávok voči žiakom a úhrad za stravné v školskej jedálni, pričom nedoplatky by mali byť riešené priebežne a zákonní zástupcovia žiakov na ne včas upozorňovaní. Rovnako dôležitá je mesačná kontrola bankových účtov s hlavnou knihou, kontrola došlých faktúr z hľadiska ich úhrady, ako aj kontrola vybraných účtov súvisiacich so mzdami a účtov skupiny 69 (transferové účty).

Na zvýšenie prehľadnosti a efektívnosti účtovania by bolo prínosné podrobne rozpracovať tieto kontrolné činnosti do interného predpisu organizácie, vrátane stanovenia ich periodicity. Takýto dokument by zároveň slúžil ako praktický manuál pre nových zamestnancov (účtovníčku, hospodárku či riaditeľku) a umožnil by jednoduchšiu kontrolu stavu účtovníctva.

K zefektívneniu účtovného procesu by mohlo prispieť aj zjednodušenie systému, napríklad redukciou počtu kódov zdrojov, ako aj väčšia stabilita a jednotnosť interných postupov zo strany zriaďovateľa. Významnú úlohu zohráva aj pravidelné odborné vzdelávanie účtovníkov. V neposlednom rade by prínosom bolo prepojenie účtovného systému s inými informačnými systémami, napríklad so systémom Štátna pokladnica alebo mzdovým

programom, čo by umožnilo automatický prenos údajov, zníženie chybovosti a celkové zjednodušenie práce.

Záver

Cieľom práce bolo analyzovať, popísať a zhodnotiť proces účtovnej uzávierky a zostavenie individuálnej účtovnej závierky vo vybranej rozpočtovej organizácii Gymnázia Andreja Sládkoviča v Krupine za rok 2024. Na základe vykonanej analýzy možno konštatovať, že tento cieľ bol splnený.

V rámci práce bola charakterizovaná účtovná jednotka a podrobne boli popísané jednotlivé etapy účtovnej uzávierky, vrátane inventarizácie a uzávierkových operácií. Následne boli analyzované konkrétne postupy realizované pri zostavení účtovnej závierky, pričom bola venovaná pozornosť jednotlivým výkazom – súvahe, výkazu ziskov a strát a poznámkam.

Výsledky analýzy preukázali, že účtovná jednotka vedie účtovníctvo správne a v súlade s legislatívnymi požiadavkami. Proces uzávierky je systematický, prehľadný a zabezpečuje verné a pravdivé zobrazenie skutočností v účtovníctve. Inventarizácia potvrdila správnosť evidovaných údajov a neboli zistené žiadne významné nedostatky.

Na základe zistení možno odporučiť niekoľko opatrení na zvýšenie efektívnosti účtovných procesov. Vhodné by bolo zamerať sa na vyššiu mieru automatizácie účtovných operácií, čím by sa znížila administratívna náročnosť a riziko chýb. Ďalej sa odporúča posilniť vnútorné kontrolné mechanizmy. Navrhnuté odporúčania môžu prispieť k ďalšiemu skvalitneniu a zefektívneniu procesov účtovnej uzávierky a zostavenia účtovnej závierky v budúcnosti.

Literatúra:

Baranovská, A. et al. 2023. Hospodárenie, prevádzka a administratíva v škole. Bratislava: Raabe. 440 s. ISBN 978-80-8140-802-1

Juhászová, Z. et al. 2025. Účtovníctvo. Praha: Wolters Kluwer. 304 s. ISBN 978-80-286-0357-1

Kajanová, J., Saxunová D. 2022. Základy účtovníctva. Praha: Wolters Kluwer. 148 s. ISBN 978-80-7676-386-9

Metodické usmernenie Ministerstva financií SR č. MF/016894/2024-312 z 11. novembra 2024 pre správcu kapitoly štátneho rozpočtu, rozpočtovú organizáciu a príspevkovú organizáciu ústrednej správy, v oblasti účtovania a vykazovania transferov

Metodické usmernenie Ministerstva financií SR č. MF/017086/2023-361 k uzatvoreniu účtovníctva a zostaveniu individuálnej účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, obce, vyššie územné celky a štátne fondy

Opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky z 5. decembra 2007 č. MF/25755/2007-31, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o usporiadaní, označovaní a obsahovom vymedzení položiek individuálnej účtovnej závierky, termíny a miesto predkladania účtovnej závierky pre rozpočtové organizácie, príspevkové organizácie, štátne fondy, obce a vyššie územné celky v znení neskorších predpisov

Opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky zo 7. decembra 2023 č. MF/014915/2023-361, ktorým sa mení a dopĺňa opatrenie Ministerstva financií Slovenskej republiky zo dňa 12. 12. 2022 č. MF/014454/2022-36, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupoch účtovania a rámcovej účtovej osnove pre obce, vyššie územné celky a nimi zriadené rozpočtové organizácie a príspevkové organizácie

Zákon č. 278/1993 Z. z. o správe majetku štátu v znení neskorších predpisov

Zákon č. 431/2002 Z. z. o účtovníctve v znení neskorších predpisov

Zákon č. 523/2004 Z. z. o rozpočtových pravidlách verejnej správy a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

NÁVRH INVESTIČNÉHO PLÁNU VYBRANÉHO PODNIKU
INVESTMENT PLAN PROPOSAL FOR THE SELECTED COMPANY

Nataša Garguláková

Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovensko

xgargulakova@is.tuzvo.sk

Abstract

The aim of the work, based on the theoretical foundations of investment decision-making and planning, is to examine the implementation of short-term apartment accommodation in a touristically attractive area in Croatia and to propose a business plan aimed at evaluating the efficiency and profitability of the investment. The practical part presents a specific investment project, which includes market and competition analysis, a marketing strategy, estimation of costs and revenues, as well as cash flow projections. The evaluation of economic efficiency is carried out using dynamic methods, particularly Net Present Value, Internal Rate of Return, and Profitability Index, complemented by sensitivity analysis. The results indicate the potential attractiveness of the investment under the defined assumptions, while emphasizing the importance of appropriate pricing strategy, occupancy rates, and effective management of operating costs. The thesis also identifies key risks associated with seasonality, demand fluctuations, and the external environment.

Key words: investment, business plan, cash flow, economic effectiveness, return on investment, short-term rental

Úvod

Investície predstavujú jeden z kľúčových nástrojov rozvoja podnikov a zvyšovania ich konkurencieschopnosti v dynamickom podnikateľskom prostredí. Správne spracovaný investičný plán umožňuje efektívne alokovať kapitál, posúdiť ekonomickú efektívnosť projektu a identifikovať potenciálne riziká.

Sektor cestovného ruchu patrí medzi oblasti, kde investičné rozhodovanie zohráva významnú úlohu, pričom v posledných rokoch rastie dopyt po krátkodobých prenájmoch, čo je podporené najmä rozvojom digitálnych platforiem a zmenou preferencií zákazníkov smerom k individuálnym formám ubytovania. Súčasne však rastie aj konkurencia v sektore cestovného ruchu, čo zvyšuje tlak na kvalitu služieb, cenotvorbu a efektívne riadenie investícií.

Chorvátsko patrí medzi najvyhľadávanejšie dovolenkové destinácie najmä pre turistov zo strednej Európy, čo je spôsobené geografickou dostupnosťou, stabilným turistickým dopytom a priaznivými prírodnými podmienkami. Tento faktor vytvára vhodné prostredie pre investície do krátkodobého ubytovania. Lokalita Grebaštica bola zvolená najmä pre svoju

prímorskú polohu, pokojnejšie prostredie a orientáciu na rodinný turizmus. Výhodou je aj blízkosť turisticky atraktívnych miest ako historické mestá Šibenik či Primošten, národný park Kornati alebo Krka, ale taktiež veľké množstvo cyklotrás, čo zvyšuje jej atraktivitu pre návštevníkov.

Aj keď sú investície do apartmánov považované za atraktívne, bez detailného finančného vyhodnotenia môžu predstavovať významné riziko, najmä z dôvodu sezónnosti, kolísania dopytu, konkurencie a zmenami v legislatíve. Práca preto analyzuje náklady, výnosy a peňažné toky projektu zameraného na obstaranie a prevádzkovanie apartmánov v Chorvátsku v obci Grebaštica a hodnotí jeho ekonomickú efektívnosť pomocou dynamických ukazovateľov, pričom zohľadňuje aj možné riziká a varianty budúceho vývoja.

Práca poskytuje podklad pre investičné rozhodovanie a umožňuje posúdiť ekonomickú výhodnosť projektu z pohľadu súkromného investora.

Cieľ práce

Hlavným cieľom práce je navrhnúť a ekonomicky vyhodnotiť investičný plán apartmánového ubytovania určeného na krátkodobý prenájom **v Chorvátsku, konkrétne v lokalite Grebaštica**, a posúdiť jeho efektívnosť a rentabilitu z pohľadu súkromného investora.

Na dosiahnutie hlavného cieľa sú stanovené tieto čiastkové ciele:

- Analyzovať teoretické východiská investícií a investičného plánovania na základe relevantnej odbornej literatúry (minimálne 15 zdrojov), so zameraním na investičné rozhodovanie a metódy hodnotenia investičných projektov.
- Vyhodnotiť súčasný stav trhu cestovného ruchu a krátkodobého ubytovania v Chorvátsku na základe dostupných štatistických údajov za posledných minimálne 5 rokov a identifikovať kľúčové faktory ovplyvňujúce dopyt po apartmánovom ubytovaní.
- Analyzovať investičné prostredie v Chorvátsku so zameraním na legislatívne, daňové a ekonomické podmienky investovania do nehnuteľností a identifikovať hlavné riziká a príležitosti spojené s daným typom investície.
- Vypracovať finančno-ekonomický model investičného projektu na obdobie minimálne 10 rokov, ktorý bude obsahovať kvantifikáciu investičných nákladov, prevádzkových nákladov, tržieb a peňažných tokov pre tri scenáre vývoja (optimistický, realistický a pesimistický).
- Vyhodnotiť ekonomickú efektívnosť investície pomocou dynamických metód (VVP, ČSH, IR) a doplnkových ukazovateľov (doba návratnosti, bod zvratu) a interpretovať výsledky z pohľadu investora.
- Vykonať analýzu rizík investičného projektu prostredníctvom analýzy citlivosti vybraných kľúčových premenných (napr. obsadenosť, cena za prenájom, náklady) a posúdiť ich vplyv na výslednú efektívnosť investície.
- Navrhnúť komplexný investičný plán vrátane odporúčaní pre realizáciu projektu a návrhov opatrení na minimalizáciu identifikovaných rizík.

Splnením uvedených čiastkových cieľov bude vytvorený ucelený investičný plán, ktorý poskytne relevantný podklad pre investičné rozhodovanie investora a zároveň prispeje k rozšíreniu poznatkov v oblasti investovania do apartmánového ubytovania v sektore cestovného ruchu.

Metodika práce

Na základe analýzy rôznych prístupov k hodnoteniu ekonomickej efektívnosti, ich informačnej hodnoty a schopnosti komplexne zachytiť kapitálové výdavky, očakávané výnosy investičného projektu, ako aj vplyv jeho realizácie na hospodárenie a rozvoj podniku, sme sa rozhodli pri hodnotení investičného projektu využiť najmä vybrané dynamické a doplnkové metódy (Drábek, Kánová, 2022, s. 107).

Tab. 1 Metódy hodnotenia efektívnosti investičného plánu
Tab. 1 Methods for assessing the effectiveness of an investment plan

Metóda	Vzorec	Efektivita
ČSH – (Čistá súčasná hodnota)	$\text{ČSH} = \text{SHCF} - \text{IK}\ (€)$	Pre efektívnosť plánu platí : ČSH > 0.
VVP – (Vnútorné výnosové percento)	$\text{VVP} = d_1 + \frac{\text{ČSH}_1}{\text{ČSH}_1 - \text{ČSH}_2} * (d_2 - d_1)\ (\%)$	Trhová úroková miera (sadzba), pri ktorej sa ČSH rovná nule. Pre investovanie platí pravidlo : VVP > d(diskont)
IR – (Index rentability)	$\text{IR} = \frac{\text{SHCF}}{\text{IK}}$	IR > 1 investícia je rentabilná, možné prijať investíciu
DDS – (Diskontná doba splatnosti)	$\text{Počet mesiacov DDN} = = \frac{\text{Kumulovaná SHCF}_{n-1}}{\text{SHCF}_n} * 12(\text{ mesiace})$	Udáva za aké časové obdobie sa cez diskontovaný cash flow vráti jednorazovo celý kapitál. Čím kratšia je doba splatnosti vo vzťahu k ekonomickej životnosti, tým je projekt prijateľnejší.
ROI – (Rentabilita investície)	$\text{ROI} = \frac{\text{zisk}}{\text{IK}}\ (\%)$	Vyjadruje efektivitu a návratnosť investície kapitálu vloženého do projektu.
Bod zvratu	$\text{BZ} = \frac{\text{FN}}{1 - \text{vt}}(€)\ , \text{VK}_{\text{BZ}} = \frac{\text{BZ}}{\text{VK}_{\text{plán}}} * 100(\%)$	Na základe analýzy bodu zvratu je možné určiť, pri akom objeme produkcie podniku dochádza k rovnováhe medzi tržbami a nákladmi a kedy ďalšie zvýšenie objemu produkcie začína prinášať zisk
Analýza citlivosti	$\text{HV} = \text{Q} * \text{p} - (\text{Q} * \text{vn}_j + \text{Odpisy} + \text{Úroky} + \text{Ostatné FN})$	Poukázať na to, ako zmena jednotlivých vstupných faktorov ovplyvňuje výsledok hospodárenia a v akej miere ho dokáže ovplyvniť.

Finančno ekonomická analýza investičného projektu

Navrhovaný investičný plán je zameraný na poskytovanie ubytovacích služieb formou krátkodobého prenájmu apartmánov v Chorvátsku, konkrétne v lokalite Grebaštica. Ide o investičný podnik s názvom **Apartments Nelka&Julian**, ktorý je orientovaný na sektor služieb cestovného ruchu a je charakteristický sezónnosťou dopytu, vyššou citlivosťou na externé faktory, ale zároveň aj potenciálom stabilných peňažných tokov v dlhodobom

horizonte. Investícia je realizovaná formou obstarania a následnej prevádzky troch apartmánových jednotiek.

Z hľadiska právnej formy je investičný projekt navrhnutý ako podnikanie fyzickej osoby. Táto forma bola zvolená s ohľadom na platný legislatívny rámec Chorvátskej republiky, ktorý umožňuje fyzickým osobám poskytovať krátkodobé ubytovacie služby za splnenia zákonom stanovených podmienok, najmä získania rozhodnutia o kategorizácii ubytovacieho zariadenia, registrácie hostí v systéme eVisitor a plnenia paušálnych daňových povinností, ktoré sú viazané na počet pevných lôžok v ubytovaní (Šibensko-kninska županija, Županijska skupština, 2024). Voľba podnikania fyzickej osoby je zároveň opodstatnená nižšou administratívnou a nákladovou náročnosťou v porovnaní s obchodnou spoločnosťou, čo je pri investičných projektoch menšieho rozsahu považované za racionálne riešenie (Ministarstvo financija, Porezna uprava, 2026).

Analýza trhu a rizík

Grebaštica patrí medzi menšie prímorské destinácie v Chorvátsku, ktoré sú charakteristické pokojnou atmosférou a orientáciou na individuálny a rodinný cestovný ruch. Dopyt po ubytovaní je tvorený najmä klientmi preferujúcimi súkromie, komfort a kontakt s prírodou (Radić, 2022). Lokalita Galešnica, nachádzajúca sa mimo hlavného turistického ruchu, predstavuje atraktívne miesto najmä pre rodiny s deťmi a návštevníkov hľadajúcich oddychový pobyt.

Ponuka ubytovacích služieb v oblasti je tvorená prevažne menšími apartmánovými domami a súkromnými prenájmami s nízkou mierou diferenciácie. Konkurenčné subjekty sa odlišujú najmä cenou a polohou, pričom doplnkové služby sú obmedzené a často spoplatnené. Navrhovaný podnik sa od konkurencie odlišuje diferenciáciou sezónnosti a aktívnym reagovaním na zmeny cenotvorby, širším rozsahom doplnkových služieb poskytovaných bez dodatočných poplatkov, ako sú elektrobicykle, rekreačné plavby loďou, lehátka na pláži či detské ihrisko. Konkurenčnú výhodu predstavuje aj moderné vybavenie a novovybudovaný charakter apartmánov, ktorý zodpovedá rastúcim požiadavkám zákazníkov na kvalitu ubytovania.

Z hľadiska rizík je potrebné zohľadniť najmä sezónnosť cestovného ruchu, ktorá vedie k výraznej koncentrácii dopytu do letných mesiacov. Tento faktor spôsobuje nerovnomerné rozloženie tržieb počas roka a zvyšuje závislosť projektu od hlavnej turistickej sezóny. Ďalším významným rizikom sú možné zmeny v regulácii krátkodobého prenájmu, ktoré môžu ovplyvniť administratívne a daňové povinnosti ubytovateľov. Sprísňovanie legislatívnych podmienok môže viesť k zvýšeniu prevádzkových nákladov a administratívnej záťaže.

Dopyt po ubytovaní je zároveň citlivý na makroekonomické faktory, ako sú inflácia, vývoj príjmov domácností či zmeny v spotrebiteľskom správaní. V období ekonomickej neistoty môže dôjsť k poklesu záujmu o cestovanie, čo sa negatívne prejaví na obsadenosti apartmánov.

Uvedené trhové charakteristiky a identifikované riziká sú zohľadnené pri tvorbe finančného modelu investície a pri stanovení realistického, optimistického a pesimistického variantu vývoja projektu.

Finančno-ekonomické vyhodnotenie

Tab. 2 Potreba kapitálu
Tab. 2 Total capital

1.		Potreba investičného kapitálu	280 000,00 €
2.	+	Potreba prevádzkového kapitálu	275,00 €
3.	**=**	**Potreba kapitálu celkom**	**280 275,00 €**
4.	-	Disponibilný vlastný kapitál	80 000,00 €
5.	**=**	**Potreba cudzieho kapitálu**	**200 275,00 €**
6.	-	Dlhodobý cudzí kapitál	200 275,00 €
7.	=	Potreba krátkodobého cudzieho kapitálu	0,00 €

Tabuľka 2 prezentuje celkovú kapitálovú náročnosť investičného projektu, ktorá dosahuje výšku 280 275 €. Najväčšiu časť tvorí investičný kapitál určený na obstaranie nehnuteľnosti, pričom prevádzkový kapitál je zanedbateľný.

Investícia je financovaná kombináciou vlastného a cudzieho kapitálu, pričom výška úveru predstavuje 200 275 €. Úver s úrokovou mierou 3,8% je splácaný rovnomernými ročnými splátkami vo výške 6 675,83 € počas obdobia 30 rokov. Po uplynutí životnosti projektu (10 rokov) bude zostatková suma úveru vo výške 133 516,67 €. Úroková sadzba z úveru bola stanovená na základe priemernej hodnoty úrokov z úverov pre nefinančné spoločnosti poskytovaných bankami v CHR, ktoré vykazuje Chorvátska národná banka (2026).

Tab. 3 Výnosy
Tab. 3 Revenues

Sezónnosť		**Predajná cena**	**Očakávaný počet predaných nocí**	**Výnosy**
Hlavná sezóna	AP1	160,00 €	80	12 800,00 €
	AP2	160,00 €	80	12 800,00 €
	AP3	140,00 €	80	11 200,00 €
Stredná sezóna	AP1	130,00 €	50	6 500,00 €
	AP2	130,00 €	50	6 500,00 €
	AP3	100,00 €	50	5 000,00 €
Mimo sezóna	AP1	80,00 €	45	3 600,00 €
	AP2	80,00 €	45	3 600,00 €
	AP3	70,00 €	45	3 150,00 €
Očakávané výnosy spolu				**65 150,00 €**

Plánované využitie ubytovacej kapacity vychádza zo štatistických údajov o obsadenosti ubytovacích zariadení v predchádzajúcich obdobiach a je stanovené diferencovane podľa sezónnosti dopytu. V hlavnej sezóne sa predpokladá priemerná obsadenosť na úrovni 90 %, v strednej sezóne (MID sezóna) obsadenosť vo výške 80 % a v mimosezónnom období (OFF sezóna) obsadenosť približne 40 %.

Cenotvorba ubytovania vychádza z kalkulácie nákladov na apartmánovú jednotku, ktoré pri predpokladanej obsadenosti 175 dní dosahujú úroveň 94,62 € na deň. Pri stanovení cien boli zároveň zohľadnené trhové podmienky a cenová politika konkurencie v danej lokalite, pričom využité boli údaje z rezervačných portálov a analytických platforiem. Výsledná cenová stratégia je diferencovaná podľa sezónnosti, čím reflektuje vývoj dopytu a umožňuje optimalizovať výnosy projektu.

Tab. 4 Náklady
Tab. 4 Costs

Náklady	VN	FN	€
Materiálové náklady	100%		15 115,00 €
Mzdové náklady + odvody		100%	1 650,00 €
Odpisy		100%	28 000,00 €
Úroky z úveru		100%	7 610,45 €
Vodné a stočné	100%		300,00 €
Elektrina	100%		1 000,00 €
Komunálny odpad	40%	60%	280,00 €
Internet + mobilné služby		100%	600,00 €
Náklady na podporu predaja	70%	30%	1 018,34 €
Očakávané náklady celkom v €			**55 573,79 €**
Náklady bez odpisov a úrokov			**19 963,34 €**

Kalkulačné odpisy vo výške 28 000 € ročne boli stanovené lineárnou metódou odpisovania na základe vstupnej ceny nehnuteľnosti a predpokladanej doby jej ekonomickej životnosti, ktorá bola určená na 10 rokov pre potreby finančného modelu.

Tab. 5 Analýza cash flow - realistický variant
Tab. 5 Cash flow analysis - realistic variant

Č.	Analýza NET CASH-FLOW	%	zn.	1. Rok (€)	2. Rok (€)	3. Rok (€)	4. Rok (€)	5. Rok (€)	6. Rok (€)	7. Rok (€)	8. Rok (€)	9. Rok (€)	10. Rok (€)
1.	Výnosy celkom	2%		65 150,00	66 453,00	67 782,06	69 137,70	70 520,46	71 930,86	73 369,48	74 836,87	76 333,61	77 860,28
2.	Náklady	2%	-	19 963,34	4 848,34	4 945,31	5 044,21	5 145,10	5 248,00	5 352,96	5 460,02	5 569,22	5 680,60
3.	Odpisy		-	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
4.	Úroky		-	7 610,45	7 356,77	7 103,09	6 849,41	6 595,72	6 342,04	6 088,36	5 834,68	5 581,00	5 327,32
5.	**Zisk pred zdanením**		=	**9 576,21**	**26 247,89**	**27 733,67**	**29 244,08**	**30 779,63**	**32 340,82**	**33 928,16**	**35 542,17**	**37 183,39**	**38 852,36**
6.	Daň z príjmu	paušál	-	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00
7.	**Čistý zisk**		=	**7 191,21**	**23 862,89**	**25 348,67**	**26 859,08**	**28 394,63**	**29 955,82**	**31 543,16**	**33 157,17**	**34 798,39**	**36 467,36**
8.	Kalkulačná rezerva	5%	-	359,56	1 193,14	1 267,43	1 342,95	1 419,73	1 497,79	1 577,16	1 657,86	1 739,92	1 823,37
9.	Disponibilný zisk		=	6 831,65	22 669,75	24 081,23	25 516,13	26 974,90	28 458,03	29 966,00	31 499,32	33 058,47	34 643,99

10.	Odpisy		+	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
11.	**Cash Flow**		**=**	**34 831,65**	**50 669,75**	**52 081,23**	**53 516,13**	**54 974,90**	**56 458,03**	**57 966,00**	**59 499,32**	**61 058,47**	**62 643,99**
12.	Splátka úveru		-	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83
13.	Net cash flow		=	28 155,82	43 993,91	45 405,40	46 840,30	48 299,07	49 782,20	51 290,17	52 823,48	54 382,64	55 968,16
14.	Diskont	4,89 %	*	0,953	0,909	0,867	0,826	0,788	0,751	0,716	0,683	0,651	0,620
15.	SHCF		=	33 207,79	46 055,40	45 131,42	44 212,83	43 300,61	42 395,64	41 498,73	40 610,59	39 731,89	38 863,20
16.	SHCF celkom		=	415 008,10									
17.	ČSH		=	134 733,10									
18.	IR		=	1,48									
19.	VVP (%)		=	13,38%									
20.	DDS (roky)		=	6 rokov a 8 mesiacov									

Pri výpočte dani z príjmu sa pri prevádzkovaní apartmánov fyzickou osobou v Chorvátsku používa paušálna daň. Celková výška dane za jeden kalendárny rok predstavuje výšku 2385 €, daň je rozložená a splatná v 3 platbách v dátumoch : do 31.7. prvá platba , do 31.8.druhá platba a do 30.9. tretia platba.

Peňažné toky sú v modeli počítané ako čisté cash flow po zohľadnení splátok úveru, teda ide o disponibilné peňažné toky pre investora. Tento prístup umožňuje realistickejšie posúdenie návratnosti investície z pohľadu vlastného kapitálu.

Tab. 6 Analýza cash flow - optimistický variant
Tab. 6 Cash flow analysis - optimistic variant

Č.	**Analýza NET CASH-FLOW**	**%**	**zn.**	**1. Rok (€)**	**2. Rok (€)**	**3. Rok (€)**	**4. Rok (€)**	**5. Rok (€)**	**6. Rok (€)**	**7. Rok (€)**	**8. Rok (€)**	**9. Rok (€)**	**10. Rok (€)**
1.	Výnosy celkom	2%		65 150,00	66 453,00	67 782,06	69 137,70	70 520,46	71 930,86	73 369,48	74 836,87	76 333,61	77 860,28
2.	Náklady	2%	-	19 963,34	4 848,34	4 945,31	5 044,21	5 145,10	5 248,00	5 352,96	5 460,02	5 569,22	5 680,60
3.	Kalkulačný odpis		-	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
4.	Úroky		-	7 610,45	7 356,77	7 103,09	6 849,41	6 595,72	6 342,04	6 088,36	5 834,68	5 581,00	5 327,32
5.	**Zisk pred zdanením**		**=**	**9 576,21**	**26 247,89**	**27 733,67**	**29 244,08**	**30 779,63**	**32 340,82**	**33 928,16**	**35 542,17**	**37 183,39**	**38 852,36**
6.	Daň z príjmu	paušál	-	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00

7.	**Čistý zisk**		**=**	**7 191,21**	**23 862,89**	**25 348,67**	**26 859,08**	**28 394,63**	**29 955,82**	**31 543,16**	**33 157,17**	**34 798,39**	**36 467,36**
8.	Kalkulačná rezerva	5%	-	359,56	1 193,14	1 267,43	1 342,95	1 419,73	1 497,79	1 577,16	1 657,86	1 739,92	1 823,37
9.	Disponibilný zisk		=	6 831,65	22 669,75	24 081,23	25 516,13	26 974,90	28 458,03	29 966,00	31 499,32	33 058,47	34 643,99
10.	Kalkulačný odpis		+	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
11.	**Cash Flow**		**=**	**34 831,65**	**50 669,75**	**52 081,23**	**53 516,13**	**54 974,90**	**56 458,03**	**57 966,00**	**59 499,32**	**61 058,47**	**62 643,99**
12.	Splátka úveru		-	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83
13.	Net cash flow		=	28 155,82	43 993,91	45 405,40	46 840,30	48 299,07	49 782,20	51 290,17	52 823,48	54 382,64	55 968,16
14.	Diskont	3,80 %	*	0,963	0,928	0,894	0,861	0,830	0,799	0,770	0,742	0,715	0,689
15.	SHCF		=	33 556,5	47 027,73	46 568,17	46 099,40	45 622,36	45 137,93	44 646,96	44 150,25	43 648,54	43 142,56
16.	SHCF celkom		=	439 600,40									
17.	ČSH		=	159 325,40									
18.	IR		=	1,57									
19.	VVP (%)		=	13,38%									
20.	DDS (roky)		=	6 rokov a 4 mesiace									

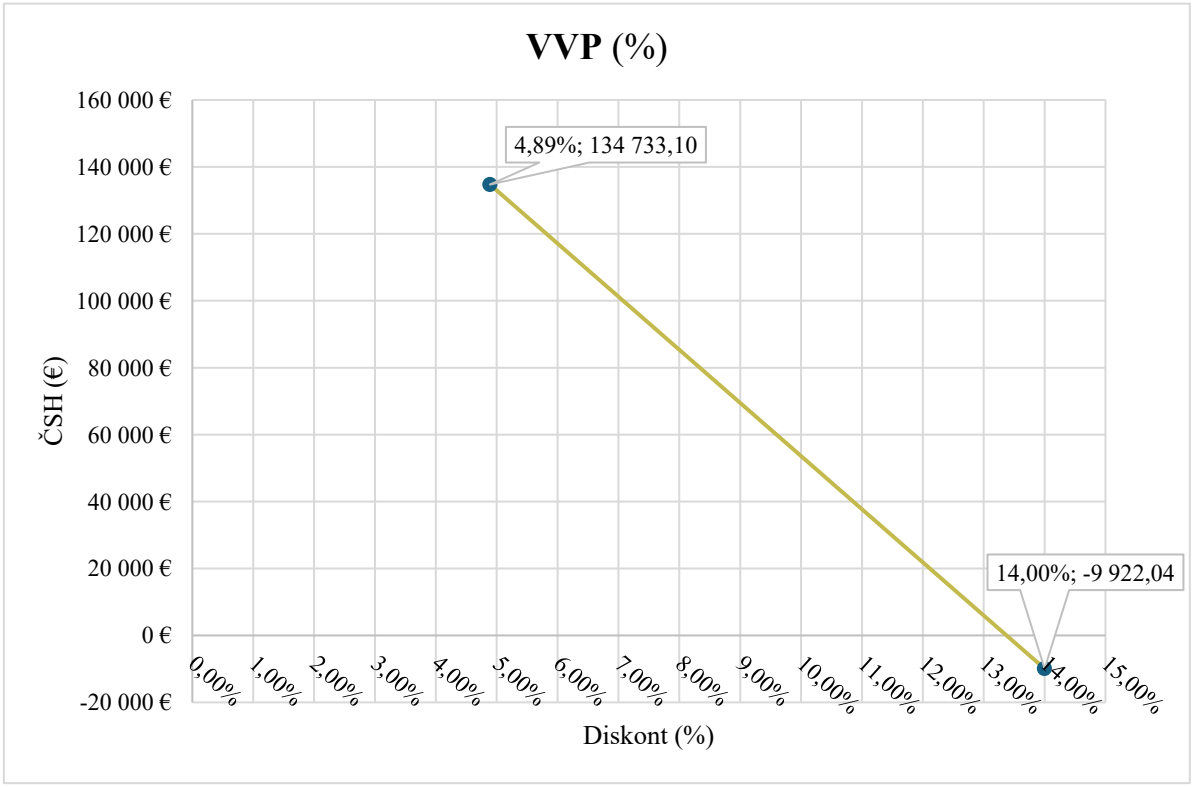
Tab. 7 Analýza cash flow - pesimistický variant
Tab. 7 Cash flow analysis - pesimistic variant

Č.	**Analýza NET CASH-FLOW**	**%**	**zn.**	**1. Rok (€)**	**2. Rok (€)**	**3. Rok (€)**	**4. Rok (€)**	**5. Rok (€)**	**6. Rok (€)**	**7. Rok (€)**	**8. Rok (€)**	**9. Rok (€)**	**10. Rok (€)**
1.	Výnosy celkom	2%		65 150,00	66 453,00	67 782,06	69 137,70	70 520,46	71 930,86	73 369,48	74 836,87	76 333,61	77 860,28
2.	Náklady bez O a Ú	2%	-	19 963,34	4 848,34	4 945,31	5 044,21	5 145,10	5 248,00	5 352,96	5 460,02	5 569,22	5 680,60
3.	Odpisy		-	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
4.	Úroky		-	7 610,45	7 356,77	7 103,09	6 849,41	6 595,72	6 342,04	6 088,36	5 834,68	5 581,00	5 327,32
5.	**Zisk pred zdanením**		**=**	**9 576,21**	**26 247,89**	**27 733,67**	**29 244,08**	**30 779,63**	**32 340,82**	**33 928,16**	**35 542,17**	**37 183,39**	**38 852,36**

6.	Daň z príjmu	pau šál	-	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00	2 385,00
7.	**Čistý zisk**		**=**	**7 191,21**	**23 862,89**	**25 348,67**	**26 859,08**	**28 394,63**	**29 955,82**	**31 543,16**	**33 157,17**	**34 798,39**	**36 467,36**
8.	Kalkulačná rezerva	5%	-	359,56	1 193,14	1 267,43	1 342,95	1 419,73	1 497,79	1 577,16	1 657,86	1 739,92	1 823,37
9.	Disponibilný zisk		=	6 831,65	22 669,75	24 081,23	25 516,13	26 974,90	28 458,03	29 966,00	31 499,32	33 058,47	34 643,99
10.	Odpisy		+	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00	28 000,00
11.	**Cash Flow**		**=**	**34 831,65**	**50 669,75**	**52 081,23**	**53 516,13**	**54 974,90**	**56 458,03**	**57 966,00**	**59 499,32**	**61 058,47**	**62 643,99**
12.	Splátka úveru		-	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83	6 675,83
13.	Net cash flow		=	28 155,82	43 993,91	45 405,40	46 840,30	48 299,07	49 782,20	51 290,17	52 823,48	54 382,64	55 968,16
14.	Diskont	9,82 %	*	0,911	0,829	0,755	0,688	0,626	0,570	0,519	0,473	0,430	0,392
15.	SHCF		=	31 717,04	42 013,21	39 322,12	36 792,47	34 415,75	32 183,78	30 088,69	28 122,92	26 279,25	24 550,77
16.	SHCF celkom		=	325 486									
17.	ČSH		=	45 211									
18.	IR		=	1,16									
19.	VVP (%)		=	13,38%									
20.	DDS (roky)		=	8 rokov a 3 mesiace									

Tab. 8 Údaje pre zostavenie grafu VVP
Tab. 8 Data for VVP calculation

	d1	d2
Diskont (%)	4,89%	14,00%
ČSH (€)	134 733,10	-9 922,04



Obr. 1 Vnútorné výnosové percento
Fig. 1 Internal rate of return

Tab. 9 Dynamické metódy hodnotenia ekonomickej efektívnosti IP – sumár variantov
Tab. 9 Dynamic methods of evaluating the economic efficiency of IP - summary of variants

Ukazovateľ	Požadovaná hodnota	Vypočítaná hodnota			Splnenie:
		Optimistický variant (d = 3,8%)	Realistický variant (d = 4,89%)	Pesimistický variant (d = 9,82%)	
ČSH (€)	ČSH > 0	159 325,40 €	134 733,10 €	45 211 €	✓
IR	IR > 1	1,57	1,48	1,16	✓
VVP (%)	VVP > d (4,89%)	13,38%	13,38%	13,38%	✓
DDS (roky)	DDS < T (10 rokov)	6 rokov 4 mesiace	6 rokov 8 mesiacov	8 rokov 3 mesiace	✓

V tabuľke č. 9 sú prezentované výsledky variantov hodnotenia ekonomickej efektívnosti podnikateľského zámeru diskontovanými metódami. Diskonty v jednotlivých variantoch boli stanovené nasledovne:

- optimistický variant: diskont = 3,8%; diskont na úrovni ceny cudzieho kapitálu – úrokov z úveru.

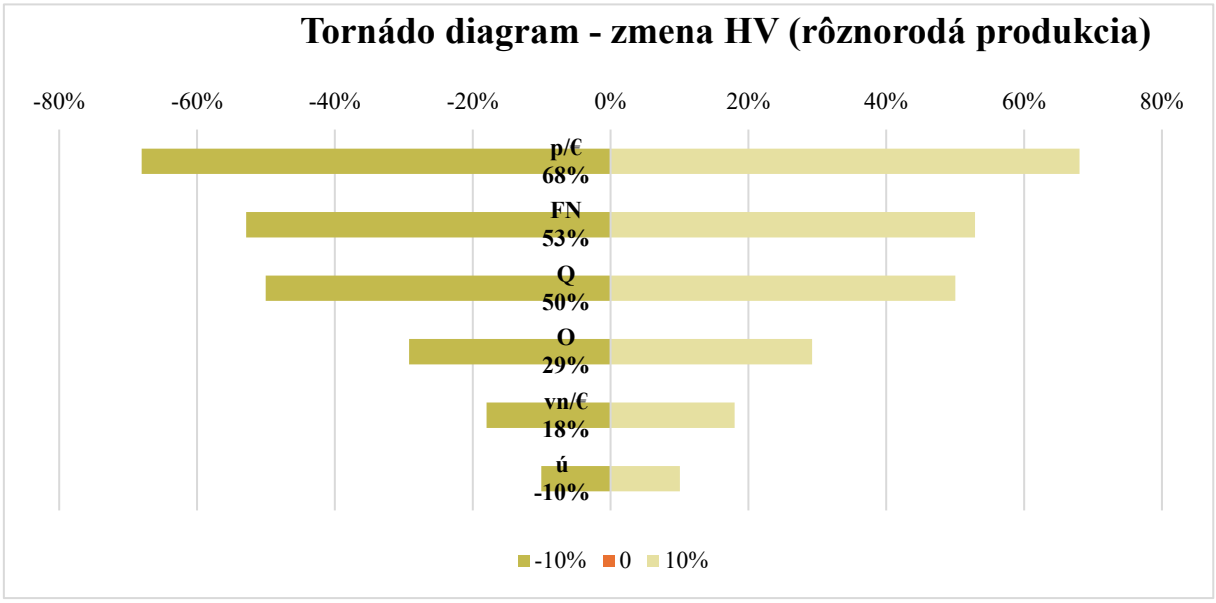
- realistický variant: diskont = 4,89 %; diskont počítaný metódou WACC (Weighted Average Cost of Capital – priemerné náklady kapitálu), so zohľadnením váh vlastného a cudzieho kapitálu, hodnoty celkového kapitálu, ceny vlastného a cudzieho kapitálu.

- pesimistický variant: diskont = 9,82 %; diskont na úrovni ceny vlastného kapitálu – stanoveného podľa modelu Capm (Capital Asset Pricing model). Z tabuľky č. 7 môžeme konštatovať, že všetky varianty splnili požadované podmienky pre jednotlivé diskontované ukazovatele pre hodnotenie ekonomickej efektívnosti podnikateľského zámeru: ČSH>0, IR>1, VVP>diskont, DDSP.

Tab. 10 Výpočet rentability investície
Tab. 10 Calculation of return on investment

Ukazovateľ	1. Rok	2. Rok	3. Rok	4. Rok	5. Rok	6. Rok	7. Rok	8. Rok	9. Rok	10. Rok	Priemer
HV pred zdanením	9 576,21	26 247,89	27 733,67	29 244,08	30 779,63	32 340,82	33 928,16	35 542,17	37 183,39	38 852,36	30142,84
IK	**280 275,00 €**	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275	280 275
Rentabilita investície	3,42 %	9,37%	9,90%	10,43 %	10,98 %	11,54 %	12,11 %	12,68 %	13,27 %	13,86 %	10,75 %

Výpočet ukazovateľa rentability v tab. 10 potvrdzuje výhodnosť projektu od 1. roku životnosti, kedy začína dosahovať kladnú rentabilitu vloženého kapitálu. Dosiahnutá priemerná rentabilita investície počas celej doby životnosti projektu je na úrovni 10,75% a možno konštatovať, že požadovaná miera ročného výnosu je vyššia ako stanovený diskont vo výške 4,89% aj diskont vlastného kapitálu na úrovni 9,82%. Dosiahnuté hodnoty teda predikujú prínos podnikateľského zámeru a zvyšovanie výkonnosti celého podniku.



Obr. 2 Analýza citlivosti investície - tornádo diagram
Fig. 2 Investment sensitivity analysis - tornado diagram

Projekt sme tiež hodnotili analýzou citlivosti investície. Výsledky potvrdzujú, že investičný projekt je výrazne závislý od vývoja kľúčových vstupných premenných, pričom ich vplyv na hospodársky výsledok nie je rovnomerný. Najväčšiu citlivosť vykazuje projekt vo

vzťahu k zmene priemernej ceny za ubytovanie, ktorej koeficient citlivosti dosahuje hodnotu približne 6,8, to znamená, že aj relatívne malá zmena ceny má výrazný dopad na hospodársky výsledok projektu. Tento výsledok je logický, keďže cena priamo ovplyvňuje výšku výnosov bez okamžitého proporcionálneho nárastu nákladov. Tornádo diagram graficky potvrdzuje poradie významnosti jednotlivých faktorov, pričom najširší interval zmien je zaznamenaný pri cene za ubytovanie, nasledovaný fixnými nákladmi a objemom produkcie. Na základe toho možno konštatovať, že projekt je najcitlivejší na trhové faktory (cena a dopyt), zatiaľ čo finančné faktory (úroková sadzba) zohrávajú sekundárnu úlohu.

Vyhodnotenie a diskusia

Predkladaný investičný projekt zameraný na obstaranie a prevádzkovanie apartmánov v lokalite Grebaštica bol podrobený finančno-ekonomickému hodnoteniu, ktoré potvrdzuje jeho ekonomickú efektívnosť a realizovateľnosť. Celkové kapitálové výdavky dosahujú 280 275 €, pričom ide o stredne kapitálovo náročnú investíciu s 10-ročným horizontom, typickým pre realitné projekty. Významným faktorom je závislosť na cash flow, ktorý je ovplyvnený najmä obsadenosťou a cenovou politikou.

Výnosy projektu sú založené na sezónnej diferenciácii cien, pričom najväčší podiel tržieb je generovaný v hlavnej sezóne (36 800 €), zatiaľ čo stredná a mimosezónna prinášajú 18 000 € a 10 350 €. Projekt je preto výrazne závislý od úspešnosti letnej sezóny. Nákladová štruktúra je charakteristická vysokým podielom fixných nákladov, najmä kalkulačných odpisov (28 000 €) a úrokov (7 610,45 €), čo zvyšuje riziko pri nižšej obsadenosti.

Hodnotenie pomocou dynamických ukazovateľov potvrdzuje ekonomickú efektívnosť projektu. Čistá súčasná hodnota dosahuje 134 733,10 € (realistický variant), 159 325,40 € (optimistický) a 45 211 € (pesimistický), pričom vo všetkých prípadoch je kladná. Vnútorné výnosové percento na úrovni 13,38 % výrazne prevyšuje diskontnú sadzbu 4,89 %, čo predstavuje dostatočnú rezervu pre riziko. Index rentability sa pohybuje v intervale 1,16 – 1,57, čo potvrdzuje efektívne zhodnotenie kapitálu.

Diskontovaná doba návratnosti sa pohybuje od 6 rokov a 4 mesiacov do 8 rokov a 3 mesiacov, čo je vzhľadom na charakter investície akceptovateľné. Cash flow vykazuje rastúci trend (z 34 831,65 € na 62 643,99 €), čo naznačuje stabilizáciu a zvyšovanie výkonnosti projektu v čase. Priemerná ročná rentabilita na úrovni 10,75 % prevyšuje výnosnosť konzervatívnych investícií a zodpovedá atraktivite realitných investícií v turistických oblastiach.

Z pohľadu rizík je projekt najcitlivejší na vývoj cien a obsadenosti. Pokles dopytu by mal priamy dopad na cash flow, najmä v počiatočných rokoch. Kľúčovým faktorom úspechu je preto aktívne riadenie cenotvorby a využitie mimosezónneho potenciálu, napríklad prostredníctvom spolupráce so športovými a rekreačnými segmentmi klientely.

Na základe uvedeného možno konštatovať, že projekt je ekonomicky životaschopný a atraktívny, pričom jeho úspešnosť je podmienená efektívnym riadením, diverzifikáciou dopytu a schopnosťou reagovať na sezónne výkyvy trhu.

Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť investičný plán a posúdiť jeho ekonomickú efektívnosť v podmienkach krátkodobého prenájmu apartmánov v Chorvátsku. Na základe spracovania

teoretických východísk, analýzy trhového prostredia a zostavenia finančno-ekonomického modelu možno konštatovať, že tento cieľ bol naplnený.

Práca potvrdila, že investície do apartmánového ubytovania v turisticky atraktívnych lokalitách majú potenciál stabilného zhodnocovania kapitálu, a to nielen prostredníctvom prevádzkových výnosov, ale aj rastom hodnoty nehnuteľnosti v čase. Zároveň poukázala na špecifiká tohto typu podnikania, najmä jeho závislosť od sezónnosti, vývoja dopytu a externého prostredia.

Významným prínosom práce je vytvorenie komplexného investičného modelu, ktorý umožňuje systematicky posudzovať efektívnosť podobných projektov a môže slúžiť ako praktický podklad pre rozhodovanie investorov. Model zároveň poukazuje na potrebu kombinovať finančné ukazovatele s analýzou trhu a rizík, čo zvyšuje kvalitu investičného rozhodovania.

Z výsledkov práce vyplýva, že úspešnosť projektu nie je podmienená iba jeho ekonomickými parametrami, ale aj schopnosťou pružne reagovať na meniace sa podmienky trhu. Kľúčovú úlohu zohráva najmä správne nastavenie cenovej stratégie, orientácia na zákazníka a efektívne využitie kapacity aj mimo hlavnej sezóny.

Z praktického hľadiska práca poukazuje na význam diverzifikácie klientely a aktívneho prístupu k riadeniu ubytovacích služieb, čo môže výrazne prispieť k stabilizácii výnosov a zníženiu rizika.

Na záver možno konštatovať, že navrhovaný investičný projekt predstavuje reálne realizovateľný podnikateľský zámer, pričom jeho dlhodobý prínos bude závisieť od kvality riadenia a schopnosti prispôsobiť sa dynamickému vývoju v sektore cestovného ruchu.

POĎAKOVANIE: *Chcela by som sa poďakovať svojej školiteľke Ing. Márii Osvaldovej, PhD., za odbornú pomoc a usmernenie pri písaní mojej práce, za cenné rady, informácie a v neposlednom rade za ochotu.*

Literatúra:

Alles, L., Jayathilaka, R., Kumari, N., Malalathunga, T., Obeyesekera, H., & Sharmila, S. (2021). An investigation of the usage of capital budgeting techniques by small and medium enterprises. *Quality & Quantity,* [online], [cit. 2026-02-19]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.1007/s11135-020-01036- .

Alleyne, P., Armstrong, A., & Chandler, M. (2018). Capital budgeting practices: Evidence from Barbados. *Journal of Financial Reporting and Accounting*. [online], [cit. 2026-02-19]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.1108/JFRA-07-2017-0061.

Awodire, A. M., Agboola, O. K., Ogundojutimi, T. O., & Odumuwagun, O. (2023). *Capital budgeting and financial investment appraisal: A review of archival literature*. *American Journal of Multidisciplinary Research in Africa*, [online], [cit. 2026-02-19]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.58314/UUHYT2.

Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. Journal of

Management, [online], [cit. 2026-02-19]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.1177/014920639101700108.

Berk, J., DeMarzo, P., & Harford, J. (2022). *Fundamentals of Corporate Finance (Global Edition)*. Pearson. ISBN 9781292438283.

Berk, J., DeMarzo, P., & Harford, J. (2024). *Fundamentals of Corporate Finance (Global Edition)* (5th ed.). Pearson. ISBN 9781292740638 .

Berk, J., DeMarzo, P., Harford, J., Stangeland, D. A., & Marosi, A. (2025). *Fundamentals of Corporate Finance (Canadian Edition)* (5th ed.). Pearson. ISBN 9780135343333 .

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2020). *Principles of corporate finance* (13th ed.). McGraw-Hill Education. ISBN 9781260013900.

Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2025). *Principles of Corporate Finance* (14th ed.). McGraw Hill. ISBN 9781266586156 .

Cunha, A. M., & Lobão, J. (2021). The determinants of real estate prices in a european context: A four-level analysis. [Real estate prices] *Journal of European Real Estate Research,* 331-348. [online], [cit. 2026-02-19]. Dostupné na internete : doi:https://doi.org/10.1108/JERER-10-2020-0053.

Ďaďo, J. 2022. *Ako napísať a úspešne obhájiť záverečnú prácu (alebo ako zjesť slona).* EPOS. 2022. 336 s. ISBN 978-80-562-0359-0.

Damodaran, A., & Margolis, D. (2019). *Applied Corporate Finance* (4th ed.). Wiley. ISBN 9781118808931.

Damodaran, A., (2026), *Betas by Sector,* [online], [cit. 2026-04-19]. Dostupné na internete https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Damodaran, A., (2026), *Country Default Spreads and Risk Premiums,* [online], [cit. 2026-04-19]. Dostupné na internete: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html .

Darmansyah, A., Ali, Q., & Parveen, S. (2025). Sophisticated capital budgeting decisions for financial performance and risk management—A tale of two business entities. *Journal of Risk and Financial Management*. [online], [cit. 2026-02-24]. Dostupné na internete https://doi.org/10.3390/jrfm18060297.

Drábek, J. Halaj, D. 2010. *Marketingové a investičné rozhodovanie podniku*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2010. 103 s. ISBN 978-80-228-2197-1.

Drábek,J. Polách,J. 2008. *Reálne a finančné investovanie firiem. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene*, 2008. 271 s. ISBN 978-80-228-1934-3.

DRŽAVNI ZAVOD ZA STATISTIKU. 2025. *Tourist arrivals and nights in commercial accommodation, October 2025* [online]. Zagreb: Državni zavod za statistiku, 2025 [cit. 2026-01-30]. Dostupné na internete: https://podaci.dzs.hr/2025/en/97116.

DRŽAVNI ZAVOD ZA STATISTIKU. 2026. *House price indices* [online]. Zagreb: Državni zavod za statistiku, 2026 [cit. 2026-01-30]. Dostupné na

internete: https://podaci.dzs.hr/en/statistics/prices/house-price-indices/.

EUROPEAN CENTRAL BANK. 2026. *Long-term interest rate statistics for EU Member States* [online]. Frankfurt am Main: European Central Bank, 2026 [cit. 2026-01-30]. Dostupné na internete: https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/long_term_interest_rates/html/index.en.html.

Fabianová, J., Janeková, J., Fedorko, G., & Molnár, V. (2023). A comprehensive methodology for investment project assessment based on Monte Carlo simulation. [online], [cit. 2026-01-19]. Dostupné na internete: *Applied Sciences,* https://doi.org/10.3390/app13106103 .

Gabrielová, P. (2013). *Priame zahranicné investície ako jeden z hlavných faktorov ekonomického rozvoja na západnom balkáne. Medzinárodné vztahy,* [online], [cit. 2026-01-30]. Dostupné na internete https://www.proquest.com/scholarly-journals/priame-zahranicné-investície-ako-jeden-z-hlavných/docview/1440268890/se-2.

GOOGLE. 2026. Apartments Nelka & Julian [online]. Google Maps, 2026 [cit. 2026-03-30]. Dostupné na internete: https://www.google.com/maps/ApartmentsNelkaJulian/

Götze, U., Northcott, D., & Schuster, P. (2015). *Investment Appraisal: Methods and Models* (2nd ed.). Springer. ISBN 9783662458518.

Hayes, A. 2024. Investment: How and Where to Invest [online], [cit. 2026-01-02]. Dostupné na internete: https://www.investopedia.com/terms/i/investment.asp.

He, S. (2020). *Real estate investing quickstart guide : The simplified beginner's guide to successfully securing financing, closing your first deal, and building wealth through real estate*. ClydeBank Media LLC. [online], [cit. 2026-01-12]. Dostupné na internete: https://www.proquest.com/legacydocview/EBC/6636869?accountid=49283.

Huikku, J., Karjalainen, J., & Seppälä, T. (2025). Strategic factors and the use of risk analysis techniques in strategic investment decisions. *Accounting and Business Research*.[online], [cit. 2026-02-12]. Dostupné na internete: https://doi.org/10.1080/00014788.2025.2486753 .

Chen, M.-H., Kim, W. G., & Kim, H. J. (2020). The impact of macroeconomic and non-macroeconomic forces on hotel stock returns. *International Journal of Hospitality Management,* https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102507.

Jankelová, N. a kol. 2022, Manažment. Bratislava: Wolters Kluwer, 2022. 552 s. ISBN 978-80- 7676-263-3.

Kráľovič, J. 2010. Finančné plánovanie podniku. 1. vydanie. Bratislava: Vydavateľstvo Sprint dva, 2010. 212 s. ISBN 978-80-89393-20-6.

Marchioni, A., & Magni, C. A. (2018). Investment decisions and sensitivity analysis: NPV-consistency of rates of return. *European Journal of Operational Research,* [online], [cit.

2026-01-12]. Dostupné na internete https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.01.007.

Mihál, J.,(2026), *Daňovo-odvodové zaťaženie zamestnancov je na Slovensku o cca 5 % až 7 % vyššie, ako v Chorvátsku*, [online], [cit. 2026-04-20]. Dostupné na internete: https://www.linkedin.com/posts/jozef-mih%C3%A1l-460289274_da%C5%88ovo-odvodov%C3%A9-za%C5%A5a%C5%BEenie-zamestnancov-je-activity-7412491839515115520-s-.TY#:~:text=Da%C5%88ovo%2Dodvodov%C3%A9%20za%C5%A5a%C5%BEenie%20zamestnancov%20je%20na%20Slovensku%20o,a%C5%BE%207%20%25%20vy%C5%A1%C5%A1ie%2C%20ako%20v%20Chorv%C3%A1tsku.

Mota, J., & Moreira, A. C. (2023). Capital budgeting practices: A survey of two industries. *Journal of Risk and Financial Management*. [online], [cit. 2026-01-12]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.3390/jrfm16030191.

MINISTARSTVO FINANCIJA, POREZNA UPRAVA. 2026. *Porez na nekretnine* [online]. Zagreb: Ministarstvo financija, Porezna uprava, 2026 [cit. 2026-01-30]. Dostupné na internete: https://porezna-uprava.gov.hr/hr/porez-na-nekretnine-4816/4816.

Nunden, N., Abbana, S., Marimuthu, F., & Sentoo, N. (2022). An assessment of management skills on capital budgeting planning and practices: Evidence from the small and medium enterprise sector. *Cogent Business & Management*. [online], [cit. 2026-01-15]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2136481

Polách, J. a kol. 2012. *Reálné a finanční investice. 1. vydání.* Praha: C. H. Beck, 2012. 263 s. ISBN 978-80-7400-436-0.

Potkány, M. a kol. (2022), *Ekonomika, manažment a podnikanie v podnikoch drevospracujúceho priemyslu* II.: vysokoškolská učebnica. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 190 s. ISBN 978-80-228-3331-8.

Purnamasari, P., & Adriza, A. (2024). Capital budgeting techniques and financial performance: A comparison between SMEs and large listed firms. *Cogent Economics & Finance*. [online], [cit. 2026-01-12]. Dostupné na internete: https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2404707.

Radić, M. N. (2022). CAUSALITY BETWEEN FDI IN REAL ESTATE AND TOURISM GROWTH: COUNTY-LEVEL DATA FROM CROATIA. *Intelektine Ekonomika,* [online], [cit. 2026-01-15]. Dostupné na internete: doi:https://doi.org/10.13165/IE-22-16-2-09.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2022). *Fundamentals of corporate finance* (13th ed.). McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-264-25007-3.

Ross, S. A., Westerfield, R., Jaffe, J., Jordan, B. D., & Shue, K. (2022). *Corporate Finance* (13th ed.). McGraw Hill. ISBN 9781265059903.

Slavík, J. (2013). *Finanční průvodce nefinančního manažera*. Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4593-0.

Sokolov, M. V. (2024). NPV, IRR, PI, PP, and DPP: A unified view. *Journal of Mathematical Economics,*. [online], [cit. 2026-01-22]. Dostupné na internete:

https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2024.102992.

ŠIBENSKO-KNINSKA ŽUPANIJA, ŽUPANIJSKA SKUPŠTINA. 2024. *Odluka o visini turističke pristojbe za 2026. godinu za područje Šibensko-kninske županije* [online]. Šibenik: Šibensko-kninska županija, 2024 [cit. 2026-01-30]. Dostupné na internete: https://www.sibenik-tourism.hr/upload/clanci/2024/12/2024-12-27/225/odlukaovisinituristikepristojbeza2026godinu.pd

Talluri, K. T., & van Ryzin, G. J. (2004). *The Theory and Practice of Revenue Management*. Springer. [online], [cit. 2026-01-22]. Dostupné na internete :https://doi.org/10.1007/b139000.

Vonlanthen, M., Just, T., & Maennig, W. (2024). Discount rate determinants in real estate investment valuation: A systematic literature review. *Real Estate*. [online], [cit. 2026-04-18]. Dostupné na internete https://doi.org/10.3390/realestate1020009.

Zervas, G., Proserpio, D., & Byers, J. W. (2017). The rise of the sharing economy: Estimating the impact of Airbnb on the hotel industry. Journal of Marketing Research, 687–705. [online], [cit. 2026-01-22]. Dostupné na internete : https://doi.org/10.1509/jmr.15.0204.

PODNIKATEĽSKÉ PRÍLEŽITOSTI V CIRKULÁRNEJ EKONOMIKE – RAMCOVÝ KONCEPT A PRÁVNE FORMY

BUSINESS OPPORTUNITIES IN THE CIRCULAR ECONOMY – FRAMEWORK CONCEPT AND LEGAL FORMS

Tamara Lintnerová[1], prof. Ing. Marek Potkány, PhD. [2]

[1,2]*Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

[1]*xlintnerova@is.tuzvo.sk,* [2]*potkany@is.tuzvo.sk*

Abstract This study focuses on the circular economy and its application through a hypothetical startup entity. The theoretical part defines the circular economy, selected legal forms of business, and corporate investments. Building on this theoretical framework, the practical section presents a specific project proposal, GreenPaws Furniture, s. r. o., evaluated using dynamic indicators (NPV, PI, IRR, DPP) and the break-even point as a supplementary metric. The results of the financial and economic analysis demonstrate that the project is viable and profitable based on the expected financial inputs and outputs. Considering the project's economic parameters, the complexity of establishing various legal forms, risks, and other aspects, a limited liability company (s. r. o.) was selected as the most suitable legal form for long-term and sustainable implementation.

Keywords: circular economy, sustainability, investment project, legal forms of business

Úvod

Súčasný hospodársky model, postavený na lineárnom princípe „ťažiť – vyrobiť – vyhodiť“, naráža na svoje ekonomické aj environmentálne limity. V kontexte narastajúcej klimatickej krízy a nestability komoditných trhov sa javí ako dlhodobo neudržateľný. Čo vyžaduje prechod k obehovému hospodárstvu, ktoré sa stáva nielen environmentálnou nutnosťou, ale aj strategickou prioritou Európskej únie. Tento prechod naďalej podporuje aj zmena v spotrebiteľskom správaní, kde moderný spotrebiteľ čoraz viac preferuje investície do udržateľných a ekologicky rozložiteľných výrobkov s dlhou životnosťou. V nadväznosti na uvedené je snahou práce preklenúť priepasť medzi teoretickými východiskami CE a ich reálnym využitím v praxi na príklade vytvoreného investičného projektu GreenPaws Furniture, s. r. o. vyrábajúceho nábytok pre zvieratá z masívneho dreva a preukázať tak aplikáciu CE v praxi a demonštrovať, že uplatňovanie princípov ako ZeroWaste či upcycling nie je len otázkou ekologickej zodpovednosti, ale predstavuje životaschopný a ekonomicky rentabilný model podnikania. Práve drevospracujúci – nábytkársky priemysel predstavuje ideálne prostredie na aplikáciu obehového hospodárstva.

TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Cirkulárna ekonomika – nová paradigma udržateľnosti

Počiatky myšlienky cirkulárnej ekonomiky (CE) siahajú hlboko do minulosti. V roku 1966 K. Boulding vo svojej publikácii *The Economics of the Coming Spaceship Earth* upozornil na potrebu začleniť ľudskú spoločnosť do cyklicky fungujúceho ekonomického systému, schopného obnovy zdrojov. Ekonomiku rozdelil na „kovbojskú", ktorá predpokladala neobmedzené množstvo prírodných zdrojov a „ekonomiku kozmickej lode", ktorá rešpektovala ich obmedzenosť (Boulding, 1966; Aggeri, 2021). Predpoklad neobmedzenosti zdrojov a nekonečnej absorpčnej kapacity Zeme spochybňuje aj vedecký koncept planetárnych hraníc (Steffen a kol., 2015). Modernú podobu CE formovali aj autori John Lyle, Michael Braungart či Walter Stahel, ktorí rozpracovali princípy environmentálne zodpovedného dizajnu a opätovného zaraďovania surovín do hospodárskeho cyklu (Winans, Kendall, Deng, 2017). Zásadný vplyv na rozvoj, popularizáciu a formovanie mala nezisková organizácia Ellen MacArthur Foundation (2013), ktorá CE opísala ako „priemyselný systém", ktorého primárnym zámerom je dosiahnutie schopnosti obnovy, resp. v ktorom sa produkty, materiály a zdroje udržiavajú v nepretržitom obehu. Tento systém tvorí syntézu dizajnérskeho, environmentálneho a systémového prístupu.

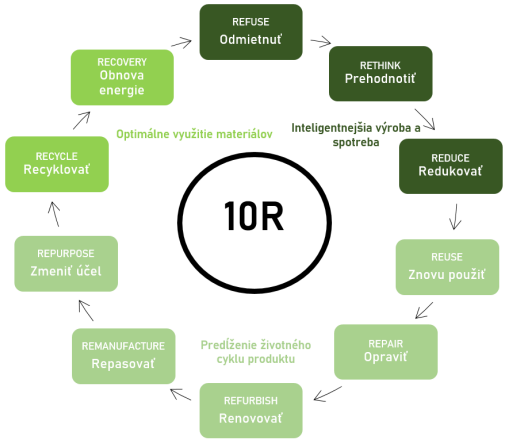
Geissdoerfer a kol. (2017) definujú CE tiež ako systém schopný regenerácie, ktorého prioritou je dlhodobé a efektívne využívanie zdrojov s cieľom optimalizovať obeh materiálov, minimalizovať straty vo forme emisií, energetických únikov a prispievať tak k znižovaniu potreby vstupných zdrojov zapojených do produkčného cyklu. Tento cieľ možno realizovať spomaľovaním a uzatváraním materiálových tokov pomocou systematického navrhovania produktov s dlhšou životnosťou, ich údržbou a plánovaním celého životného cyklu. Brad (2018) uvádza, že tento prístup prispieva k naplneniu cieľov trvalo udržateľného rozvoja.

Koncept CE ekonomiky je v odbornej literatúre definovaný rôznymi spôsobmi v závislosti od zdôrazňovaných aspektov. Kirchherr a kol. (2017) uskutočnili štúdiu, v ktorej analyzovali viac ako 100 definícií, pričom odhalili vysokú variabilitu vo vnímaní konceptu. Veľa autorov vnímalo CE len ako recykláciu a vzťahovalo ju len na rámec 3R. Od roku 2012 zaznamenali mierny posun k makro úrovňovému chápaniu. Analyzovaní autori najčastejšie uvádzali ciele ekonomickej prosperity, zatiaľ čo sociálna spravodlivosť a medzigeneračná rovnosť boli zanedbávané. Novší výskum Kirchherra a kol. (2023) poukázal na posun v chápaní CE smerom k väčšiemu dôrazu na obnovu materiálov, regeneráciu prírodných systémov a spravodlivosť voči budúcim generáciám. Cirkulárnu ekonomiku definujú ako systémovú transformáciu, ktorá presahuje len správu odpadu, ale integruje všetky ekonomické a sociálne aspekty trvalo udržateľného rozvoja.

Predstavuje tak praktický rámec na podporu trvalo udržateľného rozvoja, kde jej strategické smery podporujú stabilnú ekonomiku a zdravé životné prostredie (INCIEN, 2025). V EÚ sa tieto princípy stávajú aj súčasťou politík, pričom *Circular Economy Action Plan* zdôrazňuje potrebu transformácie výroby a spotreby k trvalej udržateľnosti a oddelenie ekonomického rastu od spotreby zdrojov (decoupling).

Základom systémovej zmeny je súbor jasne definovaných princípov od jednoduchého riadenia odpadu k holistickému dizajnovému prístupu. Tradičný prístup k transformácii hospodárstva je postavený na rámci 3R: Reduction (redukovať využívanie nových zdrojov), Recycling (recyklovať) a Reuse (opätovne používať) (Ghisellini a kol., 2016). Tento prístup je zameraný na to, že odpad bude recyklovaný a vrátený do výrobného procesu nového produktu.

Z tohto pohľadu hrá recyklácia podľa Popovića a Radivojevića (2022) kľúčovú úlohu, pretože na nej závisí, koľko odpadu sa opätovne použije ako zdroj pri výrobe. Potting a kol. (2017) rámec 3R rozvádzajú na 10R (R0 – najdôležitejšie po R9 – najmenej dôležité), kde jednotlivé akcie kategorizujú podľa ich hodnoty a úrovne cirkularity a delia ich do troch kategórií.



Obrázok 1 Princípy cirkulárnej ekonomiky 10R
Fig. 1 Principles of circular economy 10R

Morselleto (2020) ale tvrdí, že recyklácia (R8) patrí medzi významné faktory zmeny, keďže rieši akútny problém hromadenia odpadu.

Napriek ideálnej vízii existujú fyzikálne a technologické obmedzenia, Kislingerová (2021) uvádza, že úplná cirkularita je nemožná, cieľom je preto nie dosiahnuť dokonale uzavretý cyklus, ale hľadať rovnováhu medzi ekonomickými, environmentálnymi a sociálnymi aspektami rozvoja.

Aj v rámci slovenského podnikateľského prostredia možno identifikovať niekoľko hráčov v drevospracujúcom priemysle, ktorí úspešne implementujú princípy cirkulárnej ekonomiky, čím demonštrujú, že aj udržateľné podnikanie môže byť rentabilné a konkurencieschopné. Ako najvýznamnejšiu možno označiť napríklad firmu Kronospan, s. r. o. vo Zvolene, ktorá sa radí sa medzi najvýznamnejšie podniky v oblasti výroby DTD, MDF, OSB či laminátových dosiek pre nábytkársky aj stavebný priemysel. V rámci uplatňovania princípov CE možno vyzdvihnúť napríklad projekt „Nový život pre staré drevo“, ktorom zabezpečuje zber recyklovaného drevného odpadu z celého Slovenska, ktorý triedi, spracováva a využíva pri výrobe dosiek alebo ako zdroj energie. Spracovaním drevného odpadu a jeho premenou na kvalitné dosky tak transformujú úložisko uhlíka a predlžujú životný cyklus, keďže vyrobené dosky je možné následne recyklovať a ďalej využívať (KRONOSPAN, 2025).

Od investičného zámeru k právnej forme podnikania

Podnikové investície predstavujú jednorazové kapitálové výdaje, od ktorých sa očakáva, že budú generovať peňažné príjmy v dlhšom časovom období (Potkány a kol., 2022), avšak táto premena nie je istá (Marková a kol., 2015). Za investície možno považovať obstaranie dlhodobého hmotného, nehmotného či finančného majetku (Polách a kol., 2012). Pre novozaložený podnik zohráva primárnu úlohu obstaranie dlhodobého hmotného majetku, ktorý predstavuje materiálovú základňu jeho budúcej produkcie. Rozhodnutie investovať

možno označiť za jedno z najťažších a najdôležitejších rozhodnutí podniku (Potkány a kol., 2022), ide o posudzovanie rôznych variantov umiestnenia kapitálu. Rozhodovací proces tak zahŕňa súbor činností s vypracovaním jedného alebo niekoľkých variantov investičných projektov, kde základnými kritériami sú ich finančná stabilita a rentabilita. Je to proces predvídania budúceho vývoja, kde pri spracovávaní si podnikateľ musí odpovedať na 3 základné otázky – v čom , za čo a ako podnikať (Polách a kol., 2012). Investičný projekt tak možno definovať ako súbor ekonomických a technických štúdií, slúžiacich na prípravu, realizáciu a financovanie projektu (Valách a kol., 2011). Súčasťou investovania je aj voľba zdrojov ich financovania, čo zahŕňa určenie optimálnej kapitálovej štruktúry, na získanie finančných zdrojov na založenie, prevádzku či rozvoj podniku v potrebnom objeme, čase a štruktúre, pri vynaložení optimálnych nákladov na ich financovanie (Fotr a Souček, 2011).

Pri rozhodovaní o založení podniku zohráva úlohu nielen vhodne zvolený predmet podnikania či zdroj jeho financovania, ale aj voľba právnej formy na dlhodobú realizáciu zámeru. Slovenská republika definuje podmienky vzniku subjektov univerzálne, nezohľadňujúc implementáciu CE. Pre realizáciu zámeru v oblasti drevospracujúceho priemyslu možno ako vhodné alternatívy označiť živnostenské podnikanie (FO) a spoločnosť s ručením obmedzeným (PO). Živnostenské podnikanie predstavuje v slovenskom právnom poriadku najjednoduchší a finančne najmenej náročný vstup do hospodárskej súťaže. Je upravené podľa zákona o živnostenskom podnikaní. Subjekt vzniká na základe ohlásenia živnosti okresnému úradu a získava Osvedčenie o živnostenskom oprávnení. Ide o formu podnikania, kde nie je zákonná povinnosť tvoriť základné imanie, avšak podnikateľ ručí za záväzky celým svojím existujúcim, ale aj budúcim majetkom. Spoločnosť s ručením obmedzeným predstavuje najrozšírenejší druh kapitálovej spoločnosti, ktorej právny rámec definuje Obchodný zákonník. Založenie je administratívne náročnejšie, pretože si vyžaduje vypracovanie zakladateľského dokumentu (spoločenská zmluva, zakladateľská listina) a povinnú tvorbu základného imania v minimálnej hodnote 5 000 €. Kľúčovým faktorom je však oddelenie majetku spoločníka od majetku spoločnosti. Spoločník podľa Obchodného zákonníka ručí za záväzky len do výšky nesplateného vkladu zapísaného v OR.

PRAKTICKÁ ČASŤ

Cieľ a metodika práce

Základným východiskom predkladanej práce je narastajúci význam udržateľných obchodných modelov v súčasnom ekonomickom prostredí. Primárnym cieľom práce je identifikovať a zhodnotiť konkrétne podnikateľské príležitosti v oblasti cirkulárnej ekonomiky a vytvoriť rámcový koncept investičného projektu a zvoliť jeho najvhodnejšiu právnu formu.

Pre dosiahnutie primárneho cieľa sme určili tri sekundárne ciele (SC):

SC1: Teoretické a legislatívne vymedzenie cirkulárnej ekonomiky, vybraných právnych foriem podnikania, investícií a investičných projektov (IP), ktoré poslúži ako podklad pri tvorbe IP.

SC2: Identifikácia podnikateľskej príležitosti a návrh rámcového konceptu IP a zhodnotenie jeho ekonomickej efektívnosti.

SC3: Komparácia vybraných právnych foriem podnikania, identifikácia rizík a zdôvodnenie výberu najvhodnejšej právnej formy pre navrhovaný projekt.

Na dosiahnutie týchto cieľov a zabezpečenia ich objektívnosti sme zvolili metodický postup, ktorý povedie k ich naplneniu. Metodika práce kombinuje analýzu dostupných teoretických poznatkov s praktickým modelovaním IP, jeho následným ekonomickým zhodnotením a voľbou najvhodnejšej právnej formy.

Pri spracovaní teoretických východísk vychádzame z relevantných domácich a zahraničných publikácií, pričom vybrané zdroje sú indexované aj renomovaných databázach Web of Science či Scopus. Proces spracovania sekundárnych zdrojov je založený na metóde literárnej rešerše, v rámci ktorej sme zhromaždili najdôležitejšie informácie a vytvorili komplexný teoretický prehľad.

Na teoretické východiská nadväzuje tvorbou IP, kde využívame metódu modelovania na vytvorenie rámcového konceptu, v ktorom definujeme hlavnú náplň projektu, jeho vecnú stránku. Kľúčovou časťou metodiky pri SC2 je ekonomické vyhodnotenie projektu, ktoré realizujeme prostredníctvom štyroch kvantitatívnych dynamických ukazovateľov, ako je čistá súčasná hodnota (ČSH), index rentability (IR), diskontovaná doba splatnosti (DDS) a vnútorné výnosové percento (VVP). Nevyhnutným predpokladom na výpočet dynamických ukazovateľov je kvantifikácia diskontnej sadzby, ktorú predstavujú priemerné vážené náklady kapitálu (WACC). Zhodnotenie dopĺňame jedným doplnkovým (statickým) ukazovateľom – bodom zvratu. Vybrané dynamické ukazovatele a bod zvratu (BZ) môžeme podľa Potkányho a kol. (2022) a Rossa a kol. (2022) matematicky vyjadriť nasledovne:

Tabuľka 5 Metodika výpočtov
Table 1 Methodology of calculation

Ukazovateľ:	Výpočet:	Podmienka:
WACC	$WACC = r_d * (1-t) * \frac{D}{D+E} + r_e * \frac{E}{D+E}$	-
ČSH	$\check{C}SH = \sum_{i=1}^{n} \frac{CF_i}{(1+k)^i} - IK$	ČSH > 0
IR	$IR = \frac{SHCF}{IK}$	IR > 1
DDS	$DDS: \sum_{i=1}^{n} \frac{CF_i}{(1+k)^i} = IK\ ; i = 1, 2, 3 \ldots DDS$	DDS < životnosť
VVP	$VVP = k_1 + \frac{\check{C}SH_1}{\check{C}SH_1 - \check{C}SH_2} * (k_2 - k_1)$	VVP > diskont
BZ	$BZ = \frac{FN}{1-v_t}$ $VK_{BZ}(\%) = \frac{BZ}{VK_{plán}} * 100$	-

Získané ekonomické parametre projektu predstavujú aj východisko na proces komparácie alternatívnych právnych foriem podnikania, keďže priamo determinujú mieru finančného rizika a možnosti daňovej optimalizácie. Komparácia zahŕňa porovnanie finančných a administratívnych nárokov na založenie subjektu, ako aj analýzu daňovo-odvodového zaťaženia jednotlivých foriem. Syntézou všetkých týchto poznatkov je následne zdôvodnenie výberu najvhodnejšej právnej formy, ktorá zabezpečí optimálne podmienky na dlhodobo udržateľnú realizáciu a stabilitu investičného zámeru v praxi.

Návrh investičného projektu v podmienkach obehového hospodárstva

Predmetom investičného projektu je založenie remeselnej stolárskej dielne GreenPaws Furniture, s. r. o. so sídlom v okrese Trnava. Projekt je navrhnutý ako nízkonákladový model využívajúci prenájom existujúcich priestorov, s orientáciou na výrobu udržateľného nábytku a doplnkov pre domáce zvieratá z masívneho smrekového dreva, ako sú psie búdy, pelechy či nástenné prvky pre mačky. Projekt tak reaguje na rastúci trend „pet humanization“, pričom tento dopyt spája s rastúcimi nárokmi spotrebiteľov na ekologickú stopu a pôvod produktov. Poslaním firmy je prinášať na trh remeselne spracované produkty pre domáce zvieratá a transformovať lokálne dostupnú surovinu na výrobky s nulovou odpadovou stopou a zdravotnou neškodnosťou.



Obrázok 2 Logo firmy GreenPaws Furniture, s. r .o.
Fig. 2 GreenPaws Furniture, s. r. o. company logo

Pre lepšie pochopenie integrácie CE do praxe sú v nasledujúcej časti špecifikované konkrétne príklady uplatňovania princípov CE v tomto projekte:
- využívanie obnoviteľných a lokálne dostupných zdrojov (smrekové drevo),
- predlžovanie životného cyklu (služby renovácie),
- bezodpadové spracovanie suroviny (Zero waste) a upcycling (napr. spracovanie odrezkov).

Efektívna aplikácia princípov CE umožňuje minimalizovať materiálové náklady a náklady na likvidáciu odpadu, čo priamo podporuje finančnú stabilitu a zvyšovanie rentability podniku.

Analýza trhu, konkurencie a cieľová skupina zákazníkov

Súčasný trh s chovateľskými potrebami definujú dva hlavné faktory: humanizácia domácich zvierat a rastúci environmentálny aktivizmus spotrebiteľov. Tento posun v nákupnom správaní vytvára trhovú medzeru, ktorú vypĺňa predkladaný projekt.

Cieľová skupina zákazníkov

Z hľadiska hodnôt možno zákazníka definovať ako tzv. „zeleného spotrebiteľa“, ktorý preferuje výrobky z prírodných, recyklovateľných materiálov, v prípade dreva napríklad aj s ohľadom na jeho certifikáciu a spôsob obhospodarovania lesov, z ktorých surovina pochádza. Možno predpokladať, že spotrebiteľom bude majiteľ domáceho zvieraťa, ktorý ho vníma ako

člena rodiny, teda ide s trendom „pet humanization“ a kladie vysoký dôraz na jeho zdravie a komfort.

Z ekonomického a sociálneho hľadiska pôjde o zákazníka s vyššou kúpyschopnosťou, keďže výrobky vyrábané remeselne z masívneho dreva sú drahšie ako priemyselne vyrábané produkty, avšak s vyššou pridanou hodnotou, unikátnym autorským dizajnom a osobitým príbehom ručnej výroby. Aj z tohto dôvodu je v projekte navrhnuté miesto realizácie v blízkosti regiónov s obyvateľstvom disponujúcim vyšším disponibilným príjmom, čo im umožňuje preferovať trvácne investície do vybavenia pred lacnými priemyselnými alternatívami.

Analýza konkurencie

Analýzu konkurenčného prostredia možno rozdeliť na viaceré segmenty s ohľadom na objem produkcie, ekologické zameranie či povedomie zákazníkov. Ide o konkurenciu, ktorá priamo či nepriamo súperí o priazeň nášho cieľového zákazníka.

Ako nepriamu konkurenciu možno definovať globálne reťazce a veľkoobchodníkov, menovite napríklad JYSK či IKEA, ktoré vybavenie pre zvieratá predávajú ako súčasť bytového zariadenia. Ďalšou silnou konkurenciou sú online predajcovia chovateľských potrieb s veľkým logistickým zázemím, ako sú Zoohit či ABC-ZOO. V neposlednom rade do tejto kategórie môžeme zaradiť lokálne kamenné predajne (zverimexy). Najväčšiu konkurenciu pre nás predstavujú hlavne v ekonomickej rovine, kde dominujú nízkou cenou, avšak GreenPaws Furniture im konkuruje kvalitou a dlhou životnosťou produktov.

Ako priameho konkurenta môžeme označiť lokálnych remeselníkov či individuálnych predajcov pôsobiacich v danom regióne. Ide o najťažšie identifikovateľnú konkurenciu, často fungujúcu na báze odporúčaní a lokálnej inzercie. Konkurenta predstavujú pre nás hlavne v hodnotovej rovine, keďže ide zväčša o výrobky s vysokou kvalitou a autorským dizajnom. Našou výhodou oproti nim je profesionálna marketingová prezentácia a garancia kvality pod vlastnou značkou.

Projekt tak vypĺňa medzeru na trhu medzi neosobnou masovou výrobou a ťažko dostupným lokálnym remeslom.

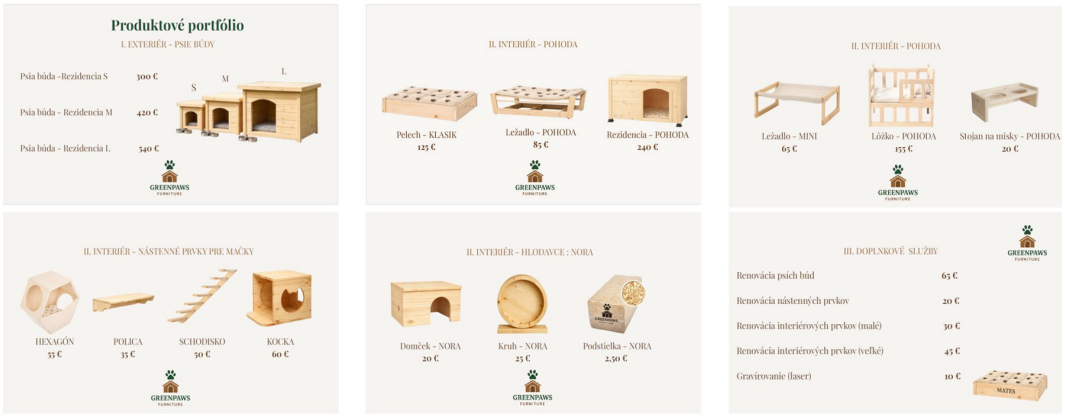
Marketingová stratégia

Pre efektívne oslovenie potenciálneho zákazníka je marketingová stratégia navrhnutá na základe marketingového mixu 4P.

Produkt a cena: Základom ponuky je portfólio rozdelené do troch funkčných oblastí, ako sú exteriérová línia (psie búdy), interiérová línia (pelechy, ležadlá, nástenné prvky,...). Treťou je ZeroWaste línia NORA, strategicky zameraná na hlodavce s cieľom využiť odrezky a piliny z hlavnej výroby a vytvoriť dodatočné príjmy využitím princípov ZeroWaste a upcyclingu. Produktové portfólio dopĺňame ponukou služieb renovácie či možnosťou gravírovania mena zvieraťa na produkt s cieľom predĺžiť životnosť produktu a posilniť citovú väzbu zákazníka. Cenová stratégia je, vzhľadom k využívaniu masívneho dreva a vysokokvalitnej povrchovej úpravy Osmo s certifikáciou zdravotnej neškodnosti pre zvieratá postavená na modeli „Premium value“, odrážajúca vysokú kvalitu produktov a ručnú výrobu.

Distribúcia a propagácia: Distribúcia je v prvých rokoch podnikania smerovaná hlavne k osobnému odberu zákazníka s cieľom znížiť uhlíkovú stopu či minimalizovať využívanie obalových materiálov. K dispozícii však bude možnosť využitia aj kuriérskych služieb (plne hradených zákazníkom). Pre oslovenie zákazníka, uľahčenie výberu a zvýšenie komfortu bude vytvorená webová stránka, ktorá bude slúžiť ako objednávkový kanál. Vzhľadom na remeselný

charakter podniku bude marketingová propagácia riešená formou outsourcingu, čo umožní profesionálnu propagáciu pri optimalizovaní personálnych nákladov.



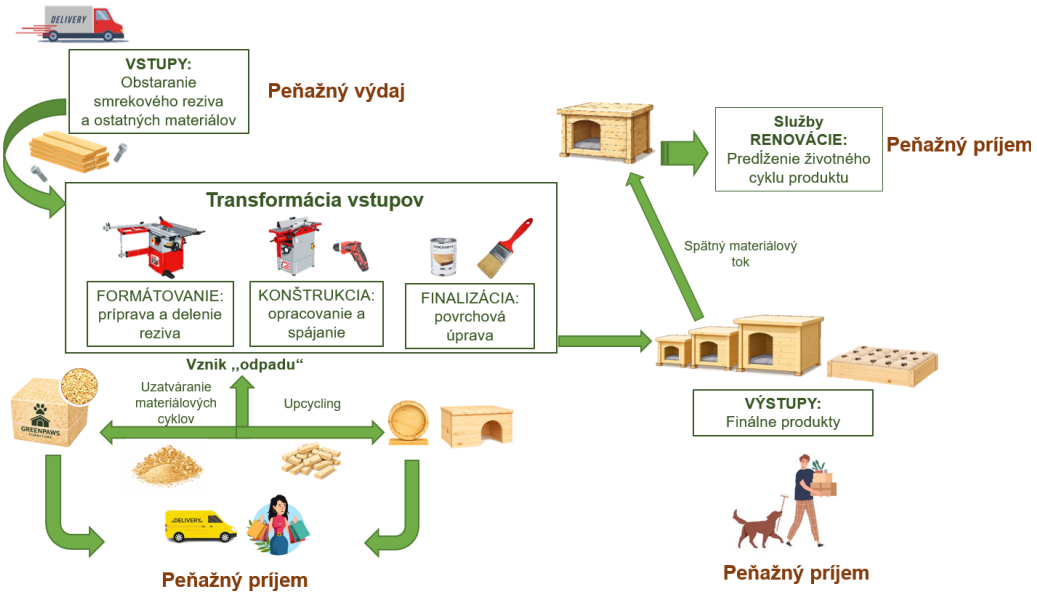
Obrázok 3 Produktové portfólio (uvedené ceny s DPH)
Fig. 3 Product portfolio (listed prices include VAT)

Lokalizácia prevádzky

Lokalizácia výroby je naplánovaná v priemyselnom areáli v obci Bučany (okres Trnava) na Družstevnej ulici. Priestory sa nachádzajú mimo obytnej časti obce, čo je ideálne z hľadiska hlučnosti stolárskej prevádzky, a sú dostupné v režime 24/7. Ide o výrobné, skladové a parkovacie priestory po čiastočnej rekonštrukcii, ktoré plne vyhovujú potrebám stolárskej dielne. Pre začiatok podnikania budú prenajaté priestory s rozlohou 105 m² pri cene 5 € / m^2, s možnosťou ich budúceho rozšírenia v prípade potreby. Výhodou týchto priestorov je nízka cena, dobré napojenie na dopravnú sieť či možnosť zapožičania manipulačnej techniky priamo v areáli, čo priamo šetrí investičné náklady. S konkrétnym výberom úzko súvisí aj obstarávanie materiálu, s nízkou cenou za dopravu a neposlednom rade umožňuje využívanie metódy Just-in-Time, keďže hlavní dodávatelia reziva Drevoma (14 km) a OBCHOD REZIVO TT (1,5 km) sa nachádzajú v blízkosti prevádzky.

Transformačný proces a materiálové toky

V danom projekte je analýza materiálových tokov a nastavenie transformačného procesu kľúčovým faktorom k úspechu a základným pilierom, na ktorom stavia obehovosť podniku. Materiálové toky možno definovať v základných štyroch krokoch: obstaranie, spracovanie, uzatváranie materiálových tokov, predaj finálnych produktov. V podmienkach GreenPaws Furniture, s. r. o., je transformačný proces navrhnutý ako integrovaný systém, kde sa hlavná výroba (psie búdy, interiérový nábytok) a vedľajšia cirkulárna výroba (séria Nora) vzájomne dopĺňajú, čím dochádza k maximálnemu zhodnoteniu každého metra nakúpeného reziva a hranolov. Vizuálny priebeh tohto procesu znázorňuje obrázok č. 4. Na jeho realizáciu je v projekte plánované zamestnanie 4 zamestnancov, vrátane spoločníkov, ktorí tak budú priamo participovať vo výrobe, dohliadať na zabezpečenie kvality či strategicky riadiť podnik. S cieľom maximalizovať časovú kapacitu tímu na výrobnú činnosť sú oblasti administratívy (účtovníctvo) aj vyššie spomínaný marketing riešené outsourcingom. Celý tím funguje na princípe vysokej zastupiteľnosti, čo je pre malý podnik kľúčové z hľadiska udržania plynulosti materiálového toku aj pri neočakávaných výpadkoch alebo nárazovom dopyte.



Obrázok 4 Transformačný proces
Fig.4 Transformation process

Finančno-ekonomická analýza

Na spustenie prevádzky je nutné zaistenie kapitálu v celkovej výške 27 500 €. Táto suma zahŕňa potrebný investičný kapitál v sume 15 500 € (dlhodobý hmotný majetok – 11 800 € a zriaďovacie náklady 3 700 €) a prevádzkový kapitál vo výške 12 000 € na preklenutie časového nesúladu medzi výnosmi a nákladmi. Z hľadiska investičného kapitálu predstavuje kľúčovú položku obstaranie dlhodobého hmotného majetku, ktorý je zaradený do odpisovej skupiny podľa zákona o dani z príjmov a internej smernice účtovnej jednotky. V druhej skupine odpisujeme napríklad stroje na obrábanie dreva (viď. príklady uvedené na obr. 5) či nábytok do dielne, do prvej odpisovej skupiny zaraďujeme elektrické ručné náradie či výpočtovú techniku. Súbor drobného dlhodobého majetku zase odpisujeme jednorazovo v prvom roku podnikania.

Kapitálový výdaj v celkovej výške 27 500 € bude financovaný kombináciou vlastných (60 %) a cudzích zdrojov (40 %). Vlastné zdroje budú predstavovať vklady dvoch spoločníkov vo výške 16 500 € a cudzí zdroj zase bankový úver v hodnote 11 000 € so splatnosťou 5 rokov pri úrokovom zaťažení 5,09 % a rovnomerných ročných splátkach 2 200 €.

Výška nákladov a výnosov reflektuje predpokladaný objem predaja v 1. roku, pričom očakávame obrat vo výške 156 810,65 € a celkové náklady na úrovni 150 927,20 €. Najvyššiu nákladovú položku predstavujú personálne náklady. Druhou najvýznamnejšou položkou sú materiálové náklady, ktoré reflektujú trhové ceny vstupov a ich potrebný objem, predstavujú tak približne 37 percentný podiel na celkových tržieb.



Obrázok 5 Stroje na obrábanie dreva
Fig. 5 Woodworking machines

Tabuľka 6 Očakávané výnosy v 1. roku
Table 2 Expected Revenue in Year 1

Zdroj výnosov	**(€)**
Z predaja výrobkov	146 566,25
Z predaja služieb	10 244,40
Celkom	**156 810,65**

Tabuľka 7 Očakávané náklady v 1. roku
Table 3 Expected Costs in Year 1

Č.	Skupina	Fixná zložka		Variabilná zložka		Celkom
		%	(€)	%	(€)	(€)
1.	Materiálové náklady			100	58 548,10	58 548,10
2.	Mzdy + odvody (36,2 %)	90	63 251,28	10	7 027,92	70 279,20
3.	Stravné	100	3 840,00			3 840,00
4.	Odpisy	100	2 610,00			2 610,00
5.	Úroky z úveru	100	559,90			559,90
6.	Energetické náklady	90	2 376,00	10	264,00	2 640,00
7.	Nájomné	100	6 300,00			6 300,00
8.	Opravy a údržba	60	330,00	40	220,00	550,00
9.	Marketingové služby	80	1 760,00	20	440,00	2 200,00
10.	Administratívne služby	80	1 600,00	20	400,00	2 000,00
11.	Poistné náklady	100	200,00			200,00
12.	Dopravné náklady (vstupy)			100	700,00	700,00
13.	Ostatné náklady	80	400,00	20	100,00	500,00
Celkom bez O a Ú						**147 757,30 €**
Celkom						**150 927,20 €**

Tabuľka 8 Analýza net Cash- Flow
Table 4 Net Cash-Flow analysis

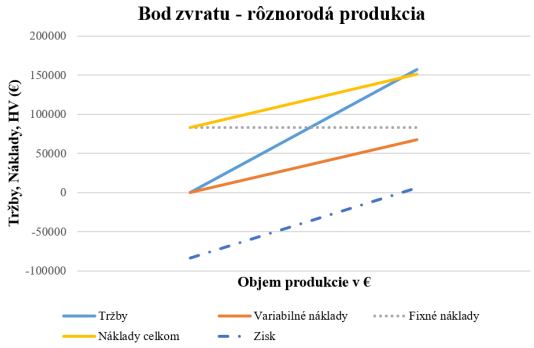
Č.	Analýza net Cash-Flow	%		Rok 1	Rok 2	Rok 3	Rok 4	Rok 5	Rok 6
1	Výnosy celkom	3	=	156810,65	161514,97	166360,42	171351,23	176491,77	181786,52
2	Náklady bez O a Ú	3	-	147757,30	152190,02	156755,72	161458,39	166302,14	171291,21
3	Odpisy		-	2610,00	1915,00	1915,00	1915,00	1722,50	1722,50
4	Úroky		-	559,90	447,92	335,94	223,96	111,98	0,00
5	**Zisk pred zdanením**		=	**5 883,45**	**6 962,03**	**7 353,76**	**7 753,88**	**8 355,15**	**8 772,81**
6	Daň z príjmu	21	-	1235,52	1462,03	1544,29	1628,31	1754,58	1842,29
7	**Čistý zisk**		**=**	**4 647,93**	**5 500,00**	**5 809,47**	**6 125,57**	**6 600,56**	**6 930,52**
8	Tvorba fondov	5	-	232,40	275,00	290,47	306,28	330,03	346,53
9	Disponibilný zisk		=	4415,53	5225,00	5519,00	5819,29	6270,54	6584,00
10	Odpisy		+	2 610,00	1915,00	1915,00	1915,00	1722,50	1722,50
11	**Cash-Flow**		**=**	**7 025,53**	**7 140,00**	**7 434,00**	**7 734,29**	**7 993,04**	**8 306,50**
12	Splátka úveru		-	2200,00	2200,00	2200,00	2200,00	2200,00	0,00
13	Net Cash-Flow		=	4825,53	4940,00	5234,00	5534,29	5793,04	8306,50
14	**Diskont**	**8,77**	*****	**0,91937**	**0,84524**	**0,77709**	**0,71444**	**0,65683**	**0,60387**
15	SHCF		=	6459,07	6035,04	5776,90	5525,65	5250,08	5016,06
16	SHCF celkom		=	34 062,81					
17	ČSH		=	6 562,81					
18	IR		=	1,24					
19	VVP		=	16,15 %					
20	DDS		=	4 roky + 8,46 mesiaca					

Tabuľka 9 Dynamické ukazovatele v rôznych scenároch
Table 5 Dynamic metrics across various scenarios

	Optimistický scenár (6,77 %)	Pesimistický scenár (10,77 %)
Čistá súčasná hodnota	8 769,89 €	4 557,93 €
Index rentability	1,32	1,17
Diskontovaná doba splatnosti	4 roky + 5,41 mesiaca	4 roky + 11,85 mesiaca
Vnútorné výnosové percento	16,15 %	16,15 %

Tabuľka 10 Výpočet kritického objemu výroby
Table 6 Calculation of break-even point

Vstupy:		
T	Tržby (€)	156 810,65 €
P	Priemerná cena (€)	1,00 €
FN celkom	Fixné náklady (€)	83 227,18 €
VN celkom	Variabilné náklady (€)	67 700,02 €
VN na 1 € tržieb	Variabilné náklady/ 1 € tržieb	0,43 €
Výpočet:		
Bod zvratu	83 227,18 / (1 - 0,43)	**146 012,60 €**
Výrobná kapacita v BZ	(146 012,60 / 156 810,65) * 100	**93,11 %**



Graf 6 Bod zvratu
Chart 1 Break-even analysis

Vyhodnotenie a diskusia

Na základe finančno-ekonomickej analýzy možno projekt GreenPaws Furniture, s. r. o. považovať za rentabilný a stabilný. Kladná ČSH (6 562,81 €) v kombinácii s indexom rentability 1,24 potvrdzuje schopnosť zhodnotiť investovaný kapitál vo výške 27 500 €. Diskontovaná doba splatnosti 4 roky a 8 mesiacov neprekračuje ekonomickú životnosť projektu, čo indikuje priaznivú návratnosť. Hranica ziskovosti (bod zvratu) bola stanovená na 93,11 % plánovanej výrobnej kapacity. Stabilitu projektu voči trhovým rizikám potvrdila citlivostná analýza pri zmene nákladov na kapitál +/- 2 %, v ktorej si investícia zachovala kladnú hodnotu ČSH aj pri zvýšení nákladov, čo potvrdzuje odolnosť projektu.

Pre realizáciu predloženého investičného projektu GreenPaws Furniture, s. r. o., bola v predinvestičnej fáze zvolená jeho právna forma spoločnosť s ručením obmedzeným. Táto voľba sa opiera o teoretické východiská, ktoré stručne porovnáva Tab. 7. Prijaté rozhodnutie nevychádza len z teoretických východísk práce, ale aj z analýzy daňovo-odvodového zaťaženia v jednotlivých právnych formách podnikania podľa platnej legislatívy v roku 2026.

Z pohľadu administratívnej náročnosti a výdavkov s ňou spojených možno za najjednoduchšiu a najlacnejšiu formu podnikania označiť živnostenské podnikanie. Napriek tomu bola pre projekt zvolená spoločnosť s r. o., pretože počiatočné úspory pri založení živnosti sú v dlhodobom horizonte prevážené rizikami. Pri uvažovanom kapitálovom výdaji tvoria náklady na založenie podniku zanedbateľnú položku. Ďalším faktorom ovplyvňujúcim výber je aj povinnosť tvorby základného imania (ZI). V spoločnosti s r. o. ide o zákonnú povinnosť, zatiaľ čo pri SZČO táto povinnosť neexistuje. V rámci predloženého projektu to však nepredstavuje bariéru, pretože plánovaný kapitálový výdaj túto sumu výrazne prevyšuje. V porovnaní so živnostenským podnikaním predstavuje síce vyšší počiatočný vklad, avšak táto zdanlivá výhoda živnosti je kompenzovaná neobmedzeným ručením za záväzky celým svojím osobným majetkom, existujúcim aj budúcim. Zatiaľ čo s. r. o. pri neúspechu zodpovedá za svoje záväzky len obchodným majetkom a spoločníci ručia za záväzky len do výšky nesplateného vkladu zapísaného v OR.

Tabuľka 11 Porovnanie administratívno-finančnej a kapitálovej náročnosti
Table 7 Comparison of administrative-financial and capital intensity

Kritérium	Živnosť	s. r. o.
Rýchlosť založenia:	1 deň	5 - 15 dní
Poplatky:	0 - 22 €	Zápis do OR: 204-220 € Dokumenty: 0 – 200 € *Rozsah fin. náročnosti: 204 – 404 €*
Základné imanie:	0 €	min. 5 000 €
Počet zakladateľov:	1 FO	1-50 FO/PO

Z hľadiska daňovo-odvodového zaťaženia v roku 2026 predstavuje spoločnosť s r. o. výhodnejšiu alternatívu než SZČO. Hlavným dôvodom je predpokladaný vysoký obrat projektu, ktorý prekračuje hranicu na povinnú registráciu pre DPH, čím sa automaticky eliminuje možnosť uplatnenia administratívne jednoduchých paušálnych výdavkov pri živnosti. Všeobecným špecifikom podnikania SZČO je aj progresívna daň z príjmu FO (v pásmach 19 % až 35 %), ktorú si síce živnostník môže znížiť o nezdaniteľné čiastky, a potenciálne by tak počas celej životnosti projektu mohla daň z príjmu predstavovať 0 €. Avšak po zohľadnení minimálnych odvodov (sociálnych a zdravotných) do fondov, ktoré by od 3. roku boli v minimálnej hodnote 5 100,36 € (ročne) a výrazne by znížili až pohltili plánovaný zisk, tak predstavuje živnostenské podnikanie neprijateľnú alternatívu. Ako výhodu s. r .o. možno v porovnaní označiť viazanie odvodového zaťaženia výhradne na vyplatené hrubé mzdy zamestnancov. Aj pri započítaní nových legislatívnych prvkov, akými sú daň z finančných transakcií či minimálna daň (daňová licencia), dokáže PO generovať vyšší čistý zisk určený na ďalší rozvoj a investície, čo v prípade živnosti pri projektovaných parametroch nie je ekonomicky udržateľné. Okrem finančných výhod možno v prípade s. r. o. vyzdvihnúť aj vyššiu kredibilitu v očiach investorov či oddelenie identity podniku od osoby majiteľa.

Sumarizáciou finančných ukazovateľov a komparáciou právnych foriem dospievame k záveru, že realizácia projektu vo forme s. r. o. je optimálnym riešením. Projekt vykazuje vysokú mieru stability a rentability aj odolnosti pri zmene nákladov na kapitál. Disponuje všetkými predpokladmi na to, aby sa stal stabilným subjektom s vysokou pridanou hodnotou, ktorý úspešne integruje environmentálne ciele do ziskového podnikateľského zámeru.

Záver

Práca preukázala reálnu aplikovateľnosť princípov cirkulárnej ekonomiky v sektore nábytkárstva prostredníctvom projektu GreenPaws Furniture, s. r. o. Využitie lokálnych surovín a upcycling dreveného odpadu potvrdili funkčnosť modelu Zero Waste. Finančno-ekonomická analýza pomocou dynamických ukazovateľov (ČSH, IR, VVP, DDS) preukázala rentabilitu a dlhodobú stabilitu investície. Analýza právnych foriem potvrdila, že pre projekt je najvhodnejšia spoločnosť s ručením obmedzeným, ktorá optimálne kombinuje ochranu majetku zakladateľov s daňovo-odvodovou efektivitou. Napriek limitáciám, akými sú volatilita cien vstupov či neistota budúceho dopytu, výsledky potvrdzujú životaschopnosť zvoleného modelu.

Záverečným zhodnotením možno konštatovať, že stanovené ciele boli splnené. Projekt potvrdil, že ekologicky zodpovedný prístup je v súlade s ekonomickou racionalitou a predstavuje moderný spôsob budovania stabilného podniku s vysokou pridanou hodnotou.

Literatúra:

AGGERI, F., 2021. *From waste to urban mines: a historical perspective on the circular economy*. In: *Field Actions Science Reports* [online]. č. 23, s. 10–13 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: https://journals.openedition.org/factsreports/6530

BOULDING, K. E., 1966. *The Economics of the Coming Spaceship Earth*. In: JARRETT, H., ed. *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore, MD: Resources for the Future / Johns Hopkins University Press, s. 3–14.

BRAD, S., 2018. *Princípy cirkulárnej ekonomiky*. In: *PROJEKT MOVECO. Činnosť 5.2 Kvalifikačný program Príručka* [online]. Banská Bystrica: Slovenská agentúra životného prostredia. Výstup 5.2.3. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: https://www.sazp.sk/dokument/f/prirucka-principy-cirkularnej-ekonomiky.pdf

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013. *Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition* [online]. Ellen MacArthur Foundation [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an

FOTR, J. a I. SOUČEK, 2011. *Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3293-0.

GEISSDOERFER, M., P. SAVAGET, N. M. P. BOCKEN a E. J. HULTINK, 2017. *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* In: *Journal of Cleaner Production*. roč. 143, s. 757–768. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

GHISELLINI, P., C. CIALANI a S. ULGIATI, 2016. *A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems*. In: *Journal of Cleaner Production*. roč. 114, s. 11–32. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

INCIEN, 2025. *Cirkulárna ekonomika* [online]. Bratislava: Inštitút cirkulárnej ekonomiky [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: https://www.incien.sk/cirkularna-ekonomika/

KIRCHHERR, J., D. REIKE a M. HEKKERT, 2017. *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. In: *Resources, Conservation and Recycling*. roč. 127, s. 221–232. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

KIRCHHERR, J., N. YANG, F. SCHULZE-SPÜNTRUP, M. J. HEERINK a K. HARTLEY, 2023. *Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): An Analysis of 221 Definitions*. In: *Resources, Conservation and Recycling*. roč. 194, článok 107001. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001

KISLINGEROVÁ, E., 2021. *Cirkulární ekonomie a ekonomika: společenské paradigma, postavení, budoucnost a praktické souvislosti*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-3230-0.

KRONOSPAN, s.r.o., 2025. *Recyklácia Kronospan – NOVÝ ŽIVOT PRE STARÉ DREVO* [online]. [cit. 2026-04-30]. Zvolen: KRONOSPAN, s. r. o. Dostupné na: https://recyklujemdrevo.sk/

MARKOVÁ, V. a kol., 2015. *Investičné riadenie v malých a stredných podnikoch*. Banská Bystrica: Belianum. ISBN 978-80-557-0984-0.

MORSELETTO, P., 2020. *Targets for a circular economy*. In: *Resources, Conservation & Recycling*. roč. 153, 104553. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553

POLÁCH, J. a kol., 2012. *Reálné a finanční investice*. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-436-0.

POPOVIĆ, A. a V. RADIVOJEVIĆ, 2022. *The Circular Economy - Principles, Strategies and Goals*. In: *Economics of Sustainable Development*. roč. 6, č. 1, s. 45–56. DOI: https://doi.org/10.5937/ESD2201045P.

POTKÁNY, M. a kol., 2022. *Ekonomika, manažment a podnikanie v podnikoch drevospracujúceho priemyslu II.: vysokoškolská učebnica*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-3331-8.

POTTING, J., M. P. HEKKERT, E. WORRELL a A. HANEMAAIJER, 2017. *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain* [online]. [cit. 2026-04-30]. The Hague: PBL Publishers. PBL publication, no. 2544. Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/319314335_Circular_Economy_Measuring_innovation_in_the_product_chain

ROSS, S. A., R. WESTERFIELD a J. JAFFE, 2022. *Corporate Finance*. New York: McGraw-Hill Education. ISBN 978-1-260-77434-4.

STEFFEN, W., K. RICHARDSON, J. ROCKSTRÖM a kol., 2015. *Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet*. In: *Science*. roč. 347, č. 6223, s. 736–746. DOI: https://doi.org/10.1126/science.1259855

VALACH, J. a kol., 2011. *Investiční rozhodování a dlouhodobé financování*. 3. preprac. vyd. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-71-2.

WINANS, K., A. KENDALL a H. DENG, 2017. *The history and current applications of the circular economy concept*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. roč. 68, s. 825–833. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123.

VYUŽITIE OEE METÓDY PRI ZVYŠOVANÍ VÝKONNOSTI VÝROBNÉHO ZARIADENIA

USING THE OEE METHOD TO INCREASE THE PERFORMANCE OF PRODUCTION EQUIPMENT

Mária Mireková[1] , Ľubica Simanová[2]

[1]*Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovensko*

Abstract

The aim of the paper was to analyse the efficiency of a selected production facility in the company using the OEE indicator and to identify possibilities for its improvement. To achieve this aim, an analysis of theoretical knowledge from domestic and foreign sources focused on modern approaches to production management and increasing its performance was processed. In the practical part of the work, the OEE method was applied to a specific production facility, while the individual components of the indicator (availability, performance and quality) were evaluated. Based on the results obtained, measures were proposed to improve production efficiency and subsequently a comparison of the achieved values was carried out. The results of the work represent a basis for optimising production processes, reducing losses and increasing the competitiveness of the company.

Key words: overall efficiency of the facility OEE, availability, performance, quality

Úvod

V súčasnom konkurenčnom prostredí je pre výrobné podniky nevyhnutné neustále zvyšovať efektívnosť svojich procesov a optimalizovať využívanie výrobných zdrojov. Rastúce požiadavky zákazníkov na kvalitu, rýchlosť dodania a flexibilitu výroby nútia podniky zavádzať moderné prístupy k riadeniu výroby a systematicky vyhodnocovať výkonnosť jednotlivých procesov. Jedným z významných nástrojov hodnotenia efektívnosti výrobných zariadení je ukazovateľ OEE (celková efektívnosť zariadenia), ktorý umožňuje komplexne posúdiť využitie zariadenia z pohľadu dostupnosti, výkonu a kvality. Príspevok sa zaoberá problematikou riadenia výkonnosti výrobných procesov s dôrazom na aplikáciu ukazovateľa OEE v podmienkach konkrétneho podniku. ukazovateľom výkonnosti a metodike merania efektívnosti výrobných zariadení. Cieľom bolo zhodnotiť efektívnosť vybraného výrobného zariadenia a navrhnúť opatrenia, ktoré povedú k zlepšeniu jeho výkonnosti. Výsledky práce môžu slúžiť ako podklad pre optimalizáciu výrobných procesov a zvyšovanie konkurencieschopnosti podniku.

Teoretické východiská riešenej problematiky

Riadenie výroby možno charakterizovať ako komplexný systém činností zameraných na plánovanie, organizáciu, koordináciu a kontrolu výrobných procesov s cieľom dosiahnuť optimálne využitie zdrojov a zabezpečiť plynulý priebeh výroby v súlade s požiadavkami trhu a podnikovej stratégie. V súčasnom prostredí sa riadenie výroby čoraz viac orientuje na pružnosť, digitalizáciu a princípy udržateľného rozvoja, ktoré umožňujú podnikom efektívne reagovať na meniace sa podmienky a potreby zákazníkov (Slack a Brandon-Jones, 2022). Riadenie výroby predstavuje základnú súčasť manažérskej praxe v priemyselných podnikoch

a jeho úlohou je zabezpečiť efektívne využívanie zdrojov, optimalizáciu procesov a neustále zlepšovanie výkonnosti. Cieľom riadenia výroby je premeniť strategické ciele podniku na konkrétne výrobné výsledky, pričom dôraz sa kladie na rovnováhu medzi produktivitou, nákladmi, kvalitou a dodacími termínmi. Ghobakhloo a Fathi (2021) zdôrazňujú, že integrácia princípov Industry 4.0 a Lean manažmentu mení spôsob, akým podniky plánujú, riadia a vyhodnocujú svoje procesy. Výrobný manažment sa tým posúva z operatívnej úrovne na strategickú, pričom jeho cieľom je dosahovanie udržateľnej produktivity prostredníctvom prepojenia ľudí, procesov a technológií. V súčasnom konkurenčnom prostredí sú podniky nútené neustále zvyšovať svoju efektívnosť, kvalitu a flexibilitu, čo je možné dosiahnuť implementáciou ***moderných nástrojov a metód riadenia výroby***, ktoré podporujú procesné myslenie, integráciu informačných systémov, zlepšovanie kvality a digitalizáciu výrobných procesov. Efektívne využívanie týchto metód umožňuje podnikom dosiahnuť synergický efekt medzi technológiami, ľudskými zdrojmi a manažérskymi postupmi (Stevenson, 2021). ***Procesný prístup*** je jedným zo základných princípov moderného manažmentu, ktorý zdôrazňuje riadenie organizácie prostredníctvom vzájomne prepojených procesov. Každý proces predstavuje súbor činností transformujúcich vstupy na výstupy s cieľom vytvoriť hodnotu pre zákazníka (Evans a Lindsay, 2020). V prostredí výrobných podnikov umožňuje procesný prístup lepšie pochopiť tok materiálu, informácií a zdrojov naprieč celým hodnotovým reťazcom. Podľa Chan a Chan (2004) je základom procesného riadenia identifikácia a meranie kľúčových procesov, ktoré prispievajú k výkonnosti podniku, a ich priebežná optimalizácia prostredníctvom kvantitatívnych ukazovateľov. V súvislosti s rozvojom informačných technológií sa procesné riadenie rozširuje o dátovo orientované prístupy. Podľa Maté, Trujillo a Mylopoulosa (2017) umožňujú dátové analýzy sledovať procesné odchýlky v reálnom čase a podporujú rozhodovanie založené na dôkazoch. Integrácia procesného myslenia s konceptom Business Process Management (BPM) vedie k neustálemu zlepšovaniu efektívnosti a transparentnosti výrobných procesov (Janiesch et al., 2021). Procesný prístup teda predstavuje rámec, ktorý zabezpečuje systematické zlepšovanie výroby na základe merateľných cieľov, spätnej väzby a neustáleho učenia sa organizácie. ***Efektívne plánovanie a riadenie výroby*** je nevyhnutné pre zabezpečenie plynulosti procesov, optimálneho využívania zdrojov a schopnosti pružne reagovať na požiadavky trhu. Moderné výrobné podniky sa pri koordinácii materiálových tokov, kapacít, zákaziek a dátových tokov spoliehajú na špecializované informačné systémy, medzi ktoré patria systémy MRP (Material Requirements Planning), ERP (Enterprise Resource Planning) a MES (Manufacturing Execution Systems). Každý z týchto systémov plní špecifickú úlohu v rámci výrobného reťazca, pričom ich integrácia vytvára digitálny základ pre automatizované a inteligentné riadenie výroby. ***MRP – Plánovanie materiálových požiadaviek*** - predstavuje jeden z najstarších a zároveň najrozšírenejších systémov plánovania výroby. Jeho hlavným cieľom je zabezpečiť, aby potrebný materiál bol k dispozícii v správnom množstve, čase a na správnom mieste. ***ERP - Integrovaný podnikový informačný systém*** - predstavujú evolučné rozšírenie MRP, ktorých úlohou je prepájať dáta naprieč celým podnikom. ERP integruje plánovanie materiálu, financie, logistiku, nákup, skladové hospodárstvo, predaj či personalistiku do jedného centrálneho systému. Monk a Wagner (2013) zdôrazňujú, že ERP podporuje aj procesné riadenie, pretože podniky sú pri jeho implementácii nútené prehodnotiť svoje pracovné postupy a prispôsobiť ich osvedčeným štandardom. ***MES – Riadiace systémy výrobných operácií*** - predstavujú digitálnu nadstavbu pre operatívne riadenie výroby MES systémy zvyčajne obsahujú moduly pre: sledovanie výroby v reálnom čase, riadenie kvality, zber dát zo zdrojov, plánovanie a sledovanie pracovných úloh, výpočet ukazovateľov výkonnosti (napr. OEE). Podľa Liew, Prakash a Ong (2022) prepojenie týchto systémov

výrazne zvyšuje transparentnosť procesov, umožňuje lepšie rozhodovanie a vytvára základ pre pokročilé analýzy výkonnosti. Zároveň podporuje implementáciu moderných konceptov ako Lean či Industry 4.0. Nástup štvrtej priemyselnej revolúcie Industry 4.0 zásadne mení spôsob, akým sa výroba riadi a optimalizuje. Koncept Industry 4.0 spája digitálne technológie, automatizáciu a dátové systémy do inteligentných prepojených celkov, ktoré umožňujú autonómne rozhodovanie (Hermann, Pentek a Otto, 2016). Zavedenie princípov Industry 4.0 prispieva k vytvoreniu inteligentných výrobných systémov, ktoré sú adaptívne, efektívne a schopné kontinuálneho zlepšovania prostredníctvom umelej inteligencie a analytiky (Ghobakhloo a Ching, 2019). V konkurenčnom prostredí je schopnosť dôsledne monitorovať ***výkon výrobných systémov*** nevyhnutná pre udržanie stability, flexibility a neustále zlepšovanie. Moderné prístupy k meraniu výkonnosti kladú dôraz na kombináciu kvantitatívnych aj kvalitatívnych ukazovateľov, ktoré umožňujú komplexnejšie pochopenie toho, ako výrobný systém funguje v každodennej praxi. ***Meranie výkonnosti*** vo výrobe slúži na systematické hodnotenie priebehu a výsledkov výrobných procesov. Výkon je možné riadiť len vtedy, ak je možné ho presne merať. V prostredí priemyslu 21. storočia už nejde iba o tradičné sledovanie produktivity či kvality; meranie sa stáva integrálnou súčasťou strategického riadenia a digitalizácie podniku. Cheah et al. (2020) zdôrazňujú, že správne nastavené ukazovatele podporujú transparentnosť procesov, umožňujú sledovať dopad výrobných rozhodnutí a pomáhajú predchádzať problémom v reálnom čase. Vďaka technologickému rozvoju sa dnes môžu podniky spoliehať na údaje zo senzorov, MES systémov, ERP databáz či zariadení IoT, čo umožňuje monitorovať výrobný proces kontinuálne a s vysokou presnosťou (Ghobakhloo a Fathi, 2021). Meranie výkonu prináša podniku viaceré kľúčové výhody: umožňuje identifikovať úzke miesta, podporuje znižovanie nákladov a elimináciu strát, zlepšuje koordináciu medzi oddeleniami, zvyšuje transparentnosť procesov a kvalitu rozhodovania, umožňuje porovnávanie výkonu v čase a voči štandardom. ***Kľúčové ukazovatele výkonnosti (Key Performance Indicators – KPI)*** predstavujú merateľné parametre, ktoré umožňujú sledovať, ako efektívne výrobný proces dosahuje plánované ciele. KPI majú význam v operatívnom aj strategickom riadení a slúžia ako nástroj pre rýchle vyhodnocovanie stavu výroby, porovnávanie výsledkov a identifikáciu oblasti na zlepšenie. Ako uvádzajú Evans a Lindsay (2020), kvalitné KPI musia byť presne definované, relevantné, merateľné a prepojené s podnikateľskou stratégiou. Moderné výrobné podniky používajú kombináciu ukazovateľov orientovaných na kapacitu, kvalitu, časové parametre a nákladovú efektívnosť. Medzi najčastejšie sledované KPI vo výrobe patria: produktivita práce a zariadení, miera kvality, dodržanie termínov (On-Time Delivery), ***celková účinnosť zariadenia (Overall Equipment Effectiveness) - najpoužívanejší agregovaný ukazovateľ efektívnosti výrobných zariadení,*** čas cyklu a priebežná doba výroby - tento KPI odráža rýchlosť toku materiálov výrobným procesom a priamo ovplyvňuje flexibilitu výrobného systému.

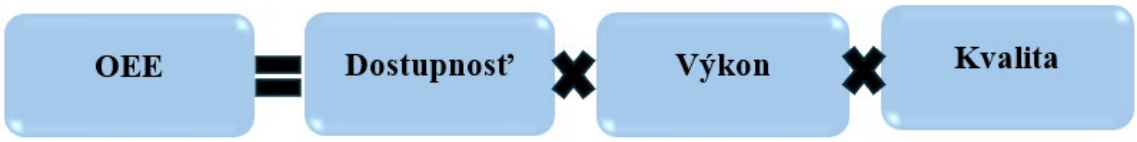
OEE (Overall Equipment Effectiveness) patrí medzi najdôležitejšie ukazovatele efektívnosti výroby. Jeho hlavným cieľom je vyjadriť, do akej miery výrobné zariadenie využíva svoj potenciál. OEE vznikol ako súčasť metodiky Total Productive Maintenance (TPM) a stal sa globálne používaným nástrojom pre meranie efektívnosti strojov. Podľa Nakajima (1988) OEE predstavuje súčin troch kľúčových zložiek: dostupnosti, výkonu a kvality. Výsledná hodnota ukazuje, aké percento zo skutočného času výroby bolo využité produktívne. Moderné prístupy k OEE v kontexte Industry 4.0 zdôrazňujú jeho prepojenie s digitálnymi výrobnými systémami, MES platformami a automatizovaným zberom dát, ktoré zvyšujú presnosť merania (Wang et al., 2016). Koeficient OEE je tvorený zložkami ako sú:

Dostupnosť (Availability) - dostupnosť vyjadruje, aký podiel plánovaného času je zariadenie schopné reálne pracovať. Zohľadňuje rôzne formy prestojov, plánované (údržba, prestávky) aj neplánované (poruchy, poruchové stavy).

Výkon (Performance) - výkon meria, ako rýchlo zariadenie produkuje v porovnaní s teoretickou alebo štandardnou rýchlosťou. Do tejto zložky patria straty spôsobené nízkou rýchlosťou, neefektívnou obsluhou či krátkodobými zastaveniami.

Kvalita (Quality) - zložka kvality odráža podiel výrobkov, ktoré boli vyrobené v súlade s požadovanými štandardmi, bez nutnosti opráv alebo vyradenia. Vysoký podiel nepodarkov alebo reklamácií výrazne znižuje celkové OEE.

OEE sa vypočíta ako:



Obrázok 2 Výpočet OEE
Fig. 1 OEE calculation

Každá zložka sa vyjadruje v percentách. Podľa Muchiri et al. (2011) považujú hodnoty OEE nad 85 % za svetovú triedu, hodnoty nad 70 % za dobrú úroveň, hodnoty v intervale medzi 50 – 70 % za priemernú úroveň a hodnoty pod 50 % indikujú nízku efektívnosť.
Pre interpretáciu výsledkov sa používajú všeobecne akceptované úrovne podľa Popp et al. (2022): 85 % – svetová trieda (world-class manufacturing), 60 – 80 % – dobrá úroveň s priestorom na optimalizáciu, pod 60 % – potreba zásadnej revízie procesov. Moderné MES systémy umožňujú automatizovaný výpočet OEE, čo eliminuje riziko chýb a zaisťuje vysokú aktuálnosť údajov.

Výhody ukazovateľa OEE - poskytuje jasný obraz o efektívnosti zariadení, identifikuje straty v troch základných oblastiach (dostupnosť – výkon – kvalita), podporuje TPM, Lean a kontinuálne zlepšovanie, umožňuje jednoduché porovnávanie zariadení a výrobných liniek, má vysokú vypovedaciu hodnotu v prostredí Industry 4.0.

Obmedzenia ukazovateľa OEE - meria len zariadenie, nie celkový výrobný proces, môže byť deformované nesprávnym nastavovaním štandardov, nezohľadňuje ekonomické ukazovatele ani logistické faktory, prílišné zameranie na OEE môže viesť k ignorovaniu iných dôležitých KPI. Ako upozorňujú viacerí autori, OEE je dôležitým ukazovateľom, no pre komplexné riadenie výroby musí byť doplnený ďalšími metrikami kvality, logistiky či nákladovej efektívnosti.

Využitie metódy OEE ako jedného z najvýznamnejších nástrojov hodnotenia výkonnosti výrobných zariadení v priemyselnej prax je vďaka jeho jednoduchosti, prehľadnosti a schopnosti identifikovať hlavné zdroje strát sa OEE stalo štandardným ukazovateľom v mnohých výrobných podnikoch. V súčasnosti sa OEE nevyužíva iba ako nástroj kontroly, ale čoraz viac ako aktívny manažérsky nástroj, ktorý podporuje rozhodovanie, zlepšovanie procesov a strategické plánovanie výroby. Jeho význam rastie najmä v kontexte digitalizácie a zavádzania konceptov Industry 4.0, kde zohráva dôležitú úlohu pri spracovaní a vyhodnocovaní výrobných dát v reálnom čase (Hia, 2024). Pravidelné sledovanie OEE vytvára spätnú väzbu medzi plánovaním, výrobou a údržbou, čím podporuje koordináciu jednotlivých útvarov podniku. V rámci údržby je OEE úzko prepojené s konceptom Total Productive Maintenance. Ako uvádzajú Hedman et al. (2016), hodnoty OEE umožňujú hodnotiť

efektívnosť údržbárskych zásahov a identifikovať zariadenia s vysokou poruchovosťou alebo neefektívnym využitím. Z pohľadu manažmentu poskytuje OEE jednotný jazyk pre komunikáciu výkonnosti výroby naprieč úrovňami riadenia. Výsledky OEE sú ľahko interpretovateľné a umožňujú porovnávať jednotlivé stroje, výrobné linky alebo výrobné haly v čase aj medzi sebou.

Jedným z najväčších ***prínosov metódy OEE*** je jej schopnosť odhaliť skryté rezervy vo výrobe. Rozdelenie OEE na tri základné zložky umožňuje presne identifikovať, či sú hlavnou príčinou nízkej efektívnosti prestoje, nízka rýchlosť výroby alebo problémy s kvalitou. Gupta a Vardhan (2016) uvádzajú, že systematická analýza OEE vedie k výraznému zlepšeniu produktivity, zníženiu výrobných nákladov a zvýšeniu objemu produkcie. OEE sa v praxi často kombinuje s Pareto analýzou, ktorá pomáha identifikovať najvýznamnejšie zdroje strát a určiť priority zlepšovacích opatrení. OEE zohráva dôležitú úlohu aj v rámci kontinuálneho zlepšovania. Pravidelné sledovanie trendov OEE umožňuje hodnotiť účinnosť zavedených opatrení a poskytuje spätnú väzbu o tom, či prijaté zmeny prinášajú očakávané výsledky (Hassan et al., 2019). V kontexte Industry 4.0 sa OEE stáva súčasťou pokročilých analytických nástrojov, ktoré využívajú veľké objemy dát na prediktívnu analýzu porúch a optimalizáciu výrobných procesov. Ako uvádza Hia (2024), budúcnosť OEE spočíva v jeho integrácii s digitálnymi platformami, ktoré umožnia nielen sledovanie minulého výkonu, ale aj predikciu budúceho správania výrobných systémov. Z praktického hľadiska tak OEE predstavuje účinný most medzi operatívnym riadením výroby a strategickým rozhodovaním, čím prispieva k dlhodobej udržateľnosti a konkurencieschopnosti podnikov.

Praktická časť

Spoločnosť V-TETAG, s.r.o. bola založená v roku 2004 ako samostatný podnikateľský subjekt, pričom jej vznik súvisel s oddelením od Poľnohospodárskeho družstva Dolné Saliby, kde pôvodne pôsobila ako pridružená výrobná činnosť. Osamostatnenie umožnilo spoločnosti flexibilnejšie reagovať na požiadavky trhu, získať väčšiu nezávislosť v rozhodovaní a systematicky rozvíjať vlastnú výrobu. Z právneho hľadiska ide o spoločnosť s ručením obmedzeným rodinného charakteru. Stabilná vlastnícka štruktúra zároveň vytvára vhodné podmienky pre dlhodobé plánovanie a udržateľný rozvoj podniku. Hlavnou činnosťou spoločnosti je ***výroba drevených obalov***, najmä paliet, krabíc a ďalších obalových materiálov. Produkcia je orientovaná predovšetkým na priemyselných zákazníkov, pričom značná časť výrobkov je prispôsobená individuálnym požiadavkám odberateľov. Tento zákazkovo orientovaný prístup si vyžaduje vysokú flexibilitu výrobných procesov a schopnosť rýchlo reagovať na meniace sa potreby trhu. Výrobná činnosť prebieha vo vlastných, čo umožňuje spoločnosti plnú kontrolu nad organizáciou výroby a efektívne využívanie kapacít. Spoločnosť zabezpečuje všetky kľúčové činnosti prostredníctvom vlastných zamestnancov. Tento integrovaný prístup prispieva k efektívnej koordinácii procesov a celkovému zlepšeniu riadenia podniku. Strategickým cieľom spoločnosti je dlhodobý rast a posilňovanie postavenia na trhu. Vedenie kladie dôraz na rozširovanie sortimentu, zvyšovanie technickej úrovne výroby a zlepšovanie kvality produktov v súlade so štandardmi Európskej únie. Spoločnosť sa zároveň usiluje rozvíjať svoje aktivity nielen na domácom, ale aj na zahraničných trhoch, čo si vyžaduje neustále zvyšovanie efektívnosti výroby a dôslednú kontrolu kvality.

Charakteristika analyzovanej výrobnej linky

Analyzovaným zariadením bola výrobná linka na automatické priečne rezanie dreva Compact 2500, ktorá je súčasťou technologického procesu primárneho spracovania drevnej hmoty v podniku. . Linka je určená na presné priečne rezanie dosiek a hrubého reziva na

požadované rozmery a zároveň zabezpečuje plynulé podávanie materiálu do ďalších častí výrobného procesu. Z hľadiska technického riešenia ide o automatizované zariadenie pozostávajúce z viacerých funkčných celkov. Súčasťou linky je motorizovaný podávací valčekový dopravník, dvojité priečne rezanie, dopravník odpadu, výstupný valčekový dopravník a bezpečnostný ochranný systém. Rezacia jednotka je vybavená pohyblivými podperami, pneumatickými vyrovnávačmi a nastaviteľnými dorazmi, ktoré umožňujú presné polohovanie materiálu pred samotným rezaním. Linka je navrhnutá ako plne automatizované zariadenie, pričom obsluha zabezpečuje kontrolu prevádzky, nastavovanie rozmerov a výmenu rezacích nástrojov. Materiál je do linky podávaný prostredníctvom valčekových dopravníkov, následne dochádza k jeho zarovnaniu, presnému polohovaniu a realizácii priečneho rezu podľa nastavených parametrov. Odpad vznikajúci pri rezaní je odvádzaný samostatným dopravníkom. Prevádzka linky je organizovaná v dvojzmennej prevádzke, pričom výroba prebieha 16 hodín denne. Z hľadiska výkonnosti je dôležité zdôrazniť, že aj keď je linka technicky schopná plynulej prevádzky, v priebehu pracovného dňa dochádza k plánovaným aj neplánovaným prestojom. Medzi najčastejšie patria prestoje spôsobené výmenou zmeny, nastavovaním rozmerov pri zmene výrobného sortimentu, výmenou pílových listov a kotúčov, ako aj výmenou manipulačných vozíkov určených na nakladanie materiálu. Tieto činnosti sú nevyhnutnou súčasťou prevádzky, avšak z pohľadu hodnotenia efektívnosti predstavujú stratu dostupného výrobného času. Na jednotlivé stroje v rámci linky sú stanovené výrobné normy, ktoré určujú očakávaný výkon za zmenu. Skutočný výkon je však ovplyvňovaný technickým stavom zariadenia, kvalitou vstupného materiálu, časom potrebným na prestavenie a výmenu nástrojov, ako aj organizáciou práce. Z uvedeného dôvodu je táto výrobná linka vhodným objektom na analýzu prostredníctvom ukazovateľa OEE, ktorý umožňuje komplexne posúdiť dostupnosť zariadenia, jeho výkonnosť a kvalitu produkcie. Význam linky pre podnik je zásadný, keďže predstavuje prvý článok výrobného procesu a jej výstup priamo ovplyvňuje nadväzujúce operácie. Stabilita a spoľahlivosť jej prevádzky sú preto kľúčové pre dodržiavanie výrobných plánov a zabezpečenie plynulosti výroby drevených paliet a obalov.

Vyhodnotenie ukazovateľa OEE

Cieľom analýzy bolo komplexne zhodnotiť využitie výrobnej linky Compact 2500 určenej na automatické priečne rezanie dreva a identifikovať hlavné faktory ovplyvňujúce jej výkonnosť. Hodnotenie bolo realizované na základe reálnych prevádzkových údajov za sledované obdobie jedného mesiaca, pričom sa analyzovali tri základné zložky ukazovateľa OEE, a to dostupnosť, výkon a kvalita. Tieto čiastkové ukazovatele poskytli detailný pohľad na priebeh výrobného procesu a umožnili odhaliť slabé miesta, ktoré môžu viesť k neefektívnemu využívaniu výrobných kapacít. Na základe získaných údajov boli následne spracované prehľadné tabuľky a vykonané výpočty jednotlivých ukazovateľov. Výsledky analýzy poskytli podklad pre formulovanie návrhov na zlepšenie organizácie výroby, elimináciu prestojov a zvýšenie celkovej efektívnosti výrobného procesu v podniku. **Ukazovateľ OEE** je definovaný podľa Nakajima (1988) nasledovne:

$$\text{OEE}\ (\%) = D\ x\ V\ x\ Q \tag{1}$$

Kde:

$$Dostupnosť\ D\ (\%) = \frac{Skutočný\ čas\ výroby}{Plánovaný\ čas\ výroby}\ x\ 100 \tag{2}$$

$$Výkon\ V\ (\%) = \frac{Skutočné\ možstvo\ výrobkov}{\text{Plánované množstvo výrobkov}}\ x\ 100 \quad (3)$$

$$\text{Kvalita Q (\%)} = \frac{Počt\ zhodných\ výrobkov}{Celkový\ počet\ výrobkov}\ x\ 100 \quad (4)$$

Dostupnosť zariadenia D predstavuje jednu zo základných zložiek ukazovateľa OEE a vyjadruje mieru využitia plánovaného výrobného času. Ide o pomer medzi skutočným časom, počas ktorého zariadenie vyrába, a celkovým plánovaným časom výroby. Tento ukazovateľ je významne ovplyvnený prestojmi, ktoré môžu byť spôsobené poruchami, údržbou, nastavovaním zariadenia alebo organizáciou práce. V podmienkach výrobného podniku je cieľom minimalizovať neplánované prestoje a optimalizovať plánované zásahy tak, aby bol výrobný čas využitý čo najefektívnejšie. Zvýšenie dostupnosti zariadenia vedie k lepšiemu využitiu výrobných kapacít a k zvyšovaniu celkovej produktivity.

Tab. 1 Výpočet dostupnosti v %
Tab. 1 Availability calculation in %

Mesiac	Priemerný skutočný čas výroby v min	Priemerný plánovaný čas výroby v min	Dostupnosť v %
Január	901,32	960,00	84,95

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podkladov z firmy

V tabuľke 1 je zachytený výpočet ukazovateľa dostupnosti výrobného zariadenia, ktorý vyjadruje podiel skutočne využitého času výroby na plánovanom výrobnom čase. Plánovaný čas výroby bol v analyzovanom podniku stanovený na 960 minút denne, čo zodpovedá dvojzmennej prevádzke. Skutočný čas výroby bol určený po odpočítaní prestojov, medzi ktoré patrili najmä technologické činnosti ako mazanie zariadenia, výmena pílových listov, nastavovanie rozmerov či manipulácia s materiálom. V niektorých dňoch bola výroba úplne prerušená z dôvodu plánovaného čistenia zariadenia, čo sa v tabuľke prejavilo nulovou hodnotou dostupnosti. Priemerná hodnota dostupnosti za sledované obdobie dosiahla 84,95 %, čo naznačuje, že zariadenie bolo využívané vo väčšine plánovaného času, avšak existujú rezervy najmä v oblasti eliminácie prestojov.

Výkon zariadenia V vyjadruje schopnosť výrobného zariadenia dosahovať plánovanú výrobnú kapacitu. Ide o porovnanie skutočne vyrobeného množstva výrobkov s plánovaným množstvom stanoveným normou. Tento ukazovateľ poukazuje na efektivitu samotného výrobného procesu počas doby, keď je zariadenie v prevádzke. Znížený výkon môže byť spôsobený viacerými faktormi, ako sú technologické obmedzenia, neefektívna organizácia práce, časté prestavovania zariadenia alebo nedostatočná kvalifikácia obsluhy. Optimalizácia výkonu zahŕňa najmä stabilizáciu výrobného procesu, znižovanie strát času a zabezpečenie plynulého toku materiálu.

Tab. 2 Výpočet výkonu v %
Tab. 2 Calculation of performance in %

Mesiac	Priemerná skutočná výroba v ks	Priemerná plánovaná výroba v ks	Výkon v %
Január	1 191,58	1 500,00	71,87

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podkladov z firmy

Tabuľka 2 je zameraná na výpočet ukazovateľa výkonu zariadenia, ktorý porovnáva skutočne vyrobené množstvo výrobkov s plánovaným množstvom stanoveným normou. Plánovaná výroba bola stanovená na úrovni 1500 kusov denne, pričom skutočný počet vyrobených kusov sa v jednotlivých dňoch líšil v závislosti od priebehu výroby, prestojov a náročnosti spracovávaného materiálu. V dňoch, keď prebiehalo čistenie zariadenia, nebola výroba realizovaná, čo sa odrazilo v nulovej hodnote výkonu. Priemerný výkon zariadenia za sledované obdobie dosiahol hodnotu 71,87 %, čo znamená, že zariadenie nedosahovalo plánovanú výrobnú kapacitu. Tento stav bol spôsobený najmä prestojmi, technologickými obmedzeniami alebo organizačnými faktormi vo výrobe.

Kvalita výroby Q predstavuje podiel bezchybných výrobkov na celkovom počte vyrobených kusov a je treťou základnou zložkou ukazovateľa OEE. Tento ukazovateľ vyjadruje schopnosť výrobného procesu produkovať výrobky, ktoré spĺňajú stanovené kvalitatívne požiadavky bez potreby opráv alebo vyradenia. Vysoká úroveň kvality je nevyhnutná pre spokojnosť zákazníkov a minimalizáciu nákladov spojených s reklamáciami alebo opravami. Kvalitu ovplyvňuje najmä technický stav zariadenia, kvalita vstupného materiálu, dodržiavanie technologických postupov a úroveň kontroly vo výrobe.

Tab. 3 Výpočet kvality v %
Tab.3 Calculation of quality in %

Mesiac	Priemerný počet výrobkov v ks	Priemerný počet zhodných výrobkov v ks	Výkon v %
Január	1 179,68	1 191,58	89,57

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podkladov z firmy

V tabuľke 3 je vyhodnotený ukazovateľ kvality výroby, ktorý vyjadruje podiel zhodných výrobkov na celkovom počte vyrobených kusov. Zhodné výrobky predstavujú tie výrobky, ktoré spĺňajú všetky požadované kvalitatívne kritériá bez potreby opravy alebo reklamácie. Celkový počet výrobkov zahŕňa všetku produkciu realizovanú v daný deň. V dňoch, keď sa výroba neuskutočňovala z dôvodu čistenia zariadenia, nie sú hodnoty kvality relevantné. Priemerná hodnota kvality dosiahla 89,57 %, čo poukazuje na relatívne dobrú úroveň výroby, avšak zároveň naznačuje existenciu určitého podielu nezhodných výrobkov. Tento ukazovateľ môže byť ovplyvnený presnosťou rezania, kvalitou vstupného materiálu alebo dodržiavaním technologických postupov.

Ukazovateľ OEE (Overall Equipment Effectiveness – celková efektívnosť zariadenia) patrí medzi najvýznamnejšie nástroje hodnotenia výkonnosti výrobných zariadení v podmienkach priemyselnej praxe. Umožňuje komplexne posúdiť mieru využitia zariadenia prostredníctvom troch základných zložiek, ktorými sú dostupnosť, výkon a kvalita výroby. Využívanie ukazovateľa OEE poskytuje podniku prehľad o stratách vo výrobnom procese a umožňuje identifikovať hlavné príčiny neefektívnosti. Na základe jeho analýzy je možné navrhovať opatrenia smerujúce k optimalizácii výrobných činností, znižovaniu prestojov a zvyšovaniu celkovej produktivity výroby.

Tab. 4 Výpočet ukazovateľa OEE
Tab. 4 Calculation of the OEE indicator

Dostupnosť (D) v %	Výkon (V) v %	Kvalita (Q) v %	OEE v %
84,95	71,87	89,57	66,85

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podkladov z firmy

V tabuľke 4 sú uvedené priemerné hodnoty výpočtu ukazovateľa celkovej efektívnosti zariadenia (OEE), ktorý predstavuje komplexné hodnotenie využitia výrobného zariadenia z hľadiska jeho dostupnosti, výkonu a kvality výroby. Tento ukazovateľ vzniká ako súčin troch základných faktorov, pričom umožňuje identifikovať hlavné zdroje strát vo výrobnom procese. Priemerná hodnota ukazovateľa OEE za sledované obdobie dosiahla 66,85 %, čo poukazuje na strednú úroveň efektívnosti využívania výrobného zariadenia. Z hľadiska jednotlivých zložiek je zrejmé, že najvýraznejší vplyv na výslednú hodnotu má ukazovateľ výkonu, ktorý dosahuje nižšie hodnoty v porovnaní s dostupnosťou a kvalitou. Naopak kvalita výroby dosahuje stabilne vysoké hodnoty, čo naznačuje dobrú úroveň technologického procesu a kontroly kvality. Zlepšenie celkovej efektívnosti zariadenia je preto možné dosiahnuť najmä optimalizáciou výkonu a znížením prestojov vo výrobe.

Nápravné opatrenia na zvýšenie efektívnosti výrobného zariadenia

Na základe výsledkov analýzy ukazovateľa OEE boli navrhnuté opatrenia zamerané na zvýšenie dostupnosti, výkonu a kvality výrobného zariadenia. Opatrenia sú rozdelené do štyroch základných oblastí, a to personálne, technické, technologické a organizačné.

Personálne opatrenia boli zamerané na zlepšenie prístupu zamestnancov k vykonávanej práci a zvýšenie ich odborných znalostí, pravidelné školenia zamestnancov zamerané na správnu obsluhu zariadení, preškoľovanie pracovníkov v oblasti dodržiavania technologických postupov, dôslednejšiu výstupnú kontrolu výrobkov zo strany pracovníkov, zvýšenie zodpovednosti obsluhy za kvalitu výroby, motiváciu zamestnancov k dosahovaniu vyššieho výkonu (napr. formou odmien) a zlepšenie komunikácie medzi pracovníkmi výroby a vedúcimi pracovníkmi.

Technické opatrenia boli zamerané na zlepšenie technického stavu zariadení a elimináciu porúch, pravidelnú údržbu výrobného zariadenia (preventívna údržba), včasnú výmenu opotrebovaných pílových listov a komponentov, zabezpečenie optimálneho nastavenia stroja pred začiatkom výroby, modernizáciu alebo obnovu starších častí zariadenia, zlepšenie technického stavu pridružených zariadení (manipulačné vozíky, dopravníky) a zavedenie pravidelných kontrol technického stavu zariadenia

Technologické opatrenia boli zamerané na dodržiavanie správnych výrobných postupov a parametrov, dôsledné dodržiavanie technologických postupov pri výrobe, optimalizáciu nastavenia parametrov rezania (rýchlosť, presnosť), kontrolu kvality vstupného

materiálu (vlhkosť dreva), štandardizáciu pracovných postupov pre jednotlivé výrobky, minimalizáciu chýb pri nastavovaní rozmerov výrobkov a zavedenie kontrolných bodov počas výroby.

Organizačné opatrenia boli zamerané na zlepšenie organizácie práce a plynulosti výroby, lepšie plánovanie výroby a rozdelenie pracovných úloh, optimalizáciu časov prestavovania zariadenia, zníženie prestojov spôsobených manipuláciou s materiálom, zabezpečenie plynulého toku materiálu vo výrobe, efektívne plánovanie údržby mimo výrobného času a zlepšenie koordinácie medzi jednotlivými pracoviskami.

Navrhované opatrenia boli zamerané na elimináciu identifikovaných nedostatkov v oblasti dostupnosti, výkonu a kvality výrobného zariadenia. Ich implementáciou je možné dosiahnuť zvýšenie efektívnosti výroby, zníženie prestojov a celkové zlepšenie výkonnosti výrobného procesu.

Porovnanie hodnoty ukazovateľa OEE pred a po zavedení opatrení

Cieľom porovnania hodnôt ukazovateľa OEE bolo posúdiť prínos navrhnutých opatrení na zvýšenie efektívnosti výrobného zariadenia a overiť ich vplyv na zlepšenie dostupnosti, výkonu a kvality výrobného procesu. Porovnanie vychádzalo z výsledkov predchádzajúcej analýzy a z predpokladaných prínosov implementovaných opatrení, pričom umožnilo identifikovať oblasti, v ktorých došlo k najvýraznejšiemu zlepšeniu. Získané hodnoty poskytli podklad pre celkové zhodnotenie efektívnosti navrhnutých zmien v podniku.

Tab. 5 Porovnanie OEE pred a po implementácii opatrení
Tab. 5 Comparison of OEE before and after implementation of measures

Ukazovateľ	Pred zlepšením (%)	Po zlepšení (%)
Dostupnosť (D)	84,95	86,37
Výkon (V)	71,87	74,35
Kvalita (Q)	89,57	90,90
OEE	66,85	71,36

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe podkladov z firmy

Tabuľka 5 prezentuje porovnanie jednotlivých zložiek ukazovateľa OEE pred zavedením opatrení a po ich implementácii. Z výsledkov vyplýva, že vo všetkých sledovaných ukazovateľoch došlo k zlepšeniu. Dostupnosť zariadenia sa zvýšila z 84,95 % na 86,37 %, čo naznačuje zníženie prestojov a lepšie využitie plánovaného výrobného času. Výkon zariadenia vzrástol z 71,87 % na 74,35 %, čo poukazuje na efektívnejšie využívanie výrobnej kapacity. Kvalita výroby sa mierne zlepšila z 89,57 % na 90,90 %, čím sa potvrdzuje stabilná úroveň výrobného procesu s nízkou chybovosťou. Celková hodnota ukazovateľa OEE sa zvýšila z 66,85 % na 71,36 %, čo predstavuje významné zlepšenie efektívnosti výrobného zariadenia. Tento nárast poukazuje na pozitívny vplyv navrhnutých opatrení a ich prínos pre optimalizáciu výrobného procesu v podniku.

Analýza pomocou Ishikawovho diagramu

V prvej fáze boli stanovené príčiny prvej úrovne, ktoré boli následne rozčlenené na príčiny druhej a tretej úrovne pre zlepšenie výkonnosti výrobného zariadenia. Pri hľadaní možných príčin nízkych hodnôt OEE bola súčasne využitá metóda brainstormingu. Návrh Ishikawovho diagramu ako dekompozície príčin prvej úrovne na príčiny druhej a tretej úrovne

je zobrazený na obrázku 2. Zároveň je využiteľný v praxi ako jednoduchý a prehľadný nástroj riadenia efektívnosti procesov a výrobných zariadení vo firme.

I. úroveň		I. úroveň	
Personálne opatrenia		**Technické opatrenia**	
II. úroveň	**III . úroveň**	**II. úroveň**	**III . úroveň**
zvyšovanie odborných znalostí	školenia na obsluhu zariadenia	**údržba a technický stav zariadení**	pravidelná preventívna údržba
	školenia na technologické postupy		výmena opotrebovaných pílových listov
	samokontrola		kontrola technického stavu zariadenia
zlepšovanie prístupu zamestnancov	zodpovednosť obsluhy za kvalitu	**modernizácia a optimalizácia zariadení**	modernizácia časti linky
	zodpovednosť obsluhy za výkon		optimalizácia nastavenia stroja
	zodpovednosť obsluhy za priebežné časy výroby		zlepšenie stavu dopravníkov a vozíkov
	zlepšiť komunikáciu medzi nadriadenými a podriadenými		
Zvýšenie efektívnosti výrobného zariadenia			
I. úroveň		**I. úroveň**	
Technologické opatrenia		**Organizačné opatrenia**	
II. úroveň	**III . úroveň**	**II. úroveň**	**III . úroveň**
dodržiavanie technologických postupov	dodržiavanie pracovných postupov	**organizácia práce**	lepšie plánovanie výroby
	kontrola technologických parametrov		rozdelenie pracovných úloh
optimalizácia výrobného procesu	optimalizácia rezných parametrov	**riadenie výrobných procesov**	optimalizácia prestavovacích časov
	minimalizácia chýb pri nastavovaní rozmerov		zníženie prestojov
kontrola vstupov a kvality	kontrola vlhkosti dreva	**tok materiálu**	zabezpečenie plynulého toku materiálu
	zavedenie priebežnej kontroly kvality		koordinácia medzi pracoviskami

Zdroj: vlastné spracovanie

Obr. 2 Ishikawov diagram
Fig. 2 Ishikawa diagram

Diskusia a záver

Na základe vykonanej analýzy možno konštatovať, že efektívnosť výrobného zariadenia v podniku dosahuje priemernú hodnotu OEE na úrovni 66,85 %, čo poukazuje na existenciu rezerv vo využívaní výrobných kapacít. Z hľadiska jednotlivých zložiek OEE bolo zistené, že najvýraznejšie nedostatky sa prejavujú v oblasti výkonu zariadenia, zatiaľ čo kvalita výroby dosahuje stabilne vysoké hodnoty. Výsledky poukazujú na to, že podnik má dobre nastavený systém kontroly kvality, čo sa prejavuje nízkym počtom nezhodných výrobkov a minimálnym výskytom reklamácií. Na druhej strane však dochádza k stratám spôsobeným prestojmi a nedostatočným využitím výrobnej kapacity, čo negatívne ovplyvňuje celkovú efektívnosť výroby. Navrhnuté opatrenia boli zamerané najmä na zníženie prestojov, optimalizáciu pracovných postupov a zlepšenie organizácie práce. Ich implementáciou je možné dosiahnuť zvýšenie hodnoty OEE na úroveň viac ako 70 %, čo predstavuje významné zlepšenie efektívnosti výroby. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že úspešnosť implementácie opatrení závisí od aktívneho prístupu zamestnancov a dôsledného dodržiavania stanovených postupov. Diskusia poukazuje na význam komplexného prístupu k riadeniu výrobných procesov, ktorý zahŕňa nielen technické, ale aj personálne a organizačné aspekty. Získané

výsledky sú porovnateľné s poznatkami uvedenými v odbornej literatúre, ktoré zdôrazňujú význam ukazovateľa OEE ako nástroja identifikácie strát vo výrobe a zvyšovania jej efektívnosti.

Príspevok bol zameraný na analýzu efektívnosti výrobného zariadenia v podmienkach spoločnosti V-TETAG s.r.o. s využitím ukazovateľa OEE. V teoretickej časti boli spracované poznatky z oblasti riadenia výroby, výkonnosti procesov a moderných prístupov k optimalizácii výrobných činností. Experimentálna časť bola orientovaná na aplikáciu týchto poznatkov v konkrétnych podmienkach podniku. Analýzou bolo zistené, že najväčšie rezervy vo výrobe sa nachádzajú v oblasti výkonu zariadenia a čiastočne aj v dostupnosti, pričom kvalita výroby dosahuje veľmi dobrú úroveň. Identifikované príčiny neefektívnosti boli analyzované pomocou Ishikawovho diagramu a na ich základe boli navrhnuté konkrétne opatrenia. Implementáciou navrhovaných opatrení je možné dosiahnuť zvýšenie efektívnosti výrobného zariadenia, zníženie prestojov a lepšie využitie výrobných kapacít.

Výsledky potvrdzujú význam využívania ukazovateľa OEE v praxi a jeho prínos pri identifikácii problémových oblastí vo výrobe. Závery príspevku môžu slúžiť ako podklad pre ďalšie zlepšovanie výrobných procesov v podniku a prispieť k zvýšeniu jeho konkurencieschopnosti na trhu,

Literatúra:

Cheah, C. W., et al. 2020. Lean manufacturing practices and performance: Empirical evidence from Malaysia. International Journal of Productivity and Performance Management, 2020, vol. 69, no. 2, pp. 391–407. [cit. 2025-05-02]. ISSN: 1758-6658.

Evans, J. R., a Lindsay, W. M. 2020. Managing for Quality and Performance Excellence. 11. vyd. Boston: Cengage Learning, 2020. ISBN: 978-0357442036.

Ghobakhloo, M., a Fathi, M. 2021. "Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing", Journal of Manufacturing Technology Management, 2021, vol. 31, no. 1, pp. 1-30. [cit. 2025-04-15] DOI: https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417.

Ghobakhloo, M. a Ching, N. T. 2019. Adoption of Industry 4.0 technologies: A review of readiness factors. Journal of Industrial Information Integration, 2019, vol. 15, pp. 100107. [cit. 2025-04-17]. DOI: 10.1016/j.jii.2019.100107.

Gupta, S., a Vardhan, S. 2016. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study. International Journal of Production Research, 2016, vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988. [cit. 2025-04-17]. DOI: 10.1080/00207543.2016.1145817.

Hassan, T. A., Hollander, S., van Lent, L., a Tahoun, A. (2019). Firm-level political risk. The Quarterly Journal of Economics, 134(4), 2135–2202.

Hedman, R., et al. 2016. Linking maintenance performance to overall business performance. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2016, vol. 22, no. 4, pp. 353–367. [cit. 2025-05-05]. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023

Hermann, M., Pentek, T., a Otto, B. 2016. Design principles for Industrie 4.0 scenarios. Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). 2016, s. 3928–3937. [cit. 2025-04-25]. DOI: 10.13140/RG.2.2.29269.22248.

Hia, S. W. 2024. Strategic View of Overall Equipment Effectiveness (OEE): A Review and Future Direction. Talenta Conference Series: Energy and Engineering, 2024, vol. 7, no. 1. [cit. 2025-05-12]. DOI: https://doi.org/10.32734/ee.v7i1.2212.

Chan, F. T. S. a Chan, H. K. 2004. Development of performance measurement system: A case study. International Journal of Production Economics, 2004, vol. 87, no. 1, pp. 55–67. [cit. 2025-05-01]. DOI: 10.1016/S0925-5273(03)00098-4.
Janiesch, C., Munoz, L., a Strobel, G., et al. 2021. The Future of Business Process Management in the Industry 4.0 Era. Business & Information Systems Engineering, 2021, vol. 63, no. 3, pp. 291–307. [cit. 2025-02-14] DOI: 10.1007/s12599-021-00676-x.
Liew, C. F., Prakash, J., Ong, K. S. 2022. Integration of financial performance measure with overall equipment effectiveness for assessing operational performance: a structured literature review. International Journal of Productivity and Quality Management, 2022, vol. 37, no. 1, pp. 119–142. [cit. 2025-05-05]. DOI: https://doi.org/10.1504/IJPQM.2022.126008.
Maté, A., Trujillo, J., a Mylopoulos, J. 2017. Data-driven business process optimization. Information Systems, 2017, vol. 63, pp. 1–14. [cit. 2025-05-01] DOI: 10.1016/j.is.2016.07.005.
Monk, E. a Wagner, B. 2013. Concepts in Enterprise Resource Planning. 4. vyd. Boston: Cengage Learning, 2013. ISBN 978-1133629627.
Muchiri, P., Pintelon, L., Gebremedhin, K. G. a Martin, H 2011. Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. International Journal of Production Economics, 2011, vol. 131, no. 1, pp. 295–302. [cit. 2025-05-02]. DOI: 10.1016/j.ijpe.2010.04.039.
Nakajima, S. 1988. Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Cambridge: Productivity Press, 1988. ISBN: 978-0915299232.
Popp, A., Lee, J., a Brown, D. 2022. Integration of MES systems in smart factories. Journal of Manufacturing Systems, 2022, vol. 63, pp. 230–240. [cit. 2025-02-14] DOI: 10.1016/j.jmsy.2022.01.005.
Slack, N., a Brandon-Jones, A. 2022. Operations and Process Management: Principles and Practice for Strategic Impact. 6. vyd. Harlow: Pearson Education, 2022. ISBN: 978-1292350066.
Stevenson, W. J. 2021. Operations Management. 14. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 2021. ISBN: 978-1260238891.
Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., a Zhang, C. 2016. Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data-based feedback and coordination. Computer Networks, 2016, vol. 101, pp. 158–168. [cit. 2025-04-29]. DOI: 10.1016/j.comnet.2015.12.017.

DETERMINANTY REGIONÁLNYCH DISPARÍT V REGIÓNOCH NUTS 2 EURÓPSKEJ ÚNIE

DETERMINANTS OF REGIONAL DISPARITIES IN NUTS 2 REGIONS OF THE EUROPEAN UNION

Timotej Šagúl[1], Mário Moraučík[2]

[1,]*[1]Katedra verejnej ekonomiky a regionálneho rozvoja, Ekonomická fakulta Univerzity Mateja Bela, Tajovského 10, 975 90 Banská Bystrica*

[1]tsagul@student.umb.sk, [2]mmoraucik@student.umb.sk

Abstract

The issue of regional disparities has long been a persistent topic and remains highly relevant within the countries of the European Union. One of the main objectives of the European Union is to reduce differences between regions and to balance the economic and living standards across them. This paper focuses on regional disparities before and during the pandemic crisis at the NUTS 2 regional level. The object of the study consists of 242 regions across 27 EU member states.

The aim of the paper is to answer the research questions: How did the pandemic affect policies aimed at reducing regional disparities among NUTS 2 regions, and which factors most influence the economic and living standards in these regions? To achieve this goal, the study employs classical statistical methods commonly used in the analysis of regional disparities—beta convergence, sigma convergence, and the coefficient of variation. The statistical analysis is further complemented by principal component analysis and correlation analysis. In future research, we aim to construct a composite index to rank regions based on their economic and living standards.

Key words: regional differences, NUTS 2 regions, European Union

Úvod

Regionálne rozdiely sú prirodzenou súčasťou ekonomiky. Citeľné a veľké rozdiely medzi regiónmi krajín Európskej únie (EÚ) môžu pôsobiť negatívne na stabilitu európskeho spoločenstva a tiež na sociálnu súdržnosť. Výrazné rozdiely medzi regiónmi vedú k ekonomickým problémom, odlivu pracovnej sily, nárastu nezamestnanosti, či vyľudňovaniu slabších regiónov. Vyrovnávanie rozdielov medzi jednotlivými krajinami či regiónmi je významnou súčasťou politík EÚ.

Obsahom práce je analýza regionálnych rozdielov v regiónoch EÚ na základe hrubého domáceho produktu na obyvateľa (HDP) a vybraných sociálno-ekonomických ukazovateľov. Všetky používané údaje sú verejne dostupné v databáze Eurostatu. Hlavným cieľom práce je zodpovedanie výskumných otázok Ako pandémia ovplyvnila politiku znižovania regionálnych rozdielov medzi regiónmi NUTS 2 a Aké faktory najviac ovplyvňujú ekonomickú a životnú

úroveň v regiónoch NUTS2 a následný návrh opatrení, ktoré by viedli k nižšiemu dopadu pandémie na ekonomiku Európskej únie v budúcnosti.

Na vyhodnocovanie regionálnych rozdielov používame viaceré analytické a štatistické metódy. Analýza vývoja HDP je realizovaná beta konvergenciou, sigma konvergenciou a regresnou analýzou, vybrané sociálno-ekonomické ukazovatele sú analyzované prostredníctvom vývoja variačného koeficientu a metódou hlavných komponentov (PCA). Záver práce obsahuje zhrnutie a odporúčania plynúce zo zodpovedania výskumných otázok.

Teoretické vymedzenie a metodológia

Obsahom tejto kapitoly je vstup do problematiky regionálnych rozdielov a takisto priblíženie delenia regiónov krajín EÚ. Kapitola obsahuje aj názory iných autorov venujúcich sa tejto problematike. Takisto je súčasťou kapitoly metodológia práce, v ktorej sú vysvetlené postupy, ktoré používame pri zodpovedaní výskumných otázok a tým k dosiahnutiu cieľa práce.

Problematika regionálnych rozdielov

Problematika regionálnych rozdielov je v EÚ významná a venuje sa jej množstvo odborných článkov. Od najväčšieho rozšírenia EÚ v roku 2004, kedy sa členskou krajinou stala aj Slovenská republika, sa téma regionálnych rozdielov začala diskutovať častejšie. Dôvodom bola snaha novoprijatých krajín dobehnúť životnú úroveň krajín EÚ.

„Predmetom záujmu sa hospodárske približovanie krajín stalo aj v prípade rozhodnutia uvedených štátov vstúpiť do menovej únie EÚ. Najoptimálnejším ukazovateľom pre určenie procesu konvergencie sa stala výška HDP na obyvateľa na národnej úrovni. Európska únia plne podporuje postupné znižovanie a dorovnanie všetkých druhov rozdielov medzi regiónmi členských krajín, na ktoré v rámci jej kohéznej politiky vyčleňuje zo svojho rozpočtu až tretinu financií. Cieľom politiky súdržnosti je nastolenie rovnakých životných podmienok. Na jeho naplnenie sa využívajú nástroje vo forme viacerých fondov Európskej únie. (B. Jánošková, K. Jánošková, D. Petrušová, 2022)

Problémom nie je len znižovanie rozdielov medzi staršími a novšími členskými krajinami, ale aj regionálne rozdiely v regiónoch samotných členských krajín. V krajinách EÚ je stále prítomná dichotómia medzi dynamicky sa rozvíjajúcimi veľkými mestskými aglomeráciami a nerozvinutými industrializovanými odľahlými regiónmi. Pri mnohých malých či stredne veľkých mestách zameraných najmä na výrobu je zaznamenávaný pokles zamestnanosti a príjmov. Technologický pokrok a inovácie v 70. rokoch minulého storočia viedli ku koncentrácii technológii a znalostných sektorov do metropolitných oblastí, čo viedlo k migrácii vzdelaného obyvateľstva z menších miest práve do týchto oblastí. (Rodríguez-Pose et al., 2018)

Podľa Kožiaka et al. (2012) sú príčiny regionálnych rozdielov rôzne a špecifické pre konkrétne územie, región či štát. „Identifikácia a následná eliminácia sú obtiažne. Z tohto dôvodu je logické, že neexistuje ideálny a univerzálny recept (liek) pre redukciu, či zmiernenie regionálnych rozdielov, kdekoľvek na svete.“ (Kožiak et al., 2012). Kološta et al. (2007) uviedli ako jeden z dôvodov regionálnych rozdielov na príklade Slovenska, Bulharska a Rumunska nestabilnú politickú situáciu, resp. krátkodobé politiky bez vízie ich pokračovania po zmene vlády. Medzi ďalšie dôvody zaraďujú nízku politickú uvedomelosť a zodpovednosť občanov, ale aj migráciu pracovnej sily z menej rozvinutých regiónov do tých rozvinutých.

Babecký a Komárek (2020) takisto vidia problém vo veľkosti miest. Podľa nich sú hlavné mestá bohatšie ako ostatné regióny, čo však nie je pravidlom, pričom rozdiel medzi regiónmi v jednotlivých krajinách sa medzi hlavným mestom a ostatnými neznižuje. Podľa

Iammarina et al. (2018) je jedným z najväčších problémov identifikácia potrieb a príležitostí regiónov, pričom lepšia identifikácia potrieb by mohla pomôcť tvorcom politík zamerať sa na zlepšovanie menej rozvinutých regiónov. Napriek štrukturálnym fondom a stratégiám Európskej únie na vyrovnávanie rozdielov možno vidieť isté nedostatky.

Hudecz et al. (2020) v súvislosti s nárastom rozdielov s príchodom pandémie zdôrazňujú dôležitosť lepšieho pochopenia mechanizmov regionálneho rozvoja a ich premietnutie do politík, čo by viedlo k lepšiemu vyrovnávaniu rozdielov. Balakrishnana et al. (2022) priniesli kritický pohľad na zelenú transformáciu, ktorá čiastočne brzdí znižovanie rozdielov, najmä pokiaľ ide o rozdiely medzi členskými krajinami EÚ. Politiky na podporu zelenej transformácie dostatočne nezohľadňujú regionálne rozdiely a neberú do úvahu závislosť menej rozvinutých regiónov od sektorov, ktoré produkujú vyššie emisie.

Problematika regionálnych rozdielov súvisí rovnako s produktivitou práce. Podľa Pencavela (2014) vzťah medzi počtom odpracovaných hodín a výstupom ekonomiky je nelineárny. Pri nižšom počte hodín je produkcia približne úmerná odpracovanému času. Avšak po prekročení určitej hranice sa produktivita zvyšuje stále pomalšie. Veľmi dlhé pracovné hodiny totiž môžu viesť k nižšej efektivite, nárastu chýb a vyššiemu riziku úrazov. K záveru, že s narastajúcim počtom odpracovaných hodín sa efektivita práce znižuje, dospeli aj Collewet a Sauermann (2018). Napriek viacerým štúdiám, ktoré prišli so záverom, že narastajúci počet pracovných hodín zvyšuje efektivitu len do istej miery, sú stále rozdiely v počte odpracovaných hodín za týždeň v rôznych regiónoch veľké.

Členenie regiónov podľa systému NUTS

Nomenclature of Units for Territorial Statistics (NUTS) predstavuje systém štatistických územných jednotiek vytvorených EÚ. Cieľom vytvorenia NUTS bolo zjednotenie geografického rozdelenia štátov EÚ pre potreby štatistického zberu, analýz a plánovania politík. NUTS umožňuje porovnateľné a konzistentné hodnotenie regionálnych údajov, čo je dôležité pre efektívne plánovanie a implementáciu regionálnych politík EÚ.

Systém NUTS má tri hlavné úrovne, ktoré reprezentujú rôzne veľké územné celky / regióny:

- NUTS 1 (najvyššia úroveň, reprezentuje veľké územné celky, napríklad krajiny alebo makroregióny),
- NUTS 2 (stredná úroveň, umožňuje identifikovať rozdiely medzi regiónmi, plánovať rozvojové politiky a efektívne alokovať finančné zdroje),
- NUTS 3 (najnižšia úroveň, ktorá zodpovedá menším administratívnym jednotkám).

Úroveň NUTS 2, ktorá je používaná v práci, sa využíva na prideľovanie štrukturálnych a investičných fondov EÚ, ktorých cieľom je podporiť regionálny rozvoj, znížiť ekonomické a sociálne rozdiely medzi regiónmi a posilniť súdržnosť v rámci EÚ.

Regióny NUTS 2 sú definované na základe počtu obyvateľov, pričom ich optimálna veľkosť je medzi 800 000 a 3 000 000 obyvateľov. Úroveň NUTS 2 bola je používaná s cieľom zabezpečiť jednotnosť a kompatibilitu medzi jednotlivými štátmi a umožňovať presné meranie sociálno-ekonomických ukazovateľov. V práci je analyzovaných 242 regiónov v rámci všetkých členských krajín EÚ. Systém NUTS 2 predstavuje efektívny nástroj nielen na štatistické merania, ale aj na praktickú aplikáciu pri plánovaní politík, ktoré majú za cieľ zlepšiť životné podmienky obyvateľov v rôznych regiónoch EÚ.

Metodológia práce

Hlavným cieľom práce je zodpovedanie výskumných otázok Ako pandémia ovplyvnila politiku znižovania regionálnych rozdielov medzi regiónmi NUTS 2 a Aké faktory najviac ovplyvňujú ekonomickú a životnú úroveň v regiónoch NUTS 2 a následný návrh opatrení, ktoré by viedli k nižšiemu dopadu pandémie na ekonomiku Európskej únie v budúcnosti.

K zodpovedaniu výskumných otázok používame viaceré štatistické a analytické metódy. Na analýzu vývoja hrubého domáceho produktu (HDP) používame metódu beta konvergencie, prostredníctvom ktorej zisťujeme trend regionálnych rozdielov, resp. či v sledovanom období bol zaznamenaný rast alebo pokles regionálnych rozdielov. Následne na určenie rýchlosti zmeny regionálnych rozdielov využívame metódu sigma konvergencie. Zatiaľ čo koncept beta konvergencie umožňuje posúdiť, či chudobnejšie regióny doháňajú bohatšie, sigma konvergencia slúži na zhodnotenie dosiahnutého stupňa konvergencie naprieč regiónmi a časom (Babický, Komárek, 2020). Ak regióny s nižšími príjmami dosahujú rýchlejší rast ako bohatšie regióny, dochádza k beta konvergencii, čo naznačuje postupné zmenšovanie rozdielov a dobiehanie bohatších regiónov chudobnejšími (Young, Higgins, Levy, 2008).

Barro, Sala–i–Martin (2004, s. 467) absolútnu β–konvergenciu vyjadrili regresnou rovnicou:

$$(1/T).\ln(y_{iT}/y_{i0}) = a - \left[\left(1-e^{\beta T}\right)/T\right]\ln(y_{i0}) + \omega_{i0,T}\ ,$$

(1)

kde ľavá strana rovnice predstavuje priemerné tempo rastu HDP na obyvateľa v čase 0 až T; a je úroveň HDP na obyvateľa, ktorý sa považuje za rovnaký pre všetky regionálne ekonomiky. Regresný koeficient rastu (β2) je vyjadrený vzťahom $\left[\left(1-e^{\beta T}\right)/T\right]$ na počiatočnej úrovni HDP na obyvateľa (yi0). $\omega_{i0,T}$ reprezentuje chybu medzi časovými obdobiami 0 až T. Štatistickú významnosť parametrov a, b nám určuje hodnota p-hodnota, ktorá by mala byť čo najnižšia (štandardne pod 0,05). Na výpočet rýchlosti konvergencie použijeme odvodený vzťah pre β z (1) (Kološta et al., 2007):

$$\beta = \frac{-\ln(1-\beta_2.T)}{T}$$

(2)

Na výpočet času potrebného na zníženie rozdielov vyskytujúcich sa v súbore skúmaných entít na polovicu – obdobie polčasu konvergencie (half-life) sa používa index polčasu rozpadu (Gaczek, Kisiała, 2017):

$$hl = (\ln 2)/\beta$$

(3)

Pre sigma konvergenciu platí, že $s_0^2 \rangle s_t^2$ (smerodajná odchýlka logaritmov HDP na obyvateľa v čase klesá). Smerodajná odchýlka je vyjadrená vzťahom (Hindls, Hronová, Seger, 2004):

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}} \quad (4)$$

,kde n je počet sledovaných rokov; x_i vyjadruje HDP na obyvateľa v danom roku; $\bar{x}$ je priemerná hodnota HDP na obyvateľa v skúmanom časovom období.

Koncepty beta a sigma konvergencie použili Magazzino a Mele (2022), ktorí testovali konvergenciu medzi ázijskými krajinami, čím dospeli k záverom, že jestvujú dôkazy o konvergencii medzi ekonomikami vybraných ázijských krajín, čo naznačuje, že rozdiely v príjmoch sa v priebehu času zmenšovali. Autori tiež uviedli, že medzi krajinami sa variabilita príjmov znižuje, čo je ďalším z indikátorov konvergencie.

Soukup a Soukupová (2021) použili beta a sigma konvergenciu na zisťovanie rozdielov krajín V4 v porovnaní s priemerom EÚ. Zameriavali sa na HDP na obyvateľa a dospeli k zisteniu, že medzi rokmi 1992 až 2019 krajiny V4 zaznamenali vyšší rast HDP v porovnaní s tými krajinami, ktoré mali vysoký rast HDP na začiatku sledovaného obdobia. V nimi sledovanom období sa krajiny V4 približovali k priemeru EÚ a rozdiely medzi nimi sa postupne znižovali.

Pri analyzovaní vybraných sociálno-ekonomických ukazovateľov používame variačný koeficient, prostredníctvom ktorého analyzujeme vývoj rozdielov jednotlivých ukazovateľov medzi regiónmi. Klesajúci koeficient variácie znamená znižovanie rozdielov, rastúci koeficient variácie znamená nárast rozdielov medzi regiónmi. Pomocou variačného koeficientu zároveň možno určiť, do akej miery sa regionálne rozdiely sledovaných sociálno-ekonomických ukazovateľov menia.

Výpočet variačného koeficienta uviedli Hingls, Hronová a Seger (2004):

$$V = 100 \cdot \left(\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n}}}{\bar{x}} \right); \; 0 \le V < \infty, \quad (5)$$

Variačný koeficient je percentuálny ukazovateľ, čo umožňuje jednoduché porovnanie miery rozptylu medzi rôznymi dátovými súbormi bez ohľadu na ich jednotky. Poskytuje informáciu o miere odlišností hodnôt od priemeru vo vzťahu k veľkosti samotného priemeru.

Metódy hlavných komponentov (principal component analysis – PCA) s použitím varimax rotácie používame pri tvorbe hlavných faktorov, ktoré sú zložené zo sledovaných ukazovateľov. Pred aplikáciou PCA aplikujeme korelačnú analýzu medzi sledovanými ukazovateľmi. Na analýzu vzťahov medzi premennými bol použitý Pearsonov korelačný koeficient, pričom štatistická významnosť bola posudzovaná na hladine 95 % (p-hodnota = 0,05).

PCA vytvorením niekoľkých faktorov umožňuje určiť podiel, akým sa jednotlivé faktory podieľajú na ekonomickej úrovni regiónov EÚ. Cieľom metódy PCA je transformovať vstupné viacrozmerné údaje tak, aby sa na výstupe získali údaje najdôležitejších lineárnych

smerov, pričom sa zanedbávajú najmenej podstatné smery (Kráľ et al., 2009) so zámerom vysvetliť maximum variability dát.

Preferujú sa údaje, ktoré medzi sebou korelujú (Mishra, 2007), s čím sa často stretávame pri skúmaní rôznych oblastí aj v rámci regionálnych politík (Kološta, 2022). Váhy priradené k získaným novovytvoreným premenným sa používajú na zostavenie kompozitného ukazovateľa (indexu) (Nicoletti et al., 2000). Výsledný agregovaný index by mal byť lineárnou kombináciou pôvodných ukazovateľov:

$$I=c_1\ In1+c_2\ In2+\cdots+c_10\ In10 \quad (6)$$

Na overenie vhodnosti dát používame Kaiser-Meyer-Olkinovho test (KMO). KMO test hodnotí mieru korelácií medzi premennými a vhodnosť dát pre faktorovú analýzu. Minimálna akceptovateľná hodnota KMO je 0,50 (Tab. 1, Naseer et al., 2019). Vhodnosť dát overujeme pomocou Bartlettovho testu sféricity, ktorý testuje, či je korelačná matica štatisticky významná, pričom štatisticky významný výsledok testu je p-hodnota < 0,05 (Sigudla, Maritz, 2023).

Tab. 1 Vhodnosť dát podľa hodnoty KMO
Tab. 1 Suitability of data according to the KMO hodnota

KMO Value	Level of Acceptance
Above 0.90	Superb
0.80 to 0.90	Great
0.70 to 0.80	Good
0.50 to 0.70	Mediocre
Below 0.50	Unacceptable

Po extrakcii faktorov sa často používa rotácia faktorovej štruktúry, ktorej cieľom je zlepšiť interpretovateľnosť výsledkov. Podľa Hair et al. (2019) môžu mať premenné bez rotácie podobné záťaže na viacerých faktoroch, čo komplikuje interpretáciu výsledkov. Jednou z najčastejšie používaných rotačných metód je varimax rotácia, ktorú navrhol v roku 1958 Henry Felix Kaiser. Ide o ortogonálnu rotáciu, ktorá zachováva nekorelovanosť faktorov a zároveň maximalizuje variabilitu štvorcov faktorových záťaží v rámci jednotlivých faktorov.

Rotaru et al. (2024) s použitím korelačnej matice a analýzy hlavných komponentov identifikovali faktory regionálneho rozvoja v Rumunsku. Analyzovali socio-ekonomické indikátory (mzdy, HDP, zamestnanosť, zdravotníctvo) a redukovali ich do niekoľkých hlavných komponentov, ktoré vysvetľujú regionálne disparity. Lubyová a Vojtková (2014) využili PCA pri členení vybraných krajín z hľadiska otvorenosti ekonomík. Použité metódy im umožnili zostaviť dve skupiny krajín podľa nimi vybraných ukazovateľov – otvorené ekonomiky a uzavreté ekonomiky. Vo výsledkoch faktorovej analýzy znázornili poradie krajín podľa otvorenosti ekonomiky vytvorením tzv. indexu otvorenosti.

Hooda et al. (2017) sa pokúsili identifikovať hlavné poľnohospodárske a socio-ekonomické faktory v indickom meste Harijána pomocou PCA. Pôvodný súbor premenných transformovali na menší súbor lineárnych kombinácií, ktoré zodpovedajú za väčšinu variácie pôvodných údajov. Štúdia sa uskutočnila počas troch období, 1991-1992, 2001-2002 a 2011-2012. Okres bol považovaný za jednotku analýzy a analýzu založili na 19 ukazovateľoch z

poľnohospodárskeho sektora a 9 ukazovateľoch zo sociálno-ekonomického sektora. Výsledkom je identifikácia hlavných faktorov vysvetľujúcich regionálne disparity.

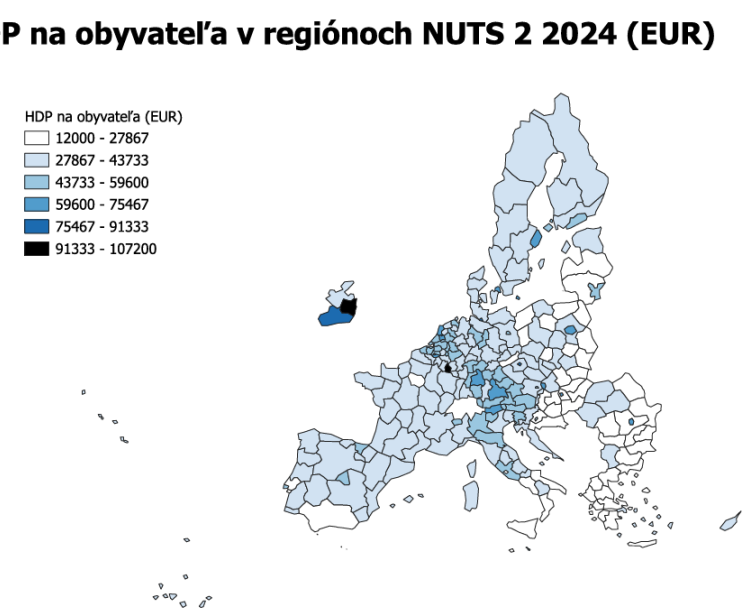
Chikhladze et al. (2022) využili PCA a tvorbu kompozitného indexu regionálnych rozdielov pri pokuse identifikovať zhluky regiónov podľa matematických výpočtov vrátane rozlíšenia pólov rastu, menej rozvinutých a depresívnych regiónov strednej zóny; určiť stupeň disparity pri klasifikácii z hľadiska fáz divergencie: prípady diferenciácie, asymetrie a polarizácie; zoradiť regióny podľa ich podielu na tejto divergencii; analyzovať, ako sa úroveň divergencie mení v priebehu času pozorovaním dynamiky ukazovateľov.

Analytická časť

Vyhodnotenie znižovania rozdielov v hrubom domácom produkte

HDP ako „súčet všetkých pridaných hodnôt vytvorených v ekonomike“ (Európska komisia, 2025) predstavuje jeden z hlavných ukazovateľov ekonomickej situácie v regióne, o to viac, keď je prepočítaný na počet obyvateľov. Pred samotným vyhodnotením je dôležité zdôrazniť problematiku regiónov Írska. FitzGerald (2015) vysvetlil, že vysoké HDP v írskych regiónoch je spôsobené najmä presunom nadnárodných firiem do Írska kvôli nízkej dani z príjmov právnických osôb. Veľké technologické a farmaceutické firmy registrujú duševné vlastníctvo v Írsku, kde vykazujú produkciu, aj keď reálna výroba alebo predaj prebieha inde. Výsledkom je, že HDP na obyvateľa v írskych regiónoch je umelo nadhodnotené. Pre objektívny výsledok analýzy regionálnych rozdielov je dôležité brať toto špecifikum do úvahy.

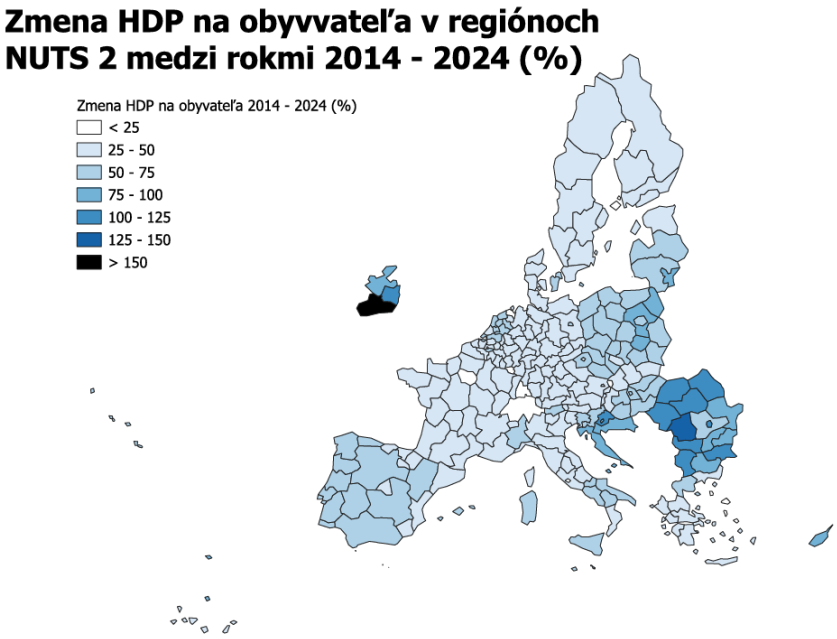
Výška HDP na jedného obyvateľa po úprave podľa parity kúpnej sily v roku 2024 v regiónoch NUTS 2 je farebne znázornená na obrázku 1. Na prvom mieste sa nachádza región Eastern and Midland v Írsku, následne región Luxembursko. Na opačnej strane rebríčka sú francúzske regióny ležiace mimo Európy – Mayotte a Guyane. Z kontinentálnych regiónov je na poslednom mieste región Severozapaden v Bulharsku.



Obr. 1 HDP na obyvateľa v regiónoch NUTS 2 2024 (EUR)
Fig. 1 GDP per capita in NUTS 2 regions 2024 (EUR)

Na základe dostupných údajov je možné zhodnotiť, že regióny Nemecka, Belgicka, Luxemburska a Holandska patria jednoznačne k tým najbohatším z hľadiska HDP. Na druhej strane, regióny krajín, ktoré sa do Európskej únie dostali neskôr, patria k tým menej rozvinutým z hľadiska HDP, čo možno vidieť na regiónoch Maďarska, Rumunska, Bulharska, Slovenska, alebo Litvy a Lotyšska. Aj pri viacerých z týchto krajín však vidno, že regióny, do ktorých spadá hlavné mesto, sa radia k tým vyspelejším.

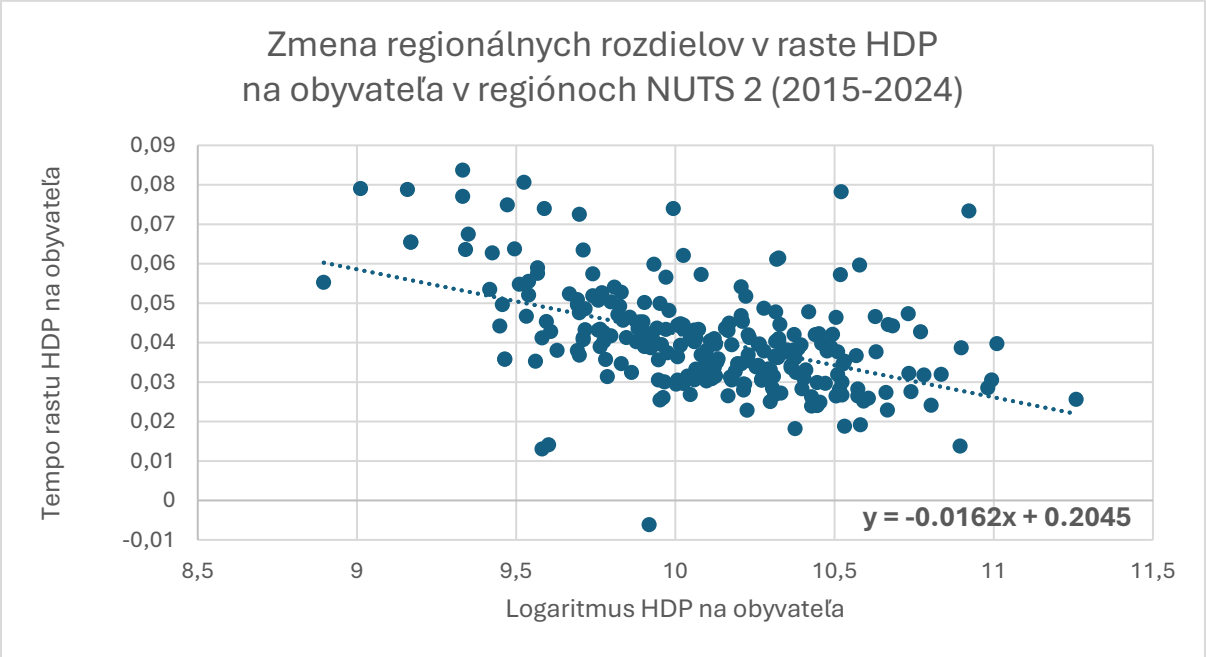
Okrem aktuálneho stavu je dôležité zhodnotiť vývoj zmeny HDP. Obrázok 2 znázorňuje zmenu HDP na jedného obyvateľa medzi rokmi 2014 a 2024. Tmavšie regióny predstavujú najvyššiu percentuálnu zmenu (nárast), zatiaľ čo svetlé – biele regióny zaznamenali najnižší percentuálny nárast HDP na obyvateľa.



Obr. 2 Zmena HDP na obyvateľa v regiónoch NUTS 2 medzi rokmi 2014-2024 (%)
Fig. 2 Change in GDP per capita in NUTS 2 regions between 2014 and 2024 (%)

Opätovne zdôrazňujeme, že aj v tomto prípade je dôležité regióny Írska vnímať oddelene od ostatných. Na obrázku 2 však možno pozorovať vysoký nárast HDP na obyvateľa v regiónoch Bulharska a Rumunska, ale takisto Poľska a Chorvátska. Najmä tieto regióny v sledovanom období rástli najviac. Regióny ostatných členských krajín EÚ rástli približne rovnakým tempom. Napriek očakávaniu, že menej rozvinuté regióny by mali rásť rýchlejšie, vidíme, že v prípade regiónov Maďarska, Slovenska, alebo regiónov južného Talianska tento predpoklad naplnený nebol.

Pokiaľ ide o štatistické výsledky metódy beta a sigma konvergencie, obrázok 3 znázorňuje postupné znižovanie rozdielov v ekonomickej výkonnosti medzi regiónmi členských štátov EÚ. Trendová spojnica naznačuje vývoj znižovania regionálnych rozdielov v sledovanom období, čo znamená, že regióny s nižším hrubým domácim produktom dosahovali v tomto období vyšší rast, než regióny s vyšším hrubým domácim produktom, čo naznačuje proces ekonomickej konvergencie, pri ktorom menej rozvinuté regióny postupne dobiehajú tie vyspelejšie.

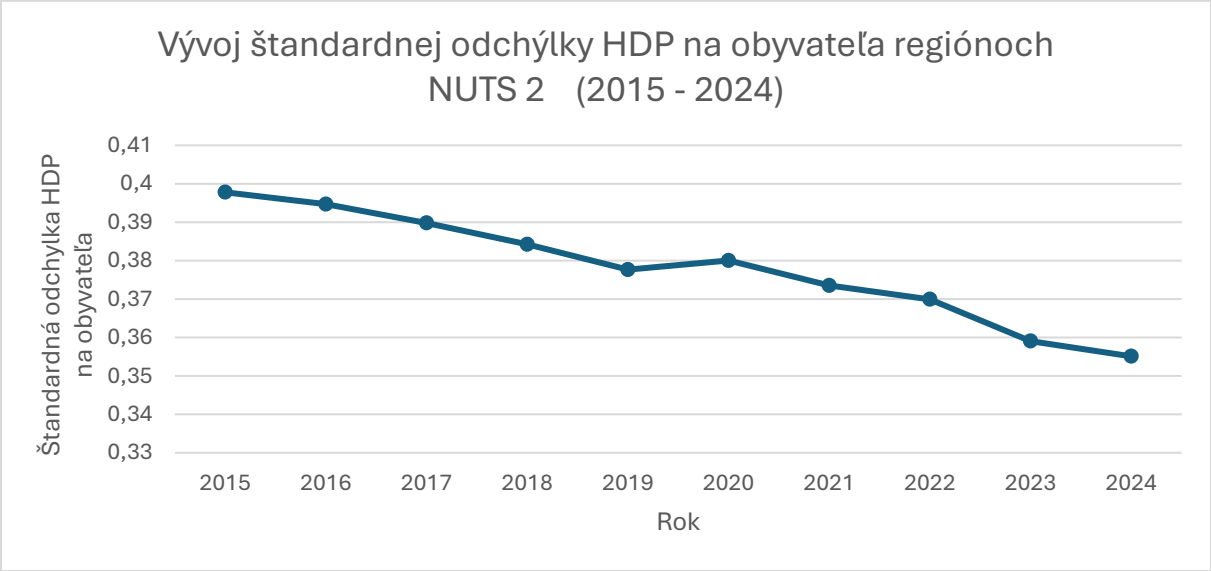


Obr. 3 Zmena regionálnych rozdielov v raste HDP na obyvateľa v regiónoch NUTS 2 (2015-2024)

Fig. 3 Change in regional disparities in GDP per capita growth in NUTS 2 regions (2015–2024)

Výsledky analýzy podporujú koncept beta konvergencie, ktorý predpokladá, že ekonomiky s nižším počiatočným príjmom majú tendenciu rásť rýchlejšie ako bohatšie regióny. Pokračovanie tohto trendu by mohlo viesť k vyrovnanejšiemu ekonomickému rozvoju v rámci EÚ a k posilneniu hospodárskej stability na úrovni celého regiónu. Podľa rovnice $y = - 0{,}0162x + 0{,}2045$ možno určiť medziročné tempo znižovania regionálnych rozdielov na približne 1,5 %; čo predstavuje miernu konvergenciu. Výsledky regresnej analýzy (Príloha 1) potvrdzujú existenciu β-konvergencie medzi regiónmi NUTS 2 v sledovanom období. Koeficient pri logaritme počiatočného HDP na obyvateľa je negatívny a štatisticky významný (p-hodnota $< 0{,}001$). Polčas konvergencie, teda obdobie potrebné na zníženie rozdielov na polovicu, je približne 46 rokov.

Metódou sigma konvergencie zisťujeme, či sa regionálne rozdiely znižujú práve tým, že menej rozvinuté regióny dobiehajú vyspelejšie regióny. Obrázok 4 poukazuje na pokles štandardnej odchýlky hrubého domáceho produktu na obyvateľa v regiónoch NUTS 2 v sledovanom období, čo predstavuje zmenšovanie rozdielov medzi jednotlivými regiónmi.



Obr. 4 Vývoj štandardnej odchýlky HDP na obavateľa regiónoch NUTS 2 (2015-2024)
Fig. 4 Development of the standard deviation of GDP per capita in NUTS 2 regions (2015–2024)

Výsledky analýzy potvrdzujú teóriu sigma konvergencie, podľa ktorej zníženie variability príjmov odráža zbližovanie ekonomických podmienok v regióne. Zníženie štandardnej odchýlky môže byť spôsobené rýchlejším ekonomickým rastom menej rozvinutých krajín v porovnaní s rozvinutejšími regiónmi. Cieľ znižovať regionálne rozdiely sa EÚ darí napĺňať, je však ovplyvnený aj inými faktormi, ako sú efektívne hospodárenie, investície do infraštruktúry, vzdelávania či zdravotníctva. V dlhodobom horizonte môže pokračovanie trendu viesť k väčšej rovnováhe v hospodárskom rozvoji regiónov a zlepšeniu celkovej ekonomickej stability v EÚ. Ak si menej rozvinuté krajiny zachovajú tempo dobiehania bohatších regiónov, môže to znamenať postupnú ekonomickú integráciu a približovanie sa k európskemu priemeru. Tento jav má významné implikácie pre tvorbu politík, zameraných na podporu rovnomerného rozvoja a minimalizáciu regionálnych rozdielov v EÚ.

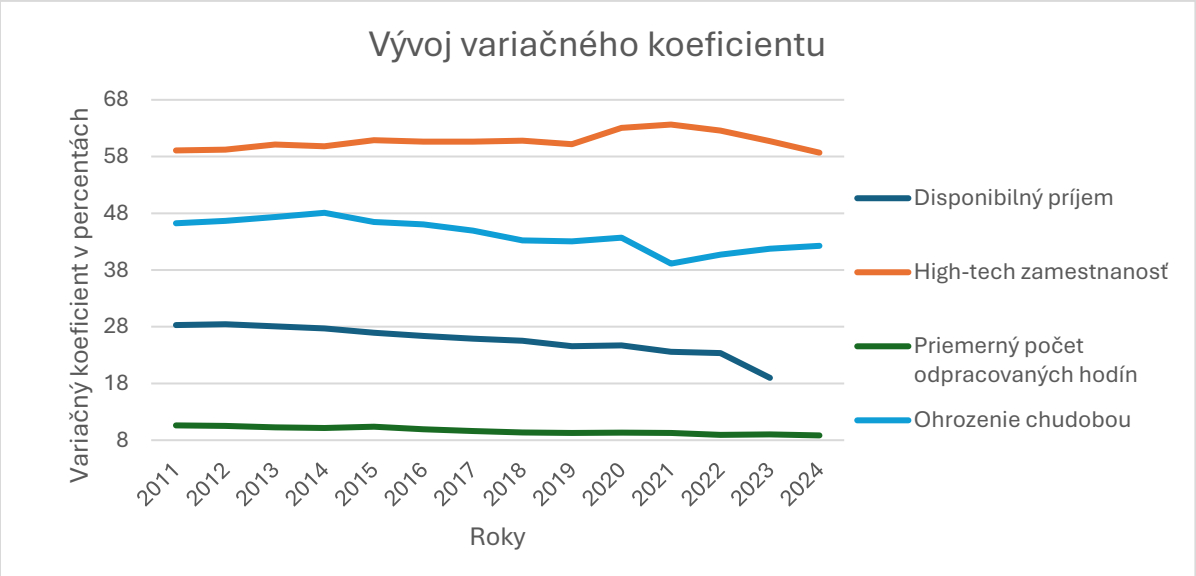
Vyhodnotenie vybraných sociálno-ekonomických ukazovateľov

Ekonomická úroveň regiónov a životná úroveň na úrovni krajín sa sleduje v mnohých odvetviach mnohými ukazovateľmi. V prípade regiónov NUTS 2 je dostupné množstvo ukazovateľov menšie. Na základe údajov dostupných prostredníctvom Eurostatu sme analyzovali nasledujúce ukazovatele:

- čistý disponibilný príjem domácnosti (po úprave paritou kúpnej sily)
- ohrozenie chudobou (percentuálny podiel obyvateľov pod hranicou chudoby)
- priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
- zamestnanosť v technologických spoločnostiach
- veľkosť populácie
- podiel obyvateľov, ktorí predčasne ukončia štúdium (early leavers)
- objem produkcie skleníkových plynov
- podiel výdavkov na vedu a výskum
- počet prenocovaní zahraničných turistov

Jednotlivé ukazovatele boli dôkladne vybraté, aby odzrkadľovali sociálne, ekonomické aj environmentálne faktory, s dôrazom na problematiku vysídľovania menej rozvinutých regiónov a berúc do úvahy dôležitosť turizmu v niektorých regiónoch. Jednotlivé výsledky sú

z dôvodu prehľadnosti a úspory rozsahu rozdelené do troch grafov. Obrázok 5 znázorňuje vývoj variačného koeficientu disponibilného príjmu, zamestnanosti v technologických spoločnostiach (high-tech zamestnanosť), priemerný počet odpracovaných hodín a ohrozenie chudobou.



Obr. 5 Vývoj variačného koeficientu
Fig. 5 Development of the coefficient of variation

Pri vývoji disponibilného príjmu vidno od začiatku sledovaného obdobia postupné znižovanie regionálnych rozdielov. Približovanie menej rozvinutých krajín k rozvinutejším sa v roku 2022, koncom pandemickej krízy, zrýchlilo. Najvýraznejší nárast disponibilných príjmov bol zaznamenaný v rumunskom regióne Bucureşti-Ilfov, kde bol počas sledovaného obdobia zaznamenaný nárast o viac ako 125 % (zo 4 700 eur ročne na 10 600 eur ročne). Najnižší nárast zaznamenal región Dytiki Makedonia v Grécku, kde bol disponibilný ročný príjem v roku 2015 na úrovni 13 300 eur a v roku 2024 14 100. V tomto regióne bol zaznamenaný znateľný pokles v roku 2018.

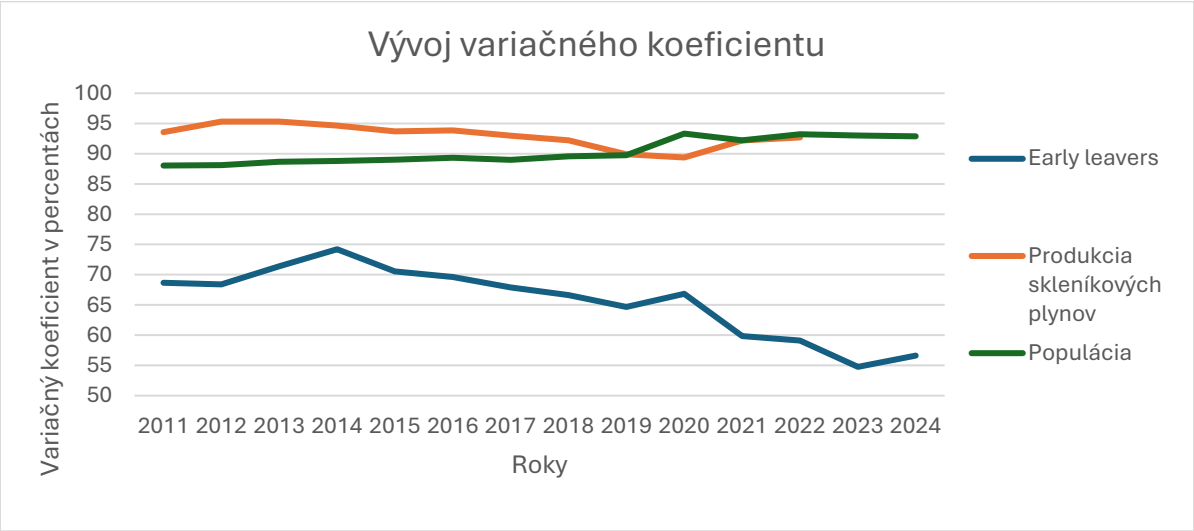
Oranžová krivka predstavuje zamestnanosť v technologických spoločnostiach. Zamestnanosť v týchto odvetviach významne koreluje s vyšším príjmom aj s vyšším HDP regiónov a patrí k významným ukazovateľom mapujúcim rozvinutosť regiónov. Počas celého sledovaného obdobia sa rozdiely v regiónoch EÚ pomerne jednoznačne zvyšovali – až do roku 2021, kedy začali rozdiely klesať. Kým v regiónoch hlavných miest miera zamestnanosti v high-tech spoločnostiach dosahuje vyššie čísla, napr. Bratislavský kraj 14,1 %; Budapest 13 %; Grad Zagreb a Praha 12 %; v regiónoch Sud-Est či Thessalia nedosahuje ani 1 %.

Šedou krivkou je znázornený priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň. Kým v roku 2015 bol rozdiel medzi regiónom s najvyšším pracovným časom a najnižším pracovným časom viac 20,5 hodiny za týždeň, v roku 2024 sa tento rozdiel znížil na 15,3 hodiny týždenne. Stále však sú tieto rozdiely veľké, najmä pokiaľ ide o porovnanie regiónov v severnej Európe s regiónmi v južnej Európe. Zvyšovanie pracovného času nemusí prinášať vyššiu produkciu neustále, len do istej hranici, po ktorej prekročení sa môže produkcia zvýšiť práve znížením odpracovaného času.

Žltá krivka znázorňuje vývoj rozdielov v riziku ohrozenia chudobou. Až do roku 2021 sa rozdiely v ohrození chudoby znižovali, dokým počas pandémie nastalo postupné zvyšovanie

rozdielov. V sledovanom období sa situácia najviac zlepšila v rumunských regiónoch, ale aj v bohatších regiónoch v Rakúsku, zatiaľ čo regióny Východné Slovensko alebo Střední Čechy zaznamenali zhoršenie.

Vývoj zmeny rozdielov ukazovateľov predčasného ukončenia štúdia (early leavers), objemu produkcie skleníkových plynov a veľkosti populácie je graficky znázornený na obrázku 6. Ukazovateľ produkcie skleníkových plynov je v dobe písania práce dostupný iba do roku 2022 vrátane.



Obr. 6 Vývoj variačného koeficientu
Fig. 6 Development of the coefficient of variation

Modrá krivka predstavuje vývoj variačného koeficienta ukazovateľa early leavers – teda študentov, ktorí predčasne skončili štúdium. Variačný koeficient v tomto ukazovateli zaznamenáva klesajúci trend. Nárast obyvateľov, ktorí skončia školu skôr ako získajú vzdelanie, možno pozorovať najmä v niektorých regiónoch Nemecka, Švédska a Českej republiky a naopak najväčší pokles v regiónoch Grécka, Španielska a Portugalska. Pri tomto ukazovateli možno povedať, že trend je klesajúci a rozdiely sa vyrovnávajú. Nevyrovnávajú sa však úplne priaznivo, pretože nielenže sa horšie regióny zlepšujú, ale rovnako sa lepšie regióny zhoršujú.

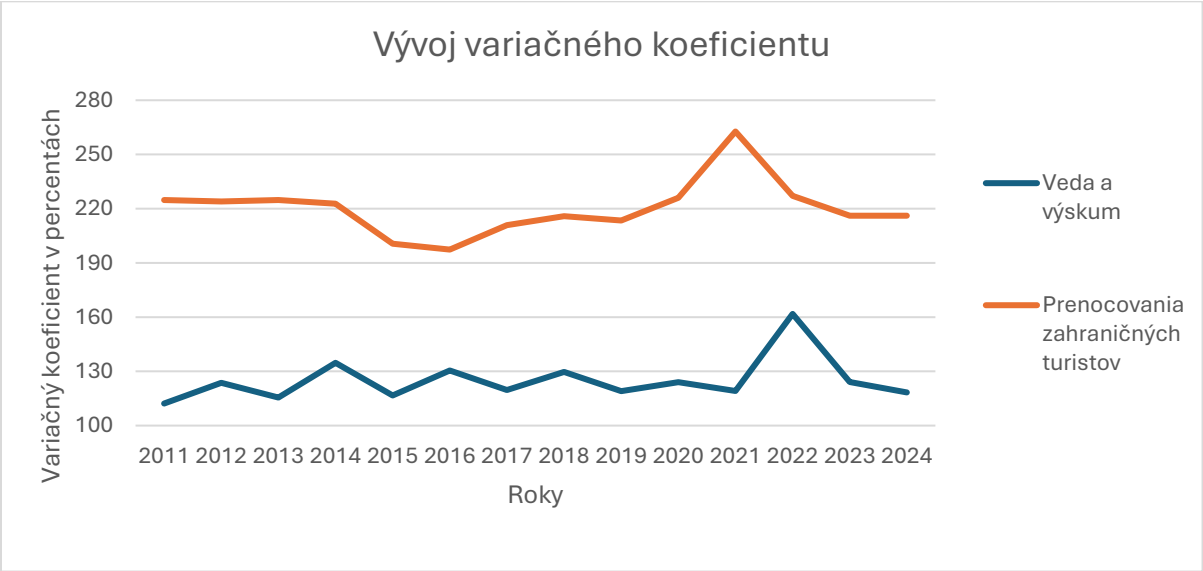
Mnohé európske regióny čelia vyľudňovaniu a odlivu ľudí, ktorí sa koncentrujú v metropolitných oblastiach, čoho dôsledkom je pokles pracovnej sily v slabších regiónoch. Dôsledkom je nižšia zamestnanosť, ktorá bráni ďalšiemu rozvoju regiónu. Potvrdzuje to šedá krivka, ktorá znázorňuje zmenu rozdielov vo veľkosti populácie. Regióny EÚ zaznamenali do začiatku pandémie COVID-19 veľké zmeny medzi regiónmi. V dôsledku pandémie zmeny poklesli a od skončenia pandémie až po 2024 nebol zaznamenaný opätovný nárast týchto rozdielov. Táto problematika si určite zaslúži ďalšie skúmanie a zisťovanie dôvodov, ktorým však detailne táto práca venovaná nie je.

Jediný environmentálny faktor pozorovaný na úrovni NUTS 2 – produkcia emisie skleníkových plynov – je na grafe 4 znázornená oranžovou farbou. Až po začiatkov pandemickej krízy bolo badateľné postupné znižovanie rozdielov, ktoré však príchodom ekonomickej krízy spomalilo.

Od roku 2013 sa EÚ až do vypuknutia pandémie darilo tieto rozdiely znižovať pomerne úspešne. Od obdobia pandémie sa však regióny opätovne začali od seba vzďaľovať, čo vrátilo

v tomto boji EÚ na úroveň regionálnych rozdielov z roku 2018 a sú extrémne vysoké. Rovnako ako počet odpracovaných hodín, aj táto problematika otvára priestor sa hlbšiu analýzu príčin opätovného zvyšovania regionálnych rozdielov.

Posledné dva sledované ukazovatele – výdavky na vedu a výskum a počet prenocovaní zahraničných turistov sú znázornené na obrázku 7. Pri týchto ukazovateľov možno pozorovať najvýraznejšie zmeny s príchodom ekonomickej krízy spôsobenej pandémiou a následne vojnou na Ukrajine.



Obr. 7 Vývoj variačného koeficientu
Fig. 7 Development of the coefficient of variation

Oranžovou krivkou je znázornený variačný koeficient vývoja ukazovateľa počtu prenocovaní zahraničných turistov. Výsledky ukazujú, že znižovanie rozdielov je kolísavé, čo je do istej miery pochopiteľné. Niektoré regióny Európskej únie, najmä prímorské, sú ekonomicky závislé od cestovného ruchu a turizmu, zatiaľ čo iné regióny majú ekonomickú výkonnosť postavenú skôr na manufaktúrnej činnosti. Rozdiely sa zvýšili s príchodom krízy, čo potvrdzuje, že napriek obmedzeniam v cestovaní si turistické regióny obhájili svoje miesto, zatiaľ čo regióny, ktoré nie sú závislé výhradne na cestovnom ruchu zaznamenali pokles prenocovaní.

Modrá krivka na obrázku 7 predstavuje verejné výdavky na vedu, výskum, vývoj a inovácie. Menej rozvinutým regiónom sa ani pred krízou nedarilo dobiehať vyspelejšie regióny vo financovaní vzdelania, avšak s príchodom ekonomickej krízy sa rozvinutejšie regióny ešte viac vzdialili. Tento efekt možno pripísať práve tomu, že menej rozvinuté regióny v prípade ekonomických problémom siahnu práve po výdavkoch na vedu a výskum, kým vyspelejšie regióny sa snažia aj v horšom ekonomickom období toto odvetvie podporovať.

Vyhodnotenie vzájomných prepojení jednotlivých ukazovateľov

Ešte pred realizáciou PCA sme sa zamerali na aplikáciu korelačnej analýzy s cieľom overiť existenciu vzájomných vzťahov medzi analyzovanými premennými. Korelačná matica umožňuje identifikovať silu a smer vzťahov medzi jednotlivými ukazovateľmi a zároveň posúdiť, či sú medzi nimi dostatočné korelácie, ktoré sú nutné pre aplikáciu tejto metódy. Ak medzi premennými neexistujú významné korelácie, použitie by nebolo opodstatnené.

Korelačná analýza bola realizovaná pre tri časové obdobia – pred pandémiou COVID-19, počas pandémie a po pandémii (Prílohy 2, 3 a 4).

- V období pred pandémiou COVID-19 bola zaznamenaná najvýznamnejšia pozitívna korelácia medzi HDP a čistým disponibilným príjmom (korelačný koeficient = 0,814; p-hodnota < 0,001) a medzi HDP a zamestnanosťou v high-tech odvetviach (korelačný koeficient = 0,702; p-hodnota < 0,001), takisto vzťah medzi HDP a výdavkami na vedu a výskum (korelačný koeficient = 0,702; p-hodnota < 0,001). Zároveň sa potvrdil negatívny vzťah medzi vyšším vzdelaním a rizikom chudoby (korelačný koeficient = −0,530; p-hodnota = 0,001).
- V období počas pandémie COVID-19 sa preukázala silná pozitívna korelácia medzi HDP a zamestnanosťou v high-tech odvetviach (korelačný koeficient = 0,678; p-hodnota < 0,001) a medzi HDP a čistým disponibilným príjmom (korelačný koeficient = 0,722; p-hodnota < 0,001), pričom bol identifikovaný aj negatívny vzťah medzi HDP a rizikom chudoby (korelačný koeficient = −0,464; p-hodnota < 0,001).
- V období po pandémii COVID-19 bola zistená najvýznamnejšia pozitívna korelácia medzi HDP a zamestnanosťou v technologických spoločnostiach (koeficient korelácie = 0,678; p-hodnota < 0,001) a medzi výdavkami na vedu a výskum a zamestnanosťou v technologických spoločnostiach (koeficient korelácie = 0,628; p-hodnota < 0,001). Riziko chudoby narastá s predčasným ukončením štúdia (koeficient korelácie = 0,567; p-hodnota < 0,001). Významná negatívna korelácia bola zistená pri riziku chudoby a vyšším dosiahnutým vzdelaním (koeficient korelácie = -0,614).

Na základe výsledkov obdobia pred pandémiou možno povedať, že regióny s vyšším HDP na obyvateľa zaznamenávajú vyšší čistý príjem domácností. Rovnako významné je prepojenie medzi zamestnanosťou v technologických spoločnostiach a rastom HDP. Naopak, regióny s vyšším HDP na obyvateľa majú v priemere menej ľudí ohrozených chudobou. Tieto výsledky potvrdzujú aj naše predpoklady, že zamestnanosť v technologických firmách je ekonomicky prínosná, vedie k rastu HDP, čo znižuje ohrozenie chudobou. Rovnaké výsledky sme zaznamenali aj v období počas pandémie.

Na identifikáciu hlavných faktorov regionálnych rozdielov medzi regiónmi EÚ sme použili PCA. Cieľom metódy bolo zredukovať väčší počet sledovaných sociálno-ekonomických ukazovateľov na menší počet latentných faktorov, ktoré reprezentujú základné dimenzie regionálneho rozvoja. Analýza bola realizovaná pre tri časové obdobia: obdobie pred, počas a po pandémii COVID-19. Takéto porovnanie umožňuje identifikovať, či pandémia ovplyvnila štruktúru regionálnych rozdielov v regiónoch NUTS 2.

Do analýzy boli zahrnuté ukazovatele charakterizujúce ekonomickú výkonnosť regiónov, sociálnu situáciu, vzdelanosť obyvateľstva, environmentálne zaťaženie a cestovný ruch. Konkrétne išlo o ukazovatele HDP, počet prenocovaní zahraničných turistov, podiel zamestnancov v high-tech odvetviach, riziko chudoby, populácia regiónu, emisie skleníkových plynov, výdavky na vedu a výskum, podiel osôb predčasne opúšťajúcich vzdelávací systém, čistý disponibilný príjem domácností, podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov a priemerný počet odpracovaných hodín.

Analýza vplyvu pandémie na sociálno-ekonomické faktory

Metóda hlavných komponentov (PCA) nám umožnila vytvorenie troch, resp. štyroch hlavných komponentov – faktorov, ktoré sú spojením jednotlivých sledovaných ukazovateľov. Samostatne je sledované obdobie pred pandémiou COVID-19 a počas pandémie. V čase písania práce neboli dostupné všetky sledované ukazovatele za roky po pandémii.

Obdobie pred pandémiou COVID-19 predstavujú roky 2016-2019. Hodnota KMO testu dosiahla približne 0,674; čo predstavuje nižšiu, ale stále akceptovateľnú úroveň vhodnosti dát (Príloha 5). Bartlettov test sféricity bol štatisticky významný (p-hodnota < 0,001). Obdobie počas pandémie COVID-19 predstavujú roky 2020 až 2022. Hodnota KMO testu dosiahla hodnotu približne 0,67; čo predstavuje strednú úroveň vhodnosti dát pre faktorovú analýzu (Príloha 6). Bartlettov test sféricity bol štatisticky významný (p-hodnota < 0,001), čo potvrdzuje existenciu korelácií medzi analyzovanými premennými. Obdobie po pandémii COVID-19 zahŕňa roky 2022-2023, resp. 2024 podľa dostupných údajov. Hodnota KMO testu dosiahla približne 0,64 a Bartlettov test sféricity bol opäť štatisticky významný (p-hodnota < 0,001), čo potvrdzuje vhodnosť dát pre faktorovú analýzu aj v tomto poslednom sledovanom období (Príloha 7).

Analýza poskytla tri, resp. štyri faktory, v závislosti od analyzovaného obdobia. Obdobie pred pandémiou (Príloha 8) obsahuje tri hlavné faktory, ktoré spolu vysvetľujú približne 74 % variability sledovaných premenných.

Prvý identifikovaný faktor má podobu ekonomicko-technologického faktoru. Pod prvý faktor môžeme zaradiť premenné spojené so zamestnanosťou v technologických spoločnostiach, ekonomickou aktivitou a environmentálnymi dôsledkami priemyselnej výroby. Druhý faktor predstavuje faktor cestovného ruchu, ktorý je charakterizovaný premennou počet prenocovaní zahraničných turistov. Tento faktor slúži na poukázanie významu turistického sektora v regionálnom rozvoji pred vypuknutím pandémie COVID-19.Tretí faktor možno interpretovať ako sociálno-demografický, ktorý zahŕňa premenné súvisiace s veľkosťou populácie a sociálnou situáciou obyvateľstva. Štvrtý faktor predstavuje vzdelanostnú štruktúru regionálneho rozvoja, ktorá je charakterizovaná najmä podielom vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov.

Počas obdobia pandémie sme identifikovali štyri faktory, ktoré spolu vysvetľujú približne 78 % variability sledovaných ukazovateľov. Prvý faktor vysvetľuje približne 35 % variability a môžeme ho interpretovať ako faktor ekonomickej výkonnosti a životnej úrovne regiónov. Tento faktor zahŕňa sledované premenné ako HDP, čistý disponibilný príjem domácností, výdavky na vedu a výskum a zamestnanosť v technologických spoločnostiach. Tento faktor naznačuje, že ekonomicky rozvinutejšie regióny sa vyznačujú vyššími príjmami, vyššími investíciami do výskumu a vývoja a zároveň nižšou mierou chudoby. Druhý faktor môžeme interpretovať ako sociálno-vzdelanostný faktor. Tento faktor je charakterizovaný premennými súvisiacimi s úrovňou vzdelania obyvateľstva a predčasným ukončením vzdelávania. Regióny s vyšším podielom vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov vykazujú zároveň nižší podiel osôb predčasne opúšťajúcich vzdelávací systém a taktiež nižšiu mieru sociálneho rizika. Tretí faktor je demograficko-environmentálny. Najvyššie faktorové záťaže boli zaznamenané pri premenných populácia a emisie skleníkových plynov. Tento faktor poukazuje na súvislosť medzi veľkosťou regiónu, intenzitou ekonomickej aktivity a environmentálnym zaťažením. Štvrtý faktor môžeme interpretovať ako faktor cestovného ruchu. Tento faktor je charakterizovaný ukazovateľom počtu prenocovaní zahraničných turistov. Význam tohto faktora poukazuje na úlohu turistického sektora v regionálnej ekonomike aj počas krízového obdobia COVID-19.

V období po pandémii boli na rozdiel od predchádzajúcich identifikované len tri hlavné faktory, ktoré spolu vysvetľujú približne 72 % variability sledovaných premenných. Tento rozdiel v počte faktorov je pravdepodobne spôsobený absenciou dát v poslednom sledovanom období. Išlo o dáta o priemernom počte odpracovaných hodín, ktoré v dobe písania práce neboli dostupné.

Prvý faktor môžeme interpretovať ako faktor ekonomickej výkonnosti regiónov. Tento zahŕňa premenné HDP, výdavky na vedu a výskum, čistý disponibilný príjem domácností a zamestnanosť v high-tech odvetviach. Výsledok naznačuje, že ekonomická výkonnosť zostáva dominantným determinantom regionálnych rozdielov aj po skončení krízového obdobia. Druhý faktor predstavuje faktor vzdelanosti a sociálnej situácie obyvateľstva. Významné faktorové záťaže vykazujú premenné podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov, predčasné opustenie vzdelávacieho systému a riziko chudoby. Faktor poukazuje na význam ľudského kapitálu a vzdelanostnej úrovne populácie pre regionálny rozvoj. Tretí faktor možno interpretovať ako demograficko-environmentálny faktor. Najvyššie faktorové záťaže vykazujú premenné populácia a emisie skleníkových plynov. Tento faktor odráža koncentráciu ekonomickej aktivity a environmentálne zaťaženie v hustejšie osídlených regiónoch.

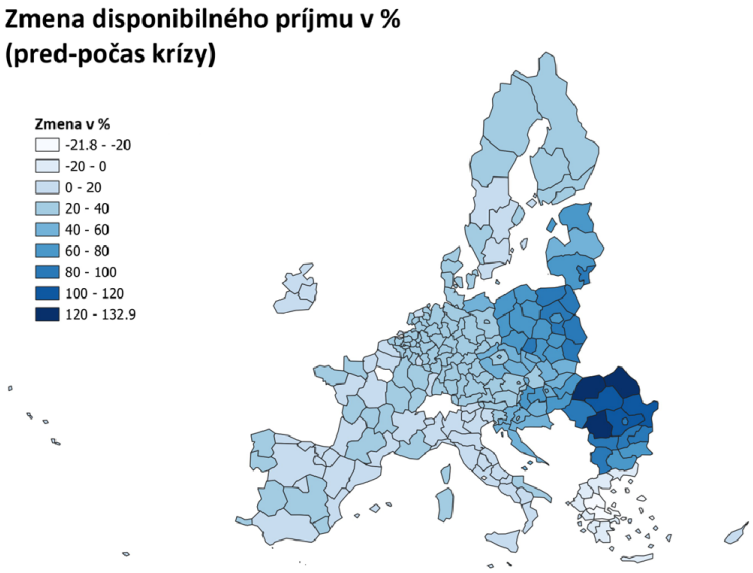
Porovnanie výsledkov faktorovej analýzy poukazuje na to, že regionálne rozdiely medzi regiónmi zostali do veľkej miery stabilné počas všetkých troch analyzovaných období. Najvýznamnejším faktorom vo všetkých obdobiach bola ekonomická výkonnosť regiónov, ktorá zahŕňa ukazovatele HDP, príjmy domácností, výdavky na výskum a vývoj a zamestnanosť v technologických spoločnostiach. Významnú úlohu zohráva aj vzdelanostná úroveň obyvateľstva a sociálna situácia, ktoré sa prejavujú prostredníctvom ukazovateľov ako podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov, predčasné ukončenie vzdelávania a riziko chudoby. Tretím významným aspektom regionálnych rozdielov sú demografické a environmentálne charakteristiky regiónov.

Pandémia COVID-19 síce ovplyvnila mnohé aspekty regionálnej ekonomiky, avšak základná štruktúra faktorov zostala do značnej miery zachovaná. Tento výsledok naznačuje, že regionálne rozdiely v EÚ sú determinované najmä dlhodobými faktormi, ako sú ekonomická úroveň, vzdelanosť obyvateľstva a demografická štruktúra regiónov.

Ako možno podľa výsledkov uviesť, pred pandémiou a počas pandémie sa faktory vplývajúce na ekonomickú a životnú úroveň regiónov extrémne nemenili. Po pandemickej kríze možno pozorovať vyšší vplyv zamestnanosti v technologických spoločnostiach. Po období práve zamestnanosť v tomto odvetví môže regiónu pomôcť ekonomicky rásť, nakoľko, ako sme už uviedli, zamestnanosť v týchto odvetviach má veľký význam.

Vo všetkých sledovaných obdobiach možno pozorovať veľký vplyv výdavkov na vedu a výskum, takisto na nami zisťovanú ekonomickú úroveň regiónu vplýva čistý disponibilný príjem domácností. Veľmi významný vplyv pozorujeme tiež pri vzdelaní obyvateľstva a pri snahe minimalizovať počet obyvateľov, ktorí predčasne ukončia štúdium. Návštevnosť turistov nemala v našej analýze až tak veľký vplyv, zdôrazňujeme však, že pre niektoré regióny môže byť práve tento ukazovateľ kľúčový.

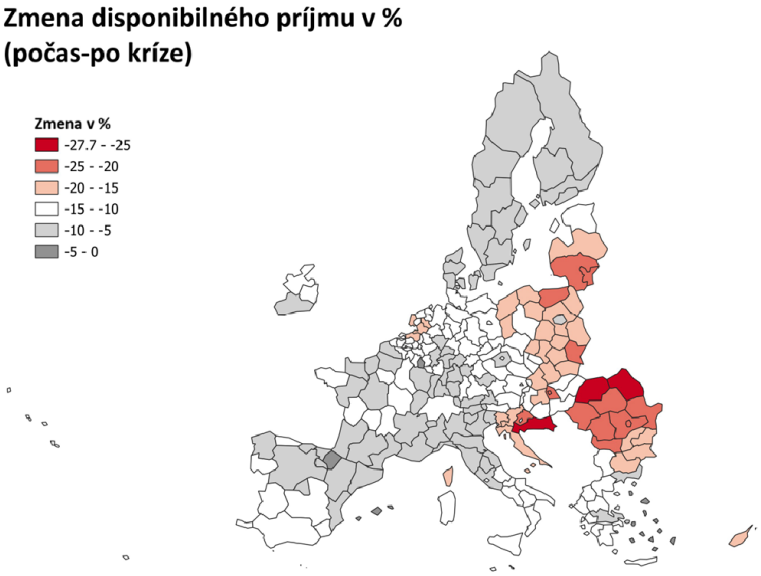
Obdobie pred pandémiou a počas pandémie možno charakterizovať ako obdobie, kedy chudobnejšie regióny postupne dobiehali vyspelejšie regióny. Pokiaľ ide o ukazovateľ disponibilného príjmu v parite kúpnej sily, najmä pri menej rozvinutých regiónoch v tomto období pozorovať nárast (Obrázok 8).



Obr. 8 Zmena disponibilného príjmu medzi obdobím pred pandémiou a počas pandémie
Fig. 8 Change in disposable income between pre-pandemic and pandemic

V tomto období najvyšší percentuálny nárast možno pozorovať práve v regiónoch Poľska, Rumunska, Maďarska, Bulharska, Litvy, Lotyšska a Estónska. V rozvinutejších krajinách možno pozorovať takisto nárast, ale nie tak veľký, ako v uvedených krajinách. Disponibilný príjem v tomto období naozaj rástol oveľa rýchlejšie v regiónoch menej rozvinutých krajín.

Na čo však upozorňujeme, je nepripravenosť menej rozvinutých regiónov na ekonomické krízy. Zatiaľ čo v období ekonomického rastu je naozaj preukázateľný prudký rast čistých príjmov domácností v menej rozvinutých regiónoch, v období kríz nie sú tieto regióny dostatočne pripravené dobiehanie príjmov vyspelejších krajín udržať. Percentuálnu zmenu disponibilného príjmu medzi obdobím pandémie a obdobím po pandémii znázorňuje obrázok 9.



Obr. 9 Zmena disponibilného príjmu medzi obdobím počas pandémie a po pandémii
Fig. 9 Change in disposable income between pandemic and after pandemic

Najvyšším poklesom čistého príjmu boli zasiahnuté opäť regióny, ktoré zaznamenali najvyšší rast v období ekonomického rast. Regióny Rumunska, Bulharska, Poľska, Litvy, Lotyšska a z dôvodu poklesu príjmov z turizmu aj Chorvátska zaznamenali najmä z dôvodu vysokého nárastu cien najvyšší pokles disponibilných príjmov. Nepripravenosť týchto regiónov spôsobila, že napriek dobiehaniu vyspelejších regiónov pred pandémiou, práve krízy môžu toto dobiehanie spomaľovať.

Vyhodnotenie a záver

Hlavným cieľom práce je zodpovedanie výskumných otázok Ako pandémia ovplyvnila politiku znižovania regionálnych rozdielov medzi regiónmi NUTS 2 a Aké faktory najviac ovplyvňujú ekonomickú a životnú úroveň v regiónoch NUTS 2.

Odpoveď na prvú otázku nie je celkom jednoznačná. Na základe uskutočnenej analýzy možno konštatovať postupné ale nerovnomerné zmenšovanie rozdielov v regiónoch NUTS 2. Pri väčšine ukazovateľov sme zistili citlivosť znižovania regionálnych rozdielov na neočakávané ekonomické výkyvy. S príchodom viacerých ekonomických kríz si vyspelejšie regióny s ekonomickými výzvami poradili lepšie a začali sa opätovne vzďaľovať menej rozvinutým regiónom. Prvá pätica najrýchlejšie rastúcich regiónov sú najmä regióny Rumunska (Sud-Vest Oltenia, Nord-Vest, Nord-Est a București-Ilfov), ale aj región Severozapaden v Bulahrsku. V regióne Sud-Vest Oltenia vzrástol HDP na obyvateľa z približne 11 300 € v roku 2015 na 24 000 € v roku 2024, čo predstavuje rast približne o 112 %. Ostatné spomenuté regióny zaznamenali nárast medzi 100 – 106 %. Tieto regióny boli pred desiatimi rokmi menej rozvinuté, preto dokázali rásť rýchlejšie vďaka investíciám, fondom EÚ a rozvoju miest a priemyslu.

Výsledky PCA potvrdili vhodnosť použitia tejto metódy pri všetkých sledovaných obdobiach, čo sme preukázali hodnotami KMO testu a štatisticky významným Bartlettovým testom sféricity. Extrahované faktory vysvetľovali významnú časť variability sledovaných premenných, ktorá sa pohybovala medzi hodnotami 72 % až 82 % v analyzovaných obdobiach. Vo všetkých obdobiach sa ako najvýznamnejší faktor ukázal ekonomický faktor. Tento zahŕňal najmä premenné hrubý domáci produkt na obyvateľa, čistý disponibilný príjem domácností, výdavky na vedu a výskum a podiel zamestnancov v high-tech odvetviach.

Výsledky naznačujú, že ekonomická výkonnosť predstavuje kľúčový determinant regionálnych rozdielov v EÚ. Druhým významným faktorom bola vzdelanostná a sociálna štruktúra obyvateľstva, ktorá bola reprezentovaná premennými zahŕňajúcimi podiel vysokoškolsky vzdelaných obyvateľov, podiel osôb predčasne opúšťajúcich vzdelávací systém a riziko chudoby. Faktor poukazuje na význam ľudského kapitálu a úrovne vzdelania pre regionálny rozvoj a konkurencieschopnosť regiónov. Ďalším identifikovaným faktorom bol demograficko-environmentálny faktor, ktorý zahŕňal premenné súvisiace s veľkosťou populácie a emisiami skleníkových plynov. Faktor poukazuje na súvislosť medzi ekonomickou aktivitou regiónov, ich veľkosťou a environmentálnym zaťažením. V niektorých prípadoch sa ako samostatný faktor regionálneho rozvoja objavil aj faktor cestovného ruchu, ktorý bol reprezentovaný ukazovateľom znázorňujúcim počet prenocovaní zahraničných turistov. Tento poukazuje na význam turistického sektora v niektorých regiónoch.

Porovnanie jednotlivých časových období zároveň naznačuje, že pandémia COVID-19 mala pomerne malý vplyv na štruktúru identifikovaných faktorov. Základné determinanty regionálnych rozdielov zostali do značnej miery nezmenené. Ekonomická výkonnosť, úroveň vzdelania obyvateľstva a demografické charakteristiky regiónov tak predstavujú dlhodobé faktory, ktoré významne ovplyvňujú regionálny rozvoj v EÚ. Výsledky empirickej analýzy

potvrdzujú, že regionálne rozdiely v rámci EÚ sú determinované najmä dlhodobými štrukturálnymi ekonomickými a sociálnymi faktormi. Tieto zistenia môžu zároveň slúžiť ako podklad pre tvorbu regionálnych politík zameraných na znižovanie regionálnych nerovností a podporu vyváženého regionálneho rozvoja.

Pokiaľ ide o druhú otázku, faktory, ktoré najviac ovplyvňujú ekonomickú a životnú úroveň regiónov, jednoznačne ide o ekonomicko-vzdelanostné faktory. Do najväčšej miery je ekonomická vyspelosť všetkých regiónov ovplyvnená čistým príjmom obyvateľov a vysokou produkciou regiónu ako takého. K vysokej produkcii a vysokému disponibilnému príjmu napomáha investovanie do vedy a výskumu a podpora vzdelania obyvateľov. Zamestnanosť v technologických spoločnostiach väčšinou vyžaduje vyššie vzdelanie, ktoré môže byť dostupnejšie pri investícii vlád do vzdelania. Zároveň vysoká zamestnanosť v technologických odvetviach vedie k vyššiemu príjmu a celkovému rastu hrubého domáceho produktu.

Na základe výsledkov výskumu môžeme konštatovať, že ekonomická úroveň regiónov je ovplyvnená do veľkej miery úrovňou dosiahnutého vzdelania, na čo je zároveň nadviazaná zamestnanosť v high-tech spoločnostiach. Tieto majú významný vplyv na ekonomický rozvoj regiónov. Význam vidíme v zvyšovaní výdavkov na vedu a výskum, ktoré sa odzrkadľujú vo vyšších mzdách a tým znižujú riziko ohrozenia chudobou. V prípade obdobia po pandémii sú výsledky vzájomných korelácií do istej miery ovplyvnené pri ukazovateli výdavkov na vedu a výskum nedostatočnými údajmi za rok 2024. V prípade regiónov, u ktorých sú dáta dostupné sa potvrdzuje vzájomná závislosť - s narastajúcimi výdavkami na vedu a výskum rastie HDP.

Zároveň zdôrazňujeme, že vysokým tlakom na dlhé pracovné zmeny zamestnancov zamestnávatelia nedosiahnu vyššiu výkonnosť. Naopak, s nárastom počtu odpracovaných hodín jednotlivca klesá jeho výkonnosť a efektivita, čo sa odzrkadľuje v nižšom ekonomickom rozvoji regiónu. Riziko pri menej rozvinutých regiónoch vidíme v nedostatočnej pripravenosti zvládať globálne krízy, ktorú v našom výskume predstavuje pandémia COVID-19. Napriek trendu znižovania rozdielov v období pred pandémiou, práve obdobie krízy dokázalo vrátiť pozitívny trend niekoľko rokov späť. Odporúčame menej rozvinutým regiónom väčšiu prípravu na neočakávané globálne krízy, najmä v ekonomickej oblasti, s čím práve v období kríz môžu menej rozvinutým regiónom pomôcť rozvinutejšie regióny.

Ako problém, ktorý sa môže ukázať ako výrazný až niekoľko rokov po kríze, vidíme populárne riešenie chudobnejších regiónov, siahať na výdavky na vedu a výskum, ktorými kompenzujú iné straty. Toto považujeme za neracionálne, nakoľko práve výdavky na vedu a výskum sú kľúčové, pre ekonomický rozvoj. Nedostatočné pracovné príležitosti v high-tech spoločnostiach súvisiace s nízkou kvalifikáciou zamestnancov súvisia tiež s vyššou produkciou skleníkových plynov. Investície do výskumu a vedy môžu takisto viesť k znižovaniu emisii prostredníctvom menej nákladných alternatív, ktoré zároveň budú menšou záťažou pre podnikateľské subjekty.

Pokiaľ ide o faktor turizmu a environmentálny faktor, tieto do veľkej miery neovplyvňujú ekonomickú vyspelosť regiónu. S nárastom turizmu a populácie prirodzene rastie produkcia emisií skleníkových plynov. Zistili sme, že regióny, ktoré sú viac vzdelané, alebo majú väčšiu zamestnanosť v technologických spoločnostiach, nie sú viac environmentálne a nepreukázala sa štatisticky významná prepojenosť medzi ekologickosťou a vzdelanosťou, alebo inými ukazovateľmi.

Pokiaľ ide o naše opatrenia, jednoznačne odporúčame posilňovať ekonomickú spoluprácu regiónov založenú najmä na obchodovaní, ale aj migrácii pracovnej sily. Odporúčame tvorcom politík investovať do vedy, výskumu a vzdelávania, čo v konečnom dôsledku bude viesť k rastu disponibilného príjmu, rastu hrubého domáceho produktu a tým pádom aj k vyšším daňovým príjmom. Zároveň odporúčame, aby výdavky na vzdelanie, vedu

a výskum neboli obmedzované v období kríz, pretože práve obmedzenie investícii do vzdelania, vedy a výskumu v období kríz najviac zabrzdí ekonomický rozvoj regiónu aj po skončení krízy.

POĎAKOVANIE: *Poďakovanie patrí doc. Ing. Stanislavovi Kološtovi za odborné vedenie, cenné rady a trpezlivosť.*

PRÍLOHY

Príloha 1

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.48980171
R Square	0.239905716
Adjusted R Square	0.23676483
Standard Error	0.011506191
Observations	244

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1	0.01011234	0.01011234	76.38155469	3.97245E-16
Residual	242	0.032038971	0.000132392		
Total	243	0.042151311			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	0.204533179	0.018762028	10.90144282	8.98622E-23	0.167575452	0.241490906
ln HDP (2015)	-0.016217151	0.001855583	-8.739654152	3.97245E-16	-0.019872306	-0.012561996

Príloha 2

Korelačná matica (korelačné koeficienty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Emisie skleníkových plynov	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	**1.000**	0.162	0.702	-0.508	0.082	0.007	0.702	-0.337	0.814	0.152	-0.537
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.162	**1.000**	-0.030	0.048	0.322	0.153	0.018	0.171	0.197	-0.262	-0.110
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.702	-0.030	**1.000**	-0.511	0.128	-0.024	0.549	-0.408	0.422	0.435	-0.215
Riziko chudoby	-0.508	0.048	-0.511	**1.000**	0.158	0.032	-0.305	0.621	-0.496	-0.530	0.048
Populácia	0.082	0.322	0.128	0.158	**1.000**	0.749	-0.017	0.213	0.168	-0.269	-0.085
Emisie skleníkových plynov	0.007	0.153	-0.024	0.032	0.749	**1.000**	-0.105	0.089	0.121	-0.110	-0.016
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.702	0.018	0.549	-0.305	-0.017	-0.105	**1.000**	-0.309	0.607	0.202	-0.576
Podiel predčasne ukončeného štúdia	-0.337	0.171	-0.408	0.621	0.213	0.089	-0.309	**1.000**	-0.280	-0.692	-0.073
Disponibilný príjem domácností	0.814	0.197	0.422	-0.496	0.168	0.121	0.607	-0.280	**1.000**	-0.045	-0.605
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.152	-0.262	0.435	-0.530	-0.269	-0.110	0.202	-0.692	-0.045	**1.000**	0.203
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.537	-0.110	-0.215	0.048	-0.085	-0.016	-0.576	-0.073	-0.605	0.203	**1.000**

Korelačná matica (p-hodnoty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Emisie skleníkových plynov	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)		0.037	0.000	0.000	0.184	0.469	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.037		0.373	0.300	0.000	0.045	0.420	0.029	0.015	0.002	0.114
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.000	0.373		0.000	0.080	0.398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
Riziko chudoby	0.000	0.300	0.000		0.040	0.364	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301
Populácia	0.184	0.000	0.080	0.040		0.000	0.425	0.009	0.031	0.001	0.174
Emisie skleníkových plynov	0.469	0.045	0.398	0.364	0.000		0.124	0.163	0.092	0.113	0.430
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.000	0.420	0.000	0.000	0.425	0.124		0.000	0.000	0.012	0.000
Podiel predčasne ukončeného štúdia	0.000	0.029	0.000	0.000	0.009	0.163	0.000		0.001	0.000	0.212
Disponibilný príjem domácností	0.000	0.015	0.000	0.000	0.031	0.092	0.000	0.001		0.310	0.000
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.046	0.002	0.000	0.000	0.001	0.113	0.012	0.000	0.310		0.012
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	0.000	0.114	0.008	0.301	0.174	0.430	0.000	0.212	0.000	0.012	

Príloha 3

Korelačná matica (korelačné koeficienty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Emisie skleníkových plynov	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	**1.000**	0.064	0.713	-0.447	0.182	0.083	0.678	-0.257	0.722	0.249	-0.475
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.064	**1.000**	-0.048	0.032	0.303	0.081	-0.024	-0.013	0.029	-0.216	0.011
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.713	-0.048	**1.000**	-0.458	0.196	0.011	0.561	-0.360	0.411	0.436	-0.186
Riziko chudoby	-0.447	0.032	-0.458	**1.000**	0.026	-0.032	-0.323	0.512	-0.493	-0.577	0.083
Populácia	0.182	0.303	0.196	0.026	**1.000**	0.712	0.148	0.132	0.214	-0.179	-0.165
Emisie skleníkových plynov	0.083	0.081	0.011	-0.032	0.712	**1.000**	0.050	0.156	0.205	-0.019	-0.191
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.678	-0.024	0.561	-0.323	0.148	0.050	**1.000**	-0.169	0.655	0.240	-0.527
Podiel predčasne ukončeného štúdia	-0.257	-0.013	-0.360	0.512	0.132	0.156	-0.169	**1.000**	-0.124	-0.467	-0.200
Disponibilný príjem domácností	0.722	0.029	0.411	-0.493	0.214	0.205	0.655	-0.124	**1.000**	0.122	-0.757
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.249	-0.216	0.436	-0.577	-0.179	-0.019	0.240	-0.467	0.122	**1.000**	0.110
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.475	0.011	-0.186	0.083	-0.165	-0.191	-0.527	-0.200	-0.757	0.110	**1.000**

Korelačná matica (p-hodnoty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Emisie skleníkových plynov	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)		0.203	0.000	0.000	0.008	0.141	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.203		0.265	0.337	0.000	0.146	0.379	0.433	0.352	0.002	0.443
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.000	0.265		0.000	0.005	0.445	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
Riziko chudoby	0.000	0.337	0.000		0.368	0.339	0.000	0.000	0.000	0.000	0.139
Populácia	0.008	0.000	0.005	0.368		0.000	0.027	0.043	0.002	0.010	0.016
Emisie skleníkových plynov	0.141	0.146	0.445	0.339	0.000		0.257	0.021	0.004	0.400	0.006
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.000	0.379	0.000	0.000	0.027	0.257		0.013	0.000	0.001	0.000
Podiel predčasne ukončeného štúdia	0.000	0.433	0.000	0.000	0.043	0.021	0.013		0.053	0.000	0.004
Disponibilný príjem domácností	0.000	0.352	0.000	0.000	0.002	0.004	0.000	0.053		0.057	0.000
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.001	0.002	0.000	0.000	0.010	0.400	0.001	0.000	0.057		0.077
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	0.000	0.443	0.007	0.139	0.016	0.006	0.000	0.004	0.000	0.077	

Príloha 4

Korelačná matica (korelačné koeficienty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	**1.000**	0.329	0.635	-0.327	-0.022	0.678	-0.192	0.602	0.256	-0.241
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.329	**1.000**	0.083	-0.012	0.541	-0.038	0.141	0.358	-0.268	0.048
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.635	0.083	**1.000**	-0.193	0.045	0.628	-0.460	0.170	0.482	-0.059
Riziko chudoby	-0.327	-0.012	-0.193	**1.000**	0.267	-0.193	0.567	-0.418	-0.614	-0.146
Populácia	-0.022	0.541	0.045	0.267	**1.000**	-0.152	0.169	0.069	-0.478	0.134
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.678	-0.038	0.628	-0.193	-0.152	**1.000**	-0.213	0.411	0.351	-0.372
Podiel predčasne ukončeného štúdia	-0.192	0.141	-0.460	0.567	0.169	-0.213	**1.000**	-0.175	-0.649	-0.327
Disponibilný príjem domácností	0.602	0.358	0.170	-0.418	0.069	0.411	-0.175	**1.000**	-0.002	-0.209
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.256	-0.268	0.482	-0.614	-0.478	0.351	-0.649	-0.002	**1.000**	0.164
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.241	0.048	-0.059	-0.146	0.134	-0.372	-0.327	-0.209	0.164	**1.000**

Korelačná matica (p-hodnoty)	Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	Počet prenocovaní zahraničných turistov	Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	Riziko chudoby	Populácia	Výdavky na vedu, výskum a vývoj	Podiel predčasne ukončeného štúdia	Disponibilný príjem domácností	Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)		0.009	0.000	0.010	0.440	0.000	0.088	0.000	0.035	0.044
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.009		0.281	0.466	0.000	0.394	0.161	0.005	0.028	0.370
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.000	0.281		0.088	0.377	0.000	0.000	0.117	0.000	0.340
Riziko chudoby	0.010	0.466	0.088		0.029	0.088	0.000	0.001	0.000	0.153
Populácia	0.440	0.000	0.377	0.029		0.143	0.117	0.316	0.000	0.173
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.000	0.394	0.000	0.088	0.143		0.067	0.001	0.006	0.004
Podiel predčasne ukončeného štúdia	0.088	0.161	0.000	0.000	0.117	0.067		0.110	0.000	0.010
Disponibilný príjem domácností	0.000	0.005	0.117	0.001	0.316	0.001	0.110		0.494	0.070
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.035	0.028	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.494		0.124
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	0.044	0.370	0.340	0.153	0.173	0.004	0.010	0.070	0.124	

Príloha 5

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,674
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	832,793
	df	55
	Sig.	,000

Príloha 6

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,670
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1033,953
	df	55
	Sig.	,000

Príloha 7

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,640
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	259,030
	df	45
	Sig.	,000

Príloha 8

Rotated Component Matrix[a]

	Component		
	1	2	3
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	0.868	0.329	0.099
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.225	-0.259	0.416
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.524	0.595	0.105
Riziko chudoby	-0.323	-0.762	0.022
Populácia	0.060	-0.117	0.925
Emisie skleníkových plynov	-0.087	0.037	0.899
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.807	0.230	-0.099
Podiel predčasne ukončeného štúdia	-0.126	-0.845	0.128
Disponibilný príjem domácnosti	0.856	0.171	0.193
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	-0.100	0.867	-0.188
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.817	0.258	0.007

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with

a. Rotation converged in 5 iterations.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.960	35.998	35.998	3.960	35.998	35.998	3.272	29.745	29.745
2	2.469	22.444	58.442	2.469	22.444	58.442	2.739	24.901	54.646
3	1.539	13.992	72.434	1.539	13.992	72.434	1.957	17.788	72.434
4	0.871	7.922	80.357						
5	0.653	5.938	86.295						
6	0.502	4.564	90.859						
7	0.327	2.976	93.834						
8	0.255	2.314	96.149						
9	0.197	1.787	97.935						
10	0.146	1.325	99.260						
11	0.081	0.740	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Príloha 9

Component Matrix[a]

	Component			
	1	2	3	4
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	0.794	0.388	0.059	0.133
Počet prenocovaní zahraničných	0.000	-0.054	0.122	0.939
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.504	0.615	0.087	0.041
Riziko chudoby	-0.294	-0.763	-0.029	0.042
Populácia	0.146	-0.049	0.879	0.279
Emisie skleníkových plynov	0.063	-0.039	0.942	-0.079
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.803	0.248	0.013	-0.006
Podiel predčasne ukončeného štúdia	0.028	-0.795	0.170	-0.168
Disponibilný príjem domácností	0.891	0.151	0.139	0.003
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.020	0.802	-0.019	-0.320
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.853	0.281	-0.096	0.100

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.883	35.298	35.298	3.883	35.298	35.298	3.166	28.781	28.781
2	2.269	20.628	55.926	2.269	20.628	55.926	2.556	23.235	52.016
3	1.420	12.908	68.834	1.420	12.908	68.834	1.743	15.847	67.863
4	1.021	9.285	78.118	1.021	9.285	78.118	1.128	10.255	78.118
5	0.729	6.627	84.745						
6	0.483	4.390	89.135						
7	0.405	3.680	92.815						
8	0.301	2.736	95.552						
9	0.236	2.149	97.701						
10	0.159	1.444	99.145						
11	0.094	0.855	100.000						

Extraction Method: Principal

Príloha 10

Rotated Component Matrix[a]

	Component			
	1	2	3	4
Hrubý domáci produkt na obyvateľa (PPP)	0.744	0.038	0.135	0.512
Počet prenocovaní zahraničných turistov	0.047	-0.055	0.797	0.373
Zamestnanosť v technologických spoločnostiach	0.887	0.334	0.110	-0.077
Riziko chudoby	-0.038	-0.633	0.232	-0.633
Populácia	-0.003	-0.099	0.886	-0.120
Výdavky na vedu, výskum a vývoj	0.857	-0.053	-0.179	0.240
Podiel predčasne ukončeného štúdia	-0.252	-0.826	0.131	-0.109
Disponibilný príjem domácností	0.242	-0.025	0.167	0.874
Absolventi vyššieho ako základného vzdelania	0.365	0.701	-0.462	0.062
Priemerný počet odpracovaných hodín za týždeň	-0.361	0.707	0.300	-0.241

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.[a]

a. Rotation converged in 7 iterations.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3.438	34.378	34.378	3.438	34.378	34.378	2.464	24.644	24.644
2	2.222	22.222	56.600	2.222	22.222	56.600	2.203	22.033	46.677
3	1.549	15.494	72.094	1.549	15.494	72.094	1.883	18.834	65.512
4	1.058	10.578	82.672	1.058	10.578	82.672	1.716	17.161	82.672
5	0.492	4.916	87.589						
6	0.433	4.326	91.915						
7	0.299	2.991	94.906						
8	0.233	2.330	97.236						
9	0.152	1.516	98.751						
10	0.125	1.249	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Literatúra

ARORA. J. S. 2012. Introduction to Optimum Design (Third Edition). [online]. New York : Academic Press. [cit. 2024-11-13]. Dostupné na internete: https://www.sciencedire ct.com/book/9780123813756/introduction-to-optimum-design.

BARRO, R.J. 1984. Macroeconomics. NewYork: Wiley, 596 s. ISBN 978-0471874072.

BARRO, R. J., SALA–I–MARTIN, X. 2004. Economic growth. London: The MIT Press, 2004. 654 s. ISBN 0–262–02553–1.

BAUMOL, W.J. 1986. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long Run Data Show. American Economic Review, 76, s. 1072—1085, ISSN 0002-8282.

COUTINHO, L., TURRINI, A. 2019. Convergence and macroeconomic imbalances. In: Quarterly Report on the Euro Area (QREA), 2019, vol. 18, issue 1, s. 37-51.

DODGE, Y. 2008. Coefficient of Variation. In: The Concise Encyclopedia of Statistics. New York : Springier. Dostupné online: https://doi.org/10.1007/978-0-387-32833-1_65.

EDWARDS. C. M., WOODS. M. C., 2007. Factor Analysis and Related Methods In: Hanbook of Statistics vol. 27, s. 174-201. ISSN 0169-7161. Dostupné na internete: https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B97804445373795 00098.

European Commission. 2024. Cohesion policy. Dostupné online: https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/what/investment-policy_en?wt-search=yes.

European Commission. 2025. HDP – Čo je hrubý domáci produkt (HDP)? [online]. [cit. 2026-03-08]. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=446833.

Eurostat. 2024. Dataset. [online]. [cit. 2025-01-20] Dostupné online: https://ec.europa.eu/ eurostat/databrowser/explore/all/all_themes.

Eurostat. 2024. Nomenclature of territorial units for statistics. [online]. [cit. 2025-01-20]. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts.

Eurostat. 2023. Tourism: €572 billion gross hodnota added in the EU. [online]. [cit. 2026-03-09]. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/wdn-20230414-1.

FITZGERALD, J. 2015. Problems Interpreting National Accounts in a Globalised Economy – Ireland. In The Economic and Social Research Institute. Dublin: ESRI. 27 s. Dostupné na internete: https://www.esri.ie/system/files/publications/QEC2015SUM_SA_ FitzGerald.pdf.

GACZEK, W. M., WOJCIECH, K. 2017. Regional convergence and divergence in Poland. In Studia Regionalia, vol. 50, s. 63-85. ISSN 0860-3375. Dostupné na internete: https://bibliotekanauki.pl/articles/2091983.

HAIR. J. F., et al. 2019. Eight Edition. Multivariate data analysis. Hampshire: Cengage Learning, EMEA. 814 s. Dostupné na internete: https://eli.johogo.com/Class/CCU/SEM/_Multivariate%20Data%20Analysis_Hair.pdf.

HINDLS. R., HRONOVÁ, S., SEGER, J. 2004. Statistika pro ekonomy. Praha: Professional Publishing, 415 s. ISBN 80-86419-59-2.

KAISER. F. H.1958. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis In: Psychometrika 23, s. 187-200. ISSN 0033-3123.

KOLOŠTA, S. 2022. Využitie kompozitných ukazovateľov pri hodnotení verejných politík. Belianum, 102 s. ISBN 978-80-557-1953-5.

KOVÁČ, U., KOVÁČ GERULOVÁ, L., BUČEK, M. 2011. Metodologické prístupy k meraniu konvergencie. In: Prognostické práce, 3, 2011, č. 5. Bratislava : Prognostický ústav Slovenskej akadémie vied. ISSN: 1338-3590. Dostupné online: https://www.prog.sav.sk/wp-content/uploads/clanok1-PP-5-Kovac.pdf.

KRÁĽ, P., KANDEROVÁ, M., KAŠČÁKOVÁ, A., NEDELOVÁ, G., VALENČÁKOVÁ, V. 2009. Viacrozmerné štatistické metódy so zameraním na riešenie problémov ekonomickej praxe. Banská Bystrica: Ekonomická fakulta UMB, 175 s. ISBN 978-80-8083-840-9.

LUBYOVÁ, M., VOJTKOVÁ, M. 2014. Analýza miery atraktívnosti národných ekonomík pre zahraničných investorov v novom globalizovanom prostredí. In Ekonomický časopis, 62 (6), s. 557-578. ISSN 0013-3035. Dostupné na internete: https://www.sav.sk/journals/uploads/0620142806%2014%20Lubyova-Vojtkova%20+%20RS%20+%20F.pdf

MAGAZZINO, C., MELE, M. 2022. Testing the convergence and the divergence in five Asian countries: from a GMM model to a new Machine Learning algorithm. In: Journal of Economic Studies, Vol. 49, No. 6, 2022, s. 1002-1016. ISSN: 1443585.

MISHRA, S. 2007. A Comparative Study of Various Inclusive Indices and the Index Constructed by the Principal Components Analysis. In SSRN Electronic Journal, s. 1-14. ISSN 1556-5068.

MULAIK. S. A., 2009. Foundations of Factor Analysis, New York ISBN: 9780429132094. Dostupné na internete: https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b15851/foundations-factor-analysis-stanley-mulaik

NASEER, M. et al. 2019. Critical Issues at the Upstream Level in Sustainable Supply Chain Management of Agri-Food Industries: Evidence from Pakistan's Citrus Industry. In Sustainability, 11 (5), s. 1-19. ISSN 2071-1050. Dostupné online:

https://www.researchgate.net/publication/331477844_Critical_Issues_at_the_Upstream_Level_in_Sustainable_Supply_Chain_Management_of_Agri-Food_Industries_Evidence_from_Pakistan's_Citrus_Industry.

NICOLETTI, G., SCARPETTA, S., BOYLAUD, O. 2000. Summary indicators of product market regulation with an extension to employment protection legislation. Economics Department Working Paper No. 226. OECD. 87 s. ISSN 18151973.

PENCAVEL, J. H. 2014. The productivity of working hours. In Economic Journal 125 (589), s. 2052-2076. ISSN 1468-0297. Dostupné na internete: https://www.iza.org/publications/dp/8129.

PACI, R., MARROCU, E. 2014. Tourism and regional growth in Europe. In Papers in Regional Science 93 (1), s. 25-51. ISSN 1435-5957. Dostupné na internete: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056819023005535.

RODRÍGUEZ-POSE, A. et. al. 2018. Regional inequality in Europe: evidence, theory and policy implications. In Journal of Economic Geography, Volume 19, Issue 2, March 2019, s. 273–298. ISSN 1468-2702. Dostupné online: https://academic.oup.com/joeg/articleabstract/19/2/273/4989323?redirectedFrom=fulltext.

ROTARU, A. et al. 2024. Assessment of regional development level in Romania through Principal component analysis. In Journal Central European Agriculture, 25 (2), s. 588-605. ISSN 1332-9049. Dostupné na internete: https://jcea.agr.hr/en/issues/article/4176.

SIGUDLA, J., MARITZ, J. E. 2023. Exploratory factor analysis of constructs used for investigating research uptake for public healthcare practice and policy in a resource-limited setting, South Africa. In BMC Health Services Research 23:1423, s. 1-8. ISSN 1472-6963. Dostupné na internete: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10724913.

SOUKUP, J., SOUKUPOVÁ, J. 2021. Beta and sigma convergence of V4 countries and the European Union. In: The 15th International Days of Statistics and Economics, s. 966-976.

STANKOVIČOVÁ, I., VOJTKOVÁ, M. 2007. Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami. Iura Edition. 261 s. 978-80-8078-152-1.

ŠUSTER, M. 2024. Dlhodobé trendy v ekonomickom vývoji [online]. [cit. 2025-01-22]. Dostupné na internete: https://www.nbs.sk/_img/documents/publik/prednaska_dlhodoby_trend_rastu.pdf.

YOUNG. A. T., HIGGINS, M. J., LEVY, D. 2008. Sigma Convergence Versus Beta Convergence: Evidence from U.S. County-Level Data. In: Journal of Money, Credit and Banking, vol. 40. Dostupné online: https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2008.00148.x.

sekcia MARKETINGU, OBCHODU A INOVAČNÉHO MARKETINGU

VYUŽITIE METÓD TVORIVOSTI PRI NÁVRHU INOVÁCIE SPOLOČENSKY ZODPOVEDNÉHO PRODUKTU ZOHĽADŇUJÚC PRINCÍPY UDRŽATEĽNOSTI

USE OF CREATIVITY METHODS IN DESIGNING SOCIALLY RESPONSIBLE PRODUCT INNOVATION TAKING INTO ACCOUNT THE PRINCIPLES OF SUSTAINABILITY

Dáša Dragunová[1], Erika Loučanová [2]

[1] *Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xdragunova@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The article deals with the design of an ecological innovation in the field of medical devices with a focus on eliminating the negative environmental impacts of traditional fixation systems. The main goal is to create a sustainable alternative to orthopedic devices made of composite materials, which show a low level of recyclability. Advanced creativity methods were used in the design, primarily brainstorming and brainsketching, supplemented by the analytical-synthetic method. The resulting solution is an innovative textile sock with integrated TPU reinforcement in the shape of a Voronoi structure. The designed product meets the criteria of the circular economy thanks to the technical recyclability of TPU and the extension of the product's service life.

Key words: innovations, inventions, Voronoi structure, orthopedic devices, sustainable development, methods and techniques of creativity

Úvod

Nevyhnutnou súčasťou globálneho trhu je systematické riadenie inovácií v kontexte trvalo udržateľného rozvoja založenom na ekologických inováciách. Preto sú inovácie úzko prepojené aj s udržateľným rozvojom, pretože limity prírodného prostredia začali brzdiť hospodársky rast. Do veľkej miery ho ovplyvňujú aj rastúce klimatické zmeny a environmentálne problémy. V dôsledku zhoršovania stavu životného prostredia je téma ekologických inovácií, udržateľnosti a celej environmentálnej agendy veľmi dôležitou témou a je súčasťou inovačných stratégií (Loučanová a kol., 2018). Dynamika trhu sa líši od dynamiky životného prostredia. Tento rozdiel pomáha vysvetliť, prečo podniky nie sú schopné dostatočne zabezpečiť udržateľný hospodársky rozvoj (Bocken, Schort, 2016). Vzhľadom na rozdiely v obmedzenosti prírodných zdrojov, klimatických zmien a ďalších environmentálnych problémov a hrozieb pre hospodársky pokrok sa inovácia stala kľúčovým motorom udržateľného rozvoja. V odbornej literatúre sa môžeme stretnúť nielen s pojmom ekologická inovácia, ale aj s pojmami udržateľná inovácia, environmentálna inovácia, inovácia zameraná na udržateľnosť a inovácia pre udržateľnosť, ktoré nepokrývajú celý rozsah tohto pojmu,

pretože im chýba koncepčný základ, čo sa odráža v zdôrazňovaní ich environmentálneho rozmeru, najmä preto, že firmy môžu mať na takýchto akciách ekonomický záujem (Dyllick a Hockerts, 2002). Nedávny prehľad však poukazuje na rastúci záujem o skúmanie konvergencie rôznych konceptov udržateľnosti a riadenia inovácií v podnikaní (Adams a kol., 2016). Inovácia sa už nespája len s výrobným procesom. V dnešnej dobe inovácie ovplyvňujú a sú úzko prepojené so všetkými oblasťami spoločnosti.

Preto náš príspevok sa zameriava na prepojenie oblastí tvorivosti, inovácií, zdravotníckych pomôcok a udržateľnosti. Konkrétne sa zaoberá návrhom ekologickej inovácie na báze princípov cirkulárnej ekonomiky a pokročilých metód a techník tvorivosti s cieľom zabezpečiť udržateľnú spotrebu a minimalizovať environmentálnu záťaž v oblasti zdravotníckych pomôcok prostredníctvom využitia recyklovateľných materiálov a optimalizácie dizajnu so zameraním na elimináciu plastového odpadu.

Experimentálna časť

Pre samotný návrh ekologickej inovácie na báze princípov cirkulárnej ekonomiky a pokročilých metód a techník tvorivosti s cieľom zabezpečiť udržateľnú spotrebu a minimalizovať environmentálnu záťaž v oblasti zdravotníckych pomôcok prostredníctvom využitia recyklovateľných materiálov a optimalizácie dizajnu so zameraním na elimináciu plastového odpadu.

Ako základný výskumný problém bol definovaný negatívny dopad kombinovaných plastov a kompozitov v ortopédii na ekosystém, ich obmedzená recyklovateľnosť a potreba univerzálneho fixačného systému. Na základe definovaného problému a použitia pokročilých metód a techník tvorivosti boli navrhnuté invencie kde na základe štúdie realizovateľnosti bol následne vybraný optimálny variant návrhu inovácie zodpovedajúci stanoveným kritériám. Ako základná metóda výskumu boli využité metódy a techniky tvorivosti , ako brainstorming, brainsketching, pozorovanie, podporené analyticko-syntetickou metódou. Následne prostredníctvom analýzy sme rozoberali vlastnosti termoplastických polymérov a ich následnú syntézu sme navrhli výslednú inováciu – založenú na integrácii Voronoi štruktúry do textilného základu.

V rámci analýzy inovatívnych riešení sme hľadali odpovede na otázky:

- Ktorá geometrická štruktúra umožňuje najlepšie rozloženie tlaku pri zachovaní flexibility?
- Aké materiály umožňujú uzavretý cyklus (odpad → surovina → nový produkt) v zdravotníctve?
- Ako eliminovať potrebu individuálneho tvarovania pri zachovaní ortopedickej účinnosti?
- Akým spôsobom spojiť komfort textilu s mechanickou odolnosťou výstuže?

Pri realizácii výsledného inovačného návrhu sme vychádzali z nasledujúcich kritérií:

- Materiálová udržateľnosť a ekologickosť: Využitie technicky recyklovateľného TPU a podpora cirkulárneho modelu.

- Funkčná flexibilita: Využitie Voronoi štruktúry pre rovnomerné rozloženie tlaku a univerzálnu adaptabilitu na rôzne typy chodidla.
- Komfort a priedušnosť: Kombinácia technického textilu a otvorenej bunkovej štruktúry výstuže.
- Sociálny aspekt: Eliminácia stigmatizácie zdravotníckej pomôcky vďaka modernému dizajnu podobnému športovým produktom.
- Ekonomická efektívnosť: Univerzálnosť riešenia, ktorá nevyžaduje individuálnu personalizáciu a znižuje výrobné náklady.

Pre vizualizáciu výsledného riešenia bola použitá metóda brainsketchingu. Následne boli prostredníctvom induktívno-deduktívnej metódy sumarizované výsledky a definované odporúčania pre implementáciu do výroby pomocou technológií. Pre prácu boli použité nástroje MS Office, grafické a vizualizačné aplikácie a Google funkcionality.

Vyhodnotenie a diskusia

V súčasnosti ortopedické pomôcky a fixačné systémy pre chodidlo sú často vyrábané z kombinácie plastov a kompozitných materiálov, ktoré:

- majú obmedzenú recyklovateľnosť,
- sú určené na dlhodobé, ale jednorazové použitie,
- po skončení životnosti sa často stávajú odpadom.

Z environmentálneho hľadiska to prispieva k rastu plastového odpadu v zdravotníctve, ktorý je ťažko spracovateľný v bežných recyklačných procesoch.

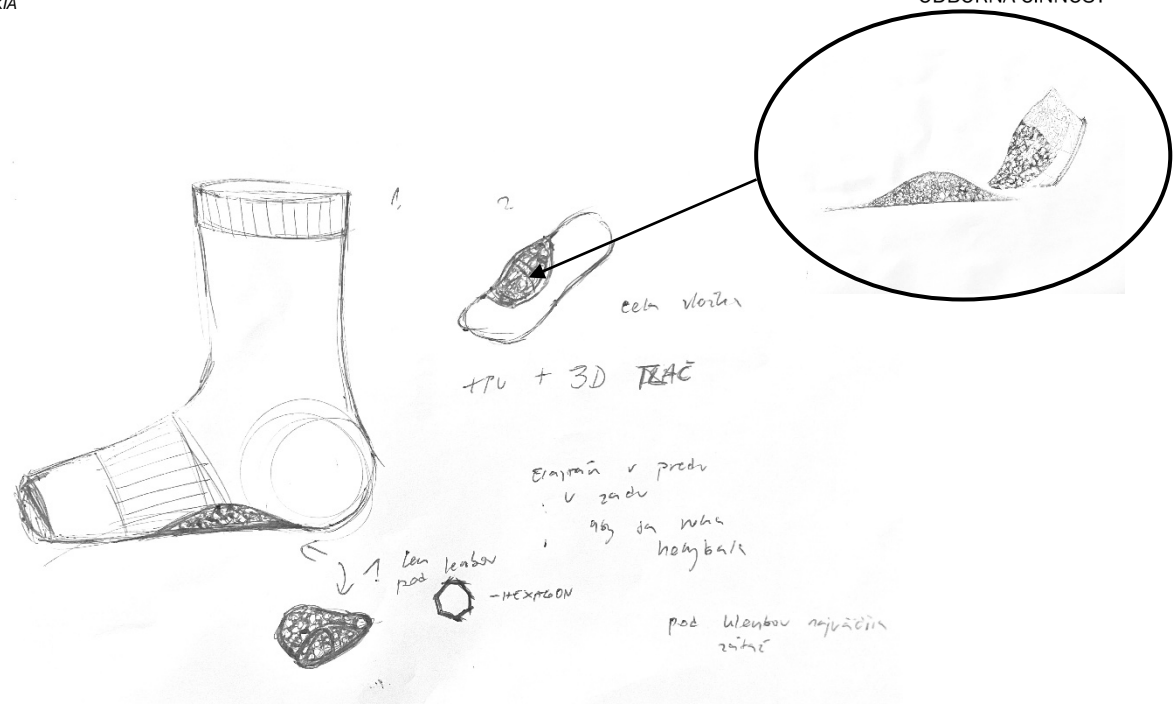
Preto je cieľom hľadať riešenia, ktoré využívajú:

- dlhú životnosť materiálov,
- opätovné spracovanie (recykláciu a upcykláciu),
- a optimalizáciu materiálovej spotreby.

Pre takto zadefinovaný problém sme sa snažili prostredníctvom metód a techník tvorivosti hľadať riešenia. Finálne a univerzálne riešenie je:

textilná ponožka s výstužou v tvare Voronoi štruktúry.

Navrhované riešenie pozostáva z textilnej ponožky, do ktorej je integrovaná TPU výstuž v tvare Voronoi štruktúry. Voronoi geometria vytvára sieť buniek s rôznou veľkosťou a hustotou. Táto štruktúra umožňuje flexibilitu pri pohybe, rovnomerné rozloženie tlaku, zníženie lokálnych tlakových bodov a univerzálne prispôsobenie rôznym typom chodidla bez personalizácie. Zároveň TPU materiál poskytuje pružnosť a mechanickú odolnosť, zatiaľ čo textilná časť zabezpečuje komfort a priedušnosť. Prvé skice návrhu a použitej Voronoi štruktúry znázorňuje obrázok 1.

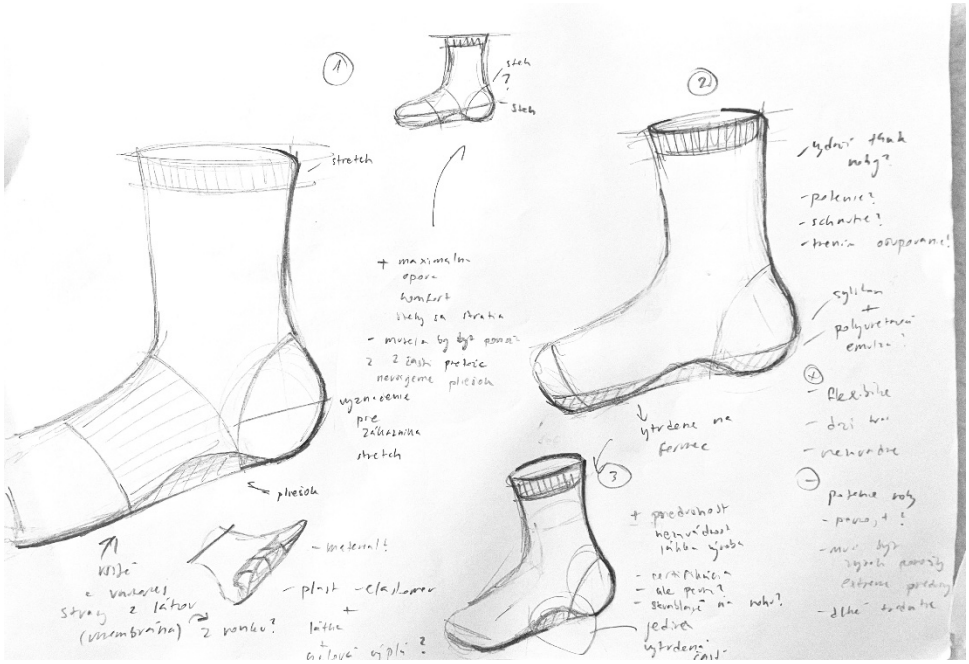


Obr. 1 Prvé skice, Voronoi štruktúra a zdôvodnenie
Fig. 1 First sketches, Voronoi structure and rationale

Samotný návrh týmto nespĺňa iba funkčné parametre, ale aj aspekty spoločensky zodpovedného produktu, a to teda aj ekologické, sociálne a ekonomické aspekty.

Ekologický aspekt spočíva v cirkulárnom prístup používania TPU materiálu. Použitý TPU síce nie je biologicky rozložiteľný v prírodnom prostredí, je však technicky recyklovateľný v priemyselných procesoch a môže byť súčasťou upcyklačných reťazcov. Potom ekologický prínos riešenia spočíva najmä v predĺžení životnosti produktu, znížení potreby jednorazových ortopedických pomôcok, možnosti opätovného spracovania materiálu a využití cirkulárneho modelu (odpad → surovina → nový produkt). Okrem toho niektoré TPU materiály môžu obsahovať čiastočne obnoviteľné suroviny (bio-based komponenty), ktoré znižujú závislosť od fosílnych zdrojov. Tieto materiály síce zostávajú stále chemicky TPU polymérmi, nie sú biologicky rozložiteľné, ale môžu mať nižšiu environmentálnu stopu vo výrobe.

Ďalšou výhodou tohto inovačného návrhu je univerzálnosť riešenia, ktorá eliminuje stigmatizácie zdravotníckych pomôcok, vizuálna podobnosť s bežným športovým alebo technickým produktom a vyšší komfort používania. Ortopedická vložka vyrobená z TPU Voronoi, predstavujúca ortopedickú výstup ponožky je spracovaný do Voronoi štruktúry pomocou 3D tlače alebo formovania. Samotná ponožka je vyrábaná pomocou 3D pletenia alebo technických textilných metód, čím vytvára flexibilnú, ale stabilnú výstužnú sieť, ktorá umožňuje integrovať rôzne zóny elasticity a zabezpečiť komfort pri nosení. Z pohľadu týchto aspektov a benefitov nášho návrhu, má tento návrh aj sociálny rozmer.



Obr. 2 Návrh inovácie ortopedickej ponožky so Voronoi štruktúrou
Fig. 2 Innovation proposal to orthopedic socks with Voronoi structures

Z pohľadu ekonomického je tento návrh inovácie ortopedickej ponožky so Voronoi štruktúrou je implementovateľný do výroby, nakoľko toto riešenie nevyžaduje individuálne tvarovanie, je univerzálne použiteľné pre rôzne typy chodidiel a môže sa nosiť v bežnej obuvi.

Záver

Navrhovaná fixačná ponožka s TPU Voronoi štruktúrou predstavuje univerzálne mechanické riešenie podpory chodidla bez potreby individuálneho tvarovania.

Ekologický prínos vychádza z:

- dlhej životnosti TPU materiálu,
- možnosti jeho recyklácie a upcyklácie,
- zníženia potreby jednorazových ortopedických pomôcok.

Projekt prepája biomechanickú funkčnosť, materiálové inžinierstvo a princípy cirkulárnej ekonomiky.

POĎAKOVANIE: *Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA 016TU Z-4/2025 Integrácia vybraných aspektov zelenej ekonomiky do výučby projektového manažmentu a manažmentu inovácií.*

Literatúra

ADAMS, R.; JEANRENAUD, S.; BESSANT, J.; DENYER, D.; OVERY, P. Inovácie zamerané na udržateľnosť: Systematický prehľad. *Int. J. Manag. Rev.* 2016 , *18* , 180–205.

BOCKEN, NM; SHORT, SW Smerom k obchodnému modelu zameranému na dostatočnosť: Skúsenosti a príležitosti. *Enviro. Innov. Soc. Trans.* 2016 , *18* , 41–61.

DYLLICK, T.; HOCKERTS, K. Nad rámec obchodného argumentu pre udržateľnosť podnikov. *Bus. Strategy Environ.* 2002 , *11* , 130–141.

LOUČANOVÁ, E., OLŠIAKOVÁ, M., & DZIAN, M., Suitability of innovative marketing communication forms in the furniture industry. *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen res Publica Slovaca*, 2018, *60*(1), 159-171.

LOUČANOVÁ, E.; ŠUPÍN, M.; ČOREJOVÁ, T.; REPKOVÁ-ŠTOFKOVÁ, K.; ŠUPÍNOVÁ, M.; ŠTOFKOVÁ, Z.; OLŠIAKOVÁ, M. Udržateľnosť a branding: Integrovaný pohľad na ekoinovácie a značku. *Udržateľnosť* 2021 , *13* , 732.

FLÓRUM – SYNERGIA ARCHITEKTÚRY A FLORISTIKY V AKADEMICKOM PROSTREDÍ

FLÓRUM – THE SYNERGY OF ARCHITECTURE AND FLORISTRY IN AN ACADEMIC ENVIRONMENT

Vanesa Dvorovenková[1], Miriam Olšiaková[2]

[1]*Technická univerzita vo Zvolene, Masaryka 24, 960 01 Zvolen*

[1]*v.dvorovenkova@gmail.com,* [2]*olsiakova@tuvzo.sk*

Abstract

In this paper, we present the FLÓRUM project, which introduces a unique "third place" concept designed for students at the Technical University in Zvolen. The study examines the synergy between architecture and floristry as a tool for eliminating significant barriers in the academic environment, particularly visual pollution and a lack of natural light. Through a quantitative survey with a 56% response rate, the study validates the high demand for such a space, with as many as 62.5% of respondents expressing a clear interest in visiting it. The results show that students primarily seek out biophilic elements—they consider the presence of greenery (51.8%) and aesthetic design (50.0%) to be key factors for their productivity and mental regeneration. By integrating high-quality digital infrastructure with a calming, nature-inspired environment, the FLÓRUM project offers a sustainable community hub that bridges the gap between the rigid academic environment and students' need for a restorative atmosphere.

Key words: biophilia, regeneration, mental relaxation, hybrid space, third place

Úvod

Súčasná doba, charakteristická vysokým tempom a neustálym digitálnym prepojením, vyvoláva čoraz silnejšiu potrebu hľadania priestorov pre spomalenie a regeneráciu. V prostredí akademickej obce je tento fenomén ešte vypuklejší – študenti sú vystavení nielen tlaku na výkon, ale aj deficitu prostredia, ktoré by prirodzene stimulovalo koncentráciu a zároveň poskytovalo mentálny oddych.

Práve táto potreba sa stala hlavným podnetom pre vznik projektu **FLÓRUM**. Koncept „third place" (tretieho miesta) medzi školou a domovom tu nadobúda podobu hybridného priestoru, kde sa hranica medzi kvetinovým ateliérom a kaviarenským „hubom" stiera v prospech biofílie a pokoja. Cieľom práce je navrhnúť priestor, ktorý prostredníctvom zelene a špecifického architektonického riešenia mezanínu reaguje na konkrétne potreby študentov Technickej univerzity vo Zvolene.

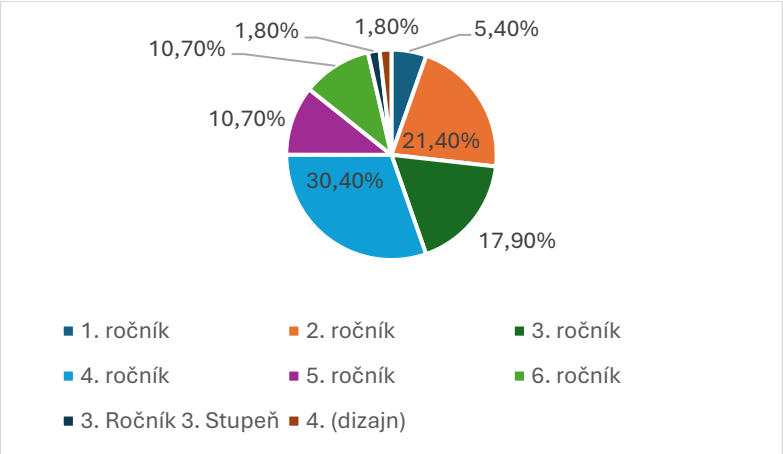
Objektívnosť návrhu sme podporili kvantitatívnym prieskumom zameraným na študentskú obec TUZVO. Výsledná analýza preferencií tvorí argumentačnú bázu pre architektonickú a biznisovú stratégiu, čo nám dovoľuje v nasledujúcich kapitolách koncipovať

FLÓRUM ako sociálne udržateľný priestor podložený reálnym dopytom a ekonomickou efektivitou

Experimentálna časť – realizácia a vyhodnotenie prieskumu

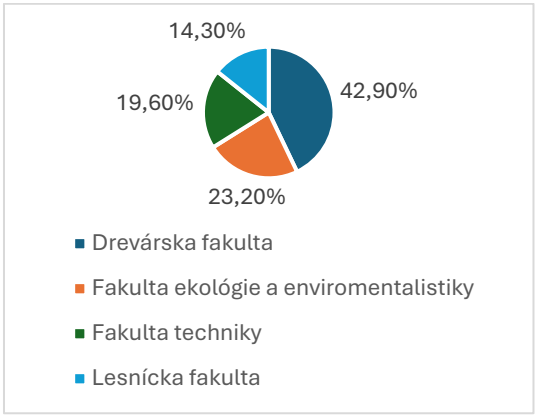
Realizácii samotného architektonického a biznisového návrhu predchádzal kvantitatívny prieskum, ktorého cieľom bolo identifikovať aktuálne potreby študentov a overiť opodstatnenosť vzniku nového typu priestoru v lokalite Zvolen.

Prieskum bol realizovaný formou anonymného online dotazníka, ktorý bol distribuovaný prostredníctvom sociálnych sietí a interných študentských skupín Technickej univerzity vo Zvolene. Zber dát prebiehal v období od 10. 4. do 20. 4. 2026. Celkovo bolo oslovených približne 100 študentov, z ktorých sa do prieskumu zapojilo 56 respondentov, čo predstavuje 56 % návratnosť dotazníkov. Hoci sa prieskumu zúčastnil limitovaný počet študentov, získané dáta poskytujú relevantný pohľad na základné trendy v preferenciách cieľovej skupiny a slúžia ako indikatívny podklad pre následný návrh konceptu FLÓRUM.

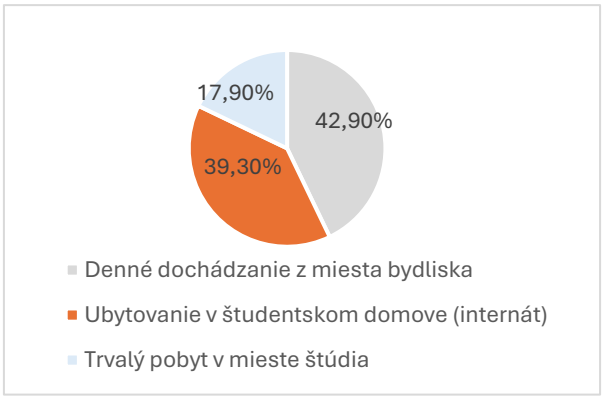


Obr. 1 Rozdelenie respondentov podľa ročníka štúdia
Fig. 1 Distribution of respondents by year of study

V prieskume dominujú najmä študenti 4. ročníka (vyše 30 %), pričom spolu so študentami druhého a tretieho ročníka tvoria silné jadro respondentov, zatiaľ čo najmenšie zastúpenie majú študenti doktorandského štúdia a špecifických odborov.

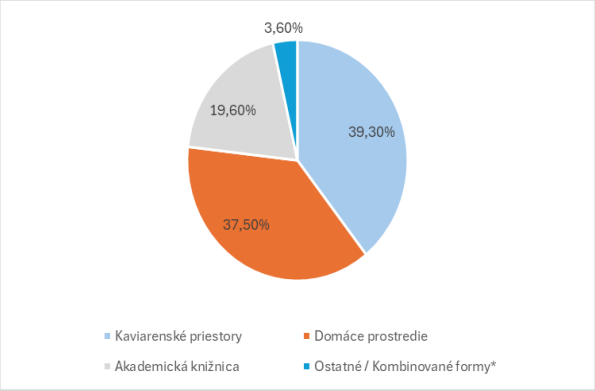


Obr. 2 Rozdelenie respondentov podľa fakulty
Fig. 2 Distribution of respondents by the faculty

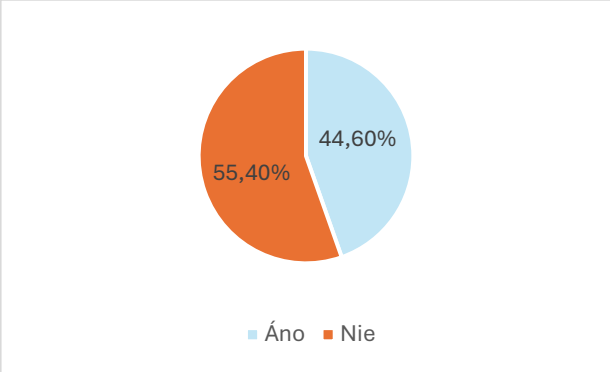


Obr. 3 Miesto pobytu počas štúdia
Fig. 3 Place of residence during studies

Ako vyplýva z údajov obsiahnutých v obr. 2, do prieskumu sa zapojili študenti všetkých štyroch fakúlt Technickej univerzity vo Zvolene, pričom najpočetnejšie zastúpenie mala Drevárska fakulta (42,9 %). Keďže významnú časť respondentov tvoria študenti denne dochádzajúci (42,9 %) alebo ubytovaní v študentských domovoch (39,3 %) (viď obr. 3), potvrdzuje sa naliehavá potreba vytvorenia takzvaného „tretieho miesta“ (third place). Takýto priestor by im poskytol adekvátne zázemie pre štúdium a regeneráciu v čase medzi prednáškami alebo po opustení internátnej izby, kedy absentuje prirodzené domáce prostredie.



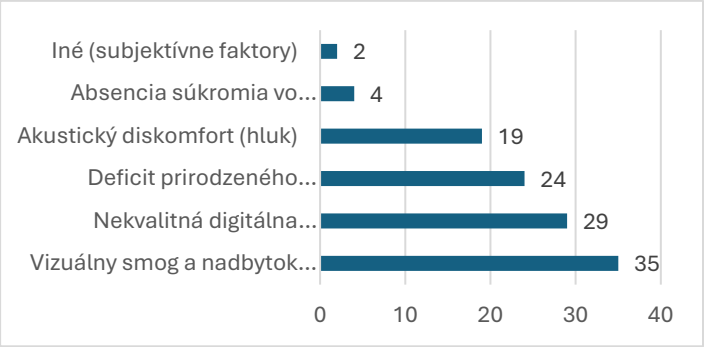
Obr. 4 Miesto prípravu na skúšky
Fig. 4 Place of preparing for exams



Obr. 5 Vhodnosť miesta na učenie
Fig. 5 Suitability of the place for learning

Hoci výsledky prieskumu zobrazené v rámci obr. 4 ukazujú, že študenti sa na skúšky pripravujú primárne v kaviarenských priestoroch (39,3 %) alebo v domácom prostredí (37,5 %), väčšina respondentov tieto miesta nepovažuje za vyhovujúce pre efektívny akademický výkon (obr. 5). Tento nesúlad medzi aktuálnymi možnosťami na štúdium a nespokojnosťou s prostredím, v ktorom sa študenti pripravujú na skúšku, zdôrazňuje absenciu navrhovaného priestoru v univerzitnom prostredí. Projekt FLÓRUM preto prichádza s ambíciou vyplniť túto medzeru a transformovať nevyhovujúce súčasné podmienky na profesionálne navrhnuté komunitné centrum, ktoré v sebe spája potrebný komfort so stimulujúcim prostredím pre prácu a vzdelávanie.

Zisťovanie najčastejších bariér, ktorým študenti čelia pri súčasných formách štúdia, bolo cieľom otázky č. 6. Najkritickejším faktorom je vizuálny smog a nadbytok rušivých podnetov (63,6 %), nasledovaný nedostatočnou digitálnou infraštruktúrou (52,7 %). Tieto zistenia sú brané na zreteľ pri navrhovaní architektúry a technologického vybavenia centra FLÓRUM, a to prostredníctvom vizuálne čistého, minimalistického dizajnu, implementácie vysokorýchlostného pripojenia a maximalizácie prístupu prirodzeného svetla (ktorého deficit pociťuje až 43,6 % opýtaných). FLÓRUM tak nie je len estetickou odpoveďou na potreby študentov, ale predovšetkým funkčným riešením konkrétnych priestorových a technických bariér, ktoré im v súčasnosti bránia v efektívnej príprave.



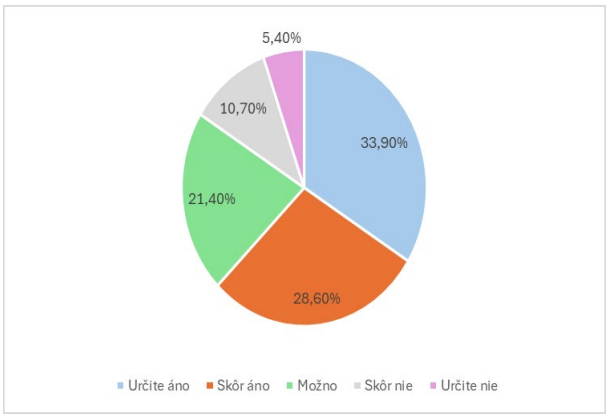
Obr. 6 Najčastejšie bariéry súčasného študijného prostredia
Fig. 6 The most common barriers in current studying environment

V nasledujúcich častiach dotazníka boli otázky zamerané na zisťovanie preferencií a predstáv, čo by malo ideálne miesto na študovanie obsahovať.

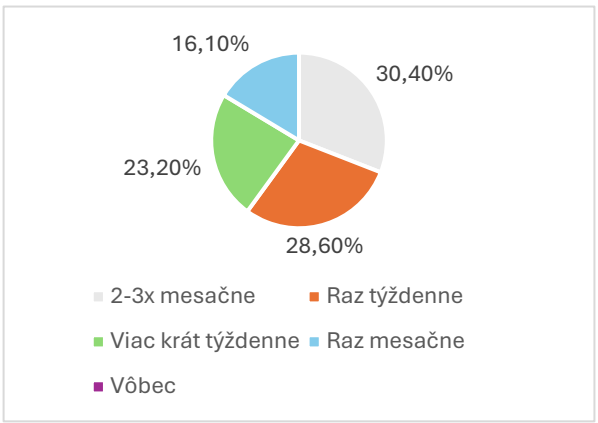


Obr. 7 Kľúčové atribúty ideálneho prostredia pre štúdium a oddych
Fig. 7 Key attributes of an ideal environment for studying and relaxation

Výsledky jednoznačne potvrdzujú opodstatnenosť navrhovaného konceptu, pričom najvyššie hodnotené atribúty – prítomnosť zelene (51,8 %) a estetický dizajn (50,0 %) – priamo potvrdzujú potrebu vytvorenie priestoru, kde sa budú prepájať prvky zamerané na synergiu architektúry a floristiky. Tento dopyt po vizuálne kvalitnom a biofilnom prostredí zároveň definuje projekt FLÓRUM ako nevyhnutnú kompenzačnú zónu voči identifikovaným bariéram, akými sú vizuálny smog a deficit prirodzeného svetla v akademickom prostredí.



Obr. 8 Potenciálny záujem o návštevu FLÓRA
Fig. 8 Potential interest in FLORUM visiting



Obr. 9 Predpokladaná frekvencia návštev
Fig. 9 Estimated frequency of visits

Vyhodnotenie otázok zameraných na potenciálny záujem o takýto priestor a jeho predpokladanú návštevnosť potvrdzuje nielen dopyt po koncepte takéhoto priestoru, ale aj jeho stabilnú návštevnosť v akademickom prostredí. Až 62,5 % respondentov vyjadrilo jasný záujem o návštevu FLÓRA (odpovede určite áno a skôr áno), viac ako polovica opýtaných (51,8 %) prejavila záujem využívať jeho potenciál na týždennej báze, z čoho až 23,2 % tvoria študenti s frekvenciou návštevy viackrát za týždeň. Tieto výsledky demonštrujú, že projekt FLÓRUM nie je vnímaný len ako príležitostná služba, ale ako integrálna súčasť denného režimu študentov, čo vytvára silný základ pre fungovanie aktívnej komunity a dlhodobú životaschopnosť celého konceptu.

Pri zisťovaní motivačných faktorov návštevnosti dominujú technické a pragmatické požiadavky, kde až 57,1 % respondentov považuje za kľúčovú digitálnu infraštruktúru (zásuvky a rýchle wi-fi). Významným lákadlom je však aj samotná poloha v tesnej blízkosti univerzity (51,8 %) a prítomnosť relaxačnej zóny (51,8 %), čo v kombinácii s dopytom po kvalitnej káve (50 %) definuje FLÓRUM ako multifunkčný uzol, kde sa potreba produktivity stretáva s fyziologickým a mentálnym oddychom. Tieto zistenia potvrdzujú, že úspech konceptu závisí od rovnováhy medzi technickým zázemím a esteticko-relaxačnou pridanou hodnotou

Analýza časových preferencií návštevnosti odhaľuje vysokú mieru flexibility využívania priestoru počas celého dňa, s miernou dominanciou popoludňajších hodín (25,5 %). Významný podiel odpovedí sa sústreďuje na čas medzi prednáškami (20 %) a večerné hodiny (20 %), čo potvrdzuje potrebu študentov TUZVO disponovať kvalitným zázemím pre regeneráciu aj mimo hlavného vyučovacieho bloku. Skutočnosť, že dopyt po priestore pretrváva aj počas víkendov (10,9 %) a nárazovo sa zvyšuje v skúškovom období (12,7 %), poukazuje na potenciál centra FLÓRUM fungovať ako stabilný komunitný bod s celoročnou prevádzkou, nezávislou len na rannom špičkovom dopyte po kofeíne.

Z hľadiska cenovej senzitivity a predpokladanej priemernej útraty prieskum ukázal, že dominantná časť cieľovej skupiny (38,2 %) je ochotná počas jednej návštevy minúť sumu v rozmedzí 3 € – 5 €. Významný podiel však tvoria aj respondenti s vyššou očakávanou útratou, kde až 30,9 % uvádza rozsah 5 € – 8 € a 14,5 % dokonca viac ako 8 €. Tieto zistenia sú kľúčové pre nastavenie cenotvorby produktového portfólia FLÓRUM – potvrdzujú, že takmer 84 % návštevníkov počíta s priamou konzumáciou alebo nákupom, čo výrazne posilňuje ekonomickú udržateľnosť a rentabilitu celého konceptu v akademickom prostredí.

Na základe výsledkov realizovaného prieskumu môžeme potvrdiť, že koncept FLÓRUM nie je len teoretickým návrhom, ale odpoveďou na reálny dopyt. Dominantný záujem o návštevu priestoru naznačuje, že kombinácia kvetinového ateliéru a tichej zóny úspešne vypĺňa medzeru v službách v okolí univerzity. Z hľadiska prevádzky sú kľúčové nasledujúce zistenia:

- Stabilita dopytu: Viac ako polovica respondentov plánuje pravidelnú návštevnosť v týždenných intervaloch. Pre projekt to znamená naznačenú potenciálnu mieru návratnosti zákazníkov, čo je základom pre stabilitu mesačných tržieb.
- Kľúčové magnety: Priorita kladená na technické vybavenie (zásuvky, wifi) a relaxačnú funkciu v tesnej blízkosti školy potvrdzuje správnosť investície do tichej zóny v mezaníne. Práve tieto prvky sú pre cieľovú skupinu dôležitejšie než samotný produkt, čo definuje FLÓRUM primárne ako „zážitkový a funkčný priestor“.

- Kúpyschopnosť: Rozdelenie ochoty míňať je pre projekt mimoriadne priaznivé. Výsledky vyvracajú mýtus o nízkej kúpyschopnosti študentov; takmer polovica cieľovej skupiny je pripravená investovať sumu, ktorá presahuje základnú cenu kávy. To vytvára priestor pre predaj doplnkového sortimentu (kvety, darčeky) a potvrdzuje reálnosť nastavených finančných cieľov.

Výsledky naznačujú opodstatnenosť vzniku projektu. FLÓRUM má potenciál stať sa strategickým bodom pre študentov aj tranzitných cestujúcich, pričom ich ochota platiť za pridanú hodnotu prostredia zabezpečuje ekonomickú udržateľnosť celého konceptu.

Návrhová časť - Predstavenie produktu FLÓRUM

FLÓRUM predstavuje hybridný mestský priestor spájajúci funkciu autorského kvetinového štúdia a komunitného hubu. Projekt priamo reaguje na potrebu spomalenia (slowing down) v dynamickom akademickom prostredí v susedstve Technickej univerzity. Architektonické riešenie, inšpirované konštrukčnou logikou pavilónu Freia, využíva vložený mezanín na funkčnú zonáciu: dynamické predajné prízemie a pokojovú zónu na poschodí určenú pre prácu a diskusiu. Ústredným pilierom je biofília – vedomé využitie vegetácie a prirodzeného svetla na podporu mentálnej regenerácie a kultiváciu komunitných vzťahov.

Priestorová definícia a prevádzka

Dominantou prízemia je centrálny pracovný ostrov, ktorý slúži ako bod interakcie a tvorby, obklopený plynulými predajnými plochami. Vertikálny kontrast medzi aktivitou prízemia a tichším kaviarenským mezanínom je kľúčovým princípom návrhu. Priestor definuje materiálová jednoduchosť a vysoká svetelnosť, čím vzniká prostredie podporujúce sústredenie a duševnú rovnováhu.

Viacúrovňová charakteristika produktu

V zmysle marketingového vnímania produktu FLÓRUM definujeme tieto úrovne:

- Jadro produktu: Mentálna regenerácia, estetický únik a potreba spomaliť (nákup „pokoja v chaose dňa“).
- Základný produkt: Fyzický priestor kvetinového štúdia, predaj živých rastlín a ponuka výberovej kávy v dizajnovom interiéri.
- Očakávaný produkt: Vysoká kvalita sortimentu, čistota, dostatok svetla, odborné poradenstvo a stabilné Wi-Fi pripojenie v blízkosti univerzity.
- Rozšírený produkt: Unikátny architektonický zážitok z mezanínu, biofilná akustika a mikroklíma prirodzene redukujúca stres.
- Potenciálny produkt: Platforma pre interdisciplinárnu synergiu študentov TUZVO a inovatívne služby ako botanická požičovňa rastlín k študijnému stolu.

Vzhľadom na výsledky prieskumu, v ktorom respondenti kládli vysoký dôraz na estetický dizajn a atmosféru priestoru, sme pristúpili k tvorbe vizuálnej identity, ktorá tieto očakávania napĺňa. Nasledujúca časť prezentuje návrhy loga a komunikačných sloganov, ktoré sú navrhnuté tak, aby oslovili cieľovú skupinu študentov a jasne definovali FLÓRUM v konkurenčnom prostredí mesta.

Navrhované slogany a logá sú priamou reflexiou filozofie projektu. Ich cieľom je evokovať pocity, ktoré študenti v prieskume označili za kľúčové pre svoju duševnú pohodu:

- „Pauza v rastri mesta.“
- „Kde ticho zapúšťa korene.“
- „Tam, kde sa čas učí stáť.“´



Obr. 9 Navrhované logá projektu FLÓRUM
Fig. 9 Proposed logos for the FLÓRUM project

Marketingová stratégia projektu

Hlavnou myšlienkou marketingu projektu FLÓRUM je heslo: „Vráť sa k sebe.“ Celá kampaň nie je primárne zameraná na predaj produktov, ale na komunikáciu špecifického stavu mysle – hľadania pokoja v dynamickom prostredí. Projekt prezentujeme ako bezpečný prístav (*safe haven*), kde sa hluk vonkajšieho sveta (deadliny, skúšky, mestský ruch) rozplynie v tichu a zeleni.

Cieľová skupina

- Primárna skupina: Študenti a akademická obec TUZVO, ktorí vyhľadávajú inšpiratívne prostredie pre hlbokú prácu.
- Sekundárna skupina: Kreatívni profesionáli a obyvatelia mesta Zvolen (25 – 45 rokov), ktorí oceňujú architektúru, kvalitnú kávu a udržateľný životný štýl.

Propagácia a komunikačné kanály

V súlade s konceptom „spomalenia“ volíme neagresívne formy marketingu:

- Guerilla marketing v areáli TUZVO: Umiestnenie malých, dizajnových kvetináčov s logom FLÓRUM na „najstresovejšie“ miesta (pred auly, k študijným oddeleniam) s nápisom: „Nádych tu, výdych vo FLÓRUM.“
- Instagram & Tiktok : Estetické videá (Reels) z procesu viazania kvetov a prípravy kávy, podmazané lo-fi hudbou a zvukmi prírody (ASMR).
- Eventy (Soft Launch): „Večer ticha v mezaníne“ – otvorenie spojené s diskusiou o biofílii a architektúre, vstup len na pozvánky (fyzické, z recyklovaného papiera).
- Spolupráca s univerzitou: Partnerstvo pri diplomových prácach (napr. zapožičanie priestoru na výstavy dizajnu).

Časový harmonogram a rozpočet

Kampaň je rozdelená do troch fáz: Teasing (začiatok semestra), Launch (otvorenie) a Peak (skúškové obdobie), kedy sa zameriame na potrebu sústredenia a ticha. Predpokladaný rozpočet pre úvodnú fázu je 1 800 € (veľmi triezvy rozpočet na lokálny projekt), čo zahŕňa:

- Produkcia obsahu (foto/video): 600 € (lokálny fotograf, tvorba náladových videí).
- Guerilla & Inštalácie: 300 € (kvetináče, tlač eco-pozvánok).

- Online reklama (Social Ads): 400 € (cielené na lokalitu Zvolen a záujmy: architektúra, dizajn, káva).
- Otvárací event: 500 € (degustácia, kvety, materiály).

Ciele projektu

Ciele sme definovali v dvoch rovinách, aby sme zabezpečili ekonomickú životaschopnosť aj spoločenský prínos.

Ekonomické ciele (tieto ciele sú merateľné a zamerané na finančnú stabilitu štúdia a kaviarne):

- Dosiahnutie bodu zvratu (Break-even point): Pokrytie prevádzkových nákladov (nájom, energie, mzdy, nákup kvetov) z tržieb do konca 6. mesiaca prevádzky.
- Konverzný pomer z Hubu na Studio: Cieľ, aby aspoň 20 % návštevníkov, ktorí si prídu vypiť kávu alebo sa učiť do mezzanine, odišlo s kúpou kvetu alebo rastliny.
- Predajná kvóta pre workshopy: Naplnenie kapacity plánovaných kvetinových workshopov na minimálne 80 % v každom mesiaci.
- Vianočný a Valentínsky obrat: Dosiahnutie kumulatívneho nárastu tržieb v decembri a februári o 30 % oproti priemernému mesačnému obratu vďaka sezónnym kyticiam.

Psychologické/komunikačné ciele (tieto ciele sa zameriavajú na to, čo si ľudia o FLÓRUM myslia a ako sa v ňom cítia):

- Budovanie "Top-of-Mind" povedomia: Stať sa prvou voľbou (asociáciou) pre študentov a zamestnancov TUZVO, keď hľadajú miesto na "pauzu" alebo "estetický darček".
- Prijatie filozofie biofílie: Dosiahnuť, aby zákazníci vnímali FLÓRUM nielen ako obchod, ale ako "tretie miesto" (miesto medzi domovom a školou/prácou), ktoré im pomáha znižovať stres.
- Edukácia o slow-living: Zvýšiť povedomie o lokálnych a sezónnych kvetoch. Cieľom je, aby zákazník rozumel, prečo je lepšie kúpiť kyticu u vás (autenticita, trvanlivosť) než v supermarkete.
- Vytvorenie komunitnej identity: Dosiahnuť pocit príslušnosti u študentov – aby vnímali FLÓRUM ako "svoj" priestor, kde sú vítaní aj s notebookom a skriptami.

	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB
INSTAGRAM	●	●	●	●	●	●
TIKTOK	●	●	●	●	●	●
WEB	●			●	●	
YOUTUBE	●		●		●	
EVENTY	●		●		●	
PLAGÁTY	●		●		●	●

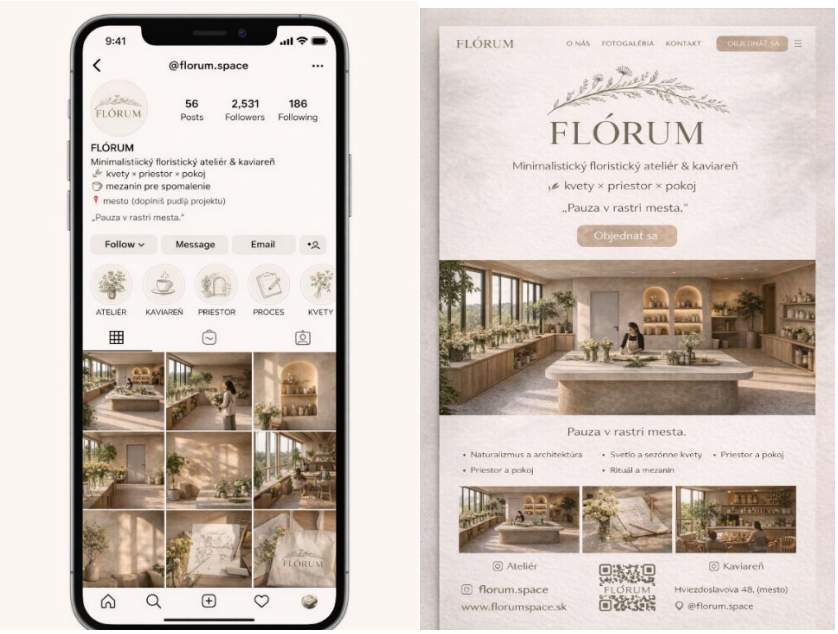
Obr. 10 Návrh médiaplánu na obdobie 6 mesiacov
Fig. 10 Proposed 6-Month Media Plan

Navrhovaný mediálny plán prezentovaný v obr. 10, je rozvrhnutý na obdobie šiestich mesiacov, ktoré presne kopíruje zimný semester a skúškové obdobie na TUZVO. Tento časový rámec nám umožňuje strategicky dávkovať intenzitu komunikácie podľa aktuálnej vyťaženosti študentov.

Analýza komunikačných aktivít:

- Kontinuita (Instagram a TikTok): Tieto platformy sú aktívne počas celého obdobia, pretože tvoria základ vizuálnej identity FLÓRUM a zabezpečujú neustály kontakt s komunitou.
- Fázy náboru (September a Január): V tabuľke vidíme najvyššiu koncentráciu aktivít (Web, YouTube, Eventy, Plagáty) práve v septembri a januári. September slúži na predstavenie konceptu novým študentom, zatiaľ čo január cieli na potrebu ticha a sústredenia počas skúškového obdobia.
- Sezónne impulzy (November a December): V novembri plán opäť aktivuje YouTube, eventy a plagáty, čo pravdepodobne súvisí s prvým náporom semestrálnych prác. December sa sústredí na Web (napr. vianočné ponuky kvetov), zatiaľ čo ostatné fyzické aktivity ustupujú vianočným sviatkom.
- Záver cyklu (Február): Komunikácia sa v závere semestra stabilizuje a prechádza primárne do online priestoru a vizuálnej pripomienky v meste prostredníctvom plagátov.

Voľba šesťmesačného plánu je kľúčová pre budovanie lojality. Študenti potrebujú jeden celý akademický cyklus na to, aby si FLÓRUM osvojili ako svoje „tretie miesto“ medzi domovom a univerzitou. Zároveň nám tento rozsah dovoľuje dosiahnuť plánovaný ekonomický bod zvratu, ktorý sme si stanovili práve na hranicu šiesteho mesiaca fungovania.



Obr. 11 Návrh Instagramového profilu a webovej stránky
Fig. 11 Instagram Profile and Website Design



Obr. 11 Návrh letákov a guerilla marketingovej kampane
Fig. 11 Design of flyers and a guerrilla marketing campaign



Obr. 12 Návrh guerilla marketingovej kampane
Fig. 12 Design of guerrilla marketing campaign

Ekonomická realizovateľnosť a finančný odhad projektu

Zabezpečenie dlhodobej udržateľnosti konceptu FLÓRUM si vyžaduje nielen silnú

vizuálnu identitu a architektonickú kvalitu, ale aj realistický ekonomický rámec. Táto časť príspevku sa zameriava na vyčíslenie prvotných investičných nákladov potrebných na vznik prevádzky a odhad pravidelných mesačných výdavkov spojených s jej chodom.

Vzhľadom na špecifickú povahu objektu – ide o autorský architektonický návrh s vloženým mezanínom a vysokým podielom presklenia – sú nasledujúce kalkulácie stanovené formou kvalifikovaného odborného odhadu. Ten vychádza z aktuálnych trhových cien stavebných materiálov, technologického vybavenia gastro prevádzok a nákladov na realizáciu atypických interiérových prvkov na mieru.

V tabuľke 1 je uvedený prehľad predpokladaných nákladov potrebných na realizáciu a kompletné vybavenie prevádzky FLÓRUM. Celková suma zahŕňa stavebné práce, interiérové prvky na mieru a technologické zariadenia nevyhnutné pre prevádzku kvetinového ateliéru a kaviarenskej časti.

Najväčšiu časť investície predstavuje architektonické riešenie objektu a jeho presklenie, čo je však kľúčovým prvkom pre naplnenie konceptu biofílie a zabezpečenie dostatku prirodzeného svetla pre vegetáciu aj návštevníkov.

Tab. 1 Prehľad predpokladaných nákladov potrebných na realizáciu a kompletné vybavenie prevádzky FLÓRUM
Tab. 1 Overview of estimated costs required for the implementation and full equipping of the FLÓRUM facility

Položka investície	Odhadovaná suma	Špecifikácia
Hrubá stavba a opláštenie	65 000 – 85 000 €	Modulárna konštrukcia, veľkoformátové presklenie, izolácie.
Konštrukcia mezanínu a schodiska	12 000 – 18 000 €	Oceľový nosný systém, statické zabezpečenie, zábradlie.
Interiér a nábytok na mieru	15 000 – 20 000 €	Centrálny ostrov (terrazzo/betón), policové systémy, pulty.
Technologické vybavenie gastro	6 000 – 9 000 €	Profesionálny kávovar, mlynčeky, barové chladenie, umývačka.
Klimatizácia a vzduchotechnika	4 000 – 6 000 €	Systém pre udržanie vlhkosti a teploty pre rezané kvety.
Osvetlenie a elektroinštalácia	5 000 – 7 000 €	Dizajnové osvetlenie zón, rozvody pre technológie a WiFi.
CELKOVÁ INVESTÍCIA	107 000 – 145 000 €	Predpokladaná suma počiatočných nákladov.

Mesačné výdavky sú optimalizované s ohľadom na špecifiká študentského prostredia a minimalistický charakter ateliéru. Personálna stratégia počíta so zapojením študentských brigádnikov a sortiment je zameraný na zníženie odpadu.

Tab. 2 Odhadovaná suma na prevádzkové náklady
Tab. 2 Estimated amount for operating costs

Položka mesačných nákladov	Odhadovaná suma	Špecifikácia
Nájomné a poplatky	600 – 1 000 €	Prenájom pozemku/priestoru v blízkosti univerzity.
Energie (el. energia, voda, kúrenie)	700 – 900 €	Náklady na osvetlenie, termoreguláciu a prevádzku technológií.
Suroviny a tovar	1 800 – 2 300 €	Nákup rezaných a sušených kvetov, kávy a materiálu.
Personálne náklady (brigádnici)	1 500 – 2 000 €	Pokrytie prevádzky formou dohôd o brigádnickej práci študentov.
Ostatná réžia a údržba	300 – 500 €	Odpad, čistiace prostriedky, internet, drobný servis.
MESAČNÉ NÁKLADY CELKOM	**4 900 – 6 700 €**	**Odhad mesačnej réžie prevádzky.**

Personálny model postavený na študentských brigádach z TUZVO zároveň umožňuje flexibilne reagovať na vyťaženosť priestoru počas skúškového obdobia a semestra, pričom efektívne znižuje mzdové zaťaženie prevádzky.

Odhad potrebných tržieb a bod zvratu

Aby bola prevádzka ekonomicky udržateľná, musí mesačne generovať tržby minimálne vo výške svojich prevádzkových nákladov. Na základe predchádzajúceho odhadu uvažujeme s priemernými mesačnými nákladmi vo výške 5 800 € (stredná hodnota nášho intervalu).

Denný cieľ tržieb

Pri prevádzke 26 dní v mesiaci (pondelok – sobota) musí FLÓRUM denne utŕžiť:

- 5 800 € / 26 dní = cca 223 € na deň.

Modelový predaj (Kombinácia kaviareň + ateliér)

Pre lepšiu predstavu, ako tento denný cieľ dosiahnuť, sme definovali priemernú výšku nákupu na jedného zákazníka:

1. Kaviarenská časť (Hub): Priemerný nákup (káva + snack) = 6 €
2. Floristická časť (Studio): Priemerný nákup (kytica/rastlina/doplnok) = 18 €

Príklad denného zloženia zákazníkov na dosiahnutie bodu zvratu:

- 25 zákazníkov v kaviarni (25 × 6 € = 150 €)
- 5 zákazníkov v ateliéri (5 × 18 € = 90 €)

- CELKOM: 240 € / deň (Tento výsledok už vytvára miernu rezervu nad bodom zvratu).

Stanovený počet približne 30 zákazníkov denne predstavuje odhad vychádzajúci z podielu respondentov, ktorí v prieskume deklarovali pravidelnú návštevnosť priestoru (minimálne raz týždenne a častejšie). Hoci je tento údaj podložený aktuálnym dopytom v rámci prieskumnej vzorky, možno predpokladať, že reálny počet návštevníkov môže byť vyšší, nakoľko sa do prieskumu zapojil limitovaný počet študentov a nezahŕňa náhodných tranzitných zákazníkov z blízkej autobusovej stanice.

Analýza potenciálu a strategickej polohy

Dosiahnutie stanovených tržieb na úrovni 240 € denne je v kontexte zvolenej lokality možno považovať za realistické. Projekt FLÓRUM ťaží z dvoch kľúčových zdrojov zákazníkov:

- Akademická pôda: Bezprostredná blízkosť Technickej univerzity vo Zvolene zaručuje stály prísun študentov a zamestnancov, ktorí vyhľadávajú tiché prostredie mezanínu na prácu a kvalitné kaviarenské služby.
- Tranzitný uzol (Autobusová stanica): Blízkosť hlavnej autobusovej stanice predstavuje zásadnú konkurenčnú výhodu. FLÓRUM tak oslovuje nielen akademickú komunitu, ale aj širokú verejnosť a dochádzajúcich. Pre túto skupinu zákazníkov funguje ateliér ako strategické miesto pre nákup kvetov či darčekov „na poslednú chvíľu“ pred cestou, zatiaľ čo kaviareň slúži ako kultivovaná alternatíva k bežným staničným bufetom.

Faktory podporujúce stabilitu tržieb:

- Vysoká frekvencia pohybu: Synergia medzi univerzitou a dopravným uzlom zabezpečuje cirkuláciu zákazníkov počas celého dňa, nielen v čase prednášok.
- Doplnkové príjmy: Vyššie uvedený výpočet bodu zvratu je konzervatívny a nepočíta s nárazovými príjmami z workshopov, predaja darčekových poukážok či sezónnych špičiek (promócie, sviatky), ktoré prirodzene zvyšujú ziskovosť.
- Efektivita priestoru: Využitie mezanínu zvyšuje kapacitu miest na sedenie bez navýšenia zastavanej plochy, čo umožňuje obslúžiť tranzitných zákazníkov aj študentov súčasne v dvoch oddelených zónach.

Súhra priaznivej lokality, jasne definovanej cieľovej skupiny a nízkeho prahu dennej návštevnosti potrebnej pre udržateľnosť potvrdzuje, že projekt FLÓRUM disponuje nielen estetickou, ale aj silnou ekonomickou životaschopnosťou. Práve toto prepojenie medzi emóciou biofilného priestoru a racionálnym finančným modelom uzatvára komplexný pohľad na návrh hybridného centra. Všetky analyzované faktory – od preukázaného dopytu študentov v prieskume až po strategickú polohu pri dopravnom uzle – jednoznačne potvrdzujú, že vybudovanie tohto priestoru má v podmienkach mesta Zvolen svoje opodstatnenie. FLÓRUM nie je len teoretickým konceptom, ale realizovateľným riešením, ktoré dokáže efektívne premeniť potrebu mentálnej regenerácie na životaschopný a spoločensky prínosný model podnikania.

Záver

Predložená práca sa zaoberala tvorbou komplexnej marketingovej stratégie pre unikátny koncept FLÓRUM, ktorý spája kvetinový ateliér s komunitným a študijným centrom. Hlavným cieľom bolo navrhnúť model, ktorý efektívne využíva princípy zážitkového

marketingu a biofílie na vybudovanie silnej lokálnej značky v špecifickom prostredí akademickej pôdy.

Realizovaný prieskum dopytu potvrdil správnosť nastavenia marketingového mixu. Identifikovaná potreba „tretieho miesta“ medzi školou a domovom sa stala základným pilierom produktu, pričom výsledky jednoznačne naznačujú potenciál vysokej lojality zákazníkov. Zvolená komunikačná stratégia, zameraná na priame oslovenie študentskej komunity a využitie strategickej polohy v blízkosti dopravného uzla, vytvára reálny predpoklad pre stabilný tok zákazníkov a rýchle dosiahnutie bodu zvratu.

FLÓRUM v konečnom dôsledku nepredstavuje len miesto na predaj kvetov alebo kávy, ale model hybridného priestoru, ktorý reaguje na súčasné trendy v oblasti lifestyle marketingu a biofílie. Predložená práca tak prináša komplexný pohľad na možnosti prepojenia floristického ateliéru s funkciou komunitného 'hubu'. Navrhnutá stratégia môže slúžiť ako teoretický podklad pre realizáciu podobných inovatívnych konceptov, ktoré sa snažia o synergiu estetiky, relaxácie a funkčnej pridanej hodnoty pre špecifickú cieľovú skupinu v univerzitnom prostredí.

HODNOTENIE KVALITY POSKYTOVANÝCH SLUŽIEB VO VYBRANÝCH PREVÁDZKACH PROSTREDNÍCTVOM METÓDY MYSTERY SHOPPING

EVALUATION OF THE QUALITY OF SERVICES PROVIDED IN SELECTED ESTABLISHMENTS THROUGH THE MYSTERY SHOPPING METHOD

Bc. Petra Ďurdáková[1], Ing. Miriam Olšiaková, PhD. [2]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xdurdakovap@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

olsiakova@is.tuzvo.sk

Abstract

The paper focuses on evaluating the quality of services provided in selected retail stores of the JYSK company using the mystery shopping method. The aim is to analyze the level of service quality, identify deficiencies in individual areas of the customer experience, and propose recommendations for improvement. The research was conducted through anonymous visits, focusing on the evaluation of the store exterior, interior, staff approach, and payment process. Based on the obtained results, individual stores were compared and analyzed. The findings indicate differences in the level of service quality among the stores. The most significant factors influencing customer experience were identified as the quality of the store interior, staff approach, and the smoothness of the purchasing process. The identified shortcomings were mainly related to the organization of the sales area, staff availability, and the efficiency of the checkout process.

Key words: mystery shopping, service quality, analysis of customer service, mystery shopper

Úvod

V súčasnom konkurenčnom prostredí maloobchodu zohráva kvalita poskytovaných služieb významnú úlohu pri budovaní spokojnosti zákazníkov a ich lojality. Zákazníci dnes nehodnotia iba samotný produkt, ale aj celkový priebeh nákupného procesu, ktorý zahŕňa prostredie predajne, prístup personálu a plynulosť obsluhy. Tieto faktory majú zásadný vplyv na celkové vnímanie značky a rozhodovanie zákazníkov o opakovanej návšteve predajne.

Marketing predstavuje významnú oblasť riadenia podnikov a organizácií, ktorej hlavným cieľom je orientácia na trh a uspokojovanie potrieb zákazníkov. Samotný pojem marketing pochádza z anglického slova market, teda trh, a vo všeobecnosti označuje podnikateľský prístup založený na dôslednej orientácii na potreby trhu a zákazníka (TUKE, 2007).

Jedným z efektívnych nástrojov, ktorý umožňuje získať pohľad na podnik z perspektívy

zákazníka, je mystery shopping. Ide o marketingovú výskumnú metódu, ktorá poskytuje spätnú väzbu o tom, ako sú služby a procesy realizované v praxi, a to bez vedomia hodnoteného personálu. Umožňuje odhaliť silné stránky, ale aj slabé miesta v poskytovaní služieb, ktoré nemusia byť zrejmé manažmentu ani samotným zamestnancom. Mystery shopping je možné definovať ako formu zúčastneného pozorovania, pri ktorej vyškolená osoba vystupuje ako bežný zákazník a na základe vopred stanovených kritérií hodnotí priebeh poskytovania služby alebo predaja produktu. Hodnotenie prebieha anonymne, čo zvyšuje objektivitu získaných údajov (Bhatia, 2013).

Z metodologického hľadiska ide o empirickú metódu marketingového výskumu, ktorá umožňuje meranie kvality služieb v reálnych podmienkach. Poskytuje informácie o správaní personálu, dodržiavaní interných štandardov, organizácii predajného procesu a celkovom dojme z návštevy prevádzky. Využitie nachádza najmä v oblastiach s priamym kontaktom so zákazníkom, ako sú maloobchod, bankovníctvo či služby (Focus-Agency, 2018).

Mystery shopping je často využívaný ako kontrolný mechanizmus, ktorý umožňuje identifikovať odchýlky od stanovených štandardov a upozorniť na oblasti vyžadujúce zlepšenie. Výsledky slúžia ako podklad pre zvyšovanie kvality služieb, optimalizáciu procesov a návrh školení zamestnancov (Burda, 2011).

Experimentálna časť

Cieľom príspevku je zhodnotiť kvalitu poskytovaných služieb vo vybraných prevádzkach spoločnosti JYSK prostredníctvom metódy mystery shopping, identifikovať slabé miesta v jednotlivých oblastiach zákazníckej skúsenosti a navrhnúť odporúčania smerujúce k ich zlepšeniu.

Výskum bol realizovaný v predajniach obchodného reťazca JYSK nachádzajúcich sa v Banskobystrickom kraji, konkrétne Zvolen, Brezno a Banská Bystrica. Výber prevádzok bol podmienený ich dostupnosťou a možnosťou realizovať opakované návštevy. V každej predajni boli uskutočnené tri samostatné návštevy, čo umožnilo získať komplexnejší pohľad na úroveň poskytovaných služieb a zvýšiť objektivitu výsledkov. Počas návštev sme vystupovali ako bežní zákazníci so záujmom o nákup produktov a systematicky sme sledovali vopred definované aspekty zákazníckej skúsenosti. Bezprostredne po každej návšteve boli všetky zistenia zaznamenané do pripraveného hodnotiaceho checklistu, čím sa zabezpečila presnosť a konzistentnosť získaných údajov. Po uskutočnení všetkých plánovaných návštev sme pristúpili k vyhodnoteniu získaných údajov zo záznamových hárkov. Každá predajňa bola hodnotená samostatne na základe troch realizovaných návštev, pričom sa analyzovali jednotlivé sledované oblasti. Získané bodové hodnotenia boli spracované a prehľadne znázornené pomocou tabuliek a grafov, ktoré zobrazujú výsledky jednotlivých návštev aj celkové hodnotenie. Následne boli výsledky porovnané medzi jednotlivými predajňami s cieľom identifikovať rozdiely v úrovni poskytovaných služieb a poukázať na ich silné a slabé stránky. Pri realizácii mystery shoppingu boli sledované parametre, ktoré ovplyvňujú celkovú zákaznícku skúsenosť počas nákupného procesu. Zákazníci nevnímajú iba samotnú ponuku výrobkov, ale aj prostredie predajne, komunikáciu personálu a priebeh nákupu a platby. Tieto faktory majú významný vplyv na spokojnosť zákazníka a jeho ochotu predajňu opätovne navštíviť. Na účely výskumu boli definované štyri oblasti reprezentujúce jednotlivé fázy kontaktu zákazníka s predajňou: exteriér, interiér, personál a proces platby.

Exteriér predajne predstavuje prvý kontakt zákazníka s prevádzkou. Hodnotilo sa najmä označenie predajne, jeho viditeľnosť, čistota okolia, vstupný priestor a dostupnosť

informácií, ako aj vystavenie tovaru a cenoviek. Cieľom bolo posúdiť prvý dojem a atraktivitu prostredia. Do hodnotenia nebola zahrnutá dostupnosť parkovania ani verejnej dopravy, keďže všetky prevádzky sa nachádzajú v nákupných centrách.

Interiér predajne ovplyvňuje komfort zákazníka počas nákupu. Hodnotila sa čistota priestoru, atmosféra predajne (osvetlenie, hudba, teplota), prehľadnosť usporiadania, orientácia v priestore, dostupnosť tovaru a viditeľnosť cenoviek.

Personál predstavuje kľúčový faktor zákazníckej skúsenosti. Sledovalo sa správanie zamestnancov počas celej návštevy, najmä pozdrav, ochota pomôcť, komunikácia, profesionalita vystupovania, dostupnosť personálu a rozlúčenie so zákazníkom.

Proces platby tvorí záverečnú fázu nákupu. Hodnotila sa plynulosť a efektívnosť obsluhy, čistota priestoru pri pokladni, čakacia doba, počet otvorených pokladní, reakcia personálu pri vyššej vyťaženosti a realizácia doplnkového predaja.

Vyhodnotenie a diskusia

V tejto časti sú prezentované a vyhodnotené výsledky získané prostredníctvom realizovaného mystery shoppingu. Pozornosť je zameraná na vzájomné porovnanie jednotlivých prevádzok v rámci sledovaných oblastí s cieľom poukázať na rozdiely v úrovni poskytovaných služieb.

Výsledky výskumu umožnili vzájomné porovnanie hodnotených prevádzok.

Tab. 1 Exteriér – vzájomné hodnotenie
Tab. 1 Exterior – mutal evaluation

Exteriér - vzájomné hodnotenie				
Prevádzka	**Maximum bodov (100 %)**	**Návšteva**	**Získané body**	**Priemerný počet bodov (v %)**
JYSK Zvolen	**40 b.**	Štvrtok	40	**38,67 b. (96,68%)**
		Piatok	38	
		Sobota	38	
JYSK Banská Bystrica		Štvrtok	37	**37,67 b. (94,18 %)**
		Piatok	36	
		Sobota	40	
JYSK Brezno		Štvrtok	40	**37,3 b. (93,25 %)**
		Piatok	34	
		Sobota	38	

V rámci hodnotenia exteriéru predajní boli sledované najmä faktory ako označenie predajne, čistota okolia, vstupný priestor a vystavenie tovaru. Na základe výsledkov (tab. 1) možno konštatovať, že najlepšie hodnotenie exteriéru dosiahla predajňa v Zvolene, ktorá vykazovala stabilne vysoké výsledky počas všetkých návštev. Predajňa v Banskej Bystrici dosiahla mierne nižšie hodnotenie, pričom rozdiely boli spôsobené najmä kolísaním čistoty a úrovne vstupného priestoru. Najnižšie hodnotenie zaznamenala predajňa v Brezne, kde sa prejavili väčšie výkyvy medzi jednotlivými návštevami.

Tab. 2 Interiér – vzájomné hodnotenie
Tab. 2 Interior - mutal evaluation

Interiér - vzájomné hodnotenie				
Prevádzka	**Maximum bodov (100 %)**	**Návšteva**	**Získané body**	**Priemerný počet bodov (v %)**
JYSK Zvolen	**65 b.**	Štvrtok	64	**57 b. (87,69 %)**
		Piatok	54	
		Sobota	53	
JYSK Banská Bystrica		Štvrtok	61	**56,33 b. (86,66 %)**
		Piatok	51	
		Sobota	57	
JYSK Brezno		Štvrtok	55	**55,67 b. (85,65 %)**
		Piatok	59	
		Sobota	53	

V rámci hodnotenia interiéru predajní boli sledované faktory ovplyvňujúce celkový dojem z predajného prostredia a komfort zákazníka počas nákupu, najmä čistota, atmosféra predajne, prehľadnosť priestoru, organizácia tovaru a dostupnosť cenoviek. Z údajov obsiahnutých v tabuľke 2 vyplýva, že najlepšie hodnotenie dosiahla predajňa v Zvolene, ktorá vykazovala stabilne vysokú úroveň interiéru počas všetkých návštev. Predajňa v Banskej Bystrici dosiahla mierne nižšie hodnotenie, pričom rozdiely boli spôsobené najmä kolísaním čistoty a organizácie predajného priestoru. Najnižšie hodnotenie zaznamenala predajňa v Brezne, kde sa prejavili nedostatky najmä v oblasti orientácie v priestore a dostupnosti tovaru. Celkovo možno konštatovať, že všetky predajne dosiahli v oblasti interiéru porovnateľnú úroveň, pričom rozdiely medzi nimi boli ovplyvnené najmä aktuálnym stavom predajne počas jednotlivých návštev.

Tab. 3 Personál – vzájomné hodnotenie
Tab. 3 Staff - mutal evaluation

Personál - vzájomné hodnotenie				
Prevádzka	**Maximum bodov (100 %)**	**Návšteva**	**Získané body**	**Priemerný počet bodov (v %)**
JYSK Zvolen	**50 b.**	Štvrtok	48	**48 b. (96 %)**
		Piatok	48	
		Sobota	48	
JYSK Banská Bystrica		Štvrtok	37	**32 b. (64 %)**
		Piatok	25	
		Sobota	44	
JYSK Brezno		Štvrtok	46	**44,67 b. (89,34 %)**
		Piatok	46	
		Sobota	42	

V rámci hodnotenia personálu bol sledovaný najmä prístup zamestnancov k zákazníkovi, úroveň komunikácie, ochota pomôcť a celková profesionalita vystupovania. V tabuľke 3 môžeme vidieť , že najlepšie hodnotenie dosiahla predajňa vo Zvolene, kde personál pôsobil počas všetkých návštev konzistentne profesionálne, ochotne a komunikácia so zákazníkmi bola na vysokej úrovni. Predajňa v Brezne dosiahla mierne nižšie hodnotenie, pričom sa prejavili určité výkyvy najmä v miere iniciatívy a záujmu o zákazníka. Najnižšie hodnotenie zaznamenala predajňa v Banskej Bystrici, kde sa prejavili výrazné nedostatky najmä v oblasti komunikácie, dostupnosti personálu a celkovej profesionality. Rozdiely medzi predajňami boli v tejto oblasti najvýraznejšie, čo poukazuje na význam personálu ako kľúčového faktora ovplyvňujúceho zákaznícku skúsenosť.

Tab. 4 Platba– vzájomné hodnotenie
Tab. 4 Payment - mutal evaluation

Platba - vzájomné hodnotenie				
Prevádzka	**Maximum bodov (100 %)**	**Návšteva**	**Získané body**	**Priemerný počet bodov (v %)**
JYSK Zvolen	**25 b.**	Štvrtok	23	**23 b. (92 %)**
		Piatok	24	
		Sobota	22	
JYSK Banská Bystrica		Štvrtok	22	**19,67 b. (78,68 %)**
		Piatok	15	
		Sobota	22	
JYSK Brezno		Štvrtok	23	**22,67 b. (90,68 %)**
		Piatok	22	
		Sobota	23	

V rámci hodnotenia procesu platby bola sledovaná najmä plynulosť obsluhy, čakacia doba pri pokladni, organizácia pokladničnej zóny a prístup personálu. Na základe výsledkov z tabuľky 4 vyplýva, že najlepšie hodnotenie procesu platby dosiahla predajňa vo Zvolene, kde bol proces platby plynulý, bez výrazného čakania a personál vedel flexibilne reagovať na vyšší počet zákazníkov. Predajňa v Brezne dosiahla porovnateľnú úroveň, pričom priebeh platby bol stabilný a bez výrazných problémov. Najnižšie hodnotenie zaznamenala predajňa v Banskej Bystrici, kde sa prejavili nedostatky najmä v dlhšej čakacej dobe a nedostatočnej reakcii na zvýšený počet zákazníkov. Proces platby bol vo všetkých predajniach na dobrej úrovni, pričom rozdiely medzi nimi boli spôsobené najmä schopnosťou personálu efektívne zvládať vyššiu návštevnosť.

Na základe realizovaného výskumu a vzájomného porovnania jednotlivých oblastí možno konštatovať, že úroveň kvality poskytovaných služieb sa medzi hodnotenými prevádzkami líši. Najlepšie celkové výsledky dosiahla predajňa vo Zvolene, ktorá vykazovala stabilne vysokú úroveň vo všetkých sledovaných oblastiach. Naopak, najnižšiu úroveň kvality služieb vykazovala predajňa v Banskej Bystrici, kde sa prejavili výraznejšie nedostatky najmä v oblasti personálu a plynulosti obsluhy. Predajňa v Brezne dosahovala priemerné výsledky, pričom jej hodnotenie bolo menej konzistentné.

Z hľadiska jednotlivých oblastí sa ako najvýznamnejší faktor ovplyvňujúci zákaznícku skúsenosť ukázal personál. Prístup zamestnancov, ich ochota pomôcť, komunikačné schopnosti a celková profesionalita mali zásadný vplyv na vnímanie kvality služieb zo strany zákazníka. Významnú úlohu zohrával aj interiér predajne, najmä jeho prehľadnosť, organizácia a čistota, ktoré ovplyvňujú komfort zákazníka počas nákupu. Naopak, exteriér predajní bol vo väčšine prípadov hodnotený na vysokej úrovni a rozdiely medzi prevádzkami neboli výrazné. Proces platby bol celkovo zvládnutý dobre, pričom rozdiely sa prejavili najmä pri vyššej návštevnosti a schopnosti personálu efektívne reagovať na vzniknutú situáciu. Na základe zistených nedostatkov možno formulovať nasledovné odporúčania:

Zlepšiť organizáciu a čistotu predajne. Je potrebné zabezpečiť prehľadné usporiadanie predajnej plochy, pravidelnú údržbu a odstránenie prekážok, ktoré znižujú komfort zákazníka. Dôraz by mal byť kladený aj na dostupnosť tovaru a prehľadnosť cenoviek.

Zamerať sa na rozvoj zákazníckeho servisu. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať školeniu zamestnancov v oblasti komunikácie, proaktívneho prístupu a odborného poradenstva. Dôležité je zabezpečiť jednotný štandard správania, ktorý prispeje ku konzistentnej kvalite obsluhy.

Zabezpečiť dostupnosť personálu a plynulosť obsluhy. V čase vyššej návštevnosti je potrebné zabezpečiť dostatočný počet zamestnancov a efektívne riadiť priebeh obsluhy, najmä pri pokladni, s cieľom minimalizovať čakacie doby.

Zaviesť jednotné štandardy kvality a ich kontrolu. Odporúča sa dôslednejšie uplatňovanie stanovených postupov a ich pravidelné kontrolovanie, napríklad prostredníctvom mystery shoppingu, s cieľom eliminovať rozdiely medzi prevádzkami.

Záver

Kvalita poskytovaných služieb predstavuje v súčasnom konkurenčnom prostredí jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich spokojnosť zákazníkov a ich následné rozhodovanie o opakovanom nákupe. Zákaznícka skúsenosť je výsledkom komplexného pôsobenia viacerých prvkov, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú a vytvárajú celkový obraz o podniku. Práve preto je nevyhnutné venovať systematickú pozornosť jej hodnoteniu a neustálemu zlepšovaniu.

Cieľom práce bolo analyzovať úroveň kvality služieb, identifikovať nedostatky v jednotlivých oblastiach zákazníckej skúsenosti a na základe získaných poznatkov navrhnúť odporúčania smerujúce k ich zlepšeniu. Na základe realizovaného výskumu môžeme konštatovať, že medzi jednotlivými prevádzkami existujú rozdiely v úrovni poskytovaných služieb, pričom najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim zákaznícku skúsenosť sa ukázal byť personál a organizácia predajného prostredia.

Metóda mystery shopping sa v rámci práce potvrdila ako efektívny nástroj hodnotenia kvality služieb, ktorý poskytuje podnikom objektívnu spätnú väzbu o ich fungovaní a umožňuje identifikovať slabé miesta v jednotlivých fázach nákupného procesu. Prínosom práce je najmä získanie uceleného pohľadu na úroveň kvality poskytovaných služieb vo vybraných prevádzkach spoločnosti JYSK z perspektívy zákazníka, ako aj formulovanie konkrétnych odporúčaní využiteľných v praxi.

Systematické sledovanie kvality poskytovaných služieb a aktívna práca so získanými poznatkami predstavujú významný predpoklad dlhodobého úspechu podniku. Schopnosť

podniku reagovať na potreby zákazníkov, prispôsobovať sa ich očakávaniam a neustále zvyšovať úroveň poskytovaných služieb je kľúčovým faktorom budovania jeho konkurenčnej výhody

POĎAKOVANIE: *Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia diplomovej práce na Katedre marketingu, obchodu a svetového lesníctva*

Literatúra

BHATIA, S. 2013. Mystery shopping [online]. Indie: Shakespeare.com 2013. ISBN 9788192816630.

BURDA, A. - DLUHOŠOVÁ, R. 2011. Mystery shopping: prolegomena. Opava: Slezská univerzita v Opavě, Filozoficko-Přírodovědecká fakulta, Ústav lázeňství, gastronomie a turismu. ISBN 9788072486632. s. 12.

FOCUS-AGENCY, 2018. Mystery shopping. [online]. Cit. 2026-02-22. Dostupné na internete: https://www.focus-agency.cz/vyzkumne-nastroje/mystery-shopping-77.

Technická univerzita v Košiciach, katedra manažmentu a ekonomiky, strojnícka fakulta, vybrané kapitoly z marketingu: skriptá, Košice: Technická univerzita v Košiciach 2007 [online]. Cit. 2026-02-22 Dostupné na internete: https://www.scribd.com/document/728362222/Skripta-Marketing?v=0.226.

UDRŽATEĽNÝ BIZNIS MODEL PRE EKOLOGICKÝ START-UP

SUSTAINABLE BUSINESS MODEL FOR AN ECOLOGICAL START-UP

Nikola Fryčová[1], Erika Loučanová [2]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xfrycova@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The paper deals with the design of a sustainable business model for an ecological start-up. The main objective of the paper is to design a sustainable business model for an ecological start-up based on an empirical analysis of customer preferences. The methodology of the work is based on the application of the Kano model, through which key product attributes were analyzed on a selected cohort of respondents. The results point to a high level of attractiveness of Slovak provenance and environmental safety. Based on these findings, a Business Model Canvas is designed, which is subsequently expanded to include an environmental and social layer in accordance with the Triple Layer Business Model Canvas concept. The proposed model demonstrates the synergy between economic efficiency and positive social impact, while emphasizing eco-environmental and sustainable principles.

Key words: Kano model, Business Model Canvas, sustainability, ecological start-up, zero waste, natural cosmetics.

Úvod

Nielen podniky, ale aj spoločnosť ako celok, si vyžadujú širšie a systematickejšie pochopenie výziev v oblasti udržateľnosti a spôsobov, akými môžu zohrávať úlohu pri ich riešení. Ziskové inovácie sa javia ako najsilnejšia príležitosť v rámci modelov udržateľnosti. Stávajú sa základným prvkom inovatívnych obchodných modelov, ktoré vedú k udržateľnosti. Sú založené na rozširovaní kľúčových aktív a schopností na riešenie významných environmentálnych a sociálnych výziev v ich miestnom kontexte. Týmto spôsobom vytvárajú nové zdroje hodnoty a konkurenčnú výhodu pre podniky.

Podľa Younga a Gerarda (2021) sa plná potenciálna hodnota udržateľných obchodných inovácií dosiahne iba vtedy, ak nový obchodný model začlení metriky, ktoré skúmajú postoje ľudí v rámci celého dodávateľského reťazca do sietí a ekosystémov spoločnosti s cieľom rozšíriť vplyvy a prínosy.

V transformácii na udržateľnú ekonomickú budúcnosť zohrávajú rôzne typy inovácií významnú úlohu (Ludvig a kol., 2020). Súčasný výskum identifikoval ekologické inovácie ako kľúčový motor hospodárskeho rastu, konkurencieschopnosti a zamestnanosti (Rametsteiner and Weiss, 2006). Tejto problematike sa venuje množstvo štúdií z rôznych perspektív. Trendy

a potenciál obchodných modelov zahŕňajú aplikácie pre špecifické produkty a služby a ich aspekty s ohľadom na rôzne environmentálne výzvy (Eiadat a kol., 2008; Weinhardt a kol., 2009; Frenken, 2017), alebo charakterizujú obchodné modely v hybridnej forme. Rovnaká pozornosť sa tejto problematike venuje aj na Slovensku, ale doteraz neexistuje komplexná štúdia, ktorá by viedla k návrhu obchodného modelu pre implementáciu ekoinovácií (Loučanová, 2022).

Preto náš príspevok sa zameral práve na navrhnúť udržateľného biznis model pre ekologický start-up na základe empirickej analýzy zákazníckych preferencií.

Experimentálna časť

Hlavným cieľom príspevku je navrhnúť udržateľný biznis model pre ekologický start-up na základe empirickej analýzy zákazníckych preferencií. Aby sme dosiahli relevantné výsledky, metodický postup sme rozdelili do troch nadväzujúcich fáz.

V prvej fáze sme využili Kano model, ktorý slúži na klasifikáciu atribútov produktov podľa ich vplyvu na spokojnosť zákazníka. Metodika zberu dát pozostávala z niekoľkých krokov. Primárne bol zostavený z funkčných a dysfunkčných otázok pre 19 vybraných parametrov (cena, zloženie, ekologickosť, reklama atď.) Kano dotazník na základe identifikovaných parametrov v predprieskume Kano modelu. Následne bolo realizované interview s kohortou, ktorú predstavovala výskumnú vzorku skupiny ľudí, orientovaná na zdravý životný štýl a environmentálnu udržateľnosť. Tento prístup zabezpečil vysokú relevanciu dát vo vzťahu k cieľovému segmentu prírodnej kozmetiky. Získané dáta boli štatisticky vyhodnotené a parametre boli priradené do kategórií: atraktívne, povinné, jednorozmerné, nemajúce vplyv alebo reverzné.

V druhej fáze sme využili výsledky Kano modelu ako primárny vstup pre tvorbu biznis modelu. Kľúčové zistenia sme transformovali do vizuálneho rámca Business Model Canvas, na základe čoho sme definovali hodnotu inovácie - konkretizácia produktu, kľúčové aktivity, zdroje a partnerstvá, štruktúru nákladov a tokov príjmov v kontexte start-upu a pod.

V záverečnej fáze sme klasický ekonomický model rozšírili o environmentálnu a sociálnu vrstvu, čím sme vytvorili tzv. Triple Layer Business Model Canvas. Tento komplexný metodický prístup umožňuje prepojiť subjektívne vnímanie kvality zákazníkom s objektívnymi potrebami udržateľného rozvoja v podnikateľskej praxi.

Vyhodnotenie a diskusia

V rámci stanoveného cieľa príspevku sme sa zamerali na analýzu zákazníckych preferencií. Následne na základe týchto zistení budeme koncipovať biznis model vychádzajúcich z predchádzajúcej aplikácie Kano modelu, ktorý identifikoval kľúčové atribúty produktu determinujúce spokojnosť spotrebiteľa v segmente prírodnej kozmetiky. Hlavným dôvodom pre integráciu výsledkov Kano modelu do vizuálneho rámca Business Model Canvas bola potreba transformovať identifikované atribúty do konkrétnych procesov a partnerských vzťahov.

Pre identifikáciu zákazníckych preferencií prostredníctvom Kano modelu sme vytvorili Kano dotazník a následne prostredníctvom interview sme oslovili cohertu – skupinu ľudí s preferenciami zdravého životného štýlu, resp. života v súlade s prírodou a pod. Výsledky Kano modelu prezentuje nasledovná tabuľka.

Tab. 1 Výsledky Kano modelu
Tab. 1 Results Kano model

Skúmané parametre	Identifikované atribúty zákazníckych preferencií
Cena produktov	*atraktívne*
Značka produktov	*nemajúce vplyv*
Inovácia produktov	*nemajúce vplyv*
Environmentálna bezpečnosť produktov	*nemajúce vplyv*
Význam ekologických inovácií	*nemajúce vplyv*
Pôvod ekologických inovácií	*nemajúce vplyv*
Slovenské produkty s enviro značkou	*nemajúce vplyv/atraktívna/reverzná*
Ekologickosť inovácií	*nemajúce vplyv*
Pojem ekologické inovácie	*nemajúce vplyv*
Dostupnosť ekologických inovácií	*nemajúce vplyv*
Informácie o ekologických inováciách	*nemajúce vplyv*
Atraktívnosť ekologických inovácií	*nemajúce vplyv*
Reklama ekologických inovácií	*nemajúce vplyv/reverzná*
Cena ekologických inovácií	*nemajúce vplyv*
Zloženie	*nemajúce vplyv*
Vôňa	*nemajúce vplyv/reverzná*
Obal	*nemajúce vplyv*
Vernostný program	*nemajúce vplyv*
Spôsob použitia	*nemajúce vplyv/reverzná*

V tabuľke 1 môžeme vidieť výsledky Kano modelu. Z výsledkov vyplýva, že najviac atraktívna je pre respondentov cena produktov, či slovenský produkt s environmentálnou značkou. Naopak reverzné sú pre nich reklama ekologických inovácii, vôňa či spôsob použitia. Na základe týchto výsledkov a ďalších spracovaných analýz, ktoré vzhľadom na rozsah príspevku, nie je možné tu všetky uviesť, sme sa rozhodli pre výrobu hypoalergénneho a neparfumovaného mydla bez obalu so slovenským pôvodom a dôrazom na environmentálnu bezpečnosť. Mydlo bude bez pridaných parfumov s prírodnými a jednoduchými ingredienciami vhodnými ja pre citlivú pokožku, bez farbív a alergénov. Predávané formou „zero waste“, teda s minimálnym papierovým prúžkom alebo úplne bezobalový predaj. Inovácia by potom prezentovala v rámci navrhovaného sturt-upu podnikateľský model ekologického produktu „PureSkin – zero waste hypoalergénne mydlo“.

Tab. 2 Udržateľný biznis model pre ekologický start-up
Tab. 2 Sustainable business model for an ecological start-up

<table>
<tr><th>Kľúčový partneri</th><th>Kľúčové aktivity</th><th>Hodnota pre zákazníka</th><th>Vzťahy so zákazníkmi</th><th>Zákaznícke segmenty</th></tr>
<tr>
<td>• Dodávatelia prírodných surovín
• Lokálni slovenskí výrobcovia
• Bezobalové predajne a ekologické obchody
• Výrobcovia recyklovateľného papiera
• Dermatologické a certifikačné centrá
• Logistickí partneri pre distribúciu</td>
<td>• Výroba hypoalergénneho tuhého mydla
• Vývoj receptúry
• Bezobalové balenie a distribúcia
• Marketingová komunikácia
Kľúčové zdroje
• Prírodné suroviny
• Výrobná technológia na lisovanie mydla
• Pracovná sila
• Certifikácia a odborné posudky
• Partnerstvá s bezobalovými obchodmi</td>
<td>• Hypoalergénne, neparfumované a šetrné k pokožke
• Ekologické riešenie – mydlo bez obalu
• Slovenský pôvod a dôveryhodné zloženie
• Pevné mydlo, ktoré sa nerozmočí a dlhšie vydrží
• Prírodné ingrediencie a jednoduché zloženie</td>
<td>• Informovanie o prírodnom zložení a ekologickom prínose
• Jednoduchá komunikácia bez výraznej reklamy
• Vernostná kartička
• Online poradenstvo podľa typu pokožky
Distribučné kanály
• Drogérie
• Bezobalové obchody
• E-shop výrobcu
• Farmárske a remeselné trhy
• Lokálne ekologické predajne</td>
<td>• Ľudia s citlivou alebo alergickou pokožkou
• Zákazníci vyhľadávajúci ekologické produkty
• Zero waste komunita
• Ľudia preferujúci slovenské výrobky
• Spotrebitelia vo veku 15 +</td>
</tr>
<tr><th colspan="3">Nákladová štruktúra</th><th colspan="2">Tržby</th></tr>
<tr>
<td colspan="3">• Nákup prírodných surovín
• Výroba mydla
• Certifikácia a dermatologické testy
• Distribúcia a logistika
• Marketing (web, informácie)
• Pracovná sila</td>
<td colspan="2">• Predaj tuhého mydla
• Predaj sezónnych a darčekový edícii
• Predaj zvýhodnených „balení“
• Doplnkové produkty</td>
</tr>
</table>

Ústredným prvkom modelu prezentovaného biznis modelu pre ekologický start-up, založenom na lokálnom prostredí a princípoch udržateľnosti, je hodnota pre zákazníka, ktorá spočíva v kombinácii zdravotných benefitov (hypoalergénne zloženie bez parfumácie) a ekologickej zodpovednosti (produkty bez obalov, tzv. „zero waste“). Výrobca deklaruje slovenský pôvod a transparentné zloženie, čím buduje dôveru u cieľových skupín. Zákaznícke segmenty sú definované primárne potrebami spotrebiteľov – ide o ľudí s citlivou pokožkou, ekologicky zmýšľajúcu „zero waste“ komunitu a lokálpatriotov preferujúcich domáce produkty vo vekovej kategórii 15+.

Vzťahy so zákazníkmi sú budované na báze priamej komunikácie o zložení a ekologickom prínose, pričom k retencii prispievajú vernostné programy a odborné online poradenstvo. Distribučné kanály sú diverzifikované medzi kamenné prevádzky (drogérie, farmárske trhy, lokálne eko-predajne) a digitálnu sféru (vlastný e-shop), čo umožňuje široký trhový dosah pri zachovaní nízkej ekologickej stopy.

V sekcii kľúčových aktivít dominuje samotný proces výroby, vývoj receptúr a následná distribúcia v bezobalovom režime. Tieto procesy sú podporované kľúčovými zdrojmi, ktoré

zahŕňajú prírodné suroviny, technológiu lisovania mydla, kvalifikovanú pracovnú silu a nevyhnutné certifikácie. Stabilita modelu je posilnená sieťou kľúčových partnerov, medzi ktorých patria dodávatelia prírodných vstupov, lokálni výrobcovia, recyklačné centrá a špecializované bezobalové predajne.

Spodná časť modelu definuje ekonomickú udržateľnosť projektu: Zahŕňa fixné a variabilné náklady spojené s nákupom surovín, výrobou, povinným testovaním, logistikou a marketingom. Toky príjmov sú generované primárne predajom tuhých mydiel, sezónnych darčekových edícií a doplnkových produktov, čo naznačuje potenciál pre škálovateľnosť portfólia.

Rozšírenie klasického Business Model Canvas o environmentálne a sociálne aspekty transformuje model na tzv. Triple Layer Business Model Canvas. Pre výrobcu ekologických mydiel by doplnenie o tieto vrstvy vyzeralo nasledovne:

Environmentálna vrstva - Táto vrstva (blok) skúma vplyv produktu na životné prostredie počas celého jeho životného cyklu produkcie z čoho by plynuli nasledovné environmentálne prínosy: Redukcia plastového odpadu v domácnostiach, zníženie chemického znečistenia vôd a podpora biodiverzity nákupom surovín z udržateľného poľnohospodárstva. Meranie spotreby vody pri výrobe a sledovanie pôvodu energie. Návrh zloženia tak, aby nezanechávalo žiadne mikroplasty a aby bol proces „od kolísky po hrob“ čo najšetrnejší. Minimalizácia emisií CO_2 uprednostňovaním lokálnych dodávateľov pred dovozom zo zahraničia.

Sociálna vrstva - tento blok sa zameriava na zainteresované strany (stakeholders) a prínos podniku pre komunitu. Prínosy v tejto oblasti by predstavovalo: Zvyšovanie povedomia o ekológii a zdravom životnom štýle. Podpora miestnej zamestnanosti, napríklad vytváraním pracovných miest pre znevýhodnené skupiny pri balení alebo expedícii, duálne vzdelávanie a spolupráca so študentami. Spolupráca s lokálnymi školami alebo neziskovými organizáciami na environmentálnych projektoch. Férové mzdové ohodnotenie, bezpečnosť pri práci a inkluzívne pracovné prostredie. Budovanie radikálnej transparentnosti ohľadom pôvodu každej zložky v mydle.

Záver

Príspevok úspešne transformoval empirickú analýzu zákazníckych preferencií do komplexného a udržateľného podnikateľského konceptu start-upu „PureSkin“. Aplikáciou Kano modelu sme identifikovali kľúčové determinanty spokojnosti špecifickej kohorty spotrebiteľov orientovaných na ekológiu. Výsledky výskumu preukázali, že pre tento segment nie je rozhodujúca značka ani intenzívna reklama, ale predovšetkým atraktivita slovenskej proveniencie, environmentálna bezpečnosť a priaznivý pomer ceny a kvality.

Tieto zistenia sa stali základným pilierom pre koncipovanie Business Model Canvas, kde sme hodnotovú ponuku definovali ako spojenie zdravotných benefitov (hypoalergénnosť) a radikálneho „zero waste“ prístupu. Navrhovaný model sa vyznačuje vysokou mierou diferenciácie, nakoľko eliminuje nadbytočné prvky bežne dostupných produktov na trhu, ktoré boli výskumom identifikované ako indiferentné alebo nežiaduce a zameriava sa na konkrétne benefity pre zákazníkov.

Kľúčovým prínosom práce je rozšírenie ekonomického rámca o environmentálnu a sociálnu vrstvu v rámci konceptu Triple Layer Business Model Canvas. Tento prístup dokazuje, že start-up v segmente prírodnej kozmetiky môže generovať hodnotu nielen cez ekonomický

zisk, ale aj prostredníctvom environmentálnej a sociálnej inklúzie.

Prezentovaný návrh biznis modelu pre start-up prezentuje, že prechod k cirkulárnej ekonomike a lokálnej výrobe nie je len etickou voľbou, ale strategickou výhodou, ktorá presne adresuje potreby moderného, ekologicky uvedomelého spotrebiteľa do podnikateľského modelu. Prezentovaný Business Model Canvas vykazuje silnú vnútornú koherenciu. Prepojenie medzi ekologickou hodnotou a špecifickými jasne definovanou trhovou medzerou s vysokým stupňom diferenciácie od masovej produkcie kozmetiky.

POĎAKOVANIE: *Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu VEGA 1/0513/25, Biznis model inovácií založených na princípe udržateľnosti .*

Literatúra

EIADAT, Y., et al. Green and competitive? An empirical test of the mediating role of environmental innovation strategy. *Journal of World business*, 2008, 43.2: 131-145.

FRENKEN, K. Political economies and environmental futures for the sharing economy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 2017, 375.2095.

LOUČANOVÁ, E.; OLŠIAKOVÁ, M.; ŠTOFKOVÁ, J Open business model of eco-innovation for sustainability development: Implications for the open-innovation dynamics of Slovakia. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2022, 8.2: 98.

LUDVIG, A., et al. Governance of social innovation in forestry. Sustainability, 2020, 12.3: 1065.

RAMETSTEINER, Ewald; WEISS, Gerhard. Innovation and innovation policy in forestry: Linking innovation process with systems models. Forest Policy and Economics, 2006, 8.7: 691-703.

WEINHARDT, Ch., et al. Business models in the service world. *IT professional*, 2009, 11.2: 28-33.

YOUNG, D.; GERARD, M. Four steps to sustainable business model innovation. Boston Consulting Group, 2021.

GREEN AI A DIAGNOSTIKA PĽÚCNEJ EMBÓLIE AKO INOVÁCIA V MANAŽMENTE PROCESOV A DIAGNOSTIKE

GREEN AI AND DIAGNOSIS OF PULMONARY EMBOLISM AS AN INNOVATION IN PROCESS MANAGEMENT AND DIAGNOSTICS

Veronika Kalmanová[1], Erika Loučanová [2]

[1]*Fakulta zdravotníckych vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave*

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The aim of the presented work is to analyze the current diagnostic procedures for pulmonary embolism (PE) with special attention to the integration of artificial intelligence (AI) elements and the concept of "Green AI" as an innovation in process management and radiology. The work uses the analytical-synthetic method to process the professional literature and retrospective clinical analysis. The key methodological tool is the comparison of traditional diagnostic methods with modern ones - Green AI. The analysis confirms that although computed tomography pulmonary angiography (CTPA) remains an important standard, the integration of AI models significantly increases the sensitivity in the detection of peripheral thrombi and shortens the time for prioritizing acute cases. Moreover, the implementation of Green AI principles has demonstrated the potential for environmental sustainability of healthcare facilities. The synergy of precise diagnostics and environmentally sustainable technologies represents a new approach in the management of pulmonary embolism diagnostics, which combines medical efficiency and environmental practices.

Key words: pulmonary embolism, CT angiography, Green AI, process management, sustainable diagnostics.

Úvod

Pľúcna embólia je vážny a potenciálne nebezpečný stav ktorý predstavuje dôležitý problém v súčasnej liečbe. Pľúcnu embóliu charakterizuje obmedzenie prietoku krvi v pľúcnych tepnách alebo ich vetvách najmä v dôsledku trombotických tkanív čo vedie k chorobnosti a významnej úmrtnosti (Faluk a kol., 2021; Knuuti a kol., 2020; Humbert a kol., 2022). Tromb vytvára prekážku, ktorá je zvyčajne spôsobená presunom zrazeniny vzniknutej v inej časti tela, najčastejšie pri žilových trombózach v dolných končatinách.Pľúcna embólia je tretím najbežnejším dôvodom úmrtí súvisiacich so srdcovými chorobami po ischemickej srdečnej nedostatočnosti a mozgových príhodách (Gohli a kol., 2009; Baylis a kol. 2021). Celosvetovo je pľúcna embólia treťou najčastejšou príčinou úmrtí súvisiacich s kardiovaskulárnymi ochoreniami po ischemickej chorobe srdca a mozgovej príhode (Roskob a kol. 2014). Odhad presnej miery úmrtnosti pľúcnej embólie však môže byť náročný, pretože sa predpokladá, že mnohí pacienti, ktorí zažili náhlu srdcovú smrť, mali asociovanú

tromboembolickú príhodu, ako je pľúcna embólia (Horlander a kol. 2003, Pérez-Nieto a kol., 2023). Hoci pokrok v diagnostických metódach, hodnotení rizika a alternatívach liečby zlepšil našu schopnosť zvládať pľúcnu embóliu, pretrvávajú značné výzvy v dosahovaní rýchlej a presnej diagnózy, zdokonaľovaní terapeutických prístupov a minimalizácii dlhodobých komplikácií (Faluk a kol., 2021; Knuti a kol., 2020).

Klinický obraz pľúcnej embólie je veľmi variabilný a nešpecifický. Najčastejšie sa prejavuje dýchavičnosťou, kašľom alebo bolesťou na hrudníku, čo sú príznaky, ktoré sa prekrývajú s inými pľúcnymi a kardiovaskulárnymi ochoreniami, ako je zápal pľúc, exacerbácia CHOCHP alebo dekompenzované kongestívne zlyhanie srdca, okrem iného (Howard, 2019). Okrem toho je priemerný vek pri prejave pľúcnej embólie medzi 60 a 70 rokmi, čo je obdobie, kedy sú tieto ďalšie patológie tiež rozšírené. V dôsledku toho môže byť stanovenie predpokladanej diagnózy pľúcnej embólie výlučne na základe klinických a epidemiologických údajov náročné (Vans Es a kol., 2017). Niekoľko rizikových faktorov venóznej tromboembolickej choroby (VTE) môže ovplyvniť pravdepodobnosť, že symptómy pacienta sú spôsobené pľúcnou embóliou. Je potrebné poznamenať, že rakovina, nedávny chirurgický zákrok, imobilita a užívanie estrogénov sú spojené so zvýšeným rizikom pľúcnej embólie (Suárez del Villar Carrero a kol., 2024).

Z uvedených dôvodov je veľmi dôležitá skorá diagnostika, ku ktorej v súčasnosti pomáha aj umelá inteligencia (AI). Preto náš príspevok sa zameral práve na hodnotenie využitia green AI v rámci diagnostiky pľúcnej embólie ako inovácie v manažmente procesov a diagnostike.

Experimentálna časť

Pre naplnenie stanoveného cieľa ŠVOČ práce sme zvolili nasledovný metodický postup. Pre spracovanie práce bola použitá analyticko-syntetická metóda, prostredníctvom nej bola analyzované dostupná odborná literatúra k riešenej problematike a následne syntézou vybrané relevantné časti sumarizované do kapitoly teoretických východísk k riešenej problematike. Primárnou metódou práce je analýza manažmentu procesov a diagnostiky pľúcnej embólie využívajúc Geen AI ako inovácia v týchto postupoch. Následne metódou práce je kazuistika diagnostiky pľúcnej embólie prostredníctvom počítačovej tomografie pľúcnej angionómie. Diagnostika vychádza zo sekundárnych dát z laboratórnych vyšetrení pacientov. Analýza a interpretácia kazuistík je robená prostredníctvom retrospektívnej klinickej analýzy zozbieraných sekundárnych dát. Následne kazuistiky v rámci diskusie práce boli prostredníctvom metódy komparácie porovnané navzájom a v rámci diskusie práce aj s teoretickými východiskami k riešenej problematike. Následne zistenia boli sumarizované do záverov práce. Pre tvorbu diskusie a záverov práce bola použitá induktívno-deduktívna metóda. Pre prácu boli použitý MS Office, nástroje a funkcionality služby Google.

Vyhodnotenie a diskusia

Pľúcny obeh má niekoľko jedinečných biomechanických vlastností: za normálnych podmienok ide o nízkotlakový (tlakový rozdiel ~15 mmHg), nízkotlakový a vysokotlakový (prietokový) systém. V dôsledku toho existuje dôležitá interakcia medzi anatomickými alebo fyziologickými poruchami a lokálnymi charakteristikami prietoku krvi. K takémuto narušenému stavu môže viesť niekoľko ochorení, medzi ktoré patrí a pľúcna embólia.

Klasický model patogenézy pľúcnej embólie je založený na Virchowovej triáde – venózna stáza, poškodenie endotelu a hyperkoagulácia. Dlhodobá imobilita pacientov vedie k venóznej stáze, mozgová ischémia vyvoláva systémový zápal a aktiváciu endotelu a neurozápalová kaskáda podporuje hyperkoagulačný stav, viď obrázok 2 (Chen a Bhaskar, 2025).

Na molekulárnej úrovni je pľúcna embólia riadená koordinovanou interakciou protrombotických mediátorov. Tkaninový faktor, trombín a fibrín sú ústrednými zložkami šírenia zrazeniny, zatiaľ čo mikročastice odvodené z krvných doštičiek zosilňujú tvorbu trombínu a zápalovú signalizáciu. Nedávne poznatky o imunotrombóze, najmä úloha neutrofilných extracelulárnych pascí, zdôrazňujú súvislosť medzi vrodenou imunitnou aktiváciou a stabilitou trombu. Biomarkery, ako je C-reaktívny proteín) a interleukín-6 , nie sú len korelátmi systémového zápalu, ale aj potenciálnymi prognostickými indikátormi tromboembolického rizika.

Ak sa akútne tromby neriešia, môžu sa vyvinúť do chronickej tromboembolickej pľúcnej hypertenzie, čo prispieva k dlhodobému kardiorespiračnému poškodeniu. Včasná stratifikácia rizika je preto nevyhnutná. Inovácie v oblasti umelej inteligencie a modelovania založeného na biomarkeroch ponúkajú príležitosti na personalizáciu predikcie rizika a zlepšenie diagnostickej presnosti (Chen a Bhaskar, 2025).

Počítačová tomografia (CT), počítačová tomografia angiografie (CTA) a počítačová tomografia pľúcnej angiografie (CTPA) sa vyvíjala súbežne a poskytla nové perspektívy nielen v dosahovaní precíznejšieho diagnostického prístupu, ale aj tým, že sa ukázala ako cenný nástroj na stratifikáciu rizika pacienta a terapeutický manažment, čím uľahčila rozhodovanie. Technologický pokrok v počítačovej tomografii pľúcnej angiografii dosiahol kvalitu obrazu, ktorá bola pred viac ako desiatimi rokmi nepredstaviteľná. Spolu s aplikáciou nových nástrojov umelej inteligencie je to vhodný moment na zastavenie sa a prehodnotenie nášho súčasného postoja k počítačovej tomografii pľúcnej angiografii vo vzťahu ku komplexnej krajine pľúcnej embolie a jej súčasnému využitiu.

Konvenčná počítačová tomografia (CT) využíva röntgenové lúče s jednou energetickou úrovňou na generovanie snímok, ktoré poskytujú anatomické detaily, ale s obmedzeniami pri rozlišovaní tkanív s podobným zložením. Naproti tomu duálna energetická počítačová tomografia (DECT) využíva dve rôzne energetické úrovne, čo umožňuje lepšiu charakteristiku tkaniva rozlíšením medzi tkanivami, ako je vápnik a tuk alebo kontrastné látky. To zvyšuje diagnostickú presnosť v špecifických klinických scenároch. V skutočnosti, hoci sa používanie duálnej energetickej počítačovej tomografie vyvíja už viac ako 10 rokov, jeho použitie pri diagnostike pľúcnej embólie sa stalo cenným nástrojom len nedávno. Zlepšuje diagnostický výkon lekárov pomocou presných perfúznych máp a umožňuje charakterizovať vývojové štádium trombu, čím pridáva terapeutickú hodnotu.

Systém röntgenka a detekčná sústava sa otočí okolo pacienta o 360°, pričom zhotoví jednu vrstvu vyšetrovanej oblasti. Každá vrstva je snímaná pod mnohými rôznymi uhlami. Pri prechode tkanív sú RTG lúče zoslabované. Množstvo prejdeného žiarenia je zaznamenávané detektormi, potom prevedené na elektrický signál, ktorý je odoslaný do počítača, kde je zrekonštruovaný obraz snímkovanej vrstvy. CT nám takto poskytuje trojrozmerné zobrazenie vyšetrovanej oblasti. CT angiografia je metóda vyšetrujúca kardiovaskulárny systém pomocou výpočtovej tomografie a kontrastnej látky (Reiser a kol. 2011).

Základným princípom výpočtovej tomografie je princíp denzitometrický. Detekčným systémom je zmeraný úbytok žiarenia pohltený prostredím medzi röntgenkou a detektormi. Mnohonásobnými projekciami sú získavané dáta o pohltení žiarenia v tkanive. Miera celkového zoslabenia v jednotlivých bodoch priestoru je vyhodnotená pomocou výpočtu založeného na Fourierovej transformácii. Matematicky je vytvorená matica obrazových bodov, teda pixelov.

V skutočnosti majú tvar hranolov. Ich výška je daná kolimáciou a nazývame ich voxelmi. Zobrazenie v jednom reze je teda určené štvorrozmernou maticou.

Na získanie obrazu existuje niekoľko základných stratégií vyšetrenia. Najzákladnejším z nich je vyšetrenie krokové čiže incrementavé. Princíp vytvorenia jednotlivého axiálneho obrazu spočíva v získaní dát a následnej rekonštrukcii vrstvy po vrstve. Dynamické krokové vyšetrenie spočíva v snímaní vrstiev v čo možno najkratšom časovom odstupe a súbežnej aplikácii KL. Pri CT angiografii sa využíva tzv. dynamické sériové vyšetrenie, počas ktorého sa napr. získavajú informácie o cirkulačnom čase pre cielené podanie KL. Jednotlivé scany sú snímané v rôznych časových intervaloch počas jedinej pozície stola. Pri CT angiografii sa využíva špirálny spôsob vyšetrenia. Princíp vyšetrenia spočíva vo volumetrickom načítaní izotropného poľa hrubých dát, z ktorého sú spätne zrekonštruované axiálne obrazy. Takto je podstatne skrátená celková doba vyšetrenia a množstvo podané KL sa znižuje. Vykonaním vyšetrenia vo viacerých fázach po nástreku možno zobraziť dynamickú perfúzy KL. CTA je spôsob špirálového vyšetrenia, počas ktorého sa cielene aplikuje bolus KL na zobrazenie ciev. V závislosti na priesvite ciev je volená šírka kolimácie (Reiser a kol. 2011).

V súčasnosti sú zobrazovacie metódy ako PCTA považované za najspoľahlivejšiu a najvhodnejšiu metódu v diagnostike centrálnej i periférnej pľúcnej embólie. Priamo zobrazuje cievne riečisko pľúc rýchlejšie ako klasické CT. Jej špecificita a senzitivita pri tomto vyšetrení sa pohybuje okolo 100%. Špecifický nález pľúcnej embólie sa prejavuje ako defekt v kontrastnej náplni tepny alebo jej úplným uzáverom. Výhodou PCTA je aj preukázanie aj iných ochorení pľúc a mediastína, zobrazenie srdca, veľkých ciev a ostatných štruktúr, ktoré môžu vysvetliť klinické ťažkosti pacienta. CTA má väčšiu senzitivitu ako ventilačne perfúzna scintigrafia, jej použitie je však spojené s väčšou radiačnou záťažou pre pacienta (Riedel, 2000; Widimský, 2023).

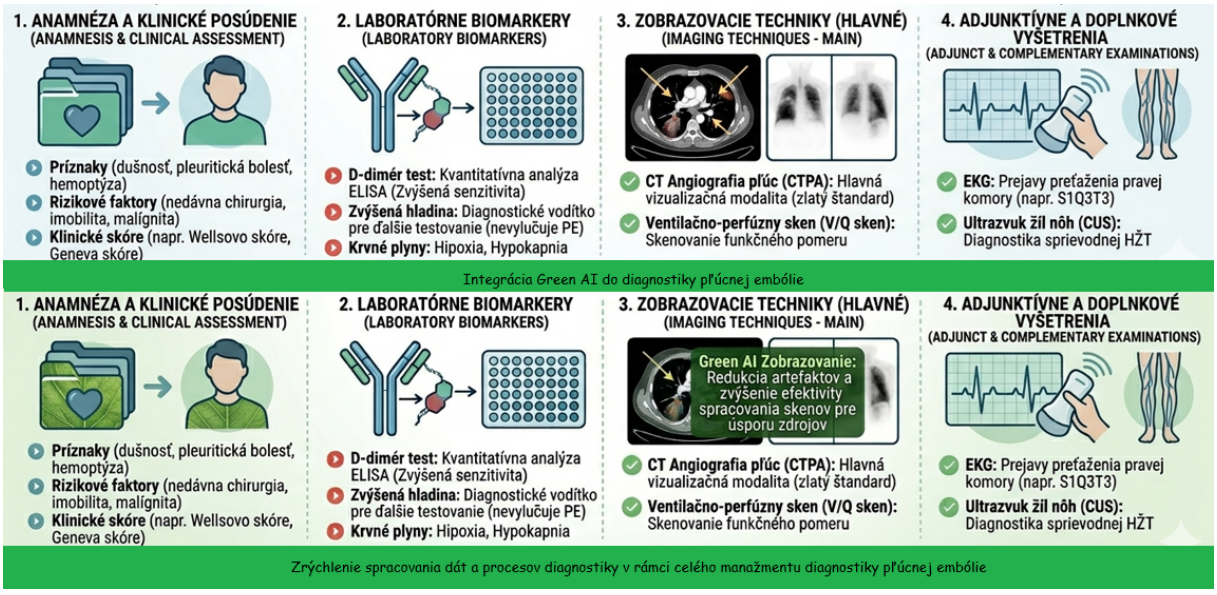
Využívanie umelej inteligencie (AI) pri diagnostike pľúcnej embólie (PE) predstavuje významný pokrok v presnosti aj rýchlosti identifikácie tohto život ohrozujúceho stavu. Inovácie sa zameriavajú najmä na analýzu CT pľúcnej angiografie (CTPA), zatiaľ čo ekologický rozmer zahŕňa optimalizáciu zdrojov a znižovanie uhlíkovej stopy rádiologických oddelení. AI algoritmy, najmä modely hlbokého učenia, prinášajú do klinickej praxe niekoľko kľúčových vylepšení:

- AI vykazuje vysokú senzitivitu a špecificitu pri identifikácii krvných zrazenín, čím pomáha odhaliť aj drobné nálezy v periférnych cievach, ktoré by mohli byť prehliadnuté - zvýšená presnosť detekcie.
- Systémy automaticky upozornia lekára ihneď po zistení zrazeniny, čím skracujú čas notifikácie z dní na desiatky minút - prioritizácia prípadov.
- AI dokáže automaticky kvantifikovať záťaž zrazeninou a hodnotiť znaky preťaženia pravého srdca, čo je kľúčové pre určenie závažnosti stavu - stratifikácia rizika.
- Moderné modely zlepšujú diagnostiku v náročných prípadoch CTPA, kde sú defekty prítomné v malých pľúcnych tepnách - identifikácia jemných defektov (Li a kol., 2025; Ayobi a kol., 2024; Dinc a Ardic, 2026).

Ekologické a udržateľné aspekty v rámci Green Radiology, resp. využívania Green AI pre diagnostike v implementácie v rádiológii prispieva k udržateľnosti z pohľadu:

- Integrácia AI vedie k skráteniu času skenovania, čím sa priamo znižuje spotreba elektrickej energie diagnostických prístrojov (Kalli a Jonathan, 2026) - optimalizácia času a energie.
- Presnejšie algoritmy umožňujú optimalizovať množstvo použitej kontrastnej látky, čo redukuje medicínsky odpad a chemickú záťaž životného prostredia (Pichler a kol., 2025; Doo a kol., 2024; Yadav, 2025) - zníženie spotreby materiálov.
- Existuje dualita medzi energetickou náročnosťou tréningu AI modelov a ich schopnosťou šetriť zdroje v reálnej prevádzke cez inteligentné protokoly - udržateľnosť.
- Digitálne inovácie a AI-riadené plánovanie pomáhajú eliminovať nadbytočné vyšetrenia a optimalizovať režimy spánku prístrojov - znižovanie uhlíkovej stopy.
- Napriek výzvam spojeným s emisiami dátových centier je AI kľúčom k budúcnosti environmentálne udržateľnej rádiológie - efektívny manažment dát (Pichler a kol., 2025; Doo a kol., 2024; Yadav, 2025).

Prehľadný postup implementácie Green AI do procesu diagnostiky pľúcnej embólie (PE) zobrazuje nasledovný obrázok.



Obrázok. 1 Diagnostika pľúcnej embólie a implementácia Green AI v rámci manažmentu diagnostiky tohto ochorenia
Figure. 1 Pulmonary embolism diagnostics and implementation of Green AI in the management of diagnostics of this disease

Prístup implementácie Green AI do manažmentu diagnostiky pľúcnej embólie nielen že zvyšuje presnosť a včasnosť diagnostiky, ale robí ju aj trvalo udržateľnejšou s minimalizáciou ekologických dopadov. Treba však podotknúť, že algoritmus je všeobecný. Konkrétne postupy a prípady podľa kazuistiky musia zohľadňovať klinický stav pacienta a dostupnosť technológií.

Záver

Predložená práca sa zaoberá diagnostikou pľúcnej embólie a implementáciou Green AI do postupov jej diagnostiky. Pľúcna embólia predstavuje v súčasnej medicíne kritickú výzvu, a to nielen kvôli svojej vysokej úmrtnosti, ale aj pre nešpecifický klinický obraz, ktorý si vyžaduje mimoriadne rýchlu a presnú diagnostiku. Predkladaná práca preukázala, že hoci základný patofyziologický mechanizmus pľúcnej embólie – založený na Virchowovej triáde – zostáva nemenný, diagnostické postupy prechádzajú zásadnou technologickou transformáciou. Na základe zistení vyplýva, že moderná medicína sa už nemôže pozerať len na výsledok vyšetrenia, ale aj na jeho ekologickú stopu. Optimalizácia času skenovania, zníženie radiačnej záťaže a šetrenie chemickými látkami pri CTPA vyšetrení sú kroky, ktoré v rámci „Green Radiology“ vytvárajú udržateľnejší systém zdravotnej starostlivosti. Implementácia Green AI do diagnostických protokolov nevedie k zníženiu kvality poskytovanej starostlivosti, ale práve naopak – zefektívňuje prácu lekára a zvyšuje bezpečnosť pacienta.

POĎAKOVANIE: *Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA 016TU Z-4/2025 Integrácia vybraných aspektov zelenej ekonomiky do výučby projektového manažmentu a manažmentu inovácií.*

Literatúra:

AYOBI, Angela a kol. Výkonnosť a klinická užitočnosť nástroja s umelou inteligenciou na detekciu pľúcnej embólie. *Clinical Imaging* , 2024, 113: 110245.

BAYLIS, Richard A., et al. Epidemiology and genetics of venous thromboembolism and chronic venous disease. Circulation research, 2021, 128.12: 1988-2002.

DINC, Rasit; ARDIC, Nurittin. Umelá inteligencia pre počítačom podporovanú detekciu pri endovaskulárnych intervenciách: Klinické aplikácie, validácia a translačné perspektívy. *Bioengineering* , 2026, 13.4: 399.

DOO, Florence X., et al. Environmental sustainability and AI in radiology: a double-edged sword. *Radiology*, 2024, 310.2: e232030.

FALUK MD, Mohammed A., et al. Evolution of Acute Pulmonary Embolism Management. 2020.

GOHIL, Reya; PECK, George; SHARMA, Pankaj. The genetics of venous thromboembolism. Thrombosis and haemostasis, 2009, 102.08: 360-370.

HORLANDER, Kenneth T.; LEEPER, Kenneth V. Troponin levels as a guide to treatment of pulmonary embolism. Current opinion in pulmonary medicine, 2003, 9.5: 374-377.

HOWARD, Luke. Acute pulmonary embolism. Clinical Medicine, 2019, 19.3: 243-247.

HUMBERT, Marc, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: Developed by the task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS). Endorsed by the International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) and the European Reference Network on rare respiratory diseases (ERN-LUNG). European heart journal, 2022, 43.38: 3618-3731.

CHEN, Darryl; BHASKAR, Sonu MM. Pulmonary embolism in acute ischaemic stroke: evolving evidence, diagnostic challenges, and a novel thromboinflammatory axis hypothesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 2025, 26.14: 6733.

KALLI, Venkata Dinesh Reddy; JONATHAN, Eric. Riešenia riadenia energie pre zdravotníctvo riadené umelou inteligenciou: optimalizácia softvéru zdravotníckych pomôcok. *International Journal of Advanced Engineering Technologies and Innovations* , 2023, 1.01: 157-174.

KNUUTI, Juhani, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). European heart journal, 2020, 41.3: 407-477.

LI, Lin a kol. Prísľub a obmedzenia umelej inteligencie pri detekcii pľúcnej embólie na báze CTPA. *Frontiers in Medicine* , 2025, 12: 1514931.

PÉREZ-NIETO, Orlando Rubén, et al. Hemodynamic and respiratory support in pulmonary embolism: a narrative review. Frontiers in medicine, 2023, 10: 1123793.

PICHLER, Verena, et al. The environmental impact of medical imaging agents and the roadmap to sustainable medical imaging. *Advanced science*, 2025, 12.9: 2404411.

RASKOB, Gary E., et al. Thrombosis: a major contributor to global disease burden. In: Seminars in thrombosis and hemostasis. Thieme Medical Publishers, 2014. p. 724-735.

REISER, Maximilian; KUHN, F. P.; DEBUS, J. Duale Reihe. Radiologie: Thieme, Stuttgard, 2011.

RIEDEL, Martin. Choroby plicního oběhu. Galén, 2000.

SUÁREZ DEL VILLAR CARRERO, Rafael, et al. Influence of an Alternative Diagnosis on the Diagnosis of Pulmonary Thromboembolism. In: Healthcare. MDPI, 2024. p. 2246.

YADAV, Santosh. Artificial Intelligence and the Future of Environmentally Sustainable Radiology. *EKSPLORIUM-BULETIN PUSAT TEKNOLOGI BAHAN GALIAN NUKLIR*, 2025, 46.1: 1689-1705.

KOMPARATÍVNE VÝHODY SR V ZAHRANIČNOM OBCHODE S DREVÁRSKYMI KOMODITAMI

COMPARATIVE ADVANTAGES OF THE SR IN FOREIGN TRADE IN WOOD-BASED COMMODITIES

Mária Magulová[1] doc. Ing. Ján Parobek, PhD.[2]

[1] *Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Rektorát, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, xmagulovam@is.tuzvo.sk*

[2] *Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, parobek@tuzvo.sk*

Abstract

The aim of this paper is to evaluate the position of the Slovak Republic in foreign trade in selected wood-based commodities and to identify Slovakia's comparative advantages within the European Union over the period 2015–2024. The analysis monitors four commodities representing different stages of wood processing: roundwood, sawnwood, wood pulp and paper. The main analytical tool is the Balassa Index of Revealed Comparative Advantage (RCA), supplemented by its symmetric form (RSCA). Input data are drawn from the UN Comtrade database. The results indicate that the Slovak Republic achieves a stable and strong comparative advantage in paper, a fluctuating but persistent advantage in roundwood, an unclear position in sawnwood, and a substantial decline in pulp towards the end of the observed period. Slovakia's comparative advantages are thus strongest at the opposite ends of the wood-processing chain, while the country's position weakens at the intermediate processing stages.

Key words: comparative advantage, Balassa index, wood-processing industry, foreign trade, Slovak Republic

Úvod

Lesy patria medzi najvýznamnejšie obnoviteľné prírodné zdroje, ktorými Slovenská republika disponuje. Lesnatosť krajiny presahuje 41 % a Slovensko sa tak radí medzi najlesnatejšie krajiny strednej Európy. Drevná surovina z domácich lesov tvorí základ pre celé odvetvie drevospracujúceho priemyslu, ktoré zabezpečuje premenu vyťaženej guľatiny na výrobky s vyššou pridanou hodnotou, ako sú rezivo, celulóza, papier či nábytkárske výrobky. Drevospracujúci priemysel tak výrazne prispieva k zamestnanosti, regionálnemu rozvoju ale aj pozitívnemu výsledku obchodnej bilancie Slovenskej republiky. Aj napriek bohatým domácim zdrojom drevnej suroviny možno pri bližšom pohľade na štruktúru zahraničného obchodu vidieť istú nerovnováhu. Dlhodobo pretrvávajúcim problémom je vysoký vývoz surového dreva, teda komodity s najnižším stupňom spracovania a najnižšou pridanou hodnotou. Pridaná hodnota, ktorá by mohla byť získaná pri spracovaní drevnej suroviny na území Slovenska, sa tak vytvára v zahraničí. Problematika pridanej hodnoty a špecializácie krajiny v rámci medzinárodného obchodu úzko súvisí s teóriou komparatívnej výhody, ktorá

patrí medzi základné piliere teórie medzinárodného obchodu.

Problematike komparatívnych výhod slovenského drevospracujúceho priemyslu sa v minulosti venovalo viacero autorov (Paluš a kol., 2015; Parobek a kol., 2016; Sujová a kol., 2015). Štúdie však prevažne pokrývajú obdobia končiace okolo roku 2015. Tento príspevok sa pokúša poskytnúť aktuálnejší obraz o vývoji drevospracujúceho priemyslu a tým priniesť nové zistenia o postavení Slovenska v zahraničnom obchode s drevárskymi komoditami. Roky 2015 až 2024, na ktoré sa tento príspevok zameriava, boli pre slovenský aj európsky drevospracujúci priemysel mimoriadne búrlivé. Rozsiahle podkôrnikové kalamity zasiahli lesy strednej Európy a výrazne ovplyvnili ponuku surového dreva na európskom trhu. Pandémia ochorenia COVID-19 narušila svetové dodávateľské reťazce a po jej odznení došlo k prudkému nárastu dopytu po stavebnom rezive. Energetická kríza spojená s konfliktom na Ukrajine následne zasiahla najmä energeticky náročnú výrobu celulózy a papiera. Sledované decénium teda bolo zasiahnuté viacerými faktormi, ktoré ovplyvnili vývoj obchodu s jednotlivými drevárskymi komoditami.

Cieľom tohto príspevku zameraný na zhodnotenie postavenia zahraničného obchodu Slovenskej republiky s vybranými drevárskymi komoditami a identifikovať komparatívne výhody Slovenska v rámci Európskej únie. Príspevok sleduje štyri komodity, ktoré reprezentujú odlišné stupne spracovania drevnej suroviny – surové drevo, rezivo, celulózu a papier. Hlavným analytickým nástrojom je klasický Balassov index odhalených komparatívnych výhod, ktorý je doplnený o jeho symetrickú formu.

Experimentálna časť

Príspevok využíva na hodnotenie postavenia Slovenskej republiky v zahraničnom obchode s vybranými drevárskymi komoditami komparatívnu analýzu. Hlavným analytickým nástrojom je základný index odhalenej komparatívnej výhody (Revealed Comparative Advantage – RCA) podľa Balassu (1965). Tento index je často používaný v medzinárodnej obchodnej ekonomike a umožňuje posúdiť mieru špecializácie krajiny v exporte konkrétnych komodít v rámci jej celkového zahraničného obchodu. Ako referenčný celok pre výpočet indexu RCA bola zvolená Európska únia (EÚ), ktorá pre Slovenskú republiku predstavuje najvýznamnejší obchodný priestor a teda aj najvýznamnejších partnerov v obchode s drevnou surovinou.

Balassov index vyjadruje pomer podielu krajiny na vývoze konkrétnej komodity k podielu vývozu referenčnej skupiny tej istej komodity. Index je v rámci analýzy aplikovaný na podmienky Slovenskej republiky podľa *Vzorca 1*:

$$RCA = \frac{x_i/X}{x_{i\,EU}/X_{EU}} \qquad (1)$$

kde jednotlivé premenné predstavujú:

- x_i – export vybranej komodity *i* (surové drevo, rezivo, celulóza, papier) zo Slovenska,
- X – celkový export Slovenskej republiky,
- $x_{i\,EU}$ – export komodity *i* v rámci Európskej únie,
- X_{EU} – celkový export Európskej únie.

Hodnota indexu vyššia ako 1 signalizuje, že krajina dosahuje komparatívnu výhodu v exporte danej komodity (jej podiel na exporte je nadpriemerný v porovnaní s referenčnou skupinou). Hodnota nižšia ako 1 znamená, že komparatívnu výhodu krajina nedosahuje.

Klasický Balassov index má niekoľko obmedzení, na ktoré upozorňujú viacerí autori. Index pri výpočte vychádza len z údajov exportu, nezohľadňuje dovoz ani domácu spotrebu (Vollrath, 1991). Ďalším obmedzením je asymetrické rozpätie výsledných hodnôt, ktoré sa pohybujú od 0 do 1 pri nešpecializovaných komoditách a od 1 do nekonečna pri komoditách s komparatívnou výhodou (Laursen, 2015). Z týchto dôvodov je v rámci analýzy doplnkovo vypočítaná aj symetrická forma Balassovho indexu (RSCA), ktorá prevádza hodnoty RCA do intervalu od –1 do +1 (Laursen, 2015):

$$RCA = \frac{RCA-1}{RCA+1} \qquad (2)$$

Kladné hodnoty indexu RSCA indikujú komparatívnu výhodu, záporné predstavujú komparatívnu nevýhodu a nulová hodnota vyjadruje neutrálne postavenie.

Vstupné údaje pre analýzu vychádzajú z databázy UN Comtrade (UN, 2026), ktorá poskytuje oficiálne štatistiky medzinárodného obchodu. Použité boli ročné údaje o exporte za obdobie rokov 2015 až 2024, vyjadrené v amerických dolároch. Pri získavaní hodnôt zahraničného obchodu bola použitá klasifikácia tovarov podľa Harmonizovaného systému (HS), ktorý spravuje Svetová colná organizácia (WCO, 2022). Sledované komodity sú vymedzené štvorcifernými kódmi HS (*Tabuľka 1*).

Tab. 1 Priradenie HS kódov jednotlivým komoditám
Tab. 1 *Assignment of HS codes to individual commodities*

Komodita	**HS kód**	**Popis**
Surové drevo	4403	surové drevo, odkôrnené alebo neodkôrnené, alebo nahrubo opracované do štvorcov
Rezivo	4407	drevo rezané alebo štiepané pozdĺžne, krájané alebo lúpané, tiež hobľované, brúsené alebo spájané klinovými zubami, s hrúbkou presahujúcou 6 mm
Celulóza	4703	chemická drevná buničina, sódová alebo sulfátová, okrem rozpustných druhov
Papier	4802	nepovrchovo upravený papier a lepenka určená na písanie alebo grafické účely

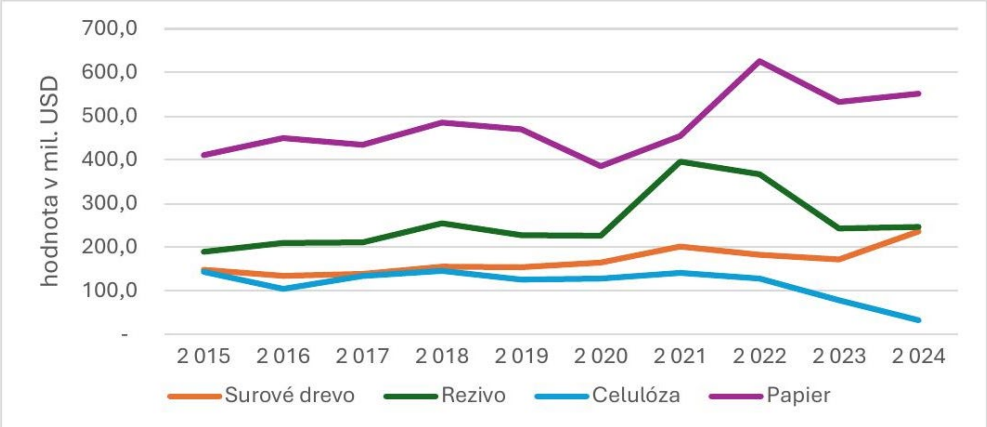
Zdroj: UN Comtrade (2026)

Vyhodnotenie a diskusia

Výskumná časť príspevku pozostáva z troch na seba nadväzujúcich krokov: analýza vývoja zahraničného obchodu Slovenskej republiky s drevárskymi komoditami, výpočet hodnôt Balassovho indexu (RCA) a doplnenie analýzy o symetrickú formu indexu (RSCA) spojené s porovnaním výsledkov s verejne dostupnými štúdiami. Na záver sú na základe všetkých zistení sformulované implikácie pre slovenský drevársky sektor.

1. Vývoj exportu drevárskych komodít Slovenskej republiky

Export sledovaných komodít vykazoval v priebehu decénia výrazne odlišnú dynamiku, ktorú ovplyvnilo viacero faktorov (*Obr. 1*). Dominantnou exportnou komoditou počas celého sledovaného obdobia bol papier, ktorého hodnota sa pohybovala v rozmedzí od približne 385 mil. USD v roku 2020 do najvyššej hodnoty 626 mil. USD v roku 2022. Celkovo vykazoval rastúci trend, čo možno čiastočne pripísať rastúcemu dopytu po obalových materiáloch v období pandémie COVID-19 (FAO, 2021).



Obr. 1 Vývoj exportu komodít Slovenskej republiky (mil. USD)
Fig. 1 *Development of exports of commodities of the Slovak Republic (mil. USD)*
Zdroj/Source: vlastné spracovanie podľa UN Comtrade (2026)

Druhú najvýznamnejšiu exportnú komoditu predstavovalo rezivo. Jeho export zaznamenal výrazný nárast v roku 2021, kedy hodnota vzrástla na 396 mil. USD. Tento nárast je spojený s kalamitnou ťažbou na území Slovenska aj v susedných krajinách. Ťažba tak poskytla piliarskemu priemyslu veľké množstvo suroviny. Súčasne nárast možno pripísať aj prudkým nárastom dopytu po rezive po uvoľnení pandemických opatrení. V rokoch 2023 a 2024 export reziva výrazne poklesol na úroveň okolo 245 mil. USD.

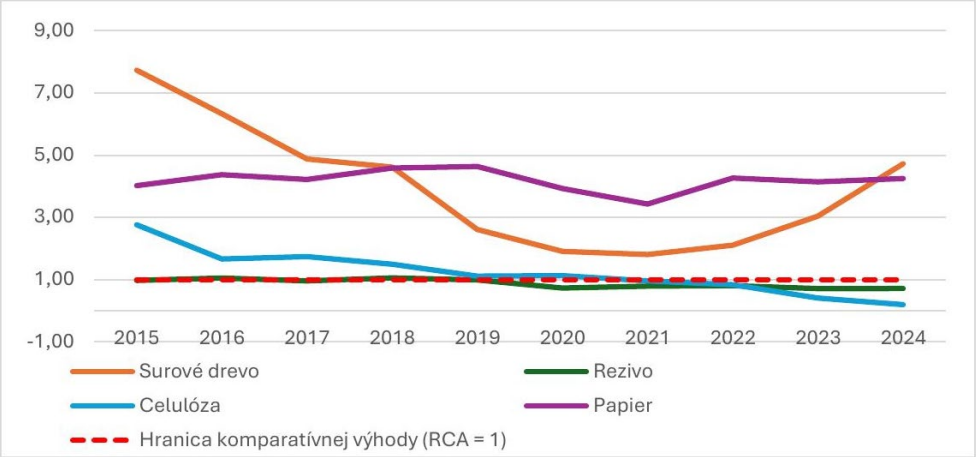
Export surového dreva vykazoval v rokoch 2015 až 2019 relatívne stabilné hodnoty (134 až 156 mil. USD). Výrazný nárast bol zaznamenaný až v roku 2024, kedy export dosiahol 236 mil. USD, čo bola najvyššia hodnota za celé sledované obdobie. Výrazne odlišný vývoj vykazoval export celulózy. V rokoch 2015 až 2018 sa hodnoty pohybovali v rozmedzí 104 až 145 mil. USD, no od roku 2019 hodnoty nabrali klesajúci trend. V roku 2024 dosiahol export celulózy úplné minimum sledovaného obdobia a to 33 mil. USD. Takýto dramatický pokles je odrazom najmä energetickej krízy, ktorá zasiahla energeticky náročnú výrobu celulózy v celej Európe (CEPI a IndustriAll Europe, 2023).

Z hľadiska obchodnej bilancie si papier počas celého obdobia udržiaval najvyšší kladný zostatok (307 až 526 mil. USD), čo potvrdzuje dlhodobo silnú exportnú pozíciu papierenského priemyslu SR. Najvýraznejšiu zmenu zaznamenala obchodná bilancia surového dreva, ktorá sa v rokoch 2021 a 2022 prvýkrát stala zápornou (-2 mil. USD, a v roku 2022 klesla až na -52 mil.

USD). Bilancia celulózy sa v závere obdobia (roky 2023 a 2024) prepadla do záporných hodnôt, čo naznačuje zásadnú zmenu postavenia Slovenska pri tejto komodite.

2. *Komparatívne výhody Slovenska v obchode s drevárskymi komoditami*

Vypočítané hodnoty Balassovho indexu RCA pre jednotlivé sledované komodity a roky znázorňuje *Obr. 2*. Z výsledkov vyplýva, že Slovenská republika dosiahla v sledovanom období komparatívnu výhodu pri troch zo štyroch sledovaných komodít, a to pri surovom dreve, celulóze a papieri. Vývoj hodnôt však vykazoval výrazne odlišnú dynamiku.



Obr. 2 Vývoj výsledkov Balassovho indexu (RCA) pre jednotlivé komodity, SR
Fig. 2 *Development of the Balassa index (RCA) values for individual commodities, SR*
Zdroj/Source: vlastné spracovanie podľa UN Comtrade (2026)

Surové drevo vykazovalo počas sledovaného obdobia najdynamickejší vývoj hodnôt RCA spomedzi všetkých analyzovaných komodít. Spolu s papierom patrí medzi komodity, pri ktorých si Slovenská republika komparatívnu výhodu udržala nepretržite počas celého obdobia. V roku 2015 dosiahla hodnota indexu RCA pre surové drevo úroveň 7,73, čo predstavuje výrazne nadpriemernú špecializáciu SR v exporte tejto komodity v rámci EÚ. V nasledujúcich rokoch však index zaznamenal výrazný a relatívne plynulý pokles až na minimum 1,80 v roku 2021. Napriek tomuto prepadu zostala hodnota stále nad hranicou komparatívnej výhody. Klesajúci trend v tomto období nie je možné vysvetliť poklesom slovenského exportu, keďže ten naopak rástol z približne 148 mil. USD v roku 2015 na 201 mil. USD v roku 2021. Hlavným faktorom bol podstatne rýchlejší rast exportu surového dreva na úrovni celej Európskej únie. Celkový export komodity v EÚ sa v rovnakom období zvýšil z približne 508 mil. USD na 2 741 mil. USD, teda viac ako päťnásobne. Takýto výrazný nepomer vo vývoji rastu ovplyvnil výslednú hodnotu Balassovho indexu, pretože podiel exportu surového dreva na celkovom exporte EÚ rástol výrazne rýchlejšie ako zodpovedajúci podiel pri Slovensku. Príčinou takéhoto vývoja môže byť spomínaná rozsiahla podkôrniková kalamita, ktorá postihla lesy strednej Európy, najmä Českej republiky, Nemecka a Rakúska. Na európskom trhu sa táto situácia prejavila nadbytkom kalamitnej smrekovej guľatiny, čo spôsobilo pokles cien surového

dreva o viac ako 30 % (UNECE/FAO, 2020). Slovenská republika počas tohto nárastu ponuky v Európe čiastočne stratila svoje postavenie, aj keď jej vlastný export rástol. Od roku 2022 nastal zvrat a hodnota indexu sa začala opäť zvyšovať a do roku 2024 vzrástla na úroveň 4,72. Aj tento vývoj možno pripísať rovnakému princípu, len v opačnom smere. Kým slovenský export surového dreva rástol a v roku 2024 dosiahol maximum decénia vo výške 236 mil. USD, export surového dreva v rámci celej EÚ po dosiahnutí maxima v roku 2021 postupne klesal na približne 1 212 mil. USD v roku 2024. Rastúci domáci vývoz a klesajúca európska ponuka tak výrazne posilnili pozíciu Slovenska ako exportéra surového dreva v rámci EÚ.

Vývoj indexu RCA pre rezivo sa trvalo pohyboval tesne okolo hraničnej hodnoty 1, čo naznačuje, že postavenie Slovenska v tejto komodite voči EÚ je dlhodobo nevyhradené. Komparatívnu výhodu SR v rezive preukázal index iba v rokoch 2016 a 2018 (1,05), keď veľmi tesne prekročil hodnotu 1. Kým v roku 2019 sa index ešte pohyboval tesne pod neutrálnou hodnotou, od roku 2020 nastal výraznejší a trvalý pokles pod hranicu komparatívnej výhody, ktorý pretrval až do konca sledovaného obdobia. Takýto vývoj sa môže zdať na prvý pohľad pomerne prekvapivý, keďže práve v roku 2021 dosiahol export reziva v rámci decénia maximum. Vysvetlením je ale fakt, že prudký nárast exportu reziva bol v tomto období celoeurópskym javom. Podľa správy UNECE/FAO (2021) dopyt po rezive v roku 2021 výrazne prekročil očakávania a v kombinácii s vyčerpanými zásobami a pomalou ponukou viedol k rekordne vysokým cenám ihličnatého reziva. Spomínaná kalamitná ťažba aj rastúci dopyt po stavebnom rezive zasiahli viaceré krajiny EÚ súčasne, a preto sa pozícia Slovenska aj napriek rastúcemu objemu vývozu nezlepšila. V rokoch 2022 až 2024 sa index pohyboval v hodnotách pod hranicou 1, čo naznačuje, že SR komparatívnu výhodu v rezive v konečnej fáze obdobia nedosahuje.

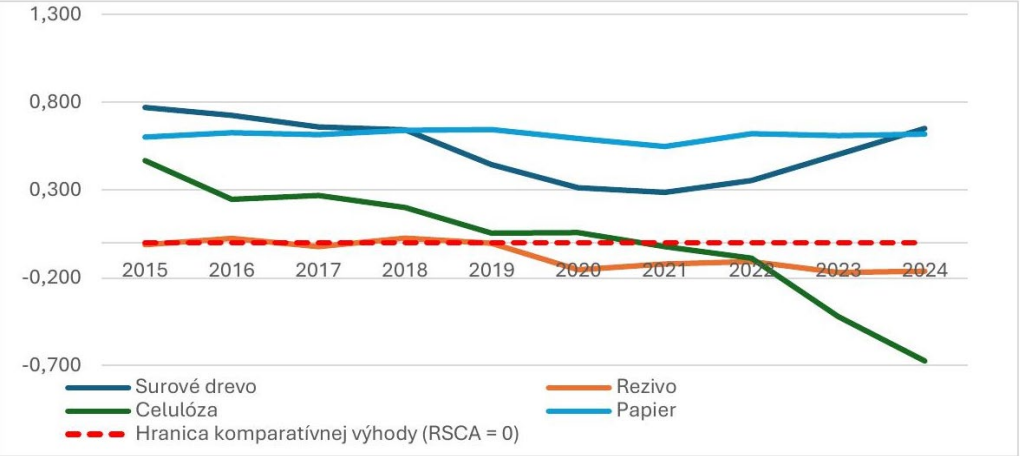
Celulóza zaznamenala v sledovanom období najvýraznejšiu zmenu postavenia. Od pomerne silnej komparatívnej výhody v roku 2015, prešla do hlbokej nevýhody v roku 2024. Hodnota indexu RCA pre celulózu začínala na úrovni 2,76, čo signalizovalo nadpriemernú špecializáciu SR v exporte komodity v rámci EÚ. V ďalších rokoch ale index plynulo klesal až na hodnotu tesne nad hranicou komparatívnej výhody v roku 2020 (1,12). V nasledovnom roku už index nedosiahol ani hraničnú hodnotu 1, čím SR prvýkrát za sledované obdobie stratila komparatívnu výhodu pri celulóze. Pokles pokračoval aj v ďalších rokoch a v roku 2024 dosiahol index minimum 0,19. Takýto dramatický vývoj súvisí s poklesom exportu celulózy zaznamenaným v podkapitole 4.1.1. Hodnota slovenského exportu celulózy klesla zo 143 mil. USD v roku 2015 až na 33 mil. USD v roku 2024, čo predstavuje pokles o približne 77 %. V rámci EÚ sa ale export celulózy v rovnakom období vyvíjal rozdielne. Hodnota exportu narástla z necelých 1 372 mil. USD v roku 2015 až na takmer 4 105 mil. USD. Tento protichodný vývoj ovplyvnil podiel Slovenska na európskom exporte celulózy a tým sa znížila aj hodnota Balassovho indexu. Na základe týchto údajov nemožno pokles na strane Slovenska vysvetliť iba zmenami na európskom trhu. Ku zmene mohlo prispieť viacero faktorov. Výroba celulózy bola značne zasiahnutá energetickou krízou, ktorá bola spomínaná už v podkapitole 4.1.1, a ktorá sa prejavila prudkým rastom výrobných nákladov v celej Európe. Situácia mala negatívny dopad na mnohé európske celulózky (CEPI a IndustriAll Europe, 2023). Ak sa navyše pozrieme na silné hodnoty RCA pri papieri, môže vývoj pri celulóze súvisieť aj s tým, že časť domácej produkcie celulózy je spojená priamo s výrobou papiera (najmä závod Mondi SCP v Ružomberku). To znamená, že vyrobená celulóza nie je určená pre export ale je priamo

spotrebovaná pri výrobe papiera, a až ten potom predstavuje finálnu exportnú komoditu.

Papier predstavuje z hľadiska komparatívnych výhod najstabilnejšiu a najsilnejšiu komoditu v rámci celej analýzy. Hodnota indexu RCA pre papier počas celého obdobia výrazne prekračovala hranicu komparatívnej výhody. Hodnoty sa pohybovali v rozmedzí od 3,43 v roku 2021 až po maximum 4,63 zaznamenané v roku 2019. Mierny pokles nastal v rokoch 2020 a 2021, keď index klesol pod hodnotu 4, ale aj napriek tomu naďalej pretrvávala komparatívna výhoda SR. Od roku 2022 sa index stabilizoval a znovu prekročil hodnotu 4. Na rozdiel od surového dreva, kde boli výkyvy hodnôt RCA spôsobené rôznou dynamikou rastu slovenského a európskeho exportu, pri papieri bola vyrovnanosť indexu spôsobená opačným princípom. Slovenský export rástol počas obdobia dokonca rýchlejším tempom ako európsky. Hodnota slovenského exportu papiera vzrástla z približne 411 mil. USD v roku 2015 na 551 mil. USD v roku 2024, čo predstavuje nárast o približne 34 %. Celkový export papiera na úrovni Európskej únie sa v rovnakom období zvýšil z 2 707 mil. USD na 3 141 mil. USD, teda iba o približne 16 %. Dvojnásobne rýchlejší rast slovenského exportu udržiaval pomer vo vzorci Balassovho indexu nad hranicou 4. Pozícia Slovenska sa tak v exporte papiera v rámci EÚ neoslabila ani počas obdobia poznačeného pandémiou ochorenia COVID-19 a energetickou krízou. Silné postavenie papiera v slovenskom zahraničnom obchode je súčasne podporené aj existenciou rozvinutej domácej výroby. Slovenská republika disponuje viacerými výrobnými strediskami v oblasti celulózy a papiera. Významným je najmä papierenský a celulózový závod Mondi SCP v Ružomberku, ktorý predstavuje najväčší integrovaný závod na Slovensku a zároveň jedného z najvýznamnejších zamestnávateľov regiónu Liptov (Mondi SCP, 2024). Pozitívny stav indexu RCA pre papier pokračuje aj v období poklesu celkového európskeho dopytu po papieri v rokoch 2022 a 2023, na ktorý poukázali správy CEPI (2023, 2024).

3. Symetrický index a porovnanie s inými štúdiami

Klasický Balassov index bol doplnený o symetrickú formu (RSCA), ktorá umožňuje objektívnejšie porovnanie miery komparatívnych výhod a nevýhod medzi komoditami (*Obr. 3*). Z výsledkov RSCA vyplývajú rovnaké závery ako z klasického indexu RCA, ale miera komparatívnych výhod je omnoho lepšie viditeľná. Papier sa pohyboval v intervale približne od 0,55 do 0,65, čo potvrdzuje jeho postavenie ako najstabilnejšej komodity s trvalou a pomerne silnou komparatívnou výhodou. Surové drevo dosiahlo v roku 2015 najvyššiu hodnotu spomedzi všetkých komodít za obdobie (0,77), no neskôr kleslo až na 0,29 v roku 2021 a znovu vzrástlo na približne 0,65 v roku 2024. Vývoj potvrdzuje silnú nevyrovnanosť, ktorá bola zistená pri analýze hodnôt RCA. Rezivo sa počas celého obdobia pohybovalo okolo neutrálnej hodnoty 0, no v posledných rokoch sa jeho hodnoty pohybovali len v miernych záporných číslach. Najvýraznejšiu zmenu zaznamenala celulóza. Hodnota RSCA klesla z počiatočných 0,47 až na -0,68 v roku 2024. Tento prepad je obzvlášť dobre viditeľný na *Obr. 3*, a potvrdzuje zmenu postavenia SR pri celulóze, ktoré prešlo do výraznej komparatívnej nevýhody. Porovnanie výsledkov jednotlivých komodít prostredníctvom symetrického indexu zároveň umožňuje jasnejšie vyhodnotiť, pri ktorej komodite je postavenie Slovenska v rámci EÚ najsilnejšie. V závere sledovaného obdobia (2024) dosahovali najvyššie kladné hodnoty RSCA papier a surové drevo. Naopak rezivo a celulóza sa nachádzali v záporných hodnotách, pričom celulóza sa presunula hlboko do hodnôt nevýhody.



Obr. 3 Vývoj výsledkov symetrického Balassovho indexu (RSCA) pre jednotlivé komodity, SR

Fig. 3 *Development of the symmetric Balassa index (RSCA) values for individual commodities, SR*

Zdroj/Source: vlastné spracovanie podľa UN Comtrade (2026)

Dosiahnuté výsledky analýzy je možné porovnať s výsledkami štúdií, ktoré sa v minulosti zaoberali podobnou problematikou a pri hodnotení komparatívnych výhod Slovenska využili klasický Balassov index. Z dostupnej literatúry sú vhodné práce autorského kolektívu Paluš, Parobek a iní, ktoré dlhodobo sledujú konkurencieschopnosť slovenského drevárskeho sektora aj prostredníctvom metódy RCA, a tiež štúdia Sujovej, Hlavačkovej a Marcinekovej (2015), zameraná na vývoj konkurencieschopnosti drevárskeho priemyslu v Slovenskej a Českej republike.

Parobek a kolektív (2016) vo svojej práci zameranej na analýzu konkurencieschopnosti krajín strednej Európy na trhu drevárskych komodít Európskej únie zistili, že Slovenská republika dosiahla v roku 2012 najvyššiu komparatívnu výhodu pri surovom dreve. Hodnota RSCA z roku 2007 vzrástla a v roku 2012 dosahovala úroveň 0,66. Výsledky našej analýzy tento záver potvrdzujú, keďže Slovensko si komparatívnu výhodu pri surovom dreve udržalo počas celého sledovaného obdobia. Hodnota RSCA sa v poslednom roku 2024 pohybovala na podobnej úrovni 0,65. Autori práce za dôvod vysokej komparatívnej výhody surového dreva označili najmä rastúci dopyt po palivovom dreve v rámci politiky obnoviteľných zdrojov energie v EÚ. Naša analýza tento pohľad dopĺňa o ďalší faktor, ktorý ovplyvnil nasledovné obdobie. Bola ním rozsiahla kalamitná ťažba a následné kolísanie európskeho trhu so surovým drevom v rokoch 2015 až 2024.

Tá istá štúdia identifikovala pre Slovensko komparatívnu výhodu aj v prípade reziva, ktorá sa medzi rokmi 2007 a 2012 posilnila (hodnota RSCA narástla z 0,18 na 0,31). Paluš, Parobek a Liker (2015) vo svojej analýze vývoja konkurencieschopnosti slovenského drevárskeho priemyslu v rámci krajín Vyšehradskej skupiny za obdobie rokov 2003 až 2012 zistili komparatívnu výhodu pri ihličnatom aj listnatom rezive. Zároveň upozornili na klesajúci trend hodnôt a presúvanie sa obchodu smerom k vnútro-odvetvovej špecializácii. Výsledky

našej analýzy tento vývoj potvrdzujú. V rokoch 2015 až 2024 sa hodnoty RCA pre rezivo pohybovali tesne okolo neutrálnej hranice 1 a v závere obdobia klesli pod ňu, čo znamená, že Slovensko v posledných rokoch sledovaného obdobia komparatívnu výhodu pri tejto komodite už nedosahuje. Z pohľadu dlhodobého vývoja teda naša analýza zaznamenáva pokračovanie klesajúceho trendu, na ktorý autori poukázali už pred desaťročím. Zaujímavé zistenie vyplýva z porovnania dosiahnutých výsledkov pri celulóze a papieri. Parobek a kolektív (2016) uvádzajú, že Slovensko malo v roku 2012 komparatívnu nevýhodu pri drevnej buničine (RSCA -0,20), a rovnako aj pri papieri a lepenke (RSCA - 0,06). Výsledky našej analýzy sa od tohto zistenia na začiatku sledovaného obdobia líšia, keďže v roku 2015 bola hodnota RSCA pri celulóze na úrovni 0,47 a pri papieri 0,6. Je ale potrebné upozorniť, že porovnanie v prípade celulózy a papiera má isté obmedzenie. V rámci príspevku boli dáta zozbierané na základe vymedzených štvorciferných kódov Harmonizovaného systému. Spomínaná štúdia používa širšie kategórie podľa klasifikácie FAO, ktoré zahŕňajú aj ďalšie podkategórie produktov. Rozdielne výsledky indexu preto môžu byť čiastočne spôsobené odlišným vymedzením skupín a priame porovnanie hodnôt preto nie je úplne možné. Napriek tomu ale naša analýza zaznamenáva pri celulóze výraznú zmenu postavenia počas desaťročia. Hodnota RCA klesla z 2,76 v roku 2015 až na 0,19 v roku 2024. Pri papieri naopak zostalo postavenie Slovenska stabilné a silné počas celého obdobia. Sujová, Hlaváčková a Marcineková (2015) vo svojej komparatívnej analýze konkurencieschopnosti drevárskeho priemyslu v Slovenskej a Českej republike za roky 2003 až 2012 dospeli k záveru, že slovenský drevársky priemysel si ako celok zachováva komparatívnu výhodu. Hodnoty sa ale postupne znižujú a pôvodné konkurenčné výhody založené na nižších nákladoch a cenách sa postupne strácajú. Výsledky našej práce tento trend čiastočne potvrdzujú, a ukazujú, že vývoj pri jednotlivých drevárskych komoditách je výrazne rozdielny. Pri rezive postupne dochádza k oslabovaniu pozície, pri celulóze v závere obdobia dokonca k dramatickému prepadu. Papier si počas celého obdobia udržal silné postavenie s komparatívnou výhodou, čo môže súvisieť práve s jeho vyššou pridanou hodnotou a pretrvávajúcou konkurencieschopnosťou domácej výroby.

Rozdiely medzi výsledkami starších štúdií a zisteniami tejto práce potvrdzujú, že komparatívne výhody krajiny sa menia v čase pod vplyvom ekonomických, prírodných a trhových faktorov, ktoré nami sledované obdobie výrazne ovplyvnili. Príkladom toho môže byť celulóza, ktorej prepad je možné pripísať najmä energetickej kríze a rastúcim výrobným nákladom. Zistenia analýzy tak poukazujú na potrebu pravidelnej aktualizácie podobných analýz.

4. Implikácie pre drevársky sektor Slovenskej republiky

Z výsledkov analýzy možno vyvodiť niekoľko zistení, podstatných pre hodnotenie súčasného stavu drevárskeho sektora Slovenskej republiky. Slovensko si počas celého sledovaného obdobia udržalo komparatívnu výhodu pri papieri, čo poukazuje na stabilitu papierenského priemyslu a jeho schopnosť prekonávať aj nepriaznivé podmienky, akými boli pandémia ochorenia COVID-19 a energetická kríza.

Pri surovom dreve naopak hodnoty indexu počas decénia kolísali, čo poukazuje na vysokú závislosť komodity od vonkajších faktorov. Kalamitné situácie na území strednej Európy dočasne ovplyvňujú postavenie Slovenska na európskom trhu, no z dlhodobého

hľadiska si SR pozíciu významného exportéra surového dreva udržiava. Tu je však potrebné upozorniť na to, že vysoká komparatívna výhoda pri surovom dreve nemusí byť z ekonomického hľadiska jednoznačne pozitívnym ukazovateľom. Ide o export suroviny s nízkym stupňom spracovania, čo predstavuje stratu možnej pridanej hodnoty, ktorá by mohla byť získaná pri jej spracovaní priamo na domácom území Slovenska. Dôležitým zistením analýzy je aj výrazný prepad komparatívnej výhody pri celulóze, ktorá predstavuje dôležitý medzistupeň medzi surovým drevom a papierom. Pokles jej exportu a prepad obchodnej bilancie do záporných čísel súvisia najmä s energetickou náročnosťou výroby a rastom výrobných nákladov. Vzhľadom na to, že papierenský priemysel SR vykazuje stabilné a silné postavenie, je vývoj pri celulóze pomerne zaujímavý. Postavenie Slovenska pri rezive je v rámci EÚ dlhodobo nevyhranené. Aj napriek výrazným výkyvom exportných hodnôt spojených s kalamitnou ťažbou a rastúcim dopytom po stavebnom materiáli Slovensko nedosiahlo trvalú komparatívnu výhodu pri tejto komodite. To naznačuje silné konkurenčné prostredie v rámci EÚ. Slovensko si tak pri rezive musí udržiavať postavenie v podmienkach silnej konkurencie a súčasne aj náročných podmienkach, ktoré postihli sledované obdobie v podobe kalamitnej ťažby aj zmien stavebného dopytu.

Záver

Príspevok sa zameriaval na hodnotenie postavenia Slovenskej republiky v zahraničnom obchode s vybranými drevárskymi komoditami a na identifikáciu komparatívnych výhod Slovenska v rámci Európskej únie. Analýza bola realizovaná pre obdobie rokov 2015 až 2024 a sledovala štyri komodity reprezentujúce rôzne stupne spracovania drevnej suroviny (surové drevo, rezivo, celulóza, papier). Hlavným analytickým nástrojom bol Balassov index odhalených komparatívnych výhod (RCA), ktorý bol doplnený o symetrickú formu indexu (RSCA). Vstupné údaje boli získané z databázy UN Comtrade.

Z výsledkov analýzy vyplýva, že Slovenská republika dosahuje komparatívnu výhodu pri troch zo štyroch sledovaných komodít a to pri surovom dreve, papieri a v prvej polovici sledovaného obdobia aj pri celulóze. Vývoj hodnôt jednotlivých komodít sa ale výrazne líši. Najsilnejšie a najstabilnejšie postavenie si počas celého decénia udržal papier, ktorého hodnota indexu RCA sa pohybovala v rozmedzí od 3,43 do 4,63. Toto pozitívne postavenie vypovedá o rozvinutej domácej výrobe a schopnosti papierenského priemyslu prekonávať aj nepriaznivé podmienky, akými boli pandémia ochorenia COVID-19 a energetická kríza. Surové drevo si komparatívnu výhodu udržalo počas celého sledovaného obdobia. Vývoj hodnôt bol ale výrazne kolísavý. Hodnota indexu klesla zo 7,73 v roku 2015 na minimum 1,80 v roku 2021 a následne vzrástla na 4,72 v roku 2024. Tieto výkyvy odzrkadľujú vývoj európskeho trhu so surovým drevom počas obdobia zasiahnutého podkôrnikovými kalamitami, ktoré značne ovplyvnili pomer slovenského a európskeho exportu. Vysoká komparatívna výhoda pri surovom dreve však z ekonomického hľadiska nepredstavuje jednoznačne pozitívny ukazovateľ. Ide o export suroviny s nízkym stupňom spracovania, a tým Slovensko prichádza o pridanú hodnotu, ktorá by mohla byť vytvorená pri jej spracovaní v domácom prostredí. Pri celulóze prešlo postavenie Slovenska počas sledovaného obdobia najvýraznejšou zmenou. Z pomerne silnej komparatívnej výhody na začiatku decénia (RCA 2,76 v roku 2015) sa krajina presunula do výraznej nevýhody (RCA 0,19 v roku 2024). Tento prepad súvisí najmä s prudkým rastom výrobných nákladov v dôsledku energetickej krízy, ktorá zasiahla výrobu celulózy v celej Európe. Postavenie Slovenska pri rezive bolo v rámci Európskej únie počas

celého obdobia nevyčlenené. Hodnoty indexu sa pohybovali tesne okolo neutrálnej hranice 1 a komparatívnu výhodu Slovensko pri tejto komodite preukázalo iba v dvoch rokoch sledovaného obdobia.

Pri pohľade na výsledky vcelku možno konštatovať, že komparatívne výhody Slovenskej republiky sú najsilnejšie pri komoditách na opačných koncoch spracovateľského reťazca a teda pri komodite s najnižším stupňom spracovania a pri komodite s najvyšším stupňom spracovania. Naopak, pri medzistupňoch spracovania (rezivo a celulóza) postavenie Slovenska v rámci Európskej únie v závere sledovaného obdobia upadá. Takýto výsledok poukazuje na nevyváženosť slovenského drevospracujúceho priemyslu, na ktorú v minulosti upozorňovali aj viaceré štúdie. Podpora a posilnenie domácich kapacít na druhostupňové spracovanie drevnej suroviny tak predstavuje podstatný predpoklad pre zvyšovanie pridanej hodnoty drevospracujúceho priemyslu a taktiež aj pre udržanie jeho konkurencieschopnosti v rámci európskeho trhu. Pri interpretácii dosiahnutých výsledkov je potrebné vziať do úvahy aj obmedzenia použitej metodiky. Klasický Balassov index nezohľadňuje stranu importu ani domácu spotrebu a referenčný celok Európskej únie neumožňuje hodnotiť postavenie Slovenska vo svetovom zahraničnom obchode. Rozšírenie analýzy o ďalšie modifikácie indexu alebo zaradenie väčšieho počtu druhov drevárskych komodít, môže predstavovať podnet pre nadväzujúcu analýzu. Pravidelná aktualizácia podobných analýz je zároveň dôležitá vzhľadom na to, že komparatívne výhody krajiny sa menia v čase pod vplyvom viacerých faktorov, ktoré boli počas sledovaného obdobia obzvlášť výrazné.

POĎAKOVANIE: *Autori ďakujú Agentúre pre výskum a vývoj Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR za podporu poskytnutú v rámci projektu APVV 23-00022.*

Literatúra

Balassa, B. 1965. *Trade Liberalisation and "Revealed" Comparative Advantage*. In *The Manchester School*, p. 99–123. DOI: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x.

CEPI / IndustriAll Europe. 2023. *Joint Statement: Impact of the Energy Crisis on the EU Pulp and Paper Sector* [online]. Brussels: industriAll European Trade Union / Confederation of European Paper Industries, 2023. Dostupné na: https://www.industriall-europe.eu/Article/881

FAO. 2021. *COVID-19 leads to changes in paper and paperboard production* [online]. Rím: FAO, 3.9.2021. Dostupné na: https://www.fao.org/forestry/newsroom/news-detail/covid-19-leads-to-changes-in-paper-and-paperboard-production/en

Janáková Sujová, A., Marcineková, K., Kupčák, V. 2023. *Impacts of Foreign Trade on the Economy of Wood-Based Sectors Generating Different Levels of Value Added in the Slovak and Czech Republics*. In *Forests*, 2023. DOI: 10.3390/f14051029.

Laursen, K. 2015. *Revealed Comparative Advantage and the Alternatives as Measures of International Specialisation*. In *Eurasian Business Review*, p. 99–115. DOI: 10.1007/s40821-015-0017-1.

Mondi SCP. 2024. *Financial Statements 2024* [online]. Ružomberok: Mondi SCP, a.s., 2024. Dostupné na: https://www.mondislovensko.sk/globalassets/mondi-slovakia/o-nas/financial-statements/financial-statements-2024.pdf

Paluš, H., Parobek, J., Liker, B. 2015. *Trade Performance and Competitiveness of the Slovak Wood Processing Industry within the Visegrad Group Countries*. In *Drvna Industrija*, 2015, p. 195–203. DOI: 10.5552/drind.2015.1431.

Parobek, J., Paluš, H., Loučanová, E., Kalamárová, M., Glavonić, B. 2016. *Competitiveness of Central European Countries in the EU Forest Products Market with the Emphasis on Slovakia.* In *Acta Facultatis Xylologiae Zvolen*, 2016, p. 125–136. DOI: 10.17423/afx.2016.58.1.14.

Sujová, A., Hlaváčková, P., Marcineková, K. 2015. *Evaluating the Competitiveness of Wood Processing Industry.* In *Drvna Industrija*, 2015, p. 281–288. DOI: 10.5552/drind.2015.1432.

UN Comtrade. 2026. *International Trade Statistics Database* [online]. New York: United Nations Statistics Division. Dostupné na: https://comtradeplus.un.org/

UNECE. 2020. *Massive Ad-hoc Wood Removals Dominate Forest Products Markets in 2019 and 2020* [online]. Geneva: UNECE, 2020. Dostupné na: https://unece.org/forestry/press/massive-ad-hoc-wood-removals-dominate-forest-products-markets-2019-and-2020

UNECE/FAO. 2021. *Forest Products Annual Market Review 2020–2021* [online]. Geneva: UNECE/FAO, 2021. Dostupné na: https://unece.org/sites/default/files/2021-11/2114516E_Inside_Final_web.pdf

Vollrath, T. L. 1991. *A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage*. In *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1991, p. 265–280. DOI: 10.1007/BF02707986.

WCO. 2022. *Harmonized Commodity Description and Coding System (HS) – Edition 2022* [online]. Brussels: *World Customs Organization*, 2022. Dostupné na: https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs-nomenclature-2022-edition.aspx

INTEGRÁCIA UKRAJINY DO EÚ A JEJ VPLYV NA ZAHRANIČNÝ OBCHOD

UKRAINE'S INTEGRATION INTO THE EU AND ITS IMPACT ON FOREIGN TRADE

Anastasiia Olifer[1], Vladislav Kaputa [2]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xolifer@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

kaputa@tuzvo.sk

Abstract

This study examines the development of Ukraine's foreign trade and analyzes the integration process with a view to Ukraine's accession to the structures of the single European market. After gaining independence in 1991, Ukraine underwent a gradual economic transformation, with its economic orientation shifting progressively from the post-Soviet space toward the European Union. The relevance of the issue under examination lies in the fact that Ukraine's foreign trade cannot currently be analysed in isolation but must be viewed within the broader context of economic integration, geopolitical changes, and the prospect of the country's future membership in the European Union. The study showed that Ukraine's foreign trade underwent significant changes during the period under review. A key finding was that after 2014, and even more markedly after 2022, there was a fundamental shift in trade flows toward the European Union. The analysis revealed that the main obstacles include, in particular, insufficient harmonization of legislation, technical and certification constraints, inadequate transport and logistics infrastructure, institutional shortcomings, corruption, and administrative burdens. The most significant sectors include agriculture, the food industry, energy, metallurgy, and digital services. Sectors associated with higher added value appeared particularly promising, especially the digital economy, green technologies, renewable energy sources, and manufacturing industries.

Key words: economic integration, foreign trade, Ukraine, European Union.

Úvod

V prípade Ukrajiny má zahraničný obchod osobitný význam, keďže ide o krajinu s výrazným prírodným, agrárnym, priemyselným a tranzitným potenciálom. Po získaní nezávislosti v roku 1991 prešla Ukrajina postupnou transformáciou hospodárstva, pričom sa jej ekonomická orientácia postupne presúvala od postsovietskeho priestoru smerom k Európskej únii. Kľúčovým míľnikom tohto procesu bol podpis Asociačnej dohody medzi Ukrajinou a Európskou úniou a vytvorenie Hlbokej a komplexnej zóny voľného obchodu

(DCFTA), ktoré vytvorili predpoklady pre intenzívnejšie hospodárske prepojenie s európskym trhom (Batora and Spence, 2015). V období rokov 2010 – 2013 sa zahraničný obchod Ukrajiny vyznačoval relatívne vysokým objemom obchodnej výmeny. V tomto období profitovala krajina zo silného vývozu priemyselných výrobkov, kovov, chemických produktov a poľnohospodárskych komodít. Zároveň však bola ukrajinská ekonomika výrazne závislá od dovozu energetických surovín, strojov a technologických zariadení. V roku 2012 dosiahol ukrajinský export podľa údajov WITS približne 68,7 mld. USD, čo predstavovalo jedno z najvyšších exportných období sledovaného časového radu (WITS, 2024). Súčasne však rástol aj dovoz, čo sa premietalo do kolísavého vývoja obchodnej bilancie.

Zlom vo vývoji zahraničného obchodu nastal po roku 2014, keď došlo k anexii Krymu a ozbrojenému konfliktu vo východnej časti Ukrajiny. Tieto udalosti mali bezprostredný dopad na priemyselnú výrobu, logistické väzby a obchodné vzťahy krajiny, najmä vo vzťahu k Ruskej federácii a ďalším postsovietskym partnerom. Strata časti priemyselnej základne a narušenie obchodných trás sa prejavili poklesom exportu aj importu. V nasledujúcich rokoch sa však začal postupný proces stabilizácie a zároveň presmerovania zahraničného obchodu smerom k trhom Európskej únie. Obdobie rokov 2016 – 2021 možno charakterizovať ako fázu čiastočného oživenia zahraničného obchodu, ktoré bolo podporené implementáciou Hlbokej a komplexnej zóny voľného obchodu (DCFTA) medzi Ukrajinou a Európskou úniou. V tomto období sa zvyšovala intenzita obchodných vzťahov s členskými štátmi EÚ a postupne sa menila aj štruktúra exportu a importu. Napriek tomu však Ukrajina zostávala citlivá na výkyvy cien komodít, dopyt po surovinách a vývoj v globálnom hospodárskom prostredí.

Vývoj zahraničného obchodu Ukrajiny bol v posledných rokoch výrazne ovplyvnený geopolitickými a bezpečnostnými faktormi. Vojnový konflikt medzi Ukrajinou a Ruskou federáciou, ktorý sa naplno rozvinul v roku 2022, spôsobil rozsiahle narušenie obchodných tokov, poškodenie infraštruktúry, zmenu logistických trás a stratu časti tradičných miest odbytu. Napriek týmto negatívnym okolnostiam sa Európska únia stala hlavným obchodným partnerom Ukrajiny a integračné procesy sa v mnohých oblastiach ešte viac urýchlili (Consilium EU, 2022; Malyarets, 2025). Aktuálnosť skúmanej problematiky spočíva v tom, že zahraničný obchod Ukrajiny nemožno v súčasnosti analyzovať izolovane, ale je potrebné ho vnímať v širšom kontexte ekonomickej integrácie, geopolitických zmien a perspektívy budúceho členstva krajiny v Európskej únii. Skúmanie vývoja zahraničného obchodu tak poskytuje dôležité poznatky nielen o ekonomickej výkonnosti krajiny, ale aj o jej schopnosti adaptovať sa na podmienky jednotného európskeho trhu..

Experimentálna časť

Hlavným cieľom práce je zhodnotenie vývoj zahraničného obchodu Ukrajiny a charakterizovať jej integračný proces s ambíciou vstupu Ukrajiny do štruktúr jednotného európskeho trhu.

Metodicky sme postupovali analýzou rozsiahlych podkladových materiálov. Analyzovali sme údaje o vývoji exportu, importu a obchodnej bilancie Ukrajiny, ako aj údaje o komoditnej a teritoriálnej štruktúre zahraničného obchodu. Synteticky sme prepojili poznatky zo spracovaných literárnych zdrojov s výsledkami analytickej časti práce. Ďalšou sme vykonali komparáciu vývoja zahraničného obchodu Ukrajiny v rôznych časových obdobiach a zhodnotili jeho zmeny v súvislosti s integračnými procesmi a geopolitickými udalosťami.

Spracovali sme grafické a tabuľkové výstupy umožňujúce deskriptívne zhodnotenie vývoja skúmaných ukazovateľov.

Analýza sa vzťahuje na obdobie rokov 2010 – 2024, ktoré umožňuje zachytiť nielen predkrízové obdobie, ale aj zásadné zmeny po podpise Asociačnej dohody, implementácii DCFTA (Deep and Comprehensive Free Trade Area), ako aj dôsledky vojnového konfliktu po roku 2022. Pri spracovaní práce boli využité údaje a informácie z viacerých relevantných zdrojov. Medzi hlavné zdroje patrili najmä medzinárodné štatistické databázy, ako sú World Bank, Eurostat, WTO, prípadne štatistické údaje príslušných ukrajinských inštitúcií. Okrem štatistických údajov boli využité aj odborné vedecké publikácie, analytické štúdie a dokumenty Európskej komisie a ďalších európskych inštitúcií, ktoré sa zaoberajú obchodnými a integračnými vzťahmi Ukrajiny a Európskej únie.

Vyhodnotenie a diskusia

Zahraničný obchod

Výrazný zlom nastal v roku 2022, keď rozsiahla invázia Ruskej federácie zásadne zasiahla hospodárstvo krajiny. Vojnový konflikt viedol k poškodeniu infraštruktúry, obmedzeniu výroby, blokáde časti exportných trás a k výrazným logistickým problémom. Podľa údajov WITS (2024) dosiahol ukrajinský export v roku 2022 približne 44,4 mld. USD, zatiaľ čo import predstavoval približne 55,2 mld. USD, čo znamenalo výrazne negatívne saldo zahraničného obchodu. Tento vývoj odrážal jednak pokles vývoznej kapacity krajiny, jednak potrebu zvýšeného dovozu energií, technológií, humanitárnych a obranných vstupov. Napriek vojnovým podmienkam sa ukrajinský zahraničný obchod úplne nezastavil. Naopak, došlo k jeho významnej reorganizácii a presmerovaniu na nové logistické koridory, najmä cez územie členských štátov Európskej únie. V tomto kontexte sa zreteľne ukazuje, že zahraničný obchod Ukrajiny v sledovanom období prešiel tromi hlavnými fázami:

- obdobím relatívnej stability a vysokého objemu obchodu do roku 2013,
- obdobím narušenia a reštrukturalizácie po roku 2014,
- a obdobím vojnového šoku a nútenej adaptácie po roku 2022.

Tab. 1 Vývoj exportu, importu a salda zahraničného obchodu Ukrajiny v r. 2010 – 2024
Tab. 1 Trends in Ukraine's Exports, Imports, and Foreign Trade Balance, 2010–2024

Rok	Export	Import	Saldo zahraničného obchodu
2010	51,4	60,7	-9,3
2011	68,4	82,6	-14,2
2012	68,7	84,7	-16
2013	63,3	76,9	-13,6
2014	53,9	54,4	-0,5
2015	38,1	37,5	0,6
2016	36,4	39,2	-2,8
2017	43,3	49,6	-6,3
2018	47,3	57,2	-9,9
2019	50,1	60,8	-10,7

2020	49,2	54,3	-5,1
2021	68,1	72,8	-4,7
2022	44,4	55,2	-10,8
2023	36,2	63,6	-27,4

Zdroj: spracované podľa State Statistics Service of Ukraine (2024)

Komoditná štruktúra zahraničného obchodu Ukrajiny dlhodobo odráža charakter jej hospodárstva, ktoré je založené najmä na poľnohospodárskej výrobe, surovinových zdrojoch a časti spracovateľského priemyslu. Z exportného hľadiska patria medzi najvýznamnejšie komoditné skupiny najmä obilniny, olejniny, rastlinné oleje, železo a oceľ, rudy, chemické produkty a ďalšie surovinovo orientované alebo polotovarové výrobky. Táto štruktúra poukazuje na to, že ukrajinský export je vo veľkej miere založený na produktoch s nižším stupňom spracovania a je citlivý na cenové výkyvy na svetových trhoch. Osobitne významnú úlohu zohrávajú poľnohospodárske komodity, vďaka ktorým je Ukrajina dlhodobo považovaná za jedného z významných svetových exportérov obilia a rastlinných olejov. Význam agrárneho sektora sa ešte viac zvýraznil po roku 2014, keď časť tradičných priemyselných exportných kapacít krajiny oslabila a poľnohospodárska produkcia sa stala jedným z hlavných pilierov exportnej výkonnosti krajiny.

Na strane importu dominujú najmä stroje a zariadenia, dopravné prostriedky, elektronika, chemické výrobky, energetické vstupy a technologické komponenty. Táto štruktúra poukazuje na skutočnosť, že ukrajinská ekonomika je do značnej miery závislá od dovozu kapitálovo a technologicky náročných výrobkov, ktoré nie sú v dostatočnom rozsahu vyrábané na domácom trhu. Importná štruktúra tak zároveň naznačuje mieru technologickej závislosti krajiny a potrebu modernizácie jej výrobnej základne. Komoditná štruktúra zahraničného obchodu Ukrajiny zároveň odhaľuje istý štrukturálny problém, ktorým je relatívne nižší podiel výrobkov s vyššou pridanou hodnotou na exporte. Tento stav znižuje odolnosť ekonomiky voči externým šokom a cenovým výkyvom na medzinárodných komoditných trhoch. Z dlhodobého hľadiska preto možno za jednu z hlavných výziev považovať transformáciu exportnej štruktúry smerom k vyššiemu zastúpeniu spracovaných výrobkov, technologických riešení a služieb.

Tab. 2 Komoditná štruktúra importu a exportu Ukrajiny 2023
Tab. 2 Commodity Structure of Ukraine's Imports and Exports in 2023

Import		**Export**	
Komodita	*%*	*Komodita*	*%*
Minerálne palivá	25	Obilniny	26
Srtoje	20	Rastlinné oleje	15
Elektronika	15	Železo a oceľ	12
Vozidla	10	Ruda	8
Chemikálie	10	Elektrické zariadenia	6
Ostatné	20	Ostatné	33

Zdroj: spracované podľa State Statistics Service of Ukraine (2024)

Teritoriálna štruktúra zahraničného obchodu Ukrajiny sa v sledovanom období výrazne menila. Kým v prvých rokoch po získaní nezávislosti dominovali medzi obchodnými partnermi najmä krajiny postsovietskeho priestoru, v priebehu posledného desaťročia došlo k postupnému presmerovaniu obchodnej orientácie smerom k Európskej únii. Tento proces bol ovplyvnený nielen ekonomickými faktormi, ale aj geopolitickým vývojom, integračnými

procesmi a zmenami v obchodnej politike krajiny. Pred rokom 2014 patrili medzi najvýznamnejších obchodných partnerov Ukrajiny najmä Rusko a ďalšie krajiny SNŠ, ktoré boli historicky prepojené s ukrajinskou ekonomikou prostredníctvom priemyselných, energetických a logistických väzieb. Po roku 2014 však došlo k výraznému oslabeniu týchto obchodných vzťahov, čo súviselo s politickým konfliktom, obchodnými obmedzeniami a postupnou orientáciou Ukrajiny na európske trhy.

Tab. 3 Teritoriálna štruktúra zahraničného obchodu Ukrajiny 2023
Tab. 3 The Territorial Structure of Ukraine's Foreign Trade in 2023

Krajina	Export in %	Import in %
EÚ	63	55
Poľsko	15	10
Nemecko	10	12
Rumunsko	8	5
Taliansko	6	4
Čína	5	15
Turecko	4	3
USA	3	5

Zdroj: spracované podľa State Statistics Service of Ukraine (2024)

Európska únia sa v nasledujúcich rokoch stala najvýznamnejším obchodným partnerom Ukrajiny. K tomuto vývoju významne prispelo uzatvorenie a implementácia Asociačnej dohody a DCFTA, ktoré zlepšili prístup ukrajinských tovarov na trh EÚ a podporili približovanie obchodných pravidiel a technických noriem. Podľa údajov Eurostatu (2023) a ďalších európskych inštitúcií zohráva EÚ v súčasnosti dominantnú úlohu v zahraničnoobchodných vzťahoch Ukrajiny, pričom medzi najvýznamnejšie partnerské krajiny patria najmä Poľsko, Nemecko, Rumunsko, Taliansko, Holandsko a Slovensko. Z hľadiska teritoriálnej orientácie možno konštatovať, že zahraničný obchod Ukrajiny sa v posledných rokoch výrazne „europeizoval“. Tento trend sa ešte viac posilnil po roku 2022, keď sa pozemné logistické trasy cez členské štáty EÚ stali kľúčovými koridormi pre vývoz a dovoz tovarov. Zmena obchodných partnerov tak nepredstavuje len ekonomický posun, ale zároveň odráža širší strategický a integračný obrat krajiny.

Ekonomicko-integračné procesy Ukrajiny

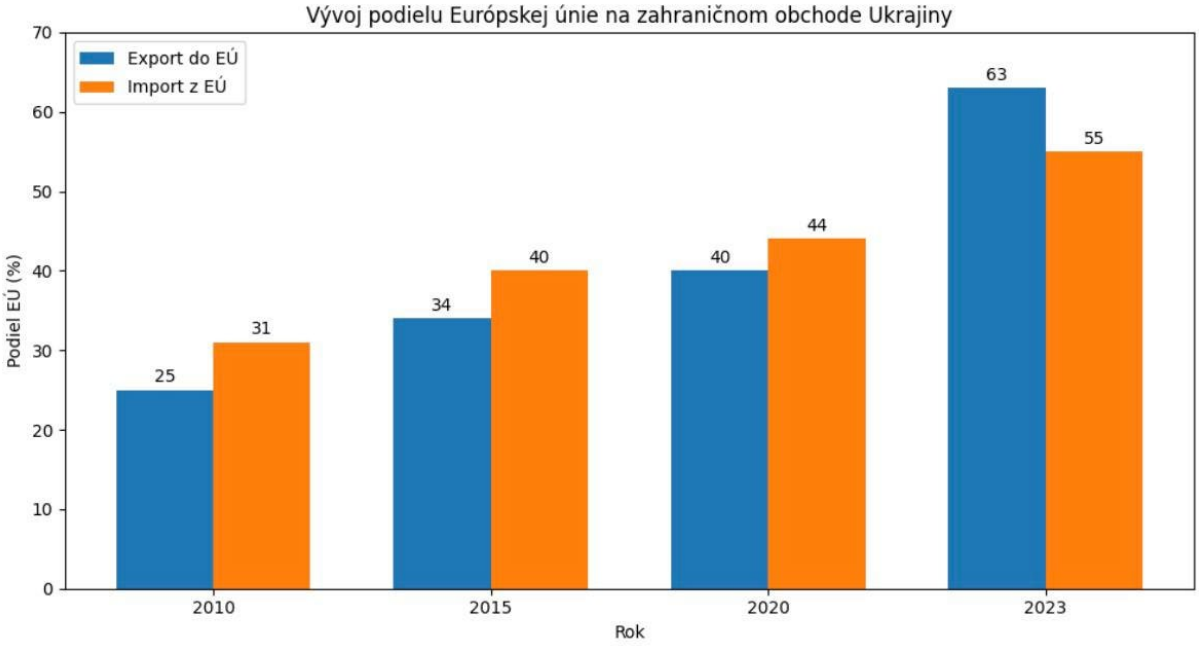
Tieto prešli od získania nezávislosti viacerými vývojovými etapami, ktoré boli determinované historickými, politickými, bezpečnostnými aj hospodárskymi faktormi. Vývoj integračnej orientácie krajiny bol dlhodobo ovplyvnený jej geografickou polohou, historickými väzbami na postsovietsky priestor, ako aj rastúcou snahou o priblíženie sa k Európskej únii.

Vývoj ekonomicko-integračných procesov Ukrajiny bol zásadne ovplyvnený ozbrojeným konfliktom s Ruskou federáciou. Už anexia Krymu v roku 2014 a vojenské udalosti na východe krajiny spôsobili narušenie výrobných kapacít a obchodných väzieb, najmä v priemyselných regiónoch Donecka a Luhanska. K zásadnej zmene však došlo po rozsiahlej invázii Ruskej federácie vo februári 2022, ktorá významne zasiahla nielen hospodárstvo Ukrajiny, ale aj jej zahraničný obchod a integračné procesy.

Kým v roku 2010 bol zahraničný obchod Ukrajiny výraznejšie orientovaný na postsovietsky priestor, po roku 2014 začal výrazne rásť význam Európskej únie ako hlavného

obchodného partnera. Jedným z najvýraznejších dôsledkov vojny bolo narušenie logistických a dopravných trás, najmä blokáda čiernomorských prístavov, ktoré mali kľúčový význam pre export poľnohospodárskych komodít. Export obilnín sa v prvých mesiacoch invázie dramaticky prepadol, čo negatívne ovplyvnilo nielen ukrajinskú ekonomiku, ale aj globálne potravinové trhy. V reakcii na túto situáciu došlo k presmerovaniu obchodných tokov cez pozemné dopravné koridory, predovšetkým cez Poľsko, Rumunsko, Slovensko a ďalšie členské štáty Európskej únie. Vojna zároveň urýchlila politickú aj ekonomickú integráciu Ukrajiny s Európskou úniou. Ukrajina podala oficiálnu žiadosť o členstvo v Európskej únii 28. februára 2022, teda krátko po začiatku rozsiahlej invázie, a v júni 2022 jej Európska rada udelila štatút kandidátskej krajiny (European Council, 2022).

Integračný proces zostáva sprevádzaný viacerými bariérami a výzvami. Medzi najvýznamnejšie patria pokračujúca vojnová situácia, poškodenie infraštruktúry, potreba legislatívnej harmonizácie, vysoké náklady transformácie a obmedzená kapacita časti ukrajinských podnikov prispôsobiť sa štandardom jednotného trhu EÚ. Napriek týmto prekážkam však vývoj posledných rokov naznačuje, že hospodárska a obchodná orientácia Ukrajiny smerom k Európskej únii sa stala strategicky jednoznačnou a predstavuje základný rámec jej ďalšieho ekonomického vývoja. Zistenia poukazujú na pretrvávajúcu dominanciu komoditne orientovaného exportu, čo potvrdzuje potrebu diverzifikácie a zvýšenia podielu výrobkov s vyššou pridanou hodnotou.

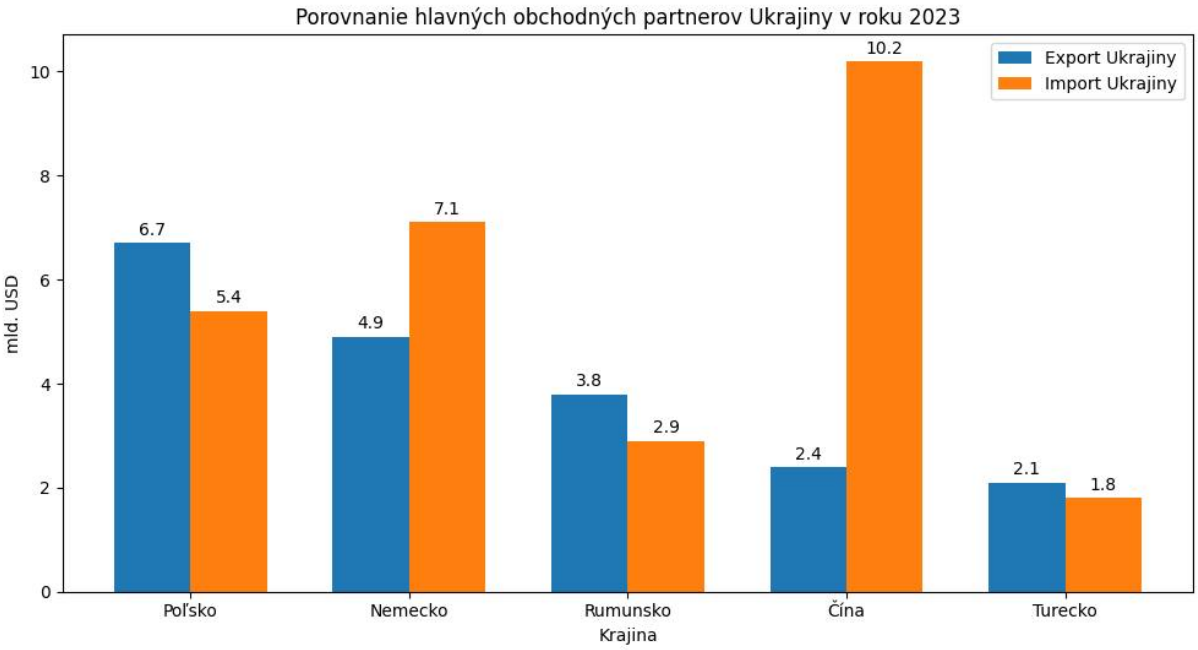


Obr. 1 Vývoj podielu Európskej únie na zahraničnom obchode Ukrajiny 2010-2023
Fig. 1 Trends in the European Union's Share of Ukraine's Foreign Trade, 2010–2023
Zdroj: vlastné spracovanie podľa State Statistics Service of Ukraine (2024)

Medzi najvýznamnejších obchodných partnerov Ukrajiny patria krajiny Európskej únie, predovšetkým Poľsko, Nemecko a Rumunsko. Na strane importu zohráva významnú úlohu aj Čína, čo poukazuje na závislosť Ukrajiny od dovozu technologických a priemyselných výrobkov. Vývoj obchodných vzťahov zároveň potvrdzuje rastúcu orientáciu ukrajinského hospodárstva na európsky trh.

Z hľadiska štruktúry ukrajinského hospodárstva patrí medzi najvýznamnejšie sektory poľnohospodárstvo a potravinársky priemysel, hutníctvo, energetika a sektor služieb, najmä informačné technológie. Tieto odvetvia majú odlišnú pozíciu v rámci exportu a importu, no zároveň predstavujú základné piliere hospodárskej výkonnosti krajiny.

Z dlhodobého hľadiska bude úspešnosť integračného procesu závisieť od schopnosti Ukrajiny odstrániť vnútorné štrukturálne slabiny, posilniť konkurencieschopnosť podnikov, zlepšiť kvalitu podnikateľského prostredia a zabezpečiť efektívne fungovanie pravidiel v súlade s normami Európskej únie. Identifikované bariéry zároveň vytvárajú základ pre nasledujúcu kapitolu, ktorá sa bude venovať výzvam a príležitostiam ďalšej integrácie Ukrajiny do EÚ.

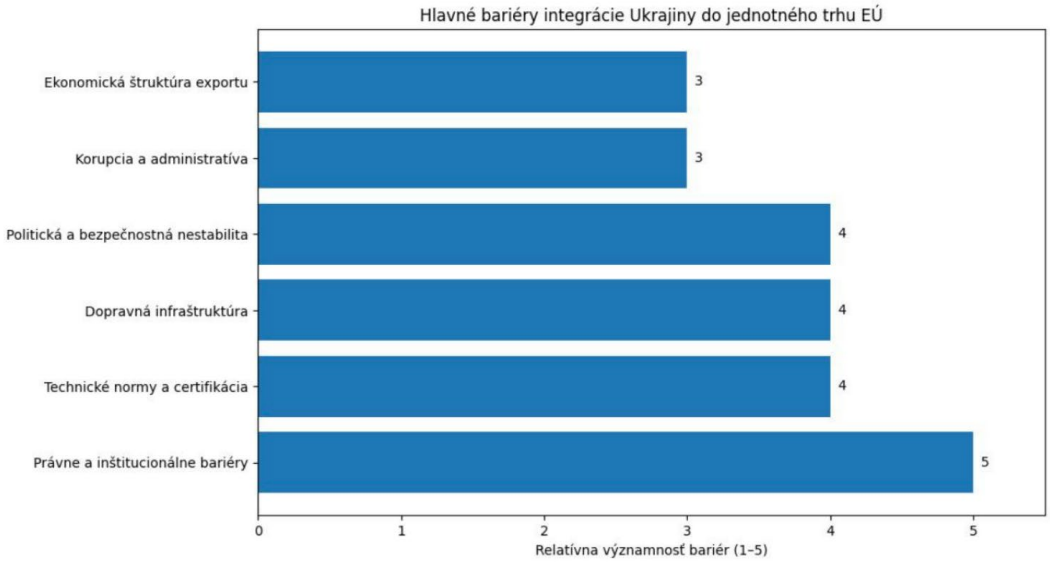


Obr. 2 Porovnanie hlavných obchodných partnerov Ukrajiny v roku 2023
Fig. 2 Comparison of Ukraine's Main Trading Partners in 2023
Zdroj: vlastné spracovanie podľa State Statistics Service of Ukraine (2024)

Zistenia vyplývajúce z analytickej časti práce poukazujú na to, že ďalší vývoj hospodárskej integrácie Ukrajiny do Európskej únie bude vo veľkej miere závisieť od schopnosti krajiny pretaviť súčasné obchodné väzby do hlbšej štrukturálnej a sektorovej integrácie. Samotný rast podielu Európskej únie na ukrajinskom exporte síce predstavuje významný integračný posun, avšak z dlhodobého hľadiska nebude postačujúci, pokiaľ nebude sprevádzaný modernizáciou hospodárskej štruktúry, zvyšovaním technologickej úrovne výroby a rozvojom produktov a služieb s vyššou pridanou hodnotou.

Z pohľadu hospodárskej politiky to znamená, že Ukrajina by sa v ďalšom období nemala sústrediť iba na zachovanie exportných tokov smerujúcich do Európskej únie, ale najmä na zmenu kvalitatívneho charakteru svojho zahraničného obchodu. Ako vyplynulo z analýzy komoditnej a sektorovej štruktúry, pretrvávajúca orientácia na poľnohospodárske

komodity, základné suroviny a produkty s nižšou pridanou hodnotou síce zabezpečuje určitú stabilitu exportu, no zároveň obmedzuje dlhodobý rast konkurencieschopnosti krajiny. V tejto súvislosti sa ako kľúčové ukazujú najmä tie sektory, ktoré boli identifikované ako perspektívne z hľadiska budúcej integrácie, predovšetkým digitálna ekonomika, zelené technológie, obnoviteľné zdroje energie a spracovateľské odvetvia.



Legenda: hodnoty 1–5 vyjadrujú relatívnu významnosť jednotlivých bariér integrácie Ukrajiny do jednotného trhu Európskej únie, vyššia hodnota predstavuje výraznejší negatívny vplyv na integračný proces, graf je spracovaný na základe vlastnej analýzy ekonomických, technických, inštitucionálnych a bezpečnostných faktorov. Zdroj: vlastné spracovanie

Obr. 3 Identifikované bariéry integrácie Ukrajiny do jednotného trhu EÚ v roku 2024
Fig. 3 Barriers to Ukraine's integration into the EU single market identified in 2024

Integračný proces Ukrajiny do Európskej únie nemožno vnímať izolovane od procesu povojnovej obnovy krajiny. Obnova infraštruktúry, energetiky, výrobných kapacít a logistických koridorov nebude mať význam iba z pohľadu vnútorného hospodárskeho fungovania, ale zároveň bude rozhodujúca aj pre budúcu schopnosť Ukrajiny udržať a rozvíjať obchodné väzby s európskym trhom. V tomto smere je možné predpokladať, že úspešná rekonštrukcia hospodárstva, ak bude koordinovaná s integračnými cieľmi, môže vytvoriť priestor pre kvalitnejšie a trvalejšie zapojenie Ukrajiny do európskeho hospodárskeho priestoru.

Záver

Budúci vývoj zahraničného obchodu Ukrajiny bude determinovaný viacerými vzájomne prepojenými faktormi, ktoré ovplyvňujú nielen jeho objem, ale aj štruktúru a geografickú orientáciu. Medzi najvýznamnejšie patrí predovšetkým vývoj bezpečnostnej situácie, ktorá zásadne ovplyvňuje fungovanie hospodárstva, investičné prostredie a schopnosť krajiny realizovať dlhodobé rozvojové stratégie, pričom stabilizácia bezpečnostného prostredia predstavuje základný predpoklad obnovy infraštruktúry, rastu produkcie a návratu zahraničných investícií. Dôležitým faktorom je aj tempo realizácie ekonomických a inštitucionálnych reforiem, najmä v oblasti harmonizácie legislatívy s právnym rámcom Európskej únie, zlepšenia podnikateľského prostredia a posilnenia verejných inštitúcií, keďže

schopnosť Ukrajiny efektívne implementovať reformy bude mať priamy dopad na jej integráciu do jednotného trhu EÚ a konkurencieschopnosť exportu. Významnú úlohu zohráva aj štruktúra hospodárstva a schopnosť krajiny prechádzať od exportu surovín a komodít k exportu výrobkov a služieb s vyššou pridanou hodnotou, čo si vyžaduje investície do technológií, vzdelávania a inovácií. Ďalším faktorom je rozvoj dopravnej a logistickej infraštruktúry, ktorá ovplyvňuje efektívnosť obchodných tokov a prepojenie Ukrajiny s európskymi a globálnymi trhmi, pričom dôležité je najmä posilnenie dopravných koridorov, modernizácia colných postupov a zlepšenie logistických služieb. V neposlednom rade bude vývoj zahraničného obchodu ovplyvnený aj globálnymi ekonomickými faktormi, ako sú vývoj cien komodít, dopyt na medzinárodných trhoch a celková stabilita svetovej ekonomiky, keďže ukrajinská ekonomika je výrazne prepojená s globálnymi hodnotovými reťazcami. Na základe uvedených faktorov možno konštatovať, že budúci vývoj zahraničného obchodu Ukrajiny bude závisieť od kombinácie vnútorných aj vonkajších podmienok, pričom kľúčovú úlohu bude zohrávať schopnosť krajiny adaptovať sa na meniace sa ekonomické prostredie a efektívne využívať integračné príležitosti v rámci Európskej únie.

Literatúra

BATORA, J, SPENCE, D. 2015. The European External Action Service. European diplomacy post-Westphalia. Palgrave Macmillan. ISBN 978-1-137-38302-0.

CONSILIUM EU. (2022). How the Russian invasion of Ukraine has further aggravated the global food crisis. Dostupné na internete: https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/ [cit. 2026-04-08].

EUROPEAN COUNCIL. (2022). European Council conclusions on Ukraine. Dostupné na internete: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/23/european-council-conclusions-23-june-2022/ [cit. 2026-04-08].

EUROSTAT. (2023). International trade in goods. Luxembourg: Eurostat. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ext_lt_intratrd/default/table [cit. 2026-04-08].

ITC EXPORT POTENTIAL MAP. (2024). Ukraine Export Potential Data. Geneva: International Trade Centre. Dostupné na internete: https://exportpotential.intracen.org (https://exportpotential.intracen.org/) [cit. 2026-04-08].

MALYARETS, L. (2025). Export–import activity and its assessment: The Ukrainian case. Economies, 13(2), 1–18.

OECD. (2023). Economic resilience and industrial recovery in Ukraine. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2024). Supporting the integration of Ukrainian SMEs into the EU market. Paris: OECD Publishing.

STATE STATISTICS SERVICE OF UKRAINE. (2024). Foreign Trade Statistics of Ukraine. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine. Dostupné na internete: https://www.ukrstat.gov.ua (https://www.ukrstat.gov.ua/) [cit. 2026-04-08].

WITS - World Integrated Trade Solution. 2024. Available at: https://wits.worldbank.org/

WTO. (2023). Trade Profiles: Ukraine. Geneva: World Trade Organization. Dostupné na internete: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2023_e/wts23_toc_e.htm [cit. 2026-04-08].

MEDZINÁRODNÝ OBCHOD S NÁBYTKOM: POSTAVENIE SLOVENSKA V RÁMCI EÚ

INTERNATIONAL FURNITURE TRADE: SLOVAKIA'S POSITION WITHIN THE EU

David Ondráčka[1], Vladislav Kaputa [2]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

david.ondracka12@gmail.com

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

kaputa@tuzvo.sk

Abstract

This work focuses on the analysis of international trade in wood products, with particular attention to the business activities and export performance of enterprises in the wood-processing industry within selected European Union countries. The main objective is to examine the relationship between foreign trade and domestic production of wood-based products, especially furniture, and to identify the factors influencing the competitiveness of this sector. The theoretical part provides an overview of key concepts and principles of international trade, describes the characteristics of the timber market, and highlights the economic importance of the wood-processing industry. The analytical part compares trade indicators of selected EU countries as Slovakia, the Czech Republic, Poland, Italy and Germany for the period between 2015–2025, using data from FAO, Eurostat, and the Statistical Office of the Slovak Republic. Comparative and SWOT-like analyses were applied to identify the main strengths and weaknesses of the wood-processing sector and its export orientation. The results confirmed that countries with a well-developed processing industry and diversified production achieve more stable trade results and generate higher added value. The conclusion emphasizes the importance of supporting innovation and technologically advanced production processes, as well as strengthening the link between domestic production and export as a prerequisite for long-term growth and competitiveness.

Keywords: wood-processing industry, international trade, furniture, European Union

Úvod

Medzinárodný obchod patrí medzi kľúčové faktory rozvoja svetového hospodárstva, keďže umožňuje efektívnejšie využívanie zdrojov, rozširovanie trhov a podporuje hospodársku spoluprácu medzi krajinami. V rámci tohto systému zohráva významnú úlohu aj obchod s drevom a výrobkami z dreva, ktorý je dlhodobo neoddeliteľnou súčasťou európskej aj slovenskej ekonomiky. Drevospracujúci priemysel má na Slovensku hlbokú tradíciu, nadväzuje na bohaté lesné zásoby a predstavuje jedno z odvetví, ktoré prispievajú k

regionálnemu rozvoju, zamestnanosti a exportnej výkonnosti krajiny. V posledných rokoch sa však sektor drevospracujúceho priemyslu nachádza pod rastúcim tlakom globalizačných procesov, technologických zmien a environmentálnych požiadaviek. Medzinárodný obchod s drevom ovplyvňuje viacero faktorov, ako sú výkyvy cien surovín, meniaca sa štruktúra dopytu po výrobkoch s vyššou pridanou hodnotou, či legislatívne obmedzenia v oblasti ochrany prírody a udržateľného hospodárenia s lesmi. Tieto zmeny majú priamy dosah na postavenie Slovenskej republiky na európskom trhu s drevárskymi produktmi a vyvolávajú potrebu hľadať nové prístupy k zhodnocovaniu domácej suroviny. Cieľom práce je analyzovať postavenie Slovenska v medzinárodnom obchode s výrobkami z dreva, zhodnotiť jeho vývoj v porovnaní s vybranými krajinami Európskej únie a identifikovať hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú konkurencieschopnosť drevospracujúceho sektora. Práca sa zameriava najmä na vzťah medzi zahraničným obchodom a domácou výrobou, pričom osobitná pozornosť je venovaná exportu a importu drevárskych produktov, predovšetkým výrobkov s vyššou pridanou hodnotou, ako je nábytok. Výsledky práce môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu obchodných vzťahov Slovenska v rámci Európskej únie, poukázať na možnosti zvýšenia efektivity využívania domácich zdrojov a naznačiť opatrenia, ktoré by mohli posilniť konkurencieschopnosť slovenských podnikov na medzinárodnom trhu.

Experimentálna časť

Hlavným cieľom práce je zhodnotiť dynamiku medzinárodného obchodu s nábytkom z masívu v rámci vybraných krajín Európskej únie. Práca sa zameriava na obdobie rokov 2015 – 2025 a využíva metódy deskriptívnej a komparatívnej analýzy. V práci tiež identifikujeme kľúčové determinanty konkurencieschopnosti vybraných európskych producentov v období poznačenom globálnymi hospodárskymi výkyvmi a transformáciou spotrebiteľských preferencií. Na dosiahnutie hlavného cieľa sú stanovené nasledujúce parciálne ciele a metódy práce:

- Komparatívna analýza trhových pozícií: Porovnať exportnú výkonnosť a obchodnú bilanciu Slovenskej republiky s vybranými krajinami (Česká republika, Poľsko, Nemecko, Taliansko a Slovinsko), ktoré reprezentujú odlišné modely konkurencieschopnosti a predstavujú rôzne prístupy k exportu – od krajín konkurujúcich najmä nízkou cenou až po krajiny orientované na vysokú kvalitu a dizajn..
- Zhodnotenie vplyvu vonkajších faktorov: Analyzovať dopady globálnych kríz (pandémia COVID-19, energetická kríza) na stabilitu dodávateľských reťazcov a dostupnosť vstupnej suroviny pre výrobu masívneho nábytku.
- Prehľad aktuálnych nariadení EÚ a ich predpokladaný dopad na slovenské firmy: Posúdiť vplyv nových environmentálnych regulácií EÚ (najmä nariadenia EUDR a smerníc o ekodizajne) na administratívnu záťaž a transparentnosť medzinárodného obchodu.
- Analýza trendov a konkurenčných stratégií: Identifikovať vplyv fenoménu „Fast furniture“ na dopyt po trvalo udržateľných produktoch a zhodnotiť význam necenových faktorov (dizajn, značka, inovácie) pri budovaní trhovej pozície.
- Formulácia odporúčaní: Na základe výsledkov analýzy vonkajších a vnútorných faktorov a PESTLE analýzy, navrhujeme opatrenia pre zvýšenie pridanej hodnoty slovenských podnikov DSP v medzinárodnom kontexte.

Výber témy a stanovenie cieľov reaguje na aktuálnu situáciu v európskom drevospracujúcom priemysle, ktorý sa nachádza v bode zlomu medzi tradičnými výrobnými postupmi a novými digitálno-ekologickými požiadavkami. Snahou je tiež identifikovať, prečo niektoré krajiny (ako Česká republika či Nemecko) dokážu v tomto segmente rásť rýchlejšie a aké ponaučenia z ich modelov vyplývajú pre domácich producentov. Práca kombinuje kvantitatívne metódy (analýza sekundárnych štatistických dát) s kvalitatívnymi metódami (hodnotenie legislatívnych a trhových trendov) Hlavným objektom skúmania je sektor výroby nábytku z masívu v Slovenskej republike v komparácii s vybranými trhmi EÚ (Poľsko, Česká republika, Nemecko a Taliansko). Využité sú nasledujúce sekundárne zdroje dát: 1) Eurostat (Comext): Databáza pre získanie údajov o objeme a hodnote exportu a importu podľa kódov Harmonizovaného systému (najmä HS 94 – Nábytok). 2) UN Comtrade: Globálna databáza OSN pre štatistiky medzinárodného obchodu.

Spracovanie práce prebieha v troch etapách. Prvá etapa zahŕňa prehľad aktuálneho stavu riešenej problematiky a legislatívneho rámca. Druhá etapa je zameraná na zber a triedenie štatistických dát z medzinárodných databáz. Tretia etapa pozostáva z interpretácie zistených faktov, komparácie modelov konkurencieschopnosti a formulácie záverov. Pre analýzu kvalitatívnej úrovne exportu a analýzu exportnej výkonnosti využívame *metodiku jednotkových cien* (UV) – tá vychádza z prístupu Aigingera (1997), ktorý využíva unit values na rozlíšenie cenovej a kvalitatívnej konkurencie v medzinárodnom obchode. V súlade s ekonomickou teóriou ju definuje, ako podiel hodnoty a fyzického množstva tovaru. Výpočet je realizovaný podľa vzťahu: UV = Hodnota (EUR) / Množstvo (100 kg), ktorý slúži, ako indikátor pridanej hodnoty a miery finalizácie produktov. Tento ukazovateľ sa bežne používa, ako nepriama premenná pre meranie kvality a pridanej hodnoty v prípadoch, kedy nie sú dostupné detailnejšie údaje o vlastnostiach produktov. Jeho využitie je kľúčové najmä v analýze medzinárodného obchodu, kde nie sú dostupné detailnejšie špecifikácie o kvalitatívnych vlastnostiach konkrétnych výrobkov. Ďalej pre kvantifikáciu miery špecializácie slovenského nábytkárskeho sektora v medzinárodnom obchode využívame *Balassov index prejavenej komparatívnej výhody* (Revealed Comparative Advantage – RCA), ktorý patrí k uznávaným metodikám merania relatívneho významu sektora pre národné hospodárstvo v porovnaní s referenčným trhom EÚ27. Výpočet je realizovaný podľa vzorca: RCA = X i,j / X i,t / X n,j / X n,t; kde: X i,j = export nábytku zo SR; X i,t = celkový export SR; X n,j = export nábytku z EÚ; X n,t = celkový export EÚ.

Vyhodnotenie a diskusia

Zameriame sa na kvantitatívne vyhodnotenie exportnej výkonnosti, importnej náročnosti a celkovej obchodnej bilancie kľúčových segmentov nábytkového priemyslu so zameraním na výrobky z masívneho dreva a drevných materiálov. Pre zabezpečenie presnosti a medzinárodnej porovnateľnosti dát pracujeme s 6-miestnou klasifikáciou Harmonizovaného systému (HS6). Tento metodický prístup nám umožňuje presne definovať a analyzovať tri nosné piliere trhu:

- **HS 9403 40**: Drevený nábytok používaný v kuchyniach.
- **HS 9403 50**: Drevený nábytok používaný v spálňach.

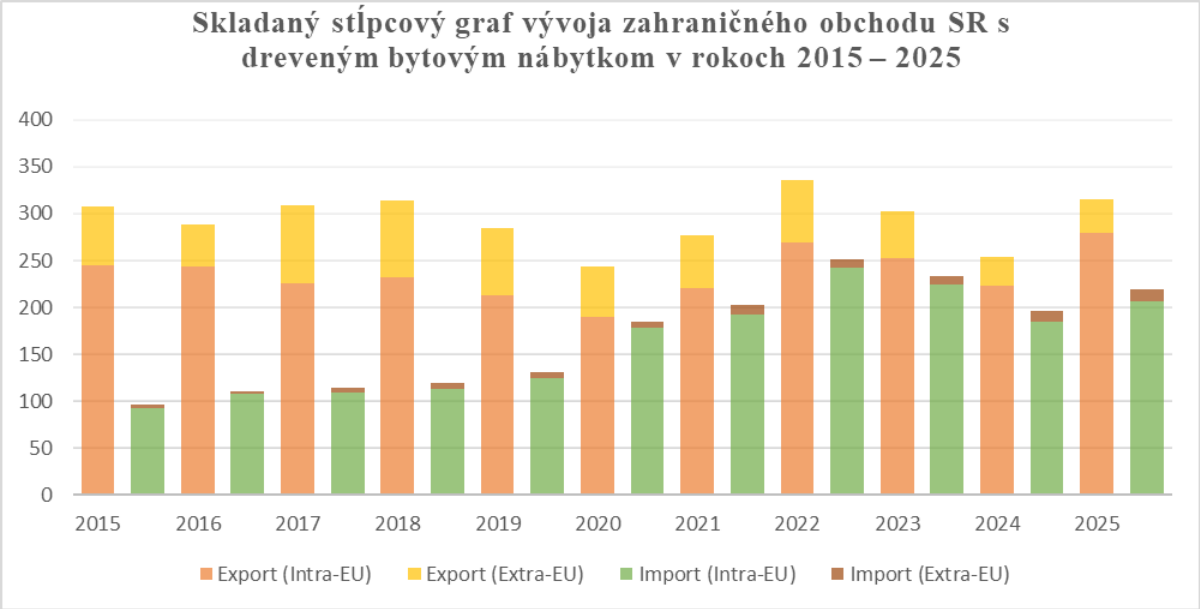
- **HS 9403 60**: Ostatný drevený nábytok (napr. do jedální, obývacích izieb a pod.).

Tab. 1 Vývoj zahraničného obchodu SR s dreveným bytovým nábytkom v rokoch 2015 – 2025 (v mil. EUR)
Tab. 1 Development of the SR foreign trade with wooden household furniture in 2015 – 2025 (in million EUR)

Rok	Export (WORLD)	Export (Intra-EU)	Export (Extra-EU)	Import (WORLD)	Import (Intra-EU)	Import (Extra-EU)	Saldo (WORLD)	Saldo (Intra-EU)	Saldo (Extra-EU)
2015	307,56	244,52	63,04	95,93	92,88	2,96	+ 211,63	+ 151,64	+ 60,08
2016	308,36	243,97	44,39	110,32	107,44	2,88	+ 198,04	+ 136,53	+ 41,51
2017	308,77	225,88	82,89	113,99	109,46	4,51	+ 194,78	+ 116,42	+ 78,38
2018	314,53	232,44	82,07	119,43	113,54	5,89	+ 195,10	+ 118,90	+ 76,18
2019	284,16	212,57	71,59	130,85	124,54	6,31	+ 153,31	+ 88,03	+ 65,28
2020	243,3	189,5	53,8	184,61	178,05	6,56	+ 58,69	+ 11,45	+ 47,24
2021	276,69	219,99	56,7	202,69	192,39	10,21	+ 74,00	+ 27,60	+ 46,49
2022	335,41	268,99	66,42	251,58	242,91	8,67	+ 83,83	+ 26,08	+ 57,75
2023	302,8	253,12	49,68	233,85	224,11	9,74	+ 68,95	+ 29,01	+ 39,94
2024	253,62	223,53	30,09	196,4	184,97	11,43	+ 57,22	+ 38,56	+ 18,66
2025	315,53	279,16	36,37	219,32	205,91	13,41	+ 96,21	+ 73,25	+ 22,96

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Orientácia na tieto špecifické HS6 kódy je kľúčová, pretože v slovenských podmienkach najvernejšie reprezentujú trh s drevným nábytkom a eliminujú skreslenie spôsobené nábytkom z iných materiálov (kov, plast). Analýza sleduje časový horizont rokov 2015 – 2025, čo nám umožňuje identifikovať nielen dlhodobé trendy, ale aj vplyv globálnych trhových šokov na stabilitu tohto odvetvia.



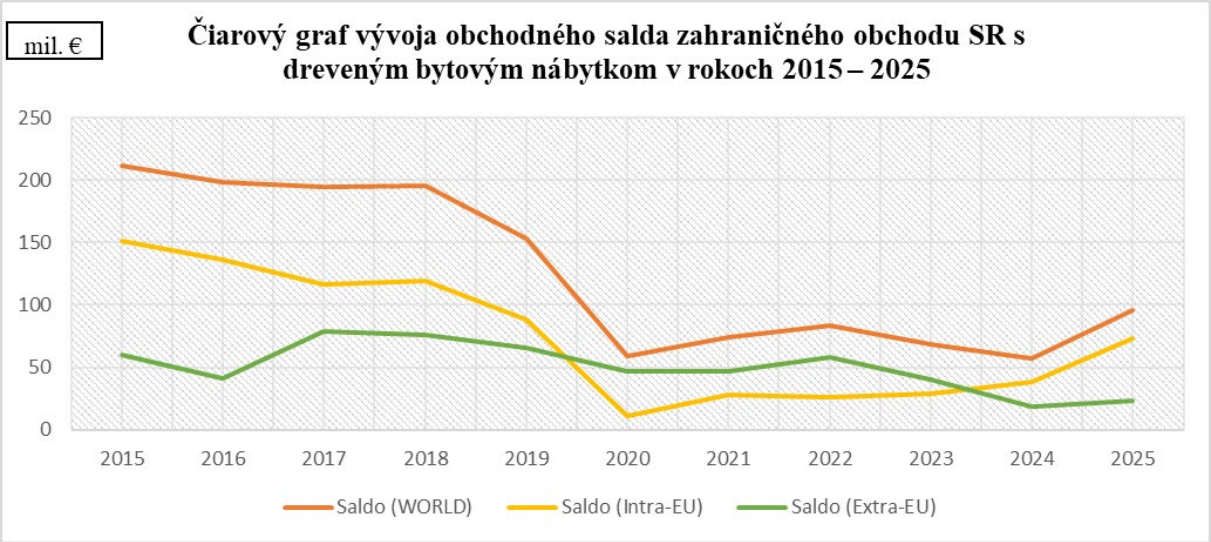
Obr. 1 Graf vývoja zahraničného obchodu SR s dreveným bytovým nábytkom v rokoch 2015 – 2025 (v mil. EUR)

Fig. 1 Graph of Development of the SR foreign trade with wooden household furniture in 2015 – 2025 (in million EUR)

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Detailný pohľad na dynamiku zahraničného obchodu Slovenskej republiky s dreveným bytovým nábytkom v rokoch 2015 – 2025 odhaľuje hlboké štrukturálne zmeny, ktoré definujú súčasnú pozíciu domáceho priemyslu. Hoci si Slovensko počas celého sledovaného obdobia dokázalo udržať štatút čistého exportéra, číselné údaje naznačujú postupnú eróziu tejto dominantnej pozície. Najvýraznejším indikátorom tohto trendu je výrazná konvergencia hodnôt exportu a importu. Kým v roku 2015 dosahoval obchodný prebytok hodnotu 211,63 mil. €, do roku 2024 sa prepadol na svoje historické minimum 57,22 mil. €. Tento takmer 73 % pokles salda nie je primárne spôsobený úpadkom exportnej kapacity, ktorá zostáva relatívne stabilná, ale predovšetkým rastúcou dynamikou importu, ktorý sa za sledované obdobie viac, ako zdvojnásobil. Zaujímavým bodom pre hlbšiu diskusiu je správanie sektora počas krízového roku 2020. Pandémia COVID-19 poslúžila, ako skúška odolnosti odvetvia, pričom odhalila zraniteľnosť našej vysokej závislosti na európskom trhu. V tomto roku sa obchodné saldo v rámci EÚ (Intra-EU) takmer vytratilo, keď kleslo na kritických 11,45 mil. €.

Analýza však odhaľuje, že stabilitu celkovej obchodnej bilancie SR v tomto kritickom čase paradoxne podržali trhy mimo Európskej únie (Extra-EU). Tie generovali až 80 % celkového prebytku, čo naznačuje, že slovenský masívny nábytok má svoje pevné a stabilné pozície na globálnych trhoch, ktoré sú menej náchylné na lokálne európske hospodárske výkyvy. Pri podrobnejšom skúmaní teritoriálnej štruktúry importu nemožno prehliadnuť rastúci vplyv tretích krajín. Hoci v absolútnych číslach stále dominuje dovoz z krajín EÚ, import z regiónov mimo Únie (Extra-EU) zaznamenal medzi rokmi 2015 a 2025 nárast o viac ako 350 %. Tento trend indikuje postupnú penetráciu slovenského trhu nábytkom z cenovo konkurencieschopnejších regiónov, ako sú Turecko či Ázia, čo vytvára permanentný tlak na efektivitu a strategickú cenotvorbu domácich spracovateľov dreva.

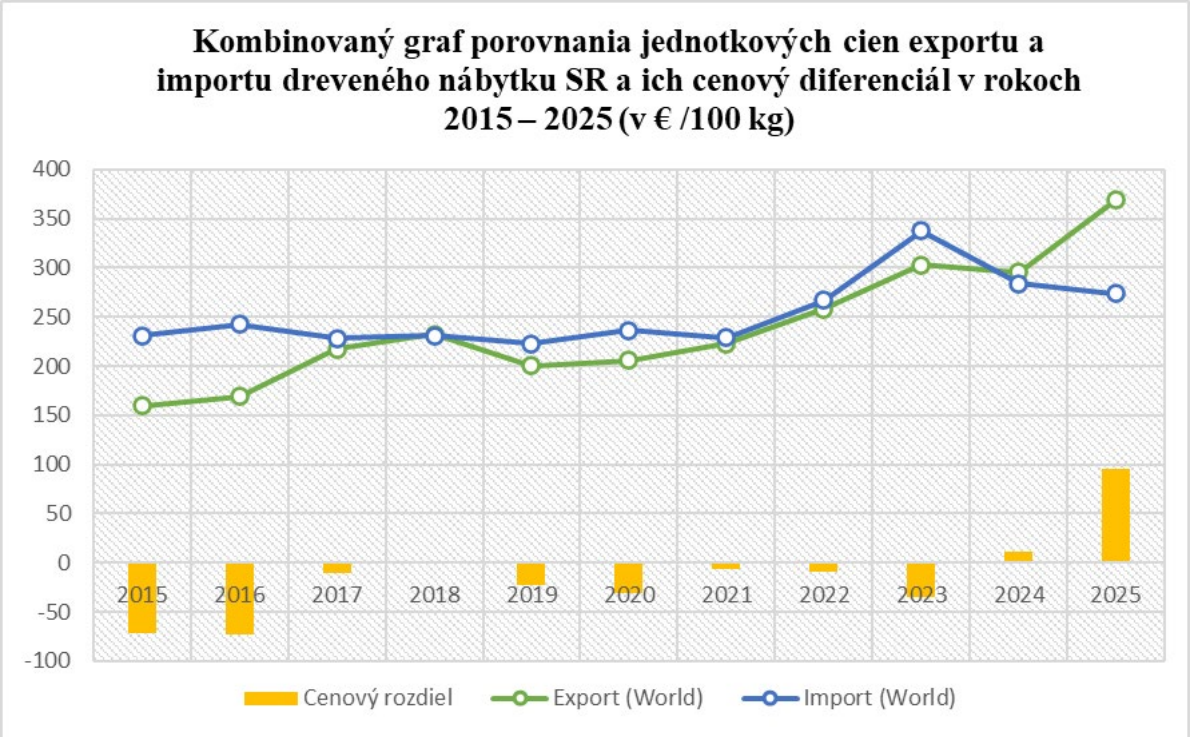


Obr. 2 Graf vývoja obchodného salda zahraničného obchodu SR s dreveným bytovým nábytkom v rokoch 2015 – 2025 (v mil. EUR

Fig. 2 Graph of the foreign trade balance development of the SR with wooden household furniture in 2015 – 2025 (in million EUR)

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Analýza komoditnej štruktúry vývozu odhaľuje kritický útlm v segmente kuchynského nábytku (HS 9403 40). Kým v roku 2015 tvorila táto kategória jeden z pilierov slovenského exportu, v priebehu sledovaného obdobia došlo k strate jej dynamiky. Tento vývoj indikuje postupnú stratu komparatívnej výhody SR v sériovej výrobe kuchynských zostáv, kde domáci producenti narážajú na silnú cenovú konkurenciu z Poľska a Nemecka. Hoci predikcia na rok 2025 naznačuje miernu stabilizáciu exportu, hodnoty stále nedosahujú úroveň z roku 2015. Tento vývoj indikuje postupnú transformáciu segmentu z dominantne prebytkového artikla na oblasť, ktorá sa po období úpadku snaží o opätovné upevnenie pozícií cez produkty s vyššou pridanou hodnotou. Zatiaľ čo v roku 2015 dosahovalo saldo zahraničného obchodu úroveň 211,63 mil. €, predikcia na rok 2025 počíta s hodnotou 96,21 mil. €. Tento trend naznačuje klesajúcu konkurencieschopnosť domácej produkcie voči narastajúcemu importu, ktorý sa za sledované obdobie viac než zdvojnásobil. Napriek týmto výzvam predikcia pre rok 2025 prináša mierne oživenie s očakávaným exportom na úrovni 315,53 mil. € a stabilizáciou celkového salda nad hranicou 96 mil. €. Tento odraz od dna možno interpretovať ako úspešnú adaptáciu slovenských firiem na nové podmienky a ich schopnosť obhájiť pridanú hodnotu produktov z masívneho dreva v prostredí intenzívnej medzinárodnej konkurencie.



Obr. 3 Graf porovnania jednotkových cien (€/100 kg) exportu a importu dreveného nábytku SR a ich cenový diferenciál v rokoch 2015 – 2025
Fig. 3 Comparison of unit prices (€/100 kg) of export and import of wooden furniture of the SR and their price differential in 2015 – 2025
Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Celé sledované obdobie od roku 2015 môžeme rozdeliť na tri časti, ktoré nám ukazujú, ako sa slovenské firmy prispôsobovali meniacemu sa trhu.V prvej etape, približne medzi rokmi 2015 až 2020, sme boli svedkami stavu, kedy Slovensko vyvážalo nábytok za výrazne nižšie ceny, než za aké sme ho nakupovali z cudziny. Napríklad v roku 2016 bol cenový rozdiel až -73,10 € na každých 100 kg tovaru. Zjednodušene povedané, naši výrobcovia vtedy fungovali skôr ako subdodávatelia, ktorí vyvážali veľké množstvá jednoduchšieho nábytku s nižšou cenou, kým na domácom trhu prevládal drahší nábytok z dovozu. Tento jav potvrdzujú aj staršie komparatívne analýzy obchodu SR s drevom a výrobkami z dreva, ktoré poukazovali na to, že Slovensko dlhodobo zápasilo s nízkym zhodnotením domácej suroviny vo finálnych výrobkoch (Parobek a kol., 2015). Zlom nastal po roku 2021, kedy sa do cien naplno premietli problémy spojené s globálnou nestabilitou. Nárast cien vstupných surovín a energií prinútil slovenských výrobcov k radikálnemu prehodnoteniu cenotvorby, čo vidíme aj v našich dátach za rok 2023, kedy cena importu vyletela na 337,42 €/100 kg. Tento jav súvisí s celkovým dopadom zahraničného obchodu na ekonomiku drevospracujúcich odvetví, ktoré museli reagovať na zmeny v pridanej hodnote, aby zostali konkurencieschopné (Sujová a kol., 2023). Je dôležité poznamenať, že v roku 2023 sme zaznamenali prepad cenového rozdielu na -34,62 €. Tento jav bol spôsobený tým, že ceny dovážaných materiálov rástli v dôsledku globálne narušených dodávateľských reťazcov a trhovej nestability rýchlejšie než ceny našich hotových výrobkov na exportných trhoch (Čábelková a kol., 2022).

Roky 2024 a 2025 vykazujú obrat. Kým sa cena dovážaného nábytku stabilizuje a dokonca mierne klesá na 273,81 € v roku 2025, slovenská exportná cena stále výrazne rastie až k odhadovaným 368,60 €/100 kg. V roku 2025 sa tak dostávame do stavu, kedy za nábytok dostávame v prepočte o takmer 95 € viac na 100 kg váhy, než platíme za ten dovezený. Tento skok z mínusových hodnôt do výrazného plusu, je kľúčovým zistením analýzy a naznačuje potencionálnu zmenu trendu vývoja cenového rozdielu kúpeného a predaného nábytku. Tento trend môže indikovať, že slovenskí nábytkári sa preorientovali na produkty s vyššou pridanou hodnotou, čo je v súlade s modernými stratégiami udržateľnosti a zvyšovania konkurencieschopnosti v nábytkárskom sektore (Bumgardner a Nicholls, 2020). Ak porovnáme začiatok a koniec sledovaného obdobia, vidíme obrovský štrukturálny posun. Kým v roku 2015 sme na obchode s každými 100 kg nábytku v porovnaní s dovozom boli v strate cez 70 €, v roku 2025 bude tento rozdiel kladný na úrovni takmer 95 €. Pre prax to znamená, že slovenské firmy už nekonkurujú len nízkou cenou, ale predovšetkým kvalitou a spracovaním masívneho dreva. Je to jasný signál rastúcej sily odvetvia, ktoré dokáže na globálnom trhu obhájiť prémiovú cenu aj v silnej medzinárodnej konkurencii (Sujová a kol., 2021).

Komparatívna analýza

Samotné dáta o raste jednotkových cien SR nadobúdajú výpovednú hodnotu až v momente ich konfrontácie s krajinami, ktoré reprezentujú odlišné hospodárske modely a trhové stratégie.

Tab. 2 Komparatívny prehľad jednotkových cien vybraných krajín EÚ v rokoch 2015 – 2025 (€/100 kg)
Tab. 2 Development of unit prices of export and import of wooden furniture of the SR and their price differential in 2015 – 2025 (in €/100 kg)

Rok	SR	ČR	Poľsko	Nemecko	Taliansko	Slovinsko
2015	159,46	268,31	165,94	352,66	509,20	376,51
2016	169,32	267,46	156,45	364,10	500,97	380,84
2017	217,59	263,36	157,47	365,05	529,62	418,31
2018	232,39	261,91	168,37	362,73	529,87	457,94
2019	200,08	256,65	165,54	360,43	540,34	472,93
2020	205,72	296,08	161,22	357,93	354,79	427,65
2021	222,78	365,47	170,43	356,99	355,46	467,51
2022	257,98	407,31	206,01	412,64	429,26	573,63
2023	302,78	469,44	224,16	433,78	450,66	619,79
2024	295,28	478,55	226,34	433,32	412,09	709,09
2025	327,29	420,36	228,58	422,12	391,76	756,89

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Slovensko v konfrontácii s nákladovou konkurenciou (Poľsko a Česko)

Slovenský exportný vývoj v rokoch 2019 – 2020 demonštroval vysokú mieru odolnosti voči globálnym šokom. Napriek poklesu objemov si jednotkové ceny udržali rastový trend, čo možno pripísať zmene nákupného správania spotrebiteľov, ktorí počas pandémie presunuli záujem smerom k drevenému nábytku a vybaveniu domácností (Barčić a kol., 2021). Po roku 2022 však vidíme u oboch krajín prudký nárast cien. Tento trend potvrdzuje, že slovenský drevospracujúci priemysel sa snaží o vymanenie z čisto nákladovej konkurencie, hoci v miere

pridanej hodnoty stále zaostáva za českou schopnosťou finalizácie a zhodnotenia suroviny (Parobek a kol., 2015). Vyššia úroveň cien u českých producentov reflektuje ich úspešnú vlnu modernizácie, zatiaľ čo slovenské odvetvie čelí odlišným vplyvom zahraničného obchodu na tvorbu pridanej hodnoty (Sujová a kol., 2023). Česko tak dokázalo efektívnejšie profitovať zo silnej väzby na nemecky hovoriaci región DACH (Nemecko, Rakúsko, Švajčiarsko), kde je dopyt po produktoch s vyšším štandardom spracovania stabilnejší aj v čase krízy (Grygorova-Berenda a Kaverina, 2022).

Divergencia od poľského modelu

V segmente masívneho nábytku predstavuje Poľsko pre Slovensko dominantného kvantitatívneho konkurenta. Z analýzy vyplýva, že poľský model je založený na masívnych objemoch pri udržiavaní nízkych jednotkových cien, ktoré sa v celom sledovanom období (2015 – 2025) pohybovali v rozpätí 156 € až 228 € za 100 kg exportovaného nábytku v rámci celého sveta. Zatiaľ čo v roku 2015 bola jednotková cena SR (159 €) takmer identická s poľskou (165 €), v roku 2024 už slovenský export dosahuje 295 €, čím výrazne predbieha poľskú cenovú hladinu. Tento vývoj naznačuje úspešnú snahu slovenských producentov o vymanenie sa z čisto nákladovej konkurencie. Tento progres bol čiastočne spomalený pandémiou Covid-19, kedy v roku 2019/2020 došlo k prepadu hodnoty exportu z 284 mil. € na 243 mil. €, čo nútilo výrobcov k dočasným cenovým ústupkom na udržanie trhových podielov. Tento model je však extrémne citlivý na nárast cien materiálnych a energetických vstupov. Počas energetickej krízy v roku 2022 vidíme u Poľska nárast ceny o viac ako 20 % na 206 €. Tento skok však nebol dôsledkom náhleho zvýšenia pridanej hodnoty, ale priamym efektom energetickej krízy a extrémneho nárastu cien reziva. Poľskí producenti, orientovaní na masovú výrobu s nízkymi maržami, boli nútení premietnuť zvýšené vstupné náklady do cien exportu, aby si zachovali elementárnu rentabilitu. Po odznení najväčšieho energetického šoku v roku 2024 vidíme opätovnú stagnáciu ich cien, čo potvrdzuje ich zotrvanie v segmente nízkonákladovej konkurencie.

Porovnanie s Českom

Česká republika vykazuje stabilne vyššiu pridanú hodnotu a jeden z najstabilnejších rastov kvalitatívneho indikátora UV, ktorý po roku 2021 prudko akceleroval z 365,47 € na 478,55 € v roku 2024. Tento nárast o viac ako 30 % v priebehu troch rokov nie je náhodný; odráža úspešnú vlnu automatizácie v českom nábytkárskom priemysle, ktorá prebehla počas pandémie COVID-19. Zatiaľ čo iné krajiny tlmili investície, českí výrobcovia využili štátne stimuly na modernizáciu technológií, čo im umožnilo udržať vysokú presnosť spracovania masívu pri nižšej energetickej náročnosti na jednotku produkcie. Na rozdiel od Poľska, Česko v čase energetickej krízy (2022) nečelilo len tlaku nákladov, ale dokázalo profitovať zo svojej silnej väzby na nemecký trh (tzv. DACH región). Vysoká kúpna sila nemeckých spotrebiteľov umožnila českým exportérom premietnuť zvýšené náklady na energie a materiál do finálnych cien bez straty odbytu, čo potvrdzuje ich pozíciu v segmente stredného a vyššieho štandardu. Hoci ČR mala prevažne nižšie exportné objemy ako SR, aj keď od roku 2022 sa exportné data vyrovnávajú a ich schopnosť.

SR v konfrontácii s Talianskom a Nemeckom

Konfrontácia SR s Talianskom a Nemeckom definuje hornú hranicu kvalitatívneho benchmarku v rámci EÚ. Tieto krajiny dlhodobo dominujú vďaka silnému dizajnu a technologickej prevahe, avšak ich reakcia na externé šoky v poslednom desaťročí odhalila rozdielnu mieru trhovej adaptability.

Taliansko (od luxusného lídra k obeti energetickej neistoty): Taliansko vstúpilo do sledovaného obdobia ako nespochybniteľný cenový líder s UV na úrovni 509,20 € v roku 2015, a úspešne obhajovali pozíciu lídra pridanej hodnoty až do roku 2019, no potom prišiel v ich prípade rázny zvrat. Rok 2020 priniesol pre taliansky nábytkársky priemysel bezprecedentný šok. Jednotková cena sa prepadla z 540,34 € (2019) na 354,79 € (2020), čo predstavuje pokles o viac ako 34 %. Tento strmý pád nebol spôsobený stratou kvality, ale extrémnym narušením dodávateľských reťazcov a faktom, že Taliansko bolo prvým európskym epicentrom pandémie, čo viedlo k totálnemu zmrazeniu výroby a následnému agresívnemu vypredávaniu skladových zásob za znížené ceny s cieľom udržať likviditu firiem. Hoci sa ceny po pandémii začali zotavovať (nárast na 450,66 € v roku 2023), Taliansko sa už nedokázalo vrátiť na svoje pôvodné maximá. Taliansky priemysel je vysoko závislý od importu energií a po vypuknutí vojny na Ukrajine čelil jedným z najvyšších cien plynu v EÚ. To zasiahlo najmä spracovateľov masívu, ktorí nedokázali preniesť celú ťarchu nákladov na koncového spotrebiteľa v segmente luxusného tovaru, kde dopyt pri globálnej inflácii ochladol. V roku 2024 tak vidíme ďalšiu cenovú korekciu na 412,09 €, nasledujúcu ešte väčším prepadom jednotkovej ceny v roku 2025 na odhadovaných 391,76 € na 100 kg exportovaného nábytku. Tento vývoj odzrkadľuje širšie problémy vnútroodborového obchodu v rámci EÚ, kde aj tradiční lídri museli korigovať svoje pozície pod tlakom nestabilných vstupných nákladov (Panico a kol., 2024).

Nemecko (stabilita a technologická odolnosť): Nemecký model exportu vykazuje v porovnaní s Talianskom obdivuhodnú stabilitu, pričom jeho jednotkové ceny sa dlhodobo pohybujú v úzkom koridore okolo 352 € až 433 €. Na rozdiel od Talianska, nemecké jednotkové ceny počas pandémie takmer nezakolísali (357,93 € v roku 2020 oproti 360,43 € v roku 2019). Nemecko ťaží z vysokej miery digitalizácie predaja a silnej orientácie na domáci a škandinávsky trh, ktoré zostali stabilné. Skutočná akcelerácia cien nastala až s energetickou krízou, kedy nemecká jednotková cena vzrástla z 356,99 € (2021) na 433,78 € (2023). Tento nárast o 21 % reflektuje schopnosť nemeckých producentov implementovať energeticky úsporné technológie a zároveň si udržať prémiové postavenie na trhu, kde je nemecká kvalita vnímaná, ako bezpečná investícia aj v časoch neistoty (Henn, 2021). Práve implementácia prísnych regulačných štandardov a technologická prevaha umožnila nemeckým exportérom stabilizovať ponuku aj v podmienkach kolísavých surovinových nákladov (Henn, 2021). Mierny odhadovaný pokles na 422,12 € naznačuje miernu nasýtenosť trhu a stabilizáciu nákladov na energie, pričom si Nemecko naďalej udržiava pozíciu stabilného benchmarku, ku ktorému sa Slovensko (pri svojej aktuálnej predpokladanej jednotkovej cene 327,29 €) postupne približuje.

Špecifické postavenie SR a Slovinska

Vzhľadom na podobný ekonomický rozsah a totožný časový rámec integrácie do štruktúr EÚ, predstavuje Slovinsko relevantný referenčný bod pre hlbšie pochopenie pozície SR mimo kontextu priemyselných lídrov. Napriek malému objemu exportu dosahuje Slovinsko extrémne hodnoty jednotkových cien, a tým pre Slovensko predstavuje inšpiratívnu ukážku toho, ako sa dá z malej produkcie vyťažiť maximum.

Slovinsko (líder v pridanej hodnote): Slovinské jednotkové ceny progresívne rástli z 376 € (2015) na projektovaných 756 € v roku 2025. Tento takmer dvojnásobný nárast v priebehu desiatich rokov je unikátny v celoeurópskom kontexte. Podobne ako Taliansko, aj Slovinsko

zaznamenalo v roku 2020 pokles ceny z 472,93 € na 427,65 €, čo predstavuje pokles o takmer 10 %. Avšak na rozdiel od talianskeho modelu, Slovinsko sa zotavilo okamžite, a už v roku 2022 vystrelilo na 573,63 €. Tento rýchly odraz potvrdzuje, že slovinskí exportéri nie sú závislí od masového odbytu, ale vďaka efektívnej orientácii na špecifické potreby spotrebiteľa a vysokú kvalitu dokážu udržať stabilitu aj v krízových obdobiach (Barčić a kol., 2021). Slovinsko vyváža v objemoch len cca 19,1 tis. ton (2024), čo je v porovnaní so Slovenskom (85,8 tis. ton) len zlomok. Napriek tomu ich schopnosť generovať maržu posúva túto krajinu do pozície „vizionárskeho modelu“, kam by sa slovenský priemysel mal v rámci transformácie z výrobnej haly na exportéra s vysokou mierou finalizácie uberať. Tieto výsledky potvrdzujú, že malá stredoeurópska ekonomika dokáže konkurovať aj globálnym lídrom, ak sa strategicky zameria na segmenty s vysokou maržou a úzku špecializáciu. Tento úspech je v súlade s moderným chápaním komparatívnych výhod, kde špecializácia a fragmentácia produkcie umožňujú menším ekonomikám efektívne sa integrovať do globálnych hodnotových reťazcov (Brondino, 2021).

Záver

Na základe analýzy indexov exportnej špecializácie a vývoja jednotkových cien je možné identifikovať tri divergentné modely konkurencieschopnosti, ktoré definujú súčasný trh v strednej a južnej Európe.

Poľský model, orientovaný na nákladovú konkurencieschopnosť, vykazuje v krízových obdobiach znaky zraniteľnosti. Tento jav korešponduje s analýzami, ktoré poukazujú na limity modelov založených na nízkych jednotkových nákladoch v podmienkach narušených globálnych hodnotových reťazcov (Fernandes a kol., 2020). S objemom exportu dosahujúcim v priemere 1,9 milióna ton ročne je Poľsko stále priemyselným motorom regiónu, aj keď s nižšiou pridanou hodnotou. V protiklade k tomu, Slovinsko a Taliansko využívajú komparatívne výhody plynúce z vysokej miery finalizácie. Ich schopnosť udržať exportnú výkonnosť aj pri vysokých cenách potvrdzuje platnosť moderných modelov medzinárodného obchodu, kde necenové faktory a fragmentácia produkcie hrajú kľúčovú rolu pri dosahovaní trhovej dominancie (Brondino, 2021; Panico a kol., 2024). Nemecko svoju stabilitu opiera o technologickú prevahu, čo mu umožňuje efektívne čeliť inflačným tlakom a udržiavať pozíciu lídra v rámci vnútroodborového obchodu v EÚ (Panico a kol., 2024). Udržiava si najlepší pomer medzi vysokým objemom (930 tis. ton) a stabilnou cenou (433,32 €) v roku 2024, čo z neho robí jeden z najodolnejších exportných modelov v Európe.

Tab. 3 Typológia exportných modelov na základe výkonnostných ukazovateľov
Tab. 3 Typology of export models based on performance indicators

Model konkurencieschopnosti	Hlavný predstaviteľ	Charakteristika cenovej a objemovej stratégie
Kvantitatívno-nákladový	Poľsko	Dominancia v objemoch pri nízkej úrovni UV.
Kvalitatívno-špecializovaný	Slovinsko	Maximálna pridaná hodnota pri nízkych objemoch.
Stabilizačno-technologický	Nemecko	Vyvážený pomer medzi objemom a prémiovou cenou.

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z databázy Eurostat

Na základe identifikovanej „surovinovej pasce“, nízkej úrovne hodnotového indexu RCA a publikovaných štúdií vyberáme návrhy opatrení, ktoré smerujú k posilneniu konkurencieschopnosti slovenského nábytkárskeho sektora. Hlavným cieľom je transformácia odvetvia z exportéra suroviny na dodávateľa finálnych produktov s vysokou pridanou hodnotou.

Technologická modernizácia a digitálna transformácia: na tieto faktory poukazujú vo svojich prácach autori ako narp. Červený a kol. (2022) a Sujová a kol. (2023). Základným predpokladom pre zvýšenie finálnosti produkcie je eliminácia technologického dlhu prostredníctvom investícií do inteligentných výrobných systémov. Implementácia prvkov Industry 4.0, ako sú automatizované CNC obrábacie centrá a robotizované pracoviská, umožní slovenským podnikom nielen znížiť energetickú náročnosť, ale predovšetkým zvýšiť presnosť a kvalitu opracovania masívu. Takáto technologická konvergencia k úrovni Českej republiky a Slovinska je nevyhnutná pre prechod k masovej personalizácii (mass customization), ktorá predstavuje kľúč k bonitným trhovým segmentom.

Budovanie národnej identity a podpora ekodizajnu: Slovensko musí prejsť od anonymného subdodávateľstva k budovaniu rozpoznateľnej značky založenej na spojení tradície masívu a moderného dizajnu. Ako sa uvádza v štúdiách Parobek a kol. (2015) a Dieguez a kol. (2021), strategické zameranie na ekodizajn a využitie certifikácie pôvodu suroviny (FSC/PEFC) by malo slúžiť ako necenová konkurenčná výhoda v súlade s nariadením EUDR. Podpora domácich dizajnérov a integrácia kreatívneho priemyslu do výrobných procesov umožní výrobcom kontrolovať maržu v celom distribučnom reťazci a znížiť závislosť od cenových diktátov veľkých obchodných reťazcov.

Diverzifikácia exportných trhov a rozvoj B2C modelov: Súčasná vysoká koncentrácia exportu na región DACH (najmä Nemecko) vystavuje slovenské podniky rizikám plynúcim z volatility nemeckého realitného trhu a hospodárskeho cyklu. Odporúčame preto geografickú diverzifikáciu odbytu smerom k rýchlo rastúcim ekonomikám strednej a východnej Európy, kde sa formuje nová stredná trieda s dopytom po trvanlivom nábytku. Zároveň je nevyhnutné stimulovať rozvoj priamych digitálnych predajných kanálov (B2C), ktoré umožňujú výrobcom obísť sprostredkovateľov a akumulovať vyššiu pridanú hodnotu priamo v podniku.

POĎAKOVANIE/Acknowledgments: the authors would like to thank the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Youth of the Slovak Republic, grant No. 1/0161/26 'The consumer as an agent of change: research on conscious consumption in the Slovak context'.

Literatúra

AGGESTAM, F. AND GIURCA, A., 2022. Implementing Circular-Bioeconomy Principles across Two Value Chains of the Wood-Based Sector: A Conceptual Approach. Land. doi: 10.3390/land11112037.

AIGINGER, K. (1997). The use of unit values to discriminate between price and quality competition. Cambridge Journal of Economics, 21(5), 571–592.

BARČIĆ, A., KUZMAN, M., VERGOT, T. AND GROŠELJ, P., 2021. Monitoring Consumer Purchasing Behavior for Wood Furniture before and during the COVID-19 Pandemic. Forests. doi: 10.3390/f12070873.

BRONDINO, G., 2021. Fragmentation of Production, Comparative Advantage, and the Heckscher-Ohlin Theory. Review of Political Economy, 35, pp. 803–822. <https://doi.org/10.1080/09538259.2021.1977540>.

BUMGARDNER, M. AND NICHOLLS, D., 2020. Sustainable Practices in Furniture Design: A Literature Study on Customization, Biomimicry, Competitiveness, and Product Communication. Forests. doi: 10.3390/f11121277.

ČÁBELKOVÁ, I., SMUTKA, L., ROTTEROVA, S., ZHYTNA, O., KLUGER, V. AND MARES, D., 2022. The Sustainability of International Trade: The Impact of Ongoing Military Conflicts, Infrastructure, Common Language, and Economic Wellbeing in Post-Soviet Region. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su141710840>.

ČERVENÝ, L., SLOUP, R., CERVENA, T., RIEDL, M. AND PALÁTOVÁ, P., 2022. Industry 4.0 as an Opportunity and Challenge for the Furniture Industry—A Case Study. Sustainability. doi: 10.3390/su142013325.

DIEGUEZ, L. AND SOTIROV, M., 2021. FSC sustainability certification as green-lane for legality verification under the EUTR? Changes and policy learning at the interplay of private governance and public policy. Forest Policy and Economics, 131, 102568. doi: 10.1016/j.forpol.2021.102568.

EUROSTAT, 2025. EU trade since 1988 by HS2-4-6 and CN8 \[DS-059067]. \[online]. \[cit. 2026-05-04]. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

GRYGOROVA-BERENDA, L. AND KAVERINA, K., 2022. Trade policy and foreign trade of the European Union. Journal of Economics and International Relations. <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2022-16-01>.

PAROBEK, J., PALUŠ, H., KALAMÁROVÁ, M., LOUČANOVÁ, E., KRIŽANOVÁ, A. AND ŠTOFKOVÁ, K., 2015. Comparative Analysis of Wood and Semi-Finished Wood Product Trade of Slovakia and Its Central European Trading Partners. Drewno. doi: 10.12841/wood.1644-3985.143.15.

SUJOVÁ, A., MARCINEKOVÁ, K. AND KUPČÁK, V., 2023. Impacts of Foreign Trade on the Economy of Wood-Based Sectors Generating Different Levels of Value Added in the Slovak and Czech Republics. Forests. <https://doi.org/10.3390/f14051029>.

SUJOVÁ, A., SIMANOVÁ, Ľ., KUPČÁK, V., SCHMIDTOVÁ, J. AND LUKÁČIKOVÁ, A., 2021. Effects of Foreign Trade on the Economic Performance of Industries—Evidence from Wood Processing Industry of Czechia and Slovakia. Economies. <https://doi.org/10.3390/economies9040180>.

BIOMIMIKRY - INŠPIRÁCIE SPÁJAJÚCE UMENIE, DIZAJN, VEDU A INOVÁCIE – NÁVRH INOVÁCIE

BIOMIMEMICS - INSPIRATION CONNECTING ART, DESIGN, SCIENCE AND INNOVATION - INNOVATION DESIGN

Sandra Riečanová[1], Erika Loučanová [2]

[1] *Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xriecanova@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The aim of the presented work is to propose an ecological innovation in the form of a thermoregulatory bottle aimed at eliminating the negative impacts of synthetic plastics on the ecosystem. The work uses an analytical-synthetic method to process expert knowledge in the field of eco-innovation and biomimicry, which is subsequently applied to the creative process through brainstorming and brainsketching. The key methodological tool is the analysis of biological patterns for subsequent integration into the functional structure of the proposed product. The resulting innovative design, BioResina, uses a composite of natural resin and plant fibers, thus ensuring biodegradability.

Key words: biomimicry, ecological innovation, natural resin, sustainable development.

Úvod

Inovačný manažment stratégiu trvalo udržateľného rozvoja implementuje prostredníctvom inovácií udržateľného využívania zdrojov a látok z prostredia, vrátane rastúceho významu socioekonomického prístupu ako súčasť difúzie ekologických inovácií na trhu. Okrem udržateľného využívania zdrojov sa zaoberá riešením problémov životného prostredia v snahe o rozvoj a zlepšenie kvality sociálnych podmienok a samotného prostredia prostredníctvom ekologických inovácií, ktoré by mali jednoznačným spôsobom zabezpečiť udržateľnosť životného prostredia a zároveň zabezpečiť samotný sociálno-ekonomický rozvoj (Kollár a Brokeš 2005). Ekologické inovácie potom predstavujú dôležitý dynamizujúci faktor a zároveň tvoria významný spojovací most medzi prítomnosťou a budúcnosťou každej firmy (Loučanová, 2016).

Pod pojmom ekologické inovácie chápeme akékoľvek inovácie zamerané na výrazný a viditeľný pokrok smerom k cieľu udržateľného rozvoja, a to prostredníctvom znižovania dopadov na životné prostredie, alebo dosiahnutia efektívnejšieho a zodpovednejšieho využitia prírodných zdrojov vrátane energií.

Najnovšia forma ekologických inovácií sú biomimikry (spojenie slov bios – život a mimesis – napodobovanie), ktoré predstavujú novú disciplínu, ktorá študuje najlepšie nápady prírody a tieto plány a procesy potom napodobuje, čím sa snaží vyriešiť environmentálne

problémy spojené s výrobou a spotrebou produktov. Príkladom je skúmanie listu na vynájdenie lepšieho slnečného článku. Riešenie inšpirované fungovaním prírodných ekosystémov sa odborníkmi považuje za „inováciu inšpirovanú prírodou“. Kľúčovou myšlienkou je, že evolúcia, ktorou príroda prechádza, už vyriešila mnohé problémy, s ktorými ľudstvo bojuje. Zvieratá, rastliny a mikróby sú dokonalými inžiniermi. Prišli na to, čo funguje, čo je primerané a čo je najdôležitejšie, čo tu na Zemi pretrvá a zostane (Stejskal, 2012).

Tento príspevok sa preto zaoberá návrhom ekologickej inovácie na základe princípu biomimikry predstavujúcej prostriedok realizácie trvalo udržateľného rozvoja a mediamatiky, ktorá predstavuje pre ne inšpirácie spájajúce umenie, dizajn, vedu a inovácie.

Projekt skúma možnosť vytvorenia nádoby na vodu z prírodných materiálov ako alternatívy k syntetickým plastom. Namiesto snahy nahradiť plast v jeho vlastnostiach sa zameriavam na redefinovanie vzťahu medzi človekom, materiálom a časom.

Základom návrhu je prírodná živica (dammar/copal) kombinovaná s rastlinným olejom, ktorá vytvára transparentnú hmotu schopnú zachytiť organické prvky – listy, kvety alebo drobné fragmenty prírody. Tento materiál nesie vizuálnu aj filozofickú kvalitu: nie je inertný, ale živý, mení sa a starne.

Experimentálna časť

Pre samotný návrh ekologickej inovácie na báze princípov biomimikry je stanovený cieľ: „Zabezpečiť udržateľnú spotrebu a minimalizovať environmentálnu záťaž prostredníctvom využitia biologicky rozložiteľných materiálov so zameraním na elimináciu plastového odpadu a dopadov klimatických zmien.“

Ako základný výskumný problém bol definovaný negatívny dopad syntetických polymérov (plastov) na ekosystém a potreba vývoja termoregulačného obalu na tekutiny. Cieľom je navrhnúť fľašu z prírodného materiálu, ktorý bude slúžiť na bezpečný prenos nápojov, pričom využije prirodzené izolačné vlastnosti inšpirované prírodou.

Ako základná metóda výskumu bol využitý brainstorming, podporený analyticko-syntetickou metódou. Tá slúžila na analýzu vlastností prírodných prírodných materiálov a ich následnú syntézu do výsledného návrhu ekologickej inovácie – založenej na biomimikry.

V rámci analýzy biomimikry (bios – život, mimesis – napodobňovanie) sme hľadali odpovede na otázky:

- Kto alebo čo v prírode využíva živicu/sekréty ako ochrannú bariéru? (napr. stromy chrániace rany, hmyz budujúci štruktúry).
- Aké organické štruktúry v prírode najlepšie izolujú tekutinu pred vonkajším teplom?
- Kto alebo čo v prírode vytvára pevné, no ľahké kompozity schopné odolávať tlaku?
- Kto v prírode využíva samočistiace povrchy (lotosový efekt) na udržanie čistoty obsahu?

Na rozdiel od plastov, ktoré sú navrhnuté na maximálnu trvácnosť, tento objekt pracuje s princípom dočasnosti. Materiál postupne degraduje, mení farbu a vlastnosti. Tento proces nie je chybou, ale zámerom – objekt sa stáva súčasťou prírodného cyklu.

Syntézou získaných údajov sme vybrali biologické námety na použitie materiálov, realizovali sa prvé skice a pristúpilo k spracovaniu prototypu materiálu. Pri ňom sme testovali prácu s vybraným materiálom, resp. jeho zložením ako kompozitným základom fľaše.

Pri realizácii výsledného návrhu fľaše sme vychádzali z nasledujúcich kritérií:

- Materiálová udržateľnosť: Použitie 100% prírodnej, biologicky odbúrateľnej živice.
- Tepelná izolácia: Využitie biomimetických štruktúr na zabránenie prieniku tepla k tekutine.
- Nízka hmotnosť a ergonómia: Jednoduchá manipulácia prispôsobená anatómii ľudskej ruky.
- Bezpečnosť: Zdravotná nezávadnosť materiálu pri kontakte s potravinami.
- Efektívny dizajn: Estetické stvárnenie inšpirované organickými tvarmi.

Pre vizualizáciu výsledného riešenia bola použitá metóda brainsketchingu. Následne boli prostredníctvom induktívno-deduktívnej metódy sumarizované výsledky a definované odporúčania pre masovejšiu produkciu tejto ekologickej inovácie z prírodných polymérov. Pre prácu boli použitý MS Office, nástroje a funkcionality služby Google a Procreate.

Vyhodnotenie a diskusia

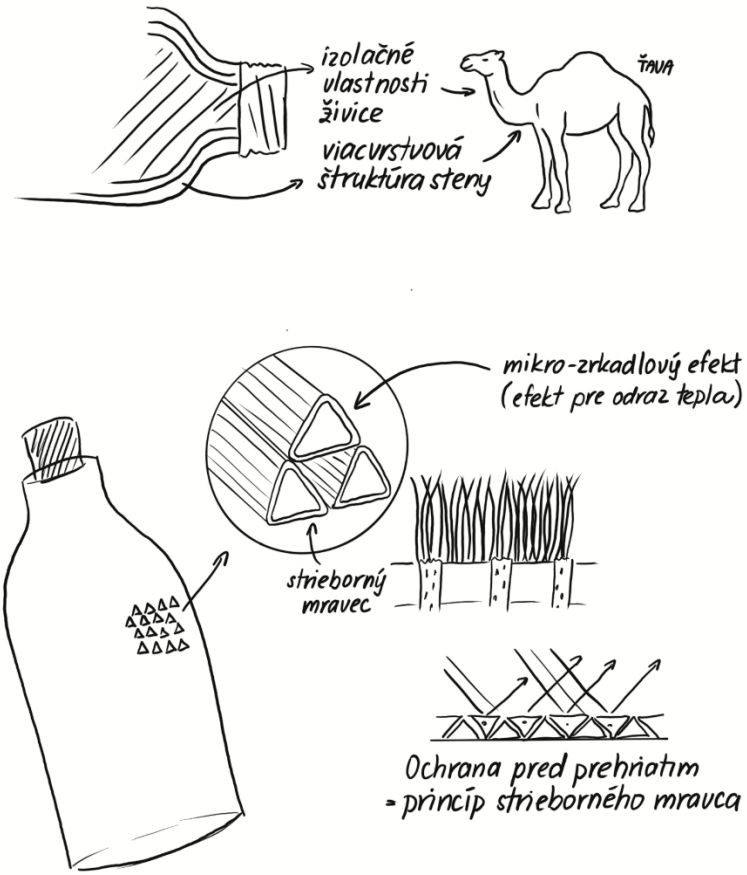
Víziou nášho projektu je vytvoriť udržateľný systém ochrany tekutín pred vysokými teplotami prostredníctvom využitia biomimikry a prírodného materiálu ako ekologickej alternatívy k plastom.

Syntézou údajov získaných analýzou sme pre náš návrh vybrali tri kľúčové organizmy, resp. materiály, ktoré inšpirovali štruktúru a funkčnosť ekologickej fľaše:

- Saharský strieborný mravec: Inšpirácia pre povrchovú úpravu fľaše. Jeho chĺpky s trojuholníkovým prierezom odrážajú slnečné žiarenie a vyžarujú prebytočné teplo, čo sme aplikovali do textúry živicového povrchu.
- Dromedár (ťava): Inšpirácia pre vnútorný izolačný systém a schopnosť hospodáriť s vlhkosťou/kondenzáciou, čo zabezpečuje stabilitu teploty obsahu.
- Ďalším kľúčovým prvkom našej inovácie je nahradenie syntetických polymérov prírodnou živicou, ktorá predstavuje udržateľnú alternatívu k tradičným plastom. Tento materiál sme zvolili pre jeho unikátne vlastnosti, ktoré korelujú s princípmi biomimikry:
    - Biodegradabilita a uzavretý cyklus: Na rozdiel od ropných plastov je prírodná živica biologicky rozložiteľná. V prírode slúži ako obranný mechanizmus stromov, a v našom návrhu plní rovnakú funkciu – chráni obsah (tekutinu) a po skončení životnosti sa bezpečne vráti do ekosystému.
    - Vynikajúce izolačné vlastnosti: Prírodná živica má prirodzene nízku tepelnú vodivosť. V kombinácii so štruktúrami inšpirovanými strieborným mravcom vytvára vysoko účinnú bariéru, ktorá pasívne udržuje chlad bez potreby elektrickej energie.
    - Štrukturálna pevnosť a ľahkosť: Použitie živicového kompozitu (v kombinácii s prírodnými vláknami, napr. ľanom alebo konope) umožňuje dosiahnuť vysokú mechanickú odolnosť pri zachovaní nízkej hmotnosti, čo je kľúčové pre turistov a zdravotníckych pracovníkov v teréne.
    - Antibakteriálne vlastnosti: Mnohé prírodné živice disponujú prirodzenými antimikrobiálnymi účinkami (ochrana stromu pred parazitmi a hubami). Tento aspekt biomimikry využívame na zvýšenie hygienického štandardu pri uchovávaní tekutín v náročných teplotných podmienkach.
    - Implementácia materiálu do dizajnu

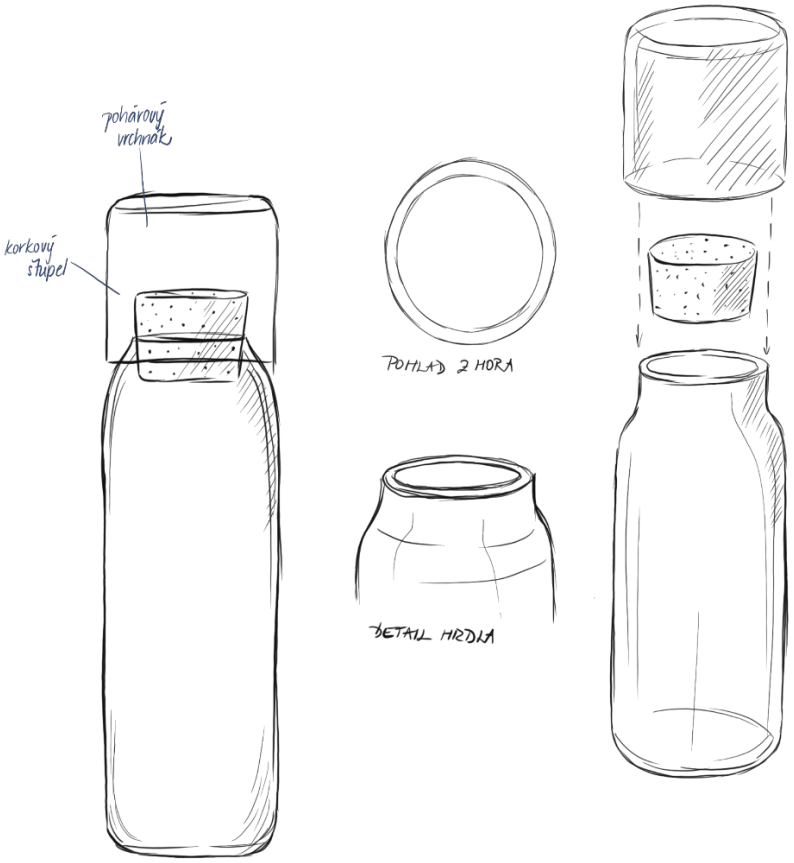
- Pri návrhu fľaše využívame vrstvenie živice, ktoré simuluje štruktúru rastlinných buniek. Vonkajšia vrstva je upravená tak, aby odrážala UV žiarenie, zatiaľ čo vnútorná vrstva z tvrdenej prírodnej živice zaisťuje zdravotnú nezávadnosť a neutralitu chuti prenášaného materiálu.

Na základe vykonanej analýze organizmov a materiálov sme prostredníctvom syntézy údajov boli spracované prvé skice, kinestetický prototyp a zdôvodnenie ich využitia v rámci vízie inovačného návrhu, viď obrázok 1.



Obr. 1 Prvé skice, kinestetický prototyp a zdôvodnenie
Fig. 1 First sketches, kinesthetic prototype and rationale

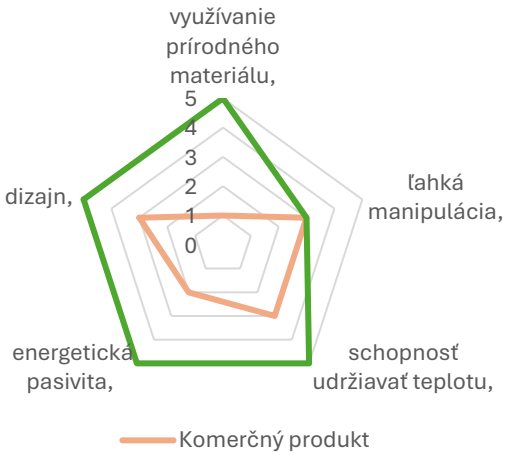
Na základe získaných údajov a syntézou všetkých zistení sme navrhli výsledný produkt – BioResina, ktorý predstavuje prostriedok na prepravu nápojov pri zachovaní teploty, viď obrázok 3.



Obr. 2 Návrh inovácie – BioRosina
Fig. 2 Innovation proposal - BioRosina

Finálny návrh ekologickej inovácie v podobe Bio-Resin fľaše predstavuje nielen efektívny nástroj na prenos tekutín ale aj obal z biologického materiálu prinášajúci aj udržateľnú alternatívu k syntetickým obalom. Využitie je pre turistov, pracovníkov a na rôzne ďalšie účely. Pre identifikáciu výhod tohto návrhu inovácie boli zvolené a hodnotené nasledovné kritériá:

- využívanie prírodného materiálu,
- ľahká manipulácia,
- schopnosť udržiavať teplotu,
- energetická pasivita,
- dizajn, viď obrázok 4.



Obr. 3 Metóda kontrolných kritérií
Fig. 3 Method of control criteria

Ako poukazuje metóda kontrolných kritérií, obrázok 3, navrhovaná inovácia BioResine preukazuje výhody takmer vo všetkých skúmaných kritériách. Táto skutočnosť poukazuje hlavne na výhody inovácie a skutočnosť, že inovácie predstavujúc ti.

Konkurenčné produkty
CollingBOX

Záver

Na základe znalostí a získaných vedomostí sme navrhli inováciu založenú na princípoch biomimikry - BioResina, ktorý predstavuje produkt na prenos nápojov vyrobený z prírodného materiálu a uchovanie jeho teploty. Na základe realizovanej metódy kontrolných kritérií, predstavujúcej jednu z inovačných analýzy pre umiestnenie inovácie na trhu môžeme konštatovať, že uvedený návrh má vysoký trhový potenciál a preto ho odporúčame realizovať a uviesť na trh.

Projekt neponúka definitívne riešenie ekologickej krízy, ale kladie otázku: musí byť každý produkt večný? Navrhuje alternatívu, v ktorej hodnota nevzniká z trvácnosti, ale zo vzťahu, ktorý si k objektu vytvárame.

Fľaša sa tak stáva nielen nádobou na vodu, ale aj nositeľom príbehu o materiáli, čase a zodpovednosti.

POĎAKOVANIE: *Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA 016TU Z-4/2025 Integrácia vybraných aspektov zelenej ekonomiky do výučby projektového manažmentu a manažmentu inovácií.*

Literatúra

KOLLÁR, V. a P. BROKEŠ. 2005. Environmentálny manažment, Bratislava: SPRINT, 2005. 327 s. ISBN 80- 89085- 37- 7.

LOUČANOVÁ, E. 2016. Inovačné analýzy a stratégie, Zvolen: Technical University in Zvolen, 2016. ISBN 9788002282994.

LOUČANOVÁ, E. 2016. Stratégie environmentálne orientovanej produktovej politiky inovácií vo vzťahu eko-inovácií a biomimikry. In: Posterus. ISSN 1338-0087, 2016, roč. 9, č. 2.

LOUČANOVÁ, E. 2017. Ekologické inovácie. In: Trendy a inovatívne prístupy v podnikových procesoch : 20. medzinárodná vedecká konferencia [elektronický zdroj]. - Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2017. ISBN 978-80-553-2856-0, [5] s.

POVAŽAN D., CHUDÁ, B., CSÚZ, D. Semestrálna práca ECOLOGY VS. DESIGN, TU: Zvolen.

STEJSKAL, J. 2012. Biomimikry: Nová řešení inspirovaná přírodou. [on-line] ekolist.cz, 2016 [27.01.2016] Dostupné na internete: http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/biomimikry-nova-reseni-inspirovana-prirodou

FENOMÉN „FAST FURNITURE“ A SPOTREBITEĽSKÉ SPRÁVANIE: VNÍMANIE, ROZHODOVANIE A UDRŽATEĽNOSŤ

THE "FAST FURNITURE" PHENOMENON AND CONSUMER BEHAVIOR: PERCEPTION, DECISION-MAKING, AND SUSTAINABILITY

Zuzana Sliacka - Hana Maťová

Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, DF TUZVO

xsliacka@is.tuzvo.sk, matova@tuzvo.sk

Abstract

This student research paper focuses on the phenomenon of fast furniture – affordable, mass-produced furniture with a short service life. The aim of this paper is to analyse how consumers perceive this phenomenon, what factors influence them when deciding to buy furniture, and what their attitude towards sustainability is. The research part uses a questionnaire survey to identify the main motives of purchasing behaviour, consumers preferences regarding durability, price and design of furniture, as well as their willingness to apply environmentally responsible choices. This paper provides on overview of the impact of selected factors on furniture consumption and discusses the possibilities of moving towards more sustainable consumption practises.

Key words: fast furniture, consumers, environmental impact, sustainability

Úvod

„Ako spotrebitelia máme obrovskú moc zmeniť svet len tým, že si dáme pozor na to, čo kupujeme.“ – Emma Watson, aktivistka a herečka

Spotrebiteľské správanie je v súčasnosti neustále ovplyvňované meniacimi sa trendmi a vývojom spoločnosti. Podľa štúdie spoločnosti IKEA (2023) Slováci ročne vyhodia nábytok v objeme približne 4,3 miliónov kusov kresiel. Dnešná spoločnosť bola výrazne ovplyvnená fenoménom rýchlej spotreby, ktorá mení nákupné návyky spotrebiteľov po celom svete. Ľudia nakupujú častejšie veľké množstvá výrobkov a služieb, pričom sa viac zameriavajú najmä na nízku cenu a okamžité uspokojenie svojich potrieb. Je to spôsobené tým, že ľudia pociťujú spokojnosť vtedy, keď sú naplnené ich individuálne vnútorné potreby.

Fenomén rýchlej spotreby sa pôvodne výrazne začal prejavovať v oblasti módy pod pojmom „fast fashion“, avšak dnes sa vyskytuje aj v ďalších oblastiach každodenného života. Do jednej z nich patrí práve nábytkársky priemysel, kde sa tento trend označuje pojmom „fast furniture“. Jeho nárast bol zapríčinený dôsledkami pandémie COVID–19.

Fast furniture predstavuje nový spôsob výroby a spotreby nábytku, ktorý sa vyrába vo veľkom množstve, s nízkou cenou a krátkou životnosťou. Je ovplyvnený aktuálnymi trendmi na trhu, kedy sa rýchlo menia dizajny výrobkov. Tento trend nespôsobuje iba zmeny v správaní

spotrebiteľov, ale taktiež aj významné environmentálne, ekonomické a spoločenské dôsledky, ktoré si vyžadujú bližšie preskúmanie.

Témou tohto príspevku je analýza fenoménu fast furniture a spotrebiteľského správania v domácom prostredí. Aj keď sa danej problematike venuje zatiaľ obmedzený počet výskumov, má významný vplyv na formovanie súčasnej spoločnosti a taktiež aj jej budúceho vývoja.

Cieľ práce

Hlavným cieľom tohto príspevku je prostredníctvom dotazníkového prieskumu zistiť a opísať spotrebiteľské správanie respondentov zo Slovenskej republiky pri nákupe nábytku so zameraním na faktory ovplyvňujúce rozhodovanie, postoje k udržateľnosti a preferencie. Súčasťou cieľa je identifikovať, čo by spotrebiteľov motivovalo k nákupu udržateľnejšieho nábytku v porovnaní s nábytkom spadajúcim do kategórie „fast furniture“.

Na naplnenie hlavného cieľa boli stanovené nasledovné čiastkové ciele:

- analyzovať teoretické východiská v oblasti spotrebiteľského správania a fenoménu „fast furniture“ na základe sekundárnych zdrojov informácií,
- navrhnúť štruktúru dotazníka zameraného na skúmanú problematiku,
- realizovať pretest dotazníka a identifikovať jeho nedostatky,
- upraviť dotazník na základe výsledkov pretestu,
- uskutočniť dotazníkový prieskum medzi respondentmi,
- spracovať a analyzovať získané údaje,
- interpretovať výsledky prieskumu, formulovať závery a navrhnúť odporúčania vyplývajúce zo zistení.

Experimentálna časť

Metodika práce

Na základe cieľov, ktoré boli stanovené v kapitole dva Cieľ práce sme určili metodickú postupnosť krokov, ktoré je potrebné vykonať aby sme stanovené ciele tejto práce dosiahli. Konkrétne metodické kroky sú uvedené nižšie.

1. Krok – analýza sekundárnych informácií v oblasti spotrebiteľského správania a fenoménu „fast furniture“. Analyzovali sa dostupné literárne zdroje k riešenej problematike z domácich a zahraničných zdrojov.
2. Krok – návrh dotazníka, ktorý sa použije na zber dát. Návrh sa opiera o výstupy z analýzy sekundárnych dát z predchádzajúceho kroku. Navrhnutý dotazník je súčasťou projektu VEGA 1/0161/26 Spotrebiteľ ako aktér zmeny: Výskum uvedomelej spotreby v slovenskom kontexte. Dotazník pozostával z 21 otázok. Otázky v dotazníku boli otvorené, polootvorené aj uzavreté. Pri niektorých otázkach boli použité škály likertovho typu.

Obsahovo bol rozdelený do 5 sekcií:

1. Identifikačné údaje respondentov
2. Skúsenosti s nákupom nábytku (filtračná otázka)
3. Nákupné správanie pri nábytku
4. „Fast furniture“
5. Postoje, ochota priplatiť a spôsoby zbavovania sa nábytku

Dotazník obsahoval aj prvky vetvenia otázok, ktoré zabezpečili zobrazovanie relevantných otázok podľa predchádzajúcich odpovedí respondentov. Dotazník a jeho podrobná štruktúra je prílohou tejto práce.

3. Krok – vykonanie pretestu navrhnutého dotazníka na malej vzorke respondentov. Pred samotným zberom dát bol realizovaný pretest dotazníka na vzorke 8 respondentov. Pretest dotazníka bol realizovaný osobne s respondentmi, ktorí mali možnosť komentovať jednotlivé otázky v dotazníku.

Na základe výsledkov pretestu boli vykonané nasledovné úpravy:

- zjednodušenie formulácie otázok pre lepšiu zrozumiteľnosť,
- úprava logickej štruktúry a poradia otázok,
- doplnenie vysvetlenia Likertovej stupnice.

4. Krok – zber primárnych dát a zdroje údajov. Primárne údaje boli získané prostredníctvom dotazníkového prieskumu realizovaného online formou pomocou nástroja Microsoft Forms. Dotazník bol šírený prostredníctvom osobných kontaktov, internetovej URL adresy na sociálnych sieťach a tematicky zameraných skupinách a fórach, najmä:
   - skupiny zamerané na stolárstvo a prácu s drevom,
   - skupiny orientované na interiérový dizajn,
   - skupiny zamerané na svojpomocnú výstavbu a rekonštrukciu bývania,
   - študentské a všeobecné diskusné skupiny.

Zber údajov prebiehal počas 59 dní (od 18. 02. 2026 do 18. 04. 2026). Priemerný čas vyplnenia dotazníka bol 5 minút a 15 sekúnd. Do prieskumu sa zapojilo 718 respondentov. Jednalo sa o nenáhodný výber, a preto sú výsledky interpretované len na získanej vzorke respondentov. Objektom skúmania sú obyvatelia Slovenskej republiky, ktorí vystupujú v pozícii spotrebiteľov pri nákupe nábytku. Skúmanie je zamerané na ich nákupné správanie, preferencie, postoje k udržateľnosti a povedomie o fenoméne „fast furniture“.

5. Krok – spracovanie a analýza získaných dát. Získané údaje z prieskumu boli následne skontrolované, čistené a kódované pre účely následnej analýzy v programe Microsoft Excel (Microsoft 365, verzia 2604) a v štatistickom softvéri Jamovi (verzia 2.6.44.0). Na analýzu sa využili jednorozmerné analýzy deskriptívneho charakteru.
6. Krok – interpretácia výsledkov prieskumu a navrhovanie odporúčaní. Na interpretáciu sa využila metóda syntézy. Zistenia plynúce z výsledkov boli následne konfrontované a diskutované s dostupnými literárnymi zdrojmi. Následne boli formulované závery.

Vyhodnotenie a diskusia

V rámci prieskumu zameraného na spotrebiteľské správanie na Slovensku pri nákupe nábytku bol vypracovaný dotazník, ktorý obsahoval 21 otázok. Obsah otázok bol zameraný na zistenie faktorov ovplyvňujúcich rozhodovanie respondentov, ich postojov k udržateľnosti, znalosti pojmu „fast furniture“ a preferencií pri kúpe nábytku.

Obsahovo bol dotazník rozdelený do piatich sekcií, a to na identifikačné údaje respondentov, skúsenosti s nákupom nábytku (filtračná otázka), nákupné správanie pri kúpe nábytku, znalosť a vnímanie pojmu „fast furniture“.

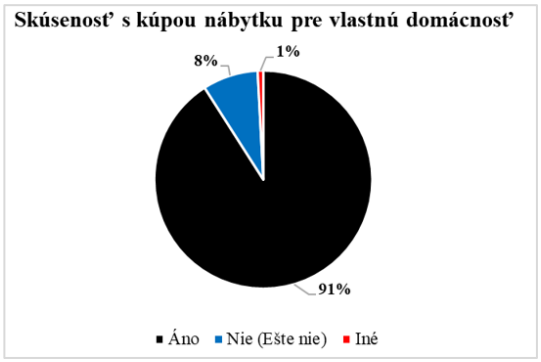
Dotazník (viď Príloha A) bol vyplnený celkovo 718 respondentmi. Respondenti boli oslovení prostredníctvom online distribúcie dotazníka, najmä cez sociálne siete a tematicky zamerané skupiny.

Vo vyhodnotení sú uvedené iba vybrané výsledky dotazníkového prieskumu, ktoré sú najrelevantnejšie z hľadiska stanoveného cieľa práce.

Tab. 12 Štruktúra respondentov podľa sociodemografických charakteristík
Tab. 1 Breakdown of respondents by sociodemographic characteristics

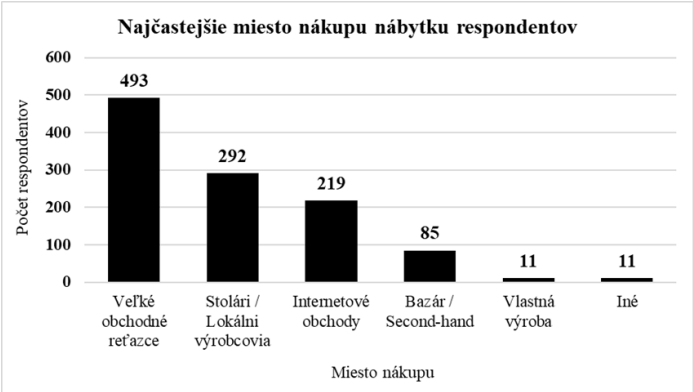
Premenná	Kategória	Absolútna početnosť	Relatívna početnosť
Pohlavie	Muž	191	26,60%
	Žena	524	72,98%
	Nechcem uviesť	3	0,42%
	Spolu	**718**	**100,0%**
Vek	Do 20 rokov	20	2,79%
	21 – 30 rokov	200	27,86%
	31 – 40 rokov	196	27,30%
	41 – 50 rokov	204	28,41%
	51 a viac rokov	98	13,65%
	Spolu	**718**	**100,00%**
Najvyššie dosiahnuté ukončené vzdelanie	Základné	8	1,11%
	Stredoškolské bez maturity	35	4,87%
	Stredoškolské s maturitou	304	42,34%
	Vysokoškolské prvého alebo druhého stupňa	336	46,80%
	Vysokoškolské tretieho stupňa	29	4,04%
	Nechcem uviesť	6	0,84%
	Spolu	**718**	**100,00%**
Kraj	Bratislavský	86	11,98%
	Trnavský	59	8,22%
	Trenčiansky	80	11,14%
	Nitriansky	42	5,85%
	Žilinský	88	12,26%
	Banskobystrický	118	16,43%
	Prešovský	156	21,73%
	Košický	89	12,40%
	Spolu	**718**	**100,00%**
Typ bývania	Vlastné bývanie	482	67,13%
	Prenájom	70	9,75%
	Bývam u rodičov/rodiny a pod.	152	21,17%
	Internát/ubytovňa	14	1,95%
	Spolu	**718**	**100,00%**
Počet členov domácnosti	1	56	7,80%
	2	172	23,96%
	3	195	27,16%
	4	217	30,22%
	5 a viac	78	10,86%
	Spolu	**718**	**100,00%**
Čistý mesačný príjem domácnosti	Menej ako 800 €	22	3,06%
	800 – 1 199 €	39	5,43%
	1 200 – 1 599 €	94	13,09%
	1 600 – 1 999 €	78	10,86%
	2 000 – 2 499 €	109	15,18%
	2 500 – 2 999 €	116	16,16%
	3 000 – 3 999 €	104	14,48%
	4 000 € a viac	72	10,03%
	Nechcem uviesť	82	11,42%
	Iné	2	0,28%
	Spolu	**718**	**100,00%**

Rozloženie demografických údajov je uvedené v tab. 1. Vo vzorke prevažuje zastúpenie žien (72,98 %). Vekové skupiny 21 – 60 rokov sú zastúpené pomerne rovnomerne. Najvyšší podiel respondentov má vysokoškolské vzdelanie prvého alebo druhého stupňa (46,80 %) a stredoškolské vzdelanie s maturitou (42,34 %). Respondenti najčastejšie pochádzajú z Prešovského (21,73 %) a Banskobystrického kraja (16,43 %). Prevažná časť respondentov býva vo vlastnom bývaní (67,13 %). Respondenti najčastejšie žijú v 3 až 4 člennej domácnosti. Príjmy sa najčastejšie pohybujú od 2 500 – 2 999 €/mesačne.



Obr. 6 Skúsenosť respondentov s kúpou nábytku pre vlastnú domácnosť
Fig. 1 Respondents' experience with purchasing furniture for their own homes

Obr. 1 znázorňuje odpovede na otázku „Kúpili ste si niekedy v živote nábytok pre vlastnú domácnosť?“. Je možné vidieť, že skúsenosť s kúpou nábytku pre vlastnú domácnosť má veľký počet respondentov (až 91 %). Keďže išlo o filtračnú otázku, na nasledovné otázky týkajúce sa nákupného správania odpovedalo 659 respondentov.



Obr. 7 Najčastejšie miesta nákupu nábytku respondentov
Fig. 2 The most common places where respondents buy furniture

Obr. 2 znázorňuje odpovede na otázku „Kde najčastejšie nakupujte nábytok?“, pričom respondenti mohli označiť maximálne 3 možnosti. Prevažujú veľké obchodné reťazce, kedy

túto možnosť zvolilo až 74,81 % respondentov. Nasleduje miesto nákupu u stolárov / lokálnych výrobcov (44,31 %) a internetových obchodov (33,23 %). V bazároch a second-hand platformách nakupuje len 12,90 % respondentov.

Tab. 13 Najčastejšie dôvody respondentov pre kúpu nového nábytku
Tab. 2 The most common reasons respondents have for buying new furniture

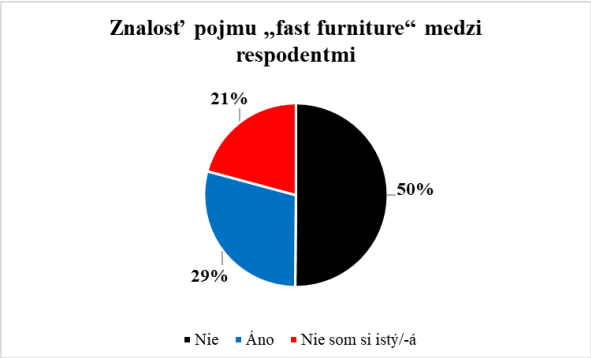
Dôvod	Absolútna početnosť	Relatívna početnosť
Opotrebovanie starého nábytku	396	29,53%
Potreba viac úložného priestoru	320	23,86%
Potreba oživenia obytného priestoru	214	15,96%
Presťahovanie	140	10,44%
Zmena dizajnových trendov	135	10,07%
Zmena počtu členov v domácnosti	87	6,49%
Nízka cena nábytku	45	3,36%
Iné	4	0,30%
Spolu	1341	100,00%

V rámci otázky „Aké sú Vaše najčastejšie dôvody pre kúpu nového nábytku?“ mohli respondenti uviesť viacero možností (maximálne tri), preto celkový počet odpovedí (1 341) prevyšuje počet respondentov (659). Tab. 2 ukazuje, že z 659 respondentov uviedlo hlavný dôvod kúpy nového nábytku kvôli opotrebovanie starého nábytku (60,09 %) a potreba väčšieho úložného priestoru (48,56 %). Nízka cena zohráva iba minimálnu úlohu, keďže jej relatívna početnosť je len (6,83 %).

Tab. 14 Faktory, ktoré ovplyvňujú rozhodovanie respondentov pri kúpe nábytku
Tab. 3 Factors influencing respondents' decision-making when purchasing furniture

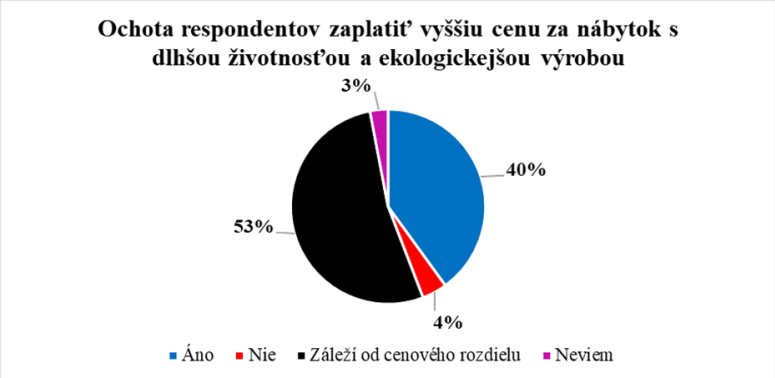
Faktor	Priemer	Medián	Vôbec / Skôr neovplyvňuje	Neutrálne	Úplne / Skôr ovplyvňuje
Funkčnosť nábytku	4,36	4	1,39%	5,15%	85,10%
Dizajn nábytku	4,29	4	3,06%	5,57%	83,15%
Kvalita spracovania nábytku	4,22	4	2,51%	7,80%	81,48%
Životnosť nábytku	4,00	4	5,71%	13,23%	72,84%
Čistenie a údržba	3,80	4	9,47%	16,57%	65,60%
Materiál, z ktorého je nábytok vyrobený	3,79	4	10,45%	16,16%	65,18%
Bezpečnosť	3,83	4	9,89%	16,85%	64,90%
Cena nábytku	3,71	4	11,98%	15,60%	64,21%
Opraviteľnosť nábytku	3,25	3	24,37%	22,42%	44,85%
Jednoduchosť montáže	3,19	3	25,21%	24,23%	42,20%
Záručné podmienky	3,19	3	26,46%	24,23%	40,95%
Čas doručenia	3,14	3	28,69%	22,56%	40,39%
Dopad nábytku na životné prostredie	2,77	3	38,58%	25,91%	27,30%

Tab. 3 vychádza z hodnotenia faktorov pri otázke „Ktoré faktory ovplyvňujú Vaše rozhodovanie pri kúpe nábytku?“. Hodnotenie bolo realizované pomocou Likertovej škály od 1 do 5, kde 1 vyjadruje „vôbec neovplyvňuje“ a 5 vyjadruje „úplne ovplyvňuje“. Respondentov pri kúpe nábytku najviac ovplyvňuje jeho funkčnosť (85,10 %), dizajn (83,15 %) a kvalita spracovania nábytku (81,48 %). Najmenej výrazný vplyv na rozhodovanie má dopad nábytku na životné prostredie (27,30 %). Takmer 40 % respondentov uviedlo, že dopad nábytku na životné prostredie je faktor, ktorý vôbec alebo skoro vôbec neovplyvňuje ich rozhodnutie o kúpe.



Obr. 8 Znalosť pojmu „fast furniture“ medzi respondentmi
Fig. 3 Knowledge of the term "fast furniture" among respondents

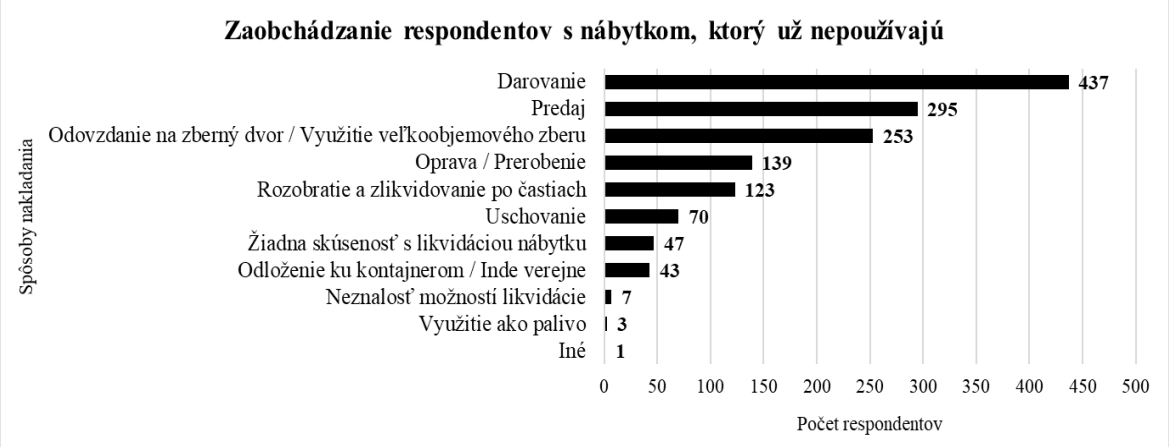
Obr. 3 prezentuje odpovede na otázku „Poznáte pojem „fast furniture“?“, pričom až polovica (50%) respondentov uviedlo, že tento pojem nepozná.



Obr. 9 Ochota respondentov zaplatiť vyššiu cenu za nábytok s dlhšou životnosťou a ekologickejšou výrobou
Fig. 4 Respondents' willingness to pay a higher price for furniture with a longer lifespan and more environmentally friendly production

Koláčový graf na obr. 4 uvádza odpovede na otázku „Boli by ste ochotní zaplatiť vyššiu cenu za nábytok s dlhšou životnosťou a ekologickejšou výrobou?“. Najväčšia časť respondentov (53 %) by sa rozhodovala, či zaplatiť vyššiu cenu za nábytok s dlhšou

životnosťou a ekologickejšou, podľa výšky cenového rozdielu. Až 40 % respondentov je ochotných zaplatiť viac a 4 % respondentov by vyššiu cenu odmietli.



Obr. 10 Zaobchádzanie respondentov s nábytkom, ktorý už nepoužívajú
Fig. 5 How respondents handle furniture they no longer use

Obr. 5 vyjadruje odpovede na otázku „Čo robíte najčastejšie s nábytkom, ktorý už nepoužívate?“. Respondenti mali možnosť označiť maximálne 3 možnosti. Výsledky poukazujú na to, že najčastejším spôsobom nakladania s už viac nepotrebným nábytkom je jeho darovanie (60,86 %). Pomerne často respondenti uviedli aj predaj (41,09 %) a odovzdanie na zberný dvor/využitie veľkoobjemového zberu (35,24 %).

Tab. 15 Frekvencia identifikovaných tém v obsahových odpovediach
Tab. 4 Frequency of identified themes in content-based responses

Téma	Absolútna početnosť	Relatívna početnosť
Cena a cenová dostupnosť	171	57,97%
Kvalita, materiál a spracovanie	101	34,24%
Dizajn, vzhľad a nadčasovosť	96	32,54%
Trvácnosť a životnosť	43	14,58%
Funkčnosť a praktickosť	42	14,24%
Dostupnosť, dodanie a servis	27	9,15%
Ostatné témy spolu	69	23,39%
Spolu	295	186,10%

Otvorená otázka, ktorej výsledky sú znázornené v tab. 4 bola v znení „Čo by Vás najviac motivovalo k nákupu udržateľného a trvácneho nábytku?“. Tabuľka zobrazuje frekvenciu výskytu jednotlivých tém v odpovediach respondentov. Percentá relatívnej početnosti sú počítané z obsahových odpovedí (295 odpovedí). Keďže jedna odpoveď mohla obsahovať viac tém, súčet percent nepredstavuje 100 %. Najčastejšie sa v odpovediach objavovala téma ceny

a cenovej dostupnosti (171). Pomerne výrazne boli zastúpené aj témy kvality, materiálu a spracovania (101) a dizajnu, vzhľadu a nadčasovosti (96).

Zhodnotenie výsledkov

Skúsenosť s nákupom nábytku pre vlastnú domácnosť uviedlo až 91 % respondentov, čo poukazuje na to, že nákup nábytku je bežnou skúsenosťou medzi spotrebiteľmi.

Dokázalo sa, že najčastejším dôvodom kúpy nového nábytku je opotrebovanie starého nábytku (60,09 % odpovedí).

Pri faktoroch ovplyvňujúcich rozhodovanie spotrebiteľov pri kúpe nábytku až 85,10 % respondentov uviedlo, že ich ovplyvňuje charakteristika funkčnosti nábytku. Naopak pri faktore dopadu nábytku na životné prostredie takmer 40 % respondentov uviedlo, že je to pre nich najmenej rozhodujúci vplyv, ktorý ich vôbec alebo skoro vôbec neovplyvňuje pri kúpe. Tento výsledok poukazuje na nízku váhu environmentálnych kritérií v nákupnom rozhodovaní.

Zistilo sa, že znalosť pojmu „fast furniture“ nepozná až 50 % respondentov. Tento výsledok potvrdzuje, že ide o relatívne nový koncept, ktorý ešte nie je dostatočne rozšírený medzi širokou verejnosťou.

Z hľadiska najčastejšieho miesta nákupu nábytku u respondentov prevládajú veľké obchodné reťazce (74,81 %). Zároveň však respondenti označili aj možnosť nákupu u stolárov/lokálnych výrobcov (44,31 %), čo môže naznačovať rastúci dopyt po vyššej kvalite alebo preferovanie výrobkov prispôsobeným ich individuálnym potrebám, čo je v súlade s trendmi smerujúcimi k udržateľnej spotrebe.

V rámci ochoty respondentov priplatiť si viac za nábytok, ktorý je s dlhšou životnosťou a ekologickejšou výrobou 40 % respondentov uviedlo, že by boli ochotní zaplatiť vyššiu cenu. Podľa konkrétneho cenového rozdielu by sa rozhodovalo až 53% respondentov. Cena je teda pre väčšinu respondentov rozhodovacím faktorom pri kúpe nábytku.

Z hľadiska spôsobov nakladania s nepotrebným nábytkom sa najčastejšie vyskytuje u respondentov spôsob darovania (60,86 %), predaj (41,09 %) alebo odovzdanie na zberný dvor/využitie veľkoobjemového zberu (35,24 %).

Na základe uvedených výsledkov prieskumu možno uviesť nasledovné kľúčové zistenia:

- s nákupom nábytku má skúsenosť 91 % respondentov,
- najčastejším dôvodom kúpy nábytku je opotrebovanie starého nábytku (60,09 %),
- najdôležitejším faktorom pri rozhodovaní o kúpe nábytku je funkčnosť nábytku (85,10 %), zatiaľ čo dopad na životné prostredie je najmenej dôležitý faktor, keďže 40 % respondentov vôbec alebo skoro vôbec neovplyvňuje,
- 50 % respondentov nepozná pojem „fast furniture“,
- najčastejším miestom nákupu sú veľké obchodné reťazce (74,81 %),
- ochota respondentov zaplatiť za udržateľnejší nábytok je podmienená cenou, keďže 53 % respondentov uvádza, že by sa rozhodovali podľa výšky cenového rozdielu, zatiaľ čo 40 % respondentov by bolo ochotných si priplatiť viac za nábytok s dlhšou živnosťou a ekologickejšou výrobou,
- pri nakladaní s nepotrebným nábytkom prevláda spôsob darovania (60,86 %).

Návrhy a odporúčania

Výsledky dotazníkového prieskumu ukázali, že spotrebiteľské správanie pri nákupe nábytku na Slovensku je stále výrazne ovplyvnené cenou, ktorá zohráva hlavný rozhodovací

faktor. Zároveň sa však ukázalo, že environmentálne hľadisko a udržateľnosť nepatria medzi hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú rozhodovanie väčšiny respondentov.

Na základe týchto zistení možno konštatovať, že jedným z hlavných problémov je nízka miera informovanosti o environmentálnych dôsledkov spotreby nábytku, najmä v súvislosti s konceptom nábytku „fast furniture“. Spotrebitelia často neberú do úvahy životný cyklus výrobku, a taktiež ani jeho dopad na životné prostredie, čo môže v dlhodobom časovom horizonte prispievať k neudržateľnej spotrebe.

Z tohto dôvodu by bolo vhodné zamerať sa na zvýšenie informovanosti verejnosti o tomto probléme. Dôležité je hlavne jednoduché a zrozumiteľné vysvetlenie toho, čo znamená pojem „fast furniture“ a rozdielov, podľa ktorých by mohli spotrebitelia rozlíšiť lacný, masovo vyrábaný nábytok od kvalitného a trvácnejšieho nábytku.

Vhodným nástrojom na šírenie týchto informácií môžu byť sociálne siete, diskusné/informačné internetové stránky, magazíny o bývaní/dizajne alebo blogy a iné online platformy.

Zároveň sa ukazuje, že časť spotrebiteľov má záujem o lokálnych výrobcov, čo vytvára možnosť ich väčšej zviditeľnosti. Podpora remeselnej výroby a kvalitného spracovania nábytku by mohla prispieť k posilneniu udržateľnejších foriem spotreby.

Ďalším krokom je aj podpora cirkulárnej ekonomiky v oblasti nábytku, keďže spotrebitelia relatívne často využívajú možnosti darovania alebo predaja nepotrebného nábytku. Tento trend by bolo možné ďalej podporiť napríklad zavedením služieb na opravu a renováciu nábytku. Vhodné je tiež vytváranie platforiem na jednoduchší predaj a darovanie nábytku alebo podpora zberných centier, ktoré by zabezpečili jeho opätovné využitie.

Záver

Na základe výsledkov prieskumu možno konštatovať, že nákup nábytku je pre väčšinu respondentov bežnou skúsenosťou. Najčastejším dôvodom jeho výmeny je opotrebenie starého nábytku. Pri samotnom rozhodovaní o kúpe tvorí najdôležitejšiu úlohu funkčnosť, dizajn a kvalita spracovania nábytku. Naopak, environmentálne hľadisko patrí medzi najmenej dôležitý faktor, ktorý respondenti pri nákupe zohľadňujú.

Zároveň sa ukázalo, že povedomie o pojme „fast furniture“ je pomerne nízke. Približne polovica respondentov tento pojem nepozná. To naznačuje, že ide o relatívne nový koncept, ktorý nie je zatiaľ dostatočne rozšírený medzi spotrebiteľmi.

Výsledky ďalej ukázali, že cena je pre spotrebiteľov rozhodujúcim faktorom pri rozhodovaní o nákupe udržateľnejšieho a ekologickejšieho nábytku. Pozitívnym zistením je aj spôsob nakladania v nepotrebným nábytkom, kde prevláda jeho darovanie a predaj. To naznačuje, že spotrebitelia už do určitej miery uplatňujú princípy opätovného využitia, čo predstavuje základ pre rozvoj cirkulárnej ekonomiky.

Celkovo možno povedať, že cieľ práce bol splnený. Výsledky poukazujú na to, že spotrebiteľské správanie v oblasti nábytku je stále orientované na cenu a funkčnosť, zatiaľ čo udržateľnosť nezohráva dôležitú úlohu. Zároveň výsledky naznačujú, že existuje priestor na zmenu, najmä prostredníctvom zvyšovania povedomia o environmentálnych dopadoch „fast furniture“ a lepšej dostupnosti udržateľnejších alternatív nábytku. V budúcnosti môže byť dôležité aj to, aby sa tieto faktory boli prirodzenejšou súčasťou rozhodovania spotrebiteľov.

POĎAKOVANIE: *Moje úprimné poďakovanie patrí vedúcej tejto práce – pani doktorke Maťovej, za jej odborné vedenie a trpezlivosť. Veľmi si vážim jej pomoc, ako aj ochotný a milý prístup, ktorý mi spríjemnil proces spracovania práce.*

Acknowledgments: the authors would like to thank the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Youth of the Slovak Republic, grant No. 1/0161/26 'The consumer as an agent of change: research on conscious consumption in the Slovak context'.

Literatúra

IKEA. Slováci ročne vyhodia nábytok zodpovedajúci 4,3 miliónom kresiel vyplýva zo štúdie IKEA [online]. [cit. 2026-04-27]. Dostupné na internete: https://www.ikea.com/sk/sk/newsroom/corporate-news/slovaci-rocne-vyhodia-nabytok-zodpovedajuci-4-3-milionom-kresiel-vyplyva-zo-studie-ikea-pub6e3b0a50/

Microsoft Corporation. 2026. Microsoft Excel, Microsoft 365, verzia 2604 [online]. [cit. 2026-04-27]. Dostupné na internete: https://www.microsoft.com

The jamovi project. 2026. jamovi, verzia 2.6.44.0 [online]. [cit. 2026-04-27]. Dostupné na internete: https://www.jamovi.org

ANALÝZA A HODNOTENIE INOVAČNÝCH RIEŠENÍ V KONTEXTE UDRŽATEĽNOSTI NA VYBRANÝCH ZNAČKÁCH KOZMETICKÉHO PRIEMYSLU

ANALYSIS AND EVALUATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABILITY ON SELECTED BRANDS OF THE COSMETIC INDUSTRY

Sára Šotkovská[1], Erika Loučanová [2]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xsotkovska@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The shift towards sustainable cosmetic systems has become a strategic priority in response to increasing environmental pressure and consumer demand for circularity. This paper focuses on the analysis and evaluation of innovative solutions in the context of sustainability within the cosmetic industry, specifically examining three globally established brands: Garnier, NIVEA, and L'Oréal. Using the desk research method, the study evaluates eight key criteria, including packaging policy, raw material sourcing, CO_2 reduction, and greenwashing risks. The results of the comparative analysis show that while all monitored brands declare ambitious goals for 2025 and 2030, the degree of radicality in their innovations varies. Garnier demonstrates the most progressive approach in eliminating virgin plastics (0%), while L'Oréal stands out for its complex methodological approach to carbon footprint reduction and packaging life-cycle management. The findings provide a comprehensive overview of current innovation trends and the transparency of sustainability communication in the beauty sector.

Key words: sustainability, cosmetic industry, innovations, circular economy, green beauty, comparative analysis.

Úvod

Posun smerom k udržateľným kozmetickým systémom sa stal strategickou prioritou v reakcii na rastúci tlak na životné prostredie, stratu biodiverzity a regulačné požiadavky na sledovateľnosť a zodpovedné získavanie zdrojov. Tradičné prístupy v modernom kozmetickom priemysle však zlyhali, pretože uprednostňovali krátkodobé výsledky, úspory nákladov a rýchly obrat trhu pred dlhodobými environmentálnymi a sociálnymi vplyvmi. Tieto modely sa zvyčajne spoliehali na petrochemické zložky, lineárne výrobné metódy („vezmi –

vyrob – zlikviduj“), nadmerné balenie a obmedzenú transparentnosť v dodávateľských reťazcoch. S rastúcim povedomím spotrebiteľov a sprísňovaním predpisov sa tieto prístupy snažili riešiť udržateľnosť, bezpečnosť zložiek, etické získavanie zdrojov a vplyvy na životný cyklus. V dôsledku toho sa ukázali ako nedostatočné na splnenie súčasných požiadaviek na obehovosť, čisté zloženie, zodpovedné inovácie a súlad s globálnymi cieľmi udržateľnosti. Prebiehajúce inovácie viedli k technológiám, ako sú mikroemulzie, lipozómy, nanotechnológia, biotechnológia a udržateľné procesy, so zvýšeným dôrazom na kontrolu kvality, bezpečnosť, účinnosť a stabilitu produktu (BNDES, 2007; Morea a kol., 2021; Cavalcanti a kol., 2026).

Vplyv kozmetiky na životné prostredie, bioakumulácia v tele a biologická odbúrateľnosť obalov nútia spoločnosti investovať do udržateľnejších postupov (Civancik-Uslu a kol., 2019; Cubas a kol., 2022). Tento trend otvoril priestor pre zelenú alebo udržateľnú kozmetiku na rastlinnej báze, ktorá v súčasnosti predstavuje významnú časť svetového trhu, zosúlaďuje inovácie s environmentálnou zodpovednosťou a reaguje na dopyt spotrebiteľov po bezpečnejších a etickejších produktoch (CIC, 2010; Ajayi a kol, 2024). Uprednostňovanie používania produktov so všetkými zložkami pochádzajúcimi z prírodných zdrojov – biokozmetiky – sa objavilo s veľkou silou, čo viedlo k vzniku nových označení, ktoré lepšie spĺňajú očakávania spotrebiteľov týkajúce sa kozmetiky z hľadiska udržateľných postupov (Goyal a Jerold, 2021; Sasounian a kol., 2024).

Celosvetovo odvetvie udržateľnej krásy a starostlivosti o pleť rýchlo rastie a očakáva sa, že do roku 2031 dosiahne viac ako 326 miliárd USD, čo naznačuje posun v hodnotách spotrebiteľov. Nedávne štúdie túto zmenu ukazujú: 68 % spotrebiteľov považuje udržateľnosť za kľúčový faktor pri svojich nákupných rozhodnutiach, zatiaľ čo 66 % je ochotných zaplatiť viac za produkty s pozitívnym environmentálnym a sociálnym vplyvom (Personal Care Product Council, 2019). V tejto súvislosti rastie záujem spoločností o prírodné alebo organické kozmetické výrobky. Jedným z hlavných problémov je však to, že prírodné zložky nemusia fungovať tak dobre ako konvenčné (Beerling, 2014), nové zložky musia navyše zaručiť bezpečnosť ľudí v súlade s prílohami k legislatíve EÚ o kozmetike (European Parliament, European Commission, 2009; Cavalcanti a kol., 2026).

Preto náš príspevok sa zameral práve na analýzu a hodnotenie inovačných riešení v kontexte udržateľnosti na vybraných značkách kozmetického priemyslu.

Experimentálna časť

Pre naplnenie stanoveného cieľa ŠVOČ práce sme zvolili nasledovný metodický postup:

1. Výber kozmetických značiek - zvolené boli tri globálne etablované značky: Garnier, NIVEA a L’Oréal. Výber týchto značiek bol podmienený ich dominantným postavením na európskom trhu, vysokým objemom produkcie a podobným produktovým portfóliom v kategóriách osobnej hygieny a starostlivosti o pleť.
2. Definícia hodnotiacich kritérií - na analýzu súčasného stavu bolo stanovených osem kľúčových kritérií, ktoré hodnotia inovačné postupy vybraných značiek z pohľadu udržateľnosti.
3. Zber a spracovanie údajov – primárnym zdrojom dát boli oficiálne hodnotiace správy, Sustainability reporty, záväzky zverejnené v rámci progres reportov a marketingová komunikácia jednotlivých značiek. Pri zbere dát sa kládol dôraz na identifikáciu

konkrétnych merateľných ukazovateľov a časových horizontov pre splnenie deklarovaných inovácií a pod.

4. Výber výskumnej metódy – desk research.
5. Vyhodnotenie a interpretácia - zozbierané údaje boli spracované metódou komparácie v rámci spoločného rámca (Tab. 1). Výsledky boli následne podrobené kritickej analýze s cieľom odlíšiť reálne inovačné posuny od všeobecných deklarácií a určiť mieru ambicióznosti jednotlivých značiek v kontexte ich udržateľnej stratégie.

Vyhodnotenie a diskusia

Na analýzu súčasného stavu inovačných riešení v oblasti udržateľnosti v kozmetickom priemysle boli zvolené kritériá, ktoré zachytávajú najmä environmentálne a čiastočne aj etické aspekty inovácií. Kritériá vychádzajú z najčastejšie komunikovaných záväzkov a opatrení značiek v praxi (najmä v oblasti obalov, materiálov, emisií a testovania), pričom umožňujú porovnať prístup vybraných firiem na rovnakom základe.

Za kľúčové kritériá analýzy boli stanovené tieto oblasti:

- Recyklovateľné obaly - hodnotí sa, či firmy deklarujú prechod na obaly, ktoré sú recyklovateľné, znovupoužiteľné alebo kompostovateľné, a či uvádzajú cieľový rok alebo rozsah záväzku.

- Podiel recyklovaného plastu v obaloch - sleduje sa, v akej miere firmy zvyšujú obsah recyklátu v plastových obaloch v percentách a cieľových rokoch, keďže ide o konkrétny a kvantifikovateľný ukazovateľ materiálovej cirkularity.

- Biobázické / prírodné suroviny - posudzuje sa využívanie rastlinných, obnoviteľných alebo bio-bázických vstupov a ich preferencia ako náhrady fosílnych surovín. Kritérium zachytáva posun smerom k obnoviteľným zdrojom a udržateľnejšiemu portfóliu.

- Znižovanie CO_2 - porovnáva sa, či firmy stanovujú záväzky na znižovanie emisií, čo predstavuje jeden zo základných pilierov environmentálnej udržateľnosti.

- Testovanie na zvieratách - ide o etické kritérium, ktoré sleduje postoj značiek k netestovaniu na zvieratách, prípadne certifikácie či verejné záväzky. V kozmetike je to dôležitá súčasť zodpovedného prístupu a reputácie značky.

- Použitie celulózy (papier/kartón, certifikácie) - hodnotí sa miera využívania papierových a kartónových obalových materiálov a prítomnosť certifikácií napr. FSC/PEFC, ktoré naznačujú zodpovednejšie hospodárenie so surovinami.

- Eliminácia panenských plastov - sleduje sa, či firmy deklarujú obmedzenie alebo úplné odstránenie panenského plastu v obaloch, prípadne jeho náhradu recyklovanými alebo bio-bázickými materiálmi.

- Greenwashing - hodnotí sa miera transparentnosti a dostupnosti údajov. Ak sú tvrdenia všeobecné alebo ťažko overiteľné, zvyšuje sa riziko greenwashingu. Toto kritérium dopĺňa ostatné tým, že posudzuje nielen čo firma tvrdí, ale aj ako dobre to dokáže podložiť.

Výber kritérií bol realizovaný s cieľom vytvoriť porovnateľný rámec pre posúdenie inovačných riešení z pohľadu udržateľnosti naprieč značkami. Kritériá boli vybrané tak, aby pokrývali hlavné oblasti udržateľnosti v kozmetike, pričom najväčší dôraz sa kladie na obaly

a materiály, keďže obalová politika patrí k najviditeľnejším a najčastejšie inovovaným prvkom produktu. Zahŕňajú merateľné a porovnateľné ukazovatele, najmä percentá, aby bolo možné odlíšiť konkrétne záväzky od všeobecných vyhlásení, taktiež kombináciu environmentálneho a etického rozmeru, pretože udržateľnosť v kozmetike sa netýka iba materiálov a emisií, ale aj spoločenskej zodpovednosti a aby reflektovali aj kvalitu komunikácie a transparentnosť. Preto bolo zaradené kritérium rizika greenwashingu, ktoré pomáha kriticky zhodnotiť, či sú tvrdenia podložené dostupnými informáciami.

Dôvodom výberu značiek NIVEA, L'Oréal a Garnier, je fakt, že všetky pôsobia v rovnakom odvetví, konkrétne v kozmetickom priemysle, kde sa produkty kupujú často a vo veľkých objemoch (WILL KENTON, 2025; BEIERSDORF. Annual Report 2024; L'ORÉAL. 2026. 2025 Annual Results; GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2023). Zároveň patria do kategórie výrobkov osobnej starostlivosti, ktoré majú pri bežnom používaní výraznú spotrebu obalov, najmä plastových fliaš, túb, viečok a sekundárnych papierových obalov (BEIERSDORF. Annual Report 2024; L'ORÉAL. For more sustainable packaging; GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2023). Majú porovnateľné produktové portfóliá v rámci osobnej hygieny a starostlivosti o telo, najmä v kategóriách ako starostlivosť o pleť, telo, vlasy a v niektorých prípadoch aj ochrana pred slnkom (BEIERSDORF. Annual Report 2024; L'ORÉAL. 2026. 2025 Annual Results; GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2023). Ide o značky so silnou prítomnosťou na európskom trhu, ktoré majú veľký dosah a diverzifikáciu spotrebiteľov, a preto ich opatrenia z pohľadu udržateľnosti môžu mať reálny vplyv na množstvo odpadu a na environmentálne dopady v praxi (BEIERSDORF. 2025. Annual financial statements of Beiersdorf AG; L'ORÉAL. 2026. 2025 Annual Results; GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2023).

Pre vyhodnotenie inovačných riešení značiek Garnier, NIVEA a L'Oréal sme zohľadnili vybrané kľúčové environmentálne kritériá.

Tab. 1 Hodnotenie kritérií udržateľnosti skúmaných kozmetických značiek
Tab. 1 Evaluation of sustainability criteria of the cosmetic brands studied

Kritérium	Garnier (L'Oréal Groupe)	NIVEA (Beiersdorf)	L'Oréal(L'Oréal Groupe)
Recyklovateľné obaly	Áno - do 2025: všetky obaly budú recyklovateľné, znovupoužiteľné alebo kompostovateľné	Áno - do 2025 dosiahnuť 100 % plastových obalov recyklovateľných alebo znovupoužiteľných	Áno - do 2025 majú byť všetky plastové obaly recyklovateľné, znovupoužiteľné alebo kompostovateľné
Podiel recyklovaného plastu v obaloch	do roku 2025 zruší panenský plast – 0% panenského plastu	30 % - zvýšenie obsahu recyklátu v plastových obaloch do roku 2025	50 % - do 2025 bude 50 % plastov recyklovaných alebo biobázických
Biobázické/ prírodné suroviny	Áno – do 2022 všetky rastlinné a obnoviteľné zložky len z udržateľných zdrojov	Áno – do 2025: 100 % obnoviteľných ingrediencií z udržateľných zdrojov	Áno – do 2025 majú byť 50 % plastov z recyklátu alebo biosurovín (napr. biobázické polyméry)

Znižovanie CO_2	Áno – do 2025 majú byť všetky továrne Garnier uhlíkovo neutrálne	30 % – Beiersdorf záväzok: znížiť emisie skleníkových plynov o 30 % do roku 2025.	57 % – znížiť Scope 1+2 emisie o 57 % do roku 2030, v prospech obnoviteľných zdrojov
Testovanie na zvieratách	Áno – Garnier je certifikovaná programom Cruelty Free International (Leaping Bunny)	Áno – Beiersdorf neuplatňuje testovanie na zvieratách. (EÚ zákaz od 2004; rozšírené do 2013)	Áno – L'Oréal neposkytuje produkty na testovanie na zvieratách (už od 1989)
Použitie celulózy	Áno - viac ako 80 % objemu (tonáže) pokrytých certifikáciou FSC	Áno – od 2020: 100 % kartónových krabičiek z FSC certifikovaného papiera.	Áno – 2019/2021: 100 % papiera na letáky a 99,9 % kartónu na krabičky certifikované FSC/PEFC
Eliminácia panenských plastov	0 % – do 2025 úplné odstránenie panenského plastu v obaloch	50 % – znížiť spotrebu fosílnych plastov o polovicu do roku 2025	50 % plastov budú recyklované alebo biobázické
Greenwashing	Nízke až stredné riziko	Vyššie riziko	Stredné riziko

Zdroj: Vlastné spracovanie podľa BEIERSDORF. Annual Report 2024; BEIERSDORF. 2025. Annual financial statements of Beiersdorf AG; BEIERSDORF AG. 2023. Commitments; GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2023; GARNIER. Sustainability Progress Report 2024 (Green Beauty); L'ORÉAL. 2026. 2025 Annual Results; L'ORÉAL. For more sustainable packaging; L'ORÉAL. Plastic packaging policy; L'ORÉAL. Steward the Climate Transition; L'ORÉAL. For Beauty With No Animal Testing; NIVEA. Plastic commitments; NIVEA. Responsible Sourcing.

Pri porovnaní údajov v tabuľke 1 sa dá povedať, že všetky tri značky majú nastavené ciele smerom k udržateľnejším obalom, ale líšia sa tým, ako ambiciózne sú ich záväzky, ako konkrétne sú vyjadrené a v akom časovom horizonte ich chcú dosiahnuť. Značky sa stretávajú najmä v tom, že riešia recyklovateľnosť obalov, prácu s recyklátom a postupné obmedzovanie panenského plastu. Rozdiely sú však viditeľné v miere vačšej ambície cieľov a v tom, či ide o úplné odstránenie problému alebo skôr o čiastočné zlepšenie.

V oblasti recyklovateľnosti obalov majú všetky tri subjekty nastavený cieľ do roku 2025. NIVEA sa zameriava na dosiahnutie 100 % plastových obalov, ktoré budú recyklovateľné alebo znovupoužiteľné. L'Oréal a Garnier sú v tomto bode podobné, pretože okrem recyklácie a opakovaného použitia zahŕňajú aj kompostovateľnosť. L'Oréal zároveň explicitne pracuje s dopĺňateľnosťou [EL2.1], čo je dôležité, lebo to ide o krok vyššie než recyklácia a dopĺňanie môže priamo znižovať potrebu vyrábať nový obal pri každom nákupe. Z porovnania teda vyplýva, že v recyklovateľnosti majú všetky tri značky ambície vysoké, ale L'Oréal pôsobí najkomplexnejšie tým, že spája viac možností riešenia konca životnosti obalu.

Najvýraznejšie rozdiely sú pri plastoch, konkrétne pri eliminácii panenského plastu. Garnier má v tomto smere najambicióznejší cieľ, keď uvádza úplné odstránenie panenského plastu do roku 2025, teda 0 %. To je výrazne prísnejší záväzok než pri ostatných značkách, pretože nejde o zníženie o určitú časť, ale o úplnú zmenu materiálového prístupu. NIVEA má stanovené zníženie spotreby fosílnych plastov o 50 % do roku 2025, čo je významné, ale stále počíta s tým, že časť panenského plastu zostane. L'Oréal pracuje s rámcom 50 % plastov, ktoré

majú byť recyklované alebo biobázické do roku 2025. Z tohto pohľadu má Garnier najsilnejšie ambície v oblasti panenského plastu, zatiaľ čo NIVEA a L'Oréal volia realistickejší, postupný prístup založený na čiastočnej náhrade alebo redukcii.

Pri podiele recyklovaného plastu je situácia podobná. NIVEA má najnižšie percento recyklátu, konkrétne 30 % do roku 2025. L'Oréal má vyššie číslo, 50 %, pričom zároveň pripúšťa, že to môže byť buď recyklát alebo biobázický materiál. Garnier v tabuľke rieši tento bod cez odstránenie panenského plastu, čo je vlastne ešte ambicióznejší cieľ než samotné percentá recyklátu, ale zároveň nehovorí, že všetko musí byť recyklát a dôležitý je výsledok, teda nepoužívať nový fosílny plast. V praxi to znamená, že Garnier má najradikálnejší cieľ, L'Oréal má najvyšší jasný percentuálny rámec v kombinácii recyklát a biobáza a NIVEA má najnižšie číslo recyklátu do roku 2025.

V oblasti biobázických a prírodných surovín má každá značka iný typ záväzku. Garnier tu rieši hlavne zloženie produktov, keď uvádza, že do roku 2022 majú byť všetky rastlinné a obnoviteľné zložky len z udržateľných zdrojov. Pri biobázických a prírodných surovinách NIVEA zdôrazňuje zodpovedné získavanie, pričom uvádza cieľ, aby do roku 2025 pochádzalo 100 % obnoviteľných ingrediencií z udržateľných zdrojov. Je to ambiciózne, ale posunuté do roku 2030, takže nejde o krátkodobé riešenie. L'Oréal má v tomto smere opäť jasný cieľ do roku 2025, kde 50 % plastov má byť z recyklátu alebo biosurovín. Celkovo teda v biobáze pôsobí najrýchlejšie L'Oréal (2025), najširšie NIVEA (70 % materiálov do 2030) a Garnier má silný dôraz na udržateľnosť obnoviteľných zložiek (2022).

Pri znižovaní CO2 sa ukazuje rozdiel medzi tým, či značka stanovuje cieľ pre svoje prevádzky alebo presne definuje metodiku emisií. Garnier uvádza cieľ uhlíkovej neutrality tovární do roku 2025, čo je časovo veľmi ambiciózne. NIVEA, respektíve Beiersdorf, uvádza zníženie emisií skleníkových plynov o 30 % do roku 2025, čo je konkrétne percento, ale nižšie než cieľ uhlíkovej neutrality. L'Oréal má metodicky najpresnejší cieľ, pretože uvádza zníženie emisií Scope 1 a 2 o 57 % do roku 2030 v prospech obnoviteľných zdrojov. V hodnotení teda Garnier vychádza ako najambicióznejší v krátkom horizonte (neutralita do 2025), L'Oréal ako najpresnejší a najlepšie uchopiteľný v metodike, ale s horizontom do 2030, a NIVEA ako značka s miernejším percentuálnym cieľom do 2025.

Etická oblasť testovania na zvieratách je rozdelená na dva prístupy. Garnier má v tabuľke uvedenú certifikáciu Cruelty Free International, čo pôsobí najsilnejšie, pretože ide o externé potvrdenie. NIVEA uvádza, že netestuje na zvieratách, okrem prípadov vyžadovaných zákonom, čo je typické firemné nastavenie viazané na legislatívu. L'Oréal uvádza, že neposkytuje produkty na testovanie na zvieratách už od roku 1989, čo je dlhodobé stanovisko značky. Pri porovnaní v tomto kritériu je najvýhodnejšie postavený Garnier kvôli nezávislej certifikácii.

Pri celulóze je najkonkrétnejšia NIVEA, ktorá uvádza 100 % kartónových krabičiek z FSC certifikovaného papiera. L'Oréal uvádza presné percentá certifikovaných papierových a kartónových materiálov - 100 % papier na letáky a 99,9 % kartón certifikované podľa FSC/PEFC, čo je tiež veľmi presné a dobre overiteľné. Pri celulózových materiáloch Garnier uvádza orientáciu na obaly z rastlinných vlákien a zároveň pracuje s certifikovanými papierovými prvkami. V Progress reporte (2023) [EL3.1]sa uvádza, že pri papieri a kartóne je viac ako 80 % objemu (podľa tonáže) pokrytých certifikáciou FSC, pričom zvyšok dopĺňajú certifikácie PEFC a SFI. V oblasti celulózy majú všetky tri značky merateľné údaje, pričom NIVEA a L'Oréal ich uvádzajú najjasnejšie a najpriamočiarejšie.

Z porovnávaných značiek má v tomto kritériu najviac citlivú pozíciu NIVEA v rámci Beiersdorf, pretože pri Beiersdorf existujú verejne dostupné záznamy o tom, že spôsob používania klimatických tvrdení bol predmetom externého riešenia. Neznamená to automaticky, že záväzky v oblasti obalov sú nepravdivé, ale že práve klimatické formulácie sú citlivejšie na spôsob prezentácie a potrebujú silnejšie vysvetlenie a transparentnosť. L'Oréal a Garnier sú v tomto porovnaní skôr v strednom pásme, pričom riziko sa viaže najmä na marketingové formulácie, ktoré môžu pôsobiť ako ekologické, ale bez čísel by boli ťažšie overiteľné. Pri L'Oréal je výhodou, že viaceré ciele sú vyjadrené percentami a majú jasný časový rámec, napríklad 50 % plastov z recyklátu alebo biosurovín do roku 2025 a 57 % zníženie emisií Scope 1 a 2 do roku 2030. Takéto ukazovatele sa dajú kontrolovať a preto znižujú riziko, že ide iba o všeobecnú deklaráciu.

Celkovo sa dá zhrnúť, že najjasnejšie ambície pri plastoch má Garnier, pretože mieri na 0 % panenského plastu do roku 2025. L'Oréal pôsobí najkomplexnejšie v kombinovaní viacerých riešení pre obaly a najpresnejšie v klimatickom cieli, aj keď s dlhším horizontom do 2030. NIVEA má oproti nim miernejšie percentá pri recykláte do 2025, ale zároveň má silný a konkrétny záväzok pri celulóze a dlhodobejší materiálový cieľ do 2030. Z hľadiska porovnávacieho hodnotenia teda nemožno povedať, že jedna značka je najlepšia vo všetkom.

Záver

Predložená práca sa venovala analýze inovačných riešení v kontexte udržateľnosti, ktoré v súčasnosti formujú podobu globálneho kozmetického priemyslu. Prostredníctvom komparatívnej analýzy značiek Garnier, NIVEA a L'Oréal sme identifikovali kľúčové trendy, ktorými sú najmä prechod na cirkulárnu ekonomiku obalov, využívanie biobázických surovín a dekarbonizácia výrobných procesov. Na základe vykonanej analýzy môžeme konštatovať, že všetky skúmané subjekty smerujú k 100 % recyklovateľnosti alebo znovupoužiteľnosti obalov s horizontom roku 2025. Najradikálnejší prístup v eliminácii panenských plastov deklaruje značka Garnier. Spoločnosť L'Oréal vykazuje najvyššiu mieru transparentnosti pri definovaní cieľov znižovania emisií a komplexne integruje inovácie v oblasti biotechnológií. Ďalej analýza potvrdila, že hoci značky komunikujú progresívne environmentálne záväzky, miera rizika greenwashingu zostáva prítomná najmä pri marketingu klimatickej neutrality, čo si vyžaduje vyššiu mieru overiteľnosti údajov. Záverom možno konštatovať, že inovácie v kozmetickom priemysle už nie sú len otázkou zloženia produktov, ale komplexnou transformáciou celého hodnotového reťazca. Výsledky naznačujú, že pre udržanie konkurencieschopnosti bude pre značky nevyhnutné nielen plniť environmentálne ciele, ale aj zvyšovať transparentnosť a vedeckú podloženosť svojich tvrdení v komunikácii so spotrebiteľom.

POĎAKOVANIE: *Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA 016TU Z-4/2025 Integrácia vybraných aspektov zelenej ekonomiky do výučby projektového manažmentu a manažmentu inovácií.*

Literatúra

Ajayi, S.A.; Olaniyi, O.O.; Oladoyinbo, T.O.; Ajayi, N.D.; Olaniyi, F.G. Sustainable sourcing of organic skincare ingredients: A critical analysis of ethical concerns and environmental implications. Asian J. Adv. Res. Rep. 2024, 18, 65–91.

BALOG, M a kol. 2013. Inovatívne Slovensko – východiská a výzvy [online] Bratislava: Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2013. [cit. 08. 03. 2026] Dostupné na internete: https://www.siea.sk/wp-content/uploads/inovacie/publikacie/publikacia_Inovativne_Slovensko_vychodiska_a_vyzvy_SIEA.pdf

Beerling, J. Green formulations and ingredients. In Sustainability: How the Cosmetics Industry Is Greening Up; Sahota, A., Ed.; John Wiley & Sons: London, UK, 2014; pp. 197–215.

BEIERSDORF AG. 2023. Commitments [online]. Hamburg: Beiersdorf AG [cit. 20. 02. 2026] Dostupné na internete: https://www.beiersdorf.com/sustainability/our-commitment/commitments

BEIERSDORF. Annual Report 2024 [online]. Hamburg: Beiersdorf AG, 2025 [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://reports.beiersdorf.com/annual-report/2024/_assets/downloads/entire-beiersdorf-ar24.pdf

BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento). Panorama da Indústria De Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos; BNDES Setorial: Rio de Janeiro, Brazil, 2007; pp. 131–156.

Cavalcanti, A. P. B., de Araújo, G. P., Bezerra, K. G. O., de Almeida, F. C. G., da Silva, M. D. G. C., Sarubbo, A., ... & Sarubbo, L. A. (2026). Innovation and Sustainability in the Cosmetics Industry: A Global Perspective with Local Insights. Cosmetics, 13(2), 59.

CIC (Comissão da Indústria Cosmética do CRF/PR). Guia da Profissão Farmacêutica—Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, 1st ed.; CIC: Curitiba, Brazil, 2010; Dostupné na internete : https://antigosite.crf-pr.org.br/uploads/pagina/28657/y4nxtaCyuhjLP-jxE9EDV5jvQic8813z.pdf (accessed on 15 January 2025).

Civancik-Uslu, D.; Puig, R.; Voigt, S.; Walter, D.; Fullana-i-Palmer, P. Improving the production chain with LCA and eco-design: Application to cosmetic packaging. Res. Cons. Recycl. 2019, 151, 104475.

COSMETICS BUSINESS. 2022. L'Oréal, P&G and L'Occitane accused of greenwashing in new findings [online]. 30. jún 2022 [cit. 08. 03. 2026]. Dostupné na: https://cosmeticsbusiness.com/l-or-al-p-g-and-l-occitane-accused-of-greenwashing-in-new-findings--201904

CRUELTY FREE INTERNATIONAL. 2021. Garnier becomes approved by Cruelty Free International. [online]. London: CFI. [cit. 20. 02. 2026] Dostupné na internete: https://www.crueltyfreeinternational.org/listing/garnier/

Cubas, A.L.V.; Bianchet, R.T.; Reis, I.M.A.S.D.; Gouveia, I.C. Plastic and microplastic in the cosmetic industry: Aggregating sustainable actions aimed at alignment and interaction with UN sustainable development goals. Polymers 2022, 14, 4576.

DEUTSCHE UMWELTHILFE. Übersicht DUH Verfahren Klimaneutralität [online]. **b. m.:** DUH, [cit. 08. 03. 2026]. Dostupné na internete: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Verbraucherschutz/2023-01-18_Übersicht_DUH_Verfahren_Klimaneutralität-en.pdf

DYTRT, Z a STŘÍTESKÁ, M. 2009. Efektivní inovace; odpovědnost v managmentu. Brno: Computer press, a.s., 2009. 150 s. ISBN 978-80-251-2771-1

European Parliament; European Commission. 2009. Regulation (EC) no 1223/2009 of 30 November 2009 on Cosmetic Products (Recast) of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on Cosmetic Products (Recast). Official Journal of the European Union, L 342, s. 59–209. Dostupné na internete: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:en:PDF

GARNIER. 2023. Sustainability Progress Report 2022/2023 [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.garnier.dk/-/media/project/loreal/brand-sites/garnier/emea/nx/garniergreen/green-beauty/sustainability-reports/gar_progress_report_2023_web.pdf
GARNIER. Sustainability Progress Report 2024 (Green Beauty) [online]. 10. november 2025 [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.garnier.in/-/media/project/loreal/brand-sites/garnier/apac/in/green-beauty-lp/garnier_progress_report_2024.pdf

Goyal, N.; Jerold, F. Biocosmetics: Technological advances and future outlook. Environ. Sci. Pollut. Res. 2021, 30, 25148–25169.

HRAŠKOVÁ, D. 2008. Úloha inovácií v rozvoji organizácie. [online]. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline [cit. 01. 03. 2026]. Dostupné na internete: https://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/uloha-inovacii.pdf

KUBIČKOVÁ, V a BENEŠOVÁ D. 2023. Inovácie v cestovnom ruchu.; Prípadové štúdie [online]. Česká republika: Vysoká škola evropských a regionálních studií, z. ú, České Budějovice, 2023. [cit. 08. 03. 2026] Dostupné na internete: https://sekarl.euba.sk/arl-eu/en/csg/?key=13831926002&repo=eurepo

L'ORÉAL. 2019. L'Oréal invests in biotech through a minority stake in Carbios [online]. 26. jún 2019 [cit. 26. 02. 2026] Clermont-Ferrand: Carbios, Dostupné na internete: https://www.loreal-finance.com/eng/news-event/loreal-invests-biotech-through-minority-stake-carbios

L'ORÉAL. For Beauty With No Animal Testing (since 1989) [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.loreal.com/en/commitments-and-responsibilities/for-our-products/for-beauty-with-no-animal-testing/

L'ORÉAL. For more sustainable packaging [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.loreal.com/en/articles/l-oreal-for-the-future/for-more-sustainable-packaging/

L'ORÉAL. Garnier's "One Green Step" campaign to promote greener living. [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.loreal.com/en/news/commitments/garnier-one-green-step/

L'ORÉAL. Plastic packaging policy [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.loreal.com/en/articles/l-oreal-for-the-future/plastic-packaging-policy/

L'ORÉAL. Steward the Climate Transition [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na internete: https://www.loreal.com/en/commitments-and-responsibilities/for-the-planet/steward-the-climate-transition/

MARIAŠ, M. a ČIMO, J. 1998. Inovácie vo firemnej stratégii. Bratislava: SPRINT, 1998. 190 s. ISBN 80-88848-29-6.

MIČIETA, B a TUREKOVÁ, H. 2010. Inovačný manažment; podpora vzniku inovácií. Žilina: GEORG, 2010. 182 s. ISBN 978-80-89478-02-6

Morea, D.; Fortunati, S.; Martiniello, L. Circular economy and corporate social responsibility: Towards an integrated strategic approach in the multinational cosmetics industry. J. Clean. Prod. 2021, 315, 128232.

NIVEA. Plastic commitments – Sustainable Plastic packaging & packaging recycling [online]. [cit. 26. 02. 2026]. Dostupné na: https://www.nivea.co.uk/about-us/sustainability-at-nivea/plastic-commitments

NIVEA. Responsible Sourcing. [online]. [cit. 08. 03. 2026]. Dostupné na internete: https://www.nivea.co.uk/about-us/sustainability-at-nivea/responsible-sourcing

OECD/EUROSTAT. 2005. Glossary: Technological product and process innovation [online]. Paríž: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Eurostat, 2005. [cit. 07. 03. 2026] Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Technological_product_and_process_innovation>

OECD/EUROSTAT. 2005. Oslo Manual 2005: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data [online]. Paríž: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Eurostat, 2005. [cit. 07. 03. 2026]. Dostupné na internete: ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF

OECD/EUROSTAT. 2018. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation [online]. Paríž: The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Eurostat, 2018. [cit. 20. 02. 2026]. Dostupné na internete: <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/10/oslo-manual-2018_g1g9373b/9789264304604-en.pdf>

Personal Care Product Council (PCPC) 2019 Sustainability Report. Creating a More Beautiful World. 2019.Dostupné na internete: https://www.personalcarecouncil.org/wp-content/uploads/2021/03/PCPC_Report_2019_March-2021.pdf

Sasounian, R.; Martinez, R.M.; Lopes, A.M.; Giarolla, J.; Rosado, C.; Magalhaes, W.V.; Velasco, M.V.R.; Baby, A.R. Innovative Approaches to an Eco-Friendly Cosmetic Industry: A Review of Sustainable Ingredients. Clean Technol. 2024, 6, 176–198.

WILL KENTON. 2025. Fast-Moving Consumer Goods (FMCG) Industry: Definition, Types, and Profitability [online]. 25. október 2025. [cit. 08. 03. 2026]. Dostupné na internete: https://www.investopedia.com/terms/f/fastmoving-consumer-goods-fmcg.asp

BIZNIS MODEL ZALOŽENÝ NA PRÍRODNÝCH ZDROJOCH: POTENCIÁL A IMPLEMENTÁCIA RETRO INOVÁCIÍ

BUSINESS MODEL BASED ON NATURAL RESOURCES: POTENTIAL AND IMPLEMENTATION OF RETRO INNOVATION

Viktória Tirolová[1], Tereza Pocklanová[2], Erika Loučanová[3]

[1]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xtirolova@is.tuzvo.sk

[2]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

xpocklanovat@is.tuzvo.sk

[3]*Katedra marketingu, obchodu a svetového lesníctva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene*

loucanova@tuzvo.sk

Abstract

The presented contribution analyzes the innovation potential of the Slovak spa industry with the aim of overcoming its current investment debt and low attractiveness for the younger generation. Using the analytical-synthetic method and SWOT analysis, it identifies key barriers to development and defines the theoretical framework of retro-innovations. The main contribution is the proposal of a business model based on retro-innovations, which uses the Business Model Canvas methodology to integrate traditional natural healing resources into a modern multimedia context. The proposed solution builds on the synergy of strategic partnerships and shared financing, thereby creating the prerequisites for successful rebranding and generational change of clientele.

Key words: innovation, innovation strategy, Canvas business model, retro-innovation, Slovak spa industry, rebranding

Úvod

V súčasnom globálnom a vysoko konkurenčnom prostredí predstavujú inovácie základný determinant dlhodobej udržateľnosti a prosperity podnikov (Drucker, 2014). Tidd a Bessant (2020) definujú inováciu nielen ako zavedenie nového produktu, ale ako komplexný proces transformácie príležitosti na nové myšlienky, ktoré sú uvedené do širokej praxe. V sektore služieb, kam radíme aj kúpeľníctvo, sa inovácie prejavujú najmä v zvyšovaní pridanej hodnoty pre zákazníka prostredníctvom digitalizácie a personalizácie (Helenáková, 2023).

Efektívna inovačná stratégia preto musí reflektovať dynamické zmeny v preferenciách spotrebiteľov, najmä nastupujúcich generácií Y a Z, ktoré kladú dôraz na autenticitu a technologickú vyspelosť (Slávik, 2019, Loučanová, 2016).

Jedným z najrozšírenejších nástrojov na systematický opis a inovovanie podnikateľských aktivít je Business Model Canvas (BMC). Osterwalder a Pigneur (2010) tento model definujú ako vizuálny rámec deviatich stavebných blokov, ktoré objasňujú logiku toho, ako organizácia vytvára, odovzdáva a zachytáva hodnotu. Inovácia biznis modelu prostredníctvom BMC umožňuje podnikom v kúpeľníctve identifikovať nové distribučné kanály a strategické partnerstvá, čím prekonávajú tradičnú závislosť od úhrad zdravotných poisťovní.

Špecifickým prístupom, ktorý nadobúda na význame v tradičných odvetviach, je retro-inovácia. Podľa Loučanová(2013), Leberecht (2013) ide o strategické využitie historických prvkov, tradícií a dedičstva značky, ktoré sú následne reinterpretované pomocou moderných technológií a súčasného dizajnu. Retro-inovácia nie je len návratom do minulosti, ale vedomým spojením „starého“ s „novým“, čo vytvára silné emocionálne prepojenie so zákazníkom (Brown et al., 2003). V kontexte slovenského kúpeľníctva tento koncept predstavuje integráciu historickej identity liečebných domov do moderného multimediálneho prostredia, čím vzniká unikátny produkt s vysokým potenciálom zdieľateľnosti a prestíže.

Experimentálna časť

Predložená práca využíva kombináciu teoretických a empirických prístupov s cieľom navrhnúť inovatívny model rozvoja slovenského kúpeľníctva založeného na prírodných zdrojoch v kontexte retro-inovácií. V úvodnej časti aplikujeme analyticko-syntetickú metódu, prostredníctvom ktorej dekonštrujeme koncept inovačného manažmentu v kontexte retro-inovácií. Empirická časť sa opiera o metódu desk research, ktorou diagnostikujeme súčasný stav sektora, identifikujeme investičný dlh a narastajúcu diskrepanciu medzi medicínskou kvalitou a atraktivitou pre mladšie generácie. Kľúčovým analytickým nástrojom je SWOT analýza, ktorá slúži na komparáciu vnútorných silných stránok a vonkajších hrozieb. Tento prístup umožnil v rámci výstupov a návrhu biznis modelo prepojiť historickú hodnotu tradičnej balneológie s modernými požiadavkami trhu. Vyústením metodického postupu je návrh biznis modelu využívajúc metodologický postup biznis modelu CANVAS ako vhodného nástroja na tvorbu inovačnej stratégie rebrendingu slovenského kúpeľníctva. Výsledná metodika tak predstavuje komplexný postup od teoretického ukotvenia inovácií až po návrh rebredingu a reštrukturalizácie hodnotového reťazca v kúpeľníctve.

Vyhodnotenie a diskusia

Slovensko patrí k svetovej špičke v počte a kvalite minerálnych prameňov. Na rozdiel od mnohých západných krajín, kde sa kúpele vnímajú skôr ako "wellness", u nás si držia silný medicínsky charakter. Každé kúpele na Slovensku majú svoje zameranie (napr. Piešťany na pohybové ústrojenstvo, Bardejov na trávenie, Vyšné Ružbachy na duševné zdravie). Kvalita balneoterapie a fyzioterapie je stále na veľmi vysokej úrovni, čo láka aj zahraničnú klientelu.

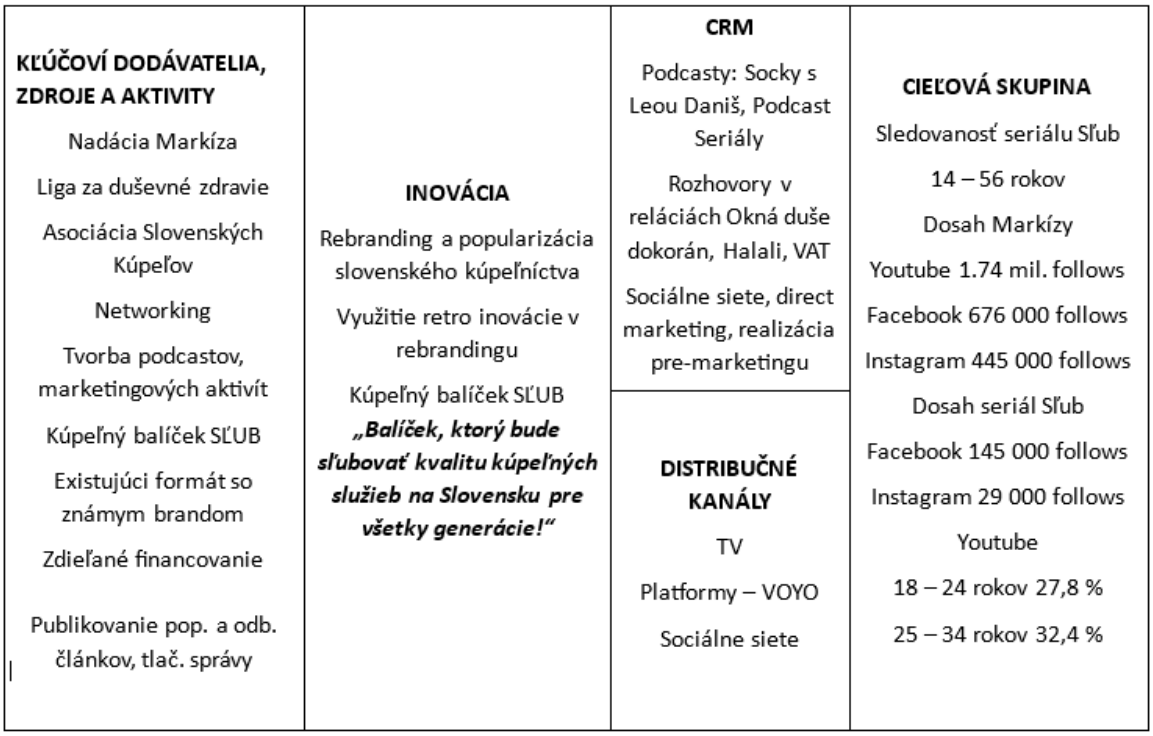
Najväčšie kontrasty slovenského kúpeľníctva sú medzi modernizovanými rezortmi ako Turčianske Teplice, Rajecké Teplice či časť a niektorými kúpeľmi, ktoré stále pripomínajú éru socializmu. Tu chýbajú peniaze na komplexnú obnovu budov a parkov, ktoré sú často pamiatkovo chránené, sú to zväčša štátne rezorty kúpeľníctva. Asociácia slovenských kúpeľov

dlhodobo upozorňuje, že platby od poisťovní nepokrývajú reálne náklady na stravu a ubytovanie. Tým sa tvorí dlhodobý deficit kapitálu určeného na technologickú a estetickú modernizáciu infraštruktúry. Aj toto je jeden z dôvodov nízkej miery atraktivity služieb pre generácie Y a Z, ktoré vnímajú kúpeľnú starostlivosť ako neatraktívny segment bez relevantnej hodnotovej ponuky pre ich životný štýl. Na základe analýzy súčasného stavu bola spracovaná SW analýzy, viď. tabuľka 1.

Tab. 1 SW analýza
Tab. 1 SW analysis

Silné stránky	**Slabé stránky**
Unikátne prírodné zdroje: Mimoriadna diverzita a kvalita minerálnych vôd a liečivého bahna (napr. piešťanské sírne bahno nemá vo svete veľa konkurentov). **Medicínska odbornosť:** Silná tradícia balneológie a rehabilitácie. Kúpele nie sú vnímané len ako relax, ale ako regulárna súčasť zdravotného systému. **Strategická poloha:** Výborná dostupnosť pre klientov zo strednej Európy (Rakúsko, Česko, Poľsko, Maďarsko). **Dôveryhodnosť:** Dlhodobo budované dobré meno a vysoká miera spokojnosti pacientov s liečebnými výsledkami.	**Investičný dlh:** Mnohé historické budovy a liečebné domy vyžadujú nákladné rekonštrukcie, na ktoré chýba kapitál. **Kvalita doplnkových služieb:** Gastronómia a voľnočasové aktivity v niektorých lokalitách zaostávajú za modernými európskymi štandardmi. **Personálna podvýživa:** Nedostatok kvalifikovaných lekárov a fyzioterapeutov z dôvodu mzdovej nekonkurencieschopnosti voči zahraničiu. **Nízka úroveň digitalizácie:** Rezervačné systémy a komunikácia s klientom sú v niektorých kúpeľoch zastarané.

Navrhovaným riešením pre zatraktívnenie slovenského kúpeľníctva na základe vykonanej analýzy je implementovať biznís model založený na koncept retro-inovácie, ktorý využíva historickú hodnotu kúpeľov pre integráciu do modernej značky v súčastnosti intenzívne sledovaného seriálu SĽUB vytvárajúc inováciu produktu. Inovácia spočíva v integrácii fyzického produktu (balíček služieb a kozmetiky) s digitálnym zážitkom, čím sa zvyšuje "zdieľateľnosť" a prestíž kúpeľného pobytu.



Obr. 1 Návrh biznis modelu založeného na prírodných zdrojoch a retro-inováciách
Fig. 1 Design of a business model based on natural resources and retro-innovations

Výsledný biznis model inovácie je výsledkom synergie viacerých strategických pilierov, ako:

Strategické partnerstvá a zdieľané financovanie

Kľúčovým prvkom udržateľnosti je sieť kľúčových dodávateľov a partnerov, vrátane Asociácie slovenských kúpeľov a tretích sektorov (napr. Nadácia Markíza, Liga za duševné zdravie). Tento model zdieľaného financovania eliminuje priamu kapitálovú záťaž jednotlivých kúpeľných zariadení a distribuuje náklady na marketing a vývoj medzi viacerých aktérov.

Marketingová komunikácia a CRM stratégie

Inovácia transformuje vzťahy so zákazníkmi (CRM) prostredníctvom multiplatformového prístupu. Využitie podcastov (Socky s Leou Daniš), televíznych formátov (Okná duše dokorán) a natívnej reklamy v populárnych médiách umožňuje zasiahnuť cieľovú skupinu v ich prirodzenom digitálnom prostredí.

Zákazníci a distribučné kanály

Projekt cieli na demograficky široké spektrum (14 – 56 rokov), pričom kľúčovú pozornosť venuje segmentu 18 – 34 rokov, ktorý predstavuje strategický potenciál pre budúcu stabilitu sektora. Distribučná sieť je vertikálne integrovaná cez:

- Lineárne vysielanie (TV Markíza): Masový dosah a budovanie povedomia.
- Digitálne platformy (VOYO, Sociálne siete): Cielená konverzia a budovanie komunity.

Záver

Aplikácia biznis modelu prezentuje "Balíček SĽUB" demonštrujúci rebranding v kúpeľníctve, ktorý nesmie byť obmedzený len na vizuálnu zmenu, ale musí zahŕňať komplexnú reštrukturalizáciu hodnotového reťazca. Synergia medzi mediálnym partnerom, odbornou verejnosťou a inovatívnym produktovým dizajnom vytvára predpoklady pre prekonanie investičného dlhu a úspešnú generačnú výmenu klientely.

POĎAKOVANIE*: Práca ŠVOČ bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA 016TU Z-4/2025 Integrácia vybraných aspektov zelenej ekonomiky do výučby projektového manažmentu a manažmentu inovácií.*

Literatúra

BROWN, S., KOZINETS, R. V. a SHERRY, J. F., 2003. Teaching Old Brands New Tricks: Retro Branding and the Revival of Postmodern Consumption. In: *Journal of Marketing*. roč. 67, č. 3, s. 19-33.

DRUCKER, P. F., 2014. *Innovation and Entrepreneurship*. London: Routledge. 368 s. ISBN 978-1-138-01919-5.

Halenárová, M. (2022). Analýza kľúčových problémov v rozvoji kúpeľného cestovného ruchu na Slovensku. *EKONOMIKA CESTOVNÉHO RUCHU A PODNIKANIE*, 46.

CHUNDURI, CH. 2013. Marketing Nostalgia - Retro inovácie [online]. NOISE. BRANDED [cit. 16.01.2017]. Dostupné na internete: https://medium.com/noisebranded/b542fbbe406e

LEBERECHT, T. 2012. 5 Keys To Building A Business That Doesn't Bury The Humans At Its Core [online]. FastCompany [cit. 02.12.2016] Dostupné na internete: http://www.fastcodesign.com/1669988/5-keysto-building-a-business-that-doesnt-burythehumans-at-its-core.

LEBERECHT, T. 2013. Back To The Future: Why Retro-Innovation Is The Next Big Thing [on-line]. FASTCOMPANY [cit. 16.01.2017] Dostupné na internete: http://www.fastcodesign.com/1672508/back-to-the-future-why-retro-innovation-is-thenext-big-thing

Loučanová, E. (2016). Inovačné analýzy a stratégie. *Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene*.

LOUČANOVÁ, E. 2013. Retro-inovácie ako fenomén [on-line]. POSTERUS, roč. VI, č. 11 [cit.20.01.2017]. Dostupné na internete: http://www.posterus.sk/?p=16508

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2013). Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers. John Wiley & Sons.

Slávik, Š. (2019). Business model and team as preconditions of a start-up viability. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*.

TIDD, J. a BESSANT, J., 2020. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. 7. vyd. Hoboken: Wiley. 640 s. ISBN 978-1-119-71330-2.

sekcia
DOKTORANDSKÁ

UDRŽATEĽNOSŤ A STABILITA RODINNÝCH PODNIKOV
SUSTAINABILITY AND STABILITY OF FAMILY BUSINESSES

Mgr. Ivette Martin[1]

[1]*VŠEM, Vysoká škola ekonómie a manažmentu, Furdekova 16, 851 04, Bratislava*

ivetmartinsk@gmail.com

Abstract

The paper focuses on the stability of family businesses and the factors that influence it. Family businesses represent an important part of the economy, contributing to employment, regional development, and economic stability. The aim of the paper is to analyse the impact of selected aspects of business management, including digitalization and modern technologies, on the sustainability and stability of family enterprises. The paper is based on the analysis of available data, graphical representation of selected indicators, and a SWOT analysis of family businesses. The results indicate that digitalization and the use of modern approaches contribute to improving the functioning, efficiency, and long-term sustainability and stability of enterprises. The findings highlight the importance of adapting to current trends and implementing modern tools to ensure the sustainability, stability and development of family businesses.

Key words: family business, sustainability, stability, small enterprises, digitalization, innovation

Úvod

Rodinné podnikanie patrí medzi významné súčasti národných ekonomík. Rodinné podniky na Slovensku zohrávajú špecifické postavenie, keďže prepájajú ekonomické ciele s rodinnými hodnotami, čím prispievajú k regionálnemu rozvoju, hospodárskej stabilite a dlhodobej zamestnanosti.

V súčasnosti čelia rodinné podniky viacerým výzvam, ktoré súvisia najmä s globalizáciou, technologickým pokrokom a rastúcimi požiadavkami na spoločenskú zodpovednosť. Tieto faktory ovplyvňujú ich fungovanie a nútia ich prispôsobovať sa dynamicky meniacemu podnikateľskému prostrediu. Cieľom príspevku je zdôrazniť význam rodinných podnikov, so zameraním na ich udržateľnosť a stabilitu. Príspevok sa zároveň venuje analýze vybraných rodinných podnikov a identifikácii faktorov, ktoré ovplyvňujú ich dlhodobé fungovanie v kontexte digitalizácie, inovácií, faktorov dlhodobej konkurencieschopnosti ako aj generačnej kontinuity.

Analýza a metodika rodinných podnikov

V rámci príspevku bola použitá kvalitatívna metóda výskumu, ktorá vychádza z analýzy odbornej literatúry, komparácie poznatkov a vlastného pozorovania vybraných rodinných podnikov na Slovensku, vrátane vlastnej podnikateľskej praxe. Súčasťou výskumu boli aj neformálne rozhovory s prevádzkovateľmi a pracovníkmi rodinných podnikov, ktoré doplnili získané poznatky o praktické skúsenosti.

Výskum bol zároveň rozšírený o skúsenosti z podnikateľskej praxe v oblasti e-shopu, pneuservisu, a fitness centra, ako aj o poznatky získané z neformálnych rozhovorov s vybranými konkurenčnými podnikmi, čo umožnilo lepšie identifikovať aktuálne trendy a problémy v praxi.

Pre lepšie pochopenie analyzovanej problematiky je potrebné vymedziť samotný pojem rodinného podnikania. Rodinné podniky predstavujú špecifickú formu podnikania, ktorá zohráva významnú úlohu v rámci národných ekonomík. Ich dôležitosť spočíva najmä v schopnosti vytvárať stabilné pracovné príležitosti, podporovať lokálny rozvoj a prepájať podnikateľskú činnosť s hodnotovým systémom rodiny. Charakteristickým znakom týchto podnikov je prelínanie riadiacich, vlastníckych a rodinných vzťahov.

Rodinný podnik možno definovať ako organizáciu, v ktorej jeden alebo viacerí členovia rodiny disponujú väčšinovým vlastníckym podielom a zároveň sa aktívne podieľajú na riadení podniku a jeho strategickom smerovaní. Tento typ podnikania je bezprostredne spätý s rodinnými hodnotami, akými sú zodpovednosť, tradícia, dlhodobá orientácia a snaha o zabezpečenie generačnej kontinuity. V súčasnosti sú rodinné podniky čoraz viac ovplyvňované mierou ich adaptácie na digitalizáciu a inovačné procesy, ktoré im umožňujú flexibilne reagovať na dynamické zmeny podnikateľského prostredia. Otvorenosť voči moderným technológiám a inováciám sa tak stáva jedným z kľúčových predpokladov ich dlhodobej konkurencieschopnosti. (Tokarčíková & Kucharčíková, 2022).

Rodinné podniky bývajú spravidla pevne zakotvené v konkrétnych geografických regiónoch, čo prispieva k formovaniu silného sociálneho kapitálu a podporuje ich udržateľný rozvoj. Digitalizácia v tomto kontexte zohráva významnú úlohu, keďže prispieva k zvyšovaniu efektivity podnikových procesov, umožňuje expanziu na nové trhy a zlepšuje komunikáciu so zákazníkmi. Skúsenosti krajín, ktoré aktívne podporujú digitalizáciu rodinných podnikov prostredníctvom verejných politík a programov, poukazujú na vyššiu mieru rastu produktivity a inovačného potenciálu. (OECD, 2023).

V nadväznosti na uvedené skutočnosti sa analytická časť príspevku orientuje na hlbšie rozpracovanie významu rodinných podnikov najmä v ich schopnosti vytvárať stabilné pracovné miesta, podporovať lokálne ekonomiky a plniť ich funkcie v súčasnom ekonomickom prostredí, so zameraním na faktory ovplyvňujúce ich udržateľnosť, stabilitu a dlhodobý rozvoj. Rodinné podniky sa v tomto kontexte vyznačujú najmä silnou hodnotovou orientáciou, dlhodobým strategickým prístupom a vysokou mierou spoločenskej zodpovednosti. Ich fungovanie je úzko prepojené s rodinnými väzbami, ktoré vytvárajú prostredie založené na dôvere čo im umožňuje dosahovať vyššiu mieru flexibility a stability v porovnaní s nerodinnými podnikmi (Peráček, Vilčeková & Strážovská, 2020).

Stratégia rodinných podnikov spočíva v silných základoch a je zameraná na dlhodobú kontinuitu a zachovanie podniku pre budúce generácie. Tento prístup podporuje dlhodobú investičnú orientáciu ako aj konzervatívnejší prístup k finančnému riadeniu, čím sa zvyšuje

ich odolnosť voči ekonomickým výkyvom. Napriek mnohým pozitívam, rodinné podniky čelia aj viacerým výzvam, predovšetkým v oblasti generačnej výmeny, ktorá sa rokmi zhoršuje, ako aj v oblasti profesionalizáciou riadenia či adaptácie na digitálne prostredie. Preto ich ďalší rozvoj závisí od schopnosti zachovať tradičné hodnoty a zároveň reagovať na technologické a spoločenské zmeny. Na uvedené skutočnosti nadväzuje nasledujúca časť príspevku, ktorá sa zameriava na aktuálne trendy v rodinnom podnikaní

Súčasné trendy v rodinnom podnikaní

V priebehu posledných rokov možno v rodinnom podnikaní pozorovať výrazný vývoj a transformáciu, ktoré zásadne ovplyvnili jeho smerovanie, pričom jedným z najväčších impulzov bola pandémia COVID-19. V tomto období čelili rodinné podniky výrazným výzvam spojeným s obmedzením prevádzky a poklesom dopytu, čo ich prinútilo hľadať nové formy fungovania. Kľúčovým nástrojom adaptácie sa stala digitalizácia, ktorá umožnila mnohým podnikom pokračovať v podnikateľskej činnosti.

Mnohé malé rodinné podniky prešli na online predaj prostredníctvom e-shopov, zatiaľ čo poskytovatelia služieb, ako aj tréneri a majitelia rodinných fitness-centier, presunuli svoje aktivity do online prostredia formou digitálnych platforiem, mobilných aplikácií či spoplatneného video obsahu.

Pandémia zároveň výrazne urýchlila proces digitalizácie a prispela k širšiemu prijatiu moderných technológií aj zo strany starších generácií. Rodinné podniky boli nútené adaptovať svoje podnikateľské modely na nové podmienky, pričom digitalizácia sa stala rozhodujúcim faktorom ich prežitia a ďalšieho rozvoja (Horská & Barčík, 2020).

Uvedený vývoj poukazuje na schopnosť rodinných podnikov flexibilne reagovať na krízové situácie, inovovať svoje procesy a transformovať podnikateľské modely s cieľom zabezpečiť dlhodobú udržateľnosť a konkurencieschopnosť.

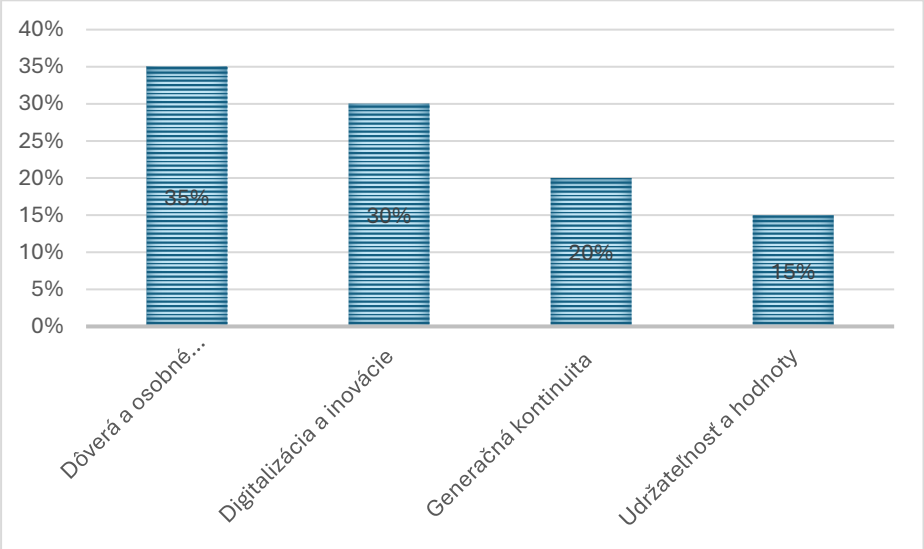
Digitalizácia a udržateľnosť rodinných podnikov

Rodinné podniky v súčasnom podnikateľskom prostredí čelia rastúcim požiadavkám na adaptáciu, inovatívnosť a dlhodobú udržateľnosť. Kľúčovým nástrojom, ktorý im umožňuje reagovať na dynamické zmeny trhu, sa stáva digitalizácia, ktorá prospieva k zvyšovaniu efektivity, konkurencieschopnosti a kvality poskytovaných služieb. Udržateľnosť rodinných podnikov sa odráža predovšetkým v ich schopnosti zabezpečiť generačnú kontinuitu, udržiavať stabilitu pracovných miest a podporovať lokálny ekonomický rozvoj, ktorý je úzko prepojený s mierou ich digitalizácie (Hronová, 2020).

Práve schopnosť implementovať moderné technológie a inovácie predstavuje dôležitý predpoklad ich dlhodobého fungovania adaptabilitu a rozvoj podnikov. Súčasťou digitalizácie je aj využívanie nástrojov umelej inteligencie, ktoré môžu byť uplatnené vo viacerých typoch rodinných podnikov bez ohľadu na ich konkrétne zameranie. Umelá inteligencia môže automatizovať vybrané činnosti, znižovať časovú záťaž a obmedzovať potrebu využívania externých služieb najmä v rodinných firmách v oblasti marketingu, komunikácie so zákazníkmi a tvorby propagačných materiálov.

V praxi môže ísť napríklad o tvorbu reklamných textov, správu sociálnych sietí, personalizáciu ponuky, automatizované odpovede zákazníkom alebo podporu pri plánovaní podnikových procesov. Takéto nástroje môžu prispieť k úspore času, znižovaniu nákladov a posilneniu konkurencieschopnosti rodinných podnikov aj pri obmedzených personálnych a finančných kapacitách.

Na základe uvedených poznatkov je možné identifikovať širšie faktory, ktoré ovplyvňujú dlhodobú udržateľnosť rodinných podnikov. V rámci spracovania problematiky boli identifikované štyri kľúčové faktory ovplyvňujúce dlhodobú udržateľnosť rodinných podnikov, konkrétne dôvera, digitalizácia, generačnú kontinuitu a udržateľnosť. Ich vzájomné zastúpenie je zobrazené v grafe 1.



Graf. 1 Faktory dlhodobej udržateľnosti rodinných podnikov (v %)
Fig. 1 Factors of long-term sustainability of family businesses (in %)
Zdroj: vlastné spracovanie podľa OECD (2021), Hronová (2022), Tokarčíková & Kucharčíková (2021) a PwC (2023)

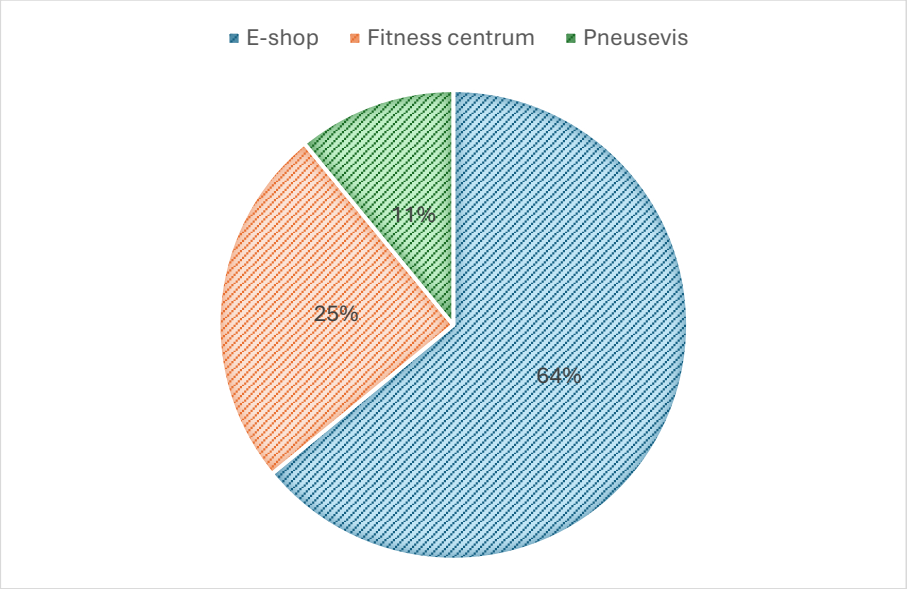
Z grafu vyplýva, že najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim úspešnosť rodinných podnikov je dôvera osobné vzťahy (35%). Tento faktor odráža silné prepojenie podnikania s rodinnými hodnotami a dlhodobé budovanie vzťahov so zákazníkmi.

Druhú najvyššiu mieru zastúpenia dosahuje digitalizácia a inovácie (30%), ktoré zohrávajú kľúčovú úlohu pri zvyšovaní efektivity, konkurencieschopnosti a schopnosti podnikov reagovať na dynamické zmeny podnikateľského prostredia.

Nižší, avšak významný podiel predstavuje generačná kontinuita (20%), ktorá poukazuje na potrebu zabezpečenia plynulého odovzdávania podniku medzi generáciami. Najmenší podiel pripadá na udržateľnosť (15%), čo naznačuje rastúci význam dlhodobého plánovania a zodpovedného prístupu k podnikaniu.

Popri zachovaní tradičných hodnôt sa digitalizácia zároveň javí ako významný nástroj podporujúci udržateľnosť a schopnosť podnikov prispôsobovať sa meniacim podmienkam.

V rámci príspevku boli analyzované tri odlišné typy rodinných podnikov, konkrétne e-shop, fitness centrum a pneuservis. Úroveň ich digitalizácie bola posúdená kvalitatívnym pozorovaním.



Graf 2 Úroveň digitalizácie vo vybraných rodinných podnikoch (v %)
Fig. 2 Level of digitalization in selected family businesses (in%)
Zdroj: vlastné spracovanie na základe vlastnej analýzy rodinných podnikov (2025)

Z grafického znázornenia je zrejmé, že úroveň digitalizácie sa medzi analyzovanými rodinnými podnikmi výrazne odlišuje. Najvyšší stupeň digitalizácie dosahuje e-shop, ktorý vo veľkej miere využíva automatizovaný online predaj, digitálny marketing a moderné komunikačné nástroje smerom k zákazníkom.

Naopak, fitness centrum implementuje vybrané digitálne prvky, najmä online rezervačný systém a aktívnu komunikáciu prostredníctvom sociálnych sietí, čím si zabezpečuje kontakt so zákazníkmi a efektívnejšiu organizáciu služieb.

Najnižšiu úroveň digitalizácie vykazuje pneuservis, ktorý využíva prevažne len základné digitálne nástroje, čo poukazuje na značný priestor pre jeho ďalší rozvoj v tejto oblasti.

Identifikované rozdiely v úrovni digitalizácie predstavujú východisko pre nasledujúcu časť príspevku, v ktorej sú formulované konkrétne odporúčania zamerané na zefektívnenie fungovania jednotlivých typov rodinných podnikov.

Diskusia a interpretácia výsledkov

Rodinné podniky predstavujú významnú súčasť sektora malého a stredného podnikania, pričom ich fungovanie je úzko prepojené s regionálnym prostredím, v ktorom pôsobia (Hudáková et. al., 2015 s. 88). Ich špecifikom je prepojenie ekonomických cieľov

s osobnou angažovanosťou členov rodiny, čo sa prejavuje vyššou mierou zodpovednosti a zároveň prispieva k ich schopnosti odolávať trhovým výkyvom.

Na druhej strane však rodinné podniky čelia viacerým obmedzeniam. Medzi najvýznamnejšie patria nedostatok finančných zdrojov, nižšia úroveň digitálnych kompetencií, ako aj nižšia ochota staršej generácie prijímať nové technologické riešenia (OECD, 2023).

Uvedené zistenia potvrdzuje aj správa (PwC, 2023), podľa ktorej väčšina rodinných podnikov považuje digitalizáciu za strategickú prioritu, avšak jej reálne zavádzanie do praxe je stále na nižšej úrovni.

Z navrhnutých opatrení vyplýva, že malé rodinné podniky majú potenciál zvyšovať svoju výkonnosť a zároveň efektívnejšie oslovovať zákazníkov prostredníctvom využívania dostupných digitálnych nástrojov. Zásadným faktorom úspešnej implementácie digitalizačných opatrení je pripravenosť manažmentu adaptovať sa na technologické zmeny a zároveň systematicky pristupovať k plánovaniu inovačných procesov.

Na základe identifikovaných trendov a teoretických východísk bola následne realizovaná analýza úrovne digitalizácie vo vybraných typoch rodinných podnikov. Výstupy tejto analýzy tvorili základ pre formulovanie odporúčaní, ktoré zohľadňujú špecifiká jednotlivých segmentov a poukazujú na možnosti zefektívnenia ich fungovania v súčasnom digitálnom prostredí.

Z realizovanej analýzy vyplýva, že rodinné podniky bez ohľadu na odvetvie vykazujú viacero spoločných znakov. Spoločným prvkom je najmä prepojenie ekonomických cieľov s rodinnými hodnotami, osobná angažovanosť členov rodiny a dôraz na dlhodobé budovanie vzťahov so zákazníkmi, čo prispieva k vytváraniu dôvery a lojality.

Súčasne možno konštatovať, že analyzované podniky čelia podobným výzvam, najmä v oblasti digitalizácie, dostupnosti finančných zdrojov a potreby adaptácie na meniace sa trhové podmienky. Digitalizácia sa pritom ukazuje ako univerzálne aplikovateľný nástroj naprieč rôznymi typmi podnikania, pričom sa prejavuje najmä využívaním online rezervačných systémov, databáz zákazníkov, moderných platobných riešení a digitálneho marketingu.

Významnú úlohu zohráva aj efektívna komunikácia so zákazníkmi, ktorá sa čoraz viac presúva do online prostredia. Využívanie automatizovaných nástrojov a personalizovanej komunikácie prispieva nielen k vyššej spokojnosti zákazníkov, ale aj k zefektívneniu interných procesov podniku.

Odporúčanie pre rozvoj e-shopu

Spomedzi analyzovaných rodinných podnikov dosiahol e-shop najvyššiu úroveň digitalizácie, čo vytvára vhodné predpoklady pre jeho ďalší rozvoj. V rámci zefektívnenia procesov sa odporúča prehĺbiť prepojenie e-shopu so skladovým systémom, čím sa minimalizujú chyby pri evidencii dostupnosti tovaru a zároveň sa zrýchli proces vybavovania objednávok.

Ďalším dôležitým krokom je implementácia analytických nástrojov, ktoré umožnia personalizáciu ponuky pre zákazníkov, ako aj posilnenie bezpečnosti platobných systémov. V súčasnosti je mimoriadne dôležité zabezpečiť jednoduchý a bezpečný proces platby prostredníctvom moderných platobných brán, ktoré eliminujú potrebu manuálneho zadávania

údajov, ako sú čísla účtov či variabilné symboly. Tým sa znižuje riziko vzniku chýb pri platbách, ktoré by mohli viesť k nesprávnej identifikácii objednávok alebo k strate dôvery zákazníkov.

Zjednodušenie platobného procesu zároveň prispieva k zníženiu počtu nedokončených objednávok, keďže jeho zložitosť patrí medzi časté dôvody opustenia nákupného procesu. Využívanie moderných platobných brán, ktoré eliminujú potrebu manuálneho zadávania údajov a poskytujú bezpečný priebeh transakcie, predstavuje významný prvok zvyšovania komfortu zákazníkov. Niektoré e-shopy vedia umožňujú automatizované spracovanie platieb, ktoré je obľúbené najmä u mladšej generácie zákazníkov, keďže prispieva k zrýchleniu celého nákupného procesu. Zároveň je potrebné zdôrazniť že moderné platobné systémy poskytujú určitú mieru ochrany. V prípade problémov, ako je nedodanie tovaru, podozrivá transakcia alebo nefunkčnosť webovej stránky, majú zákazníci možnosť obrátiť sa na svoju banku a po preukázaní situácie požiadať o reklamáciu platby. Tento mechanizmus prispieva k zvyšovaniu dôvery zákazníkov pri realizácii online nákupov.

V konkurenčnom prostredí zohráva čoraz významnejšiu úlohu aj rýchlosť reakcie na požiadavky zákazníkov. Vhodným riešením je implementácia inteligentného chatového asistenta, ktorý dokáže v reálnom čase poskytovať odpovede na najčastejšie otázky zákazníkov bez potreby okamžitého zásahu zamestnanca. Tento nástroj umožňuje efektívne riešiť bežné dopyty týkajúce sa dostupnosti produktov, stavu objednávok, spôsobu doručenia alebo vrátenia tovaru.

V prípade komplexnejších požiadaviek je komunikácia následne presmerovaná na pracovníka, čím sa zachová osobný prístup a kvalita zákazníckeho servisu. Zavedenie takéhoto systému prispieva k zefektívneniu komunikácie, znižuje časovú záťaž členov rodiny a zároveň vytvára priestor pre rozvoj nových nápadov a zlepšenie spolupráce v rámci podniku aj vo vzťahu k zákazníkom.

Z poznatkov získaných z neformálnych rozhovorov s prevádzkovateľmi e-shopov vyplýva, že pri ich rozvoji zohráva dôležitú úlohu aj spôsob propagácie. Bez ohľadu na typ predávaného produktu sa ako efektívny nástroj ukazuje spolupráca s influencermi a s verejnými známymi osobnosťami najmä s tými, ktoré získali popularitu i prostredníctvom reality show, pričom tento prístup predstavuje rýchlu a zároveň finančne dostupnú formu budovania povedomia o značke.

Tento prístup umožňuje osloviť široké spektrum potenciálnych zákazníkov v relatívne krátkom čase, čím dochádza k rozšíreniu zákazníckej základne aj mimo pôvodného okruhu klientov. V porovnaní s tradičnými formami reklamy ide často o nákladovo výhodnejšie riešenie, ktoré môže prispieť k zvýšeniu predaja a celkovej viditeľnosti e-shopu v online prostredí.

Odporúčania pre rozvoj pneuservisu

Pneuservis dosahuje spomedzi analyzovaných rodinných podnikov najnižšiu úroveň digitalizácie, čo naznačuje značný priestor na zlepšenie jeho fungovania a zvýšenie efektivity poskytovaných služieb.

Jedným z kľúčových krokov je zavedenie online rezervačného systému, ktorý umožní zákazníkom objednať sa na konkrétny termín bez potreby priameho kontaktu so zamestnancom

podniku alebo bez obmedzenia na otváracie hodiny. Takýto systém predstavuje efektívny nástroj, ktorý zvyšuje komfort zákazníkov, keďže umožňuje rezerváciu služieb kedykoľvek, aj mimo štandardného času.

Tento spôsob objednávania je čoraz viac preferovaný aj staršou generáciou zákazníkov, ktorí si postupne osvojujú digitálne nástroje a oceňujú ich jednoduchosť a dostupnosť. Táto online rezervácia je vhodná najmä pri štandardizovaných službách, ako je sezónna výmena pneumatík alebo základné servisné úkony, ktoré majú približne rovnakú časovú náročnosť. Pri zložitejších servisných úkonoch, kde je potrebné individuálne posúdenie rozsahu opravy alebo zabezpečenie náhradných dielov, je však naďalej vhodné využívať tradičné formy komunikácie, ako je osobný alebo telefonický kontakt počas prevádzkových hodín.

Zavedenie digitálnej platformy, zároveň znižuje zaťaženie pracovníkov, ktorí sa môžu plne venovať samotnej servisnej činnosti bez nutnosti jej prerušovania, čo môže viesť k zvýšenej chybovosti alebo predĺženiu pracovného času v dôsledku vybavovania objednávok. Z pohľadu realizovaných zistení sa tento prístup javí ako efektívny nástroj na zvyšovanie produktivity a kvality poskytovaných služieb.

V kontexte súčasného vývoja je dôležité, aby rodinný podnik aktívne reagoval na trendy digitalizácie a využíval dostupné nástroje na komunikáciu so zákazníkmi. Vytvorenie elektronickej databázy zákazníkov umožňuje efektívne rozosielanie informácií o aktuálnych akciách, novinkách ako aj pripomienok týkajúcich sa pravidelnej údržby, napríklad sezónnej výmeny pneumatík. Súčasťou týchto nástrojov môže byť aj automatizované zasielanie SMS alebo e-mailových upozornení na blížiaci sa termín servisu či rezervácie, čo prispieva k vyššiemu komfortu zákazníkov a zároveň k lepšiemu plánovaniu prevádzky podniku.

Z neformálnych rozhovorov s prevádzkovateľmi pneuservisov zároveň vyplynulo, že aj podniky s dostatočným počtom stálych zákazníkov sú nútené hľadať nové formy oslovenia klientely. Majitelia poukazujú na skutočnosť, že napriek stabilným príjmom dochádza k rastu nákladov, čo ich vedie k potrebe získavania nových zákazníkov. V niektorých prípadoch sa preto podniky opätovne vracajú k využívaniu zľavových portálov a poukazových platforiem, s cieľom zvýšiť dopyt po službách a zabezpečiť plynulosť objednávok.

Tento krok sa podľa ich vyjadrení prejavil nielen v náraste tržieb a zvýšení vyťaženosti prevádzky, najmä v menej exponovaných obdobiach, ale aj vo vyššej spokojnosti zákazníkov, ktorí oceňujú dostupnosť služieb a cenovú výhodnosť ponuky. Zároveň dochádza k strategickému zameraniu na menej časovo náročné servisné úkony, pričom náročnejšie opravy sú postupne obmedzované. Tento prístup poukazuje na potrebu efektívneho riadenia kapacít a prispôsobovania ponuky aktuálnym ekonomickým podmienkam.

Pri získavaní nových zákazníkov už ústne odporúčania nemusia byť postačujúce, preto je vhodné zamerať sa aj na budovanie online reputácie. Využívanie zákazníckych hodnotení a recenzií na digitálnych platformách, ako je napríklad Google, predstavuje významný faktor ovplyvňujúci rozhodovaní potenciálnych zákazníkov. Pozitívne hodnotenia zvyšujú dôveryhodnosť podniku a môžu významne ovplyvniť výber konkrétneho servisu.

Odporúčania pre rozvoj Fitness centra

Rodinné fitness centrá, majú v porovnaní s niektorými inými typmi od rodinných podnikov širší potenciál využívania digitálnych nástrojov, ktorý sa postupne premieta do ich

implementácie v praxi. Digitalizácia sa v tomto segmente uplatňuje vo viacerých oblastiach, pričom prispieva k zefektívneniu poskytovaných služieb a zlepšeniu komunikácie so zákazníkmi.

Medzi najčastejšie využívané nástroje patrí najmä online rezervačný systém, ktorý umožňuje zákazníkom objednať sa na individuálne tréningy alebo prihlásiť sa na skupinové cvičenia. Výhodou takéhoto riešenia je možnosť pohodlnej rezervácie a zároveň aj úhrady služieb vopred, čím sa zvyšuje komfort zákazníkov a zároveň sa zjednodušuje organizácia prevádzky.

Práve tieto prvky poukazujú na širší potenciál digitalizácie v prostredí rodinných fitness centier, ktorý v súčasnosti ešte nie je plne využitý. Rodinné fitness centrá tak disponujú značným priestorom pre ďalší rozvoj digitálnych služieb a ich postupnú implementáciu do praxe. V súčasnosti zohráva zdravý životný štýl čoraz dôležitejšiu úlohu v živote obyvateľstva, pričom práve menšie fitness centrá s rodinným charakterom sú často preferované pre svoj individuálny prístup, príjemné prostredie a budovanie dlhodobých vzťahov so zákazníkmi.

Za vhodný spôsob rozšírenia služieb možno považovať aj poskytovanie online tréningov mimo priestorov fitness centra. Tento spôsob sa výrazne rozšíril najmä počas pandémie COVID-19, kedy predstavoval nevyhnutnú formu udržania podnikateľskej činnosti.

V súčasnosti sa online tréningy či iné online služby stávajú bežnou súčasťou ponuky a umožňujú osloviť širší okruh zákazníkov, vrátane tých , ktorí preferujú flexibilitu alebo nemajú možnosť navštevovať fitness centrum osobne.

Z neformálnych rozhovorov s prevádzkovateľmi fitness centier vyplynulo, že jednou z efektívnych stratégií získavania nových zákazníkov je zameranie sa na konkrétne cieľové skupiny. V praxi sa napríklad ukazuje rastúci záujem o cvičenie určené pre ženy, počas tehotenstva ako aj na materskej dovolenke, pričom fitness centrá prispôsobujú svoje služby aj tým že umožňujú účasť na tréningoch spolu s deťmi. Takýto prístup prispieva k rozšíreniu zákazníckej základne a zvyšuje dostupnosť služieb pre širšiu verejnosť ako aj zaplneniu fitness centier v hodinách, kedy bývajú najmenej vyťažené.

Dôležitým aspektom rodinného fitness centra je aj aktívna komunikácia prostredníctvom sociálnych sietí. Pravidelné zverejňovanie obsahu, ako sú napríklad zverejňovanie výsledkov klientov, tréningové tipy, edukatívne príspevky o zdravom životnom štýle alebo prezentácie prostredia rodinného fitness centra, môže prispieť k budovaniu dôvery, posilneniu značky a virtuálnej komunity. Táto forma komunikácie zároveň predstavuje efektívny nástroj digitálneho marketingu, ktorý je v súčasnosti neoddeliteľnou súčasťou podnikania.

Okrem toho môže prispieť aj k tvorbe dodatočných príjmov, keďže tieto online služby sú spravidla poskytované za poplatok a umožňujú osloviť aj klientov, ktorí sa do fitness centra nemôžu fyzicky dostaviť, z časových, geografických či zdravotných dôvodov.

Rodinné fitness centrá zohrávajú podstatnú úlohu najmä vďaka svojmu osobnému prístupu, dôrazu na kvalitu služieb a budovaniu dlhodobých vzťahov s klientmi. Kombinácia tradičných hodnôt s modernými digitálnymi prvkami umožňuje týmto podnikom udržať si svoju stabilitu a zároveň posilňovať konkurencieschopnosť aj v prostredí rastúcej konkurencie zo strany veľkých komerčných fitness centier.

Jedným z aktuálnych trendov v oblasti digitalizácie, ktorý možno pozorovať je aj prechod na flexibilnejší režim fungovania fitness centier, napríklad vo forme nepretržitej prevádzky (24/7).

Tento model umožňuje zákazníkom využívať služby centra kedykoľvek, bez časového obmedzenia, čo výrazne zvyšuje ich komfort. Vstup do priestorov môže byť zabezpečený prostredníctvom mobilnej aplikácie alebo jedinečného prístupového kódu, čím sa eliminuje potreba neustálej fyzickej prítomnosti personálu. Zároveň táto možnosť umožňuje využívať fitness centrum aj v časoch, kedy by zákazníci za štandardného režimu nemali možnosť fitness centrum navštíviť.

Takýto systém prispieva k optimalizácii prevádzkových nákladov a efektívnejšiemu využívaniu kapacít podniku. Zákazníci majú možnosť využívať služby aj mimo bežných otváracích hodín, pričom si naďalej môžu rezervovať individuálne tréningy vo vybraných časoch. V praxi sa často využíva kombinovaný model, kedy je počas najvyťaženejších hodín zabezpečená prítomnosť personálu a v ostatných časoch funguje centrum v samoobslužnom režime.

Uvedený prístup predstavuje efektívne riešenie, ktoré prispieva k zvýšeniu spokojnosti zákazníkov, optimalizácii nákladov a zároveň podporuje dlhodobú udržateľnosť rodinného podniku. Získané poznatky viedli k spracovaniu SWOT analýzy rodinných podnikov na Slovensku

Tab. 1 SWOT analýza podnikateľského prostredia rodinných podnikov
Tab. 1 SWOT Analysis of the Business Environment of Firms
Zdroj: vlastné spracovanie

Silné stránky	Slabé stránky
• silná súdržnosť, • osobné nasadenie, • zodpovednosť, • serióznosť, • dôraz na kvalitu, poctivosť a dobré meno, • flexibilita a rýchle reakcie na zmeny, • dlhodobé plánovanie, • zachovanie tradície, • osobný prístup k zákazníkom • budovanie dlhodobých vzťahov • prepojenie podnikania s rodinnými hodnotami,	• obmedzené finančné zdroje, • nižšia miera profesionalizácie riadenia, • závislosť od schopností a angažovanosti, členov rodiny, • nedostatočne zabezpečená generačná kontinuita, • pomalšia implementácia moderných, technológie, • emocionálne konflikty,

Príležitosti	Hrozby
• digitálne nástroje a online predaj, • využitie umelej inteligencie, • rastúci záujem o lokálne produkty, • expanzia na nové trhy, • zavedenie jedinečného produktu, • rozšírenie starostlivosti o zákazníka, • možnosť využiť podporu štátu a EÚ fondov, • rozvoj online predaja a automatizácie, • nová generácia prináša moderné myslenie a inovácie,	• konkurencia veľkých reťazcov, • dynamický technologický vývoj, • nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily, • riziká spojené s generačnou výmenou (zatvorenie prevádzky), • makroekonomické výkyvy v regiónoch, • tlak na znižovanie cien,

Uvedená analýza poskytuje ucelený pohľad na postavenie rodinných podnikov v súčasnom podnikateľskom prostredí. Poukazuje najmä na ich hodnotový charakter, ako aj na ich významnú úlohu pri podpore regionálneho rozvoja, tvorbe pracovných miest a zabezpečovaní dlhodobej udržateľnosti podnikania.

Silné stránky podniku

Medzi kľúčové interné prednosti rodinných podnikov patrí najmä vysoká miera nasadenia členov rodiny a silná vnútorná súdržnosť, ktorá pozitívne ovplyvňuje každodenné fungovanie podniku. Tieto faktory sa premietajú do zodpovedného prístupu k podnikaniu, dôrazu na kvalitu poskytovaných produktov a služieb, ako aj do budovania dôvery u zákazníkmi.

Významnou výhodou rodinných podnikov je schopnosť vytvárať stabilné a dlhodobé vzťahy so zákazníkmi, pričom osobný prístup a dôraz na hodnotu produktu zvyšujú ich lojalitu. Zákazníci sú preto často ochotní uprednostniť rodinný podnik aj za vyššiu cenu v porovnaní veľkými obchodnými reťazcami.

Slabé stránky podniku

Za jeden z hlavných limitujúcich faktorov fungovania rodinných podnikov možno považovať nedostatočnú dostupnosť finančných zdrojov, ktorá sťažuje realizáciu investícií do inovácií a technologickej modernizácie . Obmedzenie kapitálu zároveň znižuje schopnosť podniku pružne reagovať na dynamické zmeny podnikateľského prostredia.

Nižšia úroveň formalizácie riadiacich procesov sa prejavuje tým, že rozhodovanie býva často založené na osobných skúsenostiach a intuitívnom prístupe, namiesto systematického využívania moderných manažérskych nástrojov.

Závislosť od schopností a angažovanosti jednotlivých členov rodiny môže obmedzovať ďalší rozvoj podniku a jeho flexibilitu.

Pomalšie zvládanie nových technológií môže negatívne ovplyvniť konkurencieschopnosť, najmä v podmienkach rýchlej digitalizácie a meniaceho sa trhu. Osobné a emocionálne väzby medzi členmi rodiny môžu zároveň viesť ku konfliktom, ktoré zasahujú do rozhodovacích procesov a ovplyvňujú celkové fungovanie podniku.

Príležitosti rozvoja podniku

Súčasné podnikateľské prostredie vytvára pre rodinné podniky viaceré možnosti ďalšieho rozvoja. Jedným z výrazných trendov je rastúci dopyt po lokálnych a kvalitných produktoch, ktorý poskytuje priestor na posilnenie ich postavenia na trhu.

Potenciál týchto podnikov, predstavuje aj využívanie digitálnych technológií a online predajných kanálov, ktoré umožňujú osloviť širšie spektrum zákazníkov a zefektívniť komunikáciu so zákazníkmi. Tieto nástroje zároveň podporujú budovanie značky a zvyšovanie konkurencieschopnosti podniku.

Priestor na rozvoj sa otvára aj v oblasti inovácií produktov a služieb ako aj v rozširovaní zákazníckeho servisu či postupnom prenikaní na nové trhy. Dôležitú úlohu zohráva aj možnosť čerpania finančnej podpory zo štátnych a európskych programov, ktoré môžu pomôcť prekonať kapitálové obmedzenia a podporiť ďalší rast podnikov.

Ďalším významným faktorom možno považovať aj generačnú kontinuitu, keďže vstup mladšej generácie prináša nové poznatky, moderné prístupy a technologické inovácie, čím sa zvyšuje potenciál ďalšieho rozvoja rodinného podnikania.

Hrozby podnikateľského prostredia

V rámci identifikovaných hrozieb možno poukázať na skutočnosť, že rodinné podniky čelia rastúcemu konkurenčnému tlaku zo strany veľkých reťazcov a zahraničných spoločností, ktoré disponujú výrazne vyššími kapitálovými a marketingovými kapacitami. Tieto subjekty sú schopné ponúkať produkty a služby za nižšie ceny, čím vytvárajú tlak na menšie podniky, hoci úroveň kvality ich ponuky nemusí byť vždy porovnateľná s rodinnými firmami.

Ďalšou podstatnou hrozbou je dynamický technologický vývoj, ktorý si vyžaduje neustále sledovanie trendov a implementáciu moderných riešení, Pre menšie rodinné podniky môže byť náročné držať krok s týmto vývojom, najmä z dôvodu obmedzených finančných a personálnych zdrojov.

Netreba ani zabúdať na problém, ktorý vzniká z nedostatku pracovnej sily. V rodinných podnikoch sa zväčša preferujú rodinní príslušníci, ktorí však nemusia vždy disponovať potrebnými odbornými znalosťami alebo skúsenosťami na úrovni externých odborníkov. Na druhej strane je však prítomná vyššia miera angažovanosti a osobného záujmu o fungovanie

podniku, čo predstavuje špecifický aspekt rodinného podnikania. Tento faktor môže ovplyvňovať rozhodovanie o personálnom obsadení a celkovom smerovaní podniku.

Dôležitým rizikovým faktorom je aj proces generačnej výmeny, ktorý predstavuje kritický moment v životnom cykle rodinného podniku. V prípade, ak sa nepodarí zabezpečiť vhodného následníka, môže dôjsť k oslabeniu jeho fungovania alebo dokonca k ukončeniu podnikania.

V neposlednom rade je potrebné poukázať tiež na citlivosť rodinných podnikov na marketingové či dopytové a ekonomické výkyvy v regionálnom prostredí, ktoré sa prejavujú najmä kolísaním dopytu po produktoch a službách v závislosti od sezónnosti, zmien správania zákazníkov, úrovne konkurencie či ekonomickej situácie v danom regióne. Keďže rodinné podniky často pôsobia na lokálnej úrovni, sú na tieto zmeny citlivejšie, čo môže priamo ovplyvniť ich stabilitu, príjmy a ďalší rozvoj podniku.

Záver

Na základe spracovanej problematiky možno konštatovať, že rodinné podniky predstavujú stabilnú a špecifickú časť podnikateľského prostredia, ktorá zohráva významnú úlohu v oblasti zamestnanosti, regionálneho rozvoja a dlhodobej ekonomickej stability. Ich fungovanie je založené na prepojení ekonomických cieľov s rodinnými hodnotami, dôverou a osobnou angažovanosťou členov rodiny.

Výsledky príspevku poukazujú na skutočnosť, že udržateľnosť a stabilita rodinných podnikov v súčasnosti závisia najmä od ich schopnosti reagovať na dynamické zmeny podnikateľského prostredia. Kľúčovým faktorom sa stáva digitalizácia a využívanie moderných technológií, ktoré prispievajú k zvyšovaniu efektivity, zlepšovaniu komunikácie so zákazníkmi a celkovému rozvoju podniku. Zavádzanie inovatívnych riešení, hoci môže byť finančne náročné, prináša z dlhodobého hľadiska pozitívne efekty v podobe úspory času, znižovania chybovosti, zvyšovania konkurencieschopnosti a v konečnom dôsledku ziskovosti podniku

Cieľ príspevku bol naplnený, keďže boli identifikované faktory ovplyvňujúce stabilitu a udržateľnosť rodinných podnikov a zároveň boli formulované odporúčania pre ich ďalší rozvoj. Do budúcnosti je vhodné venovať zvýšenú pozornosť najmä finančnej podpore, ktorá môže prispieť k realizácii digitalizačných a rozvojových aktivít, ako aj vzdelávaniu členov rodinných podnikov v oblasti moderných technológií a inovatívnych prístupov.

V praxi sa totiž stále stretávame s tým, že časť rodinných podnikov, najmä s dlhodobou tradíciou, sa spolieha predovšetkým na svoje dobré meno a okruh stálych zákazníkov. V súčasnom dynamickom a konkurenčnom prostredí však tento prístup už nemusí byť postačujúci, a preto je nevyhnutné aktívne reagovať na nové trendy a prispôsobovať sa meniacim sa požiadavkám trhu.

POĎAKOVANIE: *Dovoľte mi vyjadriť úprimné poďakovanie organizátorom medzinárodnej konferencie SVOČ za poskytnutú príležitosť.*

Literatúra

Basco, R., Calabro, A., Campopiano, G 2021 Familiy Business and Sustainability: A Literature Review and Integrative Framework, Family Business Review, 34(3): 203-227

De Massis, A., Rondi, E. 2020. COVID-19 and the Future of Family Business Research. Journal of Management Studies, 57(8): 1727-1731.

Horská, E., Berčík, J. 2021. Sustainabiliti and Innovation in Slovak Family Firms. Ekonomika a spoločnosť, 22(4): 45-58.

Hricová, R., Madzinová, R. 2021. Aspekty rodinného podnikania v SR v porovnaní s vybranými štátmi EÚ. Relik 2021: Reproduction of Human Capital – Mutual Links and Connections: zborník príspevkov. Prague: Prague University of economics and Business, s. 264 –275.

Hronová, S., Mišunová, M. 2020. Význam rodinných podnikov pre rozvoj regionálnej ekonomiky Slovenska. Zborník vedeckých prác Ekonomickej fakulty UMB : zborník príspevkov. Banská Bystrica : UMB, s. 112-123.

Markovičová, M. 2014. Rodinné podnikanie na Slovensku. Aktuálne problémy podnikovej sféry : zborník príspevkov. Bratislava : Vydavateľstvo ekonóm, s. 307 –312

Organization for Economic Co-operation and Development. 2021. The Role of Family Businesses in Regional Economies [online]. [cit. 2026-04-04]. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.1787/9789264314139-en>.

Peráček, T.,Vilčeková, L., Strážovská, Ľ. 2020. Selected Problems of Family Business: A Case Study from Slovakia. Acta Polytechnica Hungarica, 17(7): 147 –166

PricewaterhouseCoopers. 2023. European Family Business Survey 2023: The Decade of Transformation [online]. [cit. 2026-04-04]. Dostupné na internete: <https://cee.pwc.com/2023fbs/pwc_2023_family_business_survey_cee.pdf>

Tokarčíková, E., Kucharčíková, A. 2022. Rodinné podnikanie a jeho rozvoj na Slovensku. Ekonomické rozhľady, 31(2): 35-48.

Tóthová, A., Tóth, M. 2020. Successes and Failures of Family Business in Slovakia. SHS Web of Conferences, 83: 01068.

Truchlíková, M. 2021. ASSeSSment of Financial Health of Slovakia Family Businesses Using Models Predicting Financial Distress. SHS Web of Conferences, 115: 02010.

NATURAL COATINGS FOR THE PACKAGING OF THE FUTURE: THE EFFECT OF THYME ESSENTIAL OIL, THYMOL, AND CARVACROL ON THE PROPERTIES OF PAPERBOARD

Joanna Młodziejewska[1], Magdalena Woźniak[1], Anna Sip[2], Renata Dobrucka[3], Izabela Ratajczak[1]

[1] Department of Chemistry, Faculty of Forestry and Wood Technology, Poznań University of Life Sciences, Wojska Polskiego 75, 60-625 Poznań, Poland

joanna.mlodziejewska@up.poznan.pl; magdalena.wozniak@up.poznan.pl; izabela.ratajczak@up.poznan.pl

[2] Department of Biotechnology and Food Microbiology, Faculty of Food Science and Nutrition, Poznań University of Life Sciences, Wojska Polskiego 48, 60-627 Poznań, Poland

anna.sip@up.poznan.pl

[3] Department of Industrial Products and Packaging Quality, Institute of Quality Science, Poznań University of Economics and Business, Al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Poland

renata.dobrucka@ue.poznan.pl

Abstract

In this study, chitosan-based coatings incorporating thyme essential oil or its major constituents (thymol and carvacrol) were developed for paperboard to enhance its performance. The antibacterial activity of the obtained chitosan coatings was assessed against representative Gram-positive and Gram-negative bacteria using an agar diffusion assay. In parallel, paperboard samples coated with chitosan formulations (including cellulose nanocrystals-reinforced variants) were evaluated in terms of burst strength and water absorptiveness ($Cobb_{60}$). The results indicate promising antibacterial functionality combined with preserved mechanical integrity, while the increased water uptake observed after coating highlights the need for further optimisation aimed at improving moisture resistance.

Key words: sustainability, paperboards, antibacterial activity, essential oils

Introduction

Single-use plastics used in packaging are still largely disposed of via landfilling or incineration, while mismanaged waste increasingly accumulates in terrestrial and aquatic environments, intensifying pressure to reduce plastic-based packaging materials (Chen et al. 2021). Consequently, there is growing interest in renewable and biodegradable alternatives, among which cellulose-based substrates are particularly attractive (Singh et al. 2025). Cellulose, the most abundant biopolymer, is renewable, biodegradable, and non-toxic. These features make it a viable alternative to plastics and a widely adopted material for packaging

(Marinho 2025). However, in order to improve the parameters of cellulose-based materials, they are coated with coatings, often also based on substances of natural origin.

Essential oils due to their complex chemical composition and the resulting bioactive properties are gaining increasing applied relevance, particularly in the cosmetic, pharmaceutical, healthcare, and food sectors (Casalini, Baschetti 2022; Stefanowska et al. 2023). Thyme essential oil exhibits pronounced antimicrobial activity against a broad range of Gram-positive and Gram-negative bacteria, including *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus* (Semeniuc et al. 2017). This effect is largely associated with phenolic monoterpenes such as carvacrol and thymol, which can compromise bacterial membrane integrity and disrupt key cellular processes (Khan et al. 2017; Semeniuc et al. 2017). Carvacrol has been widely discussed as a bioactive constituent of essential oils with documented antimicrobial potential and broader relevance to human health (Khan et al. 2017; Sharifi-Rad et al. 2018). Thymol, a major constituent of thyme essential oil and an isomer of carvacrol, is likewise recognised for broad bioactivity, particularly antimicrobial and antioxidant effects (Alvarez Echazú et al. 2017; Escobar et al. 2020).

Essential oils and their constituents exhibit a broad range of biological activities, supporting their application as functional components in biodegradable polysaccharide matrices. Incorporation of these compounds enables the design of active packaging materials with enhanced bioactive performance (Casalini, Baschetti 2022). Chitosan is a natural polysaccharide biopolymer obtained through the deacetylation of chitin, which occurs in crustacean shells, insect exoskeletons, and the cell walls of certain fungi (Rinaudo 2006). Chitosan-based films and coatings are biodegradable and can provide useful functional performance, including improved barrier behaviour and antibacterial activity, while maintaining favourable mechanical properties, particularly when combined with reinforcing nano-additives (Zou et al. 2023).

The aim of this study was to develop a paperboards coating based on natural substances: chitosan, cellulose nanocrystals (CNC), thyme essential oil (EO), and its main components – thymol and carvacrol – to improve the properties of coated paperboards. In doing so, the work supports the transition from single-use plastic packaging toward more sustainable solutions and highlights the potential of these bio-based systems as functional, bioactive candidates for active food-packaging applications.

Experimental part

Materials

Chitosan of crab-shell origin (flakes; degree of deacetylation 86.0%) was purchased from ChitoLytic (Toronto, Canada). Acetic acid and ethanol were obtained from Avantor Performance Materials (Gliwice, Poland). Carvacrol and thymol were purchased from Merck KGaA (Darmstadt, Germany); carvacrol was used as received, whereas thymol was dissolved in ethanol to prepare a stock solution prior to incorporation into the chitosan matrix. Thyme essential oil was supplied by ETJA S.C. (Elblag, Poland). Cellulose nanocrystals were obtained from Adrian Engineering Group PLTD (Haskovo, Bulgaria) as a powder and dispersed in deionised water prior to use.

Preparation of Impregnated Paperboard

Chitosan was dissolved in 3% (v/v) acetic acid and homogenized at 200 rpm for 4 h using an IKA laboratory homogenizer (Warsaw, Poland). Thyme essential oil and its major components (carvacrol and thymol) were added to obtain final concentrations of 1% (w/v) chitosan and 10% (w/v) bioactive additive (relative to the total formulation volume). For paperboard coating characterisation, cellulose nanocrystals dispersed in water were additionally incorporated to reach 1% (w/v) in the final formulation. The mixture was then stirred at room temperature for 30 min.

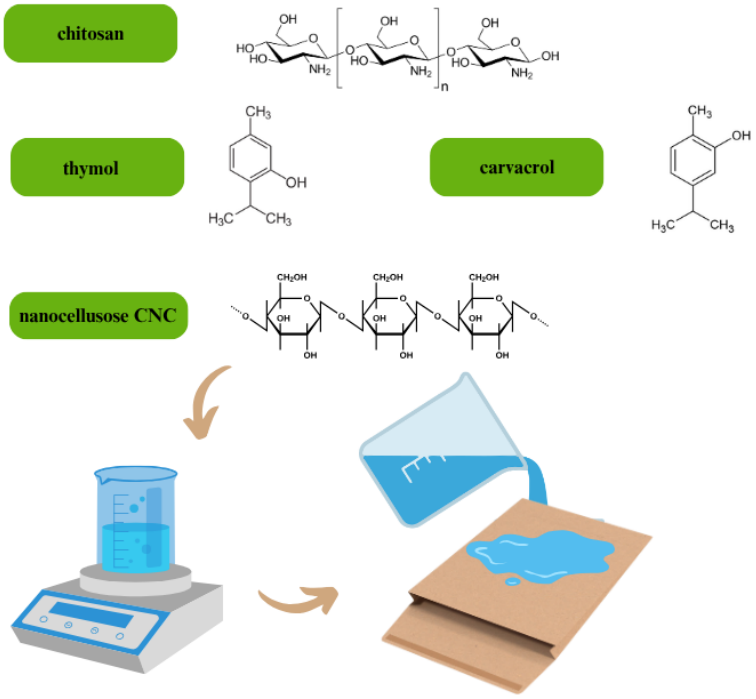


Fig. 1: Preparation scheme of coated paperboard

Antibacterial Activities

The antibacterial activity was evaluated against reference strains, including Gram-positive bacteria (*Listeria monocytogenes*, ATCC 19111; *Staphylococcus aureus*, ATCC 25923) and Gram-negative bacteria (*Escherichia coli*, ATCC 10536; *Pseudomonas aeruginosa*, ATCC 15442). Coated paperboard specimens were placed on inoculated agar plates. The prepared plates were then incubated for 24 hours at 37 ± 2 °C. Inhibition zone diameters were measured (mm) using an automated image analysis system (MultiScaneBase v14.02).

Water Absorption Value

Water absorption of the paperboard samples was determined as $Cobb_{60}$ according to PN-EN ISO 20535:2023-10 using a Cobb tester (Regmed, Osasco, Brazil). Samples were contacted with 100 mL of deionized water for 60 s at 20 ± 1 °C.

Burst Strength

Burst strength (kPa) was determined as the maximum hydraulic pressure required to rupture the paperboard by forcing a clamped rubber diaphragm against the sample.

Attenuated total reflectance Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR)

Infrared spectra of the paperboard samples were recorded using a Nicolet iS5 FTIR spectrophotometer (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) equipped with an ATR accessory. Spectra were collected over 4000–600 cm^{-1} at a resolution of 4 cm^{-1}, averaging 32 scans per sample.

Evaluation and discussion

The antibacterial performance of the coated paperboard samples was evaluated against representative Gram-positive and Gram-negative strains using the agar diffusion method, and the results are summarised in Tab. 1. Overall, paperboard coated with 1% CHT + 10% thymol coating exhibited the strongest inhibitory effects, producing large inhibition zones for all tested bacteria (18–25 mm), indicating strong activity. The highest inhibition was observed for *E. coli* (25 mm) and *P. aeruginosa* (24 mm), while pronounced effects were also recorded for *L. monocytogenes* (23 mm) and *S. aureus* (18 mm). Paperboard coated with 1% CHT + 10% carvacrol coating also demonstrated strong antibacterial potential against *L. monocytogenes* (20 mm), *S. aureus* (17.5 mm) and *E. coli* (17.5 mm), but showed markedly weaker activity against *P. aeruginosa* (10.5 mm). In contrast, paperboard coated with 1% CHT + 10% thyme essential oil coating was characterized by moderate to strong inhibition depending on the strain, with inhibition zones of 11.5 mm for *L. monocytogenes*, 17.0 mm for *E. coli* and 15.5 mm for *P. aeruginosa*, while no inhibition was observed for *S. aureus*. These results indicate that the chitosan-thymol coated paperboard provides the most consistent and potent antibacterial performance, whereas chitosan-based coatings with carvacrol and the thyme essential oil exhibit strain-dependent activity. Similar antibacterial effectiveness has been reported for carvacrol-functionalised chitosan systems, where carvacrol-grafted chitosan nanoparticles retained activity against *E. coli* and *S. aureus* while showing reduced cytotoxicity compared with the neat essential oil component (Chen et al. 2009). In addition, thymol-loaded chitosan matrices have been shown to provide sustained antimicrobial activity and reduced bacterial adhesion while maintaining cytocompatibility (Alvarez Echazú et al. 2017).

Tab.1 The antibacterial activity of coated paperboard

Bacterial Strains	1% CHT+ 10% EO	1% CHT /10% Thymol	1%CHT / 10% Carvacrol
	Inhibition Zone (mm)		
Gram-positive bacteria			
L. monocytogenes	11.5	23	20
S. aureus	0	18	17.5
Gram-negative bacteria			
E. coli	17	25	17.5
P. aeruginosa	15.5	24	10.5

Antibacterial activity was classified based on inhibition zone diameters: weak (5–10 mm), moderate (11–14 mm), and strong (>14 mm).

Water absorption of the paperboard samples was evaluated using the $Cobb_{60}$ method (Fig. 2). The research used paperboard coated with chitosan-based coatings with bioactive ingredients (thyme essential oil, thyme and carvacrol) reinforced with cellulose nanocrystals (CNC). The uncoated control paperboard showed the lowest water uptake (28.33 g/m²). In contrast, all coated paperboard variants exhibited higher $Cobb_{60}$ values, indicating increased water absorption after coating. The application of 1% CHT coating resulted in 36.10 g/m², and the incorporation of 1% CNC further increased water uptake to 45.35 g/m². The addition of bioactive compounds to chitosan-CNC coatings led to a pronounced rise in $Cobb_{60}$ values of coated paperboard reaching 61.50 g/m² for 1% CHT/1% CNC/10% thymol and the highest values for 1% CHT/1% CNC/10% carvacrol (80.07 g/m²) and 1% CHT/1% CNC/10% thyme essential oil (75.95 g/m²). This trend suggests that, under the applied conditions, the hydrophilic character and swelling of the chitosan/CNC matrix may have promoted liquid water uptake rather than providing an effective barrier of coated paperboard. Moreover, incorporating bioactive additives into chitosan matrix at 10% may have induced phase separation and microstructural discontinuities, thereby facilitating water ingress instead of forming a compact, continuous coating layer. This behaviour is consistent with Vikele et al., who reported that the effect of chitosan on Cobb water absorption depends on the air permeance of the base paper: at low air permeance chitosan coatings may increase Cobb due to the higher water sorption of the hydrophilic chitosan layer relative to cellulose fibres, whereas at high air permeance chitosan can reduce Cobb by clogging pores and limiting capillary uptake (Vikele et al. 2017).

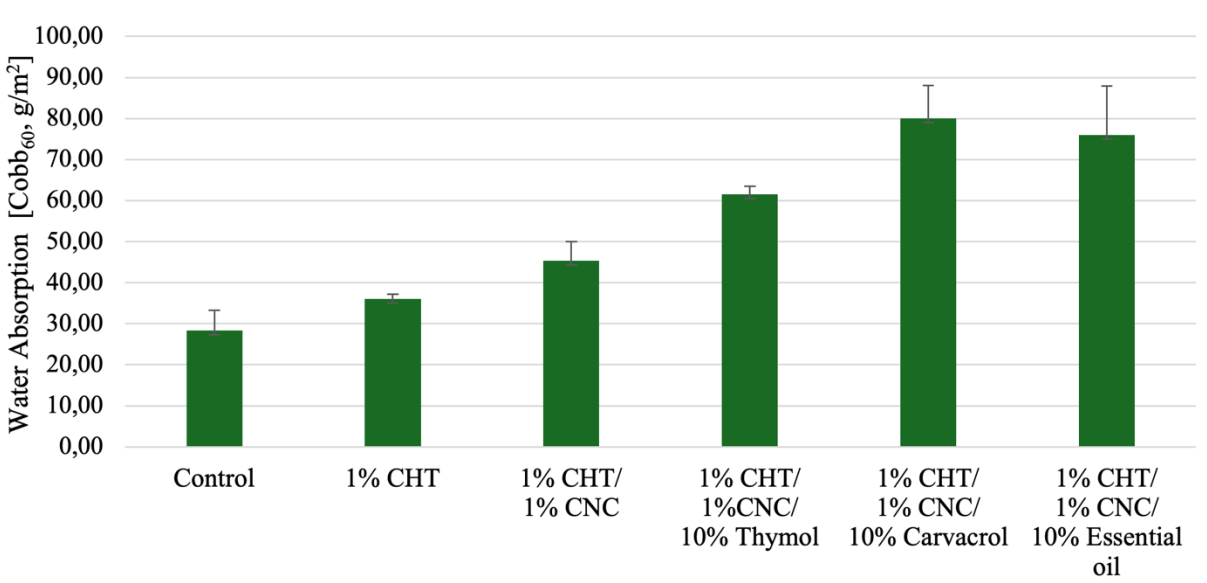


Fig. 2: $Cobb_{60}$ values (g/m²) of uncoated and treated paperboard samples

Burst strength remained high across all variants of tested paperboards, and in most cases, coating allowed the paperboard to maintain or improve resistance to rupture compared with the uncoated control (Fig.3). The uncoated paperboard reached 685.36 kPa, while paperboard coated with 1% CHT increased its burst strength to 769.00 kPa (+12%), indicating a clear reinforcement effect. CNC-containing coated paperboard samples also preserved favourable

values in the range of 705.20–718.50 kPa, with the highest burst strength within this group obtained for paperboard coated with 1% CHT/1% CNC/10% carvacrol (718.50 kPa). Paperboard coated with 10% thyme essential oil maintained a value comparable to paperboard coated 1% CHT/1% CNC (707.25 kPa). Only the thymol-enriched coated sampleshowed a lower burst strength (663.44 kPa); however, it still remained within the overall high range observed for all coated samples (663–769 kPa). A similar trend has been reported for chitosan–nanocellulose coated paperboard, where chitosan increased burst strength of the paperboard and bioactive additives had only a limited impact on mechanical performance (Młodziejewska et al. 2025).

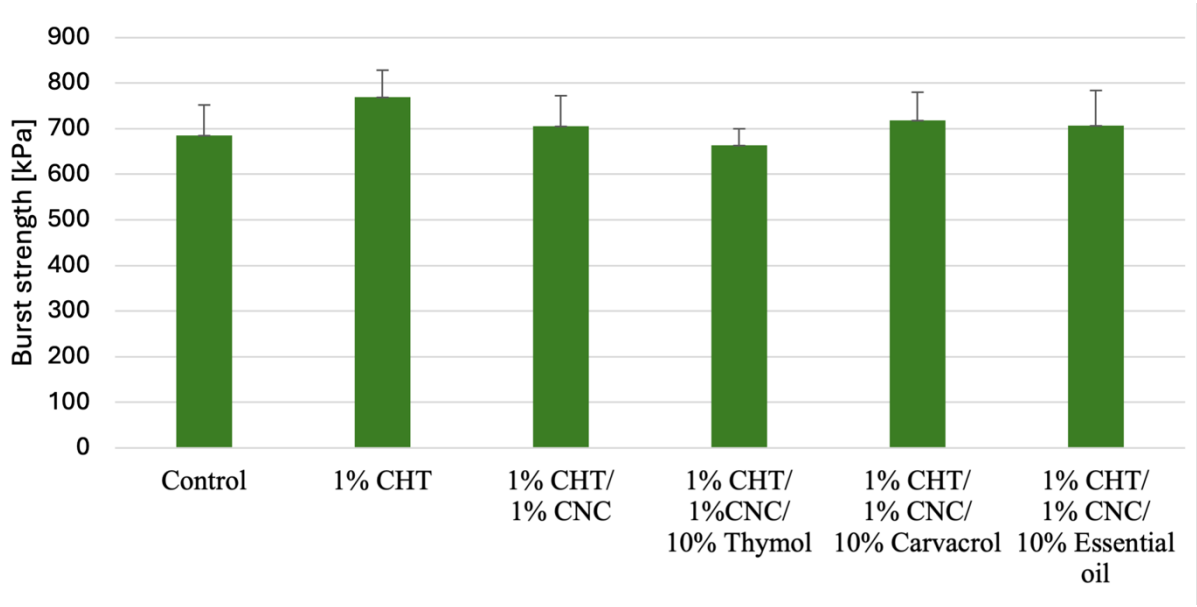


Fig. 3: Burst strength (kPa) of uncoated and treated paperboard samples

Figure 4 shows the ATR-FTIR spectra of paperboards coated with chitosan-based coatings, CNC, and bioactive additives. Compared to the spectrum of uncoated paperboard, the spectra of all coated paperboards contain bands characteristic of chitosan. A broad signal band around 3290 cm^{-1} was attributed to the stretching vibrations of hydroxyl and amine groups, whereas the bands located at approximately 1650 and 1550 cm^{-1} were related to amide I and amide II vibrations, respectively (Costa et al. 2021). The bands at 1260, 1150, and 1020 cm^{-1} were assigned to vibrations within the saccharide backbone of chitosan. The spectra of the 1% CHT/1% CNC coatings enriched with thymol, carvacrol, and essential oil showed slight differences compared with the 1% CHT/1% CNC sample. The most noticeable changes were observed in the regions around 1630–1510 cm^{-1}, which may be associated with C=C stretching vibrations of aromatic rings present in thymol and carvacrol (Alvarez Echazú et al. 2017). Additional variations in band intensity near 1450 and 1370 cm^{-1} can be attributed to $–CH_3$ bending vibrations, while changes in the region of 1260–1230 cm^{-1} may be related to C–O and C–C stretching vibrations of the incorporated active compounds. These spectral changes suggest the effective incorporation of thymol, carvacrol, and essential oil into the CHT/CNC matrix.

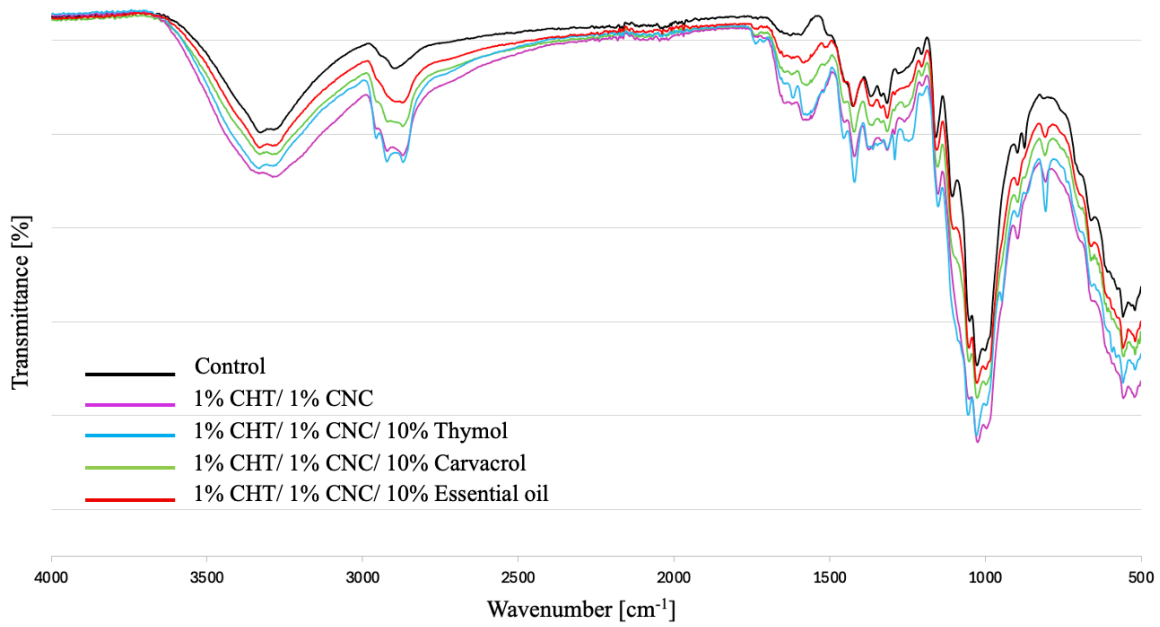


Fig. 4: The ATR-FTIR spectra of samples

Conclusions

Chitosan-based paperboard coatings functionalised with thyme essential oil or its major constituents – thymol and carvacrol – showed measurable antibacterial activity, with the thymol-containing formulation providing the most consistent inhibition across the tested strains. All coated paperboard variants retained high burst strength, indicating preserved mechanical integrity of the substrate. However, $Cobb_{60}$ values of coated paperboards increased after coating, suggesting that the current formulations do not yet provide sufficient resistance to water. Overall, the results are promising for bioactive fibre-based packaging, but further optimisation is required to improve hydrophobicity while maintaining antibacterial efficacy and mechanical performance.

References

Alvarez Echazú, M.I., Olivetti, C.E., Anesini, C., Perez, C.J., Alvarez, G.S., Desimone, M.F. 2017. Development and evaluation of thymol-chitosan hydrogels with antimicrobial-antioxidant activity for oral local delivery. Materials Science & Engineering C, 81: 588–596. DOI:10.1016/j.msec.2017.08.059.

Casalini, S., Baschetti, M.G. 2022. The use of essential oils in chitosan or cellulose-based materials for the production of active food packaging solutions: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. DOI:10.1002/jsfa.11918.

Chen, F., Shi, Z., Neoh, K.G., Kang, E.T. 2009. Antioxidant and antibacterial activities of eugenol and carvacrol-grafted chitosan nanoparticles. Biotechnology and Bioengineering, 104: 30–39. DOI:10.1002/bit.22363.

Chen, Y., Awasthi, A.K., Wei, F., Tan, Q., Li, J. 2021. Single-use plastics: Production, usage, disposal, and adverse impacts. Science of the Total Environment, 752: 141772. DOI:10.1016/j.scitotenv.2020.141772.

Costa, S.M., Ferreira, D.P., Teixeira, P., Ballesteros, L.F., Teixeira, J.A., Fangueiro, R. 2021. Active natural-based films for food packaging applications: The combined effect of chitosan and nanocellulose. International Journal of Biological Macromolecules, 177: 241–251. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2021.02.105.

Khan, I., Bahuguna, A., Kumar, P., Bajpai, V.K., Kang, S.C. 2017. Antimicrobial potential of carvacrol against uropathogenic *Escherichia coli* via membrane disruption, depolarization, and reactive oxygen species generation. Frontiers in Microbiology, 8: 2421. DOI:10.3389/fmicb.2017.02421.

Marinho, E. 2025. Cellulose: A comprehensive review of its properties and applications. Sustainable Chemistry for the Environment, 11: 100283. DOI:10.1016/j.scenv.2025.100283.

Masyita, A., Sari, R.M., Astuti, A.D., Yasir, B., Rumata, N.R., Emran, T.B., Nainu, F., Simal-Gandara, J. 2022. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. Food Chemistry: X, 13: 100217. DOI:10.1016/j.fochx.2022.100217.

Młodziejewska, J., Woźniak, M., Sip, A., Dobrucka, R., Ratajczak, I. 2025. Biopolymer paperboard impregnation based on chitosan and nanocellulose with addition of caffeine and gallic acid. Coatings, 15(9): 1034. DOI:10.3390/coatings15091034.

Rinaudo, M. 2006. Chitin and chitosan: Properties and applications. Progress in Polymer Science, 31(7): 603–632. DOI:10.1016/j.progpolymsci.2006.06.001.

Semeniuc, C.A., Popa, C.R., Rotar, A.M. 2017. Antibacterial activity and interactions of plant essential oil combinations against Gram-positive and Gram-negative bacteria. Journal of Food and Drug Analysis, 25: 403–408. DOI:10.1016/j.jfda.2016.06.002.

Sharifi-Rad, M., Varoni, E.M., Iriti, M., et al. 2018. Carvacrol and human health: A comprehensive review. Phytotherapy Research, 32(9): 1675–1687. DOI:10.1002/ptr.6103.

Singh, S., Sögut, E., Uysal-Unalan, I., Karlovits, I., Coma, V., Corredig, M., Poças, F. 2025. Current usage of paperboard packaging: A case study of the European landscape on tomato packaging. Food Packaging and Shelf Life, 51: 101572. DOI:10.1016/j.fpsl.2025.101572.

Stefanowska, K., Woźniak, M., Dobrucka, R., Ratajczak, I. 2023. Chitosan with natural additives as a potential food packaging. Materials, 16: 1579. DOI:10.3390/ma16041579.

Vikele, L., Laka, M., Sable, I., Rozenberga, L., Grinfelds, U., Zoldners, J., Passas, R., Mauret, E. 2017. Effect of chitosan on properties of paper for packaging. Cellulose Chem. Technol., 51(1–2): 67–73.

Zou, Z., Ismail, B.B., Zhang, X., Yang, Z., Liu, D., Guo, M. 2023. Improving barrier and antibacterial properties of chitosan composite films by incorporating lignin nanoparticles and acylated soy protein isolate nanogel. Food Hydrocolloids, 134: 108091. DOI:10.1016/j.foodhyd.2022.108091.

TEORETICKO-METODOLOGICKÝ RÁMEC PROBLEMATIKY HAND-MADE PODNIKANIA SO ŠPECIÁLNYMI VÝROBKAMI Z DREVA

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FRAMEWORK OF CRAFT-BASED ENTREPRENEURSHIP IN SPECIALTY WOOD PRODUCTS

Martin Synák-Varga[1], Mariana Sedliačiková[2], Denis Pinka[3]

[1,2,3]*Katedra ekonomiky, manažmentu a podnikania, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01, Zvolen, Slovensko*

[1]*xsynakvarga@is.tuzvo.sk,* [2]*sedliacikova@tuzvo.sk,* [3]*xpinkad@is.tuzvo.sk*

Abstract

This study focuses on the theoretical and methodological foundations of craft family businesses specializing in specialty wood products. It identifies a research gap stemming from the absence of a unified analytical and methodological framework, as existing research is characterized by a fragmented approach. The main goal of the study is to analyze theoretical concepts and, based on them, propose a methodological framework for further exploration of this issue. The proposed methodological framework is based on a systems approach and integrates key determinants, such as product specifics, branding, and sales channels, within the value creation process. The proposed concept enables a more comprehensive understanding of the factors of competitiveness and sustainability of craft family businesses and provides a basis for further empirical research as well as practical application.

Key words: family business, craft, craft family business, specialty wood products, methodological framework.

Úvod

Rodinné podniky

Rodinné podniky (RP) predstavujú v európskych aj globálnych ekonomikách významnú skupinu ekonomických subjektov, ktoré zásadným spôsobom prispievajú k tvorbe bohatstva, zamestnanosti a regionálnemu rozvoju. Ich špecifickosť spočíva najmä v prepojení podnikateľských cieľov s rodinnými hodnotami a dlhodobou orientáciou rozhodovania, čo im umožňuje pôsobiť ako stabilizačný prvok ekonomického prostredia (Nyabakora, 2024). Ako uvádzajú Birdthistle a Hales (2024), RP patria medzi kľúčových tvorcov pracovných miest, významne podporujú hospodársky rast a zároveň zohrávajú dôležitú úlohu v oblasti spoločenskej udržateľnosti a rozvoja komunít. Zajkowski et al. (2022) poukazujú na to, že kombinácia rodinného vlastníctva, manažérskeho vplyvu a medzigeneračného transferu podniku vytvára jedinečný charakter rodinného podnikania. Amore et al. (2022) preukázali, že podniky s vyššou mierou zapojenia rodiny dosahujú vyššiu mieru odolnosti počas kríz, čo

súvisí s ich dlhodobou orientáciou a ochotou uprednostniť stabilitu podniku pred krátkodobou ziskovosťou. Na Slovensku bola absencia právne záväznej definície rodinného podnikania dlhodobo predmetom odbornej diskusie. Až novela zákona č. 112/2018 Z. z. o Sociálnej ekonomike a sociálnych podnikoch, účinná od júla 2023, priniesla prvé legislatívne ukotvené vymedzenie RP, ktoré zohľadňuje vlastnícke väzby, riadiace postavenie rodinných príslušníkov a ich ekonomickú angažovanosť v podniku. Toto vymedzenie umožňuje presnejšiu identifikáciu RP a vytvára priestor pre systematickejšiu tvorbu politík podporujúcich ich rozvoj. RP možno chápať ako subjekt, v ktorom rodina nielen vykonáva vlastnícku kontrolu, ale zároveň aktívne zasahuje do jeho strategického riadenia a usiluje sa o dlhodobú generačnú kontinuitu podnikania. Basco (2023) dopĺňa, že RP zohrávajú kľúčovú úlohu v rámci regiónov tým, že podporujú lokálne inovácie, dlhodobé podnikateľské väzby a vytvárajú sociálny kapitál s multiplikačnými efektmi pre región. Podľa European Family Business (2022), RP tvoria jadro sektora malých a stredných podnikov (MSP) a vo viacerých krajinách predstavujú najpočetnejšiu skupinu ekonomických subjektov.

Hand-made podnikanie

Hand-made (HM) podnikanie možno charakterizovať ako osobitný typ podnikateľského modelu, ktorý je založený na dominantnej úlohe manuálnej práce, využívaní remeselných zručností a individuálnom prístupe k tvorbe výrobkov. V porovnaní s priemyselnou výrobou sa vyznačuje najmä nízkym objemom produkcie, vysokou mierou zapojenia ľudského faktora a priamou účasťou podnikateľa na samotnom výrobnom procese (Ganzin et al., 2024). Významným znakom tohto typu podnikania je jeho procesná orientácia, ktorá zohráva kľúčovú úlohu pri formovaní vnímania hodnoty zo strany zákazníkov. Zákazníci nevnímajú hodnotu výrobku výlučne prostredníctvom jeho funkčnosti, ale aj prostredníctvom príbehu jeho vzniku, použitých výrobných techník a osobnosti tvorcu (Downey, 2024). Tento prístup umožňuje vytvárať diferenciáciu voči automatizovanej veľkosériovej produkcii a zároveň posilňovať emocionálne väzby so zákazníkmi. Na druhej strane však predstavuje limit z hľadiska rýchlej expanzie výrobných kapacít (Pine & Gilmore, 2020). Hodnota výrobkov je vytváraná postupne v priebehu výrobného procesu, a to prostredníctvom kombinácie manuálnej práce, odborných zručností a kreatívnych rozhodnutí výrobcu (Smagina & Ludviga, 2020). Výsledný výrobok tak nadobúda širší význam, keďže nie je len funkčným predmetom, ale zároveň reprezentuje kultúrne prvky, estetické kvality a individuálnu identitu jeho tvorcu (Luckman, 2015). Z uvedeného vyplýva, že HM podnikanie funguje na odlišnom princípe tvorby hodnoty než tradičné výrobné modely. Jeho podstata nespočíva v maximalizácii objemu produkcie, ale v zdôrazňovaní autenticity, originality a kultúrneho kontextu výrobkov, ktoré predstavujú hlavné zdroje jeho konkurenčnej výhody (Solomon & Mathias, 2020; Dobrev & Verhaal, 2024).

Budovanie značky HM RP predstavuje komplexný strategický proces, ktorý je úzko prepojený s identitou rodiny, jej hodnotovým systémom a historickým vývojom podniku. Značka je chápaná ako nositeľ rodinnej identity a tradície, pričom tieto prvky významne ovplyvňujú vnímanie podniku zákazníkmi a ďalšími stakeholdermi (Aparicio et al., 2023). RP sa vyznačujú silnou hodnotovou orientáciou a dlhodobým prístupom k podnikaniu, čo sa premieta aj do budovania značky založenej na dôvere, stabilite a kontinuitnom rozvoji (Sedliačiková et al., 2025). Značka nepredstavuje iba marketingový nástroj, ale strategický

komunikačný prostriedok jedinečnosti a odlišnosti od iných podnikov (Aloui et al., 2024). V kontexte HM RP zohráva značka osobitnú úlohu ako nositeľ príbehu podniku, remeselnej tradície a osobného prístupu k zákazníkovi. Prezentovanie histórie rodiny, procesu výroby a lokálneho zakotvenia umožňuje vytvárať autentický imidž značky a posilňovať emocionálne prepojenie medzi zákazníkom a výrobkom (Hoang a Vinh, 2025).

Špeciálne výrobky z dreva

Drevo patrí medzi tradičné materiály, ktoré si napriek technologickému pokroku zachovávajú významné postavenie aj v súčasnej ekonomike, najmä pri tvorbe výrobkov s vyššou pridanou hodnotou (Schubert et al., 2022). V prostredí HM podnikania nadobúda jeho využitie špecifický rozmer, keďže kombinuje funkčné vlastnosti materiálu s environmentálnymi aspektmi a emocionálnym vnímaním zo strany zákazníka. Kvalita spracovania dreva pritom zohráva rozhodujúcu úlohu pri formovaní celkovej hodnoty výrobku, jeho životnosti a estetického pôsobenia (Duan et al., 2023; Ross, 2021). Pojem špeciálne výrobky z dreva (ŠVzD) nie je v odbornej literatúre jednoznačne definovaný, čo naznačuje potrebu jeho vymedzenia prostredníctvom jeho charakteristík. Za ŠVzD možno považovať výrobky, ktoré sa odlišujú od základných drevárskych produktov predovšetkým vyšším stupňom spracovania s dôrazom na kvalitatívne zhodnotenie materiálu (Calvano et al., 2025). Typickým znakom týchto výrobkov je ich konečná podoba určená priamo pre zákazníka, pričom kľúčovými determinantmi ich hodnoty sú najmä úroveň kvality remeselného spracovania, dizajnové riešenie a funkčné vlastnosti (Suandi et al., 2022). Tento typ produkcie kladie vysoké nároky nielen na odborné zručnosti výrobcu, ale aj na riadenie výrobných procesov a kontrolu kvality. Nedostatky vo výrobe sa totiž priamo premietajú do výsledných vlastností výrobku, čo môže negatívne ovplyvniť jeho funkčnosť aj vizuálnu hodnotu (Zhao et al., 2021; Yaghoubi et al., 2024).

ŠVzD zahŕňajú rozmanitú skupinu výrobkov, ktoré sa líšia svojím účelom aj spôsobom využitia. Ide najmä o výrobky nachádzajúce uplatnenie v domácnosti, vo voľnočasových aktivitách či v kultúrnej oblasti, pričom typickými príkladmi sú drevené kuchynské potreby, hudobné nástroje, hračky alebo dekoratívne výrobky (Hetemäki et al., 2023; de Araujo et al., 2017).

- **Drevené kuchynské potreby** – zahŕňajú výrobky ako varechy, dosky na krájanie, príbor či misky, ktoré boli historicky súčasťou tradičnej remeselnej výroby a vyrábali sa najmä z lokálne dostupných surovín (Herudzińska a Mańkowski, 2023). V súčasnosti sa ich význam posilňuje aj v kontexte udržateľnosti, keďže často vznikajú z druhotných zdrojov dreva, čím sa minimalizuje odpad a zároveň sa zvyšuje hodnota materiálu prostredníctvom jeho transformácie na funkčné výrobky (Silva a Barata, 2025). Majú silný kultúrny rozmer, nakoľko sú späté s tradíciami prípravy jedál v každodennom živote (Lestari et al., 2023).
- **Drevené hudobné nástroje** - drevo pri hudobných nástrojoch plní nielen konštrukčnú, ale predovšetkým akustickú funkciu, keďže jeho fyzikálne a mechanické vlastnosti zásadne ovplyvňujú šírenie zvuku, rezonančné správanie a výslednú kvalitu tónu (Gurău et al., 2023; Kaselouris et al., 2022). Z tohto dôvodu sú hudobné nástroje z dreva považované za technologicky, remeselne a finančne mimoriadne náročné výrobky, ktorých výroba si vyžaduje precízny výber materiálu, špecializované spracovateľské postupy a vysokú

úroveň remeselnej odbornosti, čo sa premieta aj do ich vyššej trhovej hodnoty a predajnej ceny (Albano et al., 2021).

- **Drevené hračky** - sú považované za výrobky kombinujúce funkciu hry, bezpečnosti a environmentálnej udržateľnosti (Bispo et al., 2021 a Muthu, 2022). Sú alternatívou k plastovým výrobkom, najmä z dôvodu nižšieho environmentálneho zaťaženia a obmedzeného výskytu rizikových látok, pričom dôraz sa kladie aj na vhodné materiálové a povrchové riešenia z hľadiska bezpečnosti detí (Bispo et al., 2021; Petrović, 2023).
- **Drevené dekoratívne a dizajnové výrobky** - zahŕňajú bytové doplnky, umelecké predmety, šperky alebo drobnú galantériu. Tieto výrobky sú charakterizované prostredníctvom ich symbolickej a estetickej hodnoty, pričom drevo tu vystupuje ako nositeľ prírodného pôvodu a kultúrneho významu (Fang et al., 2024; Azmin et al., 2021).

Trh so ŠVzD predstavuje špecifický segment kreatívnej výroby, ktorý je charakteristický vysokou diverzifikáciou výrobkov a dominanciou MSP. Tieto podniky využívajú lokálne zdroje, tradičné znalosti a kultúrne dedičstvo ako hlavný základ svojej konkurenčnej výhody (Lantu et al., 2022). Súčasne sú úzko prepojené s regionálnym prostredím a komunitnými väzbami, ktoré významne ovplyvňujú ich podnikateľské stratégie a trhové postavenie (Kofler a Walder, 2024). Trh so ŠVzD možno chápať ako podsegment širšieho trhu s drevenými výrobkami, kde sa prelína materiálová hodnota dreva s estetickou, funkčnou a symbolickou hodnotou finálneho výrobku. Hodnota týchto výrobkov je determinovaná najmä kvalitou spracovania, originálnym dizajnom a remeselnou jedinečnosťou, ktoré zvyšujú ich diferenciáciu na trhu (Boguszewski, 2025). Drevené výrobky zároveň často substituujú produkty z iných materiálov, čím získavajú stabilné postavenie v rôznych segmentoch konečného použitia (Hurmekoski et al., 2021).

Zákaznícke správanie pri špeciálnych výrobkoch z dreva

Zákaznícke správanie v segmente ŠVzD je ovplyvnené demografickými charakteristikami zákazníkov, ako sú vek, príjem, vzdelanie či životný štýl, ktoré ovplyvňujú ich preferencie, spôsob vnímania hodnoty výrobkov a ochotu zaplatiť vyššiu cenu za výrobky s vyššou pridanou hodnotou, najmä v kontexte ich estetických, funkčných a environmentálnych vlastností (Poratelli et al., 2022; Hetemäki et al., 2023).

Generačné rozdiely - mladšie generácie častejšie preferujú výrobky z dreva s moderným dizajnom, zatiaľ čo starší zákazníci kladú väčší dôraz na tradičný vzhľad a funkčnosť výrobkov (Dewi et al., 2019). Rozdiely vo vekových skupinách sa prejavujú aj v odlišnom vnímaní estetickej hodnoty dreva, pričom mladší zákazníci častejšie vyhľadávajú originálne a dizajnovo orientované výrobky z prírodných materiálov. Tieto preferencie poukazujú na generačné rozdiely v spotrebiteľskom správaní, ktoré podnik musí zohľadniť pri marketingu (Montague et al., 2021).

Príjem - zákazníci s vyšším príjmom majú tendenciu preferovať kvalitnejšie drevené výrobky a prejavujú vyššiu ochotu investovať do výrobkov s vyššou pridanou hodnotou (Craig et al., 2024). Kúpna sila zákazníkov predstavuje významný faktor ovplyvňujúci dopyt po

drevených výrobkoch, pričom vyšší príjem je spojený s väčším dopytom po týchto výrobkoch (Dewi et al., 2019).

Vzdelanie - predstavuje významný faktor ovplyvňujúci zákaznícke správanie, najmä vo vzťahu k vnímaniu environmentálnych a kvalitatívnych faktorov ŠVzD. Vyššie vzdelaní zákazníci majú tendenciu lepšie rozumieť ekologickým benefitom dreva ako obnoviteľného materiálu a častejšie preferujú výrobky, ktoré spĺňajú kritériá udržateľnosti a environmentálnej zodpovednosti (Chen et al., 2023). Títo zákazníci zároveň prikladajú väčší význam informáciám o pôvode materiálu, certifikácii dreva a transparentnosti výrobných procesov, čo ovplyvňuje ich dôveru vo výrobok a konečné nákupné rozhodnutie (Liu et al., 2023).

Životný štýl - ovplyvňuje zákaznícke preferencie vo vzťahu k dizajnu, kvalite a ekologickosti výrobkov. Zákazníci orientovaní na udržateľný životný štýl sú naklonení preferovať výrobky z prírodných materiálov, ktoré reflektujú ich environmentálne hodnoty (Yu et al., 2023). Títo zákazníci vyhľadávajú výrobky s autentickým charakterom, lokálnym pôvodom a vyššou pridanou hodnotou, čo poukazuje na význam hodnotovo orientovaného správania pri nákupe drevených výrobkov (Dewi et al., 2019).

Vyššie uvedené faktory určujú, akým spôsobom zákazníci vnímajú hodnotu drevených výrobkov, ich kvalitu, dizajn a environmentálne vlastnosti, čo následne determinuje dopyt po ŠVzD (Dewi et al., 2019). Demografické charakteristiky zákazníkov významne ovplyvňujú ich postoje a preferencie vo vzťahu k ŠVzD (Liu et al., 2023), čo poukazuje na význam ich zohľadnenia pri efektívnom zacielení marketingových aktivít.

Aj keď súčasná literatúra reflektuje význam HM výroby a rodinného podnikania, ich integrácia do jednotného analytického rámca zostáva nedostatočne rozpracovaná. Výskumy sa sústreďujú buď na podnikateľské stratégie, alebo na kultúrno-sociálny význam remesiel, pričom absentuje systematické prepojenie produktových špecifík, tvorby hodnoty a strategického riadenia v podmienkach HM výroby ŠVzD. Súčasne v tomto segmente chýba aj jeho jasné metodologické ukotvenie.

Prínosom predloženej štúdie je návrh metodologického rámca skúmania HM rodinného podnikania so ŠVzD, ktorý vytvára systematický rámec pre jeho následné teoretické uchopenie a empirické skúmanie.

Hlavným vedeckým cieľom predloženej štúdie je analyzovať teoretické východiská HM RP so ŠVzD a na tomto základe navrhnúť metodologický rámec jeho ďalšieho skúmania, ktorý umožní systematicky identifikovať faktory konkurencieschopnosti, udržateľnosti a strategického rozvoja tohto segmentu.

Metodika práce

Metodologické uchopenie predloženej štúdie vychádza z potreby systematizácie poznania v oblasti HM RP so ŠVzD a z identifikovanej absencie jednotného analytického a metodologického rámca. Výskum je koncipovaný ako teoreticko-metodologická štúdia s presahom do empirického overovania, realizovaná v troch na seba nadväzujúcich etapách.

Prvá etapa je zameraná na hĺbkovú analýzu sekundárnych zdrojov. Pozornosť je sústredená na vedecké publikácie z oblasti RP, HM podnikania a ŠVzD, pričom sú využívané najmä zahraničné publikácie indexované v databázach Web of Science a Scopus. Cieľom tejto etapy je identifikovať teoretické východiská a vymedziť výskumné medzery. V rámci spracovania poznatkov sa uplatňujú metódy analýzy, syntézy, komparácie, dedukcie, indukcie a sumarizácie.

Druhá etapa predstavuje jadro výskumu a je zameraná na návrh metodologického rámca skúmania HM rodinného podnikania so ŠVzD. Na základe poznatkov z literárneho prehľadu dochádza k ich systematizácii a integrácii do ucelenej štruktúry skúmania. Súčasťou tejto etapy je aj presné vymedzenie jednotky analýzy, ktorou sú HM RP pôsobiace v oblasti spracovania dreva na území Slovenskej republiky, ako aj ich zákazníci. Databáza skúmaných podnikov bude vytvorená kombináciou viacerých zdrojov, najmä prostredníctvom účasti na remeselných trhoch, online platforiem, databáz podnikateľských subjektov a odporúčaní. Výber respondentov bude realizovaný zámerným výberom s cieľom zahrnúť podniky rôznej veľkosti, zamerania a stupňa rozvoja, pričom dôraz bude kladený na ich rodinný charakter a HM výrobu.

Empirický zber údajov bude realizovaný kombináciou kvalitatívnych a kvantitatívnych metód. Na strane podnikov budú využité štruktúrované rozhovory s majiteľmi alebo manažérmi, zamerané na produktové špecifiká, brandingovú stratégiu a využívané predajné kanály. Na strane zákazníkov bude realizovaný dotazníkový prieskum, ktoré sa zameria na vnímanie hodnoty výrobkov, autenticity, remeselnosti, dizajnu, značky, a na ochotu platiť vyššiu cenu. V rámci metodologického rámca budú analyzované tri kľúčové skupiny premenných:

- produktové špecifiká,
- brandingové faktory,
- predajné kanály.

Na spracovanie a vyhodnotenie údajov budú využité deskriptívne štatistické metódy, korelačná analýza a komparatívna analýza. V prípade dostatočného rozsahu dát bude aplikovaná aj regresná analýza s cieľom identifikovať vzťahy medzi jednotlivými premennými a faktormi ovplyvňujúcimi úspešnosť podnikov. Kvalitatívne údaje z rozhovorov budú spracované pomocou obsahovej analýzy.

Tretia etapa je zameraná na sumarizáciu získaných poznatkov a formulovanie záverov, pričom dôraz je kladený na zhodnotenie prínosu navrhnutého metodologického rámca pre ďalšie teoretické a empirické skúmanie predmetnej problematiky.

Vyhodnotenie a diskusia

Návrh metodologického rámca skúmania hand-made podnikania so špeciálnymi výrobkami z dreva

Metodologické uchopenie problematiky HM podnikania so ŠVzD vychádza z potreby prekonať fragmentovaný a prevažne deskriptívny charakter doterajšieho výskumu. Súčasné poznanie tejto oblasti je roztrieštené medzi viaceré oblasti, pričom absentuje jednotný prístup umožňujúci komplexné skúmanie HM podnikania ako špecifického ekonomického a hodnotového systému. Koncepčné vymedzenie výskumu, v ktorom HM RP v drevospracujúcom sektore vystupujú ako objekt skúmania, ŠVzD ako predmet a podnikateľská

stratégia ako subjekt vedeckého bádania, vytvára potrebu formulovať metodologický rámec integrujúci tieto prvky do jednotného analytického celku. Navrhovaný metodologický rámec preto reflektuje potrebu paradigmatického posunu od izolovaného skúmania jednotlivých faktorov k systémovému prístupu, ktorý umožňuje analyzovať proces tvorby hodnoty ako výsledok interakcie viacerých determinantov. HM podnikanie je v tomto kontexte chápané ako dynamický systém, v ktorom sa prelína materiálová podstata výrobku, podnikateľská činnosť a subjektívne vnímanie hodnoty zákazníkom.

Štruktúra metodologického rámca výskumu

Metodologický rámec je koncipovaný ako logicky nadväzujúci proces poznania, ktorý prechádza od teoretického vymedzenia k empirickému overeniu a následnej syntéze poznatkov. Tento prístup vychádza z logiky výskumného procesu, avšak nie je chápaný ako časový harmonogram, ale ako konceptuálny spôsob uchopenia problematiky. Navrhovaný metodologický rámec je štruktúrovaný do piatich na seba nadväzujúcich etáp, ktoré reflektujú logiku vedeckého poznania od teoretického vymedzenia problematiky až po praktickú aplikáciu získaných poznatkov. Jednotlivé etapy zobrazené v Tab. 1 predstavujú systematický postup, prostredníctvom ktorého dochádza k postupnému prehlbovaniu poznania a transformácii teoretických východísk do aplikovateľného modelu.

1. **Teoretická etapa** - je zameraná na analýzu zahraničnej vedeckej literatúry. Jej hlavným cieľom je vymedzenie základných konceptov súvisiacich s HM podnikaním, RP a ŠVzD. Výstupom tejto etapy je teoretický rámec, ktorý predstavuje konceptuálne ukotvenie celého výskumu a vytvára základ pre jeho ďalšie fázy.
2. **Identifikačná etapa** - podstatou je mapovanie HM RP a ich produktového portfólia. Vzhľadom na absenciu systematickej evidencie týchto podnikov ide o kľúčový krok, ktorého cieľom je definovanie objektu výskumu. Výstupom tejto etapy je databáza HM RP, ktorá slúži ako základ pre realizáciu empirického výskumu.
3. **Analytická etapa** - zameriava sa na skúmanie determinantov podnikateľskej stratégie, konkrétne produktových špecifík, brandingových prístupov a predajných kanálov. Cieľom tejto etapy je identifikovať faktory úspešnosti HM RP a analyzovať ich vzájomné vzťahy. Výstupom sú analytické poznatky, ktoré poskytujú hlbšie porozumenie fungovania skúmaného segmentu.
4. **Syntetická etapa** - nasleduje na základe získaných poznatkov, v rámci ktorej dochádza k integrácii čiastkových výsledkov do uceleného konceptu podnikateľskej stratégie. Táto etapa je kľúčová, keďže umožňuje transformovať analytické zistenia do rámcového modelu, ktorý reflektuje komplexnosť skúmanej problematiky.
5. **Verifikačná etapa** - predstavuje záverečnú fázu, ktorá je orientovaná na overenie navrhnutého modelu v podmienkach praxe. Jej cieľom je validácia modelu a posúdenie jeho aplikovateľnosti v reálnom podnikateľskom prostredí. Výstupom tejto etapy je aplikovateľný rámec, ktorý môže slúžiť ako nástroj pre podporu rozhodovania a strategického riadenia HM RP v oblasti výroby ŠVzD.

Tab. 1 Etapy metodologického rámca výskumu
Tab. 1 Stages of the research methodology framework

P. č.	Etapa výskumu	Zameranie	Hlavný cieľ	Výstup
1.	Teoretická	Analýza literatúry	Vymedzenie konceptov	Teoretický rámec
2.	Identifikačná	Mapovanie podnikov a produktov	Definovanie objektu výskumu	Databáza HM RP
3.	Analytická	Skúmanie determinantov	Identifikácia faktorov úspechu	Analytické poznatky
4.	Syntetická	Integrácia výsledkov	Tvorba konceptu stratégie	Rámcový model
5.	Verifikačná	Overenie v praxi	Validácia modelu	Aplikovateľný rámec

Takto koncipovaný metodologický rámec zabezpečuje logickú kontinuitu a umožňuje prechod od teoretického poznania k jeho praktickému využitiu, pričom jednotlivé etapy sú vzájomne prepojené a tvoria ucelený systém vedeckého skúmania.

Kľúčové determinanty metodologického rámca

Obsahovým jadrom metodologického rámca sú tri kľúčové determinanty, ktoré sú zobrazené v Tab. 2, predstavujúce základné piliere podnikateľskej stratégie HM RP so ŠVzD.

Tab. 2 Kľúčové determinanty výskumu
Tab. 2 Key determinants of research

Determinant	Obsah skúmania	Význam pre výskum
Produktové špecifiká	Materiál, dizajn, remeselnosť, jedinečnosť	Diferenciácia výrobku
Branding	Identita, príbeh, hodnoty, autenticita	Vnímanie hodnoty
Predajné kanály	Online/offline predaj, platformy, distribúcia	Trhový dosah

Tieto determinanty nemožno chápať izolovane. Produktové špecifiká predstavujú základ hodnoty výrobku, ktorý je následne komunikovaný prostredníctvom brandingu a distribuovaný prostredníctvom predajných kanálov. Branding transformuje objektívne vlastnosti výrobku do subjektívne vnímanej hodnoty, zatiaľ čo predajné kanály určujú jeho dostupnosť a trhový potenciál. Metodologický rámec kladie dôraz na skúmanie ich vzájomných väzieb a synergických efektov, ktoré determinujú konkurencieschopnosť HM RP.

Metodologické uchopenie výskumu

Navrhovaný metodologický rámec je založený na kombinovanom metodologickom prístupe, ktorý integruje kvalitatívne a kvantitatívne metódy. Tento prístup reflektuje komplexnosť skúmanej problematiky a umožňuje jej hlbšie pochopenie. Tab. 3 zobrazuje metodologické prístupy a ich funkcie.

Tab. 3 Metodologické prístupy a ich funkcie
Tab. 3 Methodological approaches and their functions

Typ výskumu	Metóda	Účel
Kvalitatívny	Rozhovory, case study	Pochopenie kontextu
Kvantitatívny	Dotazník	Overenie vzťahov
Analytický	Štatistické metódy	Identifikácia vplyvov
Syntetický	Modelovanie	Tvorba konceptu

Kvalitatívna fáza výskumu umožňuje identifikovať vnútorné procesy podnikov, ich strategické správanie a vnímanie hodnoty výrobkov. Kvantitatívna fáza následne umožňuje overiť tieto zistenia na širšej vzorke a identifikovať štatisticky významné vzťahy medzi premennými. Kombinácia týchto prístupov zabezpečuje zvýšenie validity výskumu.

Integračný princíp metodologického rámca

Kľúčovým prvkom navrhovaného rámca je integračný princíp, ktorý prepája jednotlivé determinanty do jedného systému. Tento princíp predstavuje jadro novej paradigmy výskumu, ktorý je zobrazený v Tab. 4.

Tab. 4 Integračný model metodologického rámca
Tab. 4 Integration model of the methodological framework

Prvok	Vzťah	Výsledok
Produkt → Branding	Produkt formuje identitu značky	Autenticita
Branding → Zákazník	Branding ovplyvňuje vnímanie	Dôvera
Kanály → Predaj	Distribúcia ovplyvňuje dostupnosť	Predajnosť
Interakcia všetkých prvkov	Synergia	Konkurencieschopnosť

Integračný model poukazuje na skutočnosť, že hodnota HM výrobku nevzniká izolovane, ale ako výsledok vzájomného pôsobenia viacerých faktorov. Tento prístup umožňuje identifikovať nielen jednotlivé determinanty úspechu, ale aj mechanizmy ich fungovania. Z metodologického hľadiska ide o posun od lineárneho k systémovému mysleniu, ktoré je nevyhnutné pre pochopenie komplexných ekonomických javov.

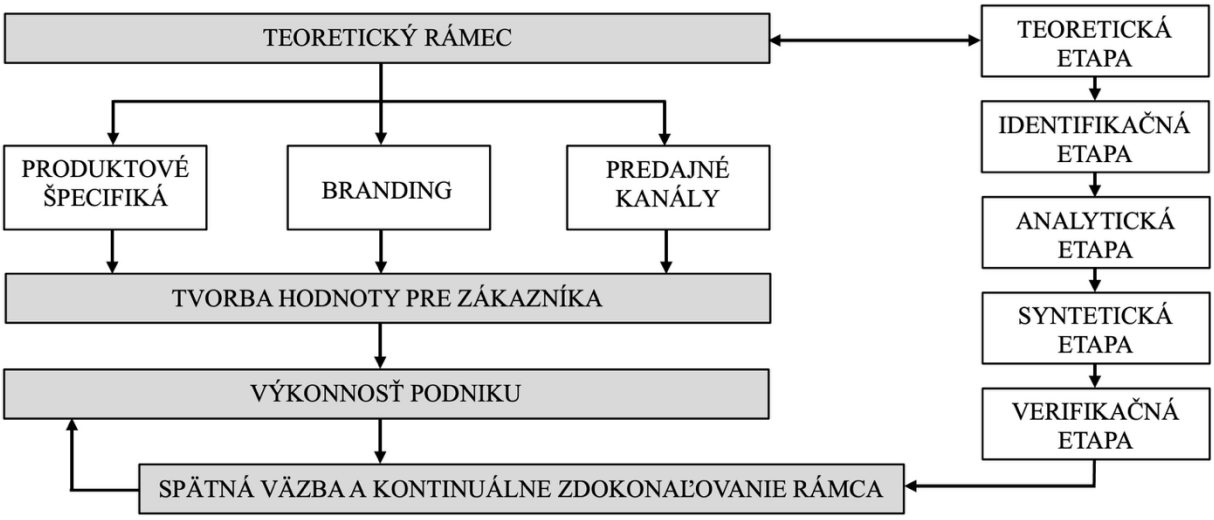
Výstup a prínos metodologického rámca

Výsledkom aplikácie metodologického rámca je návrh rámcového konceptu podnikateľskej stratégie HM podnikov, ktorý integruje produktové špecifiká, branding a predajné kanály do uceleného systému. Tento koncept predstavuje analytický nástroj, ktorý umožňuje identifikovať faktory úspešnosti podnikov a formulovať odporúčania pre ich rozvoj.

Metodologický rámec vytvára základ pre ďalšie výskumy, keďže umožňuje jeho aplikáciu v rôznych kontextoch a jeho rozšírenie o ďalšie determinanty, ako sú digitalizácia, internacionalizácia alebo generačná kontinuita.

Jeho prínos spočíva najmä v systematizácii poznania, integrácii teoretických a empirických prístupov a definovaní nového spôsobu uchopenia HM podnikania ako komplexného systému tvorby hodnoty.

Navrhovaný metodologický rámec zachytáva logiku skúmania HM podnikania ako systematicky prepojeného procesu tvorby hodnoty. Východiskovým prvkom je teoretický rámec, z ktorého vychádzajú tri kľúčové determinanty – produktové špecifiká, branding a predajné kanály. Tieto determinanty spoločne formujú proces tvorby hodnoty pre zákazníka, ktorý následne determinuje výkonnosť podniku. Schéma zároveň integruje procesný aspekt výskumu prostredníctvom jednotlivých etáp. Dôležitým prvkom rámca je spätná väzba, ktorá zabezpečuje jeho kontinuálne zdokonaľovanie a adaptáciu na podmienky praxe.



Obr. 1 Schéma metodologického rámca
Fig. 1 Diagram of the methodological framework

V porovnaní s existujúcimi výskumnými prístupmi možno konštatovať, že skúmanie HM podnikania je realizované prevažne prostredníctvom čiastkových metodologických prístupov, ktoré sa zameriavajú na izolované aspekty bez ich systematickej integrácie.

Smagina a Ludviga (2020) realizujú výskum založený na kvalitatívnej metodológii, pričom analyzujú proces tvorby hodnoty v HM sektore prostredníctvom niekoľkých prípadov podnikateľov. Ich metodika je orientovaná na identifikáciu rôznych typov hodnoty, avšak absentuje prepojenie týchto dimenzií s konkrétnymi strategickými determinantmi, ako sú produkt, branding alebo predajné kanály. Xianfei a Dawam (2024) navrhujú teoretický rámec revitalizácie tradičných remesiel založený na troch pilieroch – produktový rozvoj, branding a marketingové stratégie. Tento prístup je najbližší navrhovanému rámcu, avšak je založený prevažne na sekundárnej analýze a prípadovej štúdii, pričom chýba jeho empirické overenie a integrácia do širšieho metodologického výskumu. Kwasek et al. (2026) skúmajú faktory konkurencieschopnosti prostredníctvom kvalitatívneho rozhovoru a identifikujú význam produktu a trhu. Ich prístup poukazuje na synergické pôsobenie faktorov, avšak neformuluje ucelený metodologický rámec ani proces skúmania týchto determinantov. Rondi et al. (2024) analyzujú vývoj HM RP prostredníctvom prípadovej štúdie, pričom identifikujú dynamické konfigurácie. Ich metodika zdôrazňuje procesný charakter podnikania, no orientuje sa primárne

na strategický vývoj podniku, nie na komplexnú analýzu determinantov tvorby hodnoty. Ivanova a Slavova (2020) sa zameriavajú na predajné kanály podnikov v oblasti ŠVzD, pričom využívajú sekundárnu analýzu online prostredia a komparáciu využívaných platforiem. Ich metodika prináša detailný pohľad na predajné stratégie, najmä v online prostredí, avšak skúma tento aspekt izolovane bez prepojenia na produktové a brandingové faktory.

Navrhovaný metodologický rámec sa od uvedených prístupov odlišuje najmä svojím integračným a systémovým charakterom. Na rozdiel od existujúcich štúdií prepája produktové špecifiká, branding a predajné kanály do jedného analytického celku a zároveň ich skúma v rámci logicky nadväzujúceho výskumného procesu.

Záver

Predložená štúdia sa zamerala na teoreticko-metodologické uchopenie problematiky HM rodinného podnikania so ŠVzD, pričom identifikovala výskumnú medzeru spočívajúcu v absencii jednotného analytického a metodologického rámca tejto oblasti. Doterajší výskum je charakteristický fragmentovaným prístupom, v rámci ktorého sú jednotlivé aspekty, ako RP, HM podnikanie či výroba ŠVzD, skúmané izolovane, bez ich systematického prepojenia.

Na základe syntézy teoretických poznatkov bol navrhnutý metodologický rámec, ktorý reflektuje potrebu prechodu od deskriptívneho k systémovému a integračnému prístupu. HM podnikanie je v tomto kontexte chápané ako komplexný systém tvorby hodnoty, v ktorom sa prelínajú produktové špecifiká, branding a predajné kanály. Ich vzájomná interakcia predstavuje kľúčový mechanizmus výkonnosti podniku a formovania hodnoty pre zákazníka.

Navrhovaný metodologický rámec zároveň poskytuje logickú štruktúru vedeckého skúmania prostredníctvom na seba nadväzujúcich etáp, ktoré umožňujú prechod od teoretického vymedzenia problematiky k jej empirickému overeniu a syntéze poznatkov. Jeho význam spočíva nielen v systematizácii existujúceho poznania, ale aj v definovaní spôsobu, akým je možné skúmať determinanty konkurencieschopnosti a udržateľnosti HM RP.

Celkovo možno konštatovať, že štúdia prispieva k rozšíreniu poznania v danej oblasti a zároveň vytvára východisko pre ďalší výskum zameraný na empirickú verifikáciu navrhnutého rámca a jeho aplikáciu v podmienkach praxe.

POĎAKOVANIE*:* Tento výskum bol podporený projektami VEGA no. 1/0011/24, APVV-21-0051, APVV-22- 0238, APVV-23-0116, COST CA23117, COST CA23157, IPA no. 2/2025 a IPA no. 7/2026.

Literatúra

Albano, M., Ghirardello, M., Fiocco, G., Manzoni, C., Malagodi, M., Comelli, D., 2021. Complementary mapping techniques to characterize the wood finish of musical instruments. European Physical Journal Plus 136, 1054. ISSN 2190-5444. https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-02033-3

Aloui, N., Sdiri, I., Chaouali, W., Mousa, M., Danks, N. P., 2024. Not all communication styles are created equal: the differing effects of communicating the family business brand's roots and

virtues. Journal of Business & Industrial Marketing 39(12), 2673–2683. ISSN 0885-8624. https://doi.org/10.1108/JBIM-02-2024-0076

Amore, M.D., Bennedsen, M., Larsen, B.M., 2022. The resilience of family firms during crises: Evidence from the COVID-19 pandemic. Journal of Corporate Finance 74, 102219. https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2022.102219

Aparicio, G., Maseda, A., Iturralde, T., Zorrilla, P., 2023. The family business brand: cross-fertilization between fields. Management Decision 61(6), 1585–1611. ISSN 0025-1747. https://doi.org/10.1108/MD-04-2022-0445

Azmin, A. K., Abdullah, F., Sanusi, A. N. Z., Yusof, Z. B., Asif, N., 2021. Sustainability of Malay wood craftsmanship symbolism in deciphering Malaysia's architectural identity. Proceedings of the DARCH 2021 International Conference on Architecture & Design, 37–42. ISBN 978-605-06286-3-0.

Basco, R., 2023. Regional development and family business: a perspective article. Journal of Family Business Management 14(1), 1–7. https://doi.org/10.1108/JFBM-11-2023-0285

Birdthistle, N., Hales, R., 2024. Attaining the 2030 Sustainable Development Goal of Sustainable Cities and Communities. Emerald Publishing Limited, Bingley. https://doi.org/10.1108/978-1-80455-836-220231001

Bispo, L. F. P., Nolasco, A. M., de Souza, E. C., Klingenberg, D., Dias Júnior, A. F., 2021. Valorizing urban forestry waste through the manufacture of toys. Waste Management 126, 351–359. ISSN 0956-053X. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.028

Boguszewski, R., 2025. Traditional Woodworking Skills in the Modern Consumer Market: Opportunities and Threats. Drewno. Prace naukowe. Doniesienia. Komunikaty 68(216), 00056. https://doi.org/10.53502/wood-203799

Calvano, S., Negro, F., Blanc, S., Bruzzese, S., Brun, F., Zanuttini, R., 2025. Adding value to wood-based products: A systematic literature review on drivers. Forests 16, 590. https://doi.org/10.3390/f16040590

Chen, Z., Zhu, H., Liu, F., 2023. Simulating wood companies development considering the effect of ethical marketing. Heliyon 9, e13038. ISSN 2405-8440. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13038

Craig, M. – Montague, I. – Shmulsky, R. 2024. Consumer perceptions toward the use of reclaimed wood in secondary wood products. Forest Products Journal, 74(2), 151–158. ISSN 0015-7473. DOI: 10.13073/FPJ-D-24-00003.

de Araujo, V.A., Vasconcelos, J., Lahr, F.A.R., Christoforo, A.L., 2022. Timber forest products: A way to intensify global bioeconomy from bio-materials. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen 64(1), 99–111. https://doi.org/10.17423/afx.2022.64.1.09

Dewi, D. A. M. A., Supartha, I. W. G., Indiani, N. L. P., 2019. Potential of market development of products and marketing strategies of wood crafts in Tegalalang village, Gianyar regency to

global direction. Jurnal Ekonomi dan Bisnis Jagaditha 6(1), 38–47. ISSN 2355-4150. https://doi.org/10.22225/jj.6.1.601.38-47

Dobrev, S.D., Verhaal, J.C., 2024. Organizational authenticity: How craft-based ventures manage authentic identities and audience appeal. Strategic Entrepreneurship Journal 1–30. https://doi.org/10.1002/sej.1496

Downey, H., McAdam, M., Crowley, C., 2024. Authenticity and craft entrepreneurship: The interplay of passion and place. Entrepreneurship & Regional Development 36(9–10), 1275–1293. https://doi.org/10.1080/08985626.2024.xxxxx

Duan, Z.Y., Liu, Y., Li, J., 2023. Crafting a place-based souvenir for sustaining cultural heritage: The role of perceived value. Heliyon 9, e19687. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19687

European Family Businesses. 2022. European Family Business Barometer. Brussels: EFB, 2022.

Fang, X., Li, L., Gao, Y., Liu, N., Cheng, L., 2024. Expressing the spatial concepts of interior spaces in residential buildings of Huizhou, China: Narrative methods of wood-carving imagery. Buildings 14(5), 1414. ISSN 2075-5309. https://doi.org/10.3390/buildings14051414

Ganzin, M., Chirico, F., Kroezen, J.J., Dacin, M.T., Sirmon, D.G., Suddaby, R., 2024. Craft and strategic entrepreneurship: Exploring and exploiting materiality, authenticity and tradition in craft-based ventures. Strategic Entrepreneurship Journal 18(4), 671–685. https://doi.org/10.1002/sej.1528

Gurău, L., Timar, M. C., Coșereanu, C., Coșnița, M., Stanciu, M. D., 2023. Aging of wood for musical instruments: Analysis of changes in color, surface morphology, chemical, and physical-acoustical properties during UV and thermal exposure. Polymers 15(7), 1794. ISSN 2073-4360. https://doi.org/10.3390/polym15071794

Herudzińska, M. H., Mańkowski, P., 2023. Traditional craft – dilemmas and challenges on the example of woodworking occupations. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology 124, 111–123. ISSN 1898-5912. https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.0074

Hetemäki, L., Hanewinkel, M., Muys, B., Ollikainen, M., Palahí, M., Trasobares, A., 2023. Forest bioeconomy and the role of wood-based products in sustainable development. Nature Reviews Earth & Environment 4, 123–136. https://doi.org/10.1038/s43017-022-00380-0

Hoang, L. N., Vinh, N. T. H., 2025. The effect of family business image on brand co-creation: a moderated serial mediation model. Journal of Family Business Management 15(3), 776–793. ISSN 2043-6238.

Hurmekoski, E., Smyth, C. E., Stern, T., Verkerk, P. J., Asada, R., 2021. Substitution impacts of wood use at the market level: a systematic review. Environmental Research Letters 16, 123004. ISSN 1748-9326. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac386f

Ivanova, M., Slavova, G., 2020. Online distribution channels of Bulgarian wood crafts and artwork micro enterprises. Proceedings of WoodEMA 2020, International Scientific Conference

Sustainability of Forest-Based Industries in the Global Economy, 101–106. https://ssrn.com/abstract=3702914

Kaselouris, E., Bakarezos, M., Tatarakis, M., Papadogiannis, N. A., Dimitriou, V., 2022. A Review of Finite Element Studies in String Musical Instruments. Acoustics 4(1), 183–202. ISSN 2624-599X. https://doi.org/10.3390/acoustics4010012

Kofler, I., Walder, M., 2024. Crafts and their social imaginary: How technological development shapes the future of the crafts sector. Social Sciences 13(3), 137. ISSN 2076-0760. https://doi.org/10.3390/socsci13030137

Kwasek, A. – Kocot, M. – Soboń, J. – Piguła, A. – Szymanek, S. – Knap-Stefaniuk, A. – Wiączek, P., 2026. Factors of Competitiveness and Development of Companies on the Market of Craft and Design Products. European Research Studies Journal 29(1), 391–401.

Lantu, D. C., Rosmiati, M., Herliana, S., Chaerudin, R., Lawiyah, N., 2022. The Competitiveness of Indonesian Craft as Creative Industries in the Global Market: A SWOT Analysis Approach. Advances in Economics, Business and Management Research 220, 497–502. https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220701.093

Lestari, A., Shofyan, M., Ulfah, M., 2023. Identification of the Role of Kitchen and the Use of Traditional Cooking Tools in the Eating Culture of the Baduy Tribe Community. ICoMUS – International Conference on Multidisciplinary Academic Studies, 99–111.

Liu, L., Sun, X., Hammett, A. L., 2023. Chinese consumers' attitudes toward certified wood products. Forest Products Journal, 74(2), 151–158. ISSN 0015-7473. DOI: 10.13073/FPJ-D-23-00002.

Luckman, S., 2015. Craft and the Creative Economy. Palgrave Macmillan, London. ISBN 978-1-137-39968-7.

Montague, I., Stout, K., Shmulsky, R., 2021. Love It or Leave It: What Do Millennials Really Think of Wood Products? Forest Products Journal 71(2), 150–160. ISSN 0015-7473. https://doi.org/10.13073/FPJ-D-21-00009

Muthu, S. S. (ed.), 2022. Toys and Sustainability. Singapore: Springer. ISBN 978-981-16-9673-2. https://doi.org/10.1007/978-981-16-9673-2

Nyabakora, W. I. 2024. The Contribution of Family Businesses to Economic Growth: A Bibliometric Review. Sage Open, 14(4): 1-16. ISSN 2158-2440.

Petrović, S., 2023. The European market of wooden toys. In: Current Trends and Challenges for Forest-Based Sector: Carbon Neutrality and Bioeconomy. Proceedings of Scientific Papers. Prague: Czech University of Life Sciences Prague, WoodEMA, pp. 184–188. ISBN 978-953-8446-01-6.

Pine, B.J., Gilmore, J.H., 2020. The Experience Economy. Updated edition. Harvard Business Review Press, Boston. ISBN 978-1-63369-797-6.

Poratelli, F., Blanc, S., Pippinato, L., Zanchini, R., Bruzzese, S., Brun, F., 2022. Willingness to pay for certified wooden products: a critical literature review. Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused 76, 46–63. ISSN 1406-9954. https://doi.org/10.2478/fsmu-2022-0003

Rondi, E. – Magrelli, V. – Debellis, F. – De Massis, A., 2024. The evolution of craft work in the strategic development of a family enterprise. Strategic Entrepreneurship Journal 18, 811–840. https://doi.org/10.1002/sej.1503

Ross, R.J., 2021. Wood handbook—wood as an engineering material. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI. URL https://research.fs.usda.gov/treesearch/62200

Suandi, M.E.M., Amlus, M.H., Hemdi, A.R., Abd Rahim, S.Z., Ghazali, M.F., Rahim, N.L., 2022. A review on sustainability characteristics development for wooden furniture design. Sustainability 14, 8748. https://doi.org/10.3390/su14148748

Schubert, M., Panzarasa, G., Burgert, I., 2022. Sustainability in Wood Products: A New Perspective for Handling Natural Diversity. Chemical Reviews 123(5), 1889–1924. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00360

Sedliačiková, M., Korauš, A., Pinka, D., Halász, M., Javorčík, P., 2025. Implementation of Strategic Sustainability Frameworks in the Context of Family Business: A Quantitative Analysis. Sustainability 17, 8939. ISSN 2071-1050. https://doi.org/10.3390/su17198939

Silva, F. R. dos S., Barata, T. Q. F., 2025. Platalea ajaja: Urban Pruning Wood Bioinspired Utensils. Mix Sustentável 11(3), 176–200. ISSN 2447-3073. https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2025.v11.n3.176-200

Smagina, A., Ludviga, I., 2020. Craft entrepreneurship and created value. Rural Environment. Education. Personality 13, 366–376. https://doi.org/10.22616/REEP.2020.044

Solomon, S.J., Mathias, B.D., 2020. The artisans' dilemma: Artisan entrepreneurship and the challenge of firm growth. Journal of Business Venturing 35, 106044. https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2020.106044

Xianfei, L., Dawam, Z. A. M., 2024. A Framework for Reviving Traditional Handicrafts: Craft Branding, Product Development, and Marketing Strategies for Dong Ethnic Craft in Sanjiang, China. ISVS e-journal 11(9), 115–126. https://doi.org/10.61275/ISVSej-2024-11-09-08

Yaghoubi, S., Rabiei, F., Seidi, M., 2024. A comprehensive assessment on surface quality of machined wooden products via Box–Behnken design method. Wood Material Science & Engineering 19(4), 896–905. https://doi.org/10.1080/17480272.2023.2290212

Yu, S., Zheng, Q., Chen, T., Zhang, H., Chen, X., 2023. Consumer personality traits vs. their preferences for the characteristics of wood furniture products. BioResources 18(4), 7443–7459. ISSN 1930-2126. https://doi.org/10.15376/biores.18.4.7443-7459

Zajkowski, R., Safin, K., Stańczyk, E., 2022. The success factors of family and non-family firms: Similarities and differences. Entrepreneurial Business and Economics Review 10(3), 51–72. https://doi.org/10.15678/EBER.2022.100304

Zákon č. 112/2018 Z. z., 2018. Zákon o sociálnej ekonomike a sociálnych podnikoch v znení neskorších predpisov.

Zhao, G., Liu, C., Qiu, Z., Deng, Z., Gong, J., 2021. 3D morphology of internal defects in wooden products based on computed tomography. BioResources 16(3), 6267

ZLEPŠENIE TEPELNEJ ODOLNOSTI DREVA A DREVENÝCH MATERIÁLOV POUŽITÍM POLYUREI S EXPANDOVATEĽNÝM GRAFITOM

IMPROVING THERMAL RESISTANCE OF WOOD AND WOODEN MATERIALS USING POLYUREA WITH EXPANDABLE GRAPHITE

Katarína Trojanová[1] Elena Kmeťová[2] Danica Kačíková[2] František Kačík[1]

[1]*Department of Chemistry and Chemical Technologies, Faculty of Wood Sciences and Technology, TU in Zvolen, 960 01 Zvolen, Slovak Republic*

[2]*Department of Fire Protection, Faculty of Wood Sciences and Technology, TU in Zvolen, 960 01 Zvolen, Slovak Republic*

xtrojanova@is.tuzvo.sk

Abstract

Wood can have its properties improved by suitable surface treatments. Polyurea is an attractive coating due to its flexibility, mechanical properties, water resistance, but it is highly flammable. Expandable graphite (EG) is an effective and environmentally friendly flame-retardant. In this study, we investigated the potential of EG-modified polyurea to enhance the fire performance of wood. Spruce specimens (50 mm × 40 mm × 10 mm) were divided into eight groups, five samples each. Groups were treated with two layers of polyurea and EG in various configurations to identify the combination minimizing mass loss. In the second part of the experiment, we examined the effect of EG applied in different amounts. During testing, the samples were subjected to a heat flux (30 kW·m^{-2}) on the surface for 10 min in an apparatus, mass loss was recorded continuously. The best performance was observed with combination of NEOPROOF mixed with 0.3 g of EG overcoated with NEODUR.

Key words: expandable graphite; fire protection; mass loss; polyurea; spruce wood

Introduction

Wood and wood-based composites are one of the key construction materials in modern building practice due to their renewability, favourable mechanical performance, and advantageous strength-to-weight ratio. However, alongside these benefits, it is vulnerable to biological degradation, for instance through fungi and mould growth, and can be attacked by wood-boring insects. The inherently low biological durability of wood can be markedly improved by chemical modification or thermal treatment (Ioakeimidou *et* al. 2025; Kamperidou 2019). During heating, the individual components of wood thermally decompose and release flammable gases – such as hydrogen, carbon monoxide, and methane – which can ignite once they reach sufficient concentration and temperature, creating a serious safety risk

for both interior and exterior applications, research is therefore focused on fire-protection systems (Laboratory (U.S.) 1974; Niemz *et* al. 2023).

The main smoke components generated from wood burning are carbon dioxide, water vapour, and carbon monoxide; and other different combustion products, depending on the chemical composition of wood. The principal products of wood combustion include furfural and levoglucosan derived from cellulose, as well as eugenol, isoeugenol, vanillin, and guaiacol originating from lignin (Lowden and Hull 2013; Lee *et* al. 2025; Trojanová *et* al. 2025).

Expandable graphite (EG) is recognized as an effective and environmentally friendly flame retardant, used to protect various materials from fire, such as polyurethanes, steel, wood, and wooden materials as well as different wooden composites, which are more resistant to biodegradation, they have better mechanical performance and hardness in comparison to wood (Čabalová *et* al 2024). EG is synthesized from natural graphite, in the process of intercalation utilizing strong acids, typically sulfuric or nitric acid. When exposed to certain temperature (usually 140 °C to over 300 °C), it begins to swell, typically ranging from 100 to 400 times to its original volume, this is dependent on its grade, flake size, and intercalating agents. The resulting layer insulates the material's surface from the effects of fire. EG has to be distributed homogeneously over the surface to protect the material effectively (Hejna 2025; Kim *et* al. 2025; Wang *et* al. 2016).

EG is presented as powder or flakes so the development of an application method to wood is necessary. Due to synergistic interactions, EG can be incorporated into commercial flame-retardant formulations, including HR Proof, Bochemit, and Flamgard, that provide excellent adhesion to the wood surface. Other agents that can be used include water glass, flour, nanocellulose, etc. (Bekhta 2025; Chun *et* al. 2020; Jurczyková *et* al. 2024). One of the most promising coatings used to protect various surfaces is polyurea, material produced in reaction of an isocyanate with an amine, providing protection against water, chemicals, and mechanical damage. It has a short curing time and a long service life. For these reasons, polyurea has been chosen for this experiment. However, due to the presence of oxygen in its chain as well as its organic nature, it can easily ignite, and release flammable gases. By adding a suitable fire retardant; for example ammonium polyphosphate (APP) and EG, its flammability can be eliminated effectively (Awad and Wilkie 2010; Liu *et* al. 2020; Yang *et* al. 2025).

The retarding effect of EG depends on factors such as its type, particle size, onset temperature, expansion rate, etc. as well as the method of its application to the surface. Even though extensive research has already been conducted in this area, there are still possibilities to improve the combination of the appropriate type of EG and surfactant in terms of retardation efficiency, durability of the treated material, toxicology as well as aesthetic aspects of the surface treatment, and economic aspect.

Norway spruce (*Picea abies* L.) is used in wood construction, as well as for furniture and decorative materials. Furthermore, spruce wood is also an important resource for the pulp and paper industry (Nečemer *et* al. 2025; Sansonetti *et* al. 2025; Zupanc *et* al. 2024). Spruce wood was used in this work due to its wide use in both exterior and interior applications.

The objective of this work is to determine the optimal amount of EG when combined with two different polyurea formulations (NEOPROOF Polyurea R, NEODUR Fast Track) to protect spruce wood against thermal degradation.

Experimental

Materials

Norway spruce wood samples (*Picea abies* L.) with dimensions 50 mm × 40 mm × 10 mm were used for the experiments. Samples were divided into eight groups, plus reference samples, each group of 5 samples. Samples were treated with NEOPROOF Polyurea R (Neotex, Xiropigado, Greece), NEODUR Fast Track (Neotex, Xiropigado, Greece) and expandable graphite (EG) Thermographite 25 K + 180 in different combinations. EG was obtained from a producer Epinikon (Vodňany, Czech Republic), with 95% carbon content, an expansion rate of 250, particle size of ca 180 μm, pH = 5–9, and a starting temperature of 180–220 °C. According to Kmeťová et al. (2023), no correlation between particle size and mass loss or burning rate when using EG particles measuring between 90 and 500 μm was found. EG Thermographite 25 K + 180 with a particle size of 180 μm produced the best results; therefore, it was chosen for the experiments in this work. Before the application of the second layer of NEOPROOF Polyurea R or NEODUR Fast Track, samples were left to dry for 24 h., each layer was applied in a thin layer with a brush. Before testing, samples with all layers of material were left to dry for one week. For greater clarity, the samples are described in more detail in **Tab. 1-4**, to illustrate **Fig. 1-4** are shown.

Tab. 1 Vzorky s NEOPROOF Polyurea R
Tab. 1 Samples with NEOPROOF Polyurea R

Sample	1st Layer	2nd Layer	3rd Layer
PRO	1 g NEOPROOF	–	1 g NEOPROOF
PEG	1 g NEOPROOF	0.25 g EG	1 g NEOPROOF
PEM	1 g NEOPROOF + 0.25 g EG (mixed)	–	1 g NEOPROOF

Tab. 2 Vzorky s NEODUR Fast Track
Tab. 2 Samples with NEODUR Fast Track

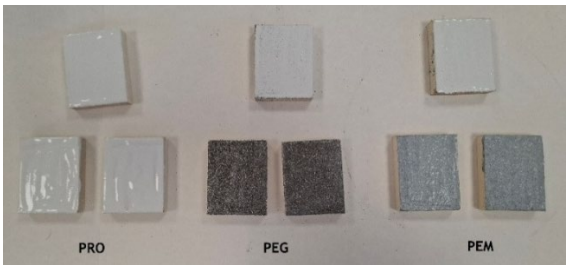
Sample	1st Layer	2nd Layer	3rd Layer
DUR	0.4 g NEODUR	–	0.4 g NEODUR
DEG	0.4 g NEODUR	0.25 g EG	0.4 g NEODUR
DEM	0.4 g NEODUR + 0.25 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR

Tab. 3 Vzorky s kombináciou NEOPROOF Polyurea R a NEODUR Fast Track
Tab. 3 Samples with the combination NEOPROOF Polyurea R and NEODUR Fast Track

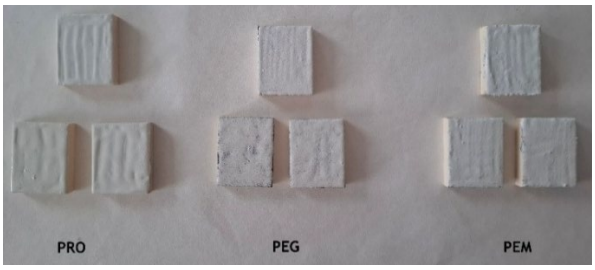
Sample	1st Layer	2nd Layer	3rd Layer
PDG	1 g NEOPROOF	0.25 g EG	0.4 g NEODUR
PDM	1 g NEOPROOF + 0.25 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR
PDN	1 g NEOPROOF	–	0.4 g NEODUR

Tab. 4 Vzorky s kombináciou NEOPROOF Polyurea R a NEODUR Fast Track a rôznymi hmotnosťami EG
Tab. 4 Samples with the combination NEOPROOF Polyurea R and NEODUR Fast Track with different weights of EG

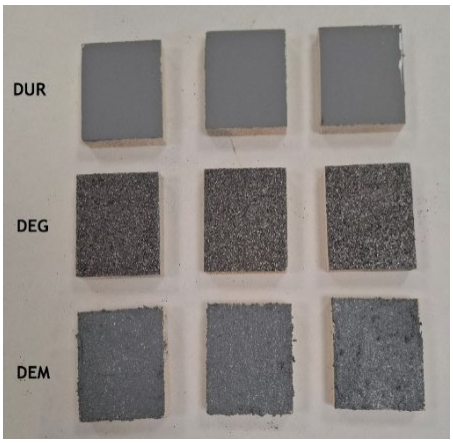
Sample	1st Layer	2nd Layer	3rd Layer
PD0	1 g NEOPROOF	–	0.4 g NEODUR
PD1	1 g NEOPROOF + 0.1 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR
PD2	1 g NEOPROOF + 0.2 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR
PD25	1 g NEOPROOF + 0.25 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR
PD3	1 g NEOPROOF + 0.3 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR
PD4	1 g NEOPROOF + 0.4 g EG (mixed)	–	0.4 g NEODUR



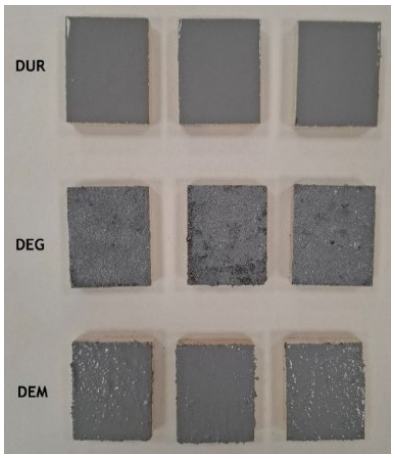
Obr. 1 Vzorky PRO, PEG, PEM
Fig. 1 Samples PRO, PEG, PEM



Obr. 2 Vzorky PRO, PEG, PEM so všetkými vrstvami
Fig. 2 Samples PRO, PEG, PEM with all layers



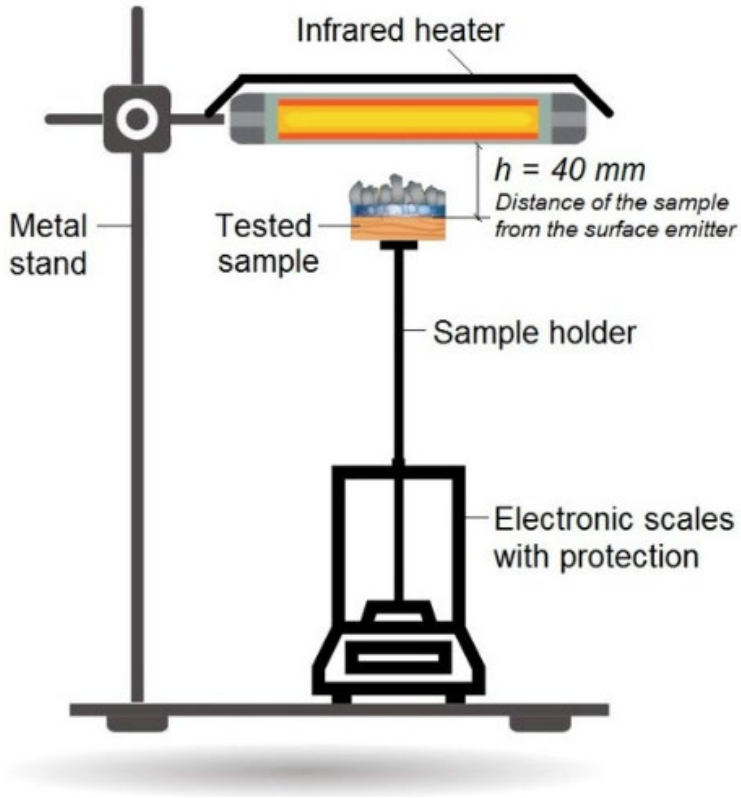
Obr. 3 Vzorky DUR, DEG, DEM
Fig. 3 Samples DUR, DEG, DEM



Obr. 4 Vzorky DUR, DEG, DEM so všetkými vrstvami
Fig. 4 Samples DUR, DEG, DEM with all layers

Thermal Loading

Samples were thermally loaded in an apparatus (**Fig. 5**) for 10 min, with heat flux 30 $kW \cdot m^{-2}$, distance of the samples from an infrared heater was 40 mm. Mass loss was continuously recorded. The apparatus consisted of a ceramic horizontal thermal infrared heater with a constant electrical power of 1000 W (Ceramicx, Cork, Ireland) and a PS 3500.R2 electronic balance (Radwag, Radom, Poland).

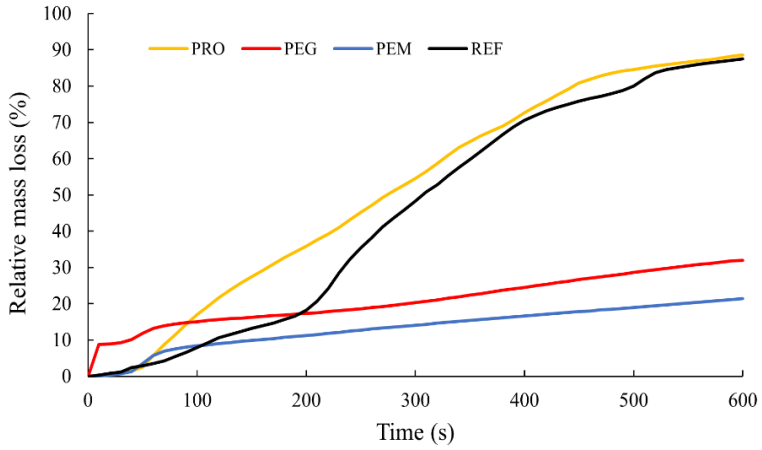


Obr. 5 Aparatúra použitá k termickému zaťaženiu (Jurczyková *et* al. 2024)
Fig. 5 Apparatus used for thermal loading (Jurczyková *et* al. *2024*)

Results and discussion

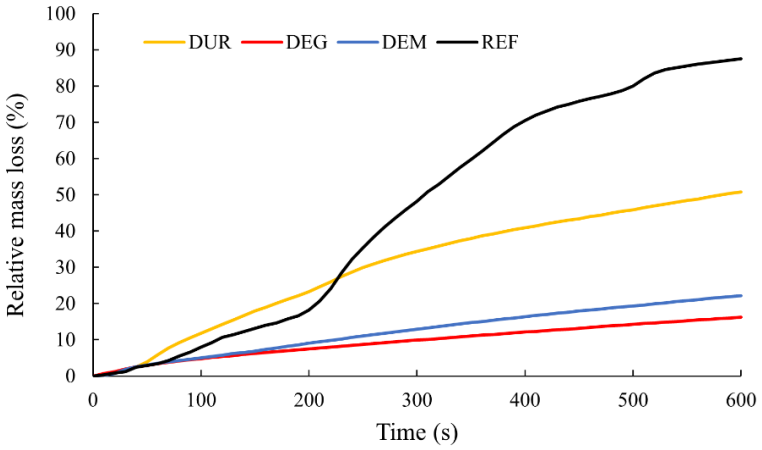
The experiments were divided into two parts. The first one was aimed to the best combination of used surfactant with expendable graphite (EG) as well as the best method for its application.

Samples with NEOPROOF Polyurea R and EG had the highest mass loss reaching up to 88.57% in the case of PRO and only 21.37% in the case of PEM (**Fig. 6**). These findings are consistent with Dukarski *et* al. (2024) and Rong *et* al. (2022) who investigated flame-retardants in combination with polyurea. It is necessary to highlight that the mass loss of PRO samples was even higher than that of the reference (REF) samples. During the experiments, PRO samples started burning, for approximately 7 min; on the contrary, REF samples burned only for approximately 4 min.



Obr. 6 Relatívna strata hmotnosti vzoriek ošetrených s NEOPROOF Polyurea R
Fig. 6 Relative mass loss of samples treated with NEOPROOF Polyurea R

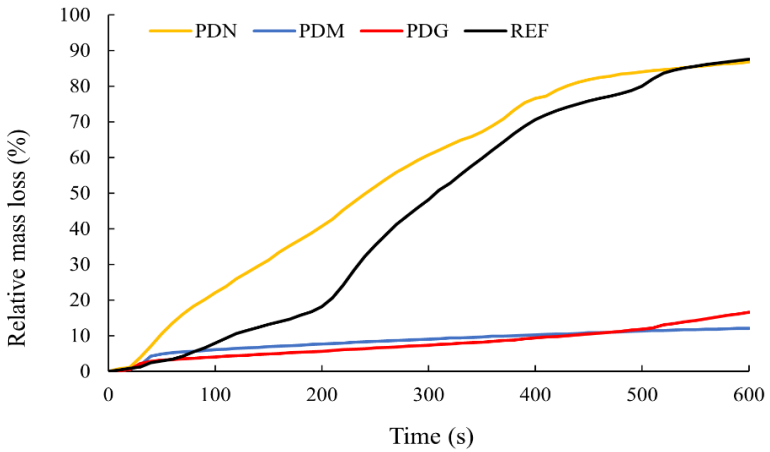
More favourable outcomes were observed for samples treated with NEODUR Fast Track and EG. Similarly, the highest mass loss was obtained when only NEODUR Fast Track was applied – reaching up to 50.83%. On the contrary, DEG reached mass loss of only 21.37% and DEM samples 22.21%, which is notably lower, indicating that the combination of EG with NEODUR Fast Track might positively influence the fire resistance of wood (**Fig. 7**). Polyurea on its own produces volatile flammable products when exposed to heat (Li *et* al. 2025). Interestingly, NEODUR Fast Track and NEPROOF Polyurea R have different chemical compositions, but their resistance to fire in combination with EG (samples PEM and DEG) was found to be highly similar, with a deviation in mass loss of approximately 1%.



Obr. 7 Relatívna strata hmotnosti vzoriek ošetrených s NEODUR Fast Track
Fig. 7 Relative mass loss of samples treated with NEODUR Fast Track

Considering the outcomes of the PEM, DEG, and DEM specimens, the combination of NEODUR Fast Track and NEOPROOF Polyurea R with EG appears to be a suitable option for reducing mass loss and can be applied in construction as a material with enhanced fire

resistance. The final set of specimens was treated with NEOPROOF Polyurea in combination with NEODUR Fast Track and EG. This EG-containing system produced the most favourable mass loss results, reaching 12.13% and 16.61% for the PDM and PDG specimens, respectively (**Fig. 8**). These results align with those reported by Underhill *et* al. (2013), who investigated the fire resistance of polyurea modified with flame retardants, including EG.



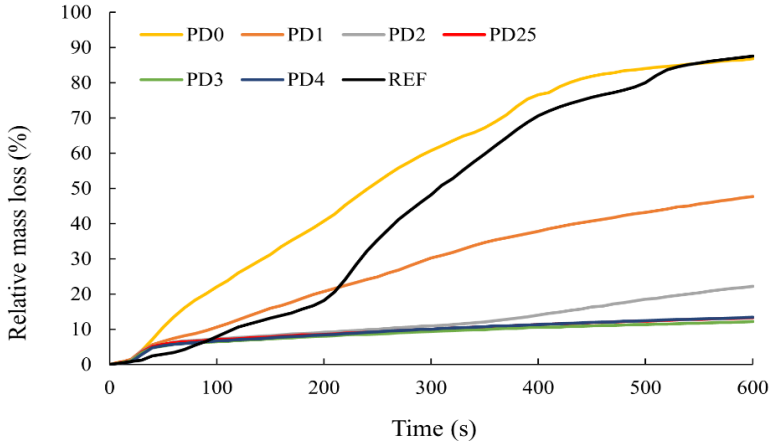
Obr. 8 Relatívna strata hmotnosti vzoriek PDN, PDG a PDM
Fig. 8 Relative mass loss of samples PDN, PDG, and PDM

As shown in the previous figures, the way in which EG was incorporated did not substantially affect mass loss. More critically, it influenced how NEOPROOF Polyurea R or NEODUR Fast Track was applied as the top layer. Earlier studies have combined EG with water glass, nanocellulose, or polyurea (Awad, Wilkie 2010; Chung 2016; Shao *et* al. 2014). In our work, the most effective approach, from an application standpoint, was to blend EG with NEOPROOF Polyurea R and then overlay it with a NEODUR Fast Track layer.

Building on the findings from the first stage of the research, the second series of experiments aimed to reduce the amount of EG while maintaining its flame-retardant performance. As illustrated in **Fig. 9**, EG markedly improves fire resistance, which aligns with the results reported by Mariappan and Wilkie (2013), who examined the influence of different expansion temperatures and particle sizes of EG in polyurea systems. The EG content is crucial, as mass loss varies with the quantity of EG applied. Comparable trends were reported by Focke *et* al. (2014) and Shafigullin *et* al. (2021). The most favourable outcome was observed for sample PD3, which showed a mass loss of 12.14%. Notably, samples PD4 and PD25 produced nearly identical results, with mass losses of 13.35% and 13.31%, respectively. These values suggest that 0.25 g of EG can still provide effective fire protection and represents the lowest viable EG loading for such treatment.

In contrast, when comparing different EG loadings, the use of only 0.05 g of EG significantly diminishes the fire protection performance. This is reflected in the 8.82% difference in mass loss between samples PD25 and PD2, and in the 25.5% difference between PD1 and PD2. Clearly, the poorest performance was recorded for sample PD0, whose mass loss was only

slightly lower than that of the REF samples. This indicates that, under certain conditions, polyurea may actually contribute to burning due to its inherent flammability (Dukarski *et* al. 2024). The differences in mass loss among the samples can be attributed to the presence of EG, which promotes the formation of an insulating barrier (Shafigullin *et* al. 2021). With just 0.1 g of EG, the mass loss is still reduced (47.63%), but compared with PD2, which has a mass loss of 22.13%, its protective efficiency is clearly lower, though still usable. From an economic standpoint, applying 0.25 g of EG per 20 cm² specimen appears to be the most suitable option.



Obr. 9 Hmotnostné úbytky pri rozdielnych množstvách EG
Fig. 9 Mass loss at different amounts of EG.

Polyurea coatings exhibit outstanding physicochemical and mechanical characteristics, which depend on their chemical composition and define their particular fields of use. Fire resistance is another property influenced by the chemical structure. Although both products examined in this study (NEODUR Fast Track and NEOPROOF Polyurea R) are classified as Euroclass F in terms of fire resistance, they display different thermal stabilities (**Fig. 6** and **Fig. 7**). NEOPROOF Polyurea R, a pure polyurea system, shows markedly lower fire resistance compared to NEODUR Fast Track, which is a hybrid of polyurea and polyurethane. Even though this study focuses on solid wood, the presented approach has potential to be applied to wood-based composite materials, where fire retardancy is also of major concern.

Conclusions

This study examined the appropriate mixture of two types of polyurea (NEOPROOF Polyurea R and NEODUR Fast Track) with expandable graphite (EG) (Thermographite 25 K + 180) to improve spruce wood fire resistance. The advantages of polyurea coatings were combined with EG's ability to create an intumescent layer, significantly reducing wood burning. The addition of EG to both coatings greatly improved the fire resistance of spruce wood, and the optimal amount to add was determined, as was the most suitable combination of the two polyurea coatings. The result is an effective, non-toxic, economical fire-retardant coating for wood. Further research is needed to identify other suitable coatings to be combined with expandable graphite to provide effective fire protection for wooden materials, as well as

its application to wood-based composites which represent a significant portion of modern construction. The coating should be fast-curing and high-strength. It should be paintable and suitable for exterior and interior applications as well. It should be resistant to mechanical and chemical influences, and UV radiation. It is expected to also be economically acceptable and not produce toxic gases during thermal decomposition.

ACKNOWLEDGEMENT: *This research was funded by IPA (Internal Project Agency) TUZVO, project number 13/2025. This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract No. APVV-22-0030. This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the Contract No. APVV-22-0034. This work was supported by the Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Research, Development and Youth of the Slovak Republic, and the Slovak Academy of Sciences (Grant No. 1/0677/26).*

References

AWAD, Walid H. and WILKIE, Charles A., 2010. Investigation of the thermal degradation of polyurea: The effect of ammonium polyphosphate and expandable graphite. *Polymer*. 14 May 2010. Vol. 51, no. 11, p. 2277–2285. DOI 10.1016/j.polymer.2010.03.033.

BEKHTA, Pavlo, 2025. Advances in Surface Modification and Coatings of Wood and Wood Composites. *Coatings*. Online. 1 December 2025. Vol. 15, no. 12. DOI 10.3390/coatings15121402. [Accessed 8 December 2025].

ČABALOVÁ, Iveta, DARABOŠOVÁ, Anna, ZACHAR, Martin, KRILEK, Jozef, MANCEL, Vladimír, OSVALDOVÁ, Mária and RÉH, Roman, 2024. Požiarne vlastnosti nových drevných kompozitov obsahujúcich odpadové plasty z automobilov. *WASTE FORUM*. 2024. No. 2.

CHUN, Kwanok, KIM, Jeonggon, RIE, Dongho, CHUN, Kwanok, KIM, Jeonggon and RIE, Dongho, 2020. Thermal Characteristics of Expandable Graphite–Wood Particle Composites. *Materials*. Online. 16 June 2020. Vol. 13, no. 12. DOI 10.3390/ma13122732. [Accessed 8 December 2025].

CHUNG, D. D. L., 2016. A review of exfoliated graphite. *Journal of Materials Science*. 1 January 2016. Vol. 51, no. 1, p. 554–568. DOI 10.1007/s10853-015-9284-6.

DUKARSKI, W., RYKOWSKA, I., KRZYŻANOWSKI, P. and GONSIOR, M., 2024. Flame Retardant Additives Used for Polyurea-Based Elastomers—A Review. *Fire*. February 2024. Vol. 7, no. 2, p. 50. DOI 10.3390/fire7020050.

FOCKE, Walter Wilhelm, MUIAMBO, Herminio, MHIKE, Washington, KRUGER, Hermanus Joachim and OFOSU, Osei, 2014. Flexible PVC flame retarded with expandable graphite. *Polymer Degradation and Stability*. February 2014. Vol. 100, p. 63–69. DOI 10.1016/j.polymdegradstab.2013.12.024.

HEJNA, Aleksander, 2025. Expandable graphite as intumescent flame retardant for polyurethane foams: Mini review and application guidelines. *Environmental Chemistry and Safety*. June 2025. Vol. 1, no. 1, p. 9600003. DOI 10.26599/ECS.2025.9600003.

IOAKEIMIDOU, Anastasia, KAMPERIDOU, Vasiliki, BARBOUTIS, Ioannis, IOAKEIMIDOU, Anastasia, KAMPERIDOU, Vasiliki and BARBOUTIS, Ioannis, 2025. Heat Transmittance and Weathering Performance of Thermally Modified Fir Wood Exposed Outdoors. *Forests*. Online. 4 June 2025. Vol. 16, no. 6. DOI 10.3390/f16060945. [Accessed 14 January 2026].

JURCZYKOVÁ, Tereza, KMEŤOVÁ, Elena, KAČÍK, František, LEXA, Martin, DĚDIČ, Daniel, JURCZYKOVÁ, Tereza, KMEŤOVÁ, Elena, KAČÍK, František, LEXA, Martin and DĚDIČ, Daniel, 2024. Evaluating the Effectiveness of Cellulose-Based Surfactants in Expandable Graphite Wood Coatings. *Polymers*. Online. 7 October 2024. Vol. 16, no. 19. DOI 10.3390/polym16192832. [Accessed 8 December 2025].

JURCZYKOVÁ, Tereza, KMEŤOVÁ, Elena, KAČÍK, František, LEXA, Martin and ŤOUPAL, Jakub, 2024. An Innovative Wood Fire-Retardant Coating Based on Biocompatible Nanocellulose Surfactant and Expandable Graphite. *Coatings*. August 2024. Vol. 14, no. 8, p. 1036. DOI 10.3390/coatings14081036.

KAMPERIDOU, Vasiliki, 2019. The Biological Durability of Thermally- and Chemically Modified Black Pine and Poplar Wood Against Basidiomycetes and Mold Action. *Forests*. Online. 5 December 2019. Vol. 10, no. 12. DOI 10.3390/f10121111. [Accessed 14 January 2026].

KIM, Tae Young, PARK, Jin Hwan, KIM, Oh Young and HWANG, Seok-Ho, 2025. The effect of chemically modified expandable graphite on flame-retardant properties of waterborne intumescent flame-retardant coating. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 25 September 2025. Vol. 149, p. 366–373. DOI 10.1016/j.jiec.2025.01.050.

KMEŤOVÁ, Elena, KAČÍKOVÁ, Danica, JURCZYKOVÁ, Tereza and KAČÍK, František, 2023. The Influence of Different Types of Expandable Graphite on the Thermal Resistance of Spruce Wood. *Coatings*. July 2023. Vol. 13, no. 7, p. 1181. DOI 10.3390/coatings13071181.

LABORATORY (U.S.), Forest Products and LABORATORY (U.S.), Forest Products, 1974. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. The Laboratory.

LEE, Yuan Xien, WANG, Wei, LEI, Yu, XU, Lulu, AGARWAL, Vipul, WANG, Cheng and YEOH, Guan Heng, 2025. Flame-retardant coatings for wooden structures. *Progress in Organic Coatings*. 1 January 2025. Vol. 198, p. 108903. DOI 10.1016/j.porgcoat.2024.108903.

LI, Yuanzhe, YANG, Haoyi, CHEN, Xinze and LIU, Diannan, 2025. Physicochemical Mechanism of Flame-Retardant Enhancement for Elastomeric Polyurea: A Mini-Review. *Journal of Polymer Science*. 2025. Vol. 63, no. 2, p. 358–371. DOI 10.1002/pol.20240453.

LIU, Qiang, CHEN, Pengwan, ZHANG, Yang and LI, Zhirong, 2020. Compressive behavior and constitutive model of polyurea at high strain rates and high temperatures. *Materials Today Communications*. 1 March 2020. Vol. 22, p. 100834. DOI 10.1016/j.mtcomm.2019.100834.

LOWDEN, Laura Anne and HULL, Terence Richard, 2013. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. *Fire Science Reviews*. 3 September 2013. Vol. 2, no. 1, p. 4. DOI 10.1186/2193-0414-2-4.

MARIAPPAN, T. and WILKIE, C. A., 2013. Thermal and fire-retardant properties of polyurea. *Polimery*. 30 May 2013. Vol. 58, no. 5, p. 371–384.

NEČEMER, Branko, FAKIN, Jure, GLODEŽ, Srečko, ŠRAML, Matjaž, KLEMENC, Jernej and FAJDIGA, Gorazd, 2025. Bending quasi-static and fatigue behaviour of Norway spruce wood using experimental approach and FEM analysis. *Case Studies in Construction Materials*. 1 July 2025. Vol. 22, p. e04734. DOI 10.1016/j.cscm.2025.e04734.

NIEMZ, Peter, TEISCHINGER, Alfred and SANDBERG, Dick (eds.), 2023. *Springer Handbook of Wood Science and Technology*. Online. Cham: Springer International Publishing. Springer Handbooks. ISBN 978-3-030-81314-7. [Accessed 22 June 2025].

RONG, Ze, LI, Yuanzhe, LIM, Rachel ZhiQi, WANG, Haojing, DONG, ZhiLi, LI, Kexin and WANG, Xueli, 2022. Fire-retardant effect of titania-polyurea coating and additional enhancement via aromatic diamine and modified melamine polyphosphate. *npj Materials Degradation*. 2 May 2022. Vol. 6, no. 1, p. 38. DOI 10.1038/s41529-022-00248-y.

SANSONETTI, Errj, CIRULE, Dace, KUKA, Edgars, ANDERSONE, Ingeborga, MEILE, Kristine, VEVERE, Laima and ANDERSONS, Bruno, 2025. Potentiality of microwave technology for treatment of Norway spruce wood to reduce risk of resin exudation from wood materials. *European Journal of Wood and Wood Products*. 21 July 2025. Vol. 83, no. 4, p. 141. DOI 10.1007/s00107-025-02288-y.

SHAFIGULLIN, Lenar, ROMANOVA, Natalya, SHAFIGULLINA, Gulnaz and SOKOLOVA, Yulia, 2021. Influence of the Expandable Graphite on the Thermal properties of a Rigid Polyurethane Foam for construction. AKIMOV, P., VATIN, N., TUSNIN, A. and DOROSHENKO, A. (eds.), *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 263, p. 01009. DOI 10.1051/e3sconf/202126301009.

SHAO, Zhu-Bao, DENG, Cong, TAN, Yi, CHEN, Ming-Jun, CHEN, Li and WANG, Yu-Zhong, 2014. Flame retardation of polypropylene via a novel intumescent flame retardant: Ethylenediamine-modified ammonium polyphosphate. *Polymer Degradation and Stability*. 1 August 2014. Vol. 106, p. 88–96. DOI 10.1016/j.polymdegradstab.2013.10.005.

TROJANOVÁ, Katarína, VEĽKOVÁ, Veronika and KAČÍK, František, 2025. Volatile Organic Compounds Arising from Wood Polymers on Thermal Loading of Spruce Wood. *Polymers*. January 2025. Vol. 17, no. 7, p. 875. DOI 10.3390/polym17070875.

UNDERHILL, Royale S, DILORETO, Sam and DILORETO, Brenda, 2013. Development of polyureas with improved fire resistance. *Journal of Fire Sciences*. May 2013. Vol. 31, no. 3, p. 211–226. DOI 10.1177/0734904112462976.

WANG, Shuai, YI, Min and SHEN, Zhigang, 2016. The effect of surfactants and their concentration on the liquid exfoliation of graphene. *RSC Advances*. 9 June 2016. Vol. 6, no. 61, p. 56705–56710. DOI 10.1039/C6RA10933K.

YANG, Kang, ZHAO, Yuncheng, SHANG, Ke, ZHAO, Bin, YANG, Kang, ZHAO, Yuncheng, SHANG, Ke and ZHAO, Bin, 2025. Multifunctional Meta-Aramid Fabrics Enhanced with Inherent Flame-Retardant Polyurea Coatings: Integration of Mechanical Strength, Puncture Resistance, and Self-Healing Properties. *Polymers*. Online. 30 May 2025. Vol. 17, no. 11. DOI 10.3390/polym17111529. [Accessed 8 December 2025].

ZUPANC, Enej Lipovec, HUMAR, Miha, FAJDIGA, Gorazd, ZUPANC, Enej Lipovec, HUMAR, Miha and FAJDIGA, Gorazd, 2024. The Effect of the Loading Frequency on the

Dynamic Bending Strength of Spruce Wood. *Materials*. Online. 23 September 2024. Vol. 17, no. 18. DOI 10.3390/ma17184662. [Accessed 14 January 2026].

MODEL CAF (COMMON ASSESSMENT FRAMEWORK) AKO INOVATÍVNY NÁSTROJ RIADENIA VÝKONNOSTI A STRATEGICKÉHO ROZHODOVANIA V ORGANIZÁCIÁCH

THE CAF (COMMON ASSESSMENT FRAMEWORK) MODEL AS AN INNOVATIVE TOOL FOR PERFORMANCE MANAGEMENT AND STRATEGIC DECISION-MAKING IN ORGANIZATIONS

Dana Vargová[1]

[1]*Vysoká škola ekonómie a manažmentu v Bratislave, Furdekova 16, 851 04 Bratislava,*

d.vargovahk@gmail.com

Abstract

The CAF (Common Assessment Framework) model is a comprehensive tool for assessing and managing the performance of organizations, which is used within the framework of the Total Quality Management (TQM) concept. This model allows managers the analyze organizational factors, processes and resources in order to achieve excellent results for customers, employees and society. CAF functions as a "compass" that visualizes the causal connections between strategy, planning, leadership and performance results, thereby supporting informed strategic decision-making. The aim of the professional article is the present the main principles of the CAF model, its holistic approach to organizational assessment and practical possibilities for its implementation in various types of organizations. The discussion will be on the synergy between CAF and TQM, emphasizing the importance of continuous improvement of quality, processes and organizational performance. The aim of the article is to provide managers and experts in the field of corporate governance with and comprehensive view of the use of the CAF model as a tool for strategic decision-making and supporting excellent organizational performance.

Key words: System CAF quality assessments, Total Quality Management, ISO standards, e-Government

Úvod

V členských štátoch Európskej únie (EÚ) existuje neformálna Európska sieť verejnej správy (EUPAN), ktorú riadia generálni riaditelia, ktorí sú zodpovední za verejnú správu. Toto zoskupenie spolupracuje za účelom skvalitnenia verejných služieb a verejnej správy v Európe. Dôležitosť aktivít siete EUPAN spočíva najmä v jej výhľadovej úlohe a Európska komisia (EK) sa snaží zdieľať vedomosti na riešenie výziev verejnej správy na národnej aj európskej úrovni. Najviditeľnejším výsledkom tejto ich práce je spoločný rámec hodnotenia (Common Asssessment Framework- CAF), ktorý jasne ovplyvňuje spôsob posudzovania a zvyšovania kvality verejnej správy v Európe. Používanie tohto modelu CAF sa rozšírilo aj za hranice Európy. Tzn. je vidieť že dosah CAF sa neustále zvyšuje. V roku 2019 bolo v európskych a mimoeurópskych krajinách registrovaných približne 4 100 používateľov modelu. V roku

2020 vznikol nový model CAF (piata revidovaná verzia). Jeho jadro je založené na osvedčenom modeli CAF, ktorý bol uvedený už v roku 2000.

Cieľom príspevku je systematicky analyzovať význam a prínosy modelu CAF v podmienkach verejnej správy so zameraním na SR, kde jeho aplikáciu uvedieme na krajskom súde v Banskej Bystrici (KS BB), ktorý je riadený a financovaný štátom, vládou a ktorý poskytuje verejné služby verejnosti. Model CAF predstavuje komplexný nástroj manažérstva kvality, ktorý umožňuje organizáciám verejného sektora realizovať objektívne sebahodnotenie, identifikovať kľúčové silné stránky a oblasti vyžadujúce zlepšenie a následne implementovať cielené opatrenia vedúce k zvyšovaniu výkonnosti.

Aplikácia modelu CAF podporuje systematickú orientáciu verejnej správy na potreby občana, zvyšovanie kvality poskytovaných verejných služieb a rozvoj spokojnosti zamestnancov ako jedného z determinantov organizačnej výkonnosti. V kontexte rastúcich očakávaní verejnosti nadobúda tento prístup osobitný význam, keďže prispieva k posilňovaniu transparentnosti, efektívnosti a zodpovednosti verejných inštitúcií.

Zároveň model CAF vytvára predpoklady pre efektívnejšie využívanie verejných zdrojov, pre elimináciu neefektívnych procesov a uplatňovanie princípov hodnoty za peniaze (value for money). Jeho implementácia umožňuje organizáciám zapojiť sa do medzinárodného benchmarkingu v rámci krajín Európskej únie (EÚ), čím sa otvára priestor na transfer poznatkov a aplikáciu príkladov dobrej praxe.

V podmienkach SR predstavuje zavádzanie modelu CAF významný nástroj profesionalizácie verejnej správy, podpory kultúry neustáleho zlepšovania a posilňovania dôvery občanov v jej fungovanie. Na základe uvedených skutočností možno konštatovať, že model CAF má potenciál a zohráva kľúčovú úlohu v procese modernizácie a zvyšovania kvality verejnej správy.

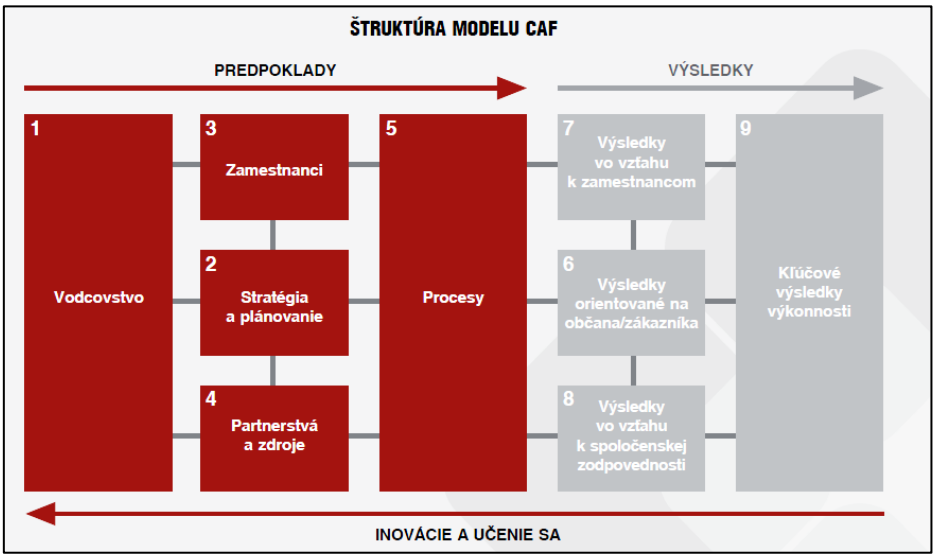
Súčasný prehľad danej problematiky

Kvalitná verejná správa a jej služby sa v konečnom dôsledku hodnotia podľa ich vplyvu na kvalitu života ľudí. Čo je model CAF, aký je jeho účel, poslanie a význam, tieto skutočnosti bližšie objasňujeme.

Model CAF a jeho poslanie

Jadro modelu CAF vychádza z pôvodnej koncepcie predstavenej v roku 2000, ktorá predstavuje prvý európsky nástroj manažérstva kvality vyvinutý špecificky pre potreby verejného sektora. Model je koncipovaný ako univerzálny, metodicky prístupný a prakticky aplikovateľný rámec, určený pre široké spektrum organizácií verejnej správy. Zameriava sa na komplexné hodnotenie organizačnej výkonnosti a podporuje princíp neustáleho zlepšovania. V nadväznosti na dynamický vývoj verejnej správy bol model CAF postupne revidovaný a aktualizovaný. Najnovšia verzia CAF 2020 reflektuje aktuálne výzvy, najmä v oblastiach digitalizácie, organizačnej agility, udržateľnosti a podpory diverzity. Spoločný rámec hodnotenia CAF predstavuje bezplatný nástroj komplexného manažérstva kvality vyvinutý verejným sektorom pre potreby verejnej správy. Jeho cieľom je podporovať systematické zlepšovanie výkonnosti organizácií prostredníctvom sebahodnotenia a identifikácie rozvojových príležitostí. Model je univerzálne aplikovateľný na všetkých úrovniach verejnej správy (národnej, regionálnej aj miestnej) a využiteľný aj v medzinárodnom kontexte. CAF vychádza z princípov TQM (Total Quality Management) a je príbuzný modelu EFQM, pričom funguje ako riadiaci rámec prepájajúci predpoklady výkonnosti (líderstvo, stratégia, zamestnanci, partnerstvá, zdroje a procesy) s dosahovanými výsledkami voči občanom,

zamestnancom a spoločnosti. Umožňuje tak komplexné, holistické hodnotenie organizácie (Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, 2020). Hoci bol model primárne navrhnutý pre verejný sektor, jeho princípy sú prenositeľné aj do súkromnej sféry, vrátane malých a stredných podnikov (MSP), kde môže rovnako efektívne podporovať zvyšovanie kvality riadenia a výkonnosti. Štruktúru modelu CAF znázorňuje Obrázok 1.



Obr. 1 Štruktúra modelu CAF

Národný program kvality Slovenskej republiky na roky 2022 – 2026 vydal príručku manažérstva kvality a jeho implementácie v oblasti verejnej správy v jej podmienkach Slovenskej republiky a snaží sa zapájať všetky verejné a štátne inštitúcie pre získanie možnosti systému manažérstva kvality. Uplatňovanie manažérstva kvality v organizáciách verejnej správy sa uskutočňuje v rámci procesov prípravy národného programu z koncepcie manažérstva kvality vo verejnej správe, ktorá bola vypracovaná Ministerstvom vnútra.

Poslaním a zámerom modelu CAF je:

a) Zaviesť princíp komplexného manažérstva kvality do verejnej správy, metodicky viesť organizácie pri porozumení a aplikácií samohodnotenia vo fáze prechodu do systému plánovania a výkonu k plnej integrácií cyklu PDA.
b) Porovnať samohodnotenie organizácií verejného sektora s cieľom získať štruktúrovaný obraz organizácie a následne námety pre zlepšenie svojej činnosti.
c) Prispôsobiť ako premostenie rôznych modelov používaných v manažérstve kvality, podporovať benchlearing medzi organizáciami verejného sektora.

Organizácie verejného sektora po implementácii modelu CAF môžu požiadať úrad o prehodnotenie externej väzby modelu CAF po realizácii samohodnotenia a získať titul efektívny používateľ CAF.

Kritéria hodnotenia modelu CAF

Model CAF pozostáva z deviatich kritérií, pričom kritériá 1 až 5 predstavujú predpoklady hodnotiace spôsob riadenia a zabezpečenia kvality služieb. Kritériá 6 až 9 sú

zamerané na hodnotenie výsledkov, prostredníctvom ktorých sa posudzuje dosiahnutá efektívnosť a kvalita poskytovaných služieb (viď. Tabuľka 1).

Tab. 1 Kritériá pre hodnotenie podkladov a na hodnotenie výstupov modelu CAF

Č.	Kritérium	Typ	Podstata hodnotenia
1	**Vodcovstvo**	Predpoklady	Smerovanie a riadenie organizácie
2	**Stratégia a plánovanie**	Predpoklady	Tvorba a realizácia stratégie
3	**Zamestnanci**	Predpoklady	Riadenie a rozvoj ľudí
4	**Partnerstvá a zdroje**	Predpoklady	Využívanie zdrojov a spolupráca
5	**Procesy**	Predpoklady	Riadenie a zlepšovanie procesov
6	**Výsledky pre občanov**	Výsledky	Spokojnosť a kvalita služieb
7	**Výsledky pre zamestnancov**	Výsledky	Spokojnosť a výkonnosť zamestnancov
8	**Spoločenské výsledky**	Výsledky	Vplyv na spoločnosť
9	**Kľúčové výsledky**	Výsledky	Celková výkonnosť organizácie

Implementácia modelu CAF

Proces implementácie modelu CAF sa realizuje v niekoľkých na seba nadväzujúcich fázach. Kľúčovým východiskom je rozhodnutie vrcholového manažmentu o jeho zavedení, keďže aktívna podpora vedenia je nevyhnutná pre zabezpečenie potrebných zdrojov a vytvorenie vhodných organizačných podmienok. Súčasťou tohto kroku je aj informovanie zamestnancov o cieľoch a prínosoch CAF s cieľom podporiť ich zapojenie. Nasleduje vytvorenie sebahodnotiaceho tímu zloženého zo zástupcov rôznych organizačných úrovní, ktorý koordinuje proces, zabezpečuje zber údajov a vypracovanie výstupov. Jadro implementácie predstavuje samotné sebahodnotenie podľa deviatich kritérií CAF, realizované prostredníctvom analýzy dát, dokumentov a skupinových diskusií, s cieľom identifikovať silné stránky a oblasti na zlepšenie.

Na základe výsledkov sebahodnotenia organizácia stanovuje priority a vypracúva akčný plán zlepšovania s konkrétnymi opatreniami, zodpovednosťami a merateľnými ukazovateľmi. Nasleduje implementácia týchto opatrení, ich priebežné monitorovanie a vyhodnocovanie, pričom CAF slúži ako nástroj kontinuálneho zlepšovania. Proces môže byť doplnený externým hodnotením, ktoré poskytuje nezávislú spätnú väzbu a potvrdzuje správnosť implementácie modelu. Celkovo CAF prispieva k systematickému zvyšovaniu kvality riadenia, efektívnosti procesov a posilňovaniu orientácie verejnej správy na občana.

Experimentálna časť

Charakteristika krajského súdu v Banskej Bystrici

Štátna moc v demokratickej spoločnosti sa v princípe delí na zákonodarnú, výkonnú a súdnu a z tohto postavenia osobitné postavenie majú aj súdy v SR. Rovnako to platí aj pre KS v BB. KS v BB a jeho bližšiu charakteristiku zobrazuje Tabuľka 2.

Tab. 2 Charakteristika krajského súdu v Banskej Bystrici

Kontaktné informácie/adresa:	Krajský súd v Banskej Bystrici, Skuteckého 7 97487 Banská Bystrica
Dátum vzniku:	1. január 1992
SK NACE:	podľa Štatistického úradu SR: 84230 Spravodlivosť a súdnictvo

Právna forma a druh vlastníctva:	Rozpočtová organizácia/ Štátne
IČO:	00215775.
Počet sudcov:	40
Počet okresných súdov:	8
Počet zamestnancov spolu:	Stav k 31.12. 2025: 192 zamestnancov (ŠÚ SR)

Výkon súdnictva, vedenie a zamestnanci krajského súdu v Banskej Bystrici

Výkon súdnictva je členený na viaceré súdne oddelenia, ktoré pozostávajú zo senátov alebo samosudcov, vyšších súdnych úradníkov, tajomníčok a asistentiek. Súdne oddelenia sú štruktúrované na štyri kolégiá, ktoré sú rozdelené podľa druhu agendy, ktorú musia prejednávať. Ide o kolégiá občianskoprávne, obchodné, trestnoprávne a správne. Výkon súdnictva sa riadi procesmi. Z pohľadu terminológie CAF sú definované ako hlavné. Podporné a zabezpečovacie útvary tvorí správa súdu, osobný úrad, oddelenia informačných technológií (IT) a nechýba tu ani oddelenie probácie a mediácie. V terminológii CAF sú tieto oddelenia definované ako podporné. Vedenie súdu je tvorené predsedom KS a na súde pôsobia dvaja podpredsedovia. Súd má samostatnú právnu subjektivitu, jeho jediným štatutárom a súčasne vedúcim služobného úradu je predseda súdu. K 31.12.2023 tvorilo personálne obsadenie krajského súdu spolu 192 sudcov a zamestnancov. Z uvedeného počtu je 52 sudcov, 118 zamestnancov v štátnej službe a 22 zamestnancov pri výkone práce vo verejnom záujme. Všetci sudcovia sú zaradení do výkonu súdnictva, kde je 81 štátnych zamestnancov. Ostatných 37 štátnych zamestnancov a 22 zamestnancov pri výkone práce vo verejnom záujme pracuje v podporných útvaroch súdu (Interný materiál KS Banská Bystrica, 2026).

Aplikácia moderných prístupov manažérstva kvality v krajskom súde Banská Bystrica

Medzi ciele súdu patrí aj implementácia princípov manažérstva kvality, najmä prostredníctvom modelov TQM, CAF, EFQM a normy ISO 9001, s cieľom zvyšovania efektívnosti riadenia a kvality poskytovaných služieb.

Systém CAF predstavuje na súde prvý implementovaný projekt v oblasti manažérstva kvality. Do jeho realizácie sa súd zapojil v roku 2017, pričom aktívna implementácia prebiehala od januára 2018 s cieľom jeho ďalšieho systematického rozvoja. Súčasťou modernizácie riadenia sa stalo aj zavádzanie nástrojov e-Governmentu, najmä využívanie Elektronického súdneho spisu (ESS) a rozvoj elektronickej komunikácie s občanmi. Súd zároveň vytvára podmienky pre rozvoj procesného a projektového riadenia, tímovej práce a efektívnej internej i externej spolupráce, pričom dôraz kladie na komunikáciu ako kľúčový faktor organizačného úspechu. Osobitná pozornosť je venovaná podpore inovácií, napríklad prostredníctvom rozvoja ESS, zverejňovania rozhodnutí či digitalizácie súdnych pojednávaní.

V oblasti riadenia ľudských zdrojov sa súd zameriava na zvyšovanie výkonnosti zamestnancov, ich motiváciu a systematické vzdelávanie, realizované najmä v spolupráci s Justičnou akadémiou a ďalšími vzdelávacími inštitúciami, vrátane zahraničných aktivít. Zároveň rozvíja vzťahy so zainteresovanými stranami a podporuje transparentnosť prostredníctvom aktivít, ako je napríklad Deň otvorených dverí.

Na dosiahnutie stanovených cieľov súd uplatňuje strategické plánovanie, pripravuje rozvrh práce, rozpočet v strednodobom horizonte a implementuje model CAF ako nástroj

zefektívnenia riadenia. Súčasťou jeho rozvoja je aj príprava politiky spoločenskej zodpovednosti. Organizácia sa zároveň zaväzuje zabezpečiť potrebné zdroje a pravidelne monitorovať plnenie stanovených cieľov.

Analýza a výsledky sebahodnotenia krajského súdu v Banskej Bystrici aplikáciou modelu CAF

Vybudovanie efektívnej a fungujúcej organizácie nie je jednorazová záležitosť. Jedná sa o dlhodobý proces, ktorý nikdy nekončí. Je široká škála spôsobov, ako pristúpiť k zefektívneniu fungovania organizácie a jednou z nich je aj zavedenie komplexného manažérstva kvality. Je potrebné nazrieť sa dovnútra organizácie a následne odhaliť problémy, na ktoré je potrebné nájsť cestu k zlepšeniu. Tieto výsledky pocítili aj samotní zamestnanci KS v BB. V rámci *„Národného programu kvality SR“* (NPK SR), ktorý predstavuje strategický dokument na roky 2022 až 2026 prebehla v pätnástych ústredných orgánoch štátnej správy a v piatich rozpočtových organizáciách implementácia modelu CAF, modelu výnimočnosti EFQM, systému manažérstva kvality podľa STN EN ISO 9001 Systému manažérstva kvality. Pilotný projekt sa týkal implementácie Nástroja samohodnotenia kultúry kvality. V rámci implementácií bolo počas dvoch rokov trvania projektu realizovaných cca 115 školení (Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, 2024).

K zvyšovaniu kvality poskytovaných služieb pristúpil KS v Banskej Bystrici prostredníctvom implementácie CAF. Údaje pre spracovanie tejto podkapitoly sme získa z interného dokumentu „Hodnotiacej správy modelu CAF“ priamo od vlastníka predkladateľa tejto správy a uvedené údaje, ktoré sme následne spracovali zodpovedajú nielen skutočnosti, ale obsahujú aj pravdivé informácie, ktoré sme získali zo zdrojov inštitúcie. Vodcami KS sú predseda súdu a dvaja podpredsedovia súdu.

Kvalitná verejná správa a jej služby sa v konečnom dôsledku hodnotili podľa ich vplyvu na kvalitu života ľudí/občanov. Hodnotenie činností, týkajúcich sa predpokladov sa KS rozhodol hodnotiť na základe bodového hodnotenia a kritérií predpokladov akými sa stali napr.:

- Kritérium vodcovstva, kritérium stratégia a plánovanie, zamestnanci, partnerstvá a zdroje, výsledky, procesy orientované na občana/zákazníka, výsledky vo vzťahu voči zamestnancom, výsledky vo vzťahu k spoločenskej zodpovednosti a kľúčové výsledky výkonnosti (Interný materiál Krajského súdu v Banskej Bystrici, 2024).

CAF model umožnil KS hodnotiť kvalitu a výkonnosť tejto organizácie. Tento model je založený na princípoch Total Quality Managemente (TQM) a je špeciálne prispôsobený pre verejnú správu. Postup hodnotenia podľa modelu CAF spočíval v niekoľkých krokoch:

1. Príprava: Bol vytvorený pracovný tím, ktorí bol zodpovedný za realizáciu hodnotenia. Následne boli zabezpečené školenia pre členov tímu o metodike CAF a o postupoch hodnotenia. Následne bol pripravený časový plán, potrebné zdroje a komunikačná stratégia.

2. Sebahodnotenie: V tejto fáze bol zabezpečený zber relevantných informácií a zdrojov, ktoré sa týkali výkonnosti organizácie a to prostredníctvom dotazníkov, rozhovorov, analýz dokumentov a iných metód. Bola následne zabezpečená analýza dát a v rámci tímu sa získané informácie posudzovali. Boli identifikované silné a slabé stránky organizácie.

3. Príprava hodnotiacej správy: V tejto fáze bola vypracovaná hodnotiaca správa, ktorá obsahuje výsledky sebahodnotenia a to aj vrátane identifikácie silných stránok a oblastí na zlepšenie a odporúčania. Výsledky z CAF boli predložené a prezentované vedeniu organizácie a ďalším relevantný stranám.

4. Akčný plán: Na základe výsledkov sebahodnotenia tím navrhol konkrétne opatrenia a projekty zamerané na zlepšenie výkonnosti súdu. Zároveň boli určené priority jednotlivých opatrení na základe ich dôležitosti a realizovateľnosti. Bol vytvorený detailný akčný plán, ktorý vo svojom obsahu prináša kroky na implementáciu navrhnutých opatrení a to aj vrátane termínov a osôb, ktoré budú zodpovedať za ich realizáciu.

5. Implementácia a monitorovanie: Navrhnuté opatrenia a projekty boli navrhnuté na zlepšenie výkonnosti. V rámci tejto časti CAF bolo zabezpečené monitorovanie a hodnotenie pokroku.

6. Opakovanie procesu: Ako sme spomenuli, sebahodnotenie podľa CAF je potrebné pravidelne a opakovane vykonávať a to každé dva až tri roky, aby bolo zabezpečené trvalé zlepšovanie. CAF takýmto spôsobom poskytuje systematický a štruktúrovaný prístup k sebahodnoteniu organizácií vo verejnom sektore a podporuje kultúru neustáleho zlepšovania a kvality aj KS v BB.

Cieľ a metódy výskumu

Hlavným cieľom v rámci výskumu za pomoci metódy dotazníka bolo analyzovať a celkovo zhodnotiť efektivitu, transparentnosť a kvalitu verejných služieb vybranou vzorkou respondentov pochádzajúcich z KS z BB a z obvodu OS, ktoré sa nachádzajú v Banskej Bystrici, vo Zvolene a v Žiari nad Hronom. Vychádzať sme sa rozhodli z modelu CAF, nakoľko sa stali významnými a vedúcimi prístupmi a východiskami pre moderné riadenie verejnej správy.

Na dosiahnutie hlavného cieľa práce sme si stanovili tieto čiastkové ciele:

Čiastkový cieľ 1: Zistiť, aké je efektívne vedenie súdu pri zavádzaní inovácií a zmien?

Čiastkový cieľ 2: Zistiť, ako hodnotia respondenti systém riadenia ľudských zdrojov na súde?

Čiastkový cieľ 3: Zistiť, ako sú zamestnanci štátnej správy na súde spokojný s príležitosťami na vzdelávanie a profesionálny rozvoj?

Čiastkový cieľ 4: Zistiť, ako sú spokojní občania so službami poskytovanými súdom?

Čiastkový cieľ 5: Zistiť, ako rýchlo a efektívne sú riešené sťažnosti a podnety občanov?

Čiastkový cieľ 6: Zistiť, ako sú spokojní zamestnanci s pracovným prostredím a podmienkami na súde?

Čiastkový cieľ 7: Ako hodnotia zamestnanci celkovú atmosféru a kultúru na pracovisku? atď.

Výsledky z dotazníka nám pomohli identifikovať hlavné oblasti, kde môžu byť procesy a kvalita poskytovaných služieb zefektívnené. Dotazníkový výskum nám pomohol identifikovať silné a slabé stránky a ďalšie oblasti, ktoré je potrebné na KS rozvíjať.

Metódy a metodika výskumu

Pre spracovanie empirickej časti práce a pre jej výsledky sme využili metódu kvalitatívneho dotazníka, ktorý sme zostavili podľa modelu CAF, ktorý pre nás predstavuje

široko uznávaný nástroj, ktorým sa dá uskutočniť sebahodnotenie kvality riadenia manažmentu vo verejnom sektore. Toto sebahodnotenie je potrebné pre vhodnejšie uplatnenie princípov ako uvádza model CAF pre celkové dosahovanie lepších výsledkov na súde.

Pre hodnotenie organizačného útvaru sme si vybrali KS v BB a OS so sídlom v Banskej Bystrici, ktoré konajú a rozhodujú ako súdy v občianskoprávnych, v trestnoprávnych a v iných napr. volebných veciach spolu so sudcami v senátoch a v spolupráci s vyššími súdnymi úradníkmi, tajomníčkami, asistentkami a ostatnými štátnymi a verejnými zamestnancami súdu. Všetci sa snažia plniť úlohy, strategicky plánovať stanovené priority, programy a operatívne ciele, ktoré chcú okresné a krajské súdy dosiahnuť. Dotazníkový výskum sme uskutočnili v mesiaci máj 2025. Dotazník tvorilo 21 uzatvorených a 2 otvorené otázky, ktorým sme oslovili spolu 60 zamestnancov, ktorý sú zaradení do výkonu súdnictva. Dotazníky sme rozdali elektronicky cez gmail.- formulár. Ich návratnosť bola 100 %, čo považujeme za úspech. Distribúcia dotazníkov bola rýchla a návratnosť dotazníkov účinná.

Výsledky z dotazníka sme zhodnotili päťbodovou Likertovou škálou, nakoľko tento typ škály považujeme za efektívny nástroj merania subjektívnych názorov a spokojnosti respondentov.

Päťbodová Likertova škála bola nasledovne skoncipovaná:

- Označenie hodnoty 1: Veľmi nespokojný/á (resp. nie veľmi dobre)
- Označenie hodnoty 2: Nespokojný/á (resp. nie dobre)
- Označenie hodnoty 3: Neutrálna/ny
- Označenie hodnoty 4: Spokojný/á (resp. dobre)
- Označenie hodnoty 5: Veľmi spokojný/á (resp. veľmi dobre).

Výsledky z dotazníkov sme spracovali do príslušných tabuliek v programe Word.

Dotazníky nám vyplnilo a odoslalo spolu 60 respondentov (100 %). Vo veku menej ako 25 rokov dotazník vyplnili 2 respondenti (3,33 %), vo veku od 25 do 34 rokov dotazník vyplnilo spolu 7 respondentov (11,67 %), vo veku od 35 do 44 rokov (43,33 %) respondentov, vo veku od 45 do 54 rokov celkom 19 respondentov (31,67 %) a vo veku od 55 rokov a viac celkom 6 respondentov (10,00 %).

Tab. 3 Pohlavie respondentov

Pohlavie respondentov	Počet odpovedí	Percentuálny podiel (%)
Muž	37	61,66
Žena	23	38,33
Spolu	**60**	**100**

Dotazníkového výskumu sa zúčastnilo spolu 37 mužov (61,66 %) a 23 žien (38,33 %).

Ďalej sme zisťovali aká je pracovná pozícia respondentov na krajskom, resp. na okresnom súde. Do dotazníkového výskumu sa zapojili 3 riaditelia súdu (5,00 %), 3 predsedovia súdu (5,00 %), 5 podpredsedov súdu (8,33 %), 11 vedúcich príslušných oddelení (18,33 %), 3 respondenti pracujú ako personálny zamestnanci (5,00 %), dotazník vypísalo celkom 6 probačných a mediačných úradníkov (10,00 %) a možnosť iné uviedlo celkom 29 zamestnancov (48,33 %), ktorí vykonávajú iné manažérske funkcie na súde v BB a na ďalších okresných súdoch, ktoré sme oslovili.

Tab. 4 Pracovná pozícia zamestnancov

Pracovná pozícia respondentov	Počet odpovedí	Percentuálny podiel (%)
riaditeľ správy súdu	3	5,00
predseda súdu	3	5,00
podpredseda súdu	5	8,33
vedúci oddelenia (informatiky, probácie, osobného úradu)	11	18,33
personálny pracovník	3	5,00
probačný a mediačný úradník	6	10,00
Iné uveďte...	29	48,33
Spolu	**60**	**100**

Zistili sme, že všetci štátni zamestnanci vykonávajú štátnu službu v štátnozamestnaneckom pomere. V odpovediach sme našli napr. dotazníky od dozorných úradníkov, hovorcov, od zamestnancov príslušných referátov ako napr. z referátu štatistiky, učtárne, referátu hospodárskej správy a pod. Všetci zamestnanci museli prejsť výberovým konaním. Sudcov vymenúva a odvoláva Prezident SR na návrh Súdnej rady SROV. Zamestnanci súdov majú vypracované opisy pracovných činností a sú zaradení na základe Organizačného poriadku a rozvrhu práce, kde vykonávajú svoje manažérske funkcie a konajú v mene súdu.

Dotazníkom sme zisťovali, ako sami respondenti hodnotia schopnosť vedenia krajského/OS definovať a komunikovať víziu a strategické ciele. Zistenia sme hodnotili za pomoci Likertovej škály a zo získaných odpovedí sme vypočítali priemerné skóre.

Tab. 5 Spokojnosť respondentov s vedením súdov definovať a komunikovať víziu a strategické ciele

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
5	8	13	8	21	10	2,15

Vysvetlivka:

- *Otázka, ktorá bude mať najvyšší vypočítaný priemer (skóre) (4,70) naznačuje, že respondenti sú najviac spokojní v tejto oblasti.*
- *Otázka s najnižším priemerom (2,15) naznačuje, že táto oblasť môže potrebovať najviac zlepšení.*
- *Priemerné skóre nad 3,5 ukazuje na relatívne vysokú spokojnosť, zatiaľ čo skóre pod 3 naznačuje potenciálne problémy alebo nespokojnosť.*

Čo sa týka spokojnosti respondentov s vedením súdov definovať a komunikovať víziu a strategické ciele, vypočítané skóre dosiahlo priemer 2,15. To naznačuje, že táto oblasť potrebuje zlepšenia.

V otázke 6 sme sa pýtali, ako hodnotia respondenti zavádzanie inovácií a zmien v súdnictve?

Tab. 6 Spokojnosť so zavádzaním inovácií a zmien v súdnictve

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
6	8	13	8	21	10	4,17

Z odpovedí z dotazníka vyplynulo, že priemerné skóre dosiahlo hodnotu 4,17, čo naznačuje, že respondenti sú so zavádzaním inovácií a zmien v súdnictve relatívne veľmi spokojní.

V otázke 7 sme zisťovali ako hodnotíte transparentnosť a zodpovednosť vedenia súdu voči zamestnancom a verejnosti?

Tab.7 Hodnotenie spokojnosti transparentnosti a zodpovednosti vedenia súdu voči zamestnancom a verejnosti

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
7	0	0	1	30	29	4,38

Zistenia z odpovedí vypovedajú o tom, že zamestnanci súdov hodnotia veľmi vysoko spokojnosť s vedením súdu voči zamestnancom a verejnosti. Skóre dosiahlo priemer 4,38.

V otázke 8 sme zisťovali ako hodnotia respondenti systém riadenia ľudských zdrojov na súde? Uvedená Tabuľka 12 odpovedá na hodnotenie zo strany respondentov.

Tab. 8 Hodnotenie systému riadenia ľudských zdrojov na súde

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
8	0	8	1	22	29	4,12

Zistili sme, že priemerná hodnota dosiahla 4,12. Aj v tomto prípade sú respondenti spokojný zo systémom riadenia ľudských zdrojov na súde.

V otázke 9 sme zisťovali, ako sú zamestnanci súdnictva spokojní s príležitosťami na vzdelávanie v rámci profesionálneho rozvoja.

Tab. 9 Spokojnosť zamestnancov so vzdelávaním a profesionálnym rozvojom

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
9	0	9	0	42	9	3,85

Z odpovedí na otázku 9 sme vypočítali priemerné skóre 3,85 čo naznačuje, že respondenti vyjadrili relatívne skôr vysokú spokojnosť ako nespokojnosť s kvalitou vzdelávania a s možnosťami profesionálne sa rozvíjať.

V otázke 10 sme hodnotili aká je motivácia a angažovanosť zamestnancov?

Tab. 10 Hodnotenie motivácie a angažovanosti zamestnancov

Otázka	1 (Veľmi nespokojný/á)	2 (Nespokojný/á)	3 (Neutrálny/a)	4 (Spokojný/á)	5 (Veľmi spokojný/á)	Priemer
10	5	10	6	18	21	3,68

Prameň: Vlastné spracovanie, 2024

Získané odpovede z dotazníka na otázku 10 hovoria o vypočítanom priemere 3,68, ktorý oboznamuje, že respondenti zo súdu sú relatívne spokojní s hodnotením motivácie a angažovanosťou zamestnancov zo strany vedenia súdu. V tejto oblasti sú potrebné iba menšie preventívne opatrenia. Vedenie súdu by malo vždy prihliadať na to, ako správne motivovať svojich zamestnancov.

Otázkou 11 sme zisťovali, ako efektívne súd spolupracuje s inými inštitúciami a partnermi.

Tab. 11 Efektívna spolupráca súdu s inými inštitúciami a partnermi

Otázka	1 (Nie veľmi dobre)	2 (Nie dobre)	3 (Neutrálne)	4 (Dobre)	5 (Veľmi dobre)	Priemer
11	5	6	0	31	18	3,85

Z odpovedí vyplynulo, že zamestnanci súdu sú spokojní s tým, že súdy spolupracujú s inými organizáciami, partnermi a neziskovým sektorom. Priemerné skóre dosiahlo 3,85, čo naznačuje vysokú spokojnosť respondentov.

V otázke 12 sme sa pýtali, aká je efektívnosť využívaných finančných a materiálnych zdrojov súdu.

Tab. 12 Efektívnosť využívaných finančných a materiálnych zdrojov súdu

Otázka	1 (Nie veľmi dobre)	2 (Nie dobre)	3 (Neutrálne)	4 (Dobre)	5 (Veľmi dobre)	Priemer
12	0	0	0	18	42	4,70

Takmer všetci zamestnanci KS a ostatních analyzovaných OS vyjadrili vysokú spokojnosť v tejto oblasti. Priemerné skóre dosiahlo 4,70.

Výsledné sebahodnotenie kvality riadenia manažmentu vo verejnom sektore pomocou CAF

Výsledné bodové hodnotenie KS a OS v Banskej Bystrici prináša výsledná samohodnotiaca správa.

Tab. 13 Bodové hodnotenie KS a OS v Banskej Bystrici – samohodnotiaca správa

Kritérium CAF	SHS	SS	ICC
Kritérium 1 – Vodcovstvo	16	13,8	84
Kritérium 2 – Stratégia a plánovanie	39	22,7	61
Kritérium 3 – Zamestnanci	30	18,7	70
Kritérium 4 – Partnerstvá a zdroje	42	21,5	58
Kritérium 5 – Procesy	31	8	69
Kritérium 6 – Výsledky orientované na občana/zákazníkov	24	4,4	76
Kritérium 7 – Výsledky vo vzťahu k zamestnancom	19	6	81
Kritérium 8 – Výsledky spoločenskej zodpovednosti	14	3,8	86
Kritérium 9 – Kľúčové výsledky výkonnosti	69	16,7	31
SPOLU	**284**	**115,6**	**616**

Diskusia a záver

Z výsledkov dotazníkového výskumu, ktorým sme sa zamerali na sebahodnotenie kvality riadenia manažmentu KS a OS v Banskej Bystrici vyplýva, že vedenie súdov aktívne pristupuje k implementácii inovácií a potrebných zmien, efektívne tieto súdy riadia ľudské zdroje a zabezpečujú im kvalitné vzdelávanie, čím sa podporuje profesionálny rozvoj zamestnancov vo viacerých oblastiach. Zamestnanci súdov vykazujú relatívne vysokú mieru spokojnosti so službami poskytovanými zo strany organizácie voči nim ako pracovníkom.

Na druhej strane bola identifikovaná nižšia úroveň spokojnosti v oblasti poskytovania služieb smerom k občanom, čo poukazuje na existenciu rezerv a potrebu ďalšieho zlepšovania. Súd však systematicky rieši sťažnosti a podnety občanov, čo potvrdzuje pravidelný monitoring realizovaný v rámci jeho činnosti.

Pozitívne možno hodnotiť aj vysokú mieru spokojnosti zamestnancov s pracovným prostredím a podmienkami výkonu práce, vrátane možností zosúlaďovania pracovného a rodinného života, napr. formou práce z domu. Zistenia získané prostredníctvom metódy CAF prispeli k lepšiemu pochopeniu potrieb zamestnancov, čo vytvára predpoklady pre ďalšie zvyšovanie kvality, efektívnosti služieb a celkového riadenia organizácie.

Na základe realizovanej analýzy a výskumu možno konštatovať, že zvyšovanie kvality a výkonnosti verejnej správy si vyžaduje systematický prístup založený na princípoch moderného manažérstva kvality. Kľúčovým odporúčaním je zavedenie pravidelnej spätnej väzby a individuálnych plánov rozvoja zamestnancov, ako aj uplatňovanie výkonnostných zmlúv pre manažérov s jasne definovanými cieľmi. Motivácia zamestnancov by mala byť previazaná na dosahovanie výsledkov prostredníctvom transparentného systému odmeňovania a stimulov.

Významnú úlohu zohráva aj optimalizácia procesov a implementácia moderných technológií, najmä digitalizácie, automatizácie a nástrojov e-Governmentu, ktoré prispievajú k znižovaniu administratívnej záťaže a zlepšeniu dostupnosti služieb pre občanov. Zároveň je nevyhnutné budovať kvalitné pracovné prostredie, podporovať efektívnu komunikáciu a zapájanie zamestnancov do formovania vízie a cieľov organizácie.

Odporúčame tiež posilňovať etické princípy, predchádzať konfliktom záujmov a systematicky rozvíjať organizačnú kultúru založenú na dôvere a spolupráci. V oblasti riadenia je vhodné zavádzať procesné a projektové riadenie, pravidelne hodnotiť výkonnosť zamestnancov a využívať nástroje manažérstva kvality, ako sú model CAF, EFQM alebo norma ISO 9001.

Na záver chcem vyjadriť presvedčenie, že model CAF nájde širšie uplatnenie nielen vo verejnej správe, ale aj v ďalších organizáciách, spoločnostiach a malých a stredných podnikoch, kde prispeje k zvyšovaniu kvality riadenia a k celkovej výkonnosti.

POĎAKOVANIE: *Chcem vyjadriť úprimné poďakovanie Technickej univerzite vo Zvolene, najmä Drevárskej fakulte, za možnosť zúčastniť sa 66. ročníka medzinárodnej študentskej vedeckej konferencie, ktorá sa konala 14. mája 2026. Veľmi si vážim príležitosť prezentovať svoje odborné poznatky, vymieňať si skúsenosti a nadviazať nové vedecké kontakty v medzinárodnom akademickom prostredí. Podujatie sa stalo pre mňa ako pre študentku VŠEMV v Bratislave prínosnou platformou pre odborný rast a inšpiráciu do ďalšej vedeckej činnosti.*

Ďakujem za kvalitnú organizáciu konferencie a vytvorenie podnetného prostredia pre diskusiu a prezentáciu vedeckých prác.

Literatúra

European Institute of Public Administration. 2019. *Common Assessment Framework (CAF) 2020 – Improving Public Organisations through Self-Assessment.* Maastricht: EIPA, 2019. ISBN 978-92-897-1142-5.

EIPA. 2020. *Spoločný rámec hodnotenia CAF. 2020. Európsky model zlepšovania organizácií verejnej správy prostredníctvom samohodnotenia.* s. 106. Vydal: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo, SR, 2020.

Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR. 2024. *Národný program kvality Slovenskej republiky na roky 2022 – 2026*. [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné na internete: <www.unms.sk>

Interný materiál

Interný materiál, 2026. *Samohodnotiaca správa modelu CAF krajského súdu v Banskej Bystrici- rok 2025.*

sekcia
STREDOŠKOLSKÁ

DUSIVÁ DOKONALOSŤ
CHOKES PERFECTION

Nela Dekanová

Súkromná škola umeleckého priemyslu, Samova 14, Nitra

neladekanova@gmail.com

Abstract

This project explores the relationship between the individual and society, focusing on the pressure of social norms that suppress individuality. It examines how family, school, workplace, and media shape ideas about acceptable behavior and identity, often leading to judgment, bullying, or feelings of inadequacy. The theoretical part analyzes the lives and works of Franz Kafka, Sylvia Plath, and Edvard Munch, who experienced misunderstanding and social pressure. Their stories reveal the psychological impact of suppressed identity and show that their uniqueness later became a lasting value. The practical part consists of a painting that symbolically expresses the conflict between the individual and society. The project aims to evoke emotional response, encourage reflection on individuality and self-worth, and support young people struggling with self-acceptance.

Key words: individuality, identity, social pressure, self-esteem, mental health

Úvod

„Čo som zatiaľ videl, v škole… sú zameraní na vymazanie individuality.“ (Franz Kafka)

Už od detstva prichádzame do kontaktu s morálnymi pravidlami a normami, ktoré výrazne formujú naše myslenie, správanie a sebavnímanie. Hoci sa často hovorí, že si každý človek slobodne vyberá svoju životnú cestu, v mnohých prípadoch je táto voľba podstatne ovplyvnená spoločnosťou. Jedinec je od útleho veku usmerňovaný k predstave „správnosti“ – čo je vhodné, čo nie, ako by mal vyzerať, konať a aké hodnoty by mal vyznávať. Tieto normy sprostredkúvajú najskôr rodičia, neskôr škola, pracovné prostredie a v súčasnosti čoraz výraznejšie aj médiá. Odchýlka od nich býva často sprevádzaná negatívnou spätnou väzbou, od sociálneho vylúčenia až po psychický či fyzický nátlak.

Spoločnosť tak vytvára obraz ideálneho človeka, ktorému sa mnohí snažia priblížiť aj za cenu potláčania vlastnej identity. Strach z odsúdenia vedie k tomu, že jednotlivci rezignujú na svoju jedinečnosť a prispôsobujú sa očakávaniam okolia. Tento proces však často prebieha na úkor duševného zdravia a vnútorného prežívania človeka. Paradoxne, práve tí, ktorí sa tomuto tlaku odmietli podriadiť, sa v dejinách kultúry a umenia stali výraznými osobnosťami. Ich diela, ktoré boli počas života často nepochopené či odmietané, získali uznanie až s časovým odstupom.

Mnohých dnes známych autorov poznáme práve preto, že nemlčali a ukázali svetu svoju svojskú a jedinečnú tvár. Ich neobvyklé vnímanie sveta mnohým ľuďom otvorilo nové pohľady na realitu a ľudskú psychiku. Za ich života však boli neraz odsudzovaní, zosmiešňovaní a nedocenení, čo v nich prehlbovalo pocit vlastnej menejcennosti a presvedčenie, že sú sklamaním pre svoje okolie.

Táto práca sa zameriava na problematiku vzťahu jednotlivca a spoločnosti prostredníctvom analýzy životov a tvorby vybraných osobností – Franza Kafku, Sylvie Plath a Edvarda Muncha. Ich životné príbehy a umelecké diela predstavujú tri rozdielne, no zároveň výrazne prepojené podoby zápasu s tlakom spoločenských očakávaní, nepochopením a stratou identity. Teoretický základ práce je doplnený o praktickú výtvarnú realizáciu, ktorá vizuálne interpretuje tento konflikt a jeho emocionálne dôsledky. Súčasťou práce je aj autorská báseň, ktorá prehlbuje emocionálnu rovinu spracovanej témy. Motiváciou k výberu témy bola aj osobná skúsenosť autorky s pocitmi neprijatia a snahy prispôsobiť sa okoliu. Cieľom práce nie je len sprostredkovať poznatky, ale aj podnietiť čitateľa k zamysleniu nad hodnotou individuality a dôsledkami jej dlhodobého potláčania.

Jedným z autorov, ktorých život a tvorba výrazne ilustrujú tento konflikt, je Franz Kafka. Nebojoval do konca svojho života iba so spoločenskými normami, ale aj so sebaprijatím a neschopnosťou zapadnúť do bežného diania života. Svoje písanie vnímal ako prostriedok vykúpenia a očisty duše – ako spôsob, ktorým sa mohol zmieriť s vonkajším svetom alebo aspoň utlmiť bolesť a osamelosť, ktoré prežíval. Napriek tomu ostal nevypočutý. Neustále ponižovanie a odsudzovanie, ktoré zažíval zo strany rodiny aj spoločnosti, v ňom posilňovali presvedčenie, že je sklamaním a že jeho existencia nemá dostatočnú hodnotu.

Podobný vnútorný rozpor nachádzame aj v živote Sylvie Plath. Tá sa neustále porovnávala so spolužiačkami z majetnejších rodín, ktoré mali skúsenosti a životnú istotu, akú ona sama necítila. Vo svojom románe *Sklenený zvon* opisuje hlboký vnútorný konflikt: vzťah s mužom vnímala ako možnú prekážku vlastnej kariéry, no zároveň cítila silný tlak spoločnosti, ktorá od ženy očakávala, že naplní rolu manželky a matky. Tento rozpor medzi osobnými túžbami a spoločenskými požiadavkami v nej vyvolával rastúce pochybnosti o vlastnej hodnote a postupne viedol k psychickému vyčerpaniu.

Vzťah jednotlivca a spoločnosti sa výrazne odráža aj v tvorbe Edvarda Muncha. Vo svojich dielach otvorene zobrazoval témy sexu, úzkosti, smrti a choroby – oblasti, o ktorých sa v jeho dobe mlčalo. Keď začal vystavovať svoje obrazy, verejnosť ich často označovala za pohoršujúce a zvrátené. Kritici ho neváhali nazývať neschopným či šialeným, čo sa ho hlboko dotýkalo a posilňovalo jeho pocit odmietnutia a nepochopenia. Práve tieto skúsenosti sa však stali základom jeho expresívnej výpovede o ľudskej krehkosti a vnútornom utrpení.

Experimentálna časť

Vzťah medzi jednotlivcom a spoločnosťou je v tejto práci analyzovaný prostredníctvom troch prípadových štúdií – Franza Kafku, Sylvie Plath a Edvarda Muncha. Skúmanie vychádza z biografických údajov, interpretácie ich umeleckej tvorby a hľadania spoločných znakov v ich prežívaní. Zameriava sa predovšetkým na konflikt medzi vnútornou identitou jednotlivca a tlakom spoločenských očakávaní, ktorý výrazne ovplyvnil ich psychické zdravie aj umelecký prejav.

V prípade Franza Kafku sa ako kľúčový javí konflikt medzi jeho mimoriadnou citlivosťou a autoritatívnym prostredím, reprezentovaným najmä otcovskou postavou, rodinnými vzťahmi a spoločenskými normami. Tento vnútorný rozpor sa výrazne premieta do jeho literárnej tvorby, v ktorej dominujú témy odcudzenia, viny a nemožnosti začlenenia sa do spoločnosti. Postavy jeho diel sú opakovane konfrontované s neprehľadnými, byrokratickými systémami, v ktorých strácajú kontrolu nad vlastným životom aj identitou. Tieto motívy možno interpretovať ako odraz autorových osobných skúseností a jeho pocitu bezmocnosti voči svetu, ktorý mu nerozumel.

Hoci Kafka nebol úplne bez čitateľov a obdivovateľov, negatívne skúsenosti, vnútorné pochybnosti a dlhodobé ponižovanie zatienili jeho schopnosť vnímať vlastnú hodnotu. Svoje písanie chápal skôr ako nevyhnutnú potrebu očisty a spôsob prežitia než ako prostriedok spoločenského uznania. Práve absencia emocionálnej opory a porozumenia zo strany najbližšieho okolia v ňom prehlbovala presvedčenie, že je sklamaním.

Podobný nedostatok opory možno sledovať aj v živote Sylvie Plath. Po prečítaní románu *Sklenený zvon* a Kafkových poviedok bolo možné nahliadnuť na rôzne formy očakávaní, ktorým obaja čelili, no zároveň si všimnúť spoločný prvok – chýbajúcu osobu, ktorá by im bola oporou v najťažších chvíľach. Každý človek potrebuje niekoho, komu sa môže zveriť – člena rodiny, priateľa či odborníka. Niekedy stačí byť vypočutý. Pocit, že na svoj boj nie sme sami, dokáže aspoň čiastočne zmierniť bolesť.

Sylvia Plath predstavuje príklad jedinca, u ktorého sa konflikt medzi osobnými ambíciami a spoločenskými rolami prejavil v extrémnej podobe. Neustále sa porovnávala so spolužiačkami z majetnejších rodín, ktoré pôsobili sebavedomejšie a životne istejšie, než sa cítila ona sama. Vo svojom románe *Sklenený zvon* opisuje vnútorný rozpor medzi túžbou po sebarealizácii a tlakom spoločnosti, ktorá od ženy očakávala, že naplní rolu manželky a matky. Tento konflikt medzi vlastnými potrebami a očakávaniami okolia postupne viedol k strate sebadôvery, tvorivej blokáde a psychickému vyčerpaniu.

Môže prejsť ďalšie storočie či tisícročie, no otázky týkajúce sa vzťahu jednotlivca a spoločnosti nikdy nebudú úplne zodpovedané. Každý z nás reaguje inak. Navonok môžeme pôsobiť ako kópia tisícov ďalších, no keď zostaneme sami, maska opadne a na povrch sa dostáva naša pravá identita – často zraniteľná, neistá a nepochopená.

Tieto poznatky sa stali východiskom pre moju vlastnú výtvarnú realizáciu. Ako výtvarné spracovanie zvolenej témy som zvolila maľbu, prostredníctvom ktorej dokážem najintenzívnejšie preniesť ľudskosť, vnútorný boj a bolesť. Pri jej tvorbe som nevychádzala z konkrétnych vizuálnych predlôh, ale predovšetkým z vlastných pocitov a skúseností. Záleží mi na tom, aby bolo z diela cítiť osobný vklad a autentickosť – aby divák vnímal, kto ho vytvoril, a aké emócie ho formovali.

Až po podrobnejšom naštudovaní života a tvorby Edvarda Muncha som si uvedomila, akú silnú paralelu možno nájsť medzi jeho umeleckým prejavom a mojím vlastným dielom. Emócie sú však čisto subjektívne, rovnako ako v umeleckom smere expresionizmus, v ktorom nejde o realistické zobrazenie skutočnosti, ale o sprostredkovanie vnútorného prežitku.

Postava umiestnená v strede obrazu, ktorá zároveň zaberá jeho najväčšiu časť, predstavuje jednotlivca ako univerzálnu bytosť. Nemá jednoznačne definované ženské ani mužské pohlavie. Zvoliť iba jedno by znamenalo vylúčiť druhé, preto som vytvorila postavu, ktorá nesie črty oboch. Tlak spoločnosti totiž nepozná rodové hranice – dotýka sa každého.

Postava sa načahuje smerom k publiku a z jej úst vychádza bolestný výkrik o pomoc. Je odetá do korzetu v odtieňoch šedo-zelenej a čiernej, ktorý symbolizuje dusivú dokonalosť a spoločenské očakávania, ktoré si človek často nasadzuje aj proti vlastnej vôli. Čím viac sa korzet sťahuje, tým ťažšie je dýchať a zbaviť sa jeho zovretia. Navonok môže pôsobiť esteticky a príťažlivo, no vo vnútri sa skrýva bolesť, zúfalstvo a pocit uväznenia. Použité farby nesú emocionálny význam uzavretosti a vzdialenosti od sveta.

Ruky v pozadí reprezentujú spoločnosť. Sú zámerne namaľované v neprirodzenej mierke, aby v divákovi vyvolávali nepokoj a pocit neustáleho dohľadu. Symbolizujú myšlienku, že pred spoločnosťou sa nie je kam skryť. Pokiaľ sa jednotlivec za seba nepostaví, spoločnosť ho pretvorí podľa vlastného ideálu. Prehĺbeniu kontaktu s divákom slúži aj trojrozmerný prvok – model ruky zo samoschnúcej hliny, načahujúcej sa smerom k publiku. Predstavuje túžbu po pochopení a zároveň prosbu o pomoc. Hlina ako krehký materiál odráža krehkosť samotného človeka.

Súčasťou práce je aj autorská báseň *Záhuba*, ktorá rozširuje význam maľby o verbálnu rovinu. Slovo tu dopĺňa obraz – odhaľuje vnútorný monológ postavy a sprítomňuje pocity, ktoré nie sú na prvý pohľad viditeľné. V prípade prezentácie formou inštalácie alebo autorskej knihy vytvára báseň s vizuálnym objektom jednotný emocionálny celok.

Záhuba
Nela Dekanová

Sedím si ako pribitá k stolu predo mnou,

do zrkadla hladím so slepou naivnosťou

mihajúcou sa za tvárou,

že zachrániť ma príde

z dusivých pút života hrdina beztvárni,

no každým ďalším nádychom

facka pravdy bolí.

Telo mám odeté v zlatistom korzete

zakrývajúcim mi hnisavé rany,

odmietnuté okolím, kolegami či priateľom starým.

Unavená z inakosti,

prstov smerujúcich na mňa

s vlastným žiaľom osamelosti

som sa vrhla do zálivu kópií

ako vystrašené jahňa.

Ťažké ruky osudu na plecia mi klesajú
a pazúry spoločnosti
šnúrky od korzety bolestne sťahujú.
Prví krát zatiahnu, druhý krát pritiahnu,
no moje dusivé výkriky v hrudi mi uviaznu.
Vyronené slzy kúpu tvár,
stekajú mi k ústam,
kde úsmev svaly rozťahuje, ale je plný chvál.

Sedím si ako pribitá k stolu predo mnou
do zrkadla už nehladím so slepou naivnosťou mihajúcou sa za tvárou.
Rozpoznať sa neviem, Kto vlastne som?
Kto sa skrýva za kusom mäsa nazývajúcim sa ľudským telom.
Hrám už podľa pravidiel
morálky zvrátenej,
ibaže som ako prázdna kniha bez stránok,
ktorej utiekol dej.
Utíchla moja inakosť,
osobnosť-čiže celá ja,
prehrala som nad spoločnosťou,
ktorá nás ako jedinca
bez milosti zabíja.

V tvorbe Edvarda Muncha sa konflikt jednotlivca a spoločnosti prejavuje predovšetkým vizuálne. Jeho diela zachytávajú emocionálne stavy ako úzkosť, strach či osamelosť. Na rozdiel od Franza Kafku a Sylvie Plath však Munch postupne nachádza spôsob, ako svoje prežívanie transformovať do umeleckého výrazu a čiastočne stabilizovať vlastný psychický stav. Analýza jeho tvorby, najmä obrazu *Výkrik*, poukazuje na univerzálnosť prežívaného strachu a jeho hlboké prepojenie so spoločenským tlakom.

Na základe analyzovaných prípadových štúdií možno identifikovať viaceré spoločné charakteristiky: pocit odcudzenia a nepochopenia, konflikt medzi vnútorným prežívaním a spoločenskými normami, výrazný vplyv rodinného a sociálneho prostredia a transformáciu utrpenia do umeleckej tvorby.

Vyhodnotenie a diskusia

Na základe analýzy vybraných osobností možno konštatovať, že konflikt medzi jednotlivcom a spoločnosťou je dlhodobo prítomný jav, ktorý má výrazný a často deštruktívny dopad na psychiku človeka. Všetci analyzovaní autori – Franz Kafka, Sylvia Plath aj Edvard Munch – čelili tlaku spoločenských očakávaní, ktorý sa u nich prejavoval pocitmi menejcennosti, úzkosti, vnútornej izolácie a v niektorých prípadoch aj sebadeštruktívnym správaním. Hoci každý z nich reagoval na tento tlak odlišne, spoločným menovateľom zostáva skúsenosť nepochopenia a straty bezpečného priestoru, v ktorom by mohli slobodne rozvíjať svoju identitu.

Diskusia zároveň poukazuje na širší historický a spoločenský kontext tohto problému. Kým v minulosti bola odlišnosť často jednoznačne potláčaná a trestaná, súčasná spoločnosť vykazuje ambivalentný postoj. Na jednej strane propaguje ideál dokonalosti, úspechu a výkonu, najmä prostredníctvom médií a sociálnych sietí, na druhej strane zdôrazňuje hodnoty autenticity, sebalásky a prijatia inakosti. Tento rozpor môže u jednotlivca prehlbovať vnútorné napätie, keďže je zároveň tlačený k prispôsobeniu sa ideálu a k potrebe „byť sám sebou“.

Významným zistením je aj úloha medziľudských vzťahov a podpory zo strany okolia. Nedostatok porozumenia, empatie a emocionálnej opory sa ukazuje ako jeden z kľúčových faktorov prehlbovania psychických ťažkostí, čo je zreteľné najmä v prípadoch Franza Kafku a Sylvie Plath. Naopak, skúsenosť Edvarda Muncha naznačuje, že adekvátna a citlivá pomoc môže viesť aspoň k čiastočnej stabilizácii a k transformácii vnútorného utrpenia do tvorivého procesu, ktorý má liečivý potenciál.

Vlastná výtvarná realizácia potvrdzuje, že umelecký proces môže slúžiť ako účinný prostriedok sebavyjadrenia a spracovania vnútorných konfliktov. Symbolika použitá v diele – centrálna postava, korzet, deformované ruky a trojrozmerný prvok – priamo nadväzuje na zistenia vyplývajúce z analýzy skúmaných osobností. Umožňuje preniesť abstraktné pojmy, ako sú tlak spoločnosti, strata identity či túžba po pochopení, do vizuálnej a emocionálne pôsobiacej formy. Prepojenie výtvarného diela s autorskou básňou zároveň prehlbuje interpretáciu témy a vytvára komplexný celok, ktorý oslovuje nielen rozum, ale aj emócie percipienta.



Obr. 1 Návrh na papiery
Fig. 1 Drawing design on paper



Obr. 2 Finálna maľba
Fig. 2 Final painting

Záver

Práca sa zaoberala vzťahom jednotlivca a spoločnosti prostredníctvom analýzy vybraných umeleckých osobností a vlastnej výtvarnej a literárnej realizácie. Poukázala na to,

že tlak spoločenských noriem a očakávaní môže viesť k potláčaniu identity a negatívne ovplyvňovať psychické zdravie jednotlivca. Zároveň však ukázala, že práve odlišnosť, citlivosť a autentickosť môžu byť zdrojom hodnotného a nadčasového umeleckého vyjadrenia.

Príbehy analyzovaných autorov potvrdzujú, že nepochopenie zo strany spoločnosti neznamená absenciu hodnoty, ale často jej predčasné odmietnutie. Pocit odčlenenia a postupne narastajúca depresia, ktorá sa u mnohých z nich začala už v detstve, ich sprevádzala po celý život a výrazne ovplyvnila ich tvorbu aj osobné smerovanie. Práve preto sa v práci opakovane ukazuje význam empatie a schopnosti neodvracať zrak v čase, keď niekto potrebuje pomoc najviac.

Práca zároveň zdôrazňuje potrebu individuálneho prístupu k človeku. Snaha prispôsobiť jednotlivca normám bez porozumenia jeho vnútornému prežívaniu môže viesť k ďalšiemu utrpeniu a strate identity. Príbeh Sylvie Plath poukazuje na to, že aj pomoc, ktorá sa navonok javí ako správna, môže pri absencii citlivej komunikácie a pochopenia prehĺbiť bolesť. Namiesto snahy problém „odstrániť“ tak, aby zmizol z dohľadu, je potrebné mu skutočne porozumieť.

Predstavme si zhnité jedlo v chladničke. Môžeme ju zatvoriť a tváriť sa, že problém neexistuje, no pleseň sa bude šíriť ďalej. (Kafka) Môžeme ho vyhodiť, čím sa ho zbavíme, ale zápach zostane. (Plath) Alebo sa môžeme rozhodnúť chladničku dôkladne vyčistiť a venovať jej pozornosť, aby bola opäť použiteľná. (Munch) Rovnako je to aj s človekom. Namiesto zakrývania alebo odstraňovania „nedokonalostí“ je potrebné porozumenie, trpezlivosť a skutočný záujem.

POĎAKOVANIE:

Touto cestou by som chcela vyjadriť veľkú vďaku všetkým ľudom, ktorí ma podporili pri realizácii tejto práce. Ďakujem Mgr. art. Márii Machátovej za jej cenné rady, ktoré mi poskytla pri realizácii diela. Taktiež za jej názory a usmernenia. Ďakujem Mgr. art. Eve Kleinovej, ktorá bola počas tvorby mojím konzultantom.

Literatúra

Bahájske spoločenstvo. Jednotlivec a spoločnosť | V čo baháji veria [online]. [cit. 2025-12-18]. Dostupné na internete: <https://www.bahai.sk/v-co-bahaji-veria/zakladne-vztahy/jednotlivec-a-spolocnost/citaty>

Bieliková, Z. 2023. Geniálny podivín: Hoci sa bál smrti, neraz uvažoval maliar Edvard Munch o samovražde. *Život Pluska*. [online]. [cit. 2026-02-08]. Dostupné na internete: <https://zivot.pluska.sk/reportaze/genialny-podivin-hoci-bal-smrti-neraz-uvazoval-maliar-edvard-munch-samovrazde>

Britannica. 2026. Franz Kafka | Biography, Books, The Metamorphosis, The Trial, & Facts. [online]. [cit. 2025-12-20] Dostupné na interne:

<https://www.britannica.com/biography/Franz-Kafka>

Citáty slávnych osobností. Franz Kafka citáty (317 citátov). [online]. [cit. 2025-12-19] Dostupné na internete: <https://www.citaty.info/autori/franz-kafka>

Citáty slávnych osobností. Vincent Van Gogh citát: „Normálnosť je vyšliapaná cesta: Je príjemné na nej chodiť, ale nerastú po nej žiadne kvety.“

(10. 1. 2026) Dostupné na internete: <https://www.citaty.info/autori/vincent-van-gogh> DATABÁZE KNIH. Umělec v hladovění / Umelec v hladovaní / Umelec hladovky. [online]. [cit. 2026-1-10] Dostupné na internete: <https://www.databazeknih.cz/knihy/umelec-v-hladovani-12345>

FORBES. Príbeh, ktorý sa nenechá zatieniť ani smrťou. Od samovraždy Sylvie Plath uplynulo 61 rokov. [online]. [cit. 2026-1-10] Dostupné na internete:

<https://www.forbes.sk/pribeh-ktory-sa-neneda-zatienit-ani-smrtou-od-samovrazdy-sylvie-plath-uplynulo-61-rokov>

FRAGA, Kaleena. The haunting story of how Sylvia Plath died and the tragic events that led up to it [online]. *All That's Interesting*, 5. 2. 2023 [cit. 2026-02-08]. Dostupné na internete: <https://allthatsinteresting.com/sylvia-plath-death/>

Kafka, F. 2023. Premena a iné poviedky. Bratislava: Lindeni, ISBN 9788056634462, 2003. 144 s.

Plath, S. 2015. Sklenený zvon. Bratislava: Slovart, 9788055613925, 2015. 256 s.

ANALÝZA EMOČNÉHO STAVU NA ZÁKLADE REAKCIÍ NA FAREBNÉ VIZUÁLNE PODNETY

ANALYSIS OF EMOTIONAL STATE BASED ON REACTIONS TO COLORFUL VISUAL STUDY

Peter Jantoška

Súkromná škola umeleckého priemyslu, Samova 14, Nitra

peterssvk@gmail.com

Abstract

The paper Analysis of Emotional State Based on Reactions to Colored Visual Stimuli examines the relationship between color, emotional experience, and nonverbal self-expression. The theoretical part focuses on color psychology, nonverbal communication, symbolism, and self-reflection, while the practical part was carried out in cooperation with the KlauDIA civic association during the Dia Mikuláš event, involving respondents of various ages (mainly children) with diabetes or a close connection to the condition. The evaluation combined simple quantitative measures (color selection, agreement/disagreement) with a qualitative description of artistic expression (work with lines, intensity of strokes) using color cards featuring a mascot. The results highlighted individual differences in the perception of colors and symbols, as well as the influence of age: younger children worked more spontaneously, whereas older respondents approached the tasks more systematically.

Key words: color, emotions, nonverbal communication, self-reflection, visual stimuli

Úvod

Emócie predstavujú neoddeliteľnú súčasť ľudského prežívania a významne ovplyvňujú správanie, rozhodovanie aj sociálne vzťahy jednotlivca. Ich vyjadrovanie a vnímanie prebieha nielen verbálnou, ale aj neverbálnou formou, ku ktorej patria mimika, gestá, symboly a farby. Farba ako vizuálny prvok má schopnosť vyvolávať emocionálne reakcie, asociácie a nálady, pričom jej pôsobenie býva často intuitívne a podvedomé. Na tento aspekt poukazuje aj výrok teoretika umenia: „Farba je sila, ktorá priamo ovplyvňuje dušu.“ (Kadinsky, W., 2012, s. 25). Tento pohľad zdôrazňuje schopnosť farby pôsobiť na emocionálnu rovinu človeka aj bez verbálneho sprostredkovania a tvorí východisko skúmanej problematiky.

V prostredí práce s deťmi a mládežou nadobúda neverbálna komunikácia osobitný význam, keďže mladší jedinci nie vždy dokážu svoje emócie presne pomenovať slovami. V takýchto situáciách môžu farba a obrazový symbol fungovať ako prístupný a psychologicky bezpečný nástroj sprostredkovania emocionálneho prežívania. Vizuálne podnety umožňujú spontánnu reakciu bez nutnosti racionálneho uvažovania, čím poskytujú autentickejší pohľad na vnútorný stav jednotlivca. Z tohto dôvodu sa javí ako opodstatnené skúmať využitie farby

ako nástroja emocionálneho uvedomovania a sebareflexie, najmä v prostredí neformálneho vzdelávania a preventívnych aktivít.

Vzťah medzi farbou a emóciou je dlhodobo predmetom záujmu psychológie, pedagogiky, umenia aj dizajnu. Farby nepôsobia na človeka iba esteticky, ale majú aj výrazný psychologický účinok, keďže ovplyvňujú emocionálne prežívanie, správanie a vnútorný stav jednotlivca. Medzi prvých autorov, ktorí sa systematicky zaoberali vnímaním farieb, patril Johann Wolfgang von Goethe, ktorý vo svojom diele *Teória farieb* poukázal na subjektívny charakter farebného vnímania a zdôraznil, že emocionálne reakcie vyvolané farbami nesúvisia výlučne s fyzikálnymi vlastnosťami svetla, ale aj s psychologickým prežívaním človeka (Goethe, W., 2013). Na tieto myšlienky nadviazal Wassily Kandinsky, ktorý v diele *O duchovnom v umení* opisuje farbu ako prostriedok pôsobiaci priamo na vnútorný život človeka a schopný vyvolať emocionálnu odozvu bez potreby verbálneho sprostredkovania; každá farba má podľa neho vlastný emocionálny charakter a výrazový potenciál (Kandinsky, W., 2012). Významný prínos priniesol aj Johannes Itten, ktorý zdôrazňoval individuálne vnímanie farieb a vnímal farbu ako nástroj sebavyjadrenia a emocionálnej komunikácie ovplyvnenej osobnosťou jednotlivca a jeho aktuálnym psychickým stavom (Itten, J., 2007). Z pohľadu modernej psychológie sa farbám venoval aj Faber Birren, ktorý poukazoval na ich vplyv na emocionálne reakcie, správanie a subjektívne prežívanie pohody (Birren, F., 1961).

Farba patrí medzi základné vizuálne podnety, ktoré človek vníma už od raného detstva, a jej účinok na emocionálne prežívanie býva často okamžitý a intuitívny. Na rozdiel od verbálnej komunikácie nevyžaduje vedomé spracovanie ani jazykové schopnosti, vďaka čomu dokáže sprostredkovať emóciu priamo a prirodzene. Psychologické výskumy poukazujú na to, že jednotlivé farby bývajú spájané s určitými emocionálnymi stavmi, pričom tieto asociácie vznikajú na základe biologických predispozícií, kultúrnych vplyvov a osobných skúseností jednotlivca. Farba tak nepredstavuje len estetický prvok, ale aj symbolický nositeľ významu. Zároveň však platí, že jej emocionálne pôsobenie je subjektívne a môže sa líšiť v závislosti od veku, prostredia a aktuálneho psychického rozpoloženia človeka.

V pedagogickom a výchovnom prostredí sa farba využíva ako nástroj podporujúci sebavyjadrenie a emocionálne uvedomovanie. U detí, ktoré majú obmedzenú schopnosť verbalizovať svoje pocity, predstavuje jednoduchý a zrozumiteľný spôsob vyjadrenia vnútorného prežívania a jej výber sa môže stať odrazom aktuálnej emócie alebo nálady dieťaťa (Malchiodi, C., 1998). V kombinácii s obrazovým symbolom alebo maskotom môže farba napomáhať identifikácii emócií a podporovať rozvoj sebareflexie v prostredí neformálneho vzdelávania.

Sebareflexia prostredníctvom výtvarného prejavu patrí medzi často využívané nástroje v pedagogickej aj terapeutickej praxi. Vyfarbovanie umožňuje vyjadriť emóciu bez tlaku na správnosť alebo estetický výsledok, pričom výber farby, intenzita jej použitia a spôsob práce s líniami môžu odrážať aktuálne emocionálne rozpoloženie, mieru impulzivity alebo vnútornej stability (Löwenfeld, V., Brittain, W., 1987). Obmedzenie výberu na jednu farbu môže podporovať vedomé rozhodovanie a zvýšiť výpovednú hodnotu výsledku. Konzistentnosť alebo zmena farebného výberu naprieč jednotlivými krokmi môže naznačovať stabilitu alebo dynamiku emocionálneho prežívania.

V psychologickom kontexte sa farba považuje za jeden z najintuitívnejších podnetov, na ktoré človek reaguje. Využíva sa aj ako súčasť expresívnych a projektívnych techník, ktoré umožňujú nepriamym spôsobom vyjadriť vnútorné prežívanie. Farba má význam aj v prostredí

neformálneho vzdelávania a komunitnej práce, kde môže podporovať zapojenie, znižovať napätie a vytvárať atmosféru otvorenosti. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že farba sama o sebe nepredstavuje diagnostický nástroj; jej význam spočíva predovšetkým v podpore komunikácie a sebavyjadrenia, pričom interpretácia farebného prejavu by mala vždy zohľadňovať individuálne rozdiely a kontext situácie (Eisner, E., 2002; Lüscher, M., 1971).

Experimentálna časť

Výskum bol realizovaný formou kvalitatívno-kvantitatívneho prieskumu v spolupráci s občianskym združením KlauDIA, ktoré sa venuje podpore ľudí s diabetom a ich rodín. Výber respondentov bol zámerný, keďže cieľovou skupinou boli osoby so skúsenosťou s dlhodobým ochorením a s emocionálnymi situáciami, ktoré s ním súvisia. Tento kontext bol vnímaný ako významný faktor ovplyvňujúci emocionálne prežívanie respondentov, ich vzťah k farbám a spôsob emocionálneho vyjadrenia. Do prieskumu sa zapojili respondenti rôznych vekových kategórií, prevažne deti, avšak aj dospelí vrátane rodičov.

Cieľom práce je komplexne preskúmať vzťah medzi farbou a emocionálnym prežívaním respondentov prostredníctvom vizuálnych a symbolických podnetov a zhodnotiť možnosti využitia farby ako nástroja emocionálnej identifikácie, sebareflexie a neverbálnej komunikácie v prostredí neformálneho vzdelávania. Práca sa zameriava na analýzu intuitívneho výberu farby na základe obrazových kartičiek a na posúdenie zhody medzi zvolenou farbou a emóciou reprezentovanou vizuálnym symbolom – maskotom. Zámerom je overiť, či sú respondenti schopní prostredníctvom farby spontánne vyjadriť vlastné emocionálne prežívanie a či je vizuálny symbol schopný túto emóciu zrozumiteľne sprostredkovať.

Ďalším cieľom práce je skúmať mieru konzistentnosti emocionálneho prežívania porovnaním viacerých foriem neverbálneho prejavu, konkrétne výberu farby, subjektívneho hodnotenia emócie a sebareflexie prostredníctvom vyfarbovania maskota. Pozornosť je venovaná aj spôsobu práce s líniami ako možnému prejavu individuálnych rozdielov v emocionálnom vyjadrení. Práca zároveň analyzuje vplyv veku respondentov na vnímanie farby, interpretáciu vizuálnych podnetov a formu sebareflexie. Osobitný dôraz je kladený na špecifický kontext výskumnej vzorky tvorenej osobami priamo žijúcimi s diabetom alebo osobami s blízkym vzťahom k tomuto ochoreniu, pričom sa sleduje, či táto skúsenosť môže ovplyvňovať emocionálne prežívanie a vzťah k farbám a emóciám.

Ako výskumný nástroj boli použité autorsky vytvorené farebné kartičky pozostávajúce z dvoch častí. Na prednej strane kartičiek sa nachádzalo päť obrazových podnetov s dominantnou farebnou škálou. Respondenti si mali vybrať farbu, ktorá podľa ich subjektívneho vnímania najviac zodpovedala ich aktuálnemu emocionálnemu prežívaniu; tento výber bol považovaný za prvotný, intuitívny výber farby. Farebné obrazové podnety boli vytvorené na základe poznatkov z oblasti psychológie farieb a z odbornej literatúry, ktorá poukazuje na opakované asociácie medzi farbami a emocionálnymi stavmi. Cieľom bolo zabezpečiť, aby vizuálne podnety neboli náhodné, ale vychádzali z teoretických východísk.

Na zadnej strane kartičky bol zobrazený maskot reprezentujúci konkrétnu emóciu. Respondenti následne označili, či sa ich výber farby zhodoval s emóciou znázornenou maskotom, formou odpovede „áno“ alebo „nie“. Súčasťou zberu dát bolo aj zaznamenanie veku respondentov pre účely následnej kategorizácie. Poslednou časťou prieskumu bola sebareflexívna výtvarná

aktivita vo forme maľovanky, na ktorej bol zobrazený rovnaký maskot. Respondenti mali za úlohu vyfarbiť maskota použitím jednej farby podľa vlastného uváženia. Pri vyhodnocovaní sa sledovala zhoda alebo nezhoda farby použitej v maľovánke s pôvodne zvolenou farbou, ako aj spôsob práce s líniami, konkrétne zotrvávanie v obrysoch alebo ich prekračovanie.

Zber dát prebiehal počas podujatia Dia Mikuláš organizovaného občianskym združením KlauDIA v interiérových priestoroch. Prieskum prebiehal individuálnou formou, pričom každý respondent bol na začiatku oboznámený s dobrovoľnosťou účasti a anonymným spracovaním údajov. Celý proces u jedného respondenta trval približne niekoľko minút a prebiehal v nenáročnej, hravej forme. Získané údaje boli následne anonymne spracované a použité na vyhodnotenie výsledkov práce.

Po udelení verbálneho súhlasu boli respondentom predložené farebné kartičky s piatimi obrazovými podnetmi a boli požiadaní, aby si vybrali obrázok, ktorý podľa ich subjektívneho vnímania najviac vystihoval to, ako sa v danom momente cítia; výber bol zaznamenaný vyfarbením kruhu v príslušnej farbe. Výber nebol časovo obmedzený a prebiehal spontánne. Následne bola kartička otočená a respondentom bol predstavený maskot znázorňujúci konkrétnu emóciu; respondenti odpovedali na otázku, či emócia, ktorú maskot reprezentoval, zodpovedala ich vlastnému emocionálnemu prežívaniu, a odpoveď bola zaznamenaná formou voľby „áno“ alebo „nie“. Otázka bola vysvetlená jednotným spôsobom a respondenti ju pochopili bez potreby dodatočného objasňovania.

Ďalším krokom bola seba reflexívna aktivita vo forme maľovanky, na ktorej bol zobrazený rovnaký maskot; respondenti mali k dispozícii farebné ceruzky a mohli si vybrať jednu farbu z piatich možností, ktoré zodpovedali farbám použitým na kartičkách. Vyfarbovanie nebolo časovo obmedzené ani hodnotené z estetického hľadiska a respondenti neboli obmedzovaní v spôsobe práce s líniami; jediným obmedzením bolo použitie jednej farby. Po ukončení vyfarbovania bol zaznamenaný vek respondenta, ktorý slúžil výlučne na jeho následnú kategorizáciu. Prieskum bol anonymný a nezaznamenávali sa žiadne osobné údaje okrem veku. Celý postup u jedného respondenta trval približne štyri minúty. Účasť na aktivite bola zakončená symbolickou odmenou vo forme svietiacej náramkovej tyčinky, o ktorej respondenti neboli informovaní vopred. Na prieskume sa zúčastnilo približne tridsať respondentov; získané údaje boli následne spracované anonymne a použité na vyhodnotenie výsledkov práce.

Vyhodnocovanie získaných údajov bolo založené na kombinácii kvantitatívneho a kvalitatívneho prístupu, pričom dôraz bol kladený na vizuálne a výtvarné aspekty prejavu respondentov. Kvantitatívne sa sledoval výber jednotlivých farieb, miera zhody alebo nezhody medzi zvolenou farbou a emóciou reprezentovanou maskotom a ich rozdelenie podľa vekových kategórií; tieto údaje boli spracované formou jednoduchých počtov a percentuálneho vyjadrenia. Kvalitatívna analýza sa zameriavala na spôsob výtvarného prejavu v seba reflexívnej časti prieskumu, konkrétne pri vyfarbovaní maskota; sledovala sa intenzita tlaku pri kresbe, ktorá sa pohybovala od jemného, nenápadného vyfarbenia až po výraznejšie, energickejšie ťahy, pričom tento aspekt bol vnímaný ako vizuálny prejav individuálneho prístupu k práci s farbou a kresbou bez snahy o psychologickú interpretáciu.

Ďalším sledovaným kritériom bol vzťah respondenta k líniám predlohy; vyhodnocovalo sa, či respondent zotrvával v obrysoch maskota alebo ich prekračoval. Pri mladších deťoch sa častejšie objavovalo prekračovanie línií a dopĺňanie ďalších prvkov, ako napríklad vianočné motívy alebo situovanie maskota do konkrétneho prostredia, zatiaľ čo staršie deti a dospelí

respondenti sa prevažne držali v rámci predložených línií, čo bolo vnímané ako rešpektovanie vizuálnych hraníc zadania. Pozornosť sa venovala aj prípadnému dopĺňaniu ďalších výtvarných prvkov mimo základného motívu, prevažne jednoduchých vzorov, opakujúcich sa tvarov alebo drobných dekoratívnych prvkov, ktoré sa vyskytovali len ojedinele; pozadie maskota bolo vo väčšine prípadov ponechané prázdne, pričom výnimku tvorili jednotlivé individuálne prístupy zaznamenané ako osobitosti výtvarného prejavu.

Pri vyhodnocovaní sa sledovala miera abstrakcie a popisnosti výtvarného spracovania, pričom sa ukázalo, že spôsob práce s maľovánkou bol do značnej miery ovplyvnený vekom respondentov. Mladší respondenti pristupovali k vyfarbovaniu spontánnejšie a hravejšie, zatiaľ čo starší respondenti vykazovali tendenciu k systematickejšiemu a usporiadanejšiemu spracovaniu motívu. Dôležitým hodnotiacim kritériom bola aj konzistentnosť farebného výberu, konkrétne porovnanie farby zvolenej na kartičke s farbou použitou pri vyfarbovaní maskota. Zhoda alebo nezhoda medzi týmito krokmi bola interpretovaná ako vizuálna kontinuita alebo zmena v spôsobe emocionálneho vyjadrenia, bez hodnotenia správnosti či nesprávnosti voľby. Správanie respondentov počas samotnej aktivity, ako napríklad pokojný, sústredený alebo naopak rýchlejší a impulzívnejší spôsob kreslenia, bolo zaznamenávané opisne ako sprievodný jav výtvarného procesu a slúžilo na lepšie pochopenie individuálneho prístupu k práci s vizuálnym podnetom.

Vyhodnotenie a diskusia

V tejto kapitole sú prezentované výsledky prieskumu zameraného na vzťah medzi farbou, emóciou a sebareflexiou respondentov. Vyhodnotenie vychádza z údajov získaných prostredníctvom farebných kartičiek, posúdenia zhody s emóciou reprezentovanou maskotom, vekovej kategorizácie respondentov a seba reflexívnej aktivity vo forme maľovánky.

Výber farby predstavoval prvý kontakt respondentov s vizuálnym podnetom a prebiehal intuitívne, bez časového obmedzenia. Výsledky ukázali, že výber farieb nebol rovnomerne rozložený a jednotlivé farby sa vyskytovali s rozdielnou frekvenciou. Pri porovnaní vekových kategórií sa prejavili rozdiely v spôsobe rozhodovania: mladší respondenti volili farby spontánnejšie a s menším váhaním, zatiaľ čo starší respondenti pristupovali k výberu uvážlivejšie. Tieto rozdiely sa následne odrazili aj v práci s maľovánkou a v spôsobe výtvarného spracovania motívu.

Sledovaným ukazovateľom bola aj zhoda alebo nezhoda medzi prvotne zvolenou farbou a emóciou reprezentovanou maskotom. Časť respondentov vnímala emóciu maskota ako zhodnú so svojím aktuálnym emocionálnym prežívaním, zatiaľ čo iní túto zhodu nevnímali, čo poukazuje na individuálne rozdiely v interpretácii vizuálnych symbolov a ich emocionálneho významu.

Seba reflexívna časť prieskumu realizovaná prostredníctvom vyfarbovania maskota priniesla široké spektrum výtvarných prejavov. Respondenti používali rozdielnu intenzitu tlaku pri kresbe, od jemného vyfarbenia až po výrazné, energickejšie ťahy, čo bolo zaznamenané ako vizuálne odlišnosti v prístupe k práci s farbou a kresbou. Pri práci s líniami predlohy sa opäť prejavil vplyv veku respondentov: mladší respondenti častejšie prekračovali obrysy postavy a dopĺňali tematické alebo situačné prvky, zatiaľ čo starší respondenti a dospelí sa prevažne držali v rámci predložených línií a rešpektovali hranice motívu.

V niektorých maľovánkach sa objavili aj doplnkové výtvarné prvky, ako jednoduché vzory alebo drobné dekoratívne tvary, avšak vyskytovali sa len ojedinele a neboli dominantným znakom väčšiny prác. Pozadie maskota bolo vo väčšine prípadov ponechané prázdne, čím sa pozornosť sústreďovala na samotnú postavu a zvolenú farbu. Rozmanitosť výtvarných prístupov poukazuje na individuálne spôsoby, akými respondenti pracovali s vizuálnym zadaním. Tento aspekt vystihuje aj výrok Rudolfa Arnheima: „Každé vnímanie je zároveň myslením.“ (Arnheim, R., 1954, s. 10), ktorý korešponduje s pozorovanou variabilitou výtvarných prejavov.

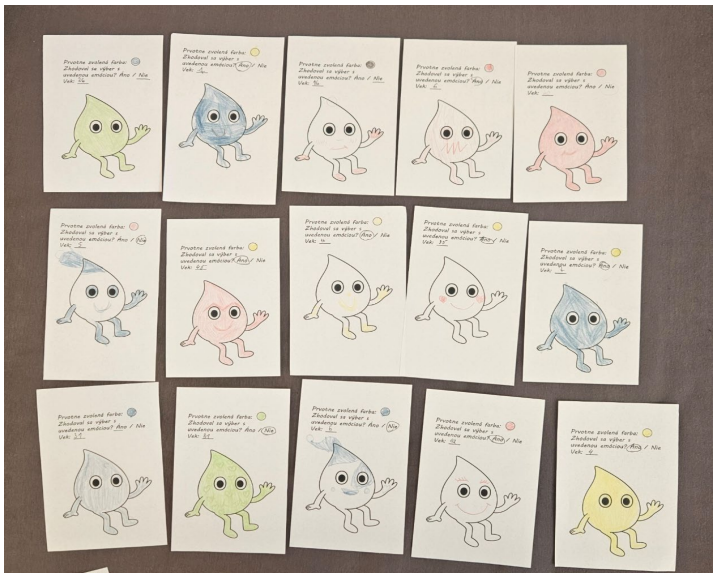
Pri porovnaní farby zvolenej na kartičke s farbou použitou pri vyfarbovaní maskota bola zaznamenaná zhoda aj nezhoda. U časti respondentov sa prejavila farebná kontinuita naprieč jednotlivými krokmi prieskumu, zatiaľ čo u iných došlo k zmene farebného výberu. Tieto rozdiely boli zaznamenané ako súčasť výsledkov bez hodnotenia ich správnosti. Rozdiely sa objavili aj v tempe práce – niektorí respondenti pracovali pokojne a sústredene, iní pristupovali ku kresbe rýchlejšie a impulzívnejšie; tieto prejavy boli zaznamenané opisne ako sprievodný jav výtvarného procesu. Ako uvádza Wassily Kandinsky: „Farba je klávesa, oko je kladivko, duša je klavír s mnohými strunami.“ (Kadinsky, W., 2012, s. 32), čo poukazuje na rozmanité spôsoby pôsobenia farby na jednotlivca.

Zaujímavým zistením bola miera zhody a nezhody medzi prvotne zvolenou farbou a emóciou reprezentovanou maskotom. Nezhoda sa neukázala ako negatívny výsledok, ale skôr ako prejav individuálneho spôsobu interpretácie vizuálneho symbolu, čo podporuje myšlienku, že emócie a ich vizuálne reprezentácie nie sú univerzálne čitateľné. Vek respondentov sa potvrdil ako významný faktor ovplyvňujúci prístup k vizuálnemu zadaniu: mladší respondenti pracovali spontánnejšie a častejšie prekračovali obrysy predlohy, zatiaľ čo starší respondenti a dospelí mali tendenciu rešpektovať stanovené línie a postupovať systematickejšie. Tento rozdiel korešponduje s poznatkami vývinovej psychológie o rastúcom vplyve sociálnych noriem s pribúdajúcim vekom.

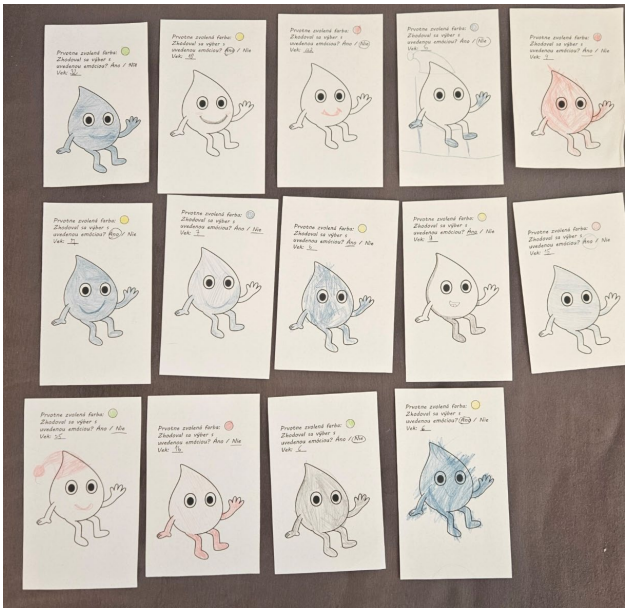
Seba reflexívna časť prieskumu poskytla respondentom priestor na individuálny výtvarný prejav. Rozdiely v intenzite tlaku, spôsobe vyfarbovania a miere detailnosti možno chápať ako vizuálny odraz momentálnej nálady, miery sústredenia alebo osobného vzťahu k výtvarnej činnosti, nie však ako jednoznačný ukazovateľ emocionálneho stavu. Konzistentnosť alebo zmena farebného výberu naprieč jednotlivými fázami prieskumu naznačuje dynamiku emocionálneho prežívania a rôzne spôsoby jeho vyjadrenia v závislosti od formy zadania.

Dôležitým kontextovým faktorom bolo prostredie prieskumu realizovaného počas komunitného podujatia pre osoby ovplyvnené diabetom, kde emocionálna atmosféra, prítomnosť rodičov a detí a zdieľanie skúseností mohli ovplyvniť reakcie respondentov. Tento kontext je potrebné vnímať ako prirodzenú súčasť výskumnej situácie. Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že hlavný cieľ práce bol splnený, keďže kombinácia farby, vizuálneho symbolu a jednoduchého výtvarného zadania vytvorila priestor pre sebareflexiu a individuálne vyjadrenie bez potreby verbalizácie či hodnotenia emócií.

Výsledky zároveň poukazujú na praktickú využiteľnosť tejto kombinácie ako vhodného nástroja práce s emóciami v prostredí neformálneho vzdelávania, najmä pri práci s deťmi. Aktivita sa ukázala ako zrozumiteľná, nenáročná a nenásilná, s potenciálom využitia v školskom aj komunitnom prostredí. Medzi limity prieskumu patrí najmä veľkosť výskumnej vzorky, ktorá zároveň otvára priestor pre ďalší výskum.



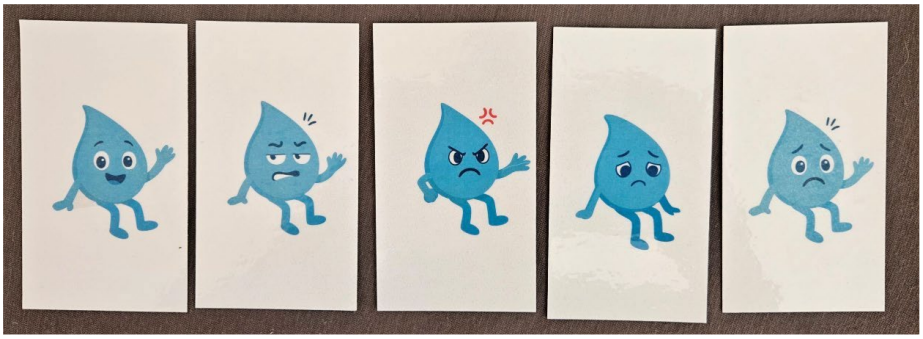
Obr. 1 Ukážky vybraných maľovánok respondentov, časť 1, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 1 Examples of selected respondent's coloring pages, Part 1, Peter Jantoška, 28.11.2025



Obr. 2 Ukážky vybraných maľovánok respondentov, časť 2, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 2 Examples of selected respondent's coloring pages, Part 2, Peter Jantoška, 28.11.2025



Obr. 3 Vzor použitých farebných kartičiek, predná strana, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 3 Sample of the color cards used, front side, Peter Jantoška, 28.11.2025



Obr. 4 Vzor použitých farebných kartičiek, zadná strana, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 4 Sample of the color cards used, back side, Peter Jantoška, 28.11.2025



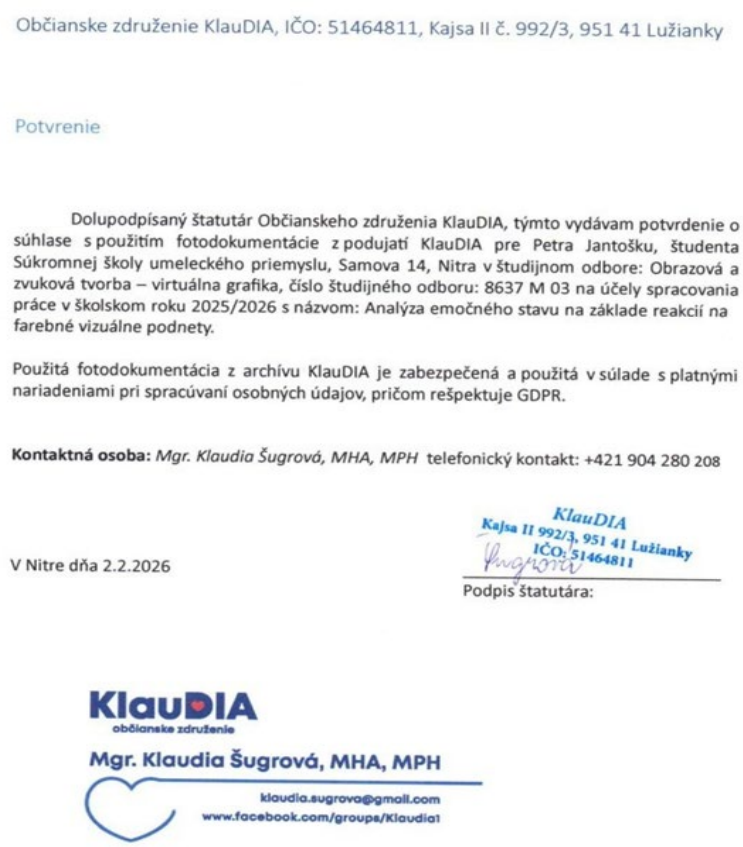
Obr. 5 Fotodokumentácia realizácie, vymaľovávanie, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 5 Photo documentation of the project, Peter Jantoška, 28.11.2025



Obr. 6 Fotodokumentácia realizácie, výber kartičky, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 6 Photo documentation of the project, Choosing card, Peter Jantoška, 28.11.2025



Obr. 7 Fotodokumentácia realizácie, fotografia priestoru realizácie, Peter Jantoška, 28.11.2025
Fig. 7 Photo documentation of the project, photo of the implementation space, Peter Jantoška, 28.11.2025



Občianske združenie KlauDIA, IČO: 51464811, Kajsa II č. 992/3, 951 41 Lužianky

Potvrenie

Dolupodpísaný štatutár Občianskeho združenia KlauDIA, týmto vydávam potvrdenie o súhlase s použitím fotodokumentácie z podujatí KlauDIA pre Petra Jantošku, študenta Súkromnej školy umeleckého priemyslu, Samova 14, Nitra v študijnom odbore: Obrazová a zvuková tvorba – virtuálna grafika, číslo študijného odboru: 8637 M 03 na účely spracovania práce v školskom roku 2025/2026 s názvom: Analýza emočného stavu na základe reakcií na farebné vizuálne podnety.

Použitá fotodokumentácia z archívu KlauDIA je zabezpečená a použitá v súlade s platnými nariadeniami pri spracúvaní osobných údajov, pričom rešpektuje GDPR.

Kontaktná osoba: *Mgr. Klaudia Šugrová, MHA, MPH* telefonický kontakt: +421 904 280 208

V Nitre dňa 2.2.2026

KlauDIA
Kajsa II 992/3, 951 41 Lužianky
IČO: 51464811

Podpis štatutára:

KlauDIA
občianske združenie
Mgr. Klaudia Šugrová, MHA, MPH
klaudia.sugrova@gmail.com
www.facebook.com/groups/Klaudia1

Obr. 8 Potvrdenie občianskeho združenia KlauDIA, 2.2.2026
Fig. 8 Confirmation of the KlauDIA Civil Association, 2.2.2026

Záver

Výsledky naznačujú, že vizuálne metódy založené na práci s farbou a symbolom predstavujú efektívny a citlivý prostriedok podpory sebareflexie v neformálnom prostredí. Hoci nemožno zistenia zovšeobecňovať vzhľadom na rozsah výskumnej vzorky, práca poukazuje na potenciál jednoduchých výtvarných aktivít ako dostupného nástroja komunikácie emócií. Z toho vyplýva, že pri práci s deťmi a mládežou môže byť dôraz na vizuálne vyjadrenie vhodným doplnkom verbálnej komunikácie, najmä v situáciách, kde je pomenovanie emócií náročné.

POĎAKOVANIE: *Touto cestou by som chcel vyjadriť veľkú vďaku všetkým ľudom, ktorí ma podporili pri realizácii tejto práce. Ďakujem Mgr. Klaudii Šugrovej, MHA, MPH za jej cenné rady, ktoré mi poskytla pri realizácii prieskumu. Taktiež Občianskemu združeniu KlauDIA za poskytnutú spoluprácu pri realizácii. Ďakujem PaedDr. Barbore Lipovej, Mgr. Klaudii Šugrovej, MHA, MPH a Mgr. Elene Senešiovej, školská psychologička, ktoré boli počas tvorby mojimi konzultantmi.*

Literatúra:

ARNHEIM, Rudolf. Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye. Berkeley: University of California Press, 1974. ISBN 978-0520243835. 528 s.

BIRREN, Faber. Color Psychology and Color Therapy. New York: McGraw-Hill Book Company, 1961. ISBN 978-0070059261. 302 s.

EISNER, Elliot W. The Arts and the Creation of Mind. New Haven: Yale University Press, 2002. ISBN 978-0300092531. 280 s.

GAGE, John. Color and Meaning: Art, Science, and Symbolism. Berkeley: University of California Press, 1999. ISBN 978-0520222250. 320 s.

GOETHE, Johann Wolfgang von. Teória farieb. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-8020022520. 112 s.

GOLDING, John, Cesty k abstraktnímu umění, Barrister & Principal, 2003. ISBN 80-86598-48-9. 224 s.

HURLBURT, Allen. The Grid: A Modular System for the Design and Production of Newspapers, Magazines, and Books. New York: Van Nostrand Reinhold, 1978. ISBN 978-0442241502. 96 s.

ITTEN, Johannes. Umenie farby. Bratislava: Slovart, 2007. ISBN 978-8080856385.

KANDINSKY, Wassily. O duchovnom v umení. Praha: Paseka, 2012. ISBN 978-8074322209. 96 s.

LÖWENFELD, Viktor – BRITTAIN, W. Lambert. Creative and Mental Growth. New York: Macmillan, 1987. ISBN 978-0023720893. 510 s.

LÜSCHER, Max. The Lüscher Color Test. New York: Random House, 1971. ISBN 978-0671213008. 187 s.

MALCHIODI, Cathy A. Understanding Children's Drawings. New York: Guilford Press, 1998. ISBN 978-1572302641. 277 s.

STOLIČKA MODULO
CHAIR MODULO

Bianka Kľačková

SOŠ Drevárska Zvolen Lučenecká cesta 2193/17

sosdrev@sosdrev.sk

Abstract

This work focuses on transforming an animal motif into product design. The main inspiration was the head of an ant, whose shape and structural features were analyzed and then used in the product design. The aim was to create a functional and practical seat that meets given technical and size requirements.

The result is a foldable seat designed for short-term use, which can be easily folded and unfolded according to the user's needs. The design focuses on stability, functionality, and simple construction, which makes it easy to handle and use space efficiently.

The product belongs to the category of short-term furniture, where the main priorities are practicality, flexibility, and saving space. The design also considers simple production and effective use of materials, meeting the goals of the work and offering a suitable solution for temporary use.

Key words: product design, animal motif, ant, stability, construction, variability, space saving, materials

Úvod

Téma tejto stredoškolskej odbornej činnosti sa zameriava na transformáciu živočíšneho motívu do podoby produktového dizajnu. Inšpiráciou bola hlava mravca, ktorej tvarové a konštrukčné vlastnosti boli analyzované a prenesené do návrhu produktu. Cieľom bolo vytvoriť funkčné a prakticky využiteľné sedenie spĺňajúce stanovené technické a rozmerové požiadavky.

Navrhovaný produkt je rozkladacie sedenie určené na krátkodobé používanie s možnosťou jednoduchého skladania a rozkladania. Dôraz bol kladený na funkčnosť, stabilitu a jednoduchosť konštrukcie, čo zabezpečuje ľahkú manipuláciu. Tvar vychádza z kompaktnosti, pevnosti a symetrie hlavy mravca.

Produkt patrí do kategórie krátkodobého nábytku, kde je prioritou praktickosť,

variabilita a úspora priestoru. Návrh zohľadňuje aj jednoduchú výrobu a efektívne využitie materiálov.

Experimentálna časť

Práca bola zameraná na overenie funkčnosti, stability a praktickej využiteľnosti navrhovaného rozkladacieho sedenia. V prvej fáze bol vytvorený jednoduchý model, na ktorom sa testovali základné princípy skladania a rozkladania. Následne bol vyhotovený prototyp v reálnej mierke z dostupných materiálov.

Pri testovaní sa sledovala najmä stabilita produktu pri zaťažení, jednoduchosť manipulácie a čas potrebný na jeho rozloženie a zloženie. Sedenie bolo opakovane rozkladané a skladané, aby sa overila jeho odolnosť a funkčnosť spojov. Zároveň sa skúšala jeho nosnosť pri rôznych typoch zaťaženia.

Výsledky experimentu potvrdili, že navrhnutý produkt je stabilný, ľahko ovládateľný a vhodný na krátkodobé použitie. Zistené nedostatky boli zapracované do finálneho návrhu, čím sa zlepšila jeho celková funkčnosť a praktickosť.

Vyhodnotenie a diskusia

Cieľom práce bolo navrhnúť funkčný a estetický nábytkový prvok, ktorý vychádza z transformácie živočíšneho motívu do produktového dizajnu. Hlavnou inšpiráciou bola hlava mravca, z ktorej sa odvíjala celková forma a tvarové riešenie produktu.

Vývoj návrhu nadväzoval na predchádzajúci ročník, kde boli vytvorené prvotné koncepty. Tie vychádzali z anatómie mravca, pričom boli zohľadnené aj ďalšie časti jeho tela, najmä trup a nohy. Na základe detailnej analýzy vzniklo viacero variantov, ktoré boli postupne štylizované až do finálnej podoby. Z nich bol vybraný výsledný tvar, ktorý bol doplnený o konštrukčné spojovacie prvky spĺňajúce estetické, funkčné aj ergonomické požiadavky.

Prvotným výstupom bola jedálenská stolička inšpirovaná aj tvorbou Arneho Jacobsena (obr. č. 1). Dôraz bol kladený na operadlo a sedák, ktoré boli tvarovo upravené tak, aby zachovali motív mravca. Konštrukcia kombinovala drevo a kov, pričom tvar operadla vizuálne pripomínal hlavu mravca.



Obr. č. 1 Jedálenská stolička
Fig. 1 Dining chair



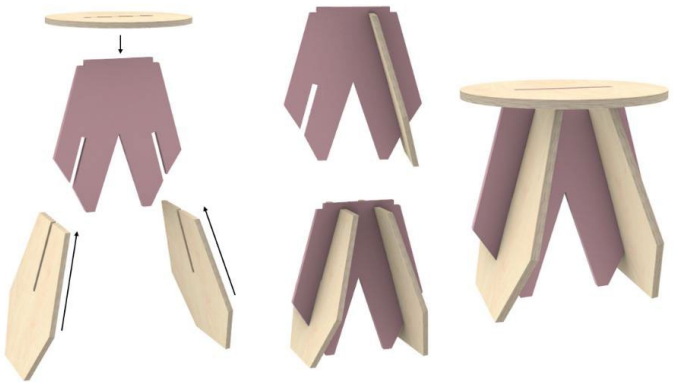
Obr. č. 2 Pracovný stôl
Fig. 2 Work table

Ďalším výstupom bol návrh pracovného stola, ktorý vychádzal z pohľadu na telo mravca zhora. Zakrivenie jeho tela ovplyvnilo tvar stolovej dosky, pričom opäť bola použitá kombinácia dreva a kovu pre dosiahnutie rovnováhy medzi estetikou a funkčnosťou (obr. č. 2).

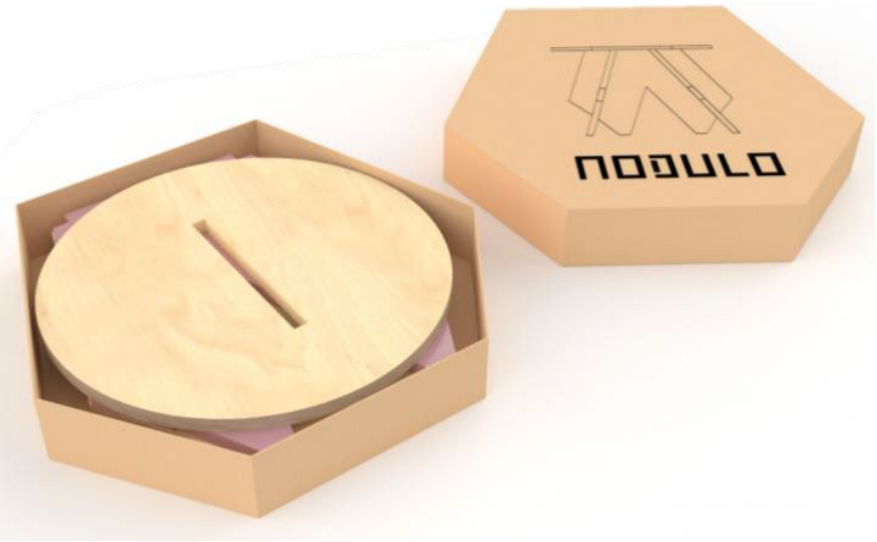
Pôvodne bola práca zameraná na detské sedenie, ktoré zohľadňovalo ergonómiu a bezpečnosť. Neskôr sa návrh posunul k stoličke založenej na princípe transformácie živočíšneho motívu. Tento smer bol ďalej rozvíjaný pomocou digitálneho modelovania v programe Rhinoceros 3D a ručných skíc, kde sa testovali proporcie, stabilita a variabilita riešení.

Navrhované varianty zahŕňali rôzne konštrukčné riešenia so štyrmi nosnými prvkami, opierkami a podrúčkami, ako aj využitie ohýbaných tvarov. Cieľom bolo dosiahnuť optimálnu rovnováhu medzi funkčnosťou, stabilitou a estetickým výrazom.

Finálne riešenie bolo založené na prekladaní dielcov a ich spájaní pomocou drážok bez použitia dodatočných spojov, čo umožnilo jednoduché skladanie a manipuláciu (obr. č. 3). Vyvíjalo sa viacero variantov, od organických tvarov až po geometrické riešenia so štyrmi dielmi. K finálnemu návrhu bol následne zhotovený obal, ktorý slúži na uskladnie výrobku (obr. č. 4)



Obr. č. 3 Manipilácia
Fig. 3 Manipulation



Obr. č. 4 Balenie
Fig. 4 Packaging

Konečný návrh predstavuje rozkladacie sedenie určené na krátkodobé použitie (obr. č. 5). Základ tvorí konštrukcia z preglejky s presnými výrezmi, ktoré zabezpečujú stabilitu a možnosť podsunutia nôh. Sedák má kruhový tvar, ktorý zachováva symetriu celku. Celkové rozmery produktu sú 420 × 450 × 420 mm.



Obr. č. 5 Konečný návrh
Fig. 5 Final poposal

Prototypovanie prebehlo v dvoch fázach. Najskôr bol vytvorený model v mierke 1:10 pomocou 3D tlače, ktorý overil estetické a funkčné rozdiely variantov. Následne bol zhotovený

plnohodnotný prototyp zo smrekovej škárovky, na ktorom sa testovala stabilita a manipulácia. Zistené problémy s prevrátením boli odstránené úpravou výrezov, čím sa zvýšila stabilita konštrukcie.

Pre finálny výrobok bola zvolená brezová preglejka kvality BB/BB, ktorá ponúka dobrú pevnosť, tvarovú stabilitu a vhodný estetický vzhľad. Oproti masívnemu drevu bola preferovaná pre svoju odolnosť pri opakovanom skladaní.

Výroba prebiehala podľa nárezového plánu s cieľom minimalizovať odpad. Dielce boli rezané, opracované a následne skontrolované. Po skúšobnom zostavení nasledovala finálna povrchová úprava.

Povrch bol ručne brúsený a ošetrený bezfarebným tvrdým voskovým olejom, ktorý zvýraznil štruktúru dreva. Stredný diel bol farebne odlíšený, čím sa zvýraznila konštrukcia a vizuálna kompozícia produktu.

Diskusia sa zameriava na porovnanie dosiahnutých výsledkov s prístupmi vybraných autorov a na zhodnotenie transformácie živočíšneho motívu do podoby funkčného produktu. Návrh rozkladacej stoličky úspešne prenáša základné vlastnosti hlavy mravca, najmä symetriu, kompaktnosť a pevnosť, do tvarového aj konštrukčného riešenia, pričom spĺňa požiadavky na funkčnosť a úsporu priestoru.

V porovnaní s tvorbou Alvara Aalta sa prejavuje podobný dôraz na jednoduchosť a efektívne využitie materiálu, avšak riešenie v tejto práci je založené na rozkladacom princípe bez spojovacích prvkov. Paralelu možno nájsť aj so stoličkou Ant od Arne Jacobsena, ktorá rovnako vychádza z inšpirácie mravcom, no využíva organickejšiu formu pre bežné sedenie. Navrhovaný produkt naopak pracuje s jednoduchšou, modulárnou konštrukciou určenou na krátkodobé použitie.

Prototypovanie poukázalo na nedostatky stability, ktoré boli následne odstránené úpravou konštrukcie, čím sa potvrdil význam praktického overovania návrhu. Výsledná stolička predstavuje funkčné a variabilné riešenie s potenciálom ďalšieho rozvoja.

Záver

Cieľom práce bolo navrhnúť funkčný a estetický produkt na základe transformácie živočíšneho motívu do produktového dizajnu. Inšpiráciou bola hlava mravca, ktorej vlastnosti sa podarilo preniesť do návrhu rozkladacej stoličky určenej na krátkodobé sedenie. Stanovený cieľ bol splnený.

Navrhnutý produkt spĺňa technické aj konštrukčné požiadavky, je stabilný a umožňuje jednoduché skladanie bez použitia spojovacích prvkov. Práca potvrdzuje možnosti využitia prírodných motívov v dizajne a ich prepojenie s praktickým využitím. Funkčnosť bola overená prototypom.

Návrh má potenciál ďalšieho rozvoja najmä v oblasti ergonómie a materiálov a môže slúžiť ako východisko pre ďalší dizajnérsky vývoj.

POĎAKOVANIE:

Touto cestou by som chcela úprimne poďakovať svojmu konzultantovi za odborné vedenie, cenné rady a trpezlivosť pri konzultáciách. Zároveň majstrovi odbornej výchovy za ochotu, odbornú pomoc a usmernenie pri samotnom zhotovení výrobku. Ich skúsenosti, 6

podpora a praktické pripomienky výrazne prispeli k úspešnému spracovaniu tejto študentskej vedeckej odbornej činnosti.

Literatúra:

Aalto, Alvar. Furniture and Architecture. Helsinki: Alvar Aalto Foundation, 2005. ISBN 978-952-9403-47-4
Jacobsen, Arne. Arne Jacobsen. London: Phaidon Press, 2017. ISBN 978-0-7148 7441-2
https://archeyes.com/architects/alvar-aalto-biography-bibliography/
https://arnejacobsen.com/works/the-ant/
https://www.artek.fi/en/products/stool-60

DETSKÁ JEDÁLENSKÁ STOLIČKA – „KVAK“
CHILDREN´S DINING CHAIR – „KVAK“

Alexandra Knechtová

SOŠ Drevárska Zvolen Lučenecká cesta 2193/17
sosdrev@sosdrev.sk

Abstract

KVAK is a multifunctional children's high chair designed for both dining and playing. The chair can also be transformed into a rocking type of furniture. One side contains Montessori-inspired elements that support the child's development, while the other side contains a drawing surface that encourages creativity. The design combines functionality, adaptability and learning in one piece of furniture.

Key words: children´s dining chair, child, multifunctional, green, frog, development of fine motor skills

Úvod

Téma tejto práce sa zameriava na návrh multifunkčnej detskej jedálenskej stoličky, ktorá okrem základnej funkcie sedenia, umožňuje aj premenu na hojdací typ detského nábytku. Cieľom práce bolo vytvoriť výrobok podporujúci bezpečné stravovanie dieťaťa a zároveň k rozvoju jeho jemnej motoriky a kreativity, ktorú môže využiť prostredníctvom kriedovej plochy, ktorá je umiestnená na boku jedálenskej stoličky a zároveň na druhej strane sú umiestnené montessori prvky, ktoré umožňujú rozvíjať jemnú motoriku u detí.

Ľahký, prirodzený a čistý vzhľad dodáva brezová preglejka, z ktorej je vyhotovená celá konštrukcia a časti detskej jedálenskej stoličky. Našim cieľom bolo vytvoriť multifunkčnú detskú jedálenskú stoličku, ktorá bude zároveň spĺňať estetickosť, funkčnosť a hlavne svet detí.

Experimentálna časť

Našim jasným cieľom bolo vytvoriť prácu, ktorá vylepši a spojí detskú kreativitu dokopy. Zároveň prispôsobiť konštrukciu a všetky ergonomické prvky aby výrobok čo najlepšie vyhovoval kritériám dieťaťa. Po dokončení výroby sa overila stabilnosť a ergonomickosť výrobku.

Vyhodnotenie a diskusia

Pri realizácií sa nám podarilo vytvoriť výrobok, ktorý spĺňa všetky naše stanovené ciele a stanovené podmienky. V porovnaní s bežnými detskými jedálenskými stoličkami, ktoré plnia výlučne funkciu sedenia, navrhnutý model ponúka rozšírené možnosti využitia.

Z konštrukčného hľadiska bolo dôležité zabezpečiť stabilitu a bezpečnosť výrobku v oboch polohách. Pri návrhu bolo potrebné zohľadniť ťažisko, pevnosť spojov a zaoblenie hrán, aby sa minimalizovalo riziko úrazu. Praktické testovanie potvrdilo, že pri správnom používaní je výrobok stabilný a bezpečný.



Obr. 1 Detská jedálenská stolička
Fig. 1 Children´s dining chair



Obr. 2 Hojdací typ nábytku
Fig. 2 Rocking type of furniture

Pri výrobe sme dbali na povrchovú úpravu aby nemala negatívny dopad na zdravie detí. Ako spoje sme použili domino kolíky, pretože sú to nerozoberacie spoje a majú dlhú životnosť. Počas realizácie výroby sme skúšali výrobok zlepiť „na sucho“ aby sme vedeli, či bude všetko ergonomicky správne.



Obr. 3 Zloženie výrobku na sucho
Fig. 3 Dry composition of the product



Obr. 4 Výroba otvorov na spoje
Fig.4 Creating holes for joints



Obr. 5 Fotenie výsledného produktu
Fig. 5 Photos of the final product



Obr. 6 Fotenie výsledného produktu
Fig. 6 Photos of the final product

Z praktického hľadiska má výrobok potenciál uplatnenia v domácnostiach, materských školách, detských centrách alebo herniach. Výsledky práce naznačujú, že integrácia viacerých funkcií do jedného stabilného a bezpečného výrobku môže byť efektívnym riešením v modernom detskom prostredí. Na základe uvedených skutočností možno konštatovať, že navrhnutá multifunkčná detská jedálenská stolička predstavuje inovatívne a prakticky využiteľné riešenie. Spája ergonomické, pedagogické a dizajnové aspekty do jedného celku a reaguje na aktuálne požiadavky na variabilitu a podporu rozvoja dieťaťa v ranom veku.

Detská jedálenská stoličky krásne zapadá aj do interiéru v detskej izbe. Hojdací typ nábytku umožňuje zakombinovať tento typ nábytku aj do iných priestorov ako je kuchyňa alebo jedáleň.



Obr. 7 Vizualizácia v detskej izbe
Fig. 7 Visualization in the children's room



Obr. 8 Vizualizácia v jedálni
Fig. 8 Visualization in the dining room



Obr. 9 Plagát produktu
Fig. 9 Poster of product

Záver

Na základne hotového výrobku DETSKÁ JEDÁLENSKÁ STOLIČKA „KVAK“ sme sa zhodli na závere, že navrhnutý výrobok spĺňa požiadavky, ktoré sme si na začiatku stanovili a spĺňa moderné no zároveň multifunkčné náležitosti. Navrhnutá detská jedálenská stolička predstavuje funkčné a inovatívne riešenie, ktoré prepája nábytkový dizajn s edukačnými princípmi. V budúcnosti by bolo možné toto riešenie ďalej rozvíjať napríklad úpravou rozmerov pre rôzne vekové kategórie a rozšírením edukačných prvkov. Pri vytváraní tohto výrobku sme mali schopnosť zlepšiť sa hlavne v praktickosti, pri vyrábaní ale aj v programoch, ktoré nám pomáhali realizovať 3D modely a návrhy, medzi ktorými sme sa rozhodovali, ako sú napríklad Rhinoceros a Homestyler 3D Floor Planner.

POĎAKOVANIE: *Týmto by som sa chcela poďakovať všetkým učiteľom, ktorí mi pomáhali pri rozvoji a práci s výrobkom. Zároveň by som sa chcela poďakovať aj spolužiačke, ktorá vždy bola ochotná pomôcť a bola mi oporou celý čas pri realizácií výrobku. A na záver by som sa chcela samozrejme poďakovať aj rodičom. Ďakujem.*

Literatúra

BIRKS, K.: Design for Children: Play, Ride, Learn, Eat, Create, Sit, Sleep. Lon-don: Thames & Hudson, 2018. ISBN 978-0-500-51934-4.

Internetové stránky dostupné na internete

https://babycarseats.sk/kinderkraft-stolicka-jedalenska-sienna/
https://favi.sk/produkty/kategorie/detske-jedalenske-stolicky?utm_source=chat-gpt.com
https://www.motorskillsmatter.com/the-ergonomics-of-highchairs-why-comfort-counts-for-your-childs-mealtime/?utm_source=chatgpt.com
https://en.wikipedia.org/wiki/High_chair?utm_source=chatgpt.com

DETSKÁ KOLÍSKA DREVENKA
BABY CRADLE DREVENKA

Linda Lietavová

SOŠ Drevárska Zvolen Lučenecká cesta 2193/17

sosdrev@sosdrev.sk

Abstract

This project focuses on the design and production of a handmade wooden baby cradle inspired by traditional craftsmanship. The cradle was made from natural wood with attention to safety, stability, and aesthetic appearance. The final product combines functionality, durability, and decorative value, while creating a comfortable and safe place for a child.

Key words: wooden cradle, baby cradle, handmade product, woodworking, natural wood, kids design

Úvod

Inšpiráciou pri návrhu detskej drevenej kolísky bola snaha vytvoriť bezpečné, pohodlné a estetické miesto pre najmenšie deti. Kolíska je navrhnutá pre deti do 6 mesiacov, aby poskytovala pokojný a bezpečný priestor na spánok a oddych. Pri výrobe som zvolila brezovú preglejku, ktorá je pevná, ľahká a vhodná na jednoduchšie opracovanie. Tento materiál som si vybrala najmä pre jeho nízku hmotnosť, dobrú manipuláciu a pekný prírodný vzhľad. Cieľom práce bolo navrhnúť a vyrobiť praktický výrobok, ktorý spĺňa požiadavky na funkčnosť, stabilitu a dizajn.

Experimentálna časť

Od začiatku bolo mojím cieľom vytvoriť výrobok, ktorý bude bezpečný, stabilný, praktický a zároveň esteticky zaujímavý. Inšpiráciou mi boli tradičné kolísky doplnené o modernejší dizajn a jednoduché línie. Bočné strany obsahujú oválne výrezy, ktoré slúžia ako dekoratívny prvok a zároveň zabezpečujú lepšie prúdenie vzduchu. Na čelách kolísky sa nachádza vyrezávaný motív srdca, ktorý dopĺňa celkový vzhľad výrobku. Kolíska je určená do interiéru domácnosti, najmä do detskej izby alebo spálne, kde spája funkčnosť s moderným dizajnom.

Vyhodnotenie a diskusia

Pri realizácii práce sa podarilo vytvoriť kolísku, ktorá zodpovedá pôvodnému návrhu aj stanoveným požiadavkám. Konštrukcia je pevná, tvarovo vyvážená a vhodná na bežné používanie v interiéri. Výhodou výrobku je najmä jednoduchá manipulácia vďaka nižšej hmotnosti materiálu.

Počas výroby bolo potrebné riešiť presnosť jednotlivých spojov a správne osadenie častí, aby bol zachovaný plynulý hojdací pohyb. Dôležitým krokom bolo aj opracovanie hrán a detailov, ktoré ovplyvňujú celkový vzhľad aj bezpečnosť používania.

Hotový výrobok pôsobí moderne a zároveň jemne, čo je vhodné pre detský nábytok. Do budúcnosti by bolo možné doplniť nastaviteľné prvky alebo ďalšie príslušenstvo podľa potrieb používateľa.



Obr. 1 Rozloženie kolísky – ukážka spojov
Fig. 1 Cradle Assembly – Joint Details



Obr. 2 Finálny návrh kolísky
Fig. 2 Final Cradle Prototype Design



Obr. 3 Vizualizácia v interiéri
Fig. 3 Visualization of the Cradle in an Interior



Obr. 4 Plagát
Fig. 4 Poster

Záver

Na záver si myslíme, že cieľ, ktorý sme si stanovili na začiatku, sa nám podarilo úspešne splniť podľa našich predstáv. Vytvorili sme modernú, farebnú a funkčnú kolísku, ktorá zároveň nie je náročná na výrobu. Kolíska spĺňa všetky kritériá a požiadavky, ktoré sme si určili a ktoré by mala takáto pomôcka pre dieťa mať.

POĎAKOVANIE: *Na záver by som sa chcela poďakovať všetkým pedagógom, s ktorými som konzultovala svoj projekt, za ich cenné rady, pripomienky a odborné usmernenie. A taktiež by som sa chcela poďakovať svojmu majstrovi, ktorý mi pomohol s realizáciou kolísky. Ich pomoc mi výrazne pomohla.*

Literatúra:

https://www.drevko.sk/kolisky/
https://www.feedo.sk/kolisky/
https://www.ludovakultura.sk/polozka-encyklopedie/koliska/

VYUŽITIE EXTRAKTU Z DUBOVÉHO DREVA PRI VÝVOJI FUNKČNÝCH POTRAVÍN VO FORME ŽELATÍNOVÝCH TABLIET

USING OAK WOOD EXTRACT IS THE DEPARTMENT OF FUNCTIONAL FOODS IN THE FORM OF GELATIN TABLETS

Eliška Loučanová

[1]*Spojená stredná škola Samuela Mikovíniho, Akademická 13 969 15 Banská Štiavnica,*

loucanovaeliska@gmail.com

Abstract

This work focuses on the research of a non-alcoholic beverage made from oak wood and its subsequent application in the development of an innovative form of functional food – gelatin tablets. The goal of the experiment was to gather information about the chemical composition, active compounds, and potential health benefits of this unconventional extract. The experimental part deals with the analysis of bioactive compounds that exhibit antioxidant and anti-inflammatory properties. The analysis confirmed the presence of these compounds, with the concentration of tannins determined to be 0.837 g/l, the concentration of polyphenols at 0.953 g/l, and the concentration of flavonoids at 0.124 g/l. In the second phase, this extract was successfully incorporated into a recipe for gelatin tablets (gummy candies). The results suggest that the developed functional food represents an innovative way to utilize natural extracts, although further research is required to confirm long-term health benefits.

Key words: functional foods, extraction, oak wood, gelatin tablets, healthy soft drink.

Úvod

V súčasnosti sa do popredia záujmu spotrebiteľov dostávajú potraviny, ktoré okrem základnej nutričnej hodnoty ponúkajú aj pridanú hodnotu v podobe priaznivých účinkov na zdravie. Tento trend vedie k rozvoju segmentu tzv. funkčných potravín. Významným zdrojom bioaktívnych látok, ktoré môžu byť v tomto smere využité, je drevná biomasa, konkrétne dub letný (Quercus robur). Dubové drevo je známe vysokým obsahom fenolových zlúčenín, najmä trieslovín, ktoré vykazujú silné antioxidačné, protizápalové a antimikrobiálne vlastnosti.

Tradičné využitie dubového dreva v potravinárstve je spojené predovšetkým so zrením alkoholických nápojov, kde extrakciou dochádza k obohateniu nápoja o senzoricky a biologicky aktívne látky. Naša práca posúva túto koncepciu ďalej a skúma možnosti využitia vodného extraktu z dubového dreva ako základu pre inovatívne nealkoholické nápoje a následne pre vývoj funkčných cukroviniek.

Hlavným cieľom tejto práce bolo nielen analyzovať chemické zloženie a antioxidačný potenciál získaného dubového extraktu, ale aj nájsť preň atraktívnu aplikačnú formu. Výsledkom je vývoj receptúry na želatínové tablety – obľúbené „gumené macíky“ – ktoré slúžia ako praktický a chuťovo prijateľný nosič zdraviu prospešných látok. Takáto forma

spracovania umožňuje širšiu konzumáciu bioaktívnych zložiek dubového dreva v modernej a atraktívnej podobe, ktorá je prístupná pre rôzne skupiny spotrebiteľov. Práca detailne popisuje proces od samotnej extrakcie, cez stanovenie obsahu polyfenolov a flavonoidov, až po finálnu technologickú prípravu želatínových tabliet a zhodnotenie ich vlastností.

Experimentálna časť

V rámci experimentu sme sa zamerali na inovatívne spracovanie dubového extraktu do formy funkčnej cukrovinky. Proces bol rozdelený na prípravu účinného roztoku a samotnú technologickú prípravu želatínovej hmoty

Príprava dubového extraktu a analýza - Základom pre výrobu bol vodný extrakt získaný z drveného dubového dreva (Quercus robur). Extrakcia prebiehala riadeným lúhovaním pri teplote 80 °C, čo je kritická hranica pre efektívne uvoľnenie trieslovín bez ich nadmernej tepelnej degradácie. Po hodinovej extrakcii vykazoval roztok charakteristickú tmavojantárovú farbu a intenzívnu trieslovú arómu. Chemickou analýzou sme v extrakte potvrdili vysoké zastúpenie polyfenolov (0,953 g/l) a trieslovín (0,837 g/l), čo predurčilo tento extrakt ako ideálnu surovinu pre obohatenie potravinových produktov o antioxidanty.

Technologický postup výroby gumených macíkov - Samotná výroba želatínových tabliet (gumených macíkov) bola navrhnutá tak, aby sa minimalizoval vplyv vysokej teploty na bioaktívne látky a zároveň sa dosiahla atraktívna senzorická kvalita produktu.

1. Príprava želatínovej zmesi - ako kľúčové médium sme použili 150 ml čerstvého dubového extraktu. Ten sme v nerezovej nádobe pozvoľna zahriali na teplotu 55 °C. Do teplého extraktu sme za stáleho miešania postupne pridávali vysokokvalitnú živočíšnu želatínu v množstve 40 g. Tento pomer bol zvolený zámerne, aby výsledné macíky mali tuhšiu, „gumovú“ konzistenciu, ktorá je odolná voči deformácii pri izbovej teplote. Zmes sme nechali 10 minút napučať, čím sa zabezpečila dokonalá hydratácia želatínových proteínov.

2. Chuťová a stabilizačná optimalizácia - vzhľadom na prirodzenú trpkosť a zvieravú chuť dubových trieslovín bolo potrebné zmes chuťovo vyvážiť. Do bázy sme pridali 20 g medu, ktorý pôsobí nielen ako sladidlo, ale vďaka svojmu zloženiu dopĺňa antibakteriálny profil výrobku. Pre zvýraznenie sviežosti a úpravu pH sme pridali 3 g kyseliny citrónovej, ktorá zároveň slúži ako prírodný konzervant, predlžujúci trvanlivosť tabliet – želé cukríkov. Celá zmes bola miešaná až do úplného rozpustenia všetkých zložiek, pričom sme dbali na to, aby sa do hmoty neprimiešalo príliš veľa vzduchu, čo by mohlo spôsobiť vznik bublín v hotovom výrobku.

3. Formovanie a proces tuhnutia - pripravená homogénna tekutina bola pomocou dávkovacej pipety plnená do špeciálnych silikónových foriem v tvare medvedíkov. Práve voľba tohto tvaru robí z vedeckého experimentu produkt, ktorý je vizuálne atraktívny pre bežného spotrebiteľa. Naplnené formy boli následne podrobené procesu riadeného chladenia. Počiatočná stabilizácia prebiehala pri izbovej teplote, po ktorej nasledovalo finálne tuhnutie v chladiarenskom boxe pri teplote 4 °C po dobu 12 hodín.

Chemické testovanie bioaktívnych látok v základnom extrakte pre výrobu želatínových tabliet - metodika stanovenia bioaktívnych látok v analyzovanej vzorke bola zameraná na: Táto chemickú analýzu organických zlúčenín v pripravenom extrakte z dubového dreva, konkrétne

polyfenolov, tanínov a falovoidov. Na stanovenie bioaktívnych látok bola použitá UV-VIS spektrofotometria, ktorá je založená na meraní absorbancie monochromatického žiarenia vzorkou. Zmeraná absorbancia je priamoúmerná koncentrácii látok vo vzorke, vďaka čomu je možné prostredníctvom merania absorbancie zisťovať koncentráciu látky. Voľba metód a vlnových dĺžok bola vykonaná na základe skúseností a dostupných materiálov (Márová & Vránová, 2002).

Experimentálne hodnotenie užívateľmi – tablety z extraktu z dubového dreva boli podané experimentálnej skupine dobrovoľníkov, ktorí posúdili vybrané vlastnosti pripraveného želé tabliet z extraktu z dubového dreva na základe dotazníka, zameraného na hodnotenie vybraných vlastnosti želé tablety z extraktu z dubového dreva. Následne boli získané údaje spracované do databázy a jednotlivé skúmané vlastností boli vyhodnotené prostredníctvom popisnej štatistiky.

Vyhodnotenie a diskusia

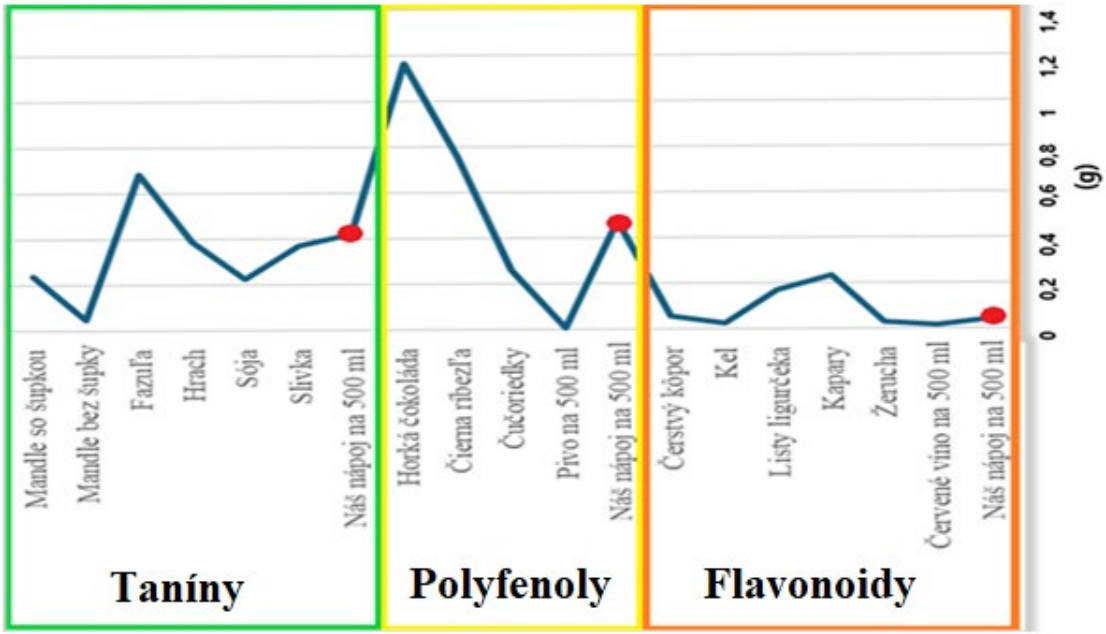
V experimentálnej časti sme sa zamerali na hodnotenie účinkov želatínových tabliet na ľudský organizmus prostredníctvom chemickej analýzy bioaktívnych látok a hodnotenia užívateľmi.

Tab. 1 Výsledky chemickej analýzy bioaktívnych látok
Tab. 1 Results of chemical analysis of bioactive substances

Parametre		Taníny	Polyfenoly	Flavonoidy
standard	c (g/l)	A (-)	A (-)	A (-)
	0,1	0,107	0,283	
	0,2	0,188	0,764	
	0,3	0,254	1,255	
	0,4	0,255	1,577	
	0,5	0,308	2,033	
absorbancia (-)		0,27	0,916	1,14424
vzorec kalibračnej krivky		y=0,469x+0,0738	y=4,313x-0,1115	
vypočítaná koncentrácia (g/l)		0,837	0,953	0,086

Nameraná koncentrácia celkových polyfenolov je 0,953 g/l), tanínov je 0.837 g/l a flavonoidov je 0,086 g/l. Z hľadiska zdravia sú tieto látky kľúčové pre ich antioxidačnú kapacitu – schopnosť viazať voľné radikály, čím chránia bunky pred oxidačným stresom. Pre porovnanie s ostatnými potravinami sme spracovali nasledovnú tabuľku 2.

Tab. 2 Porovnanie výsledných hodnôt bioaktívnych látok s vybranými bežnými potravinami
Tab. 2 Comparison of the resulting values of bioactive substances with selected common foods



Vyššie uvedené tabuľky predstavujú porovnanie obsahu bioaktívnych látok v extrakte z dubového dreva s inými bežne dostupnými potravinami (použité literárne zdroje na porovnanie, vzhľadom na ich rozsah, sú uvedené v použitej literatúre). Z porovnania vyplýva, že náš extrakt z dubového dreva obsahuje podobné množstvá bioaktívnych látok ako iné potraviny. Takže tento obsah nie je zanedbateľný a môže mať reálny pozitívny efekt na ľudský organizmus. Množstvo z uvedených potravín má ale oveľa vyššiu cenu ako náš extrakt z dubového dreva, kde je potrebné len dubové drevo, voda a sladidlo. Navyše skoro žiadna z uvedených potravín neobsahuje kombináciu všetkých 3 bioaktívnych látok. Konzumáciou práve nášho extraktu z dubového dreva je teda možné získať benefity všetkých 3 látok naraz.

Vyrobené želé tablety z extraktu z dubového dreva bol otestovaný v rámci hodnotenia užívateľmi. Zozbierali sme 50 odpovedí, na základe dotazníkového prieskumu, ktorí vyplnili dobrovoľníci ochotní náš experiment vyskúšať. Boli hodnotné pozitívne účinky tohto extraktu z dubového dreva na zdravie. Dobrovoľníci do testovania vstupovali s rôznou mierou zdravotných ťažkostí, pričom 40 % z nich deklarovalo konkrétne problémy, ako sú tráviace ťažkosti (16 %), bolesť hrdla (10 %) či symptómy prechladnutia a nádchy (14 %). Z oslovených 50 dobrovoľníkov 30 (60 %) nemalo žiadne zdravotné problémy. Z ohľadom na stanovený cieľ práce, prostredníctvom experimentu získať relevantné údaje o potenciálnych pozitívnych zdravotných účinkoch na ľudský organizmus, sa vyhodnotenie zameriavalo práve na údaje, ktoré poskytli dobrovoľníci so zdravotnými problémami. Takýchto dotazníkov bolo získaných 20. Získané údaje boli spracované do databázy a prezentované vo výsledkoch experimentu.

Vyhodnotenie subjektívneho názoru dobrovoľníkov na želé tablety z extraktu z dubového dreva pri zdravotných problémoch je zobrazený v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 3 Hodnotenie účinkov želé tabliet z extraktu z dubového dreva pri zdravotných problémoch
Tab. 3 Evaluation of the effects of oak wood extract gelatin tablets on health problems

Choroba	tráviace ťažkosti			bolesť hrdla			prechladnutie/nádcha		
Kritériá hodnotenia	Zlepšenie ťažkosti	časový interval	celkový dojem	Zlepšenie ťažkosti	časový interval	celkový dojem	Zlepšenie ťažkosti	časový interval	celkový dojem
Priemerné hodnoty	1,13	1,38	4,25	0,00	2,25	2,25	0,50	3,38	3,13
Smer pôsobenia	+			+/-			+		

Tabuľka prezentuje sumárne výsledky účinkov pre želé tablety z extraktu z dubového dreva na súbore 20 respondentov. Intenzita ťažkostí bola u väčšiny dobrovoľníkov hodnotená ako stredne silná, pričom najčastejšie bola uvádzaná hodnota 4 na škále intenzity. Pri hodnotení subjektívnych pocitov respondenti používali stupnicu od 1 do 5, kde hodnota 1 znamenala veľmi nepríjemný pocit a hodnota 5 predstavovala veľmi príjemný pocit.

Po požití želé tablety z extraktu z dubového dreva sme s odstupom času sledovali subjektívny pocit respondentov a rýchlosť nástupu zmien. Výsledky naznačujú najvyššiu mieru účinnosti pri tráviacich ťažkostiach. Zlepšenie ťažkostí dosiahlo úroveň 1,13 bodu pri najrýchlejšej účinnosti v priemere 1,5 hodiny. Celkový dojem pri týchto problémoch získal priemernú hodnotu 4,25 bodu, čo sa na zvolenej škále blíži k veľmi príjemnému pocitu.

Rovnako pozitívne účinky sme zaznamenali pri nachladnutí alebo nádche. Miera zlepšenia je v tomto prípade síce o niečo nižšia ako pri tráviacich ťažkostiach, no stále si udržiava pozitívny smer pôsobenia. Dĺžka časového intervalu prvého zlepšenia je približne 3,5 hodiny a celkový dojem u dobrovoľníkov predstavuje hodnotu 3,13 bodu.

Relatívne najhoršie hodnotenie bolo získané pri bolesti hrdla. Zlepšenie má v priemere nulovú hodnotu, hoci u jednotlivcov malo toto zlepšenie aj pozitívny smer. Časový interval prvého zaznamenania účinku bol približne 2,5 hodiny. Keďže však dvaja účastníci nepozorovali žiadny účinok, tieto výpovede neboli zahrnuté do celkového priemeru. Z toho dôvodu je výsledok pri tomto ochorení považovaný za neutrálny s priemerným celkovým dojmom 2,25 bodu.

Dobrovoľníci mali možnosť vyjadriť sa aj v otvorenej otázke, kde opisovali svoje pocity po použití želé tablety z extraktu z dubového dreva. Boli zaznamenané odpovede ako napríklad: došlo k zníženiu frekvencie stolice alebo ustúpilo pálenie v hrdle pri prehĺtaní. Iní respondenti uviedli, že sa im uvoľnili dýchacie cesty a je to celkom chutné.

Záver

Predložená práca sa zaoberá hodnotením účinkov nami vyrobeného želé tablety z extraktu z dubového dreva so zameraním na jeho využitie v domácej liečbe. Hlavným cieľom práce bolo získať relevantné údaje o chemickom zložení želé tablety z extraktu z dubového dreva, o prítomnosti aktívnych látkach v ňom, ako aj o potenciálnych pozitívnych zdravotných

účinkoch na ľudský organizmus. Metodika práce vychádzala z teoretickej časti práce spracovanej na základe analyticko-syntetickej metódy a v rámci experimetnálnej časti bola primárne využitá spektofotometrická analýza a dotazníkový prieskum. Výsledky potvrdili prítomnosť kľúčových skupín bioaktívnych látok v koncentrácii: taníny v množstve 0,837 g/l, polyfenoly v hodnote 0,953 g/l a flavonoidy v koncentrácii 0,124 g/l. Výsledky naznačujú, že želé tablety z extraktu z dubového dreva predstavuje významný zdroj antioxidantov s priaznivým dopadom na ľudský organizmus.

POĎAKOVANIE: *Touto cestou by som sa chcela srdečne poďakovať svojej vedúcej práce, Ing. Nikolete Gondovej, za odborné vedenie, cenné rady a čas, ktorý mi venoval pri vypracovaní tejto práce. Moje poďakovanie patrí aj Spojenej škole Samuela Mikovíniho v Banskej Štiavnici za poskytnutie priestorov školských laboratórií a technického vybavenia potrebného pre môj výskum.*

Literatúra

BAS-BELLVER, C. – BARRERA, C. – BETORET, N. – SEGUÍ, L. 2020. Turning agri-food cooperative vegetable residues into functional powdered ingredients for the food industry. Sustainability, 12(4), 1284.

BATE-SMITH, E. C. – SWAIN, T. 1962. Flavonoid compounds. In: Comparative Biochemistry. Academic Press, 1962, s. 755-809.

BHAGWAT, S. – HAYTOWITZ, D. B. – HOLDEN, J. M. 2011. USDA database for the flavonoid content of selected foods, release 3. Beltsville: US Department of Agriculture, 2011, 159 s.

CAO, J. – CHEN, W. – ZHANG, Y. – ZHANG, Y. – ZHAO, X. 2010. Content of selected flavonoids in 100 edible vegetables and fruits. Food science and technology research, 16(5), s. 395-402.

COSME, F. – AIRES, A. – PINTO, T. – OLIVEIRA, I. – VILELA, A. – GONÇALVES, B. 2025. A Comprehensive Review of Bioactive Tannins in Foods and Beverages: Functional Properties, Health Benefits, and Sensory Qualities. Molecules, 30(4), 800.

DABEEK, W. M. – MARRA, M. V. 2019. Dietary quercetin and kaempferol: Bioavailability and potential cardiovascular-related bioactivity in humans. Nutrients, 11(10), 2288.

DHIFI, W. – BELLAMINE, S. – MNIF, W. et al. 2016. Chemical Composition of Essential Oils and Their Biological Activities. Medicines (Basel), 3(4), 25. doi:10.3390/medicines3040025.

HAYTOWITZ, D. B. et al. 2002. Flavonoid content of vegetables. Journal of food composition and analysis, 15, s. 339-348.

HOLLMAN, P. C. et al. 1997. Relative bioavailability of the antioxidant flavonoid quercetin from various foods in man. FEBS letters, 418(1-2), s. 152-156.

CHUN, O. K. – KIM, D. O. 2004. Consideration on equivalent chemicals in total phenolic assay of chlorogenic acid-rich plums. Food Research International, 37(4), s. 337-342.

KULICHOVÁ, E. 2024. Spracovanie rastlinných materiálov, sušenie, extrakcia. [online]. 2024. [cit. 2025-02-25]. Dostupné na internete: https://www.siov.sk/wp-content/uploads/2020/04/Spracovanie-cajovych-zmesi-extrakcia.pdf

LANDETE, J. M. 2012. Plant and mammalian lignans: A review of source, intake, metabolism, intestinal bacteria and health. Food Research International, 46(1), s. 410-424.

LOUČANOVÁ, E. – NOSÁĽOVÁ, M. 2020. Eco-innovation performance in Slovakia: Assessment based on ABC analysis of eco-innovation indicators. BioResources, 15(3), s. 5355.

LOUČANOVÁ, E. – KAPUTA, V. – OLŠIAKOVÁ, M. 2023. Perception of Eco-innovation Based on Educational Attainment. European Management Studies, 21(2), s. 103-121.

LOUČANOVÁ, E. 2025. Výroba nealkoholického nápoja z dubového dreva a jeho vplyv na organizmus: ŠVOČ 2025. Zvolen: Drevárska fakulta, TUZVO, 2025.

MÁROVÁ, I. – VRÁNOVÁ, D. 2002. Praktikum z biochemie. Brno: Ústav chemie potravin a biotechnologie, Chemická fakulta, 2002.

MEYER, M. – KEAN, K. 2020. Innovative Use of Wood and Forest Products in Food and Beverage Industry. Journal of Forest Products, 45(6), s. 72-85.

NISHIMURO, H. et al. 2015. Estimated daily intake and seasonal food sources of quercetin in Japan. Nutrients, 7(4), s. 2345-2358.

PANCHE, A. N. – DIWAN, A. D. – CHANDRA, S. R. 2016. Flavonoids: an overview. Journal of Nutritional Science, 5, e47. doi:10.1017/jns.2016.41.

PANDEY, K. B. – RIZVI, S. I. 2009. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2(5), s. 270-278.

SMITH, J. et al. 2019. Polyphenols and Antioxidant Capacity of Forest Extracts and Their Application in Beverages. Food Science and Technology, 57(4), s. 364-374.

SOROUR, M. A. H. et al. 2018. Polyphenols, tannins and phytate contents in some Egyptian legumes. Journal of Sohag Agriscience (JSAS), 3(1), s. 94-111.

THOMAS, A. et al. 2018. The Role of Herbal and Wood-Based Extracts in Functional Beverages. Food Innovation Review, 22(1), s. 120-130.

TISSERAND, R. – YOUNG, R. 2013. Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals. Elsevier Health Sciences, 2013.

TRISTANTINI, D. – AMALIA, R. 2019. Quercetin concentration and total flavonoid content of anti-atherosclerotic herbs. In: AIP conference proceedings. AIP Publishing, 2019.

ULLAH, S. – HYUN, C. G. 2019. Evaluation of total flavonoid, total phenolic contents, and antioxidant activity of strychnobiflavone. Indonesian Journal of Chemistry, 20(3), s. 716-721.

VATTEM, D. A. – SHETTY, K. 2005. Functional Foods and Biotechnology: Sources of Bioactive Compounds. CRC Press, 2005.

ZELENÁ SPRÁVA. 2024. Správa o lesnom hospodárstve v Slovenskej republike. [online]. 2024. [cit. 2025-03-28]. Dostupné na internete: https://www.mpsr.sk/zelena-sprava-2024/123---19415/

TERMOFYZIKÁLNE VLASTNOSTI KOMPOZITNÝCH DOSIEK Z KÔRY SMREKOVCA *(LARIX DECIDUA)*

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF COMPOSITE BOARDS MADE FROM LARCH BARK (LARIX DECIDUA)

Hanka Sedliačiková[1]

[1]*Gymnázium Ľudovíta Štúra vo Zvolene, Hronská 3, 960 01 Zvolen*

hsedliacikova@gmail.sk

Abstract

The study focused on evaluating the thermo-physical properties of composite panels made from Larch (Larix decidua) bark to assess their potential as an ecological thermal insulation material. The results confirmed that density is the main factor affecting the thermal properties of the panels, with lower density leading to lower thermal conductivity due to higher porosity. Particle size primarily influenced the pore structure, which also affected thermal diffusivity, decreasing with lower density and larger particle size. In contrast, specific heat capacity proved to be a stable parameter, independent of the factors studied. Panels with an optimal density of approximately 350–400 kg/m³ exhibited thermal insulation properties comparable to commonly used materials. Thus, composite panels made from Larch (Larix decidua) bark represent a promising and environmentally friendly alternative for sustainable building constructions.

Key words: bark, thermal conductivity, thermal insulation, density

Úvod

Energetická náročnosť budov predstavuje jeden z kľúčových faktorov ovplyvňujúcich spotrebu energie a emisie oxidu uhličitého. V rámci EÚ sa odhaduje, že budovy sú zodpovedné za viac ako 40 % celkovej spotreby energie. Pričom najväčší podiel z nej pripadá na vykurovanie obytných priestorov, ktoré predstavuje približne 64 % celkovej spotreby energie v domácnostiach. Tento trend spolu so zvyšovaním cien palív a otepľovaním planéty vytvára tlak na používanie **účinnejších tepelných izolácií.**

Tradične používané izolačné materiály, ako sú polystyrén, polyizokyanurát či PUR (polyuretánové) peny, vykazujú síce výborné izolačné vlastnosti, no sú vyrábané z fosílnych zdrojov. V súčasnosti sa preto pozornosť sústreďuje na hľadanie alternatívnych riešení. Dôležitou súčasťou obehového hospodárstva je aj využívanie vedľajších produktov z drevospracujúceho priemyslu, napríklad drevnej kôry.

Kôra tvorí 10–20 % objemu stromu a pri ťažbe dreva vzniká veľké množstvo tohto

materiálu. Odhaduje sa, že celosvetovo ide o 0,16 až 0,19 miliardy m³ ročne. Napriek tomu sa jej využitiu dlhodobo venovala malá pozornosť. Kôra má špecifické vlastnosti: nízku hustotu s vysokým podielom korkových buniek s veľmi dobrými termoizolačnými parametrami. Dosky na báze kôry môžu plniť dvojakú funkciu – tepelnú aj akustickú izoláciu.

Smrekovcová kôra je z tohto pohľadu zaujímavým zdrojom. Ako prirodzený ochranný obal stromu sa vyznačuje bohatým obsahom biologicky aktívnych látok, no zároveň má aj vhodné fyzikálne vlastnosti pre výrobu kompozitných dosiek. Predchádzajúce štúdie poukazujú na to, že jej tepelná vodivosť je približne o 20 % nižšia než u dreva, čo potvrdzuje jej potenciál ako environmentálne vhodného izolačného materiálu. Okrem výborných termoizolačných vlastností vykazuje smrekovcová kôra nízku hustotu, dobrú trvanlivosť a vhodné mechanické vlastnosti.

V tejto práci preto skúmame smrekovcovú kôru a fyzikálne vlastnosti vyrobených kompozitných dosiek. Analyzujeme faktory ako veľkosť častíc, orientácia častíc v rovine dosky, hustota materiálu a množstvo použitého lepidla vo vzťahu k parametrom tepelnej vodivosti, tepelnej difuzivity a merného tepla. Výsledky našich skúmaní majú potenciál podporiť širšie zavádzanie prírodných materiálov do praxe a znížiť závislosť na syntetických izolantoch. Smrekovcová kôra sa tak javí ako perspektívna surovina pre moderný stavebný priemysel.

História

V stredoveku sa využitie kôry výrazne rozšírilo, hlavne v tradičnom liečiteľstve. Odvary z kôry sa používali na zníženie horúčky, tlmenie kašľa a liečbu tráviacich ťažkostí. Navonok sa aplikovala na rany, zápaly a vredy pre jej sťahujúce a dezinfekčné účinky.

V ranom novoveku sa kôra stala dôležitou surovinou pre priemysel – triesloviny z nej boli potrebné v spracovaní kože, využívala sa aj vo farbiarstve, farmácii a v zdravotníctve ako dezinfekcia.

V 20. storočí sa stala predmetom vedeckého výskumu. Vedci v nej objavili látky s liečivými účinkami, napríklad taxifolín, silný antioxidant s protizápalovými a ochrannými účinkami na srdce.

V súčasnosti predstavuje kôra multifunkčný materiál využívaný v moderných technológiách a priemyselných odvetviach. Uplatňuje sa vo farmaceutických a kozmetických prípravkoch a tiež ako surovina pre ekologické stavebné a **izolačné materiály**. Historický vývoj využitia kôry tak jasne dokumentuje prechod od jej elementárnych funkcií v pravekých komunitách k sofistikovaným aplikáciám v súčasnom medicínskom, priemyselnom a environmentálnom kontexte.

Čo je to kôra

Kôra je vonkajšia ochranná vrstva kmeňa, konárov a koreňov, ktorá chráni strom a plní dôležité funkcie. Delí sa na dve časti:

- **Periderm** (vonkajšia kôra) – chráni strom pred škodlivými vplyvmi.

- **Floém** (vnútorná kôra) – prenáša živiny, najmä cukry z listov do koreňov.

Účel kôry na stromoch počas ich života

Kôra plní v rámci anatomicko-fyziologického systému stromu primárne ochrannú funkciu. Pôsobí ako komplexná bariéra, ktorá chráni sekundárne drevo a podložné živé pletivá pred mechanickým poškodením a patogénmi, extrémnymi teplotami, UV žiarením a kolísaním vlhkosti.

Floém (vnútorná kôra) prenáša asimilačné produkty = organické zlúčeniny (sacharidy, tuky, minerály) medzi listami a koreňmi, čím udržuje rast a zdravie stromu. Kôra teda spája ochrannú bariéru a dopravný systém, ktoré spolu zabezpečujú ochranu a výživu stromu.

Podiel kôry na jednotlivých stromoch

Podiel kôry na strome závisí od druhu, veku a podmienok rastu. U ihličnatých stromov tvorí približne 5–15 % objemu kmeňa, u listnatých asi 10–20 %. Mladé stromy majú tenšiu kôru, staršie alebo druhy s hrubou kôrou jej majú viac. V tenkých vetvách je podiel kôry menší.

Odstránenie kôry

Odstránenie kôry (debarkácia) z výrezu kmeňa zoťatého stromu predstavuje kľúčový technologický krok ovplyvňujúci kvalitu a fyzikálne vlastnosti drevnej hmoty. Kôra obsahuje vysoký podiel vlhkosti, trieslovín a ďalších oddeliteľných zlúčenín, ktoré môžu negatívne ovplyvniť schnutie dreva. Debarkácia môže byť realizovaná tradičnými ručnými metódami, ako sú strúhanie a škrabanie. Taktiež mechanizovanými technológiami, vrátane lúpacích strojov, valcových zariadení a rotačných škrabacích systémov. V niektorých prípadoch sa využíva parné alebo chemické zmäkčenie kôry a taktiež možno použiť čiastočné sušenie stromu po ťažbe, čo uľahčuje jej separáciu. Správne odstránenie kôry optimalizuje fyzikálne a mechanické vlastnosti dreva, predlžuje jeho životnosť. Medzi kôrou a drevom sa totiž nachádza vrstva lyka, kde sa najčastejšie vyskytujú parazity, napríklad lykožrút.

Využitie kôry

Drevná kôra predstavuje významný prírodný materiál s multifunkčnými aplikačnými možnosťami. Zahŕňajú energetiku, priemysel, poľnohospodárstvo a environmentálnu ochranu. V energetickom sektore sa kôra využíva ako biomasa na produkciu tepla a elektrickej energie, pričom poskytuje ekologickú alternatívu k fosílnym palivám.

V priemysle sa kôra využíva na výrobu triesok, drevotrieskových dosiek, drvenej kôry a ako zdroj užitočných prírodných látok. Jej využitie má význam aj pri ochrane pôdy proti erózii a vysúšaniu. V živočíšnej výrobe sa po vhodnej úprave uplatňuje ako stelivo alebo prísada do krmív. Zlepšuje absorpciu vlhkosti a podporuje hygienické podmienky chovov.

Napriek týmto možnostiam často ostáva kôra po spracovaní dreva nevyužitá, čo podnecuje výskum nových prístupov k jej hodnotnému zhodnoteniu a recyklácii. Môže sa kôra využívať ako palivo na vykurovanie v halách, ale z ekologického hľadiska to nie je najlepšie.

Veľa dymí, zle horí a zanecháva veľa odpadu v podobe popola. Medzi perspektívne aplikácie patrí výroba **izolačných panelov**. Z mletej alebo rozvláknenej kôry, ktoré kombinujú rôzne mechanické a **termoizolačné vlastnosti** a predstavujú ekologickú alternatívu ku konvenčným izolačným materiálom. Ďalším potenciálnym využitím je pridávanie kôrovej múčky do lepidiel a živíc. Týmto spôsobom účinne viaže formaldehyd, známy karcinogén, čím zvyšuje bezpečnosť a environmentálnu nezávadnosť finálnych produktov.

Kôra smrekovca

Na náš výskum sme si vybrali kôru smrekovca. Z fyzikálneho hľadiska je kôra smrekovca charakteristická viacerými špecifickými vlastnosťami, ktoré ju predurčujú na technické a priemyselné využitie. Ide o materiál s nízkou hustotou, ktorá sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 250–450 kg/m³ v závislosti od druhu, časti kmeňa a obsahu vlhkosti. Jej pórovitá štruktúra, tvorená vysokým podielom korkových buniek, znižuje hmotnosť a zároveň zlepšuje **izolačné schopnosti.**

Z tepelného hľadiska sa kôra stromov všeobecne vyznačuje **nízkou tepelnou vodivosťou.** Smrekovcová sa pohybuje približne v rozmedzí 0,04-0,08 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. Táto vlastnosť z nej robí vhodný prírodný izolačný materiál. Okrem toho má nízku tepelnú difúznosť, takže zmeny teploty prenikajú do hlbších vrstiev len veľmi pomaly. Jej tepelná kapacita je stredne vysoká a výrazne závisí od vlhkosti – vlhšia kôra zhromažďuje viac tepla. ($C=Q/\Delta t$, $C=Q/\Delta T$)

Absorpčné vlastnosti smrekovcovej kôry sú výrazné: dokáže efektívne absorbovať a uvoľňovať vlhkosť. Po nasiaknutí vodou sa môže jej objem zväčšiť, ale v suchom stave zostáva ľahká. Pri vyššej vlhkosti je elastickejšia, zatiaľ čo pri vysušení sa stáva krehkejšou. V procese lisovania môžeme jej hustotu a mechanické vlastnosti cielene upraviť, čo je dôležité pri výrobe kompozitných materiálov.

Z hľadiska odolnosti voči teplu a ohňu je menej horľavá než samotné drevo. Jej hrubá vrstva a nízka tepelná vodivosť prispievajú k zvýšenej odolnosti voči požiarom. Povrch kôry je drsný, často šupinatý čo zlepšuje trenie a umožňuje lepšie viazanie povrchových vrstiev v kompozitných materiáloch. Celkovo môžeme smrekovcovú kôru označiť za perspektívnu surovinu pre ekologické stavebné aplikácie a výrobu kompozitných panelov.

Kompozitné dosky z kôry smrekovca

Sú to jedny z moderných materiálov vyrobených z vedľajšieho produktu drevospracujúceho priemyslu – smrekovcovej kôry. Výroba kompozitných panelov zo smrekovcovej kôry prebieha v niekoľkých krokoch:

1. Kôra sa najprv suší vo vákuovej sušičke z približne 90 % na 9 % vlhkosť.

2. Potom sa drví na častice rôznych veľkostí a mieša s močovino-formaldehydovým lepidlom.

3. Zmes sa lisuje do dosiek, ktoré sa po vychladnutí režú na požadované rozmery.

4. Vzorky z hotových dosiek sa testujú na vlastnosti ako napríklad hustota a tepelná vodivosť.

Ciele práce

Našim hlavným cieľom bolo preskúmať **tepelno-fyzikálne vlastnosti kompozitných dosiek z kôry smrekovca opadavého (*Larix decidua*).**

Druhým cieľom bolo analyzovať **vplyv: veľkosti a orientácie častíc, hustoty na tepelnú vodivosť a hmotnostnú tepelnú kapacitu kôrových dosiek.**

Štúdium a získavanie informácií

Naša práca sa začala vyhľadávaním odbornej literatúry, ktorá tvorila základ pre pochopenie problematiky a teórie fyzikálnych vlastností. Postupne sme zhromažďovali informácie, analyzovali už existujúce poznatky a vyhodnocovali ich prínos pre naše skúmanie. V ďalšej fáze sme nadviazali spoluprácu s docentom z Technickej univerzity vo Zvolene, ktorý nám poskytol odbornú literatúru a pomohol nám presnejšie pochopiť danú problematiku. Vďaka tejto kombinácii odbornej literatúry a odborného vedenia sme mohli vytvoriť pevný základ pre ďalší postup našej práce.

V laboratóriu sme skúmali fyzikálne vlastnosti dosiek zo smrekovcovej kôry, ako je hustota, vlhkosť a tepelná vodivosť. Docent Krišťák nám detailne vysvetlil metodiku meraní a ukázal praktické použitie prístroja Hot Disk a ďalších zariadení, ktoré sú nevyhnutné na presné určenie tepelných parametrov.

Vďaka tejto skúsenosti sme získali komplexný prehľad o tom, ako sa v praxi realizuje analýza fyzikálnych vlastností smrekovcovej kôry a aké faktory ovplyvňujú výsledky meraní. Táto spolupráca nám umožnila lepšie pochopiť význam smrekovcovej kôry ako potenciálneho materiálu s priaznivými izolačnými vlastnosťami.

Termoizolačné vlastnosti

Predstavujú schopnosť materiálu znižovať alebo brániť prenosu energie medzi dvoma prostrediami, pričom v technickej praxi sa najčastejšie vzťahujú na prestup tepla, zvuku, elektrického prúdu či vlhkosti.

Znamená to schopnosť materiálu obmedzovať prestup tepla vedením, prúdením alebo sálaním. Hodnotia sa parametrami ako:

- **Tepelná vodivosť (λ)** – čím nižšia hodnota, tým lepšia izolácia (koľko tepla prejde 1 metrom materiálu pri teplotnom rozdiele 1 Kelvin). $\lambda = \rho \cdot c \cdot \alpha$
- **Tepelný odpor (R)** – čím vyšší odpor, tým lepšie tepelnoizolačné schopnosti. $R = d/\lambda$
- **Teplotná vodivosť' (α)** – určuje, ako rýchlo sa materiál ohrieva alebo ochladzuje. (Nízka hodnota = pomaly sa zohrieva.) $\alpha = \lambda / \rho \cdot c$, $\alpha \sim 1 \times 10^{-7}$ (materiál: drevo)
- **Tepelná rezistivita** – vyjadruje schopnosť materiálu brániť sa prenosu tepla. Je materiálovo závislá. (Prevrátená hodnota tepelnej vodivosti.) $r = 1/\lambda$
- **Hmotnostná tepelná kapacita (c)** – koľko tepla je potrebné dodať 1 kilogramu látky, aby sa jeho teplota zvýšila o 1 °C. $c = Q / m \cdot \Delta T$

Fyzikálna vlastnosť dosky

- **Hustota (ρ)** – koľko hmoty je v danom objeme látky. ρ = m/V

Materiály a metodika

Materiály

Na meranie tepelno-fyzikálnych vlastností nám TUZVO poskytlo už vyrobené vzorky dosiek zo smrekovcovej kôry.

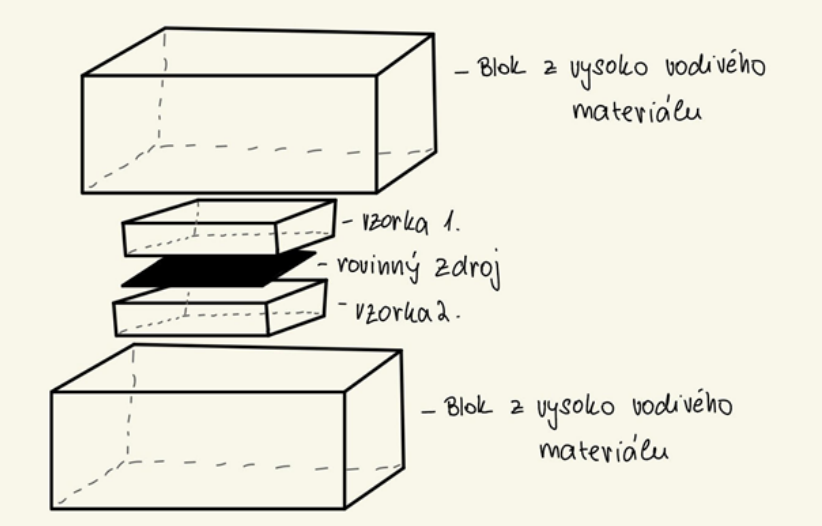
Na výrobu dosiek bola použitá smrekovcová kôra z Rakúska. Kôra bola vysušená vo vákuovej sušičke z pôvodnej vlhkosti 90–100 % na 9 %. Potom sa rozdrvila a preosiala na rôzne veľkosti častíc (4–11 mm, 10–30 mm). Ako lepidlo sa použilo močovino-formaldehydové (môžu sa použiť aj iné, ale toto má dve najväčšie výhody: je najlacnejšie a najrýchlejšie vytvrdzuje oproti ostatným). Množstvo lepidla sa použilo vždy 10%. Zmes kôry a lepidla sa premiešala a lisovala do dosiek veľkosti 320 × 320 × 30 mm pri teplote 180 °C. Hotové dosky sa nechali klimatizovať v stabilných podmienkach (20 °C, 65 % vlhkosť) a potom sa z nich vyrezali vzorky. Z každej dosky sa vyrezali 2 vzorky. Ich hustotu sme zistili váhovou metódou, teda odvážili sme ich a na piatich miestach odmerali dĺžku, šírku a hrúbku. Z týchto rozmerov sme spravili priemer a vypočítali objem. Podľa vzorca ρ = m/V sme vypočítali hustotu všetkých vzoriek (viď. Príloha 1).



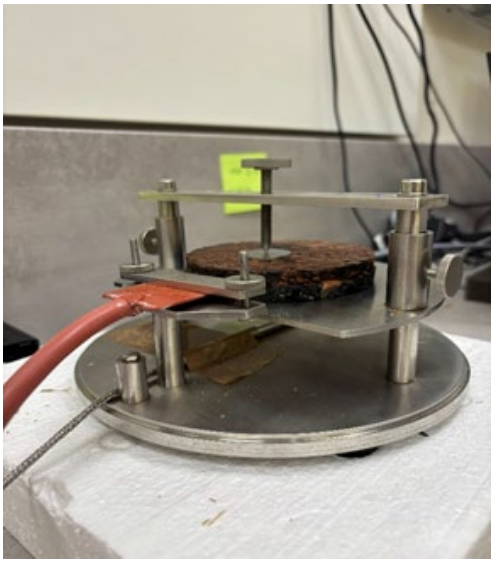
Obr. 1 Vzorky, na ktorých sme merali fyzikálne vlastnosti
Fig. 1 Samples on which we measured physical properties

Metodika merania tepelných vlastností

Tepelnú vodivosť a hmotnostnú tepelnú kapacitu sme určili pomocou metódy EDPS (rozšírená dynamická metóda rovinného zdroja tepla), pri ktorej sa používa prístroj Hot Disk. EDPS zahŕňa dve vzorky materiálu s nízkou tepelnou vodivosťou (lambda hodnota nižšia ako 2 W/m·K), umiestnené medzi dvoma veľkými blokmi materiálu s vysokou tepelnou vodivosťou (viď. Príloha 2). Medzi nimi sa nachádza rovinný zdroj tepla a merací senzor, ktoré merajú teplotné zmeny počas experimentu (viď. Príloha 3).



Obr. 2 Popis schémy prístroja Hot Disk, ktorý bol použitý pri metóde EDPS
Fig. 2 Description of the Hot Disk device diagram, which was used in the EDPS method



Obr. 3 Meranie pomocou prístroja Hot Disk
Fig. 3 Measurement using the Hot Disk device

Rovinný zdroj meria zmeny elektrického odporu (R) a podľa toho vypočítava teplotu. Má teplotný koeficient odporu 4,8 × 10^{-3} Ω·K^{-1} a odpor 3,6 Ω pri 20 °C. Metóda EDPS je vhodná pre materiály s nízkou tepelnou vodivosťou a zariadenie zabezpečuje, že teplo prechádza vždy iba jedným smerom cez vzorku.

Metódou EDPS sme vypočítali tepelnú vodivosť z teplotného rozdielu a tepelnú difuzivitu *a* z prispôsobenej hodnoty charakteristického času t, ktorý určuje rýchlosť nárastu teploty a je definovaný vzorcom:

$$t = l^2 / a$$

Každá vzorka bola meraná päťkrát a pre každý typ dosky sa uskutočnilo desať meraní. Meracie podmienky boli nastavené na 0,6 A počas 300 s. Po meraní tepelnej vodivosti a tepelnej difuzivity sme hmotnostnú tepelnú kapacitu vypočítali podľa vzorca:

$$c = \lambda / (a \times \rho)$$

Tepelno-fyzikálne vlastnosti materiálov na báze kôry je možné pomocou metódy EDPS merať s veľmi vysokou opakovateľnosťou.

Výsledky práce

Meraniami a výpočtom sme potvrdili, že hustota má významný vplyv na tepelnú vodivosť kôrových dosiek. Nižšia hustota izolačných dosiek priamo súvisí s nižšou tepelnou vodivosťou v dôsledku vyššej pórovitosti a prítomnosti väčšieho množstva dutín. Tepelná vodivosť pórovitého materiálu je výsledkom prenosu tepla vedením v pevných častiach materiálu (kondukcia) a prenosu tepla v kvapalinách a plynoch v dutinách, ktorý prebieha najmä prúdením (konvekcia). Keďže vzduch má nízku tepelnú vodivosť, jeho prítomnosť zvyšuje celkový tepelný odpor materiálu. Pri malých póroch v paneloch zostáva vzduch statický a konvekcia (prúdenie látky, ktorá prenáša teplo) je zanedbateľná.

Merania sme vykonali pre dve orientácie častíc – paralelnú (PA) a kolmú (PP) na rovinu dosky (viď. Príloha 4 a 5)

Vzorka	Hustota ($kg \cdot m^{-3}$)	Veľkosť častíc (mm)	Tepelná vodivosť ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Hmotnostná tepelná kapacita ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)	Tepelná difúzia ($mm^2 \cdot s^{-1}$)
1	688	4 až 11	0.107	1400	0.111
2	477	10 až 30	0.067	1392	0.101
3	537	4 až 11	0.071	1321	0.100
4	369	10 až 30	0.071	1380	0.139
5	362	4 až 11	0.065	1395	0.129

Obr. 4 Tabuľka nameraných hodnôt pre dosky s časticami orientovanými vodorovne
Fig. 4 Table of measured values for boards with particles oriented horizontally

Vzorka	Hustota ($kg \cdot m^{-3}$)	Veľkosť častíc (mm)	Tepelná vodivosť ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	Hmotnostná tepelná kapacita ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)	Tepelná difuzivita ($mm^2 \cdot s^{-1}$)
6	345	4 až 11	0.078	1373	0.165
7	471	10 až 30	0.104	1382	0.160
8	355	10 až 30	0.081	1418	0.161

Obr. 5 Tabuľka nameraných hodnôt pre dosky s časticami orientovanými kolmo na rovinu dosky

Fig. 5 Table of measured values for boards with particles oriented perpendicular to the plane of the board

Teoreticky vieme povedať, že hlavný dôvod vyššej tepelnej vodivosti kôrových dosiek spočíva v tom, že častice kôry vytvárajú cesty pre prenos tepla. Častice orientované kolmo k rovine panelu sú hustejšie uvoľnené, čo zvyšuje hustotu a tým aj tepelnú vodivosť. Preto môžeme povedať, že orientácia častíc ovplyvňuje tepelnú vodivosť. Pri kolmom smere musí teplo prechádzať cez viaceré vrstvy kôry a uzavreté póry so vzduchom, čo brzdí prestup tepla. Naopak, paralelný smer umožňuje ľahší tok tepla pozdĺž vrstiev. Vzorky orientované kolmo vykazujú nižšiu tepelnú vodivosť a sú teda vhodnejšie ako termoizolačný materiál. Vzorky orientované paralelne so štruktúrou kôry majú vyššiu tepelnú vodivosť. Orientácia častíc kôry je dôležitým faktorom pri výrobe izolačných dosiek s konkrétnymi vlastnosťami.

Zistili sme, že tepelná vodivosť dosiek rastie so zväčšovaním veľkosti častíc. Hlavným dôvodom sú rozdiely v pórovitej štruktúre materiálu – jemné častice vytvárajú menšie a uzavretejšie póry, takže vzduch v nich má menší vplyv na celkový prenos tepla. Pri hrubších časticiach vznikajú väčšie dutiny, cez ktoré sa teplo prenáša efektívnejšie, čo vedie k vyšším hodnotám tepelnej vodivosti.

Ďalším dôležitým parametrom je hrúbka dosiek. Pri doskách s hrúbkou menšou ako 20 mm však môže byť tepelná vodivosť výrazne ovplyvnená dutinami vytvorenými veľkými časticami, ktoré môžu siahať takmer od jednej strany k druhej. To zhoršuje hodnoty vodivosti kvôli cirkulácii vzduchu, ktorý dokáže preniesť značné množstvo tepla vo vnútri dosky. Tento jav sa zmenšuje so zväčšovaním hrúbky dosiek.

Tepelná difúzia súvisí s hustotou a veľkosťou častíc. Nízka hustota a väčšia veľkosť častíc vedú k pomalšiemu šíreniu tepla a nižším hodnotám tepelnej difúzie, zatiaľ čo vyššia hustota a jemnejšie častice spôsobujú jej nárast.

Hmotnostná tepelná kapacita je definovaná ako množstvo energie potrebné na zvýšenie teploty 1 kg hmoty o 1 kelvin (K). Tepelná kapacita dreva závisí od teploty a vlhkosti dreva, no prakticky nezávisí od hustoty ani druhu dreva. Podľa doterajších poznatkov je hmotnostná tepelná kapacita takmer rovnaká v kolmom (c□□ = 1391,5 J·kg^{-1}·K^{-1}) aj paralelnom smere (c□$_a$ = 1377,8 J·kg^{-1}·K^{-1}), s percentuálnou odchýlkou iba 0,99 %, čo je pod hranicou meracej neistoty. Overením závislosti na hustote a veľkosti častíc sme zistili, že tieto faktory nemajú významný vplyv (R^2 = 0,03 a 0,15, pri takýchto hodnotách je závislosť veľmi slabá alebo zanedbateľná). Keďže hmotnostná tepelná kapacita nie je štatisticky závislá na hustote a orientácii častíc, bola nami určená jej priemerná hodnota: c = 1382,9 J·kg^{-1}·K^{-1}, v súlade s odbornou literatúrou.

Výskum ukázal, že hustota a veľkosť častíc výrazne ovplyvňujú tepelnú vodivosť a aj difúziu panelov. Najlepšie vlastnosti mali panely s hustotou 350–400 kg/m^3, tepelnou vodivosťou 0,065–0,070 W·m^{-1}·K^{-1}, tepelnou difuzivitou 0,13–0,17 mm^2·s^{-1} a hmotnostnou tepelnou kapacitou okolo 1300 J·kg^{-1}·K^{-1} (vzorka 5).

Diskusia

Tepelná vodivosť kôrových dosiek je porovnateľná s inými izolačnými panelmi. Tieto materiály možno rozdeliť do dvoch skupín:

1. **Konvenčné materiály** – napr. expandovaný a extrudovaný polystyrén, kamenná vlna, sklenené vlákna. Tieto materiály sa ľahko inštalujú a majú vynikajúce tepelné vlastnosti, no majú nižšie mechanické vlastnosti než kôrové dosky a pochádzajú z petrochemických zdrojov, čo predstavuje environmentálne riziko.

2. **Prírodné materiály** – napr. konope, ľan, ovčia vlna, juta, drevné vlákno, ryžová slama, **bavlna. Sú obnoviteľné, lacné a bezpečné pri spracovaní, ale majú** tendenciu absorbovať veľké množstvo vlhkosti, nízku odolnosť proti ohňu a plesniam/baktériám. Tieto problémy sa dajú riešiť chemickou úpravou povrchu, čo však znižuje environmentálnu výhodu.

Záver

Cieľom našej práce bolo preskúmať tepelno-fyzikálne vlastnosti kompozitných dosiek vyrobených zo smrekovcovej kôry a posúdiť ich potenciál ako ekologického termoizolačného materiálu. Pozornosť sme zamerali najmä na vplyv hustoty.

Výsledky výskumu potvrdili, že smrekovcová kôra je perspektívnou surovinou pre výrobu izolačných kompozitov. Tepelná vodivosť kôrových dosiek bola výrazne ovplyvnená predovšetkým hustotou materiálu, pričom sa preukázala veľmi silná korelácia medzi týmito veličinami. Nižšia hustota dosiek viedla k nižšej tepelnej vodivosti v dôsledku vyššej pórovitosti a väčšieho podielu vzduchu v štruktúre materiálu. Veľkosť častíc ovplyvnila najmä pórovú štruktúru dosiek. Jemnejšie častice vytvárali kompaktnejšiu štruktúru s menšími, uzavretejšími pórmi, čo viedlo k lepším izolačným vlastnostiam. Naopak, väčšie častice spôsobovali vznik väčších dutín, ktoré umožňovali efektívnejší prenos tepla. Tepelná difúzia sa správala analogicky – s rastúcou veľkosťou častíc a klesajúcou hustotou dochádzalo k jej znižovaniu, čo poukazuje na pomalšie šírenie tepla v materiáli.

Na rozdiel od tepelnej vodivosti sme zistili, že hmotnostná tepelná kapacita kôrových dosiek nie je ovplyvnená hustotou, veľkosťou ani orientáciou častíc. Namerané hodnoty boli vo veľmi dobrej zhode s údajmi uvádzanými v odbornej literatúre, čo potvrdzuje stabilitu tohto parametra pri kôrových kompozitoch.

Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že optimálne vlastnosti vykazovali dosky s hustotou približne 350–400 kg/m³. Tepelnoizolačné vlastnosti kôrových dosiek sú porovnateľné s bežne používanými izolačnými materiálmi, pričom ich významnou výhodou je obnoviteľný pôvod suroviny, znížená environmentálna záťaž a možnosť zhodnocovania vedľajšieho produktu drevospracujúceho priemyslu.

Záverom možno povedať, že kompozitné dosky zo smrekovcovej kôry predstavujú perspektívnu alternatívu ku konvenčným aj niektorým prírodným izolačným materiálom. Ich ďalší výskum by sa mal zamerať najmä na dlhodobú životnosť, odolnosť voči vlhkosti, biologickým činiteľom a požiaru. Taktiež aj na optimalizáciu výrobného procesu s cieľom ich širšieho uplatnenia v modernom a udržateľnom stavebníctve.

POĎAKOVANIE*: Touto cestou by sme radi vyjadrili úprimné poďakovanie pani profesorke Mgr. Beatrix Prokajovej za jej podporu a pomoc pri spracovaní tejto práce. Jej odborné rady, cenné postrehy a neustála ochota venovať nám svoj čas. Bola nám veľkou oporou a prispela k tomu, že práca získala vyššiu odbornú úroveň aj kvalitnejšie spracovanie.*

Veľká vďaka patrí aj doc. PaedDr. Ľubošovi Krišťákovi PhD., ktorý nám umožnil skúmanie v profesionálnom laboratóriu na Drevárskej fakulte Technickej univerzity vo Zvolene.

Použitá literatúra:

GAJTANSKÁ Milada: Fyzika pre drevárstvo, Technická univerzita vo Zvolene, 2014. ISBN 978-80-22825-12-2

KAČÍKOVÁ Danica: Materiály v protipožiarnej ochrane, Technická univerzita vo Zvolene, 2012. ISBN 978-80-22823-17-3

PIVARČIOVÁ Elena: Prenos tepla a látky, Technická univerzita vo Zvolene, 2018. ISBN 978-80-22831-03-1

POŽGAJ Alexander, Chovanec Dušan, Kurajtko Stanislav, Babiak Marián: Štruktúra a vlastnosti dreva, Príroda Bratislava, 1997. ISBN 80-07-00960-4

MIKROPLASTY VO VODE A ICH VPLYV NA ŽIVOČÍCHY
MICROPLASTICS IN WATER AND THEIR IMPACT ON ANIMALS

Terézia Staňová

Gymnázium sv. Františka z Assisi v Žiline

gsfzilina@gsf.sk

Abstract

Microplastics have become a serious problem that already affects all of us, and their ingestion cannot be avoided. These fragments can enter almost every area of human activity, mainly through water and the food chain. At the same time, microplastics cause numerous health problems in animals.

In this work, we focused on fish that are constantly in direct contact with the main carrier of microplastics – water. Through research, this study aims to clarify how plastic pollution affects fish living in the Váh River and to assess the condition of the water in this river in terms of microplastic pollution. By connecting individual findings, this work may serve as a basis for further research.

Key words: microplastics, detection, FTIR spectroscopy , water, river, animals, fish, plastic pollution, Váh, fishermen, questionnaire, health problems in fish

Úvod

V predkladanej práci sme sa rozhodli venovať problematike mikroplastov, ktoré prostredníctvom vody a potravinového reťazca dokážu kontaminovať živočíchy. Aktuálnosť tejto témy každým rokom narastá najmä pre neustále zvyšujúce sa množstvo častíc mikroplastov vo vode. Jej dôležitosť spočíva predovšetkým v ochrane zdravia živočíchov, ktorých sa tento problém bezprostredne týka.

Tému sme sa rozhodli vypracovať pre aktuálnosť problematiky, ktorá je ešte stále predmetom výskumu a pre zvýšenie povedomia o problémoch, ktoré môžu u živočíchov nastať v dôsledku znečistenia vody prostredníctvom častíc mikroplastov.

Cieľom našej práce bolo nájsť možné súvislosti medzi mikroplastmi v kontaminovanej vode a rozličnými zaznamenávanými zdravotnými komplikáciami u rýb. Chceli sme taktiež objasniť pôvod znečistenia, ktorý sa nachádza v okolí skúmanej lokality. Nemenej dôležitým čiastkovým cieľom našej práce bolo nájsť adekvátne možnosti riešenia problematiky odstraňovania mikročastíc plastu z vodných tokov v budúcich desaťročiach.

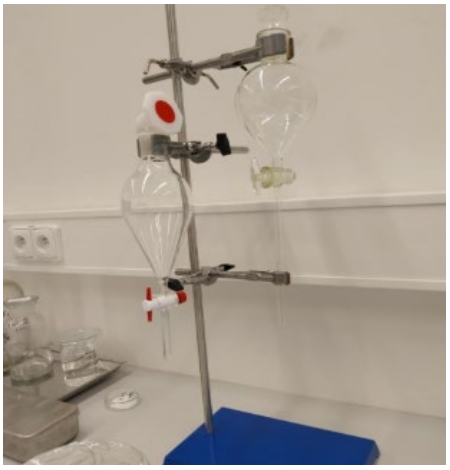
V práci sme sa sústredili najmä na živočíchy a dôsledky, ktoré u nich mikroplasty môžu zanechať. Nerozoberali sme však ekologické riešenia, ktoré by pomohli zastaviť ďalšie šírenie plastového odpadu. Prácou sme chceli riešiť už vzniknuté problémy, ktoré je nevyhnutné odstrániť a monitorovať.

Experimentálna časť

Na analýzu vzorky mikroplastov z rybárskeho revíra VN Hričov sme použili sklenenú uzavierateľnú fľašu s objemom 1l a vodu odobratú z daného revíra. Pri analýze sme použili nerezovú laboratórnu pinzetu, kadičky, petriho misku, vákuovú filtračnú zostavu (Obr.1) pozostávajúcu z vákuovej pumpy, vákuových hadíc, záchytnej banky, Erlenmeyerovej banky s bočným vývodom, držiaka membránového filtra, membránového filtra z acetátu celulózy, hornej filtračnej nádoby a svorky. Využívali sme taktiež laboratórny stojan so separačným lievikom (Obr.2), ultrazvukový kúpeľ (Obr.3), 10 % roztok hexametafosforečnanu sodného, anorganický membránový filter typu Anodisc a FTIR mikroskop Bruker LUMOS II (Obr.4). Na zhrnutie výsledkov sme použili program Microsoft Excel.



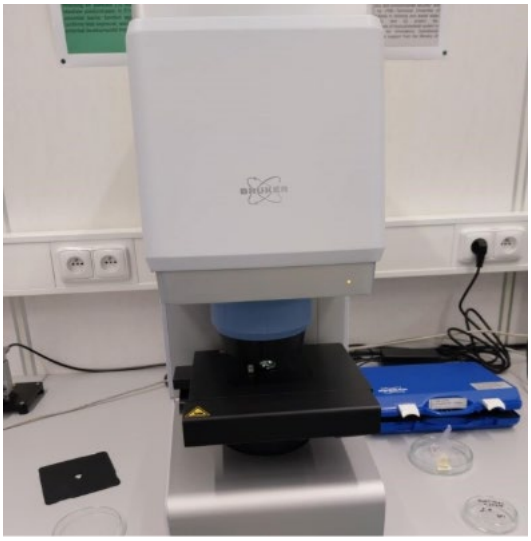
Obr. 1 Vákuová filtračná zostava
Obr.1 Vacuum filtration setup



Obr. 2 Laboratórny stojan so separačným lievikom
Obr. 2 Laboratory stand with a separatory funnel



Obr.3 Ultrazvukový kúpeľ
Obr.3 Ultrasonic bath



Obr.4 FTIR mikroskop
Obr.4 FTIR microscope

Pri vytváraní dotazníka sme použili webovú platformu Click4Survey. Na analýzu a spracovanie dát bol použitý program Microsoft Excel.

Vzorku vody z rybárskeho revíra VN Hričov sme odobrali do sklenenej fľaše s objemom 1 l v blízkosti sútoku riek Rajčanka a Váh v hĺbke približne 15 cm pod hladinou. Lokalitu sme vybrali z dôvodu frekventovaného rybolovu v tejto oblasti, neďalekej blízkosti zberne odpadov v lokalite a prítomnosti prečistenej vody z ČOV. Pri odbere sme sa snažili zabrániť sekundárnej kontaminácii vzorky.

Na Katedre environmentálneho inžinierstva Hornicko-geologickej fakulty Technickej univerzity v Ostrave sme vzorku najskôr prefiltrovali cez membránový filter v zostavenej vákuovej filtračnej zostave. Membránový filter sme najskôr navlhčili a vsunuli do záchytnej banky, kam sme postupne prilievali 1 l vody zo vzorky. Aby sme predišli sekundárnej

kontaminácii vzorky, počas filtrácie sme hornú filtračnú nádobu zakryli obalom z alobalu. Filter s nečistotami sme nerezovou pinzetou vložili do kadičky s vodou a umiestnili do ultrazvukového kúpeľa kde došlo k uvoľneniu zachytených častíc z povrchu filtra do kvapalného média. Ultrazvuková dispergácia prispela efektívnemu oddeleniu mikroplastových častíc od filtračného materiálu bez ich mechanického poškodenia.

Ďalej bola táto zmes spracovaná metódou hustotnej separácie. Zmes sme premiestnili so oddeľovacej banky, kam sme pridali 10% roztok hexametafosforečnanu sodného v pomere 1:1. Nechali sme ju odstáť 24 hodín aby nastalo oddelenie ľahších častíc mikroplastov od ťažších organických a anorganických zvyškov.

Po oddelení bola vrchná vrstva s mikroplastmi odobraná a odfiltrovaná cez anorganický membránový filter typu Anodisc. Častice na filtri boli sušené 48 hodín pri izbovej teplote v uzavretej petriho miske. Úplne vysušené častice boli analyzované pomocou FTIR mikroskopu Bruker LUMOS II.

Z filtra bola vybraná štvorcová oblasť tak, aby reprezentatívne pokrývala dominantnú plochu filtra a umožnila zachytenie priestorového rozloženia častíc. Meranie spektier sa uskutočnilo v režime transmisie s využitím FPA detektoru s rozlíšením 5–8 cm−1. Zmapovaná oblasť nám poskytla niekoľko tisíc spektier. Aby bola zabezpečená porovnateľnosť výsledkov a filter bol dostatočne pokrytý, boli vždy analyzované rovnako veľké časti filtra. Namerané spektrálne údaje boli upravené vzhľadom na prítomnosť CO2 v atmosfére laboratória.

Následne boli údaje prenesené do spracovateľského softwaru, kde bol použitý automatizovaný postup pre identifikáciu častíc. Tento postup zahŕňal porovnanie nameraných spektier so vzorovou databázou polymérov. Táto databáza obsahovala 21 vzorových polymérov. Automatizovaný algoritmus identifikoval a priradil k jednotlivým spektrám zhodu s konkrétnym polymérom. Bola taktiež určená poloha častice na filtri a jej veľkosť.

Každá zhoda bola vizuálne kontrolovaná aj s inými modelovými polymérmi ako tými, ktoré boli vyhodnotené systémom. Preverovaná bola predovšetkým zhoda spektrálnych píkov, ktoré sú charakteristické pre dané skupiny polymérov. Tento krok bol dôležitý pre vylúčenie falošných pozitívnych výsledkov, ktoré by sa mohli objaviť vplyvom anorganických častíc či skreslení. Keďže kvôli možným biologickým, fyzikálnym a chemickým procesom mohol byť mikroplast v revíri znehodnotený, boli pre väčšiu presnosť výsledkov ako polyméry rátané iba častice s viac ako 50 % zhodou so vzorovým polymérom. Po tomto overení boli vytvorené výsledky, ktoré zhrňujú dáta o počte častíc, veľkostnom rozložení a zastúpení jednotlivých typov polymérov.

Tvar častíc sme určili na základe metodiky od Schnepf a kolektívu (2023). Keďže spracovateľský softvér uvádzal dĺžku a šírku danej častice, pre určenie tvaru častíc sme zisťovali ich predĺženie, ktorým sme daný tvar dokázali orientačne odhadnúť. Pre zistenie pomeru strán sme vydelili dĺžku so šírkou, pričom šírkou sa vždy označovala kratšia meraná os. Následne bol vypočítaný RPS, ktorý sme vypočítali prevrátením hodnoty pomeru strán. Túto hodnotu sme nakoniec odpočítali od čísla 1 a tým vyšla hodnota predĺženia. Hodnoty, ktoré sa približovali k nule odkazovali viac na guľatý a pravidelnejší tvar častice a tie, ktorých hodnoty boli vyššie označovali mierne predĺžený tvar fragmentu a tie, ktorých hodnota predĺženia bola veľmi vysoká, mali bližšie k tvaru vlákna. Daná metodika však nedefinuje presné rozmedzie predĺženia, ktoré možno priradiť k jednotlivým tvarom častíc, keďže na presné určenie tvaru by sme potrebovali viac parametrov, preto na základe približných

parametrov predĺženia spomenutých v metodike sme určili pre guľovitý tvar veľkosť predĺženia do 0,2, pre fragmentový tvar veľkosť od 0,2 do 0,5 a pre vláknitý tvar od 0,5.

Dotazník bol vytvorený prostredníctvom nástroja Click4Survey. Tvorili ho dve hlavné časti a to zistenie zdravotného stavu rýb v rybárskom revíri a hodnotenie znečistenia revíra plastovým odpadom.

Členovia MsO SRZ odpovedali na otázky, pri ktorých sme zisťovali, ktoré z bežne vyskytujúcich sa rýb v revíri VN Hričov chytili, ich typ poškodenia a niektorí respondenti poskytli aj údaje o druhu poškodených rýb.

V dotazníku taktiež uviedli, ako často toto poškodenie u rýb pozorovali, ako hodnotia kvalitu vody v revíri a následne mieru znečistenia plastovým odpadom okolo neho.

Údaje sme získavali od rybárov zo SRZ, ktorí majú dlhoročné skúsenosti a týmto revírom. Dotazníkom sme oslovili viac ako 400 rybárov z okresu Žilina, s cieľom získania aspoň 100 odpovedí pre relevantnosť výsledkov.

Dáta boli exportované do programu Microsoft Excel a následne triedené tak, aby sa odstránili odpovede respondentov, ktorí ryby v revíri VN Hričov nikdy nelovili a zároveň boli vyhodené odpovede na jednotlivé otázky, pri ktorých dochádzalo k logickým chybám. Otázky, pri ktorých respondent označil možnosť „neviem posúdiť“ boli vyradzované s výnimkou otázky o kvalite vody v revíri VN Hričov, kedy odpoveď „neviem posúdiť“ bola z dôvodu, že nie každý účastník dokáže z rozličných dôvodov porovnať rozdiely v kvalite vôd v rybárskych revíroch na rieke Váh, akceptovaná.

Vyhodnotenie a diskusia

Spracovateľský software detegoval vo vzorke 38 častíc s viac ako 50 % zhodou so vzorovými polymérmi a vyhodnotil ich rôzne vlastnosti. Z 21 možných vzorových tried polymérov boli nájdené 3 druhy a to polypropylén, polyetylén a etylénvinylacetát, pričom viac ako 89 % častíc bolo identifikovaných ako polyetylén. Priemerný povrch týchto častíc zaberal plochu 508,63 µm², pričom počet častíc menších ako tento priemer bol výrazne väčší (Tab.1). Priemerná veľkosť menších častíc bola viac než 4-krát menšia ako priemerná veľkosť povrchu.

Tab. 1 Porovnanie počtu a plochy podpriemerných a nadpriemerných mikroplastov
Tab.1 Comparison of the number and surface area of below-average and above-average microplastics

	Počet častíc	**Priemerná veľkosť [µm²]**
Podpriemerné (≤ 508.63293661643746 µm²)	33	119,8851685
Nadpriemerné (> 508.63293661643746 µm²)	5	3074,368206

Vo vzorke sa nachádzalo najviac častíc s veľkosťou povrchu 50 – 100 µm² spolu s menšími časticami polymérov, ktorých veľkostné hodnoty boli menšie ako 50 µm². Tieto častice s povrchom 50 – 100 µm² tvorili približne 31,58 % všetkých detegovaných častíc a spolu s časticami menšími ako 50 µm² tvorili viac ako polovicu všetkých mikročastíc plastu,

pričom mikroplasty, ktorých veľkosť povrchu bola väčšia ako 100 µm², tvorili približne tretinu všetkých častíc.

Po výpočte predĺženia dominoval u častíc tvar fragmentu (Tab.2), pričom počet častíc mikroplastov s týmto tvarom bol 19. Ďalších 17 častíc tvorili guľovité častice a len pri zvyšných 2 časticiach išlo o vlákna.

Tab.2 Určenie tvaru častice mikroplastov podľa hodnôt vypočítaného predĺženia
Tab.2 Determination of the shape of a microplastic particle according to the values of the calculated elongation

Častica	Dĺžka [µm]	Šírka [µm]	Predĺženie	Tvar
1	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
2	33.5148949301053	21.6216694345084	0,35	fragmentový
3	10.9909199999965	5.49545999999827	0,5	fragmentový
4	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
5	40.5924684750852	36.5592210509132	0,1	guľatý
6	28.1256065753783	17.3431359223657	0,38	fragmentový
7	10.9909199999965	10.9909199999965	0	guľatý
8	28.0049960783337	10.9443339055599	0,61	vláknitý
9	33.0645949309136	27.6660045017637	0,16	guľatý
10	150.573376318204	127.199529512183	0,16	guľatý
11	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
12	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
13	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
14	10.9909200000038	5.49546000000191	0,5	fragmentový
15	10.9909200000038	5.49546000000191	0,5	fragmentový
16	10.9909199999965	5.49545999999827	0,5	fragmentový
17	17.6601792732393	12.4467281561368	0,3	fragmentový
18	10.9909199999965	5.49545999999827	0,5	fragmentový
19	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
20	13.2672140634804	9.38133703173899	0,29	fragmentový
21	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
22	13.2672140634779	9.38133703173962	0,29	fragmentový
23	21.0389681269582	17.1530910952187	0,18	guľatý
24	31.5183500721737	22.8734072683101	0,27	fragmentový
25	35.0832121665615	30.0236700248229	0,14	guľatý
26	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
27	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
28	13.2672140634791	9.38133703174024	0,29	fragmentový
29	10.9909200000038	5.49546000000191	0,5	fragmentový
30	17.6601792732493	12.4467281561440	0,3	fragmentový
31	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý

32	32.3011527040422	22.7864658500604	0,29	fragmentový
33	5.49546000000009	5.49546000000009	0	guľatý
34	37.2054795544481	29.4729606422808	0,21	fragmentový
35	28.1523968435262	12.2041118443933	0,57	vláknitý
36	10.9909200000038	5.49546000000191	0,5	fragmentový
37	10.9909199999965	5.49545999999827	0,5	fragmentový
38	10.9909199999965	5.49545999999827	0,5	fragmentový

Z nájdených 38 častíc mikroplastov malo viac ako 50 % častíc zhodu s daným polymérom 50-60 % a naopak iba 3% častíc predstavovali tie, ktorých relevantnosť bola vyššia ako 80 %.

Na dotazník odpovedalo 73 respondentov, z čoho odpovedí rybárov, ktorí niekedy v tomto revíri chytili rybu bolo 64. Získaných bolo teda 64 % pôvodného plánovaného počtu respondentov, preto je táto časť výskumu viac orientačná ako by tomu bolo pri počte 100 respondentov.

Najväčšiu skupinu relevantných odpovedí tvorilo 47 členov rybárov, ktorí sa rybolovu venujú viac ako 10 rokov. Zvyšných 26 % respondentov tvorili rybári, ktorí rybárčia 1-5 rokov a 5-10 rokov.

Hoci väčšina účastníkov prieskumu uviedla odpoveď „nikdy som nezaznamenal/a poškodenie“, 25 respondentov z celkového počtu 64 si všimlo zhoršený zdravotný stav rýb v revíri VN Hričov a 47,3 % dát všetkých odpovedí poukazovalo na ich poškodenie.

Respondenti, ktorí zaznamenali nejaké poškodenie najviac uvádzali odpoveď „iné“ a „neobvyklé letargické správanie“. Najmenej frekventovaná odpoveď „prítomnosť plastu v tele ryby alebo na ňom“ tvorila iba 5,71 % odpovedí z dát vyjadrujúcich poškodenie.

Pri odpovedi „iné“ išlo väčšinou o poškodenie ryby predátorom, ktorým bol poväčšine kormorán. Uvádzané sú však aj rôzne fyzické zranenia, a iné odpovede jednotlivcov, ktoré vyplývajú z vlastných nepodložených pozorovaní akým je napríklad genetické poškodenie chrbtice u generácii belíc.

Najčastejšie uvádzaná chytená ryba bol kapor riečny, u ktorého bolo uvádzaných najviac poškodení, pričom najrozšírenejšie poškodenie boli poškodené alebo zapálené žiabre, ktoré v prieskume spomenuli respondenti, ktorí odpovedali na otázku týkajúcu sa druhu rýb so zdravotnými ťažkosťami. Často boli zaznamenané aj údaje, týkajúce sa letargického správania u rýb, kde toto správanie je rybármi uvádzané u piatich druhov rýb. U šťuky severnej, ktorá bola druhou najčastejšie chytenou rybou, boli zaznamenané 4 druhy zdravotných problémov.

Účastníci prieskumu uvádzali pri frekventovanosti lovu poškodených rýb vo viac ako polovici prípadov odpoveď „niekoľkokrát“, čo znamená, že zhoršený zdravotný stav neevidujú v revíri VN Hričov pravidelne ale majú niekoľkonásobné skúsenosti so zdravotnými komplikáciami u rýb.

Kvalitu vody v revíri označilo viac ako 50 % respondentov za priemernú v porovnaní s inými revírmi na rieke Váh, za horšiu ako priemernú ju označilo väčšie množstvo

respondentov ako tých, ktorí ju označili za nadpriemernú, pričom viac ako polovica všetkých respondentov hodnotila znečistenie plastovým odpadom ako značné.

Ryby z rybárskeho revíra VN Hričov vykazovali znaky, akým bolo ich letargické správanie, neprirodzené sfarbenie, alebo zapálené a poškodené žiabre. Tieto komplikácie môžu mať celú škálu príčin, no nemožno vylúčiť ani možnosť, že ryby boli kontaminované časticami mikroplastov, ktorých počet v 1l vzorky vody bol až 38.

Podobné zmeny u rýb zaznamenala aj talianska štúdia od Limonta a kolektívu (2019), kde boli skúmané sladkovodné jedince druhu danio pruhované, ktoré podobne ako niektoré naše sladkovodné ryby patria do čeľade kaprovité. V štúdii je uvedené, že ryby, ktoré boli vystavené mikroplastom mali v tele vyšší počet zápalových buniek, čo spôsobovalo problém zapálených žiabier. Zapálené žiabre boli v našom prieskume taktiež uvádzané ako najčastejší zdravotný problém pri kaprovi riečnom, hoci pri tomto výsledku musíme brať do úvahy orientačný charakter tohto tvrdenia z dôvodu nedostatočného celkového počtu respondentov a najmä kvôli faktu, že kapor riečny bol najčastejšie uvádzaná ryba, čo znamená, že nemožno so 100 % pravdepodobnosťou určiť, že tento problém sa vzťahuje najčastejšie na kaprovité ryby. Nie je však možné vylúčiť, že kapor riečny podobne ako aj iné kaprovité ryby sú skutočne viac náchylné na zmenu štruktúr žiabrových epitelov vplyvom zápalu, pretože ako uvádza vo svojom článku Babkiewicz a kolektív (2025), hltanové zuby kaprovitých rýb dokážu mechanicky rozdrviť väčšie mikroplasty, pričom vznikajú menšie. Ako je známe, menšie častice sa dokážu dostať prostredníctvom krvi do viacerých orgánov a tým aj do žiabier, kde vplyvom nečistôt, ktoré obsahujú, dokážu spôsobiť zápal.

Štúdia od Limonta a kolektívu (2019) taktiež odkazuje na zmenu 326 génov, ktoré však nesúviseli s deformáciami tela a genetickým poškodením chrbtíc, ako uvádzalo niekoľko respondentov, preto hoci nemôžeme úplne vylúčiť, že mikroplasty nájdené v revíri VN Hričov ovplyvnili genetiku rýb, môžeme na základe našej štúdie tvrdiť, že pravdepodobnosť genetického pôvodu deformácií spôsobených mikroplastmi je nízka a najmä, že toto tvrdenie si vyžaduje podrobnejší výskum.

Letargické správanie rýb zaznamenalo 22,86 % respondentov a to nie len pri kaprovitých rybách. Napriek možným nepresnostiam výsledkov spôsobených pre už uvedené faktory, toto neobvyklé letargické správanie je možné spájať okrem iného aj s mikroplastmi nájdenými vo vode. Účinky mikroskopických častíc plastu na prejavy správania rýb boli opísané aj v švédskej štúdii od König Kardgar a kolektívu (2023), kde je uvedené, že mikroplasty spôsobovali u ostriežov európskych spomalené plávanie, pohyby a reakcie.

Štúdia od König Kardgar a kolektívu (2023) skúmala aj reakcie ostriežov na predátora zavedením umelej vtáčej hlavy do húfy ostriežov. Výsledky preukázali, že hoci ich reakčnú rýchlosť prítomnosť mikroplastov neovplyvnila, ostrieže inklinovali vo väčšej miere k reakcií zmrazenia ako k úteku. Pri našom výskume sa často vyskytovala odpoveď „iné“, pričom pri tejto odpovedi uvádzali respondenti poškodenie rýb kormoránom alebo iným predátorom. Tento problém sa vyskytol takmer pri každej uvedenej rybe nezávisle od čeľade. Je preto zjavné, že problém s kormoránmi a inými predátormi je v revíri VN Hričov rozšírený a hoci nie každá ryba poškodená kormoránom musela mať spomalené reakcie alebo tendenciu reagovať zmrazením, na základe štúdie sa dá tvrdiť, že mikroplasty detegované v tomto rybárskom revíri by potenciálne dokázali ovplyvniť reakcie rýb. Tie sa v dôsledku týchto zmien môžu ľahšie stať korisťou pre predátora.

Respondenti viackrát zaznamenali zmenu sfarbenia u rýb v danom revíri. Hoci toto tvrdenie mohlo v niektorých prípadoch vychádzať zo subjektívnych pocitov a vyvodzovať v tomto prípade jednoznačné závery by bolo nekorektné, zmena sfarbenia môže vychádzať z oxidačného stresu podobne ako tvrdí čínska štúdia od Ren a kolektívu (2025), kde v dôsledku vystavenia jedincov gupky dúhovej došlo vplyvom mikroplastov k oxidačnému stresu. V dôsledku oxidačného stresu sa poškodili bunkové membrány. Tomuto poškodeniu sa nedokázali vyhnúť ani pigmentové bunky, čo však u európskych rýb spôsobuje menšie viditeľné zmeny akým je napríklad blednutie, ktoré je ťažšie zaznamenať ako zmenách farby u exotických rýb ku ktorým patrí aj gupka dúhová. Takéto blednutie rýb môže byť jedným z viditeľných ukazovateľov zdravia rýb a nemôžeme vylúčiť, že tento faktor poukazuje na kontamináciu rýb mikroplastmi v revíri VN Hričov.

Výsledky analýzy vzorky preukázali, že v rybárskom revíri sa vyskytujú 3 rôzne tvary častíc, pričom dominuje tvar fragmentu. Tvar častice mikroplastu ovplyvňuje aj nežiaduce účinky, pričom tvar vlákna, ktorý sa všeobecne považuje za najnebezpečnejší bol identifikovaný u 2 častíc. Nebezpečnosť tohto tvaru potvrdzuje aj čínska štúdia od Qiao a kolektívu (2019), kde boli skúmané dania pruhované z čeľade kaprovitých. Štúdia potvrdila, že vlákna majú vyššiu tendenciu zhromažďovať sa v črevách ako častice iných tvarov, pričom mikroguľôčky predstavovali najmenšiu hrozbu.

Hoci možnosť, že plast bol prítomný v tele ryby alebo na ňom nepatrila k najviac frekventovaným, viac ako polovica respondentov označila problematiku plastového znečistenia za značnú. Existuje množstvo možných dôvodov, prečo respondenti nezaznamenali prítomnosť plastu v telách rýb a jedným z týchto dôvodov je fakt, že makroplasty, ktoré priamo plávali vo vodnom toku nepredstavujú tak veľký počet ako mikroplasty, ktorých výskyt je väčší a ich veľkosť zaberala plochu niekoľkých μm^2, čo znamená, že nebolo možné ich spozorovať bez pomoci mikroskopu.

Rybársky revír mohol byť mikroplastmi znečistený z dôvodu plastového odpadu v okolí tohto revíra, pôdou ale aj inými živočíchmi. Za znečisťovateľa revíra VN Hričov však môžeme potenciálne označiť aj skládku odpadu, ktorá sa nachádza neďaleko rybárskeho revíra a riziko znečistenia taktiež môže znamenať voda pritekajúca z čistiarne odpadových vôd, kde nie všetky častice mikroskopických plastov musia byť odstránené úplne. Kórejská štúdia, ktorá skúmala mikroplasty v potoku Tachon, do ktorého taktiež pritekala voda z čistiarne odpadových vôd a zároveň sa v nej vyskytovali kaprovité ryby, zaznamenala FTIR analýzou prevažujúce fragmenty polyetylénu a polypropylénu (Park a i. 2020). Pri tvrdení, že podobne ako v kórejskej štúdii môže aj čistiareň odpadových vôd v Hričove spôsobovať kontamináciu rybárskeho revíra, musíme zohľadniť fakt, že čistiarne sa môžu od seba do istej miery líšiť a detegované mikroplasty môžu pochádzať aj z iných zdrojov.

V súčasnosti riešenie problému mikroplastov, ktoré spôsobujú živočíchom celú škálu zdravotných ťažkostí, nemôže byť založené iba na odstraňovaní príčiny ich vzniku. Hoci zníženie kontaminantov dokáže zamedziť zväčšeniu problému, pre zdravie živočíchov je dôležité aspoň do istej miery zvrátiť dôsledky, ktoré už tieto častice spôsobili zbavením sa mikroplastov, ktoré sa vo vodných tokoch nachádzajú.

Hlavným riešením by mohlo byť monitorovanie súčasného zdravotného stavu rýb osobami, ktoré majú veľa skúsenosti s rybolovom. Riešenie by tak dokázalo pomôcť pri ďalších pozorovaniach. Toto pozorovanie by sa taktiež dalo rozšíriť na všetky rybárske revíre na rieke Váh. Navrhovali by sme preto zavedenie systému, ktorý by dokázal zhromažďovať

dáta od týchto osôb. Tieto údaje by mohli byť ďalej presmerované do vedeckých inštitúcii, prípadne by mohli byť sprístupnené verejnosti.

Výskum mikroplastov v tomto revíri nebol doposiaľ vykonaný. Bolo by preto vhodné vykonať odborný vedecký výskum, ktorý by detegoval mikroplasty aj priamo v tele rôznych druhov rýb, čím by s istotou dokázal potvrdiť ich prítomnosť.

Nami skúmané živočíchy nie sú schopné stráviť mikroplasty. Existujú však baktérie akou je napríklad Ideonella sakaiensis 201-F6, ktorú skúmala japonská štúdia od Fujiwara a kolektívu (2021), ktoré sú trávenia plastových polymérov schopné. Predmetom budúcich výskumov by preto mohli byť baktérie podobné Ideonelle sakaiensis 201-F6, ktoré by boli schopné prostredníctvom enzýmov rozkladať mikroplasty na rozložiteľnejšie časti a zároveň si z nich vytvárať potrebnú energiu. Toto biologické riešenie by v budúcich desaťročiach mohlo pomôcť s mikroplastmi aj v našich ČOV alebo bezprostredne vo vodných tokoch. Nejde však ešte o preskúmané riešenie, preto sa táto možnosť javí skôr ako riešenie budúcnosti.

Záver

Hlavným cieľom predkladanej práce bolo zistiť potenciálne riziká mikroplastov pre ryby z rybárskeho revíra VN Hričov. Tento cieľ sme splnili prostredníctvom prepojenia výsledkov analýzy vzorky vody z daného revíra a zároveň prostredníctvom dotazníkového prieskumu, vďaka ktorému sme získali dáta od členov MsO SRZ, ktorí majú dlhoročné skúsenosti s touto lokalitou.

Analýza potvrdila, že v revíri VN Hričov sa nachádzajú mikroskopické častice plastu, ktoré dokážu byť potenciálne toxické pre ryby, ktoré sa v danom revíri vyskytujú. Dotazníkový prieskum napriek nižšej návratnosti taktiež potvrdil abnormality, ktoré môžu mať súvis s mikroplastmi detegovanými vo vode. Na základe dosiahnutých výsledkov sme napriek možnej subjektivite niektorých odpovedí konštatovali, že zaznamenané abnormality, akými boli napríklad vyššia tendencia zápalu žiabier, pomalšie letargické plávanie alebo oxidačný stres, môžu mať podľa viacerých štúdii súvis s mikroplastmi, ktoré boli v danom rybárskom revíri nájdené.

Spôsob nášho riešenia problému by sa dal zrealizovať prostredníctvom mikroorganizmov, ktoré vďaka enzýmom dokážu isté druhy polymérov využiť ako zdroj energie a zároveň premieňať tieto častice na iné zložky schopné rozkladu. Navrhované riešenie preto plynie práve z použitia tohto enzýmu.

Prínos našej práce spočíva v detekcii a následnej kategorizácii častíc mikroplastov v rybárskom revíri, v nájdených súvislostiach medzi kontaminovanou vodou s odpoveďami zapojených členov dotazníkového prieskumu a taktiež v navrhnutých riešeniach problému pri ktorých odkazujeme na dôležitosť ďalších výskumov.

Problematika tohto typu kontaminácie vody je veľmi závažná a predstavuje pre živočíchy veľké problémy, ktoré už v súčasnosti nie je možné odstrániť iba prostredníctvom minimalizácie hromadenia ďalšieho odpadu. Pre aspoň čiastočnú likvidáciu už vzniknutých mikroplastov by bolo v budúcnosti vhodné sa zamerať na prirodzenejšie biologické metódy ich odstraňovania prostredníctvom baktérii, ktoré dokážu rozkladať niektoré polyméry. Je zároveň nevyhnutné vykonať ďalšie štúdie, ku ktorým by prispel aj systém, zhromažďujúci dlhodobé pozorovania, ktoré by mohli poukázať na skutočný obraz mikroplastov nachádzajúcich sa v telách rýb.

POĎAKOVANIE: *Touto cestou chcem poďakovať mojej školiteľke a konzultantke za odborné podklady, informácie a pomoc pri vypracovaní tejto práce, Katedre environmentálneho inžinierstva Hornicko-geologickej fakulty Technickej univerzity v Ostrave za realizáciu laboratórnych analýz a odbornú pomoc pri spracovaní výsledkov práce a taktiež MsO SRZ Žilina za spoluprácu pri zbere relevantných dát potrebných pri realizácii práce.*

Literatúra

Babkiewicz, E., Nowakowska, J., Zebrowski, M.L. et al. 2025. Microplastic Passage through the Fishand Crayfish Digestive Tract Alters Particle Surface Properties. In: Environmental Science & Technology 2025. ISSN 1520-5851, 59(11): 5693-5703.

Fujiwara, R., Sanuki, R., Ajiro, H. et al. 2021. Direct fermentative conversion of poly(ethylene terephthalate) into poly(hydroxyalkanoate) by Ideonella sakaiensis. In: Scientific Reports. 11(19991): 1-7.

König Kardgar, A., Ghosh, D., Sturve, J. et al. 2023. Chronic poly(l-lactide) (PLA)-microplastic ingestion affects social behavior of juvenile European perch (Perca fluviatilis). In: Science of The Total Environment.881: 163425.

Limonta, G., Mancia, A., Benkhalqui, A. et al. 2019. Microplastics induce transcriptionalchanges, immune response and behavioral alterations in adult zebrafish. In: Scientific Reports. 9: 15775.

Park, T.-J., Lee, S.-H., Lee, M.-S., et al. 2020. Distributions of Microplastics in Surface Water, Fish, and Sediment in the Vicinity of a Sewage Treatment Plant. In: Water. 12(12): 3333.

Qiao, R., Deng, Y., Zhang, S., et al. 2019. Accumulation of different shapes of microplastics initiates intestinal injury and gut microbiota dysbiosis in the gut of zebrafish. In: Chemosphere., 236: 24334.

Ren, H., Ma, H., He, R., et al. 2025. Microplastics Induce Structural Color Deterioration in Fish Poecilia reticulata Mediated by Oxidative Stress. In: Fishes 2025. 10(8): 328.

Schnepf, U., Von Moers-Meßmer, M .A. L., Brümmer, F. 2023. A practical primer for image-based particle measurements in microplastic research. In: Microplastics and Nanoplastics. (16): 1-29.

sekcia
TECHNOLOGICKO-TECHNICKÁ

ROZMEROVÉ ZMENY SMREKA (*PICEA ABIES*, L) UPRAVENÝCH VODOU RIEDITEĽNÝMI NÁTEROVÝMI LÁTKAMI

DIMENSIONAL CHANGES OF SPRUCE (*PICEA ABIES*, L.) COATED WITH WATERBORNE COATINGS

Samuel Danada

Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24,960 01 Zvolen, Slovensko

xdanada@is.tuzvo.sk

Abstract

This work examines changes in moisture content and dimensional changes in all anatomical directions in spruce wood (*Picea abies,* L.) after applying three selected waterborne coatings and one adhesive. It evaluates how this surface treatment affects the dimensional stability of wood under exposure to high relative air humidity.

Results showed that coated samples reached higher moisture contents than untreated ones, with differences of 3.99–5.07%. Correspondingly, coated samples exhibited greater dimensional changes, particularly in radial and tangential directions, while longitudinal changes remained minimal.

The findings indicate that some waterborne coatings may increase moisture uptake and do not necessarily improve dimensional stability. This behavior is likely related to moisture diffusion through the coating film and its limited permeability for vapor transport. Further research on coating composition and moisture interaction is therefore required.

Key words: dimensional stability, waterborne coatings, moisture, surface treatment, spruce

Úvod

Drevo patrí medzi najstaršie a najpoužívanejšie prírodné materiály. Využíva sa najmä v stavebníctve a nábytkárstve. Jeho popularita vyplýva predovšetkým z jeho dostupnosti, estetického vzhľadu a priaznivých mechanických vlastností vzhľadom na jeho hustotu (Čunderlík, 2008). Keďže drevo je prírodný hydrofilný materiál, podlieha pôsobeniu vonkajších vplyvov prostredia, najmä vlhkosti, teploty a slnečného žiarenia.

Pôsobenie vlhkosti spôsobuje v dreve rozmerové zmeny – pri prijímaní vlhkosti sa jeho rozmery zväčšujú (napúčanie) a pri sušení sa zmenšujú (zosychanie) (Požgaj 1997, Glass a Zelinka 2010, Thybring a Fredriksson 2023). Rozmerové zmeny dreva sú ovplyvnené najmä anatomickým smerom a jeho hustotou. Rozmerové zmeny dreva môžu viesť k vzniku trhlín na výrobkoch deformáciám tvaru alebo k celkovému zhoršeniu funkčných vlastností materiálu, čo môže viesť až k defektom výrobkov z dreva (Suchsland 2004). Z tohto dôvodu je nevyhnutné drevo a výrobky z neho vhodne chrániť, pričom jedným zo spôsobov ochrany môžu byť aj nátery.

Drevo spolu s náterovým filmom vytvára systém, kde sa pri správne vykonanej povrchovej úprave prenášajú napätia z dreva do náterového filmu a naopak (Perera 1995). Ako už bolo spomenuté, vlhkostné namáhanie sa odráža na vlastnostiach dreva a tiež na vlastnostiach jeho povrchu. Povrchovou úpravou dreva sa proces prijímania vlhkosti spomalí, no úplne sa mu nezabráni (De Meijer a Militz 2001, Palanti *et al.* 2001, Kúdela 2008, 2009, Truskaller *et al*. 2010). S výnimkou niektorých vodou riediteľných náterových látok je príjem vody u väčšiny náterových látok v porovnaní s drevom zanedbateľný. Pri dlhodobom vystavení vysokej relatívnej vlhkosti drevo upravené rôznymi náterovými látkami napúča úmerne s navĺhaním. Pracovanie dreva vplyvom vlhkosti sa náterovou látkou eliminuje len do takej miery, do akej náterová látka zabráni navĺhaniu (Kúdela *et al*. 1993, Kúdela a Sarvaš 2004, Kúdela 2008, Rešetková 2012). Vlhkostné a rozmerové zmeny dreva povrchovo upraveného vodou riediteľnými náterovými látkami nie sú dostatočne preskúmané.

Vodou riediteľné náterové látky sa v posledných rokoch stávajú čoraz významnejšou alternatívou k tradičným rozpúšťadlovým systémom. Ich výhodou je najmä nižší obsah prchavých organických látok, ekologickosť a jednoduchšia aplikácia. (Európska komisia, 2004, Jorbandian et al. 2025) Tieto nátery vytvárajú na povrchu dreva ochranný film, ktorý podľa výrobcov môže pozitívne ovplyvniť nielen odolnosť dreva voči vlhkosti, ale aj jeho rozmerové zmeny.

V tejto práci bolo skúmané smrekové drevo, ktoré sa často používa napríklad na výrobu okien. Na povrchovú úpravu dreva použitého v okenných rámoch a krídlach sú kladené vysoké nároky. Rozmerová stabilita smrekového dreva sa v oknách rieši špecifickým spôsobom výroby vlysov a konštrukčná ochrana dreva môže byť zabezpečená aj kombináciou s hliníkovým profilom, ktorý chráni drevený rám a krídlo najmä z exteriérovej strany budovy. Aj napriek takejto ochrane je potrebné smrekové drevo povrchovo upraviť a dodatočne chrániť pred poveternostnými vplyvmi.

Vlhkostné a rozmerové zmeny dreva povrchovo upraveného vodou riediteľnými náterovými látkami nie sú dostatočne preskúmané. Preto bolo cieľom tejto práce je sledovať a vyhodnotiť vlhkostné a rozmerové zmeny smrekového dreva po aplikácii troch vodou riediteľných náterových látok a jedného druhu lepidla a porovnať ich správanie s drevom bez povrchovej úpravy. Práca sa zameriava na posúdenie vplyvu povrchovej úpravy na rozmerovú stabilitu smrekového dreva pri pôsobení vlhkosti a na zhodnotenie jej efektívnosti z hľadiska ochrany materiálu.

Materiál a metodika

V tejto práci som ako materiál použil smrekové drevo v rozmeroch 30x20x20 mm (LxRxT) v celkovom počte sedemdesiat kusov. Vzorky boli pripravené z reziva z dvoch kmeňov. Rezivo bolo zakúpené v JAF Holz Sielnica (JAF HOLZ Slovakia, s. r. o.)

Príprava vzoriek

Vzorky boli rozdelené do piatich skupín po štrnástich vzorkách. Jedna skupina bola použitá ako referenčné vzorky bez náteru, na ostatné štyri skupiny boli nanesené vodou riediteľné nátery a lepidlo – Aqualak (Slovlak Košeca a. s., Košeca, Slovensko), Aqualazur odtieň Teak (Slovlak Košeca a. s., Košeca, Slovensko), Bori Lazúra UV Protection (Kansai

Helios Slovenija d. o . o., Donžale, Slovinsko) a Duvilax D3 (Duslo a. s., Šaľa, Slovensko). Zloženia, použitie a vlastnosti jednotlivých náterových látok sú uvedené v Tab. 1.

Vzorky sme vysušili v teplovzdušnej sušiarni pri teplote 103±2 °C po dobu 8 hodín do absolútne suchého stavu. Po vysušení sme zistili hmotnosť vzoriek na laboratórnych váhach (Radwag, model XA 60/220/X, Radwag, Radom Poland) a merali sme ich rozmery vo všetkých anatomických smeroch. Rozmery sme pri každom meraní merali vždy na dvoch miestach, a merali sme posuvným meradlom (Absolute digimatic, Mitutoyo, Kanagawa, Japonsko). Všetky namerané dáta boli automaticky prenášané on-line do MS Excel.

Po zistení hmotností a rozmerov vzoriek v absolútne suchom stave sme vzorky uložili do klimatizačnej komory (Binder, model KBF 720, Binder GmbH, Tuttlingen, Nemecko) pri relatívnej vlhkosti vzduchu 45±5 % a teplote vzduchu 20±2 °C. Vzorky boli v komore uložené pokým nedosiahli rovnovážny stav vlhkosti, ktorý sme kontrolovali pravidelným vážením niekoľkých vybraných vzoriek. Merali sme aj rozmery vzoriek po klimatizovaní. Pre lepšie rozprestieranie náterových látok po povrchoch vzoriek sme povrchy vzoriek pred aplikáciou náterových látok ručne prebrúsili brúsnym papierom so zrnitosťou 240. Povrchy vzoriek sme odprášili štetcami.

Náterové látky sme aplikovali podľa pokynov a odporúčaní výrobcov. Na každú náterovú látku sme použili vždy nový, čistý štetec. Na prvú vrstvu Aqualaku sme ho najskôr zriedili s vodou v pomere 9:1; 9 dielov vody a 1 diel destilovanej vody. Ako druhú vrstvu Aqualaku sme použili neriedený lak. Aqualazur aj Bori lazúru sme naniesli bez riedenia, vo dvoch vrstvách. Medzi jednotlivými vrstvami sme na uschnutie prvej vrstvy náterov počkali minimálne 3 hodiny. Lepidlo Duvilax sme naniesli len v jednej vrstve.

Po aplikácií náterových látok sme vzorky uložili späť do klimatizačnej komory po dobu 1 týždňa, pri relatívnej vlhkosti vzduchu 45±5 % a teplote vzduchu 20±2 °C, na úplné vyschnutie náterov a obnovenie rovnovážnej vlhkosti dreva. Vzorky sme po uplynutí tejto doby znovu vážili a merali sme ich rozmery.

Experiment rozmerových zmien / Napúčanie

Vzorky sme potom uložili do exikátorov, kde v dnách bola destilovaná voda. V exikátoroch bolo teda vytvorené prostredie s vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu φ = 99.9 %. Vzorky boli v exikátoroch uložené až kým nedosiahli rovnovážnu vlhkosť, po dobu 4 týždňov. V miestnosti, kde boli exikátory uložené, bola teplota vzduchu 20±2 °C Po 24 hodinách od uloženia do exikátorov a potom jeden krát za každý týždeň sme na vzorkách zisťovali ich hmotnosti a rozmery. Z hmotností vzoriek sme vypočítali ich vlhkosti podľa vzorca (1):

$$w=\left(\frac{mw-m0}{m0}\right)\cdot 100 \qquad (1)$$

kde:

w – vlhkosť dreva [%]

m_w – hmotnosť vlhkej vzorky [g]

m_0 – hmotnosť absolútne suchej vzorky [g]

Podľa vzorca (1) sme počítali vlhkosti referenčných vzoriek bez náterov. Pre vzorky s nátermi sme pri výpočte vlhkosti vzali do úvahy hmotnosť náteru. Vlhkosti vzoriek upravených nátermi sme počítali podľa (2):

$$w=\left(\frac{mw-m0-mn}{m0}\right)\cdot 100 \qquad (2)$$

kde:

w – vlhkosť dreva [%]

m_w – hmotnosť vlhkej vzorky [g]

m_0 – hmotnosť absolútne suchej vzorky [g]

m_n – hmotnosť náteru [g]

Keďže prijem vody náterovou látkou je u väčšiny náterových filmov v porovnaní s drevom zanedbateľný (s výnimkou niektorých vodou riediteľných látok, (Kúdela 2008)), vo výpočte sme s ním neuvažovali. Z nameraných rozmerov sme vypočítali rozmerové zmeny vzoriek v procese napúčania podľa (3):

$$\beta=\left(\frac{lw-l0}{l0}\right)\cdot 100 \qquad (3)$$

kde:

β – napúčanie [%]

l_w – rozmer vzorky pri danej vlhkosti (po navlhnutí) [mm]

l_0 – počiatočný rozmer vzorky v absolútne suchom stave [mm]

Podľa vzorca (3) sme počítali napúčanie pre referenčné vzorky. Pre vzorky upravené nátermi sme použili (4):

$$\beta=\left(\frac{lw-l0-ln}{l0}\right)\cdot 100 \qquad (4)$$

kde:

β – napúčanie [%]

l_w – rozmer vzorky pri danej vlhkosti (po navlhnutí) [mm]

l_0 – počiatočný rozmer vzorky v absolútne suchom stave [mm]

l_n – hrúbka náteru [mm]

Vytuhnuté filmy na vzorkách vytvorili síce veľmi tenké, no nezanedbateľné vrstvy, ktoré sme vo vzorci (4) vzali do úvahy.

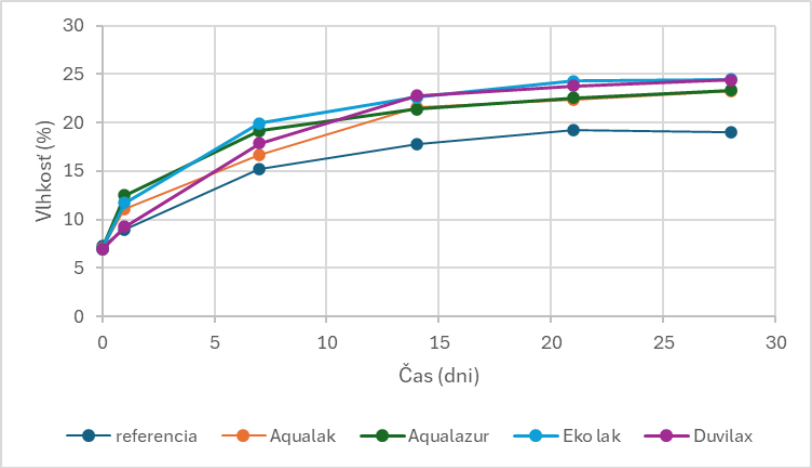
Tab. 1 Popisy, zloženia, a ostatné vlastnosti použitých náterov
Tab. 1 Description, composition, and other properties of the applied coating

Náterová látka	Popis	Zloženie	Odporúčané použitie	Odp. počet vrstiev
Aqualak	Vodou riediteľný akrylátový lak na drevo	Zmes akrylátových disperzií s prídavkom špeciálnych aditív	Interiér	2 - 3
Aqualazur	Tenkovrstvá vodou riediteľná olejová lazúra, polyuretánová a olejová disperzia s voskom	Zmes polyuretánovej a akrylátovej olejovej disperzie a prídavkom špeciálnych aditív	Interiér a exteriér	2 - 3
Bori lazúra UV Protection	Tenkovrstvá lazúra	Akrylová disperzia	Interiér a exteriér	1 – 2
Duvilax D3	Jednozložkové lepidlo na drevo	Polyvinylacetátová disperzia vo vodnom prostredí	Interiér a exteriér	n/a

V danej tabuľke sú popísané vodou riediteľné nátery, ktoré sa použili v tejto práci na pozorovaných vzorkách. Sú tam spísané ich zloženia, odporúčané použitie, vlastnosti náterov a tak isto aj počet vyžadovaných vrstiev doporučených od výrobcu

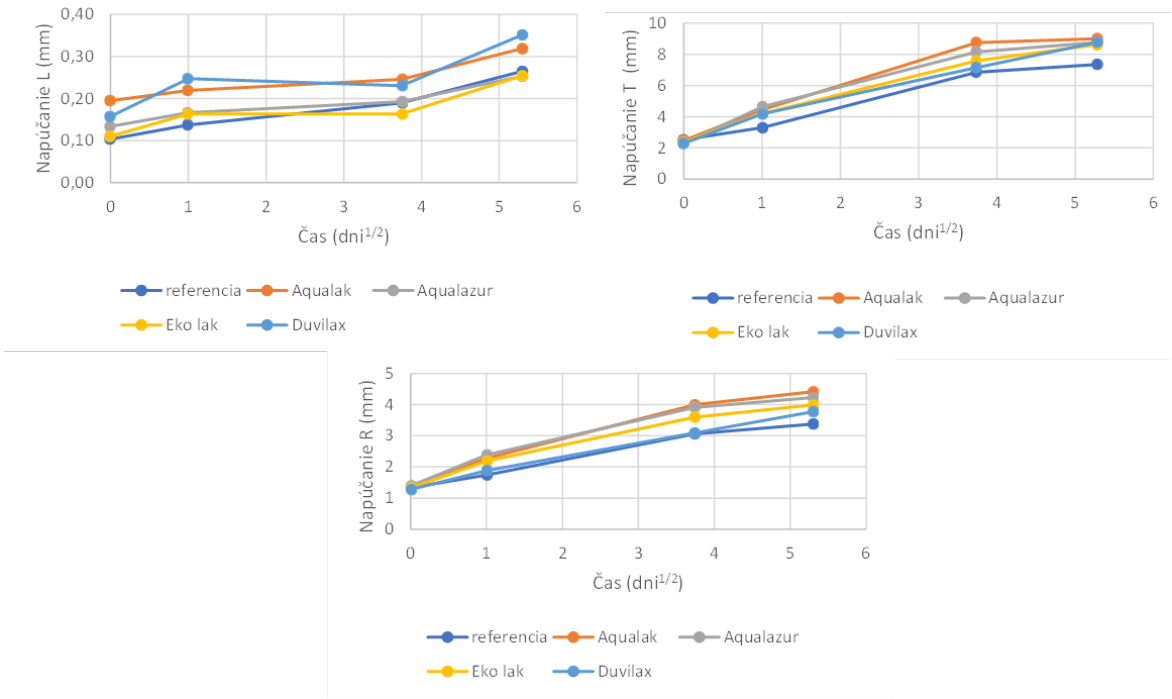
Vyhodnotenie a diskusia

V grafe 1 je uvedený priebeh zvyšovania vlhkosti vzoriek počas experimentu. Os X vyjadruje čas v dňoch, os Y nárasty vyjadrené v percentách. Počiatočná vlhkosť bola pri všetkých vzorkách rovnaká, pohybovala sa od 6,90 – 7,30% so odchýlkou do 0,12%. Z grafu je zrejmé, že všetky sady povrchovo upravených vzoriek prijali viac vlhkosti ako referenčné vzorky. Rozdiel medzi priemernými absolútnymi vlhkosťami vzoriek s povrchovými úpravami a referenčnými vzorkami bez povrchovej úpravy bol po ukončení experimentu od 3,99 - 5,07%.



Graf. 1 Porovnanie priebehu zvyšovania vlhkosti natretých vzoriek
Fig. 1 Comparison of coated samples during the process of increasing moisture

Lazúry a lepidlá majú preukázaný vplyv na difúziu vody v dreve (Zinad a Csiha 2026, Gezici-Koç et al. 2019). Podľa Gezici-Koç et al (2019) je pri priepustnosti náterového filmu pre kvapalnú vodu alebo vodnú paru dôležitá lokálna absolútna vlhkosť v náterovom filme. Ako už bolo spomenuté aj v úvode tejto práce, niektoré vodou riediteľné nátery nemajú nezanedbateľný príjem vlhkosti (Kúdela et al. 1993, Kúdela a Sarvaš 2004, Kúdela 2008). Pravdepodobne to bol prípad náterových látok použitých v tomto experimente. Táto vlastnosť použitých náterových látok musí byť v nadväzujúcom výskume overená, pretože výrazný príjem vlhkosti náterovým filmom mohol spôsobiť prezentovaný nárast vlhkosti v povrchovo upravených vzorkách.



Graf 2 Napúčania v konkrétnych anatomických smeroch v čase.
Fig. 2 Swelling in specific anatomical directions over time

Graf 2 zobrazuje rozmerové zmeny v procese napúčania v čase vo všetkých anatomických smeroch dreva. V grafe rozmerových zmien v pozdĺžnom smere je zreteľné, že najväčší prírastok po dvadsiatich štyroch hodinách mali vzorky natreté Duvilaxom. Tento istý jav je viditeľný aj po uplynutí štyroch týždňov. Druhé najvyššie priemerné napúčanie v pozdĺžnom smere bolo zaznamenané na vzorkách ošetrených Aqualakom. Rozmerové zmeny u týchto dvoch sád boli vyššie ako u referenčných vzoriek bez povrchovej úpravy. Vzorky upravené Aqualazur a Bori lazúrou mali priemerné hodnoty rozmerových zmien a niečo nižšie ako referenčné vzorky.

Rozmerové zmeny v radiálnom smere boli u všetkých povrchovo upravených sád vyššie ako u referenčných vzoriek. Najvyššiu priemernú hodnotu napúčania po 28 dňoch dosiahli vzorky upravené Aqualakom. Táto hodnota bola vyššia ako u referenčných vzoriek o 1%. V tangenciálnom smere mali taktiež všetky povrchovo upravené sady vyššie priemerné hodnoty napúčania ako referenčné vzorky, o približne 1,8%.

Zo získaných výsledkov vyplýva, že priebeh napúčania dreva je výrazne závislý od anatomického smeru. V pozdĺžnom smere sa prejavujú najmenšie rozmerové zmeny, pričom nárast hodnôt je mierny a najvýraznejší najmä v počiatočných fázach merania. V radiálnom smere sú zmeny podstatne výraznejšie a vykazujú plynulý rast počas celého sledovaného obdobia. V tangenciálnom smere boli rozmerové zmeny najvyššie.

Na základe týchto výsledkov je ďalej možné skonštatovať, že zvýšenie absolútnej vlhkosti u povrchovo upravených vzoriek sa priamo úmerne prejavilo aj na vyšších priemerných hodnotách napúčaní. Porovnanie dát o absolútnej vlhkosti a rozmerových zmenách jednotlivých sád vzoriek povrchovo upravených s náterovými látkami ukazuje, že nátery ovplyvňujú priebeh napúčania aj prijímania vlhkosti, avšak ich účinnosť pri znížení rozmerových zmien dreva nie je jednoznačná. V niektorých prípadoch dosahovali natreté vzorky vyššie hodnoty ako referenčné, čo naznačuje, že povrchová úprava nemusí vždy viesť k zníženiu napúčania. Rozdiely medzi jednotlivými nátermi sú síce pozorovateľné, no nie vždy výrazné.

Difúzia vody cez náterový film a zároveň nepriepustnosť náterových filmov pre vodnú paru smerom von z dreva môžu byť dôvody pre vyššiu absolútnu vlhkosť povrchovo upravených vzoriek. Goosens et al. 2004 merali priepustnosť náterových filmov pre vodnú paru pohárovou metódou. Zistené koeficienty difúzie samotných náterových filmov boli nižšie v porovnaní s koeficientami difúzie náterových filmov nanesených na dreve. Koeficient difúzie náterových filmov závisí od konkrétneho zloženia náterovej látky (Kúdela a Liptáková 1996). Zníženie priepustnosti náterového filmu pre vodu a vodnú paru je možné docieliť pridaním vhodných aditív do náterovej látky (Jorbandian et al. 2025).

Ako vyplýva z prezentovaných dát a diskusie, navĺhanie dreva povrchovo upraveného náterovými látkami a následné rozmerové zmeny dreva, ako aj samotné vlhkostné vlastnosti náterových filmov jednoznačne potrebujú ďalší výskum. Je tu mnoho nových a nezodpovedaných otázok, a ďalší výskum v tejto oblasti bude prínosný pre prax.

Záver

Táto práca za zamerala na porovnanie absolútnej vlhkosti a rozmerových zmien

neupraveného smrekového dreva a smrekového dreva povrchovo upraveného tromi vodou riediteľnými látkami a jedným lepidlom.

Výsledky ukázali, že priemerné absolútne vlhkosti povrchovo upravených vzoriek boli vyššie ako absolútna vlhkosť referenčných vzoriek. Zvýšenie absolútnej vlhkosti sa priamo úmerne premietlo do vyšších napúčaní povrchovo upravených vzoriek oproti referenčným vzorkám. Mnoho otázok však stále zostáva nezodpovedaných, čomu bude venovaný ďalší výskum, hlavne v oblasti modifikácie vodou riediteľných náterových látok.

Do budúcnosti sa očakáva ďalší rozvoj v tejto oblasti, najmä vďaka moderným analytickým metódam a využitiu umelej inteligencie. Cieľom je vyvinúť nátery, ktoré budú nielen ekologické, ale zároveň dostatočne odolné aj v náročných podmienkach, napríklad v priemysle alebo v agresívnom prostredí.

Dôležitým smerom ďalšieho výskumu bude aj detailnejšie skúmanie difúznych vlastností náterových filmov a ich interakcie s drevnou hmotou. Lepšie pochopenie týchto procesov môže prispieť k optimalizácii zloženia náterových látok a k zlepšeniu ich funkčných vlastností z hľadiska ochrany dreva pred vlhkosťou.

Zároveň bude vhodné overiť správanie sa týchto materiálov v rôznych klimatických podmienkach a pri dlhodobej expozícii, aby bolo možné presnejšie posúdiť ich využiteľnosť v praxi. Takéto poznatky môžu prispieť k efektívnejšiemu využívaniu dreva v stavebníctve a ďalších odvetviach.

POĎAKOVANIE: *Týmto by som chcel poďakovať Ing. Barbore Slováčkovej, PhD. za pomoc pri vedení priebehu mojej práce, za prípravu vzoriek ochranných náterov a samotnej aplikácii ochranných náterov na vzorky, a za pomoc pri realizácii meraní a vážení. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Branislavovi Priadkovi za prípravu vzoriek.*

Literatúra

Arjmandi, A. BI, Huichao. Nielsen, Stefan Urth; Dam-Johansen, Kim. From Wet to Protective: Film Formation in Waterborne Coatings. ACS Applied Materials & Interfaces. 2024, roč. 16, č. 43, s. 58006–58028. Dostupné z: https://doi.org/10.1021/acsami.4c09729

Čunderlík, I. Štruktúra dreva. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009, ISBN 978-80-228-2061-5.

de Meijer, M., Millitz, H. (2001) Moisture transport in Coated Wood, Part 2: Influence of coating type, film thickness, wood species, temperature and moisture gradient on kinetics of sorption and dimensional change," Holz- als Roh und Werkstoff, 58, 467-475.

Európsky parlament a Rada Európskej únie. Smernica 2004/42/ES z 21. apríla 2004 o obmedzení emisií prchavých organických látok pri používaní organických rozpúšťadiel v určitých náterových látkach a výrobkoch na opravu vozidiel. Úradný vestník Európskej únie, 2004, L 143, s. 87–96. Dostupné online: https://eur-lex.europa.eu/

Gezici-Koç, Ő., Erich, S. J. F., Huinink, H. P., van der Ven, L. G. J., Adan, O. C. G., 2019. Moisture content of the coating determines the water permeability as measured by 1D magnetic resonance imaging. Progress in Organic Coatings, 130 (2019), 114-123, https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.01.043

Glass, S. V., Zelinka, S. L., Moisture Relations and Physical Properties of Wood. In: Wood Handbook, Wood as an Engineering Material. Forest Products Laboratory, United States Department of Agriculture Forest Service, Madison, Wisconsin, 2010

Goossens, E. L. J., Zanden, A. J. J., Spoel, W. H., 2004. The measurement of the moisture transfer properties of paint films using the cup method. In Progress in Organic Coatings, no. 49, s. 270–274.

Jorbandian, A., Ashori, A., Jonoobi, M., 2025. High-performance and sustainable clear water-based coatings for outdoor wood protection: A review. Progress in Organic Coatings, 208, 109452, https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2025.109452

Kúdela, J. 2008b. Wetting and swelling kinetics of beech wood treated with different coating materials. Ann. WULS − SGGW, For. and Wood Technol., s. 37−40.

Kúdela, J. 2009. Water vapour transport through surface-treated beech wood under steady-state conditions. Ann. WULS − SGGW, For. and Wood Technol., nr.68: 458−462.

Kúdela, J., Liptáková, E. 1996. Namáhanie náterového filmu po aplikácii na drevo. In Interakcia dreva s rôznymi formami energie. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 109–114.

Kúdela, J., Liptáková, E., Havránek, J. 1993. Hydrofílna povaha dreva a jej vplyv na povrchovú úpravu. I. Kinetika navĺhania a napučania povrchovo upraveného dreva. In Pryskyřice ´93. Ústí nad Labem: Česká společnost průmyslové chemie, s. 121–127.

Kúdela, J., Sarvaš, J. 2004. Water vapour transport through surface-treated beech wood under steady-state conditions. In Acta Facultatis Xylologiae. ISSN 1336–3824, no. 46, s. 25–33.

Palanti, S., et al. 2001. A simple testing method for the measurement of the water vapour transmission of coated wood longitudinal and tangential to grain direction. In Holzforschung, 55(3), s. 328–331.

Perera, D., Y. 1995. Stress Phenomena in Organic Coatings. In: Paint and Coating Testing manual, 1995, 513–524, 14th edition of the Gardner–Sward Handbook, ed. Joseph V. Koleske

Požgaj, A. Štruktúra a vlastnosti dreva. 2. vydanie. Bratislava: Príroda, 1997. ISBN 80-07-00960-4.

Rešetková, M. 2012. Napätia v náterových filmoch po aplikácií na drevo pri vlhkostnom namáhaní. Dizertačná práca. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen

Suchsland, O. 2004. The Swelling and Shrinking of Wood: A practical technology primer. Madison: Forest Products Society. ISBN 1-892529-38-6.

Thybring, E. E., Frederiksson, M. 2021. Wood Modification as a Tool to Understand Moisture in Wood. [online]. Forests, MDPI 20 March 2021, 12(3), 372; [cit. 26.3.2026]. Dostupné z: https://doi.org/10.3390/f12030372

Thybring, E. E., Fredriksson, M. Wood and Moisture. In: Springer Handbook of Wood Science and Technology, eds. Niemz, P., Teischinger, A., Sandberg, D., Springer Cham, Cham, Švajčiarsko, 2023 https://doi.org/10.1007/978-3-030-81315-4

Truskaller, M. – Grull, G. – Bollmus, S. 2010. Comparison of Wood Moisture Content in Coated Panels of Selected Types of Modified Wood during Natural Weathering. In The Fifth European Conference on Wood Modification. Riga, Latvia, s. 267–270.

Zinad, O., S., Csiha, C. 2026. Evaluation of Water Vapor diffusion of Empress Tree Hybrid Samples with Adhesive. Applied Sciences, 16(6), 2987 https://doi.org/10.3390/app16062987

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF YARN SLIPPAGE IN THE SEAM DURING DIAGONAL JOINING

Marek Ďurech - Anna Vilhanová

Department of Furniture and Wood Products, Faculty of Wood Sciences and Technology (DF), Technical University in Zvolen

xdurech@is.tuzvo.sk, vilhanova@tuzvo.sk

Abstract

This study deals with the experimental evaluation of yarn slippage in seams of selected upholstery fabrics joined in the diagonal direction at an angle of 45°. The main objective was to determine the magnitude of yarn slippage under static loading of seams with a tensile force of 180 N and to assess the influence of material and structural properties of the fabrics on seam behavior. The study also included the determination of seam strength and the tensile strength of fabrics in the diagonal direction. The experiment involved the selection of various types of upholstery textiles differing in construction, material composition, and areal density. The testing of seam strength and fabric strength was carried out according to relevant standards (STN EN ISO 13935-1 and STN EN ISO 13934-1), while maximum force, elongation, and failure mode were monitored. Yarn slippage was measured using a digital caliper. The experimental results made it possible to compare the behavior of individual materials under load and to identify the influence of their structure on seam strength and the extent of yarn slippage. The findings provide practical insights for the selection of suitable upholstery materials and the optimization of sewing process parameters in upholstery practice.

Keywords: upholstery fabrics, seam strength, yarn slippage, diagonal direction, tensile properties

Introduction

Upholstery materials represent an essential component of upholstered furniture, fulfilling functional, safety, and aesthetic roles. They form part of the furniture structure together with the supporting frame and filling, directly influencing its properties and usability. Their importance lies primarily in their impact on user comfort—such as breathability, surface handle, and interaction with the human body—while also providing protection of internal layers against mechanical damage, contamination, and wear. Furthermore, they play a crucial role in safety, particularly in terms of flammability, smoke generation, and the release of toxic products during combustion. In addition, upholstery materials significantly contribute to the overall appearance and design of the product, as they determine its color, texture, and visual character.

The analyzed upholstery materials represent a selection of textiles used in upholstery applications, differing mainly in material composition, structure, and areal density. The set includes both single-layer fabrics (plain, twill, and jacquard weaves) and multilayer sandwich materials, enabling a comprehensive comparison of their properties. In terms of material composition, the fabrics consist of combinations of natural fibers (cotton, linen, wool) and synthetic materials (polyester, polyacrylic, polypropylene), with some materials also containing recycled fibers. This diversity primarily affects comfort, appearance, and structural characteristics.

From a structural perspective, the materials differ in weave type and yarn characteristics. Simple fabrics with plain or twill weaves are complemented by jacquard and decorative fabrics incorporating bouclé or chenille yarns, which create a distinctive surface texture. A specific group is formed by sandwich (layered) materials that combine woven fabrics with nonwoven textiles. These materials exhibit higher structural stability and more complex behavior, as their properties result from the interaction of multiple layers. The investigated material set includes both lightweight, naturally appearing fabrics and heavier, bulky, multilayer structures, providing a suitable basis for analyzing their behavior in sewn seams.

Yarn slippage in seams is a phenomenon that occurs during the use of textile products, for example during wearing or loading. This phenomenon has a significant impact on product quality and functionality and is therefore systematically studied. The investigation of yarn slippage is important because it leads to deterioration in product appearance (seam opening, deformation), affects the overall quality and durability of the textile, and represents a common mode of failure even before material rupture occurs. It depends on several factors, such as fabric structure, seam type, and the properties of the sewing thread.

The issue of yarn slippage in seams is an important topic in textile engineering; however, the number of available scientific sources is relatively limited compared to other textile properties. Most publications primarily focus on seam strength and overall mechanical properties of textiles, while yarn slippage is often addressed only as a partial issue. Relevant information on this phenomenon can mainly be found in scientific articles where yarn slippage is examined in relation to fabric structure, seam type, and yarn properties, for example in studies by Fan et al. (2009) and Daoling et al. (2019).

In addition to studies directly focused on yarn slippage, several works address the mechanical properties of sewn joints in various textile applications. Notable contributions include studies by Behera (2015), Ukponmwan et al. (2010), and Carr et al. (1994), which analyze seam strength depending on material type, seam construction, and sewing threads used.

Other studies investigate the mechanical behavior of textile materials, which indirectly affects the properties of sewn seams. For example, Benjamin et al. (2019) analyze the influence of yarn structure on its strength and deformation, while Jahan (2017) highlights the importance of fabric construction in load transfer.

In the field of apparel textiles, including denim and heavier materials, seam behavior under dynamic loading and repeated stress is also studied, with related findings published in journals such as *Textile Research Journal* and *Journal of Industrial Textiles*. These studies

indicate that seam performance is closely related to material structure, yarn type, and seam construction, while seam strength and yarn slippage represent interrelated phenomena affecting the quality and durability of textile products.

In recent years, newer studies have emerged that focus on more detailed experimental evaluation of this phenomenon, also considering the influence of modern materials such as multilayer and technical textiles.

Overall, although yarn slippage in seams is an important factor affecting the quality and durability of textile products, it has not been as extensively addressed in the literature as seam strength, and therefore represents a relatively specific and less explored research area.

Materials and methodology of the work

The experiment included materials representing commonly used upholstery fabrics and multilayer materials in order to compare their behavior under stress in a sewn seam.

The selection was made so that the individual materials had different mechanical and structural properties, allowing for a better evaluation of the influence of the material on the strength and behavior of the sewn seam. The type of construction and composition of the examined upholstery materials are presented in Table 1.

Table 1: Construction and composition of the examined upholstery materials

name	construction	fabric direction	type of yarn	Fineness yarn (tex)	delivery of textiles (yarn/cm)	Share (%)
Fabric made of natural fibers	simple plain weave fabric	warp	staple	238	10	100
		weft	staple	126	9	100
Jacquard fabric with chenille	fabric with decorative chenille yarns in the warp and bouclé yarns in the weft on the face side, and filament yarns on the reverse side	warp	multifilament	24	23	78
			decorative chenille	242		22
		warp	staple	64	22	77
			decorative bucle	655		23
Twill weave fabric	simple twill weave fabric	warp	staple	140	12	100
		weft	multifilament	154	16	50
			decorative bucle	340		50
Jacquard fabric	fabric with decorative yarns on the face side and filament yarns on the reverse side	warp	multifilament	36	19	68
			decorative bucle	364		32
		warp	staplová	90	17	65
			decorative bucle	336		35
Bouclé fabric	fabric with decorative bouclé yarns on the face side and filament yarns on the reverse side	warp	multifilament	60	15	73
			decorative bucle	764		26
		warp	multifilament	104	13	84
			decorative bucle	742		16
Sandwich material with thin backing	two-layer material: face side – plain weave fabric, reverse side – nonwoven textile	warp	multifilament	168	11	100
		weft	multifilament	168	11	100

Sandwich material with thick backing	face side – plain weave fabric, reverse side – nonwoven textile	warp	staple multifilament	102	9	100
		weft	staple multifilament	392	12	50
			multifilament	108		50

Test specimens of sewn seams were prepared using an industrial sewing machine JUKI DU-1181N under identical technological conditions in order to eliminate the influence of production variations. During production, the same parameters were maintained, such as stitch type, stitch density, sewing thread type, and machine settings. A 100% polyester (PES) sewing thread with ticket number 30, fineness of 105 tex, and a 383 × 3 spun construction was used as the joining material. The sewing process was carried out using a sewing needle size Nm 110, with a stitch length set to 3 mm.

The testing methods were selected with the aim of verifying the mechanical properties of sewn seams, particularly their strength and behavior under load. The selection of methodology was based on relevant technical standards and recommendations for testing textile materials and seams.

The determination of fabric strength is carried out according to the standard STN EN ISO 13934-1:2013, which describes the tensile strength and elongation testing of textile fabrics. The principle of the test is based on clamping the test specimen into a tensile testing machine and gradually loading it in tension until rupture occurs. During the test, the maximum force (tensile strength) and the elongation of the material (elongation at break) are recorded. In most cases, textiles are tested in two directions (warp and weft), thereby evaluating their behavior depending on the construction and yarn orientation. In our case, tensile strength testing was performed along the diagonal of the fabric (at a 45° angle). The shape and dimensions of the test specimen for determining fabric strength are shown in Figure 1.

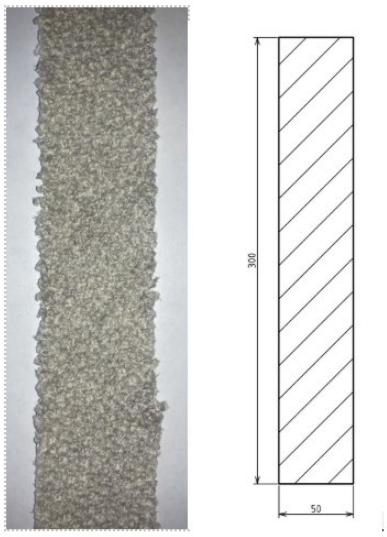


Fig. 1 Shape and dimensions of the test specimen for determining fabric strength (authors' archive, STN EN ISO 13934-1:2013)

The determination of the strength of sewn seams is carried out according to the standard STN EN ISO 13935-1:2001, which specifies the procedure for testing transversely loaded seams. The principle of the test is based on the sewn fabric being clamped in a tensile testing machine and subjected to a tensile force applied perpendicular to the seam until failure occurs. The result is the maximum force required to break the seam, while the seam efficiency is also evaluated by comparing the strength of the sewn and unsewn specimen.

The shape and dimensions of the test specimen for determining the strength of the sewn seam are shown in Figure 1.

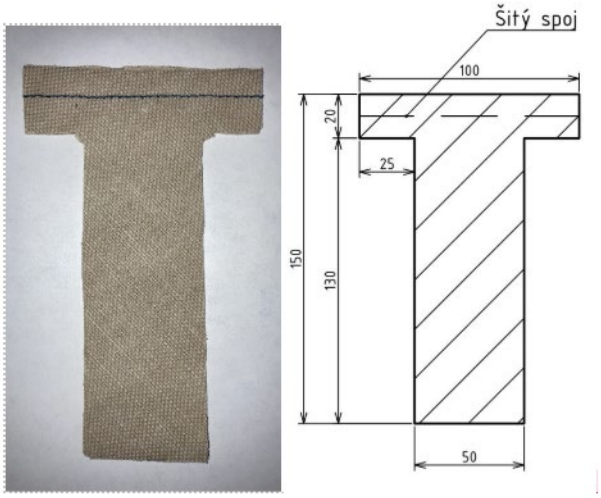


Fig. 2 Shape and dimensions of the test specimen for determining the strength of the sewn seam (authors' archive, STN EN ISO 13935-1:2001)

To determine yarn slippage in the seam area under static loading, a method based on ISO 13936-2 was used. The test specimen, whose shape and dimensions are shown in Fig. 3, was clamped into a tensile testing machine so that the seam was positioned in the centre of the gauge length and the direction of the applied force was perpendicular to the seam line. The specimen was loaded with a constant force of 180 N, which is recommended by the standard for determining yarn slippage in upholstery fabrics.

After reaching the maximum load, the seam opening width at its widest point was immediately measured with an accuracy of the nearest millimetre using a MITUTOYO digital caliper (Fig. 4). The measurement was carried out perpendicular to the seam, from the edge of undamaged material on one side of the seam to the edge of undamaged material on the other side. The magnitude of yarn slippage and the type of damage to the sewn seam were recorded, which allows evaluation of the stability and mechanical resistance of the seams under static loading.

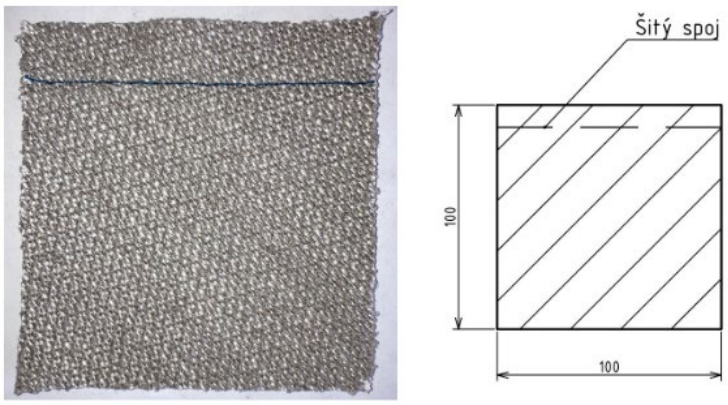


Fig. 3 Shape and dimensions of the test specimen for determining yarn slippage (authors' archive)

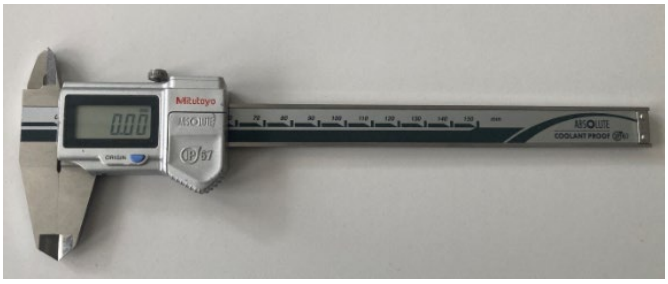


Fig. 4 Measuring device for determining yarn slippage (authors' archive)

Experimental results

Evaluation of tensile strength and elongation of textiles loaded in the diagonal direction

The results of experiments focused on determining the tensile strength and elongation of the investigated textiles are presented in Fig. 5 and Fig. 6. The test specimens were cut in the diagonal direction.

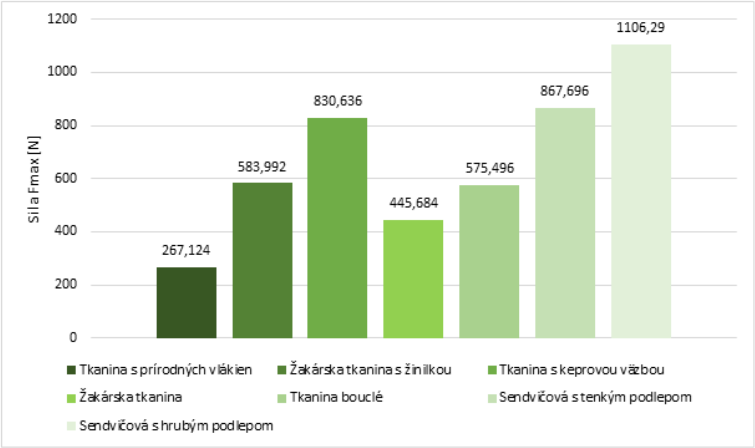


Fig. 5 Tensile strength of fabrics in the diagonal direction

From the results presented in Fig. 5, it can be concluded that the highest strength was achieved by the sandwich fabric with thick backing (1106 N). The lowest strength was observed in the fabric made of natural fibers (267 N).

These results indicate that the construction of the material has a significant influence on its strength—sandwich structures considerably increase resistance. In contrast, simple or natural fabrics without modifications exhibit the lowest strength.

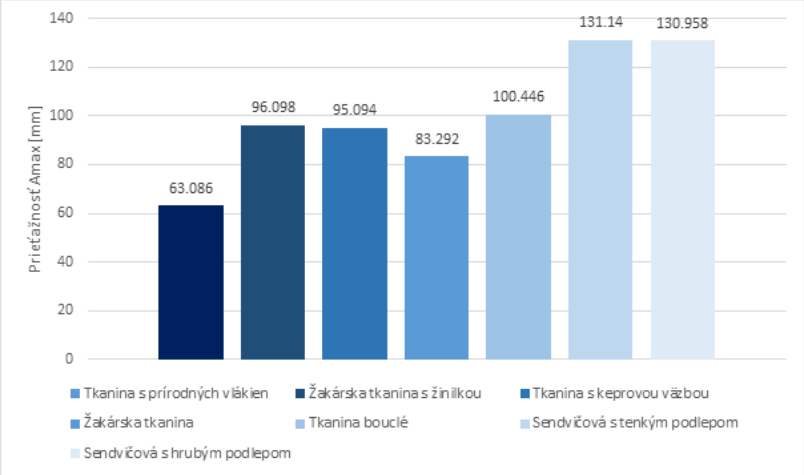


Fig. 6 Elongation of fabrics in the diagonal direction

In terms of elongation, the highest value was recorded for the sandwich textile with thin backing (131.14 mm), while a very similar value was achieved by the sandwich textile with thick backing (130.96 mm). The lowest elongation was again observed in the fabric made of natural fibers (63.09 mm).

Evaluation of the strength of sewn seams when joining textiles in the diagonal direction

Fig. 7 presents the results of the strength of sewn seams of the investigated textiles. The test specimens were sewn in the diagonal direction.

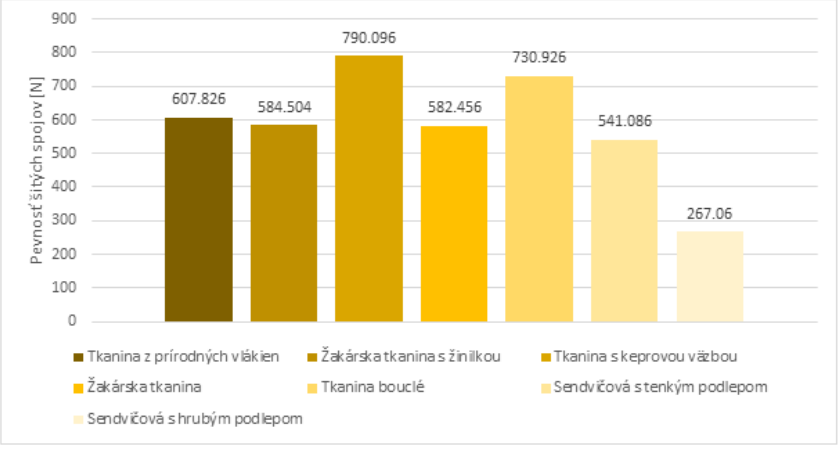


Fig. 7 Strength of sewn seams in diagonal joining of textiles

The highest seam strength was achieved by the twill weave fabric (790.10 N), while the lowest strength was recorded for the sandwich textile with thick backing (267.06 N). High strength values were also observed for the bouclé fabric (730.93 N) and the fabric made of natural fibers (607.83 N).

In terms of failure mode, it was found that in the sandwich textile with thick backing, sandwich textile with thin backing, and twill weave fabric, the failure occurred directly in the seam area, meaning that the sewn joint represented the weakest point of the structure. In contrast, in the other materials, the seam was stronger than the fabric itself, and failure occurred outside the seam, directly in the base material.

These results indicate that the strength of sewn seams does not depend solely on the strength of the fabric itself, but also on its construction and its ability to transfer stress in the seam area. In particular, multilayer materials show seam weakening, likely due to the different structure of individual layers and their mutual cohesion.

Evaluation of yarn slippage results

Fig. 8 presents the resulting values of yarn slippage in the sewn seams of the investigated textiles. The test specimens were sewn in the diagonal direction.

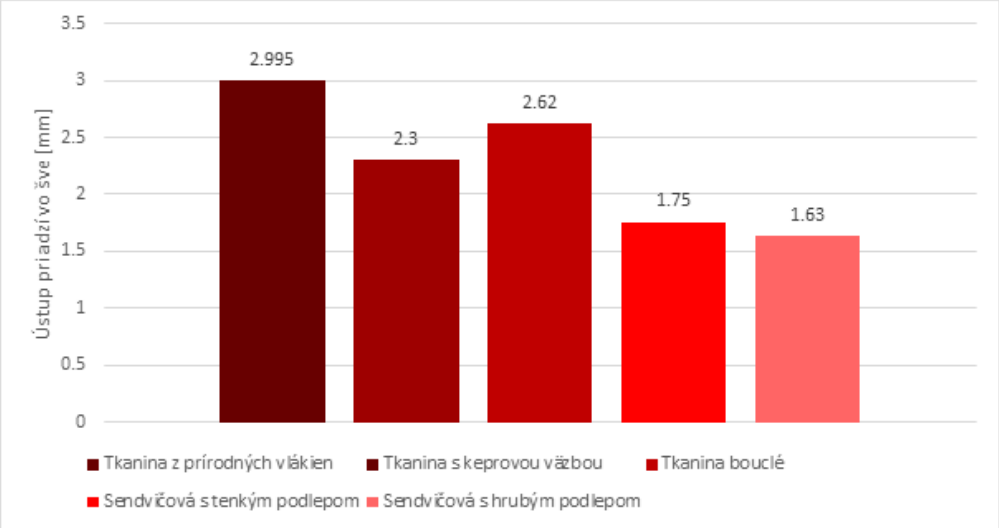


Fig. 8 Yarn slippage in the seam in diagonal joining

The highest yarn slippage in the seam was recorded in the fabric made of natural fibers (2.995 mm), indicating lower structural stability under loading in the seam area. Higher slippage values were also measured for the bouclé fabric (2.62 mm) and the twill weave fabric (2.30 mm).

In contrast, lower yarn slippage was observed in the sandwich textile with thin backing (1.75 mm), and the lowest in the sandwich textile with thick backing (1.63 mm), indicating higher stability of these materials in the seam area. No yarn slippage was recorded in the

jacquard fabric with chenille and in the jacquard fabric (0.00 mm), meaning that their structure was sufficiently resistant to yarn displacement in the seam area.

The results show that yarn slippage in the seam is significantly influenced by the fabric construction, with materials having a stronger or multilayer structure exhibiting better properties in this regard.

Conclusion

After evaluating the tested properties, it can be stated that the type of construction, the type of yarns used, as well as the origin of the base upholstery material have a significant influence not only on the strength of the fabric itself, but also on the strength of sewn seams and yarn slippage in the seams. An important factor in our experimental verification was that all samples were tested and sewn diagonally at a 45° angle, which produced interesting results, as this type of testing is not very common in upholstery practice. For this reason as well, our results are relevant and may serve as suitable supporting material for selecting appropriate types of textiles for upholstery applications where properties such as seam strength are crucial.

Literature

Behera, B. K., 2015. Role of fabric properties in the clothing manufacturing process. Woodhead publishing series in textiless pp. 59-80.

Benjamin, K O Cheung., 2019. Characterizing and modeling of low twist yarn mechanics. Journal of Engineered Fibers and Fabrics

Carr, H., & Latham, B. (1994). The Technology of Clothing Manufacture. Blackwell Science.

Daoling, Ch., Pengpeng, Ch., 2019. Investigation of factors affecting the seam slippage of garments. Textile Research Journal 89(21-22).

Fan, J., & Hunter, L. (2009). Engineering Apparel Fabrics and Garments. Woodhead Publishing.

Ukponmwan J.O., Mukhopadhyay A., Chatterjee K.N., 2010 Sewing threads. Textile Progress 2010.

STN EN ISO 13934-1: 2013 (80 0812), Textílie. Ťahové vlastnosti plošných textílií. Časť 1: Zisťovanie maximálnej sily a ťažnosti pri maximálnej sile metódou Strip.

STN EN ISO 13935-1 – Textílie. Ťahové vlastnosti švov v tkaninách. Časť 1: Stanovenie maximálnej sily švu pri pretrhnutí (strip metóda)

Jahan, I., 2017, Effect of Fabric Structure on the Mechanical Properties of Woven Fabrics. Department of Textile Engineering, Green University of Bangladesh

EVALUATION OF PLANT-DERIVED DYE POWDERS AS BIO-RENEWABLE FILLER SUBSTITUTES IN MUF-BONDED ALDER PLYWOOD

Nikola Kucharczyk, Piotr Borysiuk, Radosław Auriga

Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 159 St., 02-776 Warsaw, Poland

s215717@sggw.edu.pl

Abstract

The aim of this study was to evaluate plant-derived dye powders as bio-renewable filler substitutes in melamine-urea-formaldehyde (MUF) adhesive for alder plywood manufacturing. Three-layer plywood panels were produced from alder veneers bonded with MUF resin containing ammonium chloride as a hardener. In the reference adhesive mixture, flour was used as the conventional filler, whereas in modified formulations it was partially or completely replaced with powdered natural dyes: indigo (*Indigofera tinctoria*), madder (*Rubia tinctorum*) and weld (*Reseda luteola*). The dye powders were introduced as functional additives intended to modify the glue line while maintaining plywood bonding performance. The panels were evaluated in terms of glue-line shear strength after conditioning, with attention paid to the effect of dye type and filler substitution level. The study assessed the technological suitability of selected plant-derived dye powders as alternative fillers in MUF-bonded plywood and indicated their potential and limitations.

Key words: plywood; MUF adhesive; natural dye powders; bio-renewable fillers; alder veneers; indigo; madder; weld; bonding quality; sustainable wood-based materials.

TEPELNÉ VLASTNOSTI KONOPNÉHO BETÓNU A APLIKÁCIA V STENÁCH NA BÁZE DREVA

THERMAL PROPERTIES OF HEMPCRETE AND APPLICATION IN WOOD-BASED WALLS

Bc. Marek Eduard Mikuš

Katedra náuky o dreve, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

xmikusm1@tuzvo.sk

Abstract

This work is focused on determining the thermal properties of hempcrete and its application in building envelopes. The research involves measuring thermo-physical characteristics using a non-stationary method. The average results achieved with hempcrete are: density 322 kg/m³, thermal conductivity 0,1 W/(m·K), specific heat capacity 1535 J/(kg·K), and thermal conductivity $2.01 \cdot 10^{-7}$ m²/s. For a 10 mm sample, a phase shift of 271 s was recorded. The practical part applies these findings to design compositions for outer walls (wooden and silicate structures) and ground floors, including reconstructions of historical buildings. The study evaluates these compositions against current energy efficiency standards and environmental requirements. Hempcrete proves to be a promising ecological material with a low carbon footprint, offering significant thermal storage and insulation potential for modern and historical construction.

Key words: Hempcrete, Thermal properties, Wood-based structures, Application in wall constructions, Ecological construction

Úvod

V súčasnosti dochádza k neustálemu rastu svetovej populácie, s čím je spojené zvyšovanie celosvetovej spotreby energie a surovín. Stavebný priemysel je v dnešnej dobe zodpovedný za približne 40 % celosvetovej spotreby energie a produkuje významné množstvo emisií, skleníkových plynov. Konopný betón (hempcrete) predstavuje inovatívny a udržateľný stavebný materiál, ktorý vzniká zmiešaním konopného pazderia, vápenného spojiva a vody. Tento kompozitný materiál vyniká nielen svojimi tepelnoizolačnými a akumulačnými schopnosťami, ale aj schopnosťou viazať CO_2 do svojej štruktúry počas svojho životného cyklu. Cieľom tejto práce je určiť tepelno-technické vlastnosti konopného betónu nestacionárnou metódou a následne aplikovať namerané hodnoty pri návrhu skladieb obvodových stien na báze dreva, silikátových konštrukcií a podláh budov v súlade s požiadavkami na energetickú hospodárnosť budov.

Experimentálna časť

Charakteristika použitých materiálov

Základnou surovinou pre výrobu skúšobných telies bolo konopné pazderie, ktoré vzniká ako vedľajší produkt pri mechanickom spracovaní stonky z technického konope. Je to drevnatá časť stonky, ktorá vznikne po oddelení konopného vlákna. Druhou zložkou je spojivo na báze vápna a tretiu, poslednú zložku v zmesi pri výrobe tvorí už len voda. Konope je natoľko odolné voči škodcom, plesniam či baktériám, že nie je nutné ho nijak chemicky ošetrovať. Táto jeho schopnosť sa veľmi dobre prepája s dezinfekčnými vlastnosťami vápna, čím spoločne vytvárajú dokonalý synergický účinok pre použitie konopného betónu do obytných priestorov budov, pre zdravé prostredie pre život.



Obr. 2 Konopné pazderie použité pri výrobe vzoriek
Fig. 1 Hemp shives used in sample production



Obr. 1 Stena postavená z konopného betónu
Fig. 2 A wall built from hempcrete

Skúšobné vzorky

Pre výpočet tepelno-technických charakteristík bolo potrebné vyhotoviť vzorky telies z konopného betónu pre ich následné testovanie a skúmanie v laboratórnych podmienkach. Vzorky boli vyhotovené z konopného pazderia, vápna a vody a pre ich lepšiu manipuláciu sme ich vložili do dreveného rámiku. Rozmery vzoriek boli 86 x 86 x 10 mm. Pre potreby meraní sme vyhotovili 36 vzoriek o priemernej hustote 322 kg/m³. Vzorky sme rozdelili podľa hustoty do 4 skupín:

1. skupina: 302,4 kg/m^3
2. skupina: 315,3 kg/m^3
3. skupina: 326,6 kg/m^3
4. skupina: 344,9 kg/m^3

Metodika merania

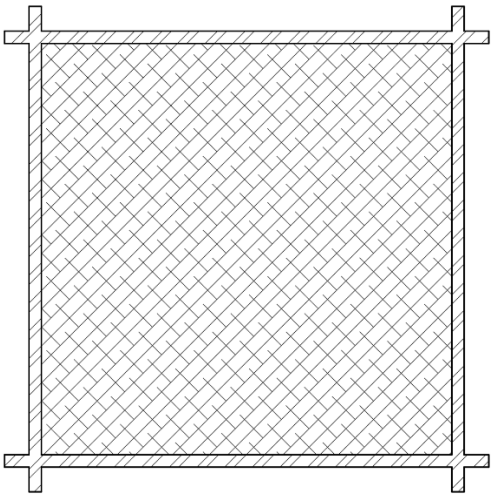
Všetky merania sme vykonávali v laboratórnych podmienkach, v klimatizačnej komore, v ktorej bola zaistená stála teplota (22 °C) a konštantná vlhkosť (50 %). Pri týchto nastavených hodnotách dosahoval konopný betón po naklimatizovaní vlhkosť 3,2 %. Hustota materiálu bola vypočítaná ako podiel hmotnosti *m* a objemu *V*. Pri zisťovaní tepelno-fyzikálnych charakteristík sme merali koeficient tepelnej vodivosti, teplotnú vodivosť a špecifickú tepelnú kapacitu. Tieto veličiny sú vzájomne viazané rovnicou:

$$a = \lambda/(c.\rho)$$

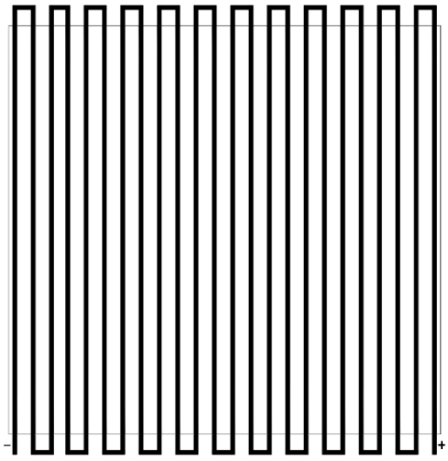
Použitá nestacionárna metóda merania je univerzálna, pretože umožňuje pri jednom meraní vyhodnotiť všetky tri spomínané charakteristiky.

Zostavenie meracej aparatúry a priebeh merania

Na zostavenie meracej aparatúry bolo použité väčšie množstvo meracej a výpočtovej elektroniky a pomocného materiálu pre uchytenie vzoriek. Pre potreby experimentu sme vyrobili odporovú výhrevnú platňu z nikel-chrómovej pásky o hrúbke 0,1 mm a šírke 1 mm, ku ktorej sme pripojili laboratórny zdroj vyvíjajúci konštantný jednosmerný prúd.

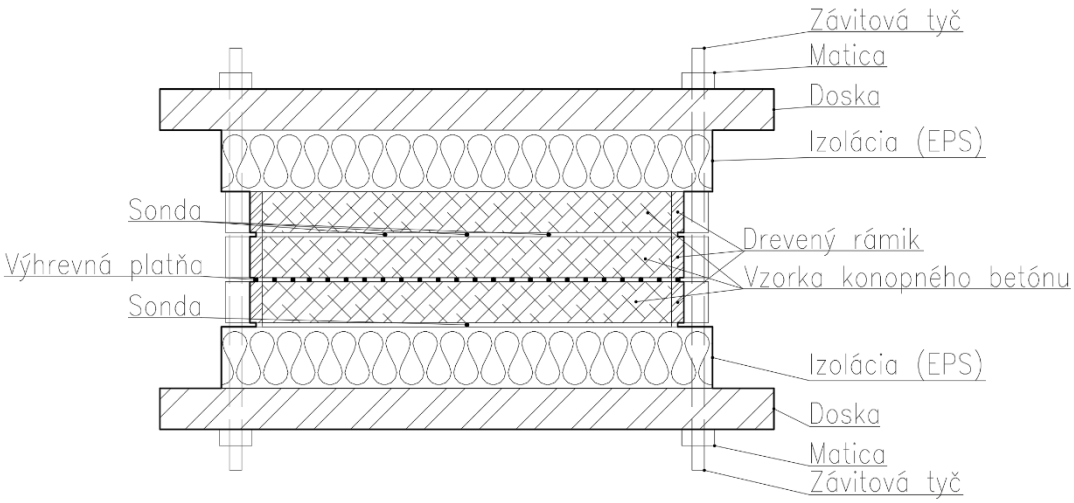


Obr. 3 Drevený rámik so vzorkou konopného betónu
Fig. 3 Wooden frame with hempcrete sample



Obr. 4 Odporová výhrevná platňa
Fig. 4 Resistance heating plate

Skladanie aparatúry začalo spodnou doskou uchytávacieho rámu, na ktorú sme položili tepelný izolant (extrudovaný polystyrén). Do stredu plochy sme prichytili prvú meraciu sondu (termočlánok). Naň sme položili prvú meranú vzorku konopného betónu, ďalej sme umiestnili výhrevnú podložku, na ktorú sme umiestnili ďalšiu vzorku konopného betónu. Na túto plochu vzorky sme umiestnili ďalšie 3 meracie sondy (termočlánky). Na rozmiestnené sondy sme položili poslednú, tretiu vzorku konopného betónu, ktorá sa prekryla tepelným izolantom (z extrudovaného polystyrénu). Naň sme položili druhú dosku z uchytávacieho rámu a celú, takto nachystanú zostavu, sme stiahli pomocou závitových tyčiek a matíc.



Obr. 3 Rez zostavenej meracej aparatúry pre meranie tepelno-technických vlastností properties of hempcrete konopného betónu
Fig. 5 Cross section of the assembled measuring apparatus for measuring the thermal and technical

Samotný experiment prebiehal nasledovne:

- Laboratórny zdroj vysielal do výhrevnej podložky prúd o veľkosti 0,16 A, ktorý zahrieval vzorky.
- Meracie zariadenie Almemo zaznamenávalo každých 5 sekúnd zvyšujúcu sa teplotu.
- Jeden celý experiment trval 1 hodinu.
- Po ukončení merania sa nová sada vzoriek nechala klimatizovať 1 deň, aby sa zabezpečila presnosť merania v konštantnom prostredí.
- Celkovo sme opakovali 12 meraní (3-krát pre každú zo 4 skupín vzoriek).

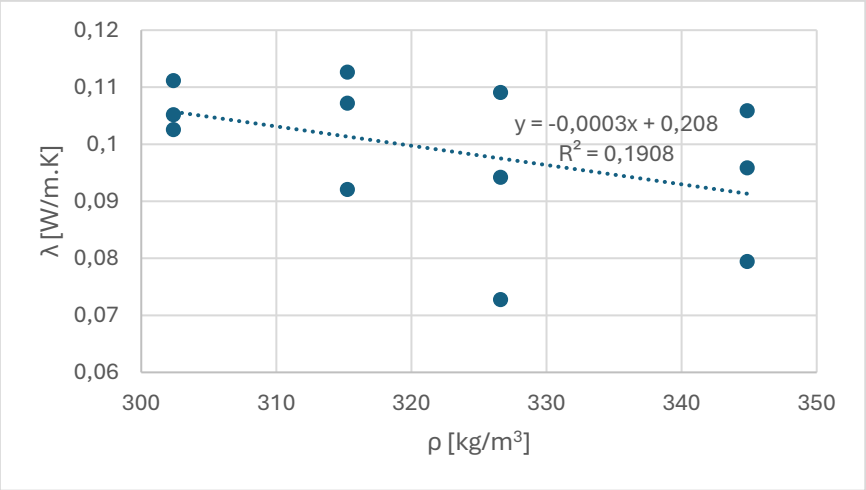
Výsledky merania

Na základe realizovaných meraní sme získali hodnoty tepelného toku a teplotného gradientu, z ktorých sme následne vypočítali súčiniteľ tepelnej vodivosti pre každú z 36 vzoriek. Z nameraných hodnôt vyplýva, že so zvyšujúcou sa hustotou konopného betónu mierne stúpa aj hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti, čo potvrdzuje predpoklad o lineárnej závislosti týchto dvoch veličín.

Priemerná hustota všetkých meraných vzoriek bola 322 kg/m³ a priemerná hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti bola stanovená na 0,10 W/(m.K).

Tab. 1 Minimálne, maximálne a priemerné výsledky meraní
Tab. 1 Minimum, maximum and average measurement results

	Hustota [kg/m^3]	Lambda [W/(m.K)]
Minimálne hodnoty	302,4	0,07
Maximálne hodnoty	344,9	0,11
Priemerné hodnoty	322,3	0,10



Graf 1 Vzťah hustoty a súčiniteľa tepelnej vodivosti
Chart 1 Relationship between density and thermal conductivity coefficient

Okrem súčiniteľa tepelnej vodivosti sme z nameraných dát stanovili aj ďalšie dôležité charakteristiky. Priemerná hodnota špecifickej tepelnej kapacity pre všetky merané vzorky dosiahla 1535 J/(kg·K). Teplotná vodivosť, ktorá charakterizuje rýchlosť vyrovnávania teplôt v materiáli, dosiahla priemernú hodnotu $2{,}01 \cdot 10^{-7}$ m²/s. Fázový posun teplotného kmitu pri hrúbke vzorky 10 mm predstavoval 271 s.

Aplikácia v konštrukciách

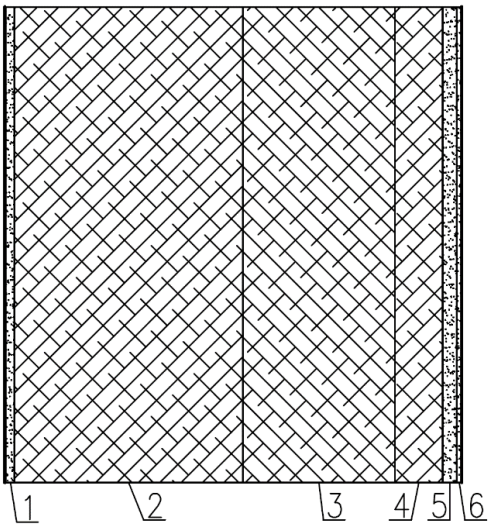
V praktickej časti práce sme aplikovali experimentálne namerané hodnoty konopného betónu (λ = 0,10 W/(m.K)) do konkrétnych návrhov obalových konštrukcií. Pri návrhu sme sa držali normy STN 73 0540-2, aby sme neprekročili požadovanú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla U=0,22 W/(m².K) pre obvodové konštrukcie. V rámci tejto práce a výskumu, boli spracované rôzne varianty skladieb stien pre drevostavby, ale taktiež aj návrhy pre silikátové steny a rekonštrukcie historických objektov, ako aj aplikácie v podlahách najnižších podlaží. Avšak vzhľadom na naše drevárske zameranie sme z práce vybrali pre predstavu na porovnanie nasledujúce dve skladby uvedené nižšie, ktoré sú z nášho pohľadu najreprezentatívnejšie v danej skupine. Všetky ostatné doplnkové skladby a ich detailné tepelno-technické posúdenia sú k dispozícii v plnom znení a rozsahu v bakalárskej práci, ktorá slúži ako podklad a komplexná príloha k tomuto príspevku.

Skladba OS D_I.-Z

Tento návrh predstavuje stenu s drevenou nosnou konštrukciou, kde je v celom priereze použitý ako tepelný izolant konopný betón. Zvonku je použitá vápenná omietka a zvnútra zase hlinená omietka nanesená v dvoch vrstvách. Celá skladba steny, z exteriéru do interiéru je uvedená v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 2 Popis materiálov použitých v skladbe obvodovej steny: OS D_I.-Z
Tab. 2 Description of materials used in the composition of the perimeter wall, type: OS D_I.-Z

Obvodová stena - drevostavba I.: OS D_I.-Z (zateplená novostavba)				
	Súčiniteľ prechodu tepla:	0,21	[W/(m^2.K)]	
P.č.	**Názov**	**Hrúbka [mm]**	**Lambda [W/m.K]**	**Tepelný odpor [m^2.K/W]**
1.	Vápenná omietka	10	0,88	0,01
2.	Tvárnice konopného betónu	240	0,1	2,40
3.	Drev. konštrukcia, KB	160	0,1	1,60
4.	Tvárnice konopného betónu	50	0,1	0,50
5.	Hlinená omietka hrubá	15	0,7	0,02
6.	Hlinená omietka jemná	5	0,7	0,01
7.				
8.				
9.				
	Hrúbka konštrukcie:	480	R_{si}	0,13
			R_{se}	0,04
			suma R	**4,710**



Obr. 4 Skladba obvodovej steny: OS D_I.-Z
Fig. 6 Composition of the perimeter wall: OS D_I.-Z

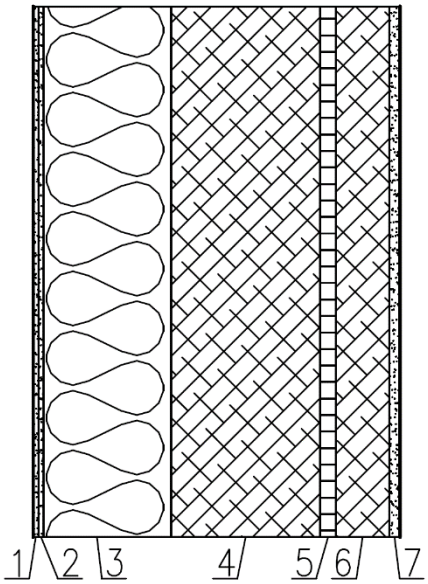
Celková hrúbka konštrukcie je 480 mm a vypočítaný súčiniteľ prechodu tepla dosahuje hodnotu U=0,21 W/(m².K), čo je tesne pod hodnotou, ktorú uvádza norma. Skladba vďaka tomu vyhovuje požiadavkám normy a vďaka použitiu konopného betónu v celom priereze ponúka vynikajúcu schopnosť regulácie vlhkosti z interiéru. Jej nevýhodou je však pomerne veľká hrúbka, v porovnaní s inými skladbami, ktoré sa pri výstavbách drevostavieb bežne používajú.

Skladba OS D_III.-Z

Táto skladba kombinuje drevenú nosnú konštrukciu vyplnenú konopným betónom, s použitím konopných panelov ako zatepľovacieho systému v exteriéri a vnútornou prímurovkou z konopného betónu v interiéri. Celá skladba steny, z exteriéru do interiéru je uvedená v nasledujúcej tabuľke:

Tab. 3 Popis materiálov použitých v skladbe obvodovej steny: OS D_III.-Z
Tab. 3 Description of materials used in the composition of the perimeter wall, type: OS D_III.-Z

Obvodová stena - drevostavba III.: OS D_III.-Z (zateplená novostavba)				
	Súčiniteľ prechodu tepla:	0,20	[W/(m^2.K)]	
P.č.	**Názov**	**Hrúbka [mm]**	**Lambda [W/m.K]**	**Tepelný odpor [m^2.K/W]**
1.	Omietka Capatect CarboPor	5	0,73	0,01
2.	Lepidlo Capatect 133	5	0,84	0,01
3.	Konopný panel	120	0,044	2,73
4.	Drev. Konštrukcia, KB	140	0,1	1,40
5.	OSB 3 doska	15	0,13	0,12
6.	Tvárnice konopného betónu	50	0,1	0,50
7.	Vápenná omietka	10	0,88	0,01
8.				
9.				
	Hrúbka konštrukcie:	345	R_{si}	0,13
			R_{se}	0,04
			suma R	**4,937**



Obr. 5 Skladba obvodovej steny: OS D_III.-Z
Fig. 7 Composition of the perimeter wall: OS D_III.-Z

Pri celkovej hrúbke 345 mm sme dosiahli súčiniteľ prechodu tepla U=0,20 W/(m².K). Konštrukcia teda spĺňa normové požiadavky a s pomedzi všetkých porovnávaných skladieb na báze dreva sa javí sa ako najoptimálnejšia, z hľadiska pomeru medzi hrúbkou steny a množstvom použitého konopného betónu. Tým, že je použitý konopný betón aj na interiérovej strane, získavame vďaka tomu všetky jeho benefity, či už z pohľadu tepelno-technických parametrov alebo aj z jeho prospešného dopadu na zdravie a na vnútornú mikroklímu.

Vyhodnotenie a diskusia

Pre objektívne zhodnotenie vlastností konopného betónu sme namerané hodnoty porovnali s bežne používanými stavebnými materiálmi na báze silikátov. Pri prepočte na normovú hustotu 300 kg/m³ vykazuje konopný betón súčiniteľ tepelnej vodivosti λ = 0,094 W/(m·K), čo je o trochu horšia hodnota tepelnoizolačnej vlastnosti, ako sa uvádza v jeho technických listoch. Tieto rozdiely v porovnávaných výsledkoch však neovplyvňuje len hustota materiálu. Tieto zmeny môžu byť zapríčinené hneď viacerými faktormi, ktoré treba zohľadniť. Prvý faktor, je rôzny pomer medzi použitými látkami pri výrobe samotného konopného betónu, to znamená rôzny pomer konopného pazderia, vápna a vody, čo má za následok inú štruktúru dosky a teda skreslenie/zmenu výsledkov. Dôležitú úlohu tiež zohráva aj vlhkosť vzoriek, pri ktorých sa meranie uskutočňovalo. V poslednom rade, by bolo potrebné vyhotoviť oveľa viacej skúšobných vzoriek a vyhodnotiť oveľa viacej meraní, aj pri rôznych veľkostiach vzoriek alebo vlhkostiach, na to, aby sme vedeli s istotou povedať či sú uvedené hodnoty v technických listoch naozaj pravdivé.

Ďalšou z významných výhod konopného betónu je jeho špecifická tepelná kapacita, ktorej priemerná nameraná hodnota bola 1535 J/(kg·K). Vysoká hodnota špecifickej tepelnej kapacity v kombinácii s nameranou teplotnou vodivosťou a = $2{,}01 \cdot 10^{-7}$ m²/s predurčuje tento materiál k vynikajúcej tepelnej stabilite. To znamená, že konštrukcie z konopného betónu dokážu efektívne vyrovnávať teplotné výkyvy medzi exteriérom a interiérom, čo je kľúčové najmä v letnom období pre zamedzenie prehrievania priestorov.

Pri meraní fázového posunu na vzorkách o hrúbke iba 10 mm sme dosiahli čas 271 s (cca 4,5 minúty). Pri prepočte na reálne hrúbky konštrukcií (napr. 300 - 400 mm), ktoré navrhujeme pri realizácii, tento materiál vykazuje fázový posun v rozmedzí 10 až 14 hodín. Takéto hodnoty sú pri ľahkých obvodových plášťoch na báze dreva takmer nedosiahnuteľné pri použití bežnej minerálnej izolácie, čo radí konopný betón medzi vynikajúce materiály zamedzujúce prehrievaniu stavieb v letných mesiacoch a zároveň vďaka dobrej difúznej schopnosti prepúšťať vodnú paru je to výborný kandidát pre aplikáciu v difúzne otvorených stavbách.

Pri konopnom betóne, je potrebné poukázať pri porovnávaní s inými materiálmi aj na jeho ekologický charakter. Je unikátny tým, že počas rastu technického konope a následnej mineralizácie (pretváranie späť na kameň- vápenec) vápenného spojiva v stene dochádza k pohlcovaniu CO_2 z atmosféry. Na rozdiel od výroby cementu, tehál či polystyrénu, ktorá je energeticky extrémne náročná, má konopný betón zápornú uhlíkovú stopu a po skončení životnosti stavby je plne recyklovateľný. Výsledky meraní tepelných vlastností tak potvrdzujú, že aj napriek mierne zhoršeným tepelným vlastnostiam oproti iným izolantom, ide o plnohodnotnú ekologickú alternatívu s množstvom neprekonateľných výhod ako napríklad vysokej požiarnej odolnosti, biologickej trvanlivosti alebo zápornej uhlíkovej stope.

Záver

Cieľom predloženej práce bolo stanovenie tepelno-technických vlastností konopného betónu nestacionárnou metódou a ich následná aplikácia pri návrhoch konkrétnych stenových konštrukcií na báze dreva. Na základe realizovaných experimentálnych meraní na 36 vzorkách sme stanovili priemernú hodnotu súčiniteľa tepelnej vodivosti a priemernú hodnotu špecifickej tepelnej kapacity .

Zo štúdie vlastností konopného betónu a z výsledkov meraní a následných výpočtov vyplýva, že konopný betón je vďaka svojim tepelno-fyzikálnym vlastnostiam plnohodnotnou a ekologickou alternatívou k bežne používaným stavebným materiálom. V rámci praktickej časti sme navrhli a posúdili skladby obvodových stien na báze dreva (OS D_I.-Z a OS D_III.-Z), ktoré spĺňajú normatívne požiadavky STN 73 0540-2 na súčiniteľ prechodu tepla .

Práca preukázala, že konopný betón v kombinácii s drevenou nosnou konštrukciou, prípadne v súčinnosti s inými izolačnými materiálmi, vytvára difúzne otvorený systém s vynikajúcou schopnosťou tepelnej akumulácie a regulácie vlhkosti. Tento materiál predstavuje udržateľné riešenie pre modernú výstavbu, ktoré prispieva k znižovaniu energetickej náročnosti budov a k ochrane životného prostredia prostredníctvom pohlcovania CO_2 z atmosféry.

POĎAKOVANIE: *Týmto by sme sa chceli poďakovať spoločnosti LAUDATOSI, ktorá nám dodala potrebné vzorky konopného betónu nevyhnuté pre merania a výskum.*

Literatúra

ISOVER FRAGMENT 5.0. ISOVER: © 2016-2024. Dostupné z: https://fragment.isover.sk/apps/v5_202404261517/html/fragment5.xhtml

Konopný betón. Konopný betón [online]. Dostupné z: https://www.konopnybeton.sk/

Laudatosi. Zdravé konopné stavby [online]. Dostupné z: https://konopny.sk/

MIKUŠ, M.E. 2024. Tepelné vlastnosti konopného betónu a aplikácia v stenách na báze dreva: Bakalárska práca. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene. Drevárska fakulta. 2024. 82 s. 18 príloh

POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. Štruktúra a vlastnosti dreva. 2. vydanie. Bratislava: Príroda, 1997. 485 s., ISBN 80-07-00960-4.

STN 73 0540-2 +Z1 +Z2. Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov - Časť 2: Funkčné požiadavky konsolidované znenie. Bratislava: Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky, 2019.

WATER-BORNE COATING SYSTEMS AS AN ALTERNATIVE TO SOLVENT-BORNE SOLUTIONS – AN ASSESSMENT OF AESTHETIC FEATURES

Gabriela Nasiłowska[1], Tomasz Krystofiak[2]

[1,2]*Poznan University of Life Sciences, Department of Wood Science and Thermal Techniques, Wojska Polskiego 38/42 St. 60-627 Poznan*

[1]*gabrielanasilowska@gmail.com*

Abstract

The aim of this work was to conduct a comparative assessment of the aesthetic property stability of water-borne and solvent-based coating systems subjected to UV+IR accelerated aging. To eliminate the influence of the substrate type and wood-based material properties on the colorimetric measurements (CIELAB, CIELCh), the experiments were carried out on standardized substrates - Leneta cards. The analysis involved coatings containing a matting agent and pigments of varying photochemical sensitivity (yellows, reds, oranges). The results on the Leneta cards confirmed the superior properties of water-based systems, which exhibited nearly two-fold higher color stability ($\Delta E < 0,5$) and lower metamerism compared to solvent-based systems. However, the study also revealed that despite the excellent color fastness of water-based coatings under changing illumination, the incorporation of a matting agent significantly accelerates gloss reduction due to UV+IR aging. These findings confirm that modern water-based systems represent a fully viable alternative to traditional solvent-based solutions.

Key words: lacquer product, pigmentation, gloss, color, Leneta card, UV+IR aging

Introduction

In today's age of technological possibilities, paint coating design is a fascinating search for a balance between visual excellence and service life. Choosing the right paint system, a classic solvent system with exceptional depth, or a modern waterborne one, which is a response to modern ecological requirements, is a decision with multi-level consequences. Each of these solutions brings with it different optical characteristics and different degrees of resistance to external factors. The key engineering challenge is not only to achieve the desired effect immediately after application, but above all to ensure its stability in the face of the passage of time.

The biggest test that modern finishes are subjected to is their interaction with light energy, and in particular with ultraviolet (UV) and infrared (IR) radiation, which are natural components of solar radiation reaching the Earth's surface. UV radiation, with high photon energy, initiates photochemical reactions leading to the degradation of the components of the coating, while infrared not only generates heat, but also, thanks to its penetrating capacity, can penetrate through the layers of the coating to the substrate, supporting thermal and photothermal aging processes. A change in brightness, yellowing or loss of shine are phenomena that clearly indicates the quality of the pigments and binders used. Understanding

how this energy affects the structure of a paint product allows you to see color as a dynamic process that requires protection using modern materials engineering.

Aesthetic values in the modern wood industry have ceased to be treated only as a decorative accessory, becoming a key element determining the quality and market value of the final product. Today, the appearance of the paint coating is the result of a precise combination of advanced chemistry with modern application methods that allow for reproducible and durable visual effects. The main parameters shaping this perception are the color and the degree of gloss, which determine the unique character of the furniture and its adaptation to current design trends. In the era of full modernization of processes, care for the visual aspect of the surface must go hand in hand with high functionality and durability, creating a coherent whole that responds to the growing requirements of users and modern standards of environmental protection.

This project deals with the durability and aesthetic stability of modern paint systems under the conditions of accelerated photothermal aging, caused by the influence of ultraviolet (UV) and infrared (IR) radiation. By juxtaposing traditional solvent solutions with innovative water-borne, this study seeks to answer the question of how modern paint engineering manages to maintain the aesthetic values of the obtained coatings under conditions of intense exposure to UV+IR radiation. The analysis of the parameters of color, gloss, and the phenomenon of metamerism allows for a multidimensional view of the paint product not only as a protective layer, but as an advanced optical system that is designed to please the user's eye for many years.

The aim of this study was to conduct a comparative assessment of the aesthetic property stability of water-based and solvent-based coating systems subjected to UV+IR accelerated aging.

Experimental part

There is a wide range of pigments and varnish products available on the market with various optical and functional properties. The selection of the right materials for the test required careful selection to allow a comprehensive comparison of the colorimetric properties of modern water systems and traditional solvent systems. The research process included the analysis of a wide range of colours, focusing on pigments from the yellow, red and orange groups, including both proven solutions and newly introduced systems (BU and UN). For solvent-borne products, the following variants were analysed:

- AC0041675 – orange
- AC0041834 – orange Diketo-Pyrrole-Pyrrole (DPP Orange)
- AC0070725 – yellow (GS Yellow PY74)
- AC0070726 – oxide yellow (Yellow Oxide PY42)
- AC0070878 – bismuth yellow (Bis. Van.)
- AC0070902 – diarylide yellow (Yellow 83)
- TZ4109-1809 – orange
- TZ4109-1912 – light yellow (Light Yellow)
- TZ4109-1913 – corn yellow (Maize)
- TZ4109-1914 – iron yellow (Ochre)
- XX1803-1034 – light yellow
- XX1803-1068 – iron yellow
- XX1803-1215 – bright yellow

- XX1803-1561 – yellowish red
- XX1803-2239 – orange
- XX1803-2240 – bright orange
- BU.021 – oxide Yellow
- BU.040 – orange
- BU.041 – red-yellow
- BU.042 – bright yellow.

At the same time, within the water-borne systems, the:

- EZ056-1360 – golden yellow
- EZ056-1060 – lemon yellow
- EZ056-1960 – iron yellow
- EZ056-1460 – orange
- YZ1600-1001 – oxide bile
- YZ1600-1002 – orange yellow
- YZ1600-1004 – opaque orange
- YZ1600-1008 – orange
- YZ1600-1009 – yellow
- UN.021 – oxide bile
- UN.040 – orange
- UN.041 – golden yellow
- UN.042 – lemon yellow.

In order to maintain full objectivity of measurements and a reliable comparison of the characteristics of individual pigments, a unified formulation preparation procedure has been adopted. Exactly 1% pigment by weight (which corresponds to a ratio of 1 g of pigment per 100 g of varnish) was introduced into each of the base coats, thus ensuring identical starting conditions for all experimental variants. The varnishes used for the tests were commercial products, and the tests were carried out at the Sherwin-Williams Technical Center in Głuchów /near Poznań and the PULS Surface Bonding and Refinement Laboratory in Poznań.

The research used a variety of substrates, in the form of chipboard dedicated to solvent systems and MDF intended for water products. Samples measuring 140 × 150 mm were coated with a white primer using a WAN-C spray gun before applying topcoats, which allowed for effective uniformity of the substrate color. The surfaces were then sanded with 220 grit sandpaper and carefully dedusted, which ensured optimal quality and adhesion for subsequent finishing layers. Standardized Lenet cards were used for precise colorimetric analyses carried out using a spectrophotometer.

Evaluation and discussion

The gloss analysis was carried out using the Testan DT-268 gloss meter, which allows measurements to be made in three geometries: 20°, 60° and 85°. This device is characterized by a wide range of GU reading, which allows the evaluation of coatings with varying degrees of tarnishing.

Colour tests of varnish coatings before and after ageing on chipboard and MDF were carried out using a Testan DT-145 colorimeter with a measuring angle of 45°. The device allows measurements to be carried out in the CIELAB and CIELCh color spaces in accordance with PN-EN ISO 7724-3, for which the color coordinates are expressed using the following parameters (source: Wzorniki.eu)*:*

L*- color brightness coordinate: value 0 - black, 100 - white,
C*- chromaticity index: color saturation,
h*- angle of colour expressed in degrees, 0°- position of red, 90°- position of yellow, 180°- position of green, 270°- position of blue,
a*- coordinate +red/-green,

- b*- coordinate +yellow/-blue.

In addition, a professional X-Rite Ci4200 spectrophotometer was used in the research together with specialized *Aurora Color System software.*

For accelerated aging, a radiant heater was used, the action of which is based on the emission of UV radiation responsible for photochemical reactions in the surface layer of the coating, and IR, which penetrates deeper into the structure of the paint product, causing it to heat up. According to the methodological assumptions, the aging process lasted 60 minutes and was carried out in one continuous cycle. In order to ensure the repeatability of conditions for all color variants, a constant distance of 40 cm between the radiation source and the surface of the tested samples was maintained. Irradiation for 1 h was aimed at forcing intense reactions in the coating, which allowed for quick and effective verification of the color stability and gloss of the tested waterborne and solvent systems.

The study of the phenomenon of metamerism was carried out in the "Minisectra" light chamber equipped with four different light sources: a tungsten incandescent lamp, an energy-saving lamp emitting daylight in artificial conditions, and a UV (dark shade). After placing the sample on a tripod at a 45° angle, a visual evaluation was made under the individual lighting conditions, During the study, photographs were taken for all tested samples prepared on Lenet cards, focusing on comparing water and solvent systems. The results are presented in Figures 1 – 4.

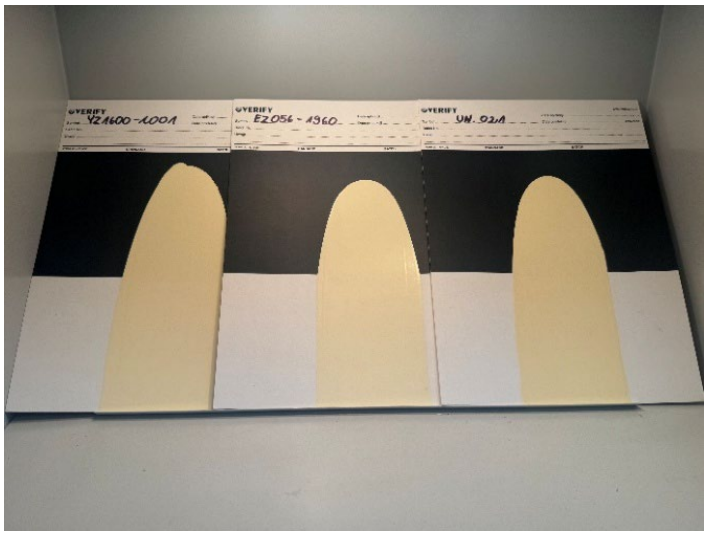


Fig 1. Waterborne products with the addition of yellow pigments in the light of a tungsten incandescent lamp

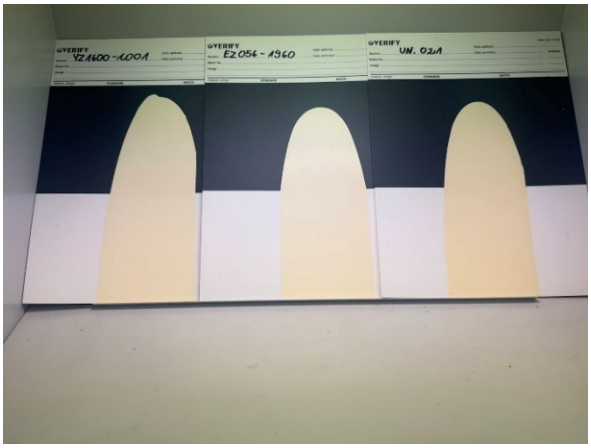


Fig. 2. Water-borne products with the addition of yellow pigments in energy-saving light

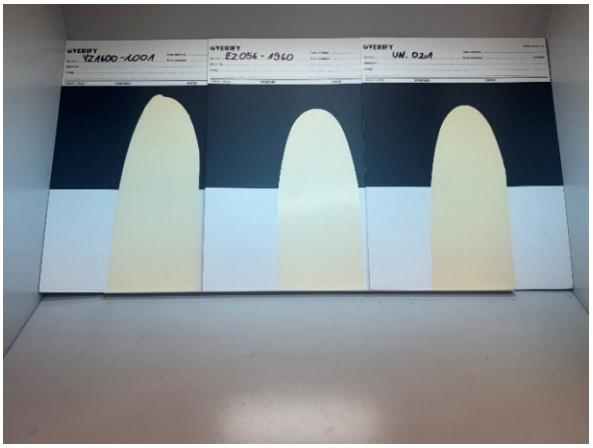


Fig. 3. Water-borne products with the addition of yellow pigments in daylight emitting artificial light

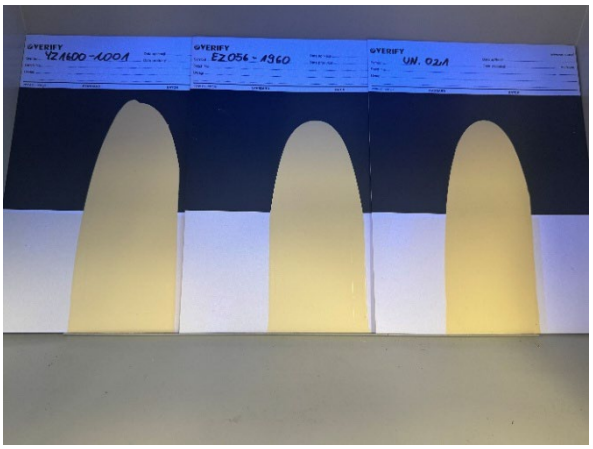


Fig.4. Water-borne products with the addition of yellow pigments in UV light

The use of advanced equipment in the form of the X-Rite Ci4200 spectrophotometer together with the specialized *Aurora Color System* software made it possible to carry out extremely precise verification of color stability in various illumination environments. The spectrophotometer allowed for the analysis of Δ parameters in various lighting conditions, which highlighted another advantage of water systems. Thanks to such a detailed methodological approach, it was possible to observe how aged coatings react to the spectrum of daylight and two types of artificial lighting, which is fundamental for the final assessment of product quality under real operating conditions. The analysis of the collected numerical data showed the unique optical repeatability of waterborne preparations. In water systems, the differences between the ΔE values obtained for daylight (D65) and artificial light (A and CWF) are minimal, often as low as 0.01-0.05. Such marginal deviations of parameters testify to the exceptional homogeneity of pigment structures, which show an almost identical reaction to variable wavelengths of light radiation. In engineering practice, this means that water systems not only have less color change after aging, but also exhibit "optical stability," suggesting that the aging coating will be perceived as almost identical in any light. This feature ensures that the designer's intended decorative effect is maintained, regardless of whether the product is to be displayed in full sunlight or in a room lit by standard tungsten bulbs or fluorescent lamps.

On the other hand, systems based on traditional solvent systems present completely different characteristics, in which clear discrepancies in measurement results have been observed, depending on the type of illuminatant used. Solvent-based products show greater fluctuations in the ΔE value in this respect (e.g. TZ 1803 from 0.62 to 0.81), which intensifies the negative visual effect. Such differentiation of the color response leads to an undesirable lack of aesthetic consistency, making the coating more or less degraded depending on the type of lighting, which ultimately lowers the durability rating of the entire paint system.

Comparative gloss studies at an angle of 60° revealed differences in the behavior of the tested systems on different substrates. The stability of this parameter was much higher on standardized Lenet cards than on MDF and chipboard. This is probably due to the lower absorbency of the Lenet substrate and the lack of chemical reactions with wood, which allowed the values to be close to 100 units to be maintained even after aging. When comparing systems in terms of gloss stability, the aquatic products showed smaller decreases in absolute values after aging. For example, a sample with the aqueous product UN.041 lost only 7 gloss units, while some solvent products (e.g. TZ4109-1912) recorded a decrease of 14.6 units.

The collected measurement data indicate that solvent-based systems showed a greater tendency to lose gloss on wood-based substrates. The results obtained with the Micro-TRI-Gloss for measuring geometry 60° clearly illustrate the degradation scale of the solvent binder applied to the chipboards (Tables 3-4). Such a clear regression of reflectivity parameters proves the high susceptibility of traditional solvent products to aging processes, which in consequence leads to a significant deterioration of the original aesthetic and functional values of the coating.

Choosing a water system therefore guarantees a surface with a more predictable degree of gloss during operation. In addition, the water products on Lenet's cards showed very stable behavior, maintaining the parametric values close to the manufacturer's declarations (Table 1-2), which confirms their high quality and repeatability as professional finishing products.

The results of gloss tests on Lenet cards coated with pigmented aqueous and solvent-based products are presented in Tables 1-4.

Table 1. The degree of gloss of pigmented water-based varnishes on Lenet's cards before aging

Sample No.	60°			Average
	I	II	III	
UN.041	40.9	40.7	40.6	40.73
UN.042	32.3	34.3	34.6	33.73
UN.040	39.3	38.7	39.3	39.10
UN.021	40.0	39.5	39.9	39.80
EZ 056-1460	39.4	39.7	39.9	39.67
EZ 056-1960	39.7	38.7	40.1	39.50
EZ 056-1060	41.4	41.6	40.6	41.20
EZ 056-1360	40.3	40.8	40.1	40.40
YZ 1600-1004	38.5	38.6	38.3	38.47
YZ 1600-1009	40.0	39.3	39.7	39.67
YZ 1600-1008	38.9	39.1	39.7	39.23
YZ 1600-1001	41.3	40.1	40.4	40.60
YZ 1600-1002	39.5	39.7	39.5	39.57

Table 2. The degree of gloss of pigmented water-based varnishes on Lenet's cards after aging

Sample No.	60°			Average
	I	II	III	
UN.041	30.8	31.2	30.6	30.87
UN.042	27.7	27.1	27.2	27.33
UN.040	25.7	26.4	25.9	26.00
UN.021	31.3	31.3	30.2	30.93
EZ 056-1460	29.4	28.9	27.8	28.70
EZ 056-1960	31.0	31.7	31.7	31.47
EZ 056-1060	29.4	31.0	30.2	30.20
EZ 056-1360	32.4	31.3	31.4	31.70
YZ 1600-1004	28.9	29.1	29.7	29.23
YZ 1600-1009	31.0	30.2	30.8	30.67
YZ 1600-1008	29.8	30.4	31.0	30.40
YZ 1600-1001	27.8	28.0	28.5	28.10
YZ 1600-1002	30.0	29.9	29.9	29.93

Table 1. Gloss degree of pigmented solvent-based varnishes on Lenet cards before aging

Sample No.	60°			Average
	I	II	III	
BU.021	101.0	101.0	100.0	100.67

BU.042	100.0	100.0	100.0	100.00
BU.041	102.0	102.0	102.0	102.00
BU.040	100.0	101.0	100.0	100.33
TZ4109-1803	95.5	94.1	94.4	94.67
TZ4109-1912	98.4	99.0	99.2	98.87
TZ4109-1913	98.9	98.1	98.4	98.47
TZ4109-1914	98.8	98.7	97.9	98.47
AC0070878	100.0	101.0	98.9	99.97
AC0070726	100.0	99.5	92.7	97.40
AC0070902	99.9	100.0	100.0	99.97
AC0041675	100.0	100.0	100.0	100.00
AC0041834	99.2	100.0	100.0	99.73
AC0070725	100.0	99.5	101.0	100.17
XX1803-2240	101.0	101.0	100.0	100.67
XX1803-1034	102.0	101.0	102.0	101.67
XX1803-1561	101.0	101.0	101.0	101.00
XX1803-1068	102.0	102.0	101.0	101.67
XX1803-2239	101.0	101.0	101.0	101.00
XX1803-1215	101.0	101.0	102.0	101.33

Table 4. Gloss degree of pigmented solvent-based varnishes after ageing

Sample No.	60°			Average
	I	II	III	
BU.021	99.6	98.3	98.5	98.80
BU.042	99.9	100.0	100.0	99.97
BU.041	100.0	100.0	101.0	100.33
BU.040	98.6	98.6	98.6	98.60
TZ4109-1803	97.8	87.2	70.8	85.27
TZ4109-1912	99.3	99.7	97.6	98.87
TZ4109-1913	98.7	99.9	99.7	99.43
TZ4109-1914	99.6	98.3	97.8	98.57
AC0070878	99.6	100.0	100.0	99.87
AC0070726	98.4	100.0	99.7	99.37
AC0070902	94.1	97.1	98.3	96.50
AC0041675	100.0	100.0	100.0	100.00
AC0041834	100.0	98.6	100.0	99.53
AC0070725	101.0	100.0	97.2	99.40
XX1803-2240	102.0	101.0	101.0	101.33
XX1803-1034	102.0	92.8	100.0	98.27
XX1803-1561	98.7	100.0	96.2	98.30

XX1803-1068	99.2	97.5	95.8	97.50
XX1803-2239	100.0	97.5	96.2	97.90
XX1803-1215	100.0	99.0	97.9	98.97

Conclusions

The research demonstrated that water-based systems are characterized by nearly twice the color stability ($\Delta E < 0.5$) and lower metamerism, making them a high-quality alternative to traditional products. The high resistance of waterborne binders was also confirmed, while noting the impact of matting paste on the accelerated loss of gloss during the aging process. Additionally, it was shown that waterborne lacquers provide greater visual consistency of the finish regardless of the type of lighting used.

ACKNOWLEDGEMENT: *Thank you the workers from Sherwin-Williams Company in Gołuchowo/near Poznan for the great help and opportunity of the application of lacquer products on the surfaces in the professional conditions*

References

Kotnarowska, D., Sirak, M. (2017). Destrukcja nawierzchniowych powłok akrylowych starzonych promieniowaniem UV. Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe, 18(6).

Pałasz, A. (2014). Starzenie powłok malarskich. Materiały Budowlane, (12), 20–22. https://doi.org/10.15199/33.2014.12.07

Spychaj, T., Spychaj, S. (1996). Farby i kleje wodorozcieńczalne. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.

EXPERIMENTÁLNA HAPTICKÁ ŠTÚDIA

SUBJECTIVE PERCEPTION OF THE SURFACE OF PINE WOOD: AN EXPERIMENTAL HAPTIC STUDY

Bc. Lukáš Nemec; Ing. Adrián Banski, PhD.

Katedra obrábania dreva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

xnemec@is.tuzvo.sk ; banski@is.tuzvo.sk

Abstract

This study focuses on the subjective evaluation of the surface properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) following hydrothermal treatment and subsequent sanding with various grit sizes. The primary objective was to assess the influence of temperature, treatment duration, and abrasive grit size on the sensory perception of selected wood surface characteristics. The experimental material consisted of native (reference) samples and samples hydrothermally treated at temperatures of 105 °C and 120 °C for periods of 6 and 18 hours. Each sample group was processed using Festool Rubin 2 sandpaper with grit sizes of P80, P150, and P320.

The subjective evaluation was conducted via a questionnaire, where respondents assessed colour appearance, perceived surface roughness (tactile pleasantness), and scent intensity. The gathered data enabled a comparison of perceptual differences across various hydrothermal treatment regimes and sanding grades. Particular emphasis was placed on how technological and mechanical processing affects the user's perception of wood as a natural material.

The results of this study establish a framework for evaluating the sensory quality of pine wood and highlight the significance of subjective surface property assessment for materials intended for interior and exterior furniture and design applications. Furthermore, the study emphasizes the necessity of integrating technological treatment parameters with visual, tactile, and olfactory perception to achieve targeted sensory quality in end products.

Key words: *Pinus sylvestris* L., hydrothermal treatment, sanding, grain size, haptic evaluation, wood surface, sensory perception

Úvod

Drevo patrí medzi najstaršie a najprirodzenejšie materiály využívané človekom. Okrem technických vlastností, ako sú pevnosť, hustota, opracovateľnosť alebo rozmerová stabilita, má výrazný senzorický charakter. Človek ho nevníma iba zrakom, ale aj dotykom a čuchom, pričom práve tieto vnemy významne ovplyvňujú subjektívne hodnotenie kvality povrchu, prírodnosti, príjemnosti a celkového komfortu pri kontakte s materiálom. V súčasnosti sa preto pri hodnotení dreva čoraz väčšia pozornosť venuje nielen objektívne merateľným parametrom, ale aj tomu, ako povrch dreva vníma používateľ. Výskumy zamerané na multisenzorické vnímanie dreva potvrdzujú, že vizuálne, hmatové a ďalšie zmyslové podnety sa pri hodnotení

materiálu navzájom dopĺňajú a môžu vytvárať celkový emocionálny dojem z dreveného povrchu (Fujisaki et al., 2015).

Borovica lesná (*Pinus sylvestris* L.)

Borovica lesná (*Pinus sylvestris* L.) patrí medzi významné európske ihličnaté dreviny. V stredoeurópskych podmienkach je dôležitá z hľadiska lesného hospodárstva, ekologickej stability aj produkcie drevnej suroviny. Ide o druh s veľkou ekologickou plasticitou, ktorý sa dokáže prispôsobiť rôznym stanovištným podmienkam, najmä chudobnejším a suchším pôdam. V optimálnych podmienkach dorastá do výšky približne 26 až 40 m, má prevažne priamy kmeň, výraznú borku a koreňový systém s dobrou stabilizačnou funkciou (Brichta et al., 2023). Drevo borovice lesnej sa vyznačuje výrazným rozdielom medzi svetlejšou bielou a tmavším, často žltkasto až červenohnedo sfarbeným jadrom. Pre ihličnaté dreviny je typické striedanie svetlejšieho jarného a tmavšieho letného dreva, čo sa prejavuje v kresbe, farebnosti aj v hmatovo vnímateľnej štruktúre povrchu.

Borovicové drevo je relatívne ľahké, dobre opracovateľné a široko využiteľné v stavebníctve, nábytkárstve, stolárstve aj pri výrobe interiérových prvkov. Jeho vlastnosti sú ovplyvnené pôvodom, podmienkami rastu, šírkou ročných kruhov, podielom letného dreva, hustotou a obsahom živice. Poľské výskumy konštrukčného reziva z borovice lesnej poukazujú na význam hustoty a polohy v kmeni pri hodnotení mechanických vlastností dreva (Krzosek et al., 2021). Hustota zároveň nepriamo súvisí aj s pocitovým vnímaním materiálu, pretože ovplyvňuje tvrdosť, tepelný kontakt, opracovanie a výslednú kvalitu povrchu po brúsení.

Významnou vlastnosťou borovicového dreva je obsah živicových látok, ktoré sa podieľajú na jeho charakteristickej vôni. Vôňa dreva je síce často hodnotená ako subjektívny a ťažšie merateľný parameter, pri používateľskom vnímaní má veľký význam. Pri borovici môže byť vnímaná ako príjemná, prírodná, svieža alebo živicová. Zároveň však jej intenzita môže závisieť od vlhkosti, spôsobu sušenia, tepelnej úpravy, čerstvosti povrchu a stupňa opracovania. Pri brúsení sa obnovuje vrchná vrstva dreva, čím sa môžu uvoľňovať prchavé aromatické látky a vôňa môže byť hodnotiteľmi vnímaná intenzívnejšie. Z tohto dôvodu je vôňa vhodným doplnkovým ukazovateľom pri haptickom a senzorickom hodnotení drevených povrchov.

Hydrotermická úprava

Jedným zo spôsobov úpravy vlastností dreva je hydrotermická úprava. Pri tomto procese pôsobí na drevo zvýšená teplota, často v kombinácii s vodou, parou alebo vlhkým prostredím. Cieľom takejto úpravy môže byť zmena farby, zlepšenie rozmerovej stability, zníženie hygroskopicity, čiastočná homogenizácia vzhľadu alebo zvýšenie odolnosti voči biologickým činiteľom. Hydrotermická modifikácia je považovaná za environmentálne priaznivejšiu alternatívu k chemickým spôsobom ochrany dreva, pretože nevyžaduje použitie toxických impregnačných látok (Luptáková a Kačík, 2018). Počas tepelného pôsobenia dochádza v dreve k chemickým a fyzikálnym zmenám, najmä v hemicelulózach, ligníne a extraktívnych látkach, čo sa prejavuje zmenou farby, hmotnosti, rovnovážnej vlhkosti, pevnostných vlastností aj povrchových charakteristík.

Pri borovici lesnej boli zmeny spôsobené tepelnou úpravou sledované najmä pri vyšších teplotách. Zawadzki et al. (2013) uvádzajú, že termická modifikácia borovicového dreva môže viesť k poklesu hustoty, zmenám pevnostných vlastností a k trvalým zmenám štruktúry dreva. Autori zároveň upozorňujú, že účinok závisí od teploty a času pôsobenia. Pri vyšších teplotách sú zmeny výraznejšie, pričom môžu byť sprevádzané úbytkom hmotnosti a poklesom niektorých mechanických vlastností. Hoci v tejto práci boli použité miernejšie režimy 105 °C a 120 °C, princíp závislosti účinku od teploty a času je dôležitý aj pri ich interpretácii.

Teplota a čas hydrotermickej úpravy výrazne ovplyvňujú najmä farebnosť dreva. Pri pôsobení pary alebo zvýšenej teploty môže dochádzať k zosvetleniu alebo stmavnutiu povrchu v závislosti od použitého režimu, druhu dreviny, vstupnej vlhkosti a chemického zloženia. Dzurenda (2024) pri bukovom dreve uvádza, že pri teplotách okolo 105 °C môže dôjsť k zosvetleniu, zatiaľ čo pri teplotách nad približne 115 °C sa prejavuje tmavnutie dreva. Podobne Vidholdová et al. (2025) skúmali mierne parenie pri 105 °C a 120 °C a hodnotili jeho vplyv na farebné charakteristiky dreva v priestore CIE L*a*b*. Aj keď ide o bukové drevo, tieto poznatky sú relevantné pre všeobecné pochopenie toho, že mierna hydrotermická úprava môže meniť vizuálne vlastnosti povrchu už pri teplotách blízkych tým, ktoré boli použité v predkladanej práci.

Farba dreva je jedným z prvých znakov, ktoré hodnotiteľ vníma. Pri borovicovom dreve ju ovplyvňuje prirodzená kresba, rozdiel medzi bielou a jadrom, podiel skorého a neskorého dreva, výskyt hrčí, živicových kanálikov a spôsob opracovania. Tepelné pôsobenie môže spôsobovať stmavnutie, zmenu žltého alebo červeného odtieňa a čiastočnú farebnú homogenizáciu. Výskum tepelne upravenej borovice lesnej ukázal, že nižšie hodnoty svetlosti L* signalizujú stmavnutie dreva po úprave a že teplota a čas patria medzi rozhodujúce faktory farebných zmien (Kucuktuvek et al., 2017). Farebné zmeny pritom nemusia mať iba estetický význam, ale môžu ovplyvniť aj očakávanie používateľa pred samotným dotykom. Tmavší povrch môže byť subjektívne vnímaný ako teplejší, starší, upravený alebo kvalitnejší, zatiaľ čo svetlý povrch môže pôsobiť prirodzenejšie a čerstvejšie.

Druhým významným parametrom pri hodnotení povrchu je drsnosť. Drsnosť dreva je ovplyvnená anatomickou stavbou, hustotou, smerom vlákien, prítomnosťou živice, spôsobom obrábania a zrnitosťou brúsneho papiera. Pri brúsení platí, že hrubšie zrnitosti, napríklad P80, zanechávajú výraznejšie stopy po opracovaní a povrch môže byť vnímaný ako drsnejší. Jemnejšie zrnitosti, napríklad P150 a najmä P320, znižujú výšku nerovností, čím sa povrch javí hladší, príjemnejší a vhodnejší pre priamy kontakt s rukou. Subjektívne hodnotenie drsnosti však nemusí vždy presne zodpovedať iba meraným hodnotám parametrov Ra alebo Rz, pretože človek povrch vníma komplexne – cez odpor pri pohybe prsta, lokálne nerovnosti, teplotný pocit, mastnosť alebo suchosť povrchu a vizuálne očakávania.

Haptika

Haptické vnímanie predstavuje aktívne poznávanie predmetov prostredníctvom dotyku. Pri dreve je obzvlášť dôležité, pretože prirodzený materiál má rôznorodú textúru, teplotný charakter a povrchovú štruktúru. Výskumy ukazujú, že prírodné a hladké drevené povrchy bývajú hodnotené pozitívnejšie než povrchy, ktoré pôsobia neprirodzene alebo sú výrazne prekryté povrchovou úpravou (Müssig et al., 2017). Kotradyová a Vavrinský (2025) zároveň poukazujú na význam dreva ako materiálu, ktorý je v prostredí vnímaný multisenzoricky a môže podporovať pocit komfortu, autenticity a príjemného kontaktu s priestorom. Pri hodnotení borovicových vzoriek preto nemožno oddeliť samotný dotyk od vizuálneho a

čuchového vnemu; všetky tieto zložky spolu vytvárajú celkový subjektívny obraz o kvalite povrchu.

Predkladaná haptická štúdia sa zameriava na subjektívne hodnotenie povrchu borovicového dreva po rôznych režimoch hydrotermickej úpravy a brúsenia. Porovnávané boli neupravené vzorky a vzorky upravené pri 105 °C a 120 °C počas 6 a 18 hodín, pričom každá skupina bola brúsená troma zrnitosťami P80, P150 a P320. Takéto experimentálne usporiadanie umožňuje sledovať nielen samostatný vplyv teploty, času a zrnitosti brúsenia, ale aj ich vzájomné pôsobenie na vnímanie farby, drsnosti a vône. Výsledky dotazníkového hodnotenia môžu prispieť k lepšiemu pochopeniu toho, ako technologická úprava mení nielen fyzikálny povrch dreva, ale aj jeho používateľsky vnímanú kvalitu.

Experimentálna časť

Cieľom praktickej časti práce je prostredníctvom dotazníkového prieskumu a subjektívneho haptického hodnotenia analyzovať, ako hydrotermická úprava a povrchová úprava brúsením menia vnímanie povrchu borovicového dreva (*Pinus sylvestris* L.) u respondentov.

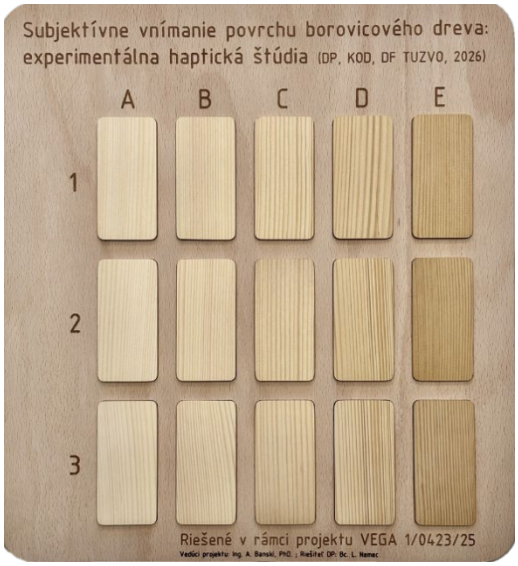
Základným výskumným materiálom bolo drevo borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) s priemernou vlhkosťou 12 %. Výskum bol koncipovaný ako úplný faktoriálny experiment typu 5x3, čo predstavuje 15 unikátnych kombinácií sledovaných faktorov:

Faktor A (Spôsob úpravy): Zahŕňa natívne (referenčné) vzorky a štyri režimy hydrotermickej úpravy líšiace sa teplotou a časom pôsobenia:

- Stĺpec A: natívne drevo (bez úpravy)
- Stĺpec B: 105 °C/6 h
- Stĺpec C: 105 °C/18 h
- Stĺpec D: 120 °C/6 h
- Stĺpec E: 120 °C/18 h

Faktor B (Povrchová úprava): Predstavuje tri úrovne kvality opracovania povrchu brúsením. Boli použité brúsne papiere Festool Rubin 2 s nasledovnou zrnitosťou:

- Riadok 1: P80: (hrubé brúsenie)
- Riadok 2: P150: (stredné brúsenie)
- Riadok 3: P320: (jemné brúsenie)



Obr. 1 Vzorkovník borovicového dreva pre haptiku (autor)
Fig. 1 Pine wood sample set for haptic study (Author)

Prieskum bol realizovaný formou kvantitatívneho dopytovania s využitím elektronického dotazníka (nástroj Google Forms). Táto metóda bola zvolená pre jej efektivitu pri zbere dát od širšieho spektra respondentov a možnosť jednoduchého spracovania štatistických údajov. Zber dát bol anonymný a respondenti súhlasili so spracovaním údajov na vedecké účely.

K elektronickej forme bol vypracovaný aj tlačený dotazník s uvedením QR kódu na elektronický dotazník, ktorý bol používaný priamo pri zbere dát na konkrétnych akciách venovaných zberu údajov. Dotazník bol vopred otestovaný na malej skupine (tzv. pilotný prieskum), aby sme vylúčili nezrozumiteľnosť otázok.

Link na dotazník: https://forms.gle/EaSagwNMXmMBV51e9

Štruktúra dotazníka:

- **Socio-demografické údaje:**

Vek: Generácia Z (15-29 rokov) Generácia Y (30-45 rokov) Generácia X (46-61 rokov) Baby boomers (62-80 rokov)

Pohlavie: Muž, žena, iné

Cieľom bolo získanie min. 60 odpovedí respondentov.

- **Haptické hodnotenie vzoriek:**

Respondenti hodnotili konkrétne vlastnosti povrchu (farba, drsnosť – príjemnosť na dotyk, vôňa) na rôznych škálach hodnotenia (Likertova škála)

- **Preferenčné otázky:**

Identifikácia vzorky, ktorá je pre respondenta subjektívne najatraktívnejšia z hľadiska farby a povrchu atď.

Podmienky testovania:

Testovanie bolo realizované tak, aby bola zabezpečená rôzna škála odpovedí z hľadiska pohlavia a veku. Testovanie sa realizovalo v priebehu výučby – cvičení, prednášok medzi študentami TUZVO, v spoločných priestoroch Átria Relax, jednotlivých katedier ale aj medzi priateľmi a rodinou.

Respondenti boli len čiastočne informovaní o type úpravy vzoriek pred hodnotením vzoriek. Respondenti nepoznali presný technologický postup úpravy vzoriek. Vzorky boli označené kódom A1, A2 atď. a umiestnené v testovacom prípravku viď. obrázok Respondenti sa zameriavali na vizuálne vnímanie farby a haptické hodnotenie textúry povrchu jednotlivých vzoriek. Samotný proces testovania prebiehal dotykom brušiek prstov dominantnej ruky, pričom bezprostredne po kontakte so vzorkou respondenti zaznamenali svoje subjektívne vnemy do pripraveného dotazníka.

V nadväzujúcej fáze pristúpili respondenti k olfaktorickému hodnoteniu, pri ktorom subjektívne posudzovali intenzitu a charakter vône borovicového dreva. Vzhľadom na to, že hydrotermická úprava dreva výrazne ovplyvňuje chemické zloženie extraktívnych látok dreva (čím mení jeho prirodzenú arómu), bolo toto hodnotenie realizované oddelene od haptického testovania, aby sa predišlo vzájomnému ovplyvňovaniu zmyslových vnemov.

Na elimináciu senzorickej únavy boli respondenti inštruovaní k postupnému hodnoteniu s krátkymi prestávkami medzi jednotlivými skupinami vzoriek.

Metódy vyhodnotenia:

Dáta získané z elektronického a tlačeného dotazníka boli exportované do formátu xlsx a následne spracované v programe MS Excel. Pri vyhodnocovaní boli použité nasledovné metódy:

1. Štatistické spracovanie a vizualizácia:

- Deskriptívna štatistika: Na spracovanie číselných údajov boli využité výpočty aritmetických priemerov, mediánov a relatívnych početností (percentuálne zastúpenie). Tieto ukazovatele slúžili na sumarizáciu odpovedí pri socio-demografických údajoch a haptickom hodnotení vlastností.

- Vizualizácia: Pre lepšiu interpretáciu a porovnanie výsledkov medzi jednotlivými režimami úpravy boli dáta graficky znázornené pomocou stĺpcových a koláčových grafov.

2. Vyhodnotenie subjektívneho a slovného hodnotenia:

- Sémantický diferenciál/Škálovanie: Metóda využitá na meranie intenzity vnímaných rozdielov medzi bipolárnymi dvojicami vlastností (napr. páči – nepáči) prostredníctvom Likertovej škály.

- Analýza preferencií: Identifikácia a vyhodnotenie vzoriek, ktoré respondenti označili za subjektívne najatraktívnejšie z hľadiska farby, drsnosti alebo celkového dojmu určené pre interiér alebo exteriér.

• Slovná interpretácia výsledkov: Záverečná transformácia získaných štatistických hodnôt do verbálnej podoby, ktorá popisuje a zdôvodňuje zmeny vo vnímaní povrchu borovicového dreva v závislosti od faktorov HTÚ a brúsenia.

Dotazník haptickej štúdie:

Borovicové drevo hydrotermicky upravené - haptická štúdia

Borovicové drevo hydrotermicky upravené haptická štúdia

Milý respondent,
položím ti pár otázok o borovicovom dreve, ktoré je hydrotermicky (pôsobenie vody, pary a tepla) a povrchovo upravené brúsením. Výsledky budú použité pre moju Diplomovú prácu riešenú na Katedre obrábania dreva TUZVO. Veľmi sa nezamýšľaj a odpovedaj podľa pocitov, ide práve o to.

Ďakujem za tvoj čas a ochotu mi pomôcť!

Bc. Lukáš Nemec

Naskenuj QR kód a vyplň online.

1. **Pohlavie**

Označte iba jednu elipsu.

- ◯ Žena
- ◯ Muž
- ◯ Iné

2. **Generácia, vyber svoj vek**

Označte iba jednu elipsu.

- ◯ Generácia Z (15-29 rokov)
- ◯ Generácia Y (30-45 rokov)
- ◯ Generácia X (46-61 rokov)
- ◯ Baby boomers (62-80 rokov)



3. **Ohodnoť farbu dreva podľa toho ako sa ti páči alebo nepáči.**

Označ len jednu odpoveď v každom riadku.

	1 - nepáči	2 - menej páči	3 - páči/nepáči, neviem sa rozhodnuť	4 - páči	5 - najviac páči
A	☐	☐	☐	☐	☐
B	☐	☐	☐	☐	☐
C	☐	☐	☐	☐	☐
D	☐	☐	☐	☐	☐
E	☐	☐	☐	☐	☐

4. **Ktorú farbu by si *zvolil* na nábytok do *interiéru*? Napr. jedálenský stôl, kúpeľňový nábytok, posteľ.**

Vyber maximálne dve odpovede.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ žiadnu

5. **Ktorú farbu by si *nezvolil* na nábytok do *interiéru*? Napr. jedálenský stôl, kúpeľňový nábytok, posteľ.**

Vyber maximálne dve odpovede.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

6. **Ktorú farbu by si *zvolil* na nábytok do *exteriéru*? Napr. stolička na terasu, ležadlo.**

Vyber maximálne dve odpovede.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ žiadnu

7. **Ktorú farbu by si *nezvolil* na nábytok do *exteriéru*? Napr. stolička na terasu, ležadlo.**

Vyber maximálne dve odpovede.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

8. **Ohodnoť povrch dreva z hľadiska drsnosti/príjemnosti na dotyk.**

Označ len jednu odpoveď v každom riadku.

	1 - nepríjemne	2 - menej príjemne	3 - príjemne/nepríjemne, neviem sa rozhodnuť	4 - príjemne	5 - najviac príjemne
1	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐

9. **Ktorý povrch dreva by si *zvolil* na nábytok do *interiéru*? Napr. jedálenský stôl, kúpeľňový nábytok, posteľ.**
Vyber len jednu odpoveď.

	1	2	3	žiadny
Hodnoť stĺpec A	☐	☐	☐	☐

10. **Ktorý povrch dreva by si *nezvolil* na nábytok do *interiéru*? Napr. stolička na terasu, ležadlo.**
Vyber len jednu odpoveď.

	1	2	3
Hodnoť stĺpec A	☐	☐	☐

11. **Ktorý povrch dreva by si *zvolil* na nábytok do *exteriéru*? Napr. stolička na terasu, ležadlo.**
Vyber len jednu odpoveď.

	1	2	3	žiadny
Hodnoť stĺpec A	☐	☐	☐	☐

12. **Ktorý povrch dreva by si *nezvolil* na nábytok do *exteriéru*? Napr. stolička na terasu, ležadlo.**
Vyber len jednu odpoveď.

	1	2	3
Hodnoť stĺpec A	☐	☐	☐

13. **Ktorá kombinácia farby a povrchu dreva sa ti najviac páči pre použitie v *interiéri*?**
Vyber len jednu kombináciu riadku a stĺpca napr. A1.

	A	B	C	D	E
Riadok 1	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 2	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 3	☐	☐	☐	☐	☐

14. **Ktorá kombinácia farby a povrchu dreva sa ti najviac páči pre použitie v *exteriéri*?**
Vyber len jednu kombináciu riadku a stĺpca napr. A1.

	A	B	C	D	E
Riadok 1	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 2	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 3	☐	☐	☐	☐	☐

15. **Ak si nerozhodný a vedel by si si predstaviť mať výrobok aj s inými parametrami ako si odpovedal v predošlej otázke, tu môžeš označiť viac odpovedí.**
Nerozhoduje umiestenie/použitie výrobku, môžeš označiť viac odpovedí.

	A	B	C	D	E
Riadok 1	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 2	☐	☐	☐	☐	☐
Riadok 3	☐	☐	☐	☐	☐

16. **Ktoré drevo ti *vonia* príjemne? Ohodnoť vôňu vzoriek dreva v riadku 1.**

Vyber len jednu odpoveď.

	A	B	C	D	E
Riadok 1	☐	☐	☐	☐	☐

17. **Ktoré drevo ti *nevonia* príjemne? Ohodnoť vôňu vzoriek dreva v riadku 1.**

Vyber len jednu odpoveď.

	A	B	C	D	E
Riadok 1	☐	☐	☐	☐	☐

18. **Je pre teba vôňa dreva pri rozhodovaní dôležitá?**

Označte iba jednu elipsu.

- ◯ Áno
- ◯ Nie

19. Ak by si niečo chcel doplniť alebo napísať k dotazníku, budem rád. Ďakujem.

Tento obsah nie je vytvorený ani schválený spoločnosťou Google.

Google Formuláre

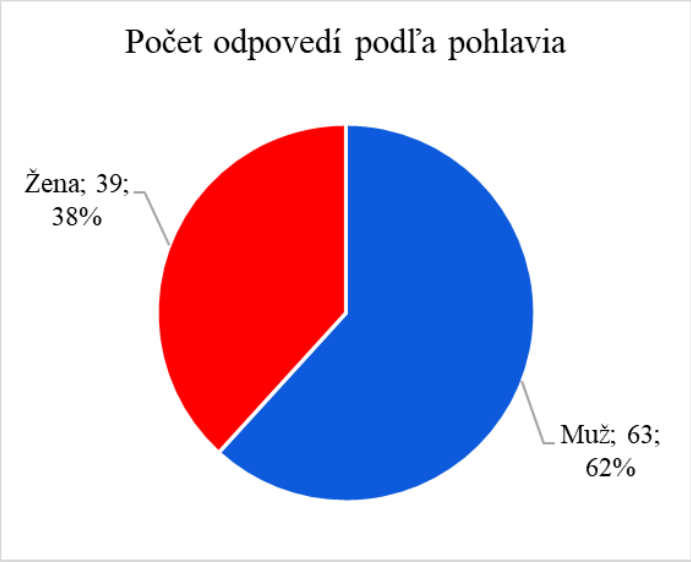
Vyhodnotenie a diskusia

Dáta získané z elektronických a tlačených dotazníkov boli exportované do formátu xlsx a následne spracované v programe MS Excel. Pri analýze sme okrem základných grafov a percentuálnych podielov (relatívnych početností) využili aj metódy testovania štatistickej významnosti. Cieľom tohto vyhodnotenia bolo overiť, či sú rozdiely v odpovediach respondentov štatisticky významné, alebo vznikli len náhodou. Výsledky analýzy mali potvrdiť, či je vnímanie vybraných vlastností dreva – konkrétne farby, vône a povrchovej drsnosti – preukázateľne súvisiace so zvoleným spôsobom jeho hydrotermickej úpravy.

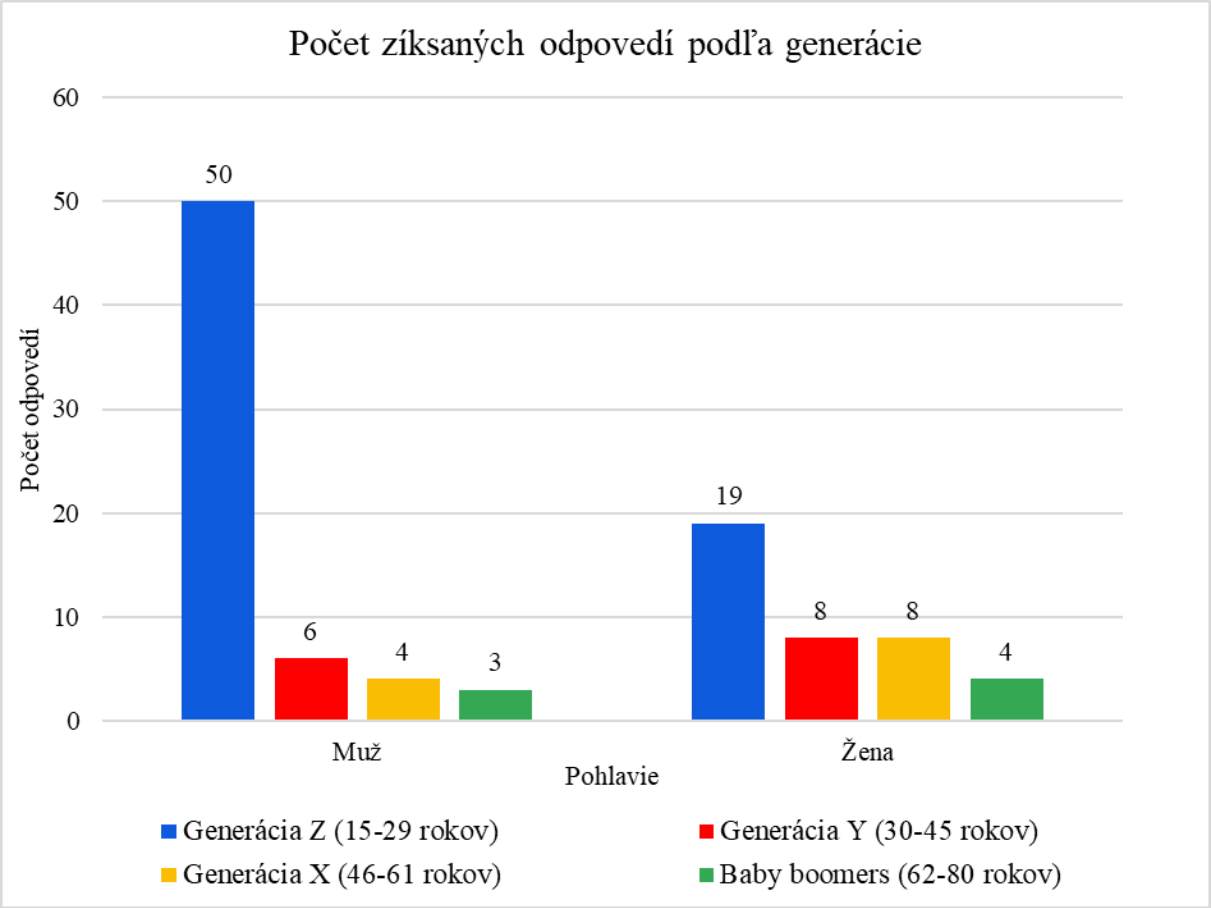
Na spracovanie dát boli v práci využité nasledovné postupy:

- **Deskriptívna štatistika:** Slúžila na sumarizáciu odpovedí prostredníctvom výpočtov aritmetických priemerov a mediánov.
- **Analýza rozptylu (ANOVA):** Táto metóda bola použitá na porovnávanie rozdielov medzi jednotlivými skupinami vzoriek.
- **Chí-kvadrát test (c^2):** Bol aplikovaný na zisťovanie súvislostí medzi odpoveďami respondentov a ich demografickými charakteristikami, ako sú pohlavie a vek.
- **Sémantický diferenciál:** Metóda využitá na meranie intenzity vnímaných rozdielov medzi vlastnosťami prostredníctvom Likertovej škály.

Cieľom úvodnej časti dotazníka bola analýza identifikácií zloženie výskumnej vzorky z hľadiska pohlavia a príslušnosti k jednotlivým generáciám. Celkový počet respondentov, ktorí sa zapojili do prieskumu, bol **N = 102.**



Obr. 2 Počet respondentov podľa pohlavia (autor)
Fig. 2 Number of respondents by gender (Author)



Obr. 3 Počet respondentov podľa generácií (autor)
Fig. 3 Number of respondents by generation (Author)

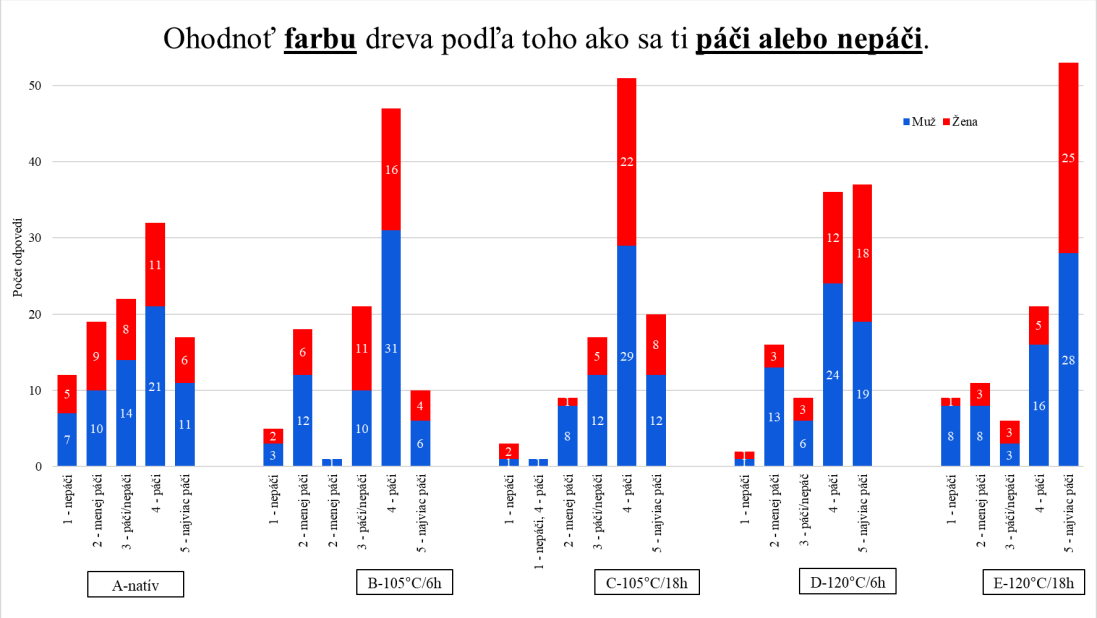
Z hľadiska rodového zastúpenia vykazuje súbor miernu asymetriu, pričom väčšiu časť respondentov tvorili **muži (n = 63; 61,8 %)** v porovnaní so **ženami (n = 39; 38,2 %).**

Pri podrobnejšom pohľade na vekovú štruktúru je zrejmá výrazná dominancia **Generácie Z** (respondenti vo veku 15 – 29 rokov). Táto skupina predstavuje **celkovo 67,6%** celej výskumnej vzorky (69 respondentov). Najpočetnejšiu podskupinu v rámci celého prieskumu tvoria **muži patriaci do Generácie Z (n = 50**), čo predstavuje takmer polovicu všetkých získaných odpovedí **(49 %).**

Zvyšné generačné skupiny vykazujú výrazne nižšie zastúpenie. **Generácia Y tvorí 13,7 % vzorky, Generácia X 11,8 %** a najmenej početnou skupinou sú tzv. **Baby boomers so zastúpením 6,9 % (7 respondentov**). Zaujímavým zistením je, že zatiaľ čo u mužov dominuje najmladšia generácia, u žien je rozloženie medzi Generáciu Z (19 respondentiek) a ostatné vekové skupiny (spolu 20 respondentiek) vyváženejšie.

Vysoká miera zapojenia Generácie Z, najmä mužov, je podmienená charakterom miesta realizácie haptickej štúdie Technickou univerzitou vo Zvolene, ktorá je prirodzeným prostredím pre túto vekovú kategóriu. Akademické prostredie je prirodzeným priestorom pre túto vekovú kategóriu, čo sa priamo odrazilo na finálnom zložení súboru. Primárnym zámerom

štúdie bolo získať dáta reflektujúce vnímanie materiálov predovšetkým z pohľadu nastupujúcej mladej generácie, no cieľom bolo čiastočne zachytiť aj obraz vnímania u ostatnej populácie. Hoci nízke zastúpenie respondentov nad 46 rokov limituje možnosť zovšeobecňovať výsledky na celú populáciu SR, predložené dáta poskytujú vysoko relevantný pohľad na špecifickú cieľovú skupinu mladých dospelých.



Obr. 4 Hodnotenie estetických kvalít – farby (autor)
Fig. 4 Assessment of aesthetic qualities – colors (Author)

Ďalšia časť výskumu bola zameraná na subjektívne **hodnotenie estetických kvalít** dreva, konkrétne jeho **farby**. Respondenti posudzovali päť vzoriek dreva (A až E), ktoré sa líšili stupňom a dĺžkou hydrotermickej úpravy (HTÚ). Hodnotenie prebiehalo na päťstupňovej škále, kde 1 predstavovalo „nepáči“ a 5 „najviac páči“.

Získané údaje naznačujú, že miera HTÚ a tým pádom zmena farby na tmavšie odtiene má zásadný vplyv na atraktivitu materiálu pre koncového používateľa. Nižšie uvádzame podrobnú analýzu jednotlivých variantov:

- **Vzorka A (nativ)**: Pri natívnom dreve prevláda neutrálne až mierne pozitívne hodnotenie (stupeň 3 a 4). Ide o referenčnú vzorku, ktorá vykazuje štandardnú distribúciu odpovedí bez výrazných extrémov.

- **Vzorky B a C (105 °C)**: Pri teplote 105 °C respondenti preferovali dlhší čas HTÚ**. Vzorka C (18h)** dosiahla výrazne pozitívne hodnotenia, kde až 51 respondentov (29 mužov a 22 žien) označilo farbu stupňom 4. V porovnaní so vzorkou B je vizuálny vnem pri vzorke C vnímaný ako konzistentnejší a esteticky lákavejší.

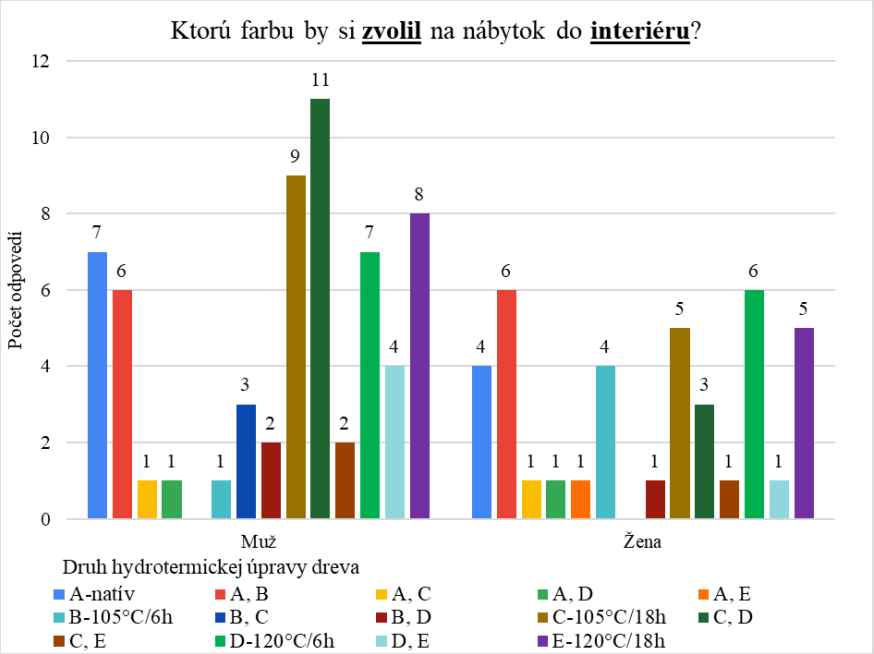
- **Vzorky D a E (120 °C)**: Najvyšší stupeň tepelnej úpravy vyvolal najsilnejšie pozitívne reakcie. **Vzorka E (120 °C/18h)** sa stala absolútnym favoritom prieskumu, pričom až 53 respondentov jej udelilo najvyššie hodnotenie (stupeň 5 – najviac páči). Zaujímavým

zistením je takmer vyrovnaný podiel mužov (28) a žien (25) pri tomto najvyššom hodnotení, čo naznačuje univerzálnu estetickú príťažlivosť tmavších odtieňov dreva dosiahnutých intenzívnejšou HTÚ.

Pri analýze údajov je zrejmé, že muži aj ženy vykazujú podobné preferencie. S narastajúcou intenzitou tepelnej úpravy (zmena farebnosti smerom k tmavším, sýtejším tónom) stúpa počet respondentov, ktorí farbu hodnotia kladne.

Dominancia najvyššieho hodnotenia pri vzorke E potvrdzuje súčasný interiérový trend, kde sú preferované tmavšie a vizuálne „teplejšie“ odtiene dreva. Tento fakt je dôležitým zistením pre aplikačnú prax, najmä v kontexte dizajnu nábytku a interiérových prvkov. Vzhľadom na to, že vzorku tvorili prevažne zástupcovia Generácie Z (ako bolo analyzované v predchádzajúcej kapitole), možno konštatovať, že mladá generácia vníma HTÚ drevo s tmavšou pigmentáciou **ako prémiovejšie a vizuálne atraktívnejšie než svetlé, natívne formy dreva.**

Nízky počet negatívnych hodnotení (stupeň 1 a 2) pri vzorkách s vyššou teplotou úpravy (D, E) ďalej potvrdzuje, že tepelné spracovanie dreva úspešne zvyšuje jeho estetickú trhovú hodnotu.



Obr. 5 Hodnotenie pozitívnych estetických kvalít pre nábytok do interiéru (autor)
Fig. 5 Evaluation of positive aesthetic qualities for interior furniture (Author)

Ďalšia časť vizuálneho prieskumu bola zameraná na aplikáciu teoretických preferencií do praktického kontextu. Respondenti odpovedali na otázku, ktorú z testovaných farieb (alebo ich kombinácií) by si reálne **zvolili** pre nábytok vo svojom **interiéri**. Tento parameter môže byť zásadný pre určenie trhového potenciálu HTÚ dreva.

Z analýzy dát vyplývajú nasledujúce kľúčové zistenia:

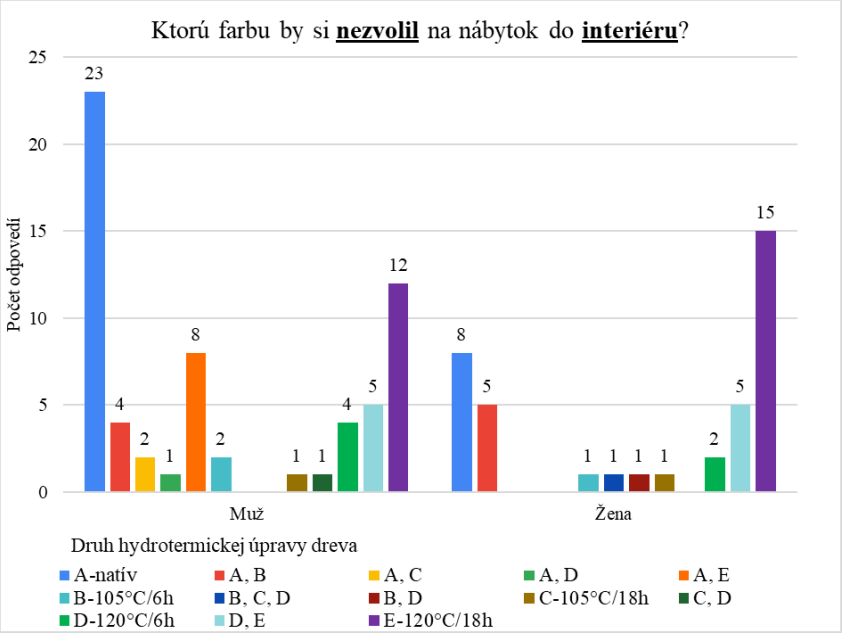
Muži prejavili výrazný záujem o kombinácie s vyšším stupňom úpravy. Najčastejšou voľbou bola kombinácia **C, D** (11 odpovedí), nasledovaná vzorkou **C (105 °C/18h)** s 9 odpoveďami a čistou vzorkou **E (120 °C/18h)** s 8 odpoveďami. Tieto výsledky korelujú s predchádzajúcimi zisteniami o vysokej atraktivite tmavších odtieňov u mužskej časti respondentov.

U žien sú preferencie rozložené rovnomernejšie, bez extrémnych výkyvov. Najčastejšie volili vzorky **A, B** (6 odpovedí), **D-120 °C/6h** (6 odpovedí) a **E-120 °C/18h** (5 odpovedí). Zaujímavým zistením je, že ženy častejšie zvažovali aj svetlejšiu kombináciu s natívnym drevom (A, B), čo môže naznačovať ich preferenciu pre jemnejšie farebné prechody v interiéri.

Nízky záujem je o extrémne kontrastné kombinácie, ktoré spájajú svetlé natívne drevo s výrazne tmavým HTÚ drevom, získali minimálny počet odpovedí (1 – 2). Respondenti teda pri výbere nábytku uprednostňujú buď monochromatické riešenia (čistá vzorka C alebo E), alebo farebne blízke kombinácie (napr. C, D).

Výsledky potvrdzujú, že HTÚ drevo (najmä varianty C, D a E) môže mať vysoký potenciál pre uplatnenie v nábytkárskom priemysle. Skutočnosť, že vzorka E (120 °C/18h) patrí medzi top voľby u oboch pohlaví, naznačuje, **že spotrebitelia vnímajú výraznú tmavú farbu HTÚ dreva ako luxusnú a vhodnú pre interiérový dizajn.**

Pre výrobcov nábytku z týchto dát môže vyplynúť, že kým **mužský segment** zákazníkov sa **prikláňa** k výrazne **tmavým** a technicky pôsobiacim materiálom (kombinácie C-D-E), **ženský segment** je otvorenejší aj **stredným tónom** a kombináciám so svetlejšími prvkami.



Obr. 6 Hodnotenie negatívnych estetických kvalít pre nábytok do interiéru (autor)
Fig. 6 Evaluation of negative aesthetic qualities for interior furniture (Author)

S cieľom hlbšie porozumieť správaniu sa zákazníka pri nákupe sa prieskum zameral aj na identifikáciu variantov, ktoré respondenti považujú za **najmenej vhodné** pre **interiérový nábytok**. Otázka **„Ktorú farbu by si si nezvolil?“** poskytne kľúčovú spätnú väzbu pre produktový dizajn a marketingovú stratégiu, pretože poukazuje na materiály s možnou nízkou mierou trhovej akceptácie.

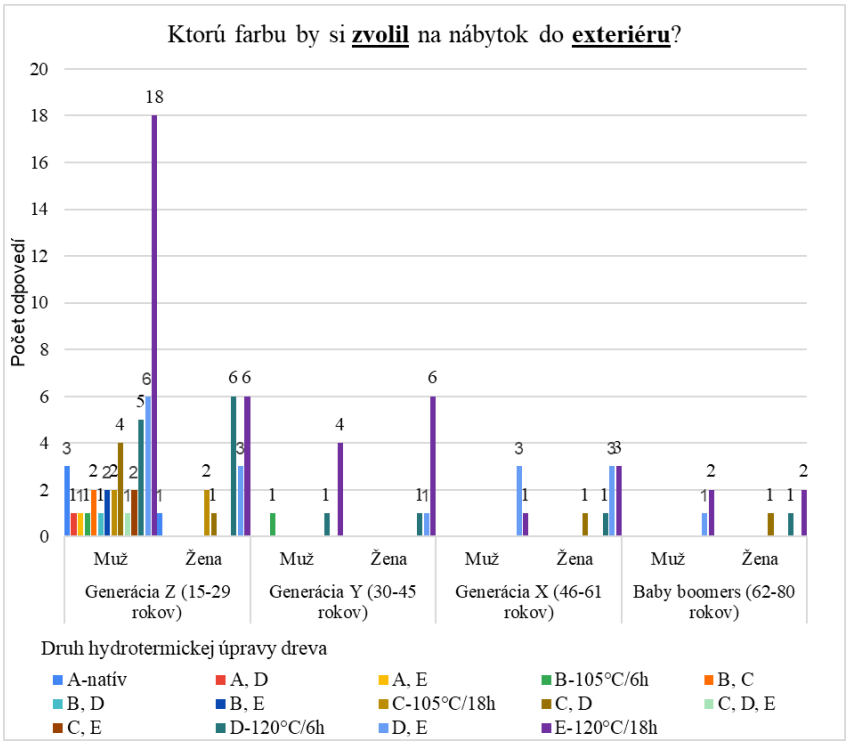
Z analýzy získaných dát vyplývajú nasledujúce závery:

Jedným z najvýraznejších zistení analýzy je, že respondenti by si pre interiérový nábytok najčastejšie **nezvolili** natívne, tepelne neupravené drevo (**vzorka A**). Tento názor vyjadrilo 23 mužov a 8 žien. Výsledok naznačuje, že v rámci skúmanej vzorky mladších respondentov boli **svetlé a prirodzené odtiene dreva vnímané ako menej atraktívne** pre súčasné interiérové využitie.

Napriek tomu, že vzorka **E (120 °C/18h)** dominovala v rebríčku pozitívnych preferencií, v tomto grafe zároveň figuruje ako **druhá najčastejšie odmietaná** (12 mužov a 15 žien). Tento výsledok poukazuje na polarizované vnímanie veľmi tmavých odtieňov dosiahnutých intenzívnejšou HTÚ – kým pre časť respondentov predstavujú atraktívne riešenie, iní ich v interiéri vnímajú ako menej vhodné, pravdepodobne z dôvodu výraznej vizuálnej dominancie alebo predpokladanej náročnosti na údržbu.

Kombinácia natívneho dreva s najtmavším HTÚ variantom (A, E) odmietlo 8 mužov. To opätovne potvrdzuje, že respondenti uprednostňujú skôr harmonické a plynulé farebné prechody pred agresívnym vizuálnym kontrastom medzi svetlým a veľmi tmavým drevom.

HTÚ drevo bolo vo všeobecnosti vnímané pozitívne, zatiaľ čo riešenia bez úpravy patrili medzi najmenej preferované. Súčasne sa však ukázalo, že najintenzívnejšia forma úpravy (vzorka E) môže pri časti respondentov vyvolávať odmietavý postoj. **Z hľadiska aplikačnej praxe možno predpokladať, že stredné stupne tepelnej úpravy (varianty B, C a D) predstavujú z pohľadu akceptácie respondentov vhodnejšie riešenie.** Pri variante E je však potrebné uvažovať s väčšou diferenciáciou preferencií a s možnosťou oslovenia užšieho segmentu zákazníkov so špecifickými estetickými požiadavkami.



Obr. 7 Hodnotenie pozitívnych estetických kvalít pre nábytok do extérieru (autor)
Fig. 7 Evaluation of positive aesthetic qualities for exterior furniture (Author)

V rámci získaných odpovedí preferencií exteriérového nábytku je možné vyhodnotiť všetky odpovede aj na základe kritérií zohľadňujúce generácie a pohlavie. Pre náročnosť a rozsah vyhodnocovania uvádzame v práci aspoň jednu analýzu aj z tohto pohľadu. Samozrejme je kedykoľvek možné tieto získané výsledky detailne spracovať a údaje publikovať.

V nadväznosti na interiérový dizajn sa prieskum zameral aj na preferencie respondentov v kontexte exteriérového nábytku (napr. záhradný nábytok, terasy). V tomto prípade analýza **zohľadňuje nielen pohlavie, ale aj generačnú príslušnosť**, čo umožňuje identifikovať špecifické spotrebiteľské správanie naprieč vekovým spektrom.

Z analýzy vyplývajú nasledujúce závery:

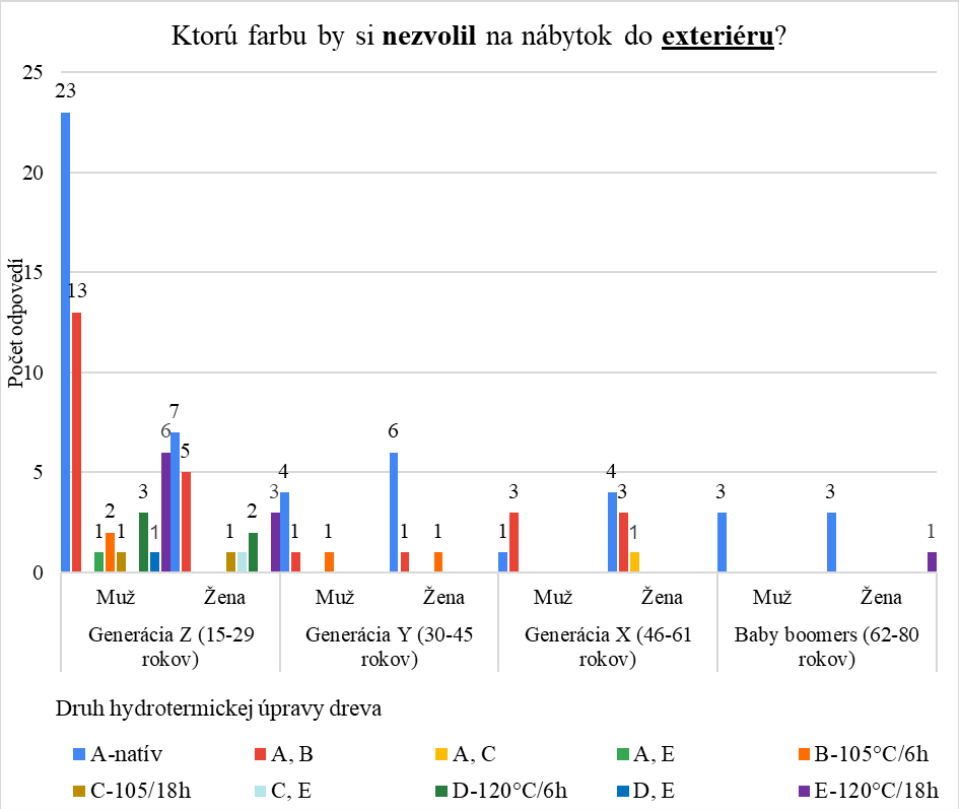
Najvýraznejším bodom grafu je kategória mužov v **Generácii Z**, kde až 18 respondentov jednoznačne **preferuje** vzorku **E (120 °C/18h)**. Tento výsledok naznačuje, že u mladých mužov existuje silná asociácia medzi tmavým, intenzívne upraveným drevom a odolnosťou či estetickou vhodnosťou pre vonkajšie prostredie. Vzorka E patrila medzi najpreferovanejšie varianty **vo väčšine sledovaných kategórií**. Je najpreferovanejšou voľbou u žien Generácie Z (6 odpovedí), mužov aj žien Generácie Y a taktiež u mužov Generácie X. To naznačuje, že **tmavšie** odtiene hydrotermický upraveného dreva boli v exteriérovom kontexte respondentmi vnímané **pozitívne**, pravdepodobne aj pre ich asociáciu s odolnejšími a vizuálne výraznejšími materiálmi.

Okrem vzorky E sa v Generácii Z a Y objavuje zvýšený záujem o kombinácie sýtejších odtieňov, konkrétne **D, E** a **D-120 °C/6h**. Tieto voľby naznačujú, že mladšie generácie sú otvorenejšie štruktúrovanému a vizuálne dynamickejšiemu dizajnu aj v exteriéri.

U Generácie X a Baby boomers vidíme značný rozptyl s nižšími početnosťami, čo je dané aj veľkosťou vzorky, avšak objavujú sa tu voľby ako **A** a jednoduchšie kombinácie. To môže naznačovať mierne vyššiu mieru akceptácie prirodzeného vzhľadu dreva v porovnaní s Generáciou Z.

Prechod od interiéru k exteriéru v odpovediach respondentov ešte viac posilnil pozíciu vzorky E. Kým v interiéri sa časť respondentov obávala prílišnej tmavosti (ako ukázala negatívna analýza), v exteriéri tieto obavy ustupujú. Tmavé odtiene HTÚ dreva sú vnímané ako esteticky stabilné a žiaduce.

Pre drevospracujúci priemysel môže byť kľúčovým zistením, že **HTÚ pri 120 °C/18h** produkuje vizuálny vnem, ktorý je pre exteriérové využitie najžiadanejší naprieč generáciami. Táto zhoda u mužov aj žien (najmä v produktívnom veku 15 – 45 rokov) definuje jasný cieľ pre vývoj produktových línií exteriérového nábytku.



Obr. 8 Hodnotenie negatívnych estetických kvalít pre nábytok do extérieru (autor)
Fig. 8 Evaluation of negative aesthetic qualities for exterior furniture (Author)

Analýza odpovedí na otázku „**Ktorú farbu by si si nezvolil**?“ odhaľuje jasnú averziu voči určitým vizuálnym vlastnostiam, ktoré sa líšia v závislosti od veku a pohlavia respondentov.

Z dát vyplývajú nasledujúce kľúčové zistenia:

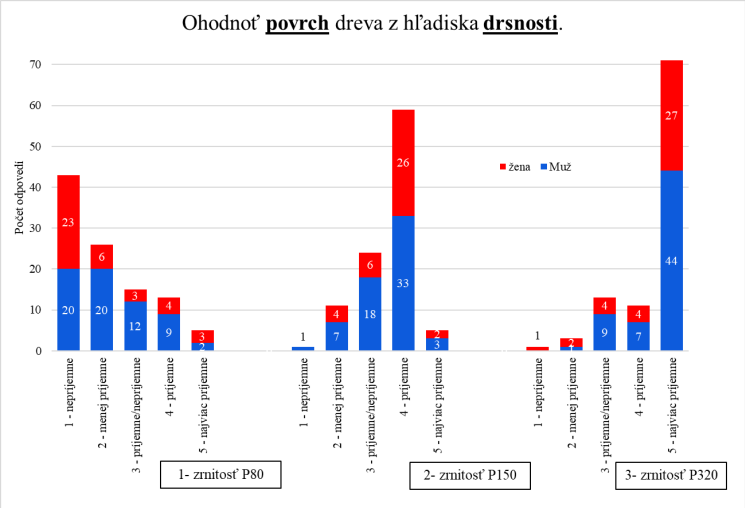
Najvýraznejším prvkom grafu je **negatívny postoj k natívnemu drevu** bez tepelnej úpravy. Tento trend dominuje naprieč celým vekovým spektrom. V Generácii Z ho odmietlo až 23 mužov a 13 žien. Rovnaký trend (hoci v menšom meradle vzhľadom na veľkosť vzorky) sledujeme aj u Generácie Y, X a dokonca aj u Baby boomers. Svetlé, naturálne drevo je pre

exteriér vnímané ako vizuálne najmenej atraktívne. Respondenti ho pravdepodobne podvedome spájajú s rýchlou degradáciou a fádnosťou v exteriérových podmienkach.

Druhým najčastejšie odmietaným variantom u mužov Generácie Z je kombinácia **A, B**. To potvrdzuje, že aj mierna HTÚ v kombinácii s natívnym drevom nespĺňa estetické nároky tejto skupiny, ktorá vyžaduje výraznejšiu zmenu vizáže materiálu. Zaujímavým javom je, že hoci vzorka E bola v pozitívnych preferenciách obľúbená, u žien v Generácii Z figuruje aj medzi negatívnymi voľbami (7 odpovedí). Podobne ako v interiéri, aj v exteriéri existuje skupina respondentiek, pre ktoré je najtmavší stupeň úpravy subjektívne neprijateľný. U respondentov nad 46 rokov je miera odmietania iných variantov než vzorky A takmer nulová. To naznačuje, že akákoľvek forma HTÚ (B až E) je pre túto skupinu akceptovateľná a jediným skutočne nežiaducim variantom zostáva drevo v natívnom stave.

Negatívna analýza exteriérových preferencií poukázala na význam HTÚ. Skutočnosť, že vzorka A (natívne drevo) patrila medzi najčastejšie odmietané varianty vo viacerých vekových kategóriách a u oboch pohlaví, naznačuje nižšiu mieru akceptácie natívneho dreva pre exteriérové využitie v rámci skúmaného súboru respondentov. Pre priemyselnú prax z toho môže vyplynúť, že akákoľvek investícia do HTÚ (minimálne na úroveň vzoriek C, D alebo E) dramaticky znižuje riziko trhového odmietnutia produktu.

Z pohľadu výsledkov možno konštatovať, že **natívne drevo** vykazovalo v exteriérovom kontexte **nižšiu mieru preferencie**. Výsledky zároveň naznačujú, že **HTÚ** môže významne prispieť k **zvýšeniu vizuálnej atraktivity** dreva pre časť spotrebiteľov. Mladí (Generácia Z) sú oveľa kritickejší. Odmietajú viacero kombinácií (A, B, C, D, E...). Starší (Baby boomers) odmietajú len natív (A). To znamená, že **mladá generácia je náročnejšia na estetiku** a vyžaduje konkrétny typ vzhľadu.



Obr. 9 Analýza haptického vnímania povrchu dreva v závislosti od drsnosti (autor)
Fig. 9 Analysis of haptic perception of wood surface relative to roughness (Author)

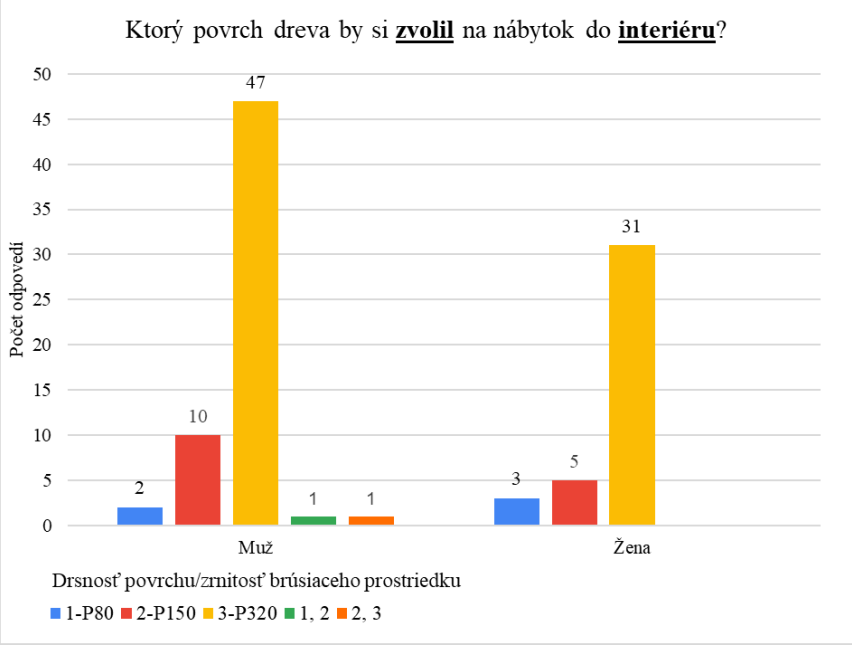
Tento graf predstavuje prechod od vizuálneho vnímania k **haptickému (hmatovému) hodnoteniu**. Je to kľúčová časť štúdie, pretože drsnosť povrchu priamo ovplyvňuje pocit komfortu pri používaní nábytku.

Okrem vizuálnych charakteristík bol predmetom výskumu aj haptický vnem, konkrétne subjektívne hodnotenie príjemnosti povrchu v závislosti od použitého brusiva (zrnitosti). Respondenti hodnotili povrch opracovaný tromi rôznymi zrnitosťami (**P80, P150 a P320**) na škále od 1 (nepríjemne) po 5 (najviac príjemne).

Z analýzy dát vyplývajú nasledujúce zistenia, ktoré potvrdzujú priamu úmeru medzi jemnosťou opracovania a pozitívnym hmatovým vnemom:

- **Zrnitosť P80 (Hrubé opracovanie):** Tento povrch bol respondentmi vnímaný **najnegatívnejšie**. Až 43 respondentov (20 mužov a 23 žien) ho označilo stupňom 1 – nepríjemne. S narastajúcim stupňom „príjemnosti“ počet odpovedí prudko klesá, čo potvrdzuje, že hrubá textúra po brúsení s nízkym číslom zrnitosti je pre koncového používateľa v kontexte nábytku **neprijateľná**.
- **Zrnitosť P150 (Stredné opracovanie):** Pri strednom stupni brúsenia sa ťažisko hodnotenia **presunulo** do **pozitívnej** oblasti. Najviac respondentov (celkovo 59) hodnotilo tento povrch stupňom 4 – príjemne. Zaujímavosťou je, že muži (33) aj ženy (26) sa v tomto hodnotení vzácne zhodli, čo naznačuje, že **P150 predstavuje určitý štandard akceptovateľnej kvality povrchu.**
- **Zrnitosť P320 (Jemné opracovanie):** Najjemnejšie brusivo vyvolalo jednoznačne **najpozitívnejšie** reakcie. Stupeň 5 – najviac príjemne udelilo až 71 respondentov (44 mužov a 27 žien). **Povrch opracovaný zrnitosťou P320 je vnímaný ako vysoko komfortný a esteticky hodnotný aj z hľadiska hmatu.**

Haptické testovanie preukázalo, že citlivosť respondentov na kvalitu opracovania je veľmi vysoká. Zatiaľ čo pri vizuálnom hodnotení (farba) sme zaznamenali polarizáciu názorov (napr. pri vzorke E), pri haptickom vnímaní drsnosti vládne medzi respondentmi **jednoznačná zhoda**.



Obr. 10 Preferencie respondentov pri voľbe drsnosti povrchu interiérového nábytku (autor)
Fig. 10 Respondent preferences for surface roughness of interior furniture (Author)

Graf predstavuje potvrdenie haptických preferencií pri voľbe drsnosti povrchu interiérového nábytku. Kým predchádzajúci graf hovoril o tom, čo je respondentom „príjemné“, tento sa pýta na **reálnu voľbu do interiéru**. Výsledok je v porovnaní s vizuálnymi preferenciami (farbou) oveľa jednoznačnejší a vykazuje silný konsenzus.

Táto časť haptického prieskumu bola zameraná na praktickú voľbu povrchovej úpravy pre nábytok určený do interiéru. Respondenti na základe hmatového vnemu určovali, ktorá úroveň opracovania (zrnitosť brusiva) by bola ich preferovanou voľbou pri kúpe hotového výrobku.

Z nameraných dát vyplýva dominantný trend, ktorý takmer úplne eliminuje „hrubšie“ formy opracovania:

Najjemnejšie opracovaný povrch (zrnitosť P320) si zvolila drvivá väčšina respondentov naprieč oboma pohlaviami. U **mužov** išlo o **47 odpovedí**, čo pri celkovom počte mužov vo vzorke predstavuje takmer 75 % zastúpenie. U **žien** si tento variant zvolilo **31 respondentiek**, čo predstavuje približne 80 % ich podielu. Tento výsledok potvrdzuje, že hladkosť povrchu je pre spotrebiteľa synonymom kvality a komfortu interiérového nábytku.

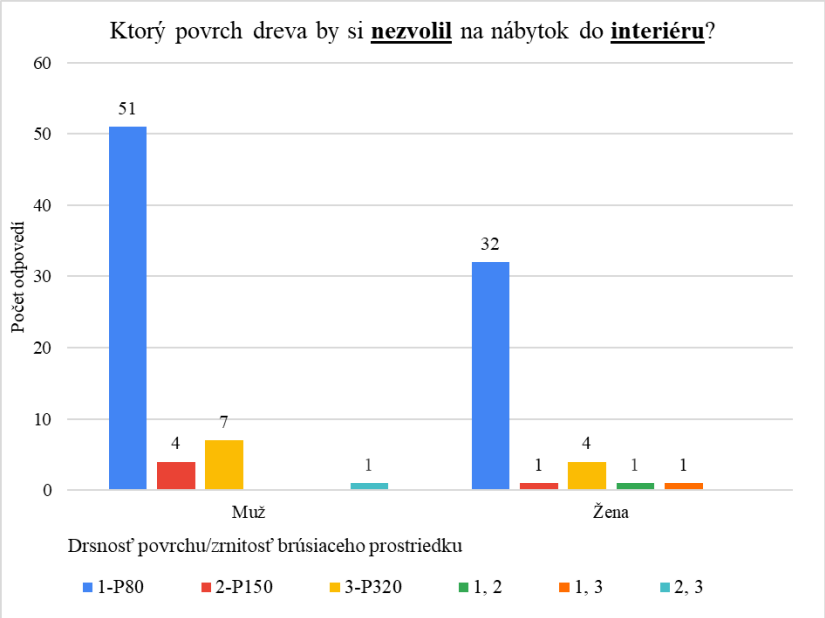
Zrnitosť **P150** (stredné brúsenie) si zvolilo len 10 mužov a 5 žien, čo naznačuje, že hoci bol tento povrch v predchádzajúcom grafe hodnotený ako „príjemný“, pri finálnom rozhodovaní o nábytku do vlastného interiéru spotrebitelia uprednostnia ešte jemnejší variant. Zrnitosť **P80** (hrubé brúsenie) bola zvolená len marginálne (spolu 5 respondentov), čo ju v kontexte interiérového dizajnu robí prakticky nepoužiteľnou ako finálnu úpravu.

Kombinované voľby (napr. zrnitosť 1 a 2) sa vyskytli len ojedinele u mužov, čo naznačuje, že respondenti preferujú uniformitu povrchovej úpravy na celom kuse nábytku.

Výsledky jednoznačne preukázali, že subjektívny vnem drsnosti môže mať zásadný vplyv na nákupné rozhodovanie. Zatiaľ čo pri farbe dreva (hydrotermickej úprave) sme zaznamenali rozmanitosť vkusu a ochotu experimentovať s tmavšími odtieňmi, v oblasti haptiky je trh veľmi homogénny – **zákazník vyžaduje maximálnu hladkosť povrchu**.

Pre výrobnú sféru z toho môže vyplývať jasné odporúčanie: investícia do **viacstupňového brúsenia** končiaceho zrnitosťou **P320** je nevyhnutným štandardom pre dosiahnutie konkurencieschopnosti nábytku z HTÚ dreva. **Tento technický krok vnímajú respondenti ako podmienku prémiovosti materiálu bez ohľadu na jeho výslednú farbu.**

Na základe komplexnej analýzy vizuálnych a haptických preferencií možno definovať ideálny produkt pre moderného spotrebiteľa (dominantne Generáciu Z) ako **hydrotermický upravené drevo pri teplote 120 °C počas 18 hodín (vzorka E), s finálnym povrchovým opracovaním zrnitosťou P320.** Takýto produkt spĺňa nároky na vizuálnu exkluzivitu aj haptický komfort.“



Obr. 11 Analýza negatívnych haptických preferencií pri voľbe interiérového nábytku (autor)
Fig. 11 Analysis of negative haptic preferences in interior furniture selection (Author)

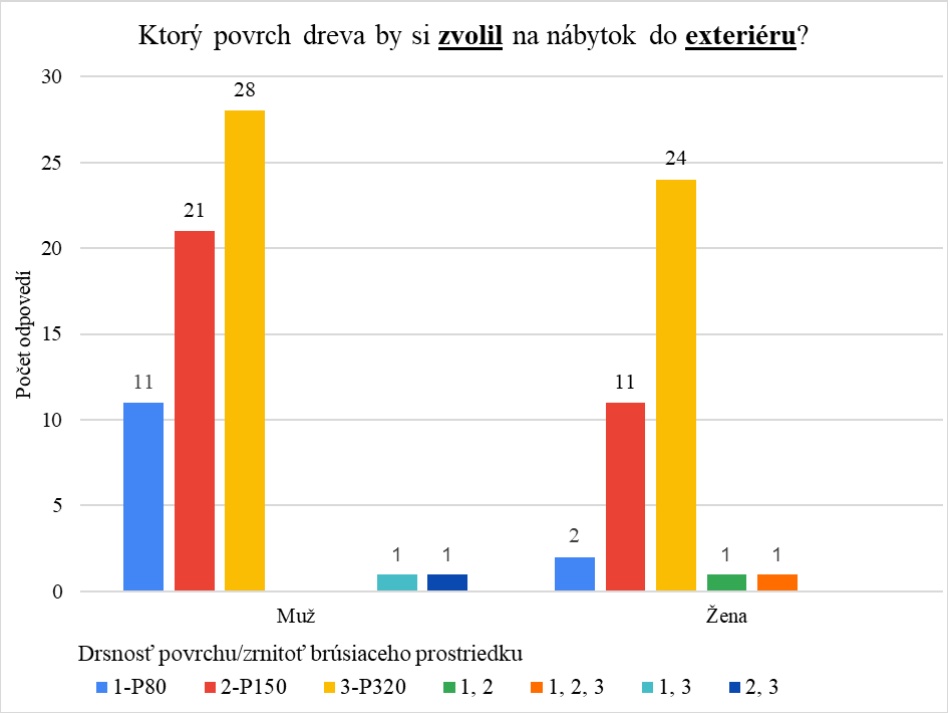
Na doplnenie obrazu o spotrebiteľských preferenciách bola v rámci haptického prieskumu položená otázka zameraná na elimináciu nežiaducich povrchov: **„Ktorý povrch dreva by si si nezvolil na nábytok do interiéru?“**. Výsledky tejto negatívnej voľby môžu byť pre výrobnú prax kritické, nakoľko definujú hranicu hmatovej akceptovateľnosti materiálu.

Z analýzy dát vyplýva mimoriadne vysoká miera zhody medzi respondentmi:

Hrubé opracovanie povrchu brusivom so zrnitosťou **P80 vyvolalo najsilnejšiu negatívnu reakciu** v celom prieskume. U **mužov** tento variant odmietlo až **51 respondentov**. U **žien** išlo o **32 respondentiek**. Celkovo 83 respondentov (viac ako 80% vzorky) vníma drsný povrch ako nežiaduci pre interiérový nábytok. Tento výsledok potvrdzuje, že haptický vnem drsnosti je vnímaný ako znak nedostatočného opracovania a nízkej kvality finálneho výrobku.

Zrnitosť **P150** a najmä **P320** zaznamenali len zanedbateľné počty negatívnych volieb. Pri zrnitosti P320 uviedlo negatívny postoj len 7 mužov a 4 ženy, čo môže súvisieť s individuálnou preferenciou určitej miery prirodzenej textúry dreva, ktorú veľmi jemné brúsenie môže potláčať. V porovnaní s odmietnutím zrnitosti P80 sú však tieto čísla štatisticky málo významné.

Graf vykazuje takmer identický distribučný trend u oboch pohlaví. Rozdiel v počte odpovedí medzi mužmi a ženami zodpovedá celkovému zloženiu výskumnej vzorky, čo potvrdzuje univerzálnosť haptického vnímania drsnosti bez ohľadu na pohlavie.



Obr. 12 Preferencie respondentov pri voľbe drsnosti povrchu exteriérového nábytku (autor)
Fig. 12 Respondent preferences for surface roughness of exterior furniture (Author)

Tento graf dopĺňa haptickú analýzu o kontext **exteriéru**. Je veľmi zaujímavý tým, že hoci jemné opracovanie stále víťazí, v porovnaní s interiérom tu **vidíme dôležitý posun v akceptácii drsnejších povrchov.**

Ďalšia časť haptického prieskumu sa zamerala na voľbu povrchovej úpravy dreva v kontexte exteriérového nábytku. Zmena prostredia z interiéru na exteriér priniesla v odpovediach respondentov špecifické rozdiely, ktoré súvisia s očakávanou funkčnosťou a charakterom vonkajšieho prostredia.

Z analýzy dát vyplývajú nasledujúce trendy:

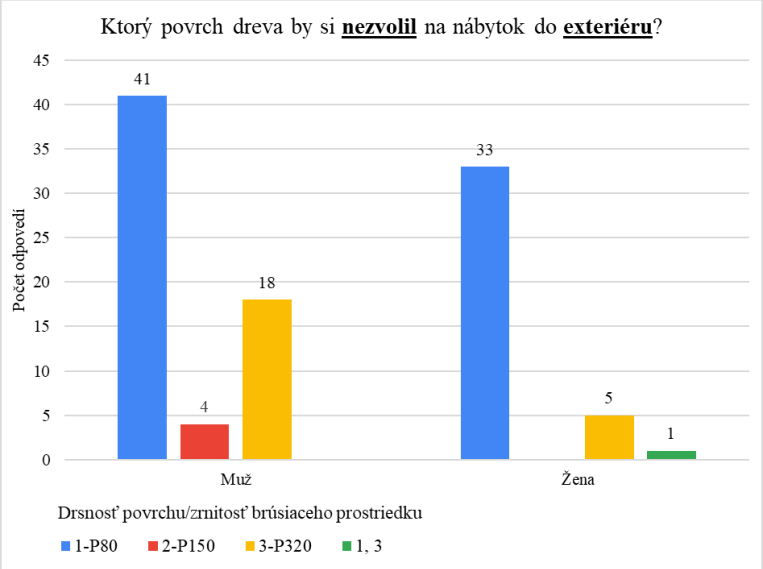
Aj v prípade exteriérového nábytku si najviac respondentov zvolilo najjemnejšie opracovanie (**zrnitosť P320**). Tento variant preferovalo **28 mužov** a **24 žien**. Hoci ide o víťazný variant, jeho dominancia je v porovnaní s interiérom (kde malo P320 drvivú väčšinu) o **niečo nižšia**, čo naznačuje ochotu časti respondentov **akceptovať v exteriéri aj menej opracovaný povrch**.

V porovnaní s interiérom je v exteriéri badateľný výrazný nárast záujmu o zrnitosť **P150** (21 mužov a 11 žien). Pozoruhodným zistením je aj nárast voľby zrnitosti **P80** u mužov (11 odpovedí), zatiaľ čo u žien zostáva tento záujem minimálny (2 odpovede). Vyššia miera akceptácie drsnejších povrchov (najmä u mužov) môže byť spôsobená podvedomým vnímaním drsnejšieho povrchu ako odolnejšieho, menej kĺzavého alebo prirodzenejšieho pre vonkajšie podmienky (napr. záhradné sedenie, terasy).

Kým ženy zostávajú verné jemnému opracovaniu aj v exteriéri (pomer P320 k P80 je u nich 12 : 1), u mužov je tento pomer podstatne vyrovnanejší (pomer P320 k P80 je cca 2,5 : 1). Muži teda pri exteriérovom nábytku prikladajú hladkosti povrchu o niečo menší význam než ženy a sú ochotní akceptovať naturálnejšiu textúru dreva.

Hoci je zrnitosť **P320** stále najžiadanejšou, exteriérový kontext otvára priestor aj pre stredne jemné opracovanie (**P150**). Pre výrobcov exteriérového nábytku z hydrotermicky upraveného dreva **to môže znamenať**, že **nemusia** nevyhnutne cieliť na **extrémnu hladkosť** povrchu tak striktne ako v interiéri, najmä ak je cieľovou skupinou mužský segment zákazníkov.

Kontrast interiér vs. exteriér: V interiéri bola P80 "odpísaná", v exteriéri ju časť mužov (11) vyslovene chce. Môžeme to zdôvodniť tým, že v exteriéri sa očakáva "rustikálnejší" a "surovejší" vzhľad dreva. V exteriéri môže byť príliš hladký povrch (P320) vnímaný ako nepraktický (napr. kvôli šmýkaniu za mokra), čo vysvetľuje nárast odpovedí pre P150 a P80. Pre firmu môže byť informácia o akceptácii P150 v exteriéri dôležitá, pretože to znamená úsporu času a materiálu pri brúsení exteriérových prvkov.



Obr. 13 Analýza negatívnych haptických preferencií pri voľbe exteriérového nábytku (autor)
Fig. 13 Analysis of negative haptic preferences in exterior furniture selection (Author)

Tento graf uzatvára kapitolu o haptickom vnímaní exteriérového nábytku. Poskytuje dôležitý kontrast k predchádzajúcemu grafu – zatiaľ čo časť mužov si hrubý povrch **zvolila**, stále existuje signifikantná skupina tých, ktorí ho kategoricky **odmietajú**.

Pre komplexné posúdenie možného trhového potenciálu rôznych stupňov opracovania bolo nevyhnutné identifikovať aj varianty, ktoré respondenti považujú za **neprijateľné** pre **exteriérové** využitie. Otázka **„Ktorý povrch dreva by si si nezvolil na nábytok do exteriéru?“** odhaľuje haptické limity spotrebiteľov.

Analýza negatívnych volieb prináša nasledujúce kľúčové poznatky:

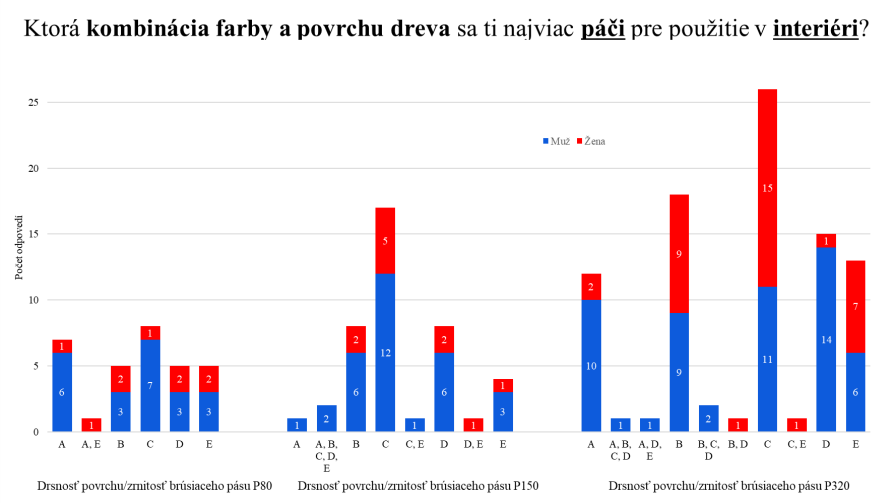
Napriek tomu, že exteriérový kontext mierne zvýšil toleranciu voči drsnejším povrchom, zrnitosť **P80** zostáva najčastejšie **odmietaným variantom**. U **mužov** ju odmietlo

41 respondentov, u **žien 33 respondentiek**. Hoci v predchádzajúcej otázke časť mužov tento povrch preferovala, pre väčšinu vzorky (cca 72,5 %) stále predstavuje neakceptovateľnú úroveň drsnosti, ktorá je vnímaná ako nekvalitná alebo nepohodlná aj pre vonkajšie použitie.

Negatívne vnímanie jemného povrchu (P320) v exteriéri: Zaujímavým a špecifickým javom pri exteriéri je nárast negatívnych odpovedí pre najjemnejšie opracovanie (**P320**) u mužov (18 odpovedí). V porovnaní s interiérom, kde P320 neodmietal takmer nikto, v exteriéri ho časť mužov vníma negatívne. Tento posun môže naznačovať obavu, že príliš hladký povrch v exteriéri pôsobí „umelo“, je náchylnejší na viditeľné poškodenie (škrabance), alebo sa nezhoduje s očakávanou naturálnou estetikou záhradného nábytku.

Vysoká akceptácia stredného brúsenia (P150): Najnižšiu mieru odmietania zaznamenala zrnitosť **P150** (len 4 muži a 0 žien). **Tento výsledok jasne definuje P150 ako „univerzálny kompromis“ pre exteriér – takmer nikomu neprekáža a je vnímaný ako dostatočne hladký, no zároveň primerane naturálny.**

Negatívna analýza **exteriérových** preferencií ukázala dôležitú diferenciáciu oproti **interiéru**. Zatiaľ čo v **interiéri** je cieľom **jednoznačne maximálna hladkosť (P320)**, v **exteriéri** sa optimálna zóna presúva smerom k **stredne jemnému opracovaniu (P150)**.
Pre výrobcov z toho môže vyplýva, že pri exteriérovom nábytku z HTÚ dreva je zrnitosť P150 najbezpečnejšou voľbou z hľadiska trhovej akceptácie, nakoľko minimalizuje riziko odmietnutia zo strany zákazníkov, ktorí preferujú buď extrémnu hladkosť, alebo naturálnu drsnosť.



Obr. 14 Komplexná analýza preferencií kombinácie farby a drsnosti povrchu pre interiérové využitie (autor)
Fig. 14 Comprehensive analysis of preferences for color and surface roughness combinations in interior applications (Author)

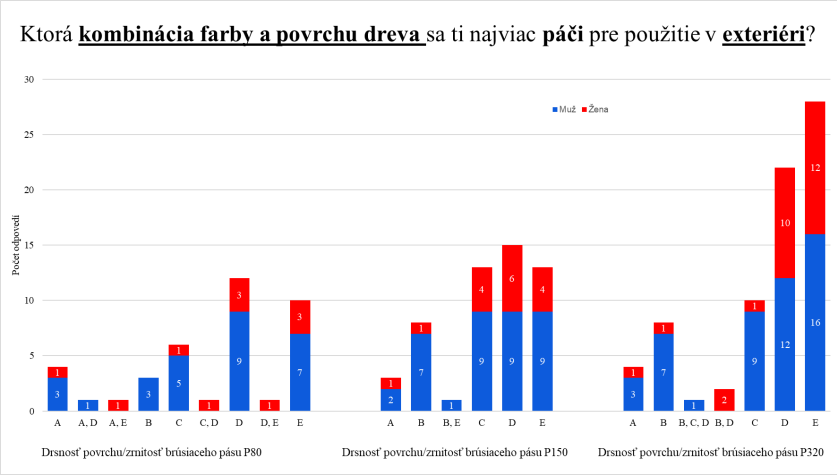
Toto je jeden z najdôležitejších grafov práce, pretože **syntetizuje (spája)** dva predtým skúmané parametre – **farbu (tepelnú úpravu)** a **povrch (drsnosť)** – do jedného finálneho celku.

Najdôležitejšie hodnotenie výskumu sa zamerala na hľadanie optimálneho prieniku medzi vizuálnymi a haptickými vlastnosťami dreva. **Respondenti mali za úlohu označiť konkrétnu kombináciu druhu hydrotermickej úpravy a stupňa brúsenia, ktorá je pre nich esteticky a dotykovo najatraktívnejšia pre interiérový nábytok.**

Z analýzy súhrnných dát vyplývajú nasledujúce závery:

- **Absolútny víťaz: Vzorka C so zrnitosťou P320:** Najúspešnejšou kombináciou celého prieskumu sa stala vzorka **C (105 °C/18h) brúsená zrnitosťou P320**, ktorú označilo až 26 respondentov (11 mužov a 15 žien). Je zaujímavé, že kým pri samostatnom hodnotení farieb dominovala vzorka E, v kombinácii s haptickým vnemom sa do popredia dostala o niečo svetlejšia vzorka C. Stredne tmavý odtieň v kombinácii s maximálnou hladkosťou pôsobí na spotrebiteľa najvyváženejšie a najprémiovejšie.
- **Silná pozícia vzoriek D a E pri jemnom brúsení:** Druhou a treťou najpreferovanejšou voľbou sú kombinácie **D + P320** (15 odpovedí) a **E + P320** (13 odpovedí). U vzorky D je viditeľná silná preferencia u mužov (14 odpovedí), zatiaľ čo u žien je táto voľba marginálna. To potvrdzuje predchádzajúce zistenia, že muži preferujú v interiéri tmavšie a technickejšie pôsobiace materiály.
- **Nárast atraktivity vzorky B pri jemnom brúsení:** Kombinácia **B + P320** získala 18 odpovedí (9 mužov a 9 žien). Je evidentné, že jemné brúsenie môže výrazne zvýšiť trhovú atraktivitu aj u vzoriek s nižším stupňom tepelnej úpravy, ktoré boli v surovom stave vnímané ako menej zaujímavé.
- **Eliminácia hrubých povrchov (P80 a P150):** Graf jasne ukazuje, že ani jedna z farieb (A až E) nedokáže kompenzovať nepríjemný hmatový vnem z hrubého brúsenia. Počet odpovedí pri zrnitosti P80 a P150 je v porovnaní s P320 minimálny. Aj vizuálne atraktívna vzorka C stráca pri zrnitosti P80 takmer 70 % svojej atraktivity v porovnaní s verziou P320.

Výsledky potvrdzujú, že **hmatový vnem je dominantným filtrom**, cez ktorý spotrebitelia vnímajú vizuálnu kvalitu. **Pre dosiahnutie možného maximálneho komerčného úspechu hydrotermicky upraveného dreva je kľúčová súhra stredne tmavých až tmavých tónov (varianty C a D) s vysokým stupňom finálneho opracovania (P320).**



Obr. 15 Komplexná analýza preferencií kombinácie farby a drsnosti povrchu pre exteriérové využitie (autor)
Fig. 15 Comprehensive analysis of preferences for color and surface roughness combinations in exterior applications (Author)

Tento graf predstavuje finálnu syntézu preferencií pre **exteriérové využitie**. Na rozdiel od interiéru tu vidíme zaujímavý posun: kým v **interiéri hral hmat** (jemnosť P320) **absolútnu dominaciu**, v exteriéri sa respondenti oveľa viac sústredia na **intenzitu farby**, pričom sú **ochotní** akceptovať aj **drsnejšie povrchy**.

Záverečným krokom výskumu bolo definovanie ideálnej kombinácie vizuálnych a haptických vlastností dreva aj pre exteriérový nábytok. Respondenti posudzovali vzorky v kontexte ich funkčnosti a estetiky vo vonkajšom prostredí, kde do rozhodovania vstupujú faktory ako predpokladaná odolnosť a prirodzený vzhľad.

Analýza súhrnných exteriérových dát odhalila nasledujúce trendy:

Najvyššiu mieru preferencií získala kombinácia **E (120 °C/18h) brúsená zrnitosťou P320**, ktorú zvolilo 28 respondentov (16 mužov a 12 žien). V porovnaní s interiérom (kde vyhrala vzorka C) je v exteriéri prioritou **maximálne tmavá farba**. Spojenie najtmavšieho odtieňa s hladkým povrchom je vnímané ako najatraktívnejšie riešenie pre luxusný exteriérový nábytok.

Vzorka D (120 °C/6h) vykazuje vyrovnanú a vysokú mieru popularity naprieč všetkými stupňami brúsenia. Pri zrnitosti **P320** získala 22 odpovedí, no signifikantný úspech zaznamenala aj pri strednom brúsení **P150** (15 odpovedí) a dokonca aj pri hrubom brúsení **P80** (12 odpovedí). To naznačuje, že vzorka D je vnímaná ako univerzálne vhodný exteriérový materiál bez ohľadu na jemnosť povrchu.

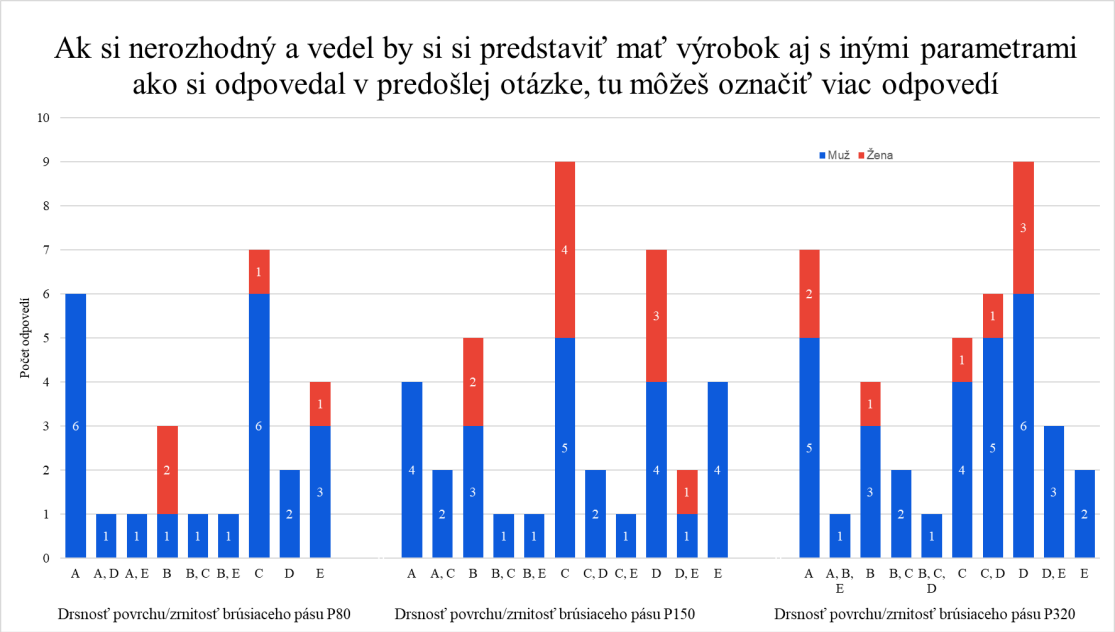
Na grafe je zrejmý **dôležitý fenomén** – kým v **interiéri boli povrchy P80 takmer ignorované**, v exteriéri si kombinácie s hrubým brúsením (najmä D+P80 a E+P80) našli desiatky priaznivcov. **Respondenti v exteriéri podvedome akceptujú „rustikálnejšie“ opracovanie, ak je spojené s výraznou hydrotermickou farbou.**

U mužov aj žien sledujeme zhodu v preferencii kombinácií **D+P320** a **E+P320**. Muži však výrazne viac preferujú kombináciu **D+P80** (9 mužov vs. 3 ženy), čo potvrdzuje ich sklon k surovejšiemu dizajnu vo vonkajšom prostredí.

Výsledky analýzy ukazujú, že dominantným parametrom pri výbere je **tmavá farba (režimy 120 °C)**. Pre exteriér je optimálnym produktom vzorka **E v kombinácii s P320**, avšak z ekonomického a technologického hľadiska je možné považovať vysoko konkurencieschopnú aj vzorku **D s opracovaním P150**.

Tento poznatok môže byť kľúčový pre výrobcov záhradného nábytku: v exteriéri je možné dosiahnuť vysokú spokojnosť zákazníka aj pri menej náročnom brúsení (P150), za predpokladu, že drevo prešlo intenzívnou hydrotermickou úpravou zaručujúcou sýty tmavý odtieň.

Týmto grafom sme skompletizovali celú mozaiku. Môžeme konštatovať, že **interiér vyžaduje balans:** Jemnejšia farba (C) + maximálna hladkosť (P320). **Exteriér vyžaduje intenzitu:** Maximálna farba (E) + vysoká až stredná hladkosť (P320/P150).



Obr. 16 Alternatívne preferencie kombinácií farby a povrchu (autor)

Fig. 16 Alternative color and surface finish combination preferences (Author)

Tento graf dopĺňa predchádzajúce zistenia o dôležitý psychologický aspekt – **mieru tolerancie a sekundárne preferencie**. Zatiaľ čo predošlé otázky nútili respondenta vybrať „to najlepšie“, tento graf ukazuje, ktoré ďalšie kombinácie sú pre nich stále **akceptovateľné**.

Posledná časť prieskumu bola zameraná na identifikáciu alternatívnych volieb respondentov. Otázka bola koncipovaná pre nerozhodných respondentov alebo pre tých, ktorí by si vedeli predstaviť produkt aj v iných parametroch než v tých, ktoré označili za primárne. Možnosť viacerých odpovedí umožňuje sledovať celkovú akceptovateľnosť jednotlivých technologických režimov naprieč rôznymi stupňami opracovania.

Z analýzy alternatívnych volieb vyplývajú nasledujúce závery:

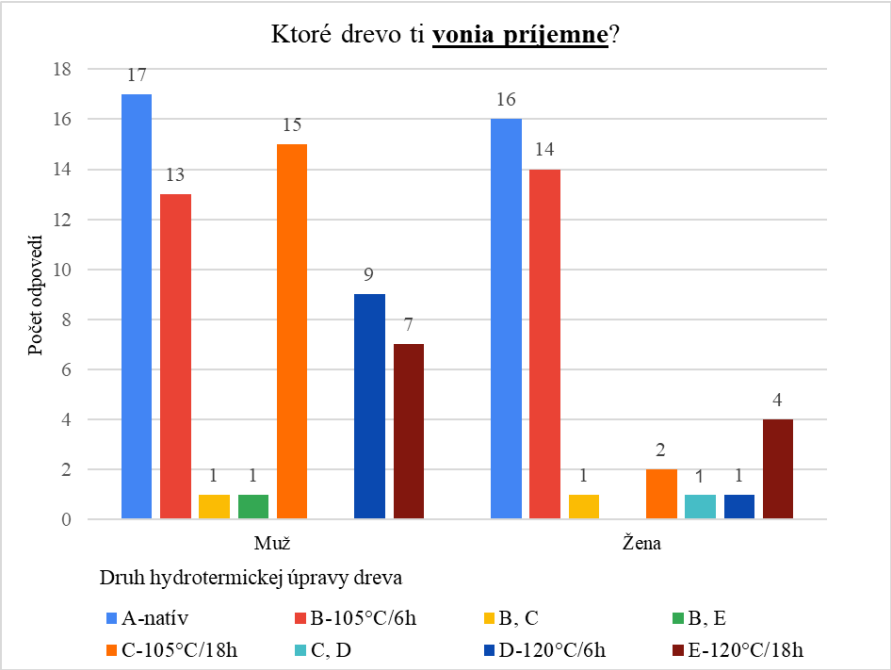
Vysoká adaptabilita pri zrnitosti P320 a P150: Respondenti vykazujú najvyššiu ochotu akceptovať alternatívne farby vtedy, ak je zachovaný vysoký alebo stredný štandard brúsenia. Najväčší počet alternatívnych odpovedí získala opäť vzorka **D (120 °C/6h) pri zrnitosti P320** (9 odpovedí) a vzorka **C (105 °C/18h) pri zrnitosti P150** (9 odpovedí).

Zaujímavý nárast tolerancie voči natívnemu drevu (vzorka A): Kým v predchádzajúcich otázkach bolo natívne drevo často odmietané ako primárna voľba pre nábytok, v tomto grafe vidíme, že ako „druhá voľba“ je pomerne akceptovateľné, najmä u mužov. Pri zrnitosti P80 si ho vie predstaviť 6 mužov a pri zrnitosti P320 ďalších 7 respondentov (5 mužov a 2 ženy). To naznačuje, že hoci natív nie je favoritom, časť trhu ho stále vníma ako prijateľnú, hoci konzervatívnu alternatívu.

Sekundárna atraktivita vzorky C: Vzorka C (105 °C/18h) potvrdzuje svoju pozíciu univerzálneho materiálu. Má stabilné zastúpenie v alternatívnych voľbách pri všetkých stupňoch brúsenia. Je to najčastejšia alternatíva pri strednom brúsení P150, čo z nej robí z hľadiska trhového rizika najbezpečnejší variant úpravy.

Rozptyl preferencií u žien: Ženy v rámci alternatívnych volieb smerujú svoje odpovede takmer výhradne do kategórií P150 a P320. Ich ochota akceptovať hrubý povrch P80 ako alternatívu je minimálna (maximálne 2 odpovede pri vzorke B), čo opätovne potvrdzuje ich vyššiu citlivosť na haptickú kvalitu opracovania.

Tento graf odhaľuje, že hoci existujú jasní favoriti (vzorky E a D), trh s hydrotermicky upraveným drevom nie je jednoliaty. Existuje tu signifikantná skupina „stredových" respondentov, pre ktorých je kľúčová skôr úroveň opracovania než konkrétny odtieň. Z hľadiska výrobnej stratégie tieto dáta naznačujú, že ak by výrobca nebol schopný dodať najžiadanejšiu vzorku (napr. kvôli výpadku suroviny alebo zmenám v technologickom procese), vzorky **C a D predstavujú najlepšie alternatívne riešenia**, ktoré by väčšina zákazníkov (najmä mužov) bola stále ochotná akceptovať.



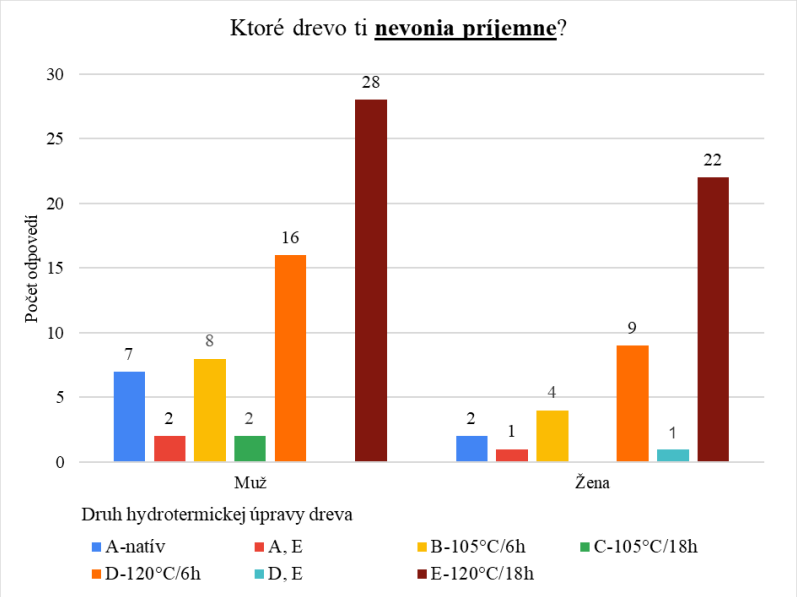
Obr. 17 Analýza olfaktorického vnímania dreva v závislosti od stupňa úpravy (autor)
Fig. 17 Analysis of olfactory perception of wood depending on the modification level (Author)

Okrem vizuálnych a haptických vlastností bola predmetom skúmania aj vôňa skúmaného dreva. Čuchový vnem zohráva dôležitú úlohu pri celkovom subjektívnom vnímaní kvality interiérových prvkov. **Respondenti identifikovali vzorky, ktorých vôňa im bola najpríjemnejšia, pričom výsledky naznačujú výrazné rozdiely medzi prirodzenou arómou a arómou modifikovanou teplom.**

Tento graf prináša nový rozmer do výskumu – **olfaktorické (čuchové) vnímanie**. Vôňa dreva je pri hydrotermickej úprave dôležitým faktorom, pretože tepelné procesy menia chemické zloženie extraktívnych látok, čo výrazne ovplyvňuje arómu materiálu.

Z analýzy olfaktorických preferencií vyplývajú nasledujúce zistenia:

- **Vysoká obľuba prirodzenej vône (vzorka A):** Natívne drevo bez tepelnej úpravy si zachovalo silnú pozíciu u oboch pohlaví (17 mužov a 16 žien). Klasická „vôňa dreva“ je pre respondentov familiárna a vnímaná ako vysoko príjemná, čo kontrastuje s vizuálnymi výsledkami, kde táto vzorka vnímavo zaostávala.
- **Atraktivita miernej termickej úpravy (vzorka B):** Vzorka **B (105 °C/6h)** dosiahla veľmi pozitívne výsledky (13 mužov a 14 žien). Mierna tepelná expozícia pravdepodobne zvýrazňuje prirodzené arómy bez vzniku agresívnejších dymových tónov, ktoré sú typické pre vyššie teploty.
- **Špecifické preferencie mužov pre vzorku C:** Výrazným anomálnym javom v grafe je vysoká obľuba vône vzorky **C (105 °C/18h)** u mužov (15 odpovedí), zatiaľ čo u žien bola táto vzorka takmer ignorovaná (len 2 odpovede). Toto naznačuje, že muži môžu pozitívnejšie vnímať sladšie alebo intenzívnejšie karamelové tóny vznikajúce pri dlhšej expozícii, ktoré ženy vnímajú neutrálne alebo rušivo.
- **Pokles obľuby pri najvyšších teplotách (vzorka E):** Najintenzívnejšie upravená vzorka **E (120 °C/18h)** zaznamenala u oboch pohlaví **nižšiu mieru popularity**. Intenzívna HTÚ často vedie k vzniku špecifického, „prepáleného“ alebo kyslastého zápachu (v dôsledku degradácie hemicelulóz a vzniku kyseliny octovej), ktorý je pre časť populácie menej akceptovateľný pre dlhodobé používanie v interiéri.



Obr. 18 Analýza negatívneho olfaktorického vnímania v závislosti od stupňa úpravy (autor)
Fig. 18 Analysis of negative olfactory perception of wood depending on the modification level (Author)

Pre objektívne posúdenie akceptovateľnosti hydrotermický upraveného dreva v obytných priestoroch bolo nevyhnutné identifikovať aj nežiaduce aromatické prejavy. Otázka „Ktoré drevo ti nevonia príjemne?“ odhalila priamu koreláciu medzi narastajúcou teplotou úpravy a mierou subjektívneho čuchového diskomfortu respondentov.

Tento graf predstavuje **negatívnu olfaktorickú analýzu** a poskytuje zásadné vysvetlenie k tomu, prečo vizuálne najatraktívnejšie vzorky nemusia byť automaticky

najvhodnejšie pre každý interiér. Práve v čuchovom vnímaní sa naplno prejavuje odvrátená strana intenzívnej tepelnej modifikácie.

Z analýzy dát vyplývajú nasledujúce kritické zistenia:

- **Výrazná averzia voči vzorke E (120 °C/18h):** Najintenzívnejšie upravená vzorka sa stala jednoznačným negatívnym lídrom prieskumu. Odmietlo ju až **28 mužov** a **22 žien**. Celkovo takmer 50 % všetkých respondentov vníma vôňu vzorky E ako nepríjemnú. V procese HTU pri 120 °C dochádza k intenzívnejšej degradácii hemicelulóz a uvoľňovaniu prchavých organických zlúčenín (VOC), čo vytvára charakteristický „prepálený“ alebo dymový zápach, ktorý je v interiéri vnímaný ako rušivý.
- **Problémová hranica 120 °C (vzorka D):** Druhý najvyšší počet negatívnych odpovedí získala vzorka **D (120 °C/6h)**, a to najmä u mužov (16 odpovedí). Potvrdzuje sa tým predpoklad, že prekročenie teploty 105 °C spúšťa chemické zmeny, ktoré zásadne menia prirodzenú arómu dreva na arómu priemyselnú, ktorú spotrebitelia neidentifikujú ako príjemnú.
- **Nízka miera negativity u vzoriek A, B a C:** Vzorky upravené pri nižších teplotách (do 105 °C) vykazujú len minimálne počty negatívnych odpovedí. To koreluje s predchádzajúcim grafom o pozitívnych preferenciách a potvrdzuje, že miernejšia HTÚ zachováva (alebo len prijateľne modifikuje) prirodzený charakter vône dreva.

Olfaktorická analýza vnáša do výskumu zaujímavý paradox. Kým vizuálne a hapticky dominovali vzorky s vyšším stupňom úpravy (D a E), z hľadiska vône sú preferované skôr **natívne alebo mierne upravené vzorky (A a B)**.

Pre výrobnú prax z toho môže vyplývať dôležitý poznatok: hoci tmavé drevo (vzorka E) vyhráva v estetike, jeho špecifická aróma v interiéri môže byť pre časť zákazníkov prekážkou. Optimálnym riešením z hľadiska všetkých zmyslov sa opäť javí **stredná cesta (vzorky B a C)**, ktoré ponúkajú prijateľný kompromis medzi vizuálnou atraktivitou a príjemným čuchovým vnemom.

Pre výrobcov nábytku z toho môže vyplývať zásadné **technologické a marketingové odporúčanie**: Pri použití dreva upraveného na režim **120 °C/18h** je nevyhnutné použiť povrchovú úpravu (laky, oleje, vosky), ktorá dokáže účinne zafixovať (uzavrieť) pachy vo vnútri materiálu. V opačnom prípade hrozí, že estetický benefit tmavej farby bude znehodnotený nepríjemným čuchovým zážitkom spotrebiteľa v reálnom interiéri.



Obr. 19 Relevancia olfaktorických vlastností v nákupnom rozhodovaní (autor)
Fig. 19 Relevance of olfactory properties in the buying process (Author)

Pre validáciu predchádzajúcich zistení bolo nevyhnutné určiť, do akej miery je vôňa dreva pre respondenta skutočne dôležitým faktorom pri výbere a kúpe produktu. Výsledky tejto otázky poskytujú pohľad na prioritu čuchového vnemu v hierarchii spotrebiteľských preferencií.

Tento kruhový graf je skvelým potvrdením toho, že olfaktorická analýza nebola vo výskume len doplnkom, ale má pre spotrebiteľa zásadný význam. Ukazuje totiž subjektívnu váhu, ktorú respondenti prikladajú vôni pri procese rozhodovania.

Z analýzy odpovedí vyplýva vysoká miera senzitivity respondentov na olfaktorické prejavy materiálu:

Drvivá väčšina opýtaných považuje **vôňu** za **dôležitý faktor**. Kladne odpovedalo celkovo **88 respondentov** (51 mužov a 37 žien), čo predstavuje viac ako 86 % celej výskumnej vzorky. Tento výsledok potvrdzuje, že vôňa nie je len vedľajším atribútom, ale integrálnou súčasťou vnímanej kvality dreveného výrobku.

Rozdiely v rodovom vnímaní: Ženy: Vykazujú takmer absolútnu zhodu v dôležitosti tohto faktora. Len 2 respondentky uviedli, že vôňa pre ne nie je dôležitá. Možno teda konštatovať, že ženský segment zákazníkov je na arómu dreva v interiéri mimoriadne citlivý. **Muži:** Hoci väčšina (51) vníma vôňu ako dôležitú, u 12 mužov bol zaznamenaný nezáujem o tento parameter. Muži sú teda v porovnaní so ženami o niečo viac ochotní tolerovať špecifickú vôňu materiálu, ak sú splnené iné (napr. vizuálne alebo funkčné) kritériá.

Vysoké percento kladných odpovedí dáva do nového svetla výsledky negatívnej analýzy vône vzorky E. Keďže takmer 90 % ľudí považuje vôňu za dôležitú a zároveň 50 % ľudí vníma vôňu vzorky E ako nepríjemnú, ide o **kritický bod pre úspech** materiálu.

Z toho vyplýva, že HTÚ pri vysokých teplotách (120 °C) síce prináša žiadaný vizuálny efekt, ale bez technologického riešenia pachovej stopy (napr. dôkladným odvetraním po procese alebo povrchovou úpravou) môže byť finálny produkt pre väčšinu trhu neakceptovateľný. Vôňa dreva je vnímaná ako indikátor „prírodnosti“ a „zdravotnej neškodnosti“ interiéru, čo vysvetľuje jej vysokú dôležitosť u respondentov.

Záver

Cieľom práce bolo zhodnotiť subjektívne vnímanie povrchu borovice lesnej (*Pinus sylvestris* L.) po hydrotermickej úprave a následnom brúsení rôznymi zrnitosťami. Hodnotené boli neupravené natívne vzorky a vzorky hydrotermicky upravené pri teplotách 105 °C a 120 °C počas 6 a 18 hodín. Každá skupina vzoriek bola brúsená brúsnymi papiermi Festool Rubin 2 so zrnitosťou P80, P150 a P320. Posudzovanie bolo realizované dotazníkovou metódou, pričom pozornosť bola zameraná na tri vybrané senzorické vlastnosti: farbu, drsnosť a vôňu povrchu.

Na základe analýzy dát od **N=102 respondentov** (dominantne zástupcov Generácie Z) možno formulovať nasledujúce kľúčové závery:

Výskum jasne preukázal, že hydrotermická úprava predstavuje kľúčový faktor, ktorý zásadne zvyšuje estetickú hodnotu borovicového dreva. Z hľadiska vizuálnej obľuby dosiahli najvyššiu mieru preferencií vzorky s najintenzívnejším stupňom úpravy, konkrétne variant **E (120 °C/18 h)** a variant **D (120 °C/6 h)**. Získané dáta naznačujú, že pre súčasného spotrebiteľa sú vizuálne atraktívnejšie tmavé a sýte odtiene, ktoré svojím vzhľadom evokujú vzácne exotické dreviny, zatiaľ čo svetlé, natívne formy dreva ustupujú do úzadia. Tento trend potvrdzuje aj fakt, že natívne drevo (**vzorka A**) bolo v kontexte interiérového nábytku najčastejšie odmietaným variantom. Uvedené zistenia podčiarkujú opodstatnenosť aplikácie termických procesov v modernom nábytkárskom priemysle ako efektívneho nástroja na zvýšenie trhovej atraktivity domácich drevín.

Výskum potvrdil, že hoci farba predstavuje prvý bod vizuálneho kontaktu, hmatový vnem (haptika) pôsobí ako finálny filter pri posudzovaní celkovej kvality materiálu. Respondenti naprieč všetkými kategóriami vykazovali takmer absolútnu zhodu v požiadavke na vysokú mieru hladkosti povrchu, pričom miera akceptácie drsnejších povrchov sa výrazne líšila v závislosti od plánovaného využitia nábytku.

V prípade **interiérového nábytku** sa potvrdila požiadavka na bezpodmienečné jemné opracovanie, kde najvyššiu mieru preferencií dosiahla zrnitosť **P320**. Hrubšie povrchy (najmä zrnitosť **P80**) sú v interiéri vnímané ako neprijateľné a v očiach respondentov výrazne znižujú celkovú atraktivitu výrobku, a to aj v prípade vizuálne podmanivých farebných odtieňov.

Naopak, pri **exteriérovom nábytku** sa hranica senzorickej tolerancie mierne posúva. Hoci zrnitosť P320 zostáva aj v tomto segmente favoritom, stredné brúsenie (**P150**) je respondentmi vnímané ako optimálny a vysoko akceptovateľný kompromis. Táto úroveň opracovania dokáže vyvážiť požiadavku na naturálny vzhľad dreva s potrebným užívateľským komfortom, čo poskytuje výrobcom priestor na optimalizáciu výrobných nákladov pri zachovaní vysokej miery spokojnosti zákazníka.

Sumarizácia získaných dát potvrdila, že spotrebiteľské preferencie nie sú univerzálne, ale podliehajú významným zmenám v závislosti od prostredia, pre ktoré je produkt určený. Na základe vyhodnotenia korelácie medzi vizuálnymi a haptickými vnemami je možné definovať optimálne parametre produktov pre dva trhové segmenty:

V segmente **interiérového nábytku** predstavuje ideálnu kombináciu **vzorka C (105 °C/18 h)** v spojení s jemnou zrnitosťou **P320**. Respondenti v tomto prípade preferujú stredne hnedé tóny, ktoré v symbióze s hladkým povrchom evokujú pocit útulnosti a

materiálovej vyváženosti. Táto konfigurácia sa javí ako optimálna pre domáce prostredie, kde sa kladie dôraz na detail a hmatový komfort.

Pre segment **exteriérového využitia** sa ako najpreferovanejšia javí **vzorka E (120 °C/18 h)** so zrnitosťou **P320**. Významným zistením je však vysoká miera tolerancie aj voči **vzorke D** s opracovaním **P150**. Exteriérový zákazník podvedome vyhľadáva vizuálnu stabilitu a robustnosť, ktorú reprezentujú práve najtmavšie odtiene dosiahnuté pri vyšších teplotách. Tmavá farba v spojení s akceptovateľnou mierou drsnosti tu vytvára dojem odolnosti a dlhej životnosti materiálu.

Analýza alternatívnych preferencií odhalila, že vzorky **C a D môžu predstavovať „bezpečnú zónu“** pre výrobcov, nakoľko vykazujú najnižšiu mieru odmietania a najvyššiu ochotu respondentov akceptovať ich ako náhradné riešenie.

Pre úspešné uplatnenie hydrotermicky upraveného dreva na trhu možno výrobcom odporučiť orientáciu na režimy úpravy v teplotnom rozmedzí **105 °C až 120 °C** (v závislosti od dĺžky parenia), ktoré sa javia ako optimálne z hľadiska estetickej atraktivity. Pri finálnom opracovaní je však nevyhnutné nepodceňovať kľúčovú úlohu brúsenia. Zatiaľ čo farebnú schému produktov je možné flexibilne prispôsobovať aktuálnym interiérovým či exteriérovým trendom, hladkosť povrchu zostáva nemenným a univerzálnym determinantom vnímanej kvality. Pre dosiahnutie vysokej miery spotrebiteľskej akceptácie by mala byť minimálnym štandardom zrnitosť **P150**, pričom za ideálnu z hľadiska luxusného vnímania a haptického komfortu možno považovať zrnitosť **P320**.

„Zatiaľ čo zrak a hmat preferujú intenzívnu hydrotermickú úpravu (120 °C), čuchové vnímanie sa prikláňa k miernejším režimom (105 °C). **Vzorka C (105 °C/18h)** sa tak javí ako najuniverzálnejší variant, ktorý dosahuje vysokú mieru akceptácie vo všetkých troch zmyslových kategóriách (vzhľad, dotyk, vôňa).“

Zo získaných výsledkov vyplýva, že zmeny realizované počas hydrotermickej úpravy dreva majú významný vplyv na senzorické vnímanie materiálu potenciálnymi zákazníkmi. Toto zistenie možno považovať za kľúčové najmä z hľadiska praktického využitia v nábytkárskej výrobe, kde senzorické vlastnosti dreva priamo ovplyvňujú rozhodovanie spotrebiteľov. Kompletné štatistické výstupy sú vzhľadom na ich veľký rozsah k nahliadnutiu a v práci ich neuvádzame, v práci sú však interpretované ich hlavné závery. Tieto dáta predstavujú vhodný podklad pre hlbšiu analýzu a ďalšie vedecké štúdie, napríklad v rámci nadväzujúceho doktorandského štúdia.

POĎAKOVANIE: *„Rád by som vyjadril úprimné poďakovanie svojmu školiteľovi,* ***Ing. Adriánovi Banskému, PhD.****, za odborné vedenie, cenné rady a čas, ktorý mi venoval pri konzultáciách. Moje poďakovanie patrí aj* ***zamestnancom Katedry obrábania dreva*** *za ich technickú pomoc, odbornú podporu pri realizácii experimentálnej časti a poskytnutie zázemia potrebného na prípravu a meranie vzoriek.“*

Práca je riešená v rámci projektu VEGA 1/0423/25 – Analýza vplyvu tepelnej úpravy borovicového dreva na procesoch jeho spracovania a vlastnosti finálneho produktu.

Literatúra

Brichta, J. et al. 2023. Importance and potential of Scots pine (***Pinus sylvestris*** L.) in 21st century. Central European Forestry Journal, 69, 3–20. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete:https://digilib.uhk.cz/bitstream/handle/20.500.12603/2074/Importance-and-potential-of-Scots-pine-L-in-21-century.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Dzurenda, L. and Dudiak, M. 2024. "The effect of steaming on the color change of false heartwood beech", Acta Facultatis Xylologiae Zvolen , 66(2), pp. 14–34. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://ojs.tuzvo.sk/index.php/AFXZ/article/view/107

Fujisaki, W., Tokita, M., & Kariya, K. 2015. Perception of the material properties of wood based on vision, audition, and touch, Vision Research, Volume 109, Part B, 2015, Pages 185-200, ISSN 0042-6989. [online]. [cit. 2026-25-04].
Dostupné na internete:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698914003307

Krzosek, S., Grześkiewicz, M., Burawska-Kupniewska, I., Mańkowski, P., & Wieruszewski, M. 2021. Mechanical properties of Polish-grown *Pinus sylvestris* L. structural sawn timber from the butt, middle and top logs. Wood Research, 66(2), 231–242. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://www.woodresearch.sk/wr/202102/07.pdf

Kucuktuvek, M. et al. 2017. Surface characteristics of Scots pine wood heated at high temperatures after weathering. Wood Research, 62(6), 905–918. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://www.woodresearch.sk/wr/201706/08.pdf

Luptáková, J., & Kačík, F. 2018. The influence of thermal modification on selected wood properties. Delta / Fire Protection & Safety Scientific Journal, 12(1), 33–43. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://kpo.tuzvo.sk/sites/default/files/36-120-1-rv.pdf

Müssig, J. et al. 2017**.** Sensory and emotional perception of wooden surfaces through touch. Frontiers in Psychology. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28348541/

Vidholdová, Z. et al. 2025. Colour homogenisation and photostability of beech wood (***Fagus sylvatica*** L.) as affected by mild steaming and light-induced natural ageing. Forests, 16(7), 1104. [online]. [cit. 2026-25-04]. Dostupné na internete: https://www.mdpi.com/1999-4907/16/7/1104

Zawadzki, J., Radomski, A., & Gawron, J. 2013. The effect of thermal modification on selected physical properties of wood of Scots pine (***Pinus sylvestris*** L.). Wood Research, 58(2), 243–250. [online]. [cit. 2026-25-04].
Dostupné na internete: https://www.woodresearch.sk/wr/201302/09.pdf

IMPROVING WATER RESISTANCE OF HAZELNUT PARTICLEBOARDS USING CITRIC ACID–SORBITOL MODIFICATION

Paulina Rukat

Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska 159 St., 02-776 Warsaw, Poland

s215709@sggw.edu.pl

Abstract

This work is focused on determining the thermal properties of hempcrete and its The increasing demand for sustainable wood-based materials has stimulated interest in bio-based modifications aimed at improving the performance of particleboards. This study investigates the potential of a citric acid–sorbitol (CA–S) system to enhance the water resistance of particleboards manufactured from hazelnut (Corylus avellana L.) wood particles bonded with urea–formaldehyde (UF) resin. The approach is based on the in-situ formation of polyester structures during hot pressing, which can reduce the availability of hydroxyl groups in the wood and thereby decrease its hygroscopicity.

Wood particles were treated with aqueous solutions containing citric acid (0.5–1.5% based on oven-dry mass), with or without sorbitol (0.5%), and then dried to the target moisture content. The modified particles were then blended with UF resin and used to produce three-layer particleboards under laboratory conditions. The boards were evaluated for density, internal bond strength (IB), modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), thickness swelling (TS), contact angle (CA), and water absorption (WA) after water immersion.

The results are expected to show that low-level CA-S modification can significantly reduce thickness swelling and water uptake compared to untreated boards, while maintaining acceptable mechanical properties. The presence of sorbitol is anticipated to improve the efficiency of the modification by promoting more extensive crosslinking during pressing. Overall, the study demonstrates a promising bio-based strategy for enhancing the dimensional stability of particleboards without substantially compromising the performance of UF-bonded systems

Key words: particleboard, hazelnut wood, citric acid, sorbitol, water resistance, urea–formaldehyde resin

Acknowledgment: *The study presented was conducted within the Student Furniture Scientific Group (Koło Naukowe Meblarstwa) at Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Warsaw, Poland.*

66. ročník

ŠVOC

ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ
ODBORNÁ ČINNOSŤ

Termín, čas a miesto konania
Date, time and venue of the event

14. 5. 2026 / 09:00 – 16:30 / B3 poslucháreň,
Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene

Redakčná rada – zostavovatelia zborníka
Editorial board – proceedings editors

Mgr. art. Simona Hanes, ArtD.
Mgr. art. Katarína Boborová, ArtD.

Recenzenti
Reviewers

doc. Ing. Iveta Čabalová, PhD.
doc. Mgr. art. Emília Rigová, ArtD.

Organizačný tím
Organizational team

Mgr. art. Katarína Boborová, ArtD.
doc. Ing. Martin Čulík, PhD.
Ing. Jozef Fekiač, PhD.
Mgr. art. Simona Hanes, ArtD.
Mgr. art. Júlia Kaštierová, ArtD.
Ing. Vladislav Kaputa, PhD.
Ing. Elena Kmeťová, PhD.
Ing. Mária Osvaldová, PhD.
Mgr. art. Patrícia Pančíková

Grafická identita konferencie
Visual identity of conference

Mgr. art. Katarína Boborová, ArtD.
Mgr. art. Simona Hanes, ArtD.

Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene
Publishing House of the Technical University of Zvolen

ISBN 978-80-228-3522-0