

## **MODIFIKÁCIA STREDOVEJ VRSTVY TRIESKOVÝCH DOSIEK PAZDERÍM A JEJ VPLYV NA VLASTNOSTI TRIESKOVÝCH DOSIEK**

### **MODIFICATION OF THE CORE LAYER OF PARTICLEBOARD WITH HEMP SHIVES AND ITS INFLUENCE ON THE PARTICLEBOARD PROPERTIES**

**Roman Réh – Ján Vrtielka**

#### **ABSTRACT**

This paper is focused on describing of hemp shives as the substitute of wood and on the possibility of its application in the particleboard manufacture. The paper deals with the proposal of modification of the particleboard core layer with ratios of hemp shives, one of the most important alternatives of lignocellulosic material suitable for the particleboard production in Slovak conditions. The aim of the paper is to investigate the particleboard structure with shives ratio in its core layer, with subsequent evaluation of the particleboard physical and mechanical properties. We have reached the very similar results as the authors that published similar experiences of the production of modified particleboard. The observed values of physical and mechanical properties of the experimentally produced hempboard are the same as conventional particleboard with the maintaining of the process parameters. Bending strength over 11 MPa and tensile strength perpendicular to the plane of board over 0.35 MPa at the density of board  $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  has been reached.

**Keywords:** particleboard, hemp, core layer, properties.

#### **ÚVOD**

Celosvetový nedostatok surového dreva určeného pre priemysel spracovania dreva sa priebežne prehľbuje, a preto je orientácia výskumu a praxe na hľadanie možností nájst' primeraný čiastočný substituent dreva nutná.

Myšlienka možného využitia konopného pazderia ako potenciálneho substituentu časti drevených triesok v drevotrieskových doskách (DTD) vychádza nielen zo zníženej reálnej dostupnosti drevnej suroviny, ale aj z neustáleho nárastu cien drevnej suroviny. V prípade dostatočného disponibilného množstva konopného pazderia a jeho primeranej ceny (ktorá by mohla byť aspoň o málo nižšia ako drevná surovina v odpovedajúcej kvalite) by táto surovina mala byť použiteľná v stredových vrstvách DTD pri súčasnom zachovaní ich vlastností.

Technologický rozdiel oproti výrobe drevených triesok spočíva v prípade použitia pazderia v tom, že odpadá celý výrobný úsek roztrieskovania. Naopak, väčšia pozornosť sa venuje triedeniu suroviny. Využitie pazderia preto umožňuje úsporu investičných

a prevádzkových nákladov na úseku roztrieskovania a možnú úsporu nákladov vyplývajúcich z rozdielnych cien vstupných surovín. Technologický postup výroby trieskových dosiek so substituentom pazderím v stredovej vrstve (okrem roztrieskovania) je inak zhodný s bežnou výrobou DTD.

Po legislatívnych problémoch v období 1985–2009 sa pestovanie konopy siatej (*Cannabis sativa* L.) na Slovensku rozširuje. Dovoľené je len pestovanie niektorých odrôd konopy siatej, ktoré nesmú mať vyšší ako povolený obsah  $\delta$ -9-tetrahydrokanabinolu - THC (maximálny obsah 0,2 %). Pestovanie týchto odrôd konopy siatej je každoročne kontrolované na obsah THC podľa ustanovení čl. 39 nariadenia Rady ES) č. 73/2009. Povoľené sú tie odrody konopy siatej, ktoré sú uvedené v Spoločnom katalógu odrôd poľnohospodárskych druhov Európskeho spoločenstva (1995–2009).

Podľa kvalifikovaných odhadov bolo na Slovensku v roku 2010 zasiatych spolu 65 hektárov konopy siatej. Predpokladá sa rozšírenie jej pestovania na plochu minimálne 200 ha v nasledujúcich rokoch (2012-2014). Výnos suchej hmoty pazderia v tonách na hektár udávajú rôzni autori od 12 do 15 (16) t/ha (BENCKO 2012).

Takéto množstvá konopného pazderia nepostačujú na zmysluplnú výrobu celopazderových dosiek, a preto je možné uvažovať len so zavedením zmesi triesok a pazderia v určitom pomere v konštrukcii DTD. Z vizuálnych dôvodov sa neuvažovalo s pridávaním pazderia do povrchových vrstiev DTD.

Modifikácia stredovej vrstvy DTD sa v teoretickej rovine môže uskutočňovať z dvoch dôvodov:

1. zlepšenie úžitkových vlastností hotových DTD cestou pridania novej zložky do ich stredovej vrstvy,
2. nahradenie časti trieskovej hmoty v stredovej vrstve DTD inou surovinou.

V prvom prípade sa pridávaním novej zložky do stredovej vrstvy DTD sleduje synergický efekt znásobenia žiadaných vlastností dosák pre špeciálne účely ich použitia, napr. zvýšenie odolnosti dosák proti vlhkosti, vode, ohňu, biotickým alebo abiotickým činiteľom, zvýšenie pevnosti, a pod. V druhom prípade je cieľom šetrenie nákladov na vstupné suroviny a snaha zapracovať do konštrukcie DTD „lacnejšiu“ surovinu. Princípy modifikácie stredovej vrstvy DTD sú v oboch prípadoch v podstate totožné.

Pridávanie novej zložky (okrem dreva) do stredovej vrstvy DTD je relatívne známy technologický postup. Už KOLLMANN *a kol.* uvažovali v roku 1975 o úpravách vrstiev DTD s cieľom zlepšiť ich celkové vlastnosti a zohľadnili vplyv rôznych hydrofóbných látok, nastavovadiel, fungicídov, insekticídov a retardérov horenia vo vrstvách DTD. Podrobný prehľad vplyvu vlhkosti triesok, lepidlových zmesí a parafínovej emulzie na vlastnosti vrstiev DTD zostavil v roku 1977 KELLY. IRLE a BARBU (2010) sumarizujú výrobné postupy a strojné zariadenia nevyhnutné pre možné modifikácie vrstiev DTD. V roku 1997 bol udelený patent č. 08/464,670 (5681916) kolektívu a kol. Ich vynález spočíva v úprave vysoko reaktívneho fenolformaldehydového lepidla močovinou, ktorá pri výrobe stredovej vrstvy DTD zaisťuje ešte rýchlejšiu kondenzáciu fenolu a formaldehydu krátko pred želatináciou. Po pridaní močoviny sa vytvorí relatívne slabo alkalická močovinou modifikovaná fenolformaldehydová zmes. Až do momentu zalisovania stredovej vrstvy DTD sa jej vlastnosti zachovávajú. Alkália sa pridáva vždy v dostatočnom množstve podľa receptúry DTD, aby sa zabezpečilo rýchle zosieťovanie fenolformaldehydovej lepiacej zmesi. Vhodné využitie zvyškov z prerezávok viniča v stredovej vrstve DTD popísali KARGARFARD a NOURBAKHS (2008). Iné zvyšky z prerezávok viniča (kiwi) vo vrstvách DTD preskúmali NEMLI *a kol.* (2003). Na modifikáciu vrstvy DTD použili HUNDHAUSEN *a kol.* (2009) alkyl ketén dimer (AKD). Cieľom ich štúdie bolo dodať močovinoformaldehydovej lepiacej zmesi vyššiu a dlhšie trvajúcu hydrofóbnosť, aká vyplýva z bežne používaného parafínu. Skvapalnené drevo

pridávali do stredových vrstiev DTD ANTONOVIČ *a kol.* (2010) a ich práca poukázala nové možnosti v oblasti výskumu prírodných a ekologických materiálov s neobmedzeným potenciálom surovín. MO *a kol.* (2001) vo svojej práci upozorňujú na nebezpečenstvo, že pri modifikácii strednej vrstvy DTD môže dôjsť v dôsledku vyššieho obsahu vody v stláčanom koberci k znehodnoteniu jeho homogenity, pretože vznikajúca para vytvorí vysoký tlak vody.

Zapracovať do konštrukcie trieskovej dosky inú surovinu ako sú drevené triesky sa pokúšali viacerí autori. Podrobnú štúdiu literárnych zdrojov o užívaní nedrevných rastlinných vlákien pre konštrukčné veľkoplošné materiály zostavili YOUNGQUIST *a kol.* (1994). Konopné alebo ľanové pazderie v 100 %-nom podiele v trieskovej doske je relatívne staršia a dobre prepracovaná myšlienka a technologický postup výroby takéto dosie sa v podstate nelíši od výroby bežných DTD (KOLLMANN *a kol.* 1975, KOZLOWSKI *a kol.* 1994, KYMÄLÄINEN – SJÖBERG 2007). Na možnosť nahradiť drevené triesky konopným pazderím pri výrobe trieskových dosiek a navyše na možnosť vyrábať týmto spôsobom odľahčené dosky upozorňujú SCHOPPER *a kol.* (2009), ktorí pri využití konopného pazderia znížili hustotu trojvrstvových trieskových dosiek zo  $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  na  $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . PECENKA *a kol.* (2010) konštatujú celosvetový rastúci dopyt po vysoko kvalitných pazderových vláknach z konope a ľanu ako alternatívnych surovín v priemyselných odvetviach ako je automobilový, stavebný a nábytkársky priemysel.

## METODIKA

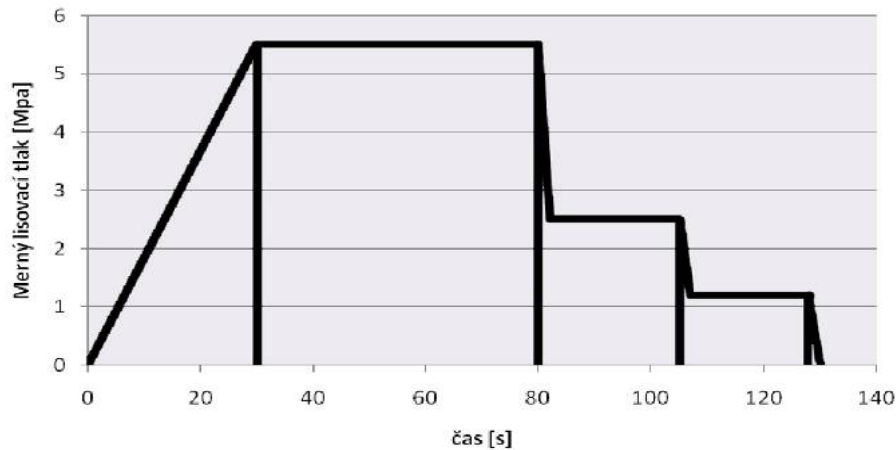
Pre výrobu modifikovaných DTD boli použité rovnaké technologické parametre, ako sa používajú v praxi pri výrobe bežných DTD:

- rozmery laboratórnych dosiek: šírka 300 mm, dĺžka 400 mm a hrúbka 16 mm
- počet dosiek pre každú zo 7 alternatív: po 5 ks
- rezerva triesok pripadajúca na výrobu každej série piatich dosiek: 30 %
- hustota dosky:  $650 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$
- vlhkosť po klimatizácii: 7 %
- pomer povrchových triesok k stredovým: 2:3
- vlhkosť povrchových triesok: 4,5 %
- vlhkosť stredových triesok a pazderia: 2 %
- nános lepidla na povrchové triesky: 10 %
- nános lepidla na stredové triesky a pazderie: 6 %
- sušina lepidla: 65 %
- nános parafínovej emulzie na povrchové triesky: 0,47 %
- nános parafínovej emulzie na stredové triesky a pazderie: 0,27 %
- sušina parafínovej emulzie: 37 %
- nános tvrdidla na povrchové triesky: 0,8 %
- nános tvrdidla na stredové triesky a pazderie: 3,5 %
- sušina tvrdidla: 58 %
- teplota lisovania:  $220 \text{ }^\circ\text{C}$
- lisovací faktor  $8 \text{ s}\cdot\text{mm}^{-1}$

Pracovný postup výroby bežných DTD, modifikovaných DTD, stanovenia a vyhodnotenia ich fyzikálnych a mechanických vlastností:

1. príprava a analýza vstupných surovín
2. sušenie pazderia, drevných povrchových a stredových triesok
3. triedenie povrchových a stredových triesok
4. príprava lepidlovej zmesi (LZ) a pomocných chemických látok (PCHL)

5. nanášanie LZ a PCHL
6. vrstvenie koberca
7. predlisovanie
8. lisovanie
9. klimatizácia
10. výroba skúšobných telies
11. meranie a vyhodnocovanie vybraných fyzikálnych (vlhkosť, hrúbkové napúčanie po 2 hodinách, hrúbkové napúčanie po 24 hodinách) a mechanických vlastností (pevnosť v ohybe, modul pružnosti v ohybe, pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky) na základe príslušných STN EN



**Obr. 1 Lisovací diagram.**  
**Fig. 1 Pressing diagram.**

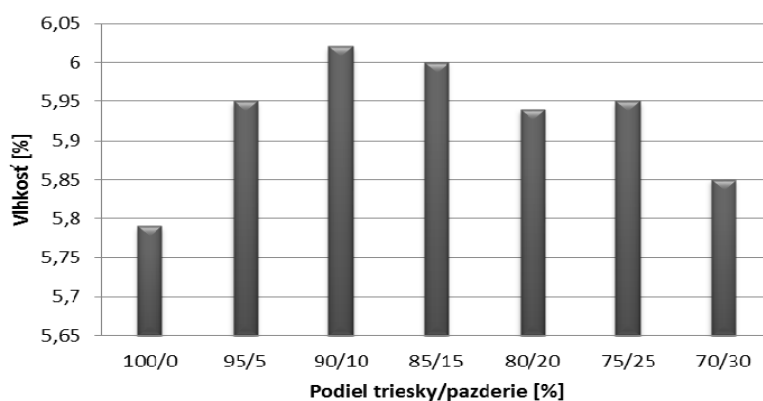
Vrstvenie triesok bolo vykonané ručne, pre stredovú vrstvu boli použité nasledovné pomery pazderia a drevných triesok:

- podiel č. 1: 0 % pazderia (P) – 100 % triesok (T)
- podiel č. 2: 5 % pazderia – 95 % triesok
- podiel č. 3: 10 % pazderia – 90 % triesok
- podiel č. 4: 15 % pazderia – 85 % triesok
- podiel č. 5: 20 % pazderia – 80 % triesok
- podiel č. 6: 25 % pazderia – 75 % triesok
- podiel č. 7: 30 % pazderia – 70 % triesok

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

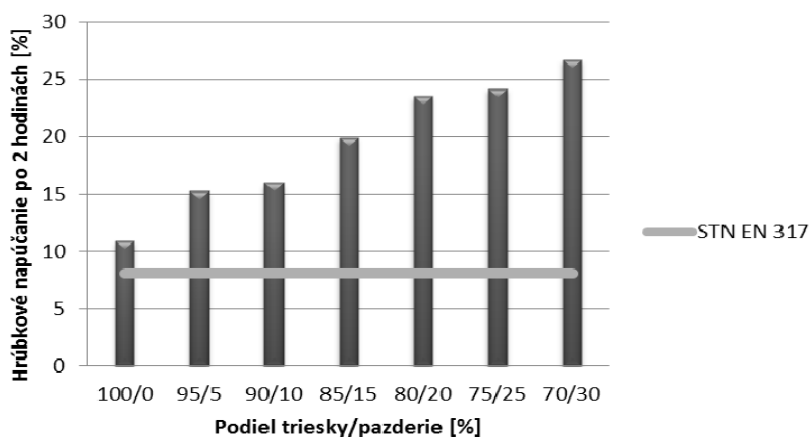
Priemerná *hustota* vylisovaných dosiek bola  $625 \pm 10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Podiel pazderia v stredovej vrstve dosky hustotu ovplyvnil v takmer nevýznamnej miere.

*Vlhkosť.* Norma STN EN 322: 1995 (Dosky z dreva – Zisťovanie vlhkosti) stanovuje priemerné percento vlhkosti DTD po vylisovaní v rozmedzí 5–15 %. Z obr. 2 vidieť, že predpísanú vlhkosť spĺňajú všetky percentuálne podiely pazderia a tiež nemodifikovaná DTD. Vlhkosť dosiek s podielom pazderia sú nevýznamne vyššie ako vlhkosť nemodifikovanej DTD. Na základe regresnej analýzy nebola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi vlhkosťou a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05 \%$ .



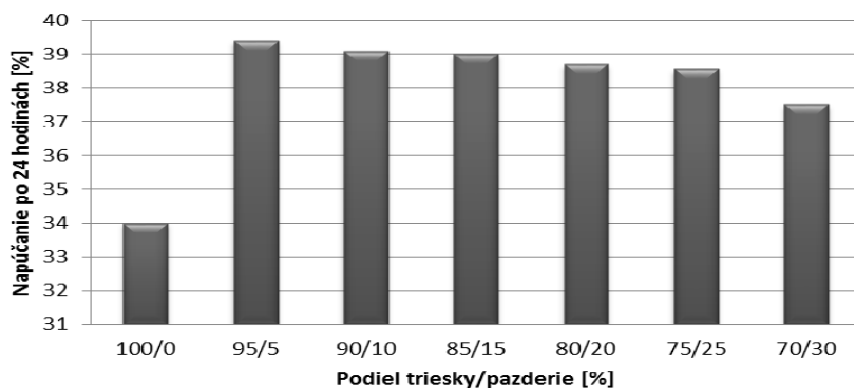
**Obr. 2 Vplyv podielu triesok a pazderia na vlhkosť.**  
**Fig. 2 Influence of particles and hemp ratio on moisture content.**

*Napúčanie po 2 hodinách.* Normou STN EN 317: 1999 (Trieskové a vláknité dosky – Stanovenie napúčania po uložení vo vode) povolené napúčanie DTD po 2 hodinách je maximálne do 8 %. Na obr. 3 je uvedené, že napúčanie sa pohybuje pri všetkých sledovaných pomeroch pazderia a dokonca aj pri nemodifikovanej trieskovej doske nad touto hranicou. Predpokladáme, že tento stav mohol byť zapríčinený množstvom prídavku hydrofobizačného prostriedku v procese výroby dosiek alebo frakčným zložením povrchových a stredových triesok v DTD. Pre napúčanie po 2 hodinách platí, že so zvyšujúcim sa percentuálnym podielom pazderia hodnoty napúčania narastajú, a to z dôvodu iného chemického zloženia pazderia oproti trieskam, pretože pazderie je schopné v porovnaní s drevnými trieskami prijímať viac vody. Na základe regresnej analýzy bola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi napúčaním po 2 hodinách a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  %.



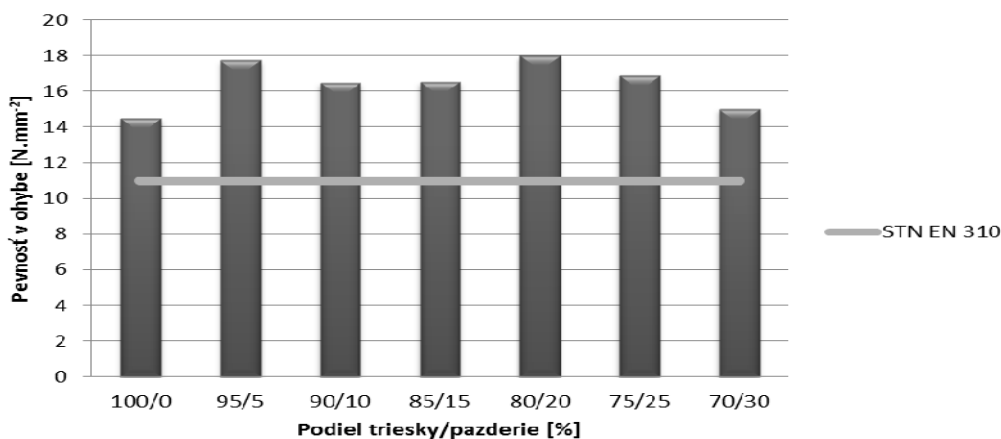
**Obr. 3 Vplyv podielu triesok a pazderia na napúčania po 2 hodinách.**  
**Fig. 3 Influence of particles and hemp ratio on swelling after 2 hours.**

*Napúčanie po 24 hodinách.* Napúčanie po 24 hodinách (Obr. 4) malo presne opačný priebeh ako napúčanie po 2 hodinách. Kým napúčanie po 2 hodinách stúpalo, napúčanie po 24 hodinách malo klesajúcu tendenciu. To môže byť pravdepodobne zapríčinené vplyvom prítomnosti pazderia, ktoré od určitého časového okamihu začína prijímať menej vody v porovnaní s trieskami a tým priebeh napúčania spomaľuje. Na základe regresnej analýzy bola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi napúčaním po 24 hodinách a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  %.



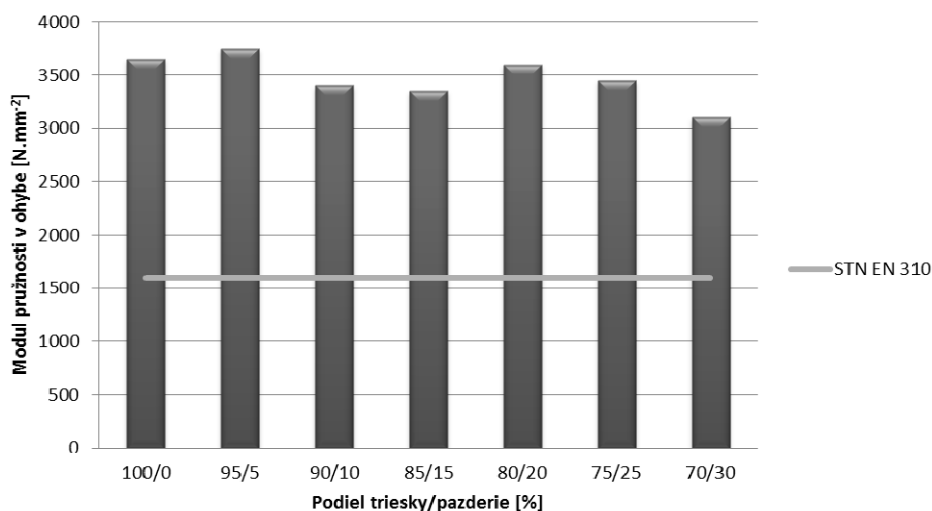
**Obr. 4** Vplyv podielu triesok a pazderia na napúčania po 24 hodinách.  
**Fig. 4** influence of particles and hemp ratio on swelling after 24 hours.

*Pevnosť v ohybe.* Normou STN EN 310: 2011 (Dosky z dreva – Stanovenie modulu pružnosti v ohybe a pevnosti v ohybe) predpísaná hodnota pevnosti v trojbodovom ohybe pre DTD je 11,0 MPa. Pri všetkých podieloch pazderia je normou predpísaná minimálna hodnota ohybovej pevnosti splnená. Z obr. 5 je vidieť, že prídavok pazderia vplyva na pevnosť v ohybe pozitívne, dokonca dosky s prídavkom pazderia v stredovej vrstve vykazujú lepšiu pevnosť v ohybe ako nemodifikovaná triesková doska. Od 20 % podielu pevnosť v ohybe mierne klesá, čo môže byť spôsobené väčším prídavkom pazderia, ktoré je ohybnejšie ako drevené triesky. Na základe regresnej analýzy nebola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi pevnosťou v ohybe a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  %.



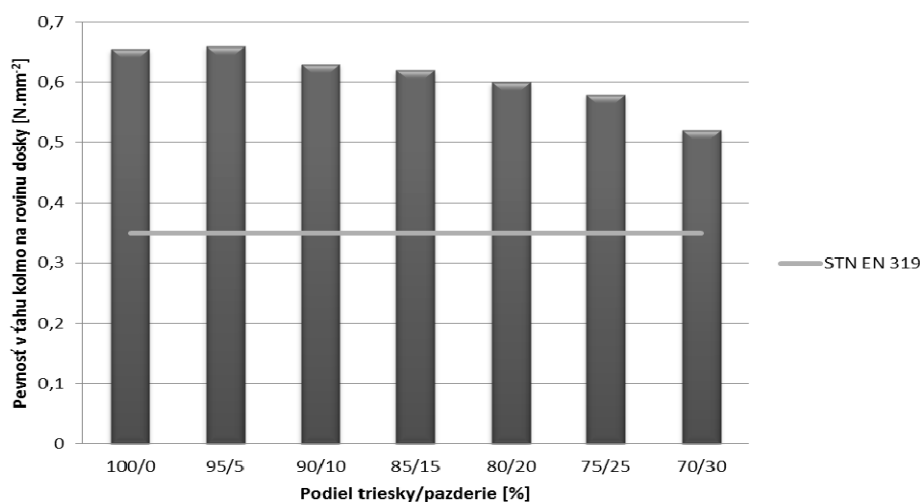
**Obr. 5** Vplyv podielu triesok a pazderia na pevnosť v ohybe.  
**Fig. 5** Influence of particles and hemp ratio on bending strength.

*Modul pružnosti v ohybe.* Pre modul pružnosti v ohybe je minimálna a normovaná hodnota 1 600 MPa. Normou STN EN 310: 2011 (Dosky z dreva – Stanovenie modulu pružnosti v ohybe a pevnosti v ohybe) stanovená minimálna hodnota 1 600 MPa je splnená pre všetky podiely pazderia (Obr. 6). Pri porovnaní jednotlivých podielov pazderia s nemodifikovanou trieskovou doskou sú rozdiely v module pružnosti v ohybe minimálne. Na základe regresnej analýzy bola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi modulom pružnosti v ohybe a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  %.



**Obr. 6 Vplyv podielu triesok a pazderia na modul pružnosti v ohybe.**  
**Fig. 6 Influence of particles and hemp ratio on module of elasticity in bending.**

*Pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky.* Minimálna hodnota pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky je pre DTD hrúbky 16 mm v norme STN EN 319: 1995. Trieskové a vlákňité dosky – Stanovenie pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky stanovená na 0,35 MPa. Podľa Obr. 7 je vidieť, že táto minimálna hodnota bola pri všetkých sledovaných podieloch pazderia dodržaná. So stúpajúcim percentuálnym podielom pazderia v doskách, klesá pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky. Tento jav je pravdepodobne spôsobený geometriou pazderia. Na základe regresnej analýzy bola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi pevnosťou v ťahu kolmo na rovinu dosky a podielom prídavku pazderia v DTD na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  %.



**Obr. 7 Vplyv podielu triesok a pazderia na pevnosť v ťahu na rovinu dosky.**  
**Fig. 7 Influence of particles and hemp ration for tensile strength perpendicularly to the board.**

## ZÁVER

Experiment bol zameraný na analyzovanie vplyvu modifikácie stredovej vrstvy pri výrobe DTD s prídavkom podielu pazderia na vybrané fyzikálne a mechanické vlastnosti. Podmienky pri výrobe dosiek a vykonávaní experimentu boli nastavené tak, aby

sa v čo najväčšej miere podobali výrobným podmienkam bežnej výroby DTD. Z vykonaných analýz môžeme konštatovať, že medzi modifikáciu stredovej vrstvy pazderím a vlastnosťami sú štatistické závislosti.

Pri pevnosti v ohybe nebola potvrdená štatisticky významná miera závislosti medzi pevnosťou v ohybe a podielom prídavku pazderia v DTD. Prídavok pazderia vplyva na pevnosť v ohybe pozitívne, dosky s pazderím majú vyššiu pevnosť v ohybe ako nemodifikované trieskové dosky.

Ďalšou vlastnosťou, pri ktorej sa nepotvrdila štatisticky významná miera závislosti bola konečná vlhkosť vyrobených DTD. Na vlhkosť vo väčšej miere ako samotná modifikácia vplyva lisovací proces. S predlžujúcim sa časom lisovania sa konečná vlhkosť znižuje a naopak, pri kratších lisovacích časoch sa odparí z DTD menej vody a konečná vlhkosť je vyššia.

Do skupiny, pri ktorej sa štatistický vplyv závislosti medzi podielom pazderia v stredovej vrstve a sledovanou vlastnosťou potvrdil patria: modul pružnosti v ohybe, pevnosť v ťahu kolmo na rovinu dosky, napúčanie po 2 hodinách a napúčanie po 24 hodinách.

Závislosť s klesajúcou tendenciou bola zaznamenaná pri pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky a module pružnosti v ohybe. Pri tejto klesajúcej tendencii by vyšší prídavok pazderia v stredovej vrstve mohol mať za následok nežiaduci pokles hodnôt týchto vlastností pod hranicu, ktorú stanovuje norma. Pri napúčaní po 24 hodinách je naopak zistená klesajúca tendencia pozitívna, keďže so zvyšujúcim sa podielom pazderia v stredovej vrstve sa proces napúčania od určitého momentu spomaľuje.

Rastúci trend bol preukázaný pri napúčaní skúšobných telies po 2 hodinách. Pre túto vlastnosť platí to isté, ako pri klesajúcom trende predchádzajúcich vlastností a to tak, že zvyšovanie podielu pazderia v stredovej vrstve DTD by malo za následok prekročenie maximálnych hodnôt stanovených v príslušných STN EN ešte vo väčšej miere, ako bolo zaznamenané.

## LITERATÚRA

- ANTONOVIC A., JAMBREKOVIC V., KLJAK J., ŠPANIĆ N., MEDVED S. 2010. Influence of Urea-Formaldehyde Resin Modification with Liquefied Wood on Particleboard Properties. *Drvna Industrija*, 61(1): 5–14.
- BENCKO M. 2012. Písomná informácia poskytnutá 21/03/2012. Ministerstvo pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, odbor rastlinnej výroby.
- BUSCHFELD A., GRAMSE M., KREZMIN H.J., LATTEKAMP M. 1997. Process for producing urea-modified, highly reactive phenolic resins useful as bonding agents for center-layer particles in the manufacture of particleboard. Patent Nr. 08/464,670 (5681916).
- HUNDHAUSEN U., MILITZ H., MAI C. 2009. Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips. *Biomedical and Life Sciences*, 67(1): 37–45.
- IRLE M., BARBU M. C. 2010. Wood-Based Panel Technology. In: *Wood-Based Panels. An Introduction for Specialists*. London : Brunel University Press, 2010, s. 1–94.
- KARGARFARD A., NOURBAKHSH A. 2008. Utilization of grape prunings residues in middle layer of particleboard. *Pajouhesh & Sazandegi*, 78: 186–191.
- KELLY M. W. 1977. Critical literature Review of Relationships between Processing Parameters and Physical properties of Particleboard. General Technical Report FPL-10, 1977, 70 s.
- KOLLMANN F. F. P., KUENZI E. W., STAMM J. A. 1975. Principles of Wood Science and Technology. Berlin, Heidelberg, New York : Springer – Verlag, 703 s.
- KOZLOWSKI R., MIELENIAC B., PRZEPIERA A. 1994. Plant Residues as Raw Materials for Particleboards. Proc. Of the 28th Intern. Particleboards Composite Materials Symposium, Pullman: W. S. U., s.181–197.



- KYMÄLÄINEN H.R., SJÖBERG A.M. 2008. Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations. *Building and Environment*, 43: 1261–1269.
- MO X., HU J., SUN X. S., RATTO J. A. 2001. Compression and tensile strength of low-density straw-protein particleboard. *Industrial Crops and Products*, 14(1): 1–9.
- NEMLI G., KIRCI H., SERDAR B., AY N. 2003. Suitability of kiwi (*Actinidia sinensis* Planch.) prunings for particleboard manufacturing. In: *Industrial Crops and Products*, 17, Elsevier Science B.V., s. 39–46.
- PECENKA R., FÜRL C., GUSOVIUS H.J. 2010. Economic production and processing of agricultural fibre plants for high quality applications in automotive, building and furniture industry. In: CIGR, XVII<sup>th</sup> World Congress, Québec, 4 s. ([www.bioeng.ca](http://www.bioeng.ca)).
- SCHOPPER CH., KHARAZIPOUR A., BOHN CH. 2009. Production of innovative hemp based three-layered particleboards with reduced raw densities and low formaldehyde emissions. *Inderscience Enterprises Ltd*, 36(1–4): 358–371.
- YOUNGQUIST J. A., ENGLISH B. E., SCHARMER R. C., CHOW P., SHOOK S. R. 1994. Literature Review on Use of Nonwood Plant Fibers for Building Materials and Panels. USDA, Forest service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-80, 148 s.
- STN EN 310: 2011. Dosky z dreva – Stanovenie modulu pružnosti v ohybe a pevnosti v ohybe.
- STN EN 312: 1999. Trieskové dosky – Požiadavky.
- STN EN 317: 1999. Trieskové a vláknité dosky – Stanovenie napúčania po uložení vo vode.
- STN EN 319: 1995. Trieskové a vláknité dosky – Stanovenie pevnosti v ťahu kolmo na rovinu dosky.
- STN EN 322: 1995. Dosky z dreva – Zisťovanie vlhkosti.
- STN EN 324-1: 1996. Dosky z dreva – Stanovenie rozmerov.
- STN EN 326-1: 1996. Dosky z dreva – Odber vzoriek, narezávanie a kontrola - Časť: odber vzoriek, narezávanie skúšobných telies a vyjadrenie výsledkov.

## PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore grantovej agentúry VEGA v rámci projektu č. 1/0345/12 „Interakcia zložiek dreva a vysokých teplôt lisovania drevných kompozitov a jej vplyv na tvorbu kompozitného materiálu pri súčasnom zabránení chemických zmien zloženia lisovaných drevných častíc a odstránení rizika vzniku požiaru“.

## Adresa autorov

doc. Ing. Roman Réh, CSc.  
 Ing. Ján Vrtielka  
 Katedra mechanickej technológie dreva  
 Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene  
 T. G. Masaryka 24  
 960 53 Zvolen  
 reh@vsld.tuzvo.sk  
 vrtielka.j@gmail.com

