

## MULTIMEDIÁLNA PREZENTÁCIA AKO NOVÝ NÁSTROJ INTERPRETÁCIE A SPROSTREDKOVANIA VEDECKÝCH POZNATKOV Z OBLASTI NÁUKY O DREVE

### MULTIMEDIAL PRESENTATION AS A NEW TOOL FOR INTERPRETATION AND COMMUNICATION IN AREA OF WOOD SCIENCE

Radek Novotný – Jozef Kúdela – Richard Hrčka – Rastislav Lagaňa –  
Ivo Moravec

#### ABSTRAKT

In this paper we present the methodology and theoretical approach for communication of wood science to the wide public used in the Interactive Exposition in the Visitor Centre of Woodcrafts in the Modrava village in the Bohemian Forest Mts. The exposition is backed up with the experience tourism principles. The way of interpretation is illustrated on examples of swelling, swelling pressure and heat conductivity.

**Keywords:** experience tourism, interactive exposition, interpretation, wood science.

#### ÚVOD

Vďaka informačným technológiám a internetu sa informácie stali dostupnými pre široké vrstvy spoločnosti. Vlastníctvo informácie ako takej prestáva byť konkurenčnou výhodou. V záplave informácií rozličnej kvality sa čím ďalej tým viac oceňuje schopnosť vybrať si tú kľúčovú, umiestňovať fakty do kontextu a interpretovať ich tak, aby boli pre laickú verejnosť nielen zrozumiteľné, ale aby mali na ňu aj emocionálny dosah (PINK 2008).

Samotná *interpretácia*, sa do popredia dostáva aj preto, lebo samotné informácie obsahujú iba fakty, pričom cieľom interpretácie je poskytovať nové pohľady, myšlienky a spôsoby, ako veciam rozumieť (TIMOTHY a BOYD 2003).

Spracovaním informácie na princípe osobného zážitku sa zaoberá zážitková turistika. Preto sa aj v nekomerčných oblastiach pri odovzdávaní informácií stále viac uplatňuje komunikačná technológia, ktorá využíva viacmysľové vnímanie.

V praxi to znamená nechať *subjekt*, aby sa po určitej motivácii sám rozhodol daný problém „vyskúšať“ osobne – formou jednoduchého experimentu. Až potom, keď zažije ten slasťný okamih „Heuréka“ (aha), „funguje to“, sa mu predložia fakty, populárno-vedecké vysvetlenia a argumenty. Jeho zážitok tak bude hlbší a dlhodobejší.

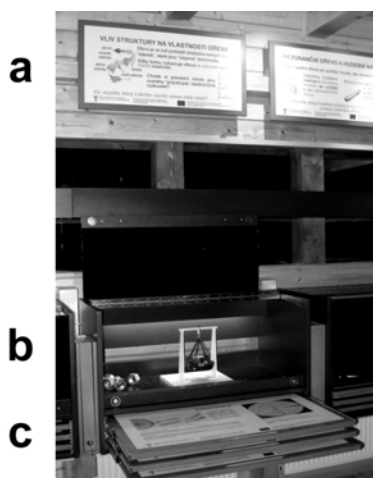
#### Filozofia interaktívnej expozície

Tematická interaktívna expozícia, ktorej súčasťou je aj ponuka experimentov, si dáva za cieľ predstaviť vybranú problematiku zaujímavým a ekonomicky realizovateľným spôsobom – tak, aby v ideálnom prípade podnietila v subjekte zmenu myslenia.

#### Príklad: Interaktívna expozícia Návštevníckeho centra drevárstva na Modrave

Príklad takejto interaktívnej expozície poskytuje Návštevnícke centrum drevárstva na Modrave. Systém jednotlivých tematických zoskupení je nastavený tak, aby sa návštevníci najprv motivovali určitým „tajomným“ príbehom (anizotropia dreva, napúčanie, tepelné vlastnosti,

napúšiaci tlak, obr. 1a). Pokiaľ ich téma zaujme, majú možnosť vykonať experiment (obr. 1b). V prípade, že dosiahnuté výsledky budú chcieť aj vysvetliť, požadovanú informáciu dostanú vo forme tlačených posterov ako aj multimediálnych nástrojov (obr. 1c) na úrovni, ktorú si sami zvolili (3 stupne obtiažnosti).



**Obr. 1 Interaktívne zastavenie o „Anizotropii dreva“ v Interaktívnej expozícii Návštevníckeho centra drevárstva na Modrave.**

**Fig. 1 The interactive point „Wood Anisotropy“ in the Interactive Exposition in the Visitor Centre of Woodcrafts in Modrava.**

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Pre zabezpečenie zrozumiteľnosti a prevádzkyschopnosti jednotlivých zastavení interaktívnej expozície bolo potrebné dodržať určité didaktické a prevádzkové princípy, ktoré možno zhrnúť do 3 kategórií:

### Princíp názornosti

Názorná a zrozumiteľná, aj pre laika pochopiteľná prezentácia správania materiálu a jeho vlastností vyžaduje určité zjednodušenie procesu, zvýraznenie významných faktorov a vylúčenie tých, ktoré jednoznačnosť prejavu pri danom experimente rozostrejujú.

Môže ísť napr. o náhradu pôvodného materiálu materiálom, ktorý lepšie zodpovedá podmienkam laboratória alebo expozície. Rovnaký účel môže splniť zmena tvaru vzorky, kedy napr. zvýšenie aktívnych plôch, prípadne úprava povrchu vzorky môže daný proces zintenzívniť alebo urýchliť.

### Princíp zrýchlenia

Experiment treba skrátiť, ak vyžaduje dlhší čas, ako mu je záujemca ochotný venovať.

V prvom kroku treba zistiť, ktoré fázy experiment najviac predlžujú. Ak danú fázu z procesu nemožno vylúčiť, treba ju nejakým spôsobom skrátiť, prípadne umiestniť pred samotnú realizáciu experimentu (príprava materiálu, pomôcok a pod.). Pokiaľ táto fáza nie je pre vlastnú prezentáciu javu a vlastností materiálu nevyhnutná, treba ju modifikovať alebo nahradiť.

Ak by aj napriek tomu bol experiment neúmerne dlhý, je rozumné ho vyradiť z prezentácie a nahradiť ho videozáznamom alebo počítačovou vizualizáciou.

### Princíp finančnej udržateľnosti

Aby bolo možné experiment realizovať v bežných podmienkach laboratória interaktívnej expozície kedykoľvek v prípade záujmu, musí byť ľahko opakovateľný a minimálne finančne náročný. Najdôležitejším predpokladom opakovateľnosti je technická a finančná dostupnosť experimentu. Základným pravidlom, najmä v prípade deštruktívnych skúšok, je používanie

lacných, ľahko dostupných materiálov. Drahé a na údržbu náročné nástroje a prístroje experiment predražujú. Preto je vhodné používať veľmi jednoduché mechanické nástroje a prístroje, prípadne ľudskú energiu. Tam, kde to možné nie je, je treba namodelovať experiment na počítači.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

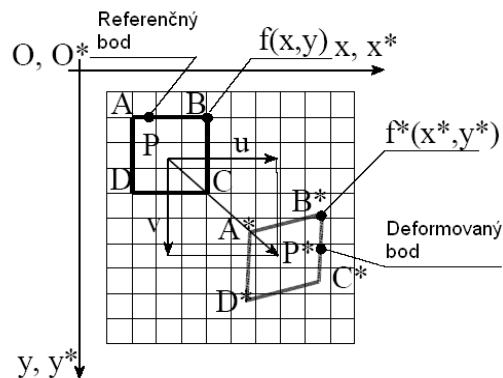
### Napúčanie dreva

Jedno zo zastavení v expozícií drevárstva je venované napúčaniu dreva. Napúčanie sa prejavuje ako zmena rozmerov pri zvyšovaní vlhkosti. Opačným procesom je zosychanie, ktoré sa prejavuje pri úbytku vlhkosti. Tieto javy spôsobujú celý rad problémov tam, kde je drevo, prípadne výrobky z dreva, vystavené zmenám vlhkosti. Aby mohol návštevník expozície pozorovať napúčanie dreva priamo, musel by vzorku dreva na pomerne dlhú dobu ponoriť do vody a posuvným meradlom zistiť zmenu jej rozmerov.

Tento spôsob stanovenia napúčania dreva je značne náročný na čas (desiatky minút až desiatky hodín, v závislosti od rozmerov vzorky). Navyše rozmerová zmena nie je dostatočne výrazná – u druhov dreva s vysokým napúčaním sa vzorka pri takomto experimente môže zväčšiť maximálne o 10 % v tangenciálnom a o 4 % v radiálnom smere (POŽGAJ *a kol.* 1997).

Didaktický prístup bolo treba navrhnuť tak, aby dej napúčania zobrazoval dostatočne názorne, jednoducho a pochopiteľne a aby bol zároveň cenovo a časovo nenáročný. Vytvorili sme demonštračné video zrýchleného procesu napúčania. Záznam reálneho napúčania dreva bol digitálne spracovaný tak, aby pozorovateľ mohol vnímať daný dej v zrýchlenej a zvýraznenej forme, ktorá zmeny rozmerov dreva zviditeľní (KURJATKO a MAMOŇ 1997).

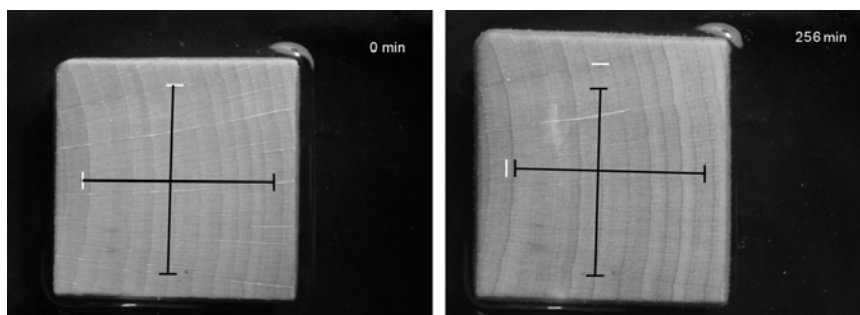
Zmeny rozmerov vzorky sú interpretované prostredníctvom posunutia referenčných bodov na povrchu vzorky v hlavných smeroch napúčania. Použili sme metódu korelácie digitálneho obrazu (DIC) (BRUCK 1989), založenú na princípe hľadania polohy malej referenčnej plochy (bodu) na obrázkoch povrchu snímaných počas procesu zmeny rozmerov vzorky (obr. 2).



**Obr. 2** Hľadanie posunutia deformovaného bodu  $P^*$  vzhľadom k referenčnému bodu  $P$  pomocou korelácie digitálneho obrazu.

**Fig. 2** Searching of shifted and deformed point  $P^*$  with respect to a reference point  $P$  identified with digital image correlation (DIC) technique.

Referenčný rozmer bol reprezentovaný úsečkou definovanou dvoma bodmi na povrchu suchej vzorky. Pri napúčaní sa tieto body vzdialovali od seba. Pôvodné i posunuté body určené pomocou DIC boli vložené na príslušné miesta do obrázkov, z ktorých bolo vytvorené demonštračné video (obr. 3).



**Obr. 3 Ukážka vizualizácie zmeny rozmeru počas napúčania v radiálnom a tangenciálnom smere. Rozmer vzorky pred napúčaním  $30 \times 30 \times 4$  mm. Biela značka reprezentuje bod posunutia počas napúčania.**

**Fig. 3 A visualisation of dimensional changes during swelling in the radial and tangential direction. The original sample dimensions were  $30 \times 30 \times 4$  mm. A white mark represents a shifted point during swelling.**

Vizualizácia procesu napúčania výrazne skrátila trvanie experimentálnej časti zastavenia. Časovo náročný proces napúčania sa skrátil na niekoľko desiatok sekúnd, pričom sa výrazne zvýšila zrozumiteľnosť interpretácie deja. Návštevník je takto oboznámený s problematikou napúčania v krátkom čase, pričom sa od neho nevyžadujú nijaké zručnosti. Takisto odpadajú problémy hygieny a bezpečnosti práce spojené s reálnym experimentom.

Celkové náklady, ktoré sa takto obmedzili na finančne nenáročnú audiovizuálnu techniku sú ďaleko nižšie ako pôvodné náklady na prípravu vzoriek a náklady na experimentálne zariadenia a prípravky. Keďže dotyková obrazovka je obsluhovaná priamo návštevníkom, aj personálne náklady na prevádzku a údržbu klesli na minimum.

### **Subjektívne vnímanie teploty dreva dotykom – haptický experiment**

Ak priložíme ruky na rôzne materiály (napr. oceľ a polystyrénová doska), obvyčajne cítime, že jeden je teplejší ako druhý. Preto sa hľadá odpoveď, prečo je to tak (KOKOCIŇSKI a ROMANKOW 2008). Ďalšie zastavenie v expozícii tiež odpovedá na otázku, prečo hmatom vnímame aj rozličné druhy dreva v tom istom prostredí ako nerovnako teplé.

Návštevníci prikladajú ruky, každú na jednu dosku z iného druhu dreva a sledujú, ako rozdielne vnímajú teplotu týchto dosiek. Podstatu vizualizácie tohto hmatového, tzv. haptického experimentu, ktorý zobrazuje nielen výslednú hodnotu, ale aj jej zmenu, hľadáme medzi prebiehajúcim fyzikálnym javom a zmyslovým klamom, ktorý je interpretovaný mozgom experimentátora.

Hmatové receptory na dlaniach vnímajú vzorky, ktorých teplota bola v skutočnosti rovnaká, ako rôzne teplé v prípade, že ich tepelná vodivosť je rôzna – pretože rýchlosť odvádzania tepla z dlane cez rozhranie medzi dlaňou a povrchom dreva sa ustáli až vtedy, keď sa teplotný gradient ustáli na určitej hodnote. Čím je tepelná vodivosť, tepelná kapacita a hustota dreva vyššia, tým rýchlejšie sa teplo z dlani šíri od povrchu do vnútorných vrstiev dreva a ustáli sa na nižšej rovnovážnej teplote, čo ľudský mozog vyhodnocuje tak, že povrch dreva je chladnejší.



**Obr. 4 Haptický experiment s tepelnou vodivosťou dreva.**  
**Fig. 4 Haptic experiment with wood thermal conductivity.**

Cieľom bolo vizualizovať experiment tak, aby nielen popisoval skutočný fyzikálny jav, ale aby daná interpretácia nebola v rozpore so zmyslovým vnemom návštevníka.

Aby bola interpretácia experimentu účinná, musel byť proces viditeľný. Aby bol prezentovaný prejav pochopiteľný aj pre laika (návštevníka), bolo nutné veľmi zložitý jav, ktorý závisí od mnohých vonkajších podmienok, zjednodušiť. To znamená, že bolo potrebné rovnicu

$$c \cdot \rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \nabla \cdot (k_{12} \nabla c) + \nabla \cdot (k_{22} \nabla t) + \nabla \cdot (k_{23} \nabla p) \quad (1)$$

kde  $c \cdot \rho$  je objemová špecifická tepelná kapacita,  $t$  teplota,  $\tau$  čas,  $c$  koncentrácia,  $p$  tlak,  $k_{12}$ ,  $k_{22}$ ,  $k_{23}$  sú prenosové charakteristiky, zjednodušiť natoľko, aby jej model dokázal generovať taký priebeh hodnôt, ktorý je v súlade so zmyslovým prejavom, ktorý je výsledkom interpretácie mozgu (nie je možné, aby model vyhodnotil nejakú drevinu inakšie, ako sa to prejavilo v zmyslovej rovine). Nebolo teda potrebné objasňovať jednoznačnosť výsledných hodnôt modelu v mene exaktnosti takými parametrami, ktoré človek nedokáže svojimi zmyslami zaznamenať (pórovitosť dreva), alebo faktormi, ktoré síce mozog pri svojej interpretácii zohľadňuje, ale návštevník si ich primárne neuvedomuje. Napríklad farba dreva prispieva k citovému prejavu tepla (drevo s tmavšími, červenohnedými tónmi sa nám javí opticky teplejšie ako drevo svetlobiele), ale dlane väčšiny ľudí schopnosť rozoznať farbu primárne nemajú. Preto sme tento faktor do modelu nezahrňovali. Vzhľadom na to, že podmienky v expozícii sú pre všetky vzorky rovnaké (relatívna vlhkosť, počiatočná teplota, tlak), mohli sme eliminovať aj tieto faktory. Podľa Luikova (1968) platí:

$$\frac{t - t_{02}}{t_{01} - t_{02}} = \frac{K}{1 + K} \left( 1 + \frac{1}{K} \operatorname{erf} \left( \frac{x \sqrt{c_1 \rho_1}}{2 \sqrt{\lambda_1 \tau}} \right) \right) \quad (2)$$

$$K = \sqrt{\frac{\lambda_1 c_1 \rho_1}{\lambda_2 c_2 \rho_2}} \quad (3)$$

kde  $t_{01}$ , je počiatočná teplota telesa s vyššou teplotou a  $t_{02}$  telesa s nižšou teplotou;  $x$  je miesto a  $\tau$  je čas určovania teploty v tele;  $\lambda_1$  je koeficient tepelnej vodivosti kože, je objemová špecifická tepelná kapacita kože,  $\lambda_2$  je koeficient tepelnej vodivosti dreva, a  $c_2 \cdot \rho_2$  je objemová špecifická tepelná kapacita dreva. Číselné hodnoty  $\lambda_1$ ,  $c_1 \cdot \rho_1$ , resp.  $\lambda_2$ ,  $c_2 \cdot \rho_2$  možno nájsť v odbornej literatúre COHEN (1977), resp. POŽGAJ a kol. (1997).

Rovnice (2) a (3) bolo potrebné modifikovať tak, aby dosiahnutý výsledok sa dal vizualizovať. Za týmto účelom bolo ale potrebné nájsť fyzikálny vnem, pomocou ktorého sa to dá dosiahnuť a ktorý môže teplotu v experimente nahradiť.

Zásada urýchlenia procesu nebola v tomto prípade nutná, pretože zmyslový vnem, kedy

návštevník rozpozná teplotný rozdiel medzi rukami na doskách z rôznych drevín, trvá cca 2–5 sekúnd, čo je pre počítačovú animáciu dostatočne dlhý čas.

Pretože samotný experiment je veľmi jednoduchý a pretože nejde o deštruktívnu skúšku, uskutočňuje sa takmer s nulovými prevádzkovými nákladmi. Jediným úskalím bolo nájsť taký substitučný zrkovú vnem, ktorého vyvolanie a prevádzka nebudú finančne náročné.

Prístroje, ktoré by v reálnom čase a kontinuálne prevádzkali zmenu teploty na povrchu drevenej dosky vplyvom tepelnej vodivosti na iný parameter, by boli drahé a bolo by nutné ich najprv vyvinúť. Z toho dôvodu sme pristúpili k počítačovej vizualizácii, ktorú možno relatívne ľahko pripraviť a potom prezentovať na počítači vo forme animácie alebo videa.

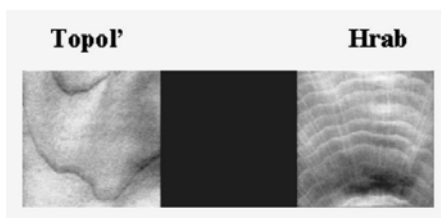
Za zrkom registrovateľný vnem, ktorým možno pri interpretácii verne nahradiť gradient tepla zapríčinený vplyvom tepelnej vodivosti, bola vybraná farebná zmena. Každú farbu tvorí vzájomná kombinácia 3 základných farieb RGB (red, green, blue – červená, zelená, modrá). Keďže ľudské oko rozoznáva odtiene farby ťažšie ako počítač, je možné v priebehu teplotnej zmeny drevenej dosky priradiť ku každej teplotnej zmene farebnú hodnotu takmer spojito. Tieto farebné zmeny zoradené za sebou vytvorili časovú sekvenciu obrazu, ktorej priebeh je ľahko kvantifikovateľný, to znamená, že v každom okamihu možno farebnú zmenu transformovať späť do poklesu teploty na povrchu dlaní vplyvom tepelnej vodivosti dreva podľa rovníc

$$B = 127 + \text{Round}\left(127 \cdot \frac{t - t_{01}}{t_{rov} - t_{01}}\right) \quad (4)$$

$$R = G = 127 - \text{Round}\left(127 \cdot \frac{t - t_{01}}{t_{rov} - t_{01}}\right) \quad (5)$$

$$t_{rov} = t_{02} + (t_{01} - t_{02}) \cdot \frac{K_{min}}{1 + K_{min}} \quad (6)$$

kde  $K_{min}$  je menšia hodnota  $K$  pre dve skúmané drevené telesá. Zároveň je ľudské oko schopné vnímať odlišnosti farebnej zmeny medzi dvoma blízko seba umiestnenými objektmi a porovnávať tieto farebné zmeny medzi sebou. To umožňuje pozorovateľovi jednotlivé druhy dreva vzájomne hodnotiť a porovnávať si výsledok s vlastným zážitkom po priložení rúk na drevené dosky. Porovnáva sa topoľové a hrabové drevo (obr. 5)



**Obr. 5 Porovnávané dreviny.**  
**Fig. 5 Comparing wood species.**

Pretože napriek zmyslovému vnemu dochádzalo v skutočnosti k tepelnej strate, zvolila sa ako porovnávací farba modrá. Celý vizualizačný proces začínal na oboch stranách farbou sivou (obr. 6) a v priebehu času farba s odlišnou rýchlosťou odvedenia tepla modrala.

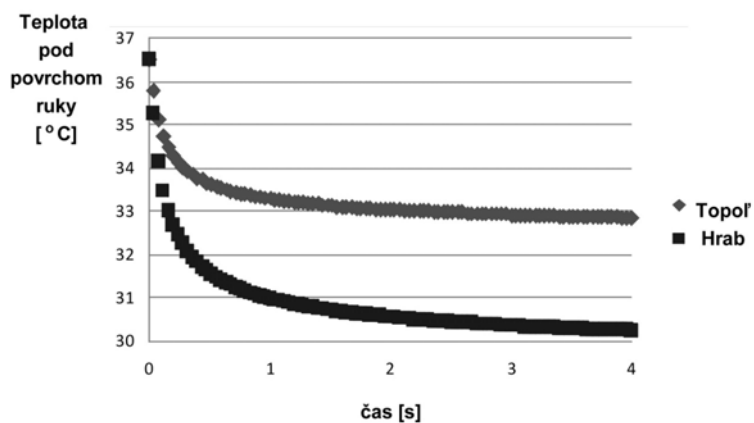


Obr. 6 Východisková situácia pred simuláciou farebnej zmeny.  
Fig. 6 Situation before the colour change simulation.

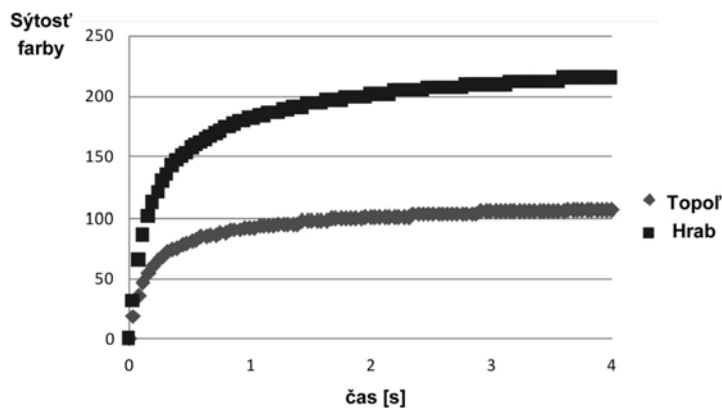
Po určitom čase sa proces zastavil na úrovni, na ktorej sa aj v skutočnosti vyrovnala teplota medzi návštevníkovou dlaňou a povrchom drevenej dosky. Na základe porovnania farby (jej sýtosti) sa určil vnímaný výsledok (obr. 7–9).



Obr. 7 Výsledná farebná zmena simulujúca konečnú hodnotu teploty v rovnovážnom stave.  
Fig. 7 Resulting colour change simulating the final temperature value in the steady state.



Obr. 8 Teplota pod povrchom pokožky ruky dotýkajúcej sa topoľového a hrabového dreva ( $x = 0,1$  mm).  
Fig. 8 Temperature under the hand skin in contact with poplar and hornbeam wood ( $x = 0,1$  mm).



Obr. 9 Sýtosť farby použitej na vizualizáciu teploty.  
Fig. 9 Colour saturation used for temperature visualisation.

Vysvetlenie dotykového experimentu je známe, preto sme ho znázornili pomocou lineárneho zobrazenia medzi teplotou a farbou v RGB priestore. Ak nie je známa hodnota  $K_{\min}$ , potom za hodnotu  $t_{\text{rov}}$  je potrebné dosadiť hodnotu  $t_0$ .

### Sila dreva

Ďalšie zastavenie interaktívnej expozície pod názvom „sila dreva“, reprezentuje napúčací tlak dreva. Pod napúčacím tlakom rozumieme postupne rastúci tlak, ktorým musíme pôsobiť na drevo, aby sme zabránili jeho napúčaniu (PERKITNY a KINGSTON 1972). Z definície vyplýva, že vzniká v dreve v dôsledku jeho obmedzeného napúčania. Vládla mylná predstava, že najväčší napúčací tlak je v tom smere, v ktorom drevo najviac napúča. Bolo dokázané (KRAUSS 1988, KÚDELA 2005), že to môže byť aj úplne opačne, pretože pri napúčacom tlaku dôležitú úlohu zohrávajú tiež mechanické vlastnosti dreva v danom smere. V praxi sa však využíva napúčací tlak len v kolmých smeroch (radiálny a tangenciálny smer).

Turistu upúta toto zastavenie vhodne zvoleným príkladom spĺňajúcim princípy zážitkovej turistiky – príbehom o starovekej technológii na lámánie skál pre stavbu Egyptských pyramíd. Podľa historickej interpretácie, Egypťania, dávno pred našim letopočtom, na štiepanie skál používali drevo. Do trhlín v skale zarážali klíny z tvrdého vysušeného dreva a polievali ich vodou – obr. 10 (VERNER 2006).

Predpokladá sa, že už v tejto dobe mali ľudia poznatky o tom, že drevo v dôsledku obmedzeného napúčania je schopné vyvinúť na steny skaly taký tlak, že ju môže roztrhnúť.

Následne zastavenie ponúka záujemcovi možnosť overiť si tento jav na základe experimentu, ktorý zjednodušenou formou nahrádza uvedenú starovekú technológiu. Dosiahnutý výsledok by ho mal nabádať k tomu, aby si dal sám odpoveď na otázku, či je možné takýmto spôsobom roztrhnúť skalu.





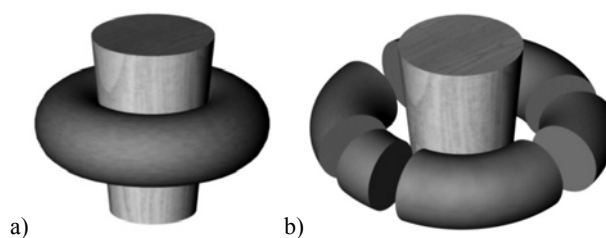
**Obr. 10 Artefakt pre lámanie kameňa v starovekom Egypte.  
Fig. 10 Artefact for rock splitting in the Ancient Egypt.**

Pri navrhovaní experimentu sa museli opäť zohľadniť nasledovné skutočnosti:

- jednoduchosť a názornosť experimentu,
- dĺžka trvania experimentu,
- finančná udržateľnosť – zníženie nákladov.

Keďže vŕtať otvory a zatĺkať drevené klíny do skál je prácne, časovo náročné a finančne nákladné, pre daný účel sme miesto skál použili keramické krúžky s daným vnútorným a vonkajším priemerom, známej pevnosti. Z bukoveho dreva sa pripravili skúšobné telesá tvaru zrezaného kužeľa s malou zbiehavosťou. Bukové drevo musí byť priepustné pre vodu (nesmie byť zatylované) a musí mať nízku vlhkosť (0–5 %). Na bukové teleso sa nasunie keramický krúžok tak, aby tesne priliehal k drevu (obr. 11a). Pri takomto experimente sa dosiahne vyšší efekt napúčacieho tlaku ako pri jednostrannom napúčaní (SKAAR 1988). Teleso aj s krúžkom sa ponorí jedným koncom do vody a druhým koncom sa ústami nasáva voda. Voda sa nasáva dovedy, pokiaľ ju človek necíti v ústach. Na základe známeho koeficienta priepustnosti a skutočnosti, že dospelý človek dokáže ústami vyvinúť tlak 0,067 MPa (<http://sci.tech-archive.net/Archive/sci.physics/2006-05/msg02257.html>), sme na základe Darcyho zákona stanovili dĺžku skúšobného telesa tak, aby nasávanie vody netrvalo dlhšie ako 3 minúty. Drevo nasiaknuté vodou začne napúčať. V mieste kontaktu s keramickým krúžkom sa začne vyvíjať tlak na krúžok. Minimálna hodnota napúčacieho tlaku dreva sa tak stanoví na základe známej hodnoty pevnosti roztrhnutého krúžku. Celý experiment trvá približne 10 minút a náklady na zhotovenie telesa a keramického krúžku nepresahujú stanovený limit.

Takto postavený experiment je zaujímavý a pre laika dostatočne názorný. Ak má experimentátor záujem o prehĺbiť si poznatky o danom jave, po vykonaní experimentu mu to umožní ďalší poster, kde je jav už popísaný a vysvetlený na vyššej odbornej úrovni.



**Obr. 11 Náhrada skúšobného telesa z kameňa keramickým krúžkom z dôvodu úspor nákladov, a) pred napúčaním, b) porušený keramický krúžok v dôsledku napúčacieho tlaku.  
Fig. 11 Ceramic ring replacing test stone specimen – with the purpose to lower expenses, a) before swelling, b) ring split by swelling pressure.**

## ZÁVER

V práci sú prezentované tri zložité javy z oblasti náuky o dreve, ktoré v rámci interaktívnej expozície boli prezentované takým spôsobom, aby im porozumel laik a aby ho daný problém aj zaujal.

Pre zabezpečenie zrozumiteľnosti a prevádzkyschopnosti jednotlivých zastavení bolo potrebné dodržať určité didaktické a prevádzkové princípy, ktoré možno zhrnúť do 3 kategórií:

Fyzikálny jav napúčania bol vizualizovaný pomocou zrýchleného videa, samotný proces zmeny, voľným okom neviditeľný, bol zviditeľnený pomocou digitálneho obrazu.

Matematický model tepelnej vodivosti dreva bol upravený a transformovaný do vizuálneho vnemu tak, aby poskytol populárno-vedecké vysvetlenie jednoduchého haptického (dotykového) experimentu, vrátane interpretácie prežitého zmyslového klamu.

Hodnoty vlhkosťného napätia presahujú hodnoty pevnosti keramického krúžku. To svedčí v prospech hypotézy, podľa ktorej starovekí Egypťania lámali kamenné bloky na stavbu pyramíd za pomoci napúšťacieho tlaku drevených klinov zatĺčených do trhlín v kameni.

Každá z týchto troch prezentácií je dostatočne názorná, čo možno usúdiť aj na základe vysokého záujmu, dokonca opakovaných návštev expozície zo strany verejnosti. Žiadna z nich nie je náročná na čas (10–15 min) ani na financie.

## LITERATÚRA

BRUCK, H. A., MCNEILL, S. R. SUTTON, M. A. A PETERS, W.H. III. 1989. Digital Image Correlation Using Newton-Raphson Method of Partial Differential Correction. In: *Experimental Mechanics*, 1989, roč. 28, č. 3, s. 261–267.

COHEN, L. M. 1977. Measurement of thermal properties of human skin. Review. In: *Journal of investigative dermatology*. Williams & Wilkins Co. roč. 69, s. 333–338.

KOKOCIŇSKI, W., ROMANKOW, J. 2008. Body local thermal balance in contact with workingboard. *Ann. WULS – SGGW, For. and Wood Technol.*, roč. 65, s. 206–212.

KRAUSS, A. 1988. Untersuchungen über den Quellungsdruck des Holzes in Faserrichtung. *Holzforchung und Holzverwertung*, roč. 40, s. 65–72.

KÚDELA, J. 2005. *Vlhkostné a tepelné namáhanie bukového dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005, 141 s.

KURJATKO, S., MAMOŇ, M. 1997. Bezkontaktná metóda merania rozmerových zmien dreva. In: *Les – drevo – životné prostredie '97*: Sekcia č.5: Štruktúra a vlastnosti dreva v technologickom využití. Zvolen: 1997, s. 153–159.

LUIKOV, A. V. 1968. *Analytical heat diffusion theory*. Moscow: Vysshaya Shkola, 1968.

PERKITNY, T., KINGSTON, R. S. T.: Review of the sufficiency of research on the swelling pressure of wood. *Wood Sci. Technol.* Roč. 22, 1972, č. 3, s. 215–229.

PINK, D.H. 2008. *Úplně nová mysl*. Praha: Ideál, 2008. 288 s.

POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. 1997. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava: Príroda a.s. 486 s.

SKAAR, C. 1988. *Wood – Water Relation*. Berlin; Heidelberg; New York; Tokio: Springer – Verlag, 283 s.

TIMOTHY, D., J. 1998. Cooperative tourism planning in a developing destination. In: *Journal of Sustainable Tourism*, 1998, roč. 6, č. 1, s. 52–68.

VERNER, M. 2006. *Lidové noviny*, 18.2. 2006

## Pod'akovanie (Acknowledgement)

Príspevok vznikol vďaka podpore Ministerstva kultúry Českej republiky z Grantového programu "Zprístupnenie a ochrana kultúrnych, umeleckých a vedeckých zdrojov" (kód DC07P02OUK003).

### **Adresy autorov**

Ing. Radek Novotný, PhD.  
Ing. Ivo Moravec  
Centrum pro komunitní práci – jižní Čechy  
Dvořákova 21  
370 01 České Budějovice  
radek.novotny@cpkp.cz  
ivo.moravec@cpkp.cz

Prof. Ing. Jozef Kúdela, CSc.  
Ing. Richard Hrčka, PhD.  
Ing. Rastislav Lagaňa, PhD.  
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene  
Katedra náuky o dreve  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
kudela@vsld.tuzvo.sk  
rhrcka@vsld.tuzvo.sk  
lagana@vsld.tuzvo.sk

