



# SLEDOVANIE VPLYVU TEPELNÉHO TOKU A HRÚBKY DREVENÝCH DOSIEK NA ČAS ZAPÁLENIE

## MONITORING THE EFFECT OF HEAT FLOW AND THICKNESS OF WOODEN BOARDS ON IGNITION TIME

IVETA MARKOVÁ, IVANA TUREKOVÁ, MARTINA IVANIČOVÁ, JANA JAĎUĐOVÁ

**ABSTRACT:** *Oriented strand boards (OSB) and particleboards (PB) are wooden boards, commonly used in building structures or building interiors. The surface of boards may hence become directly exposed to fire or radiant heat. The aim of this paper is to evaluate the behaviour of uncoated particleboards and OSB exposed to radiant heat. The following ignition parameters: heat flux intensity (from 43 to 50 kW.m<sup>-2</sup>) and ignition temperature were used to observe the process of particleboard and OSB ignition. The time-to-ignition of particleboards and OSB with a thickness of 12, 15, and 18 mm were monitored and compared. The experiments were conducted on a modified device in accordance with ISO 5657:1997. Results confirmed the thermal degradation of samples. Heat flux had a significant effect on time-to-ignition. OSB had a higher ignition time than particleboards and the thermal degradation of OSB started later, i.e., at a higher temperature than that of particleboards, but OSB also had a higher mass loss than particleboards. The samples yielded the same results above 47 kW.m<sup>-2</sup>.*

**KEYWORDS:** *Particleboard. OSB, Heat release. Time-to-ignition.*

### ÚVOD

Dosky vyrobené na báze dreva patria k významným produktom z dreva (Pedzik, 2022). Výroba spočíva vo využití dreva nižších kvalitatívnych tried (Bekhta, 2021) a v získavaní vhodných materiálov s vylepšenými fyzikálno-mechanickými vlastnosťami (Bušterová, 2011). Podrobné vlastnosti DTD sú popísané v práci Krišťák & Réh (Krišťák, 2021). OSB dosky patria do uvedenej skupiny produktov, ale je potrebné ich považovať za vstupné materiály pre použitie v nábytkárskom a stavebnom priemysle (Gaff, 2019). Hodnotenie OSB dosiek z hľadiska ich prípravy a vlastností je uvedené v prácach (Igaz, 2017), (Ďaďová, 2022). Uvedené materiály sú skúmané aj ako izolačné materiály (Kup, 2022), (Zheng, 2020). Sú súčasťou sendvičových skladiel pre nízkoenergetické domy (Mitrenga, 2022), (Makovická, 2022). Bohate sa využívajú v interiéroch ako obklady (Košútová, 2022), (Petar, 2021) a prvky nábytku (Langová, 2019). Veľkoplošné materiály na báze dreva, tvoria najväčší percentuálny podiel dreveného materiálu v drevostavbe (Rantuch, 2015), pritom svojou plochou môžu byť priamo vystavené požiaru (Turkowski, 2022) alebo vplyvu sálavého tepla (Ďaďová, 2022). V dôsledku pôsobenia iniciačného zdroja dochádza k termickej degradácii až vznieteniu dosiek (Rybinski, 2021), (Richter, 2021). Uvedené procesy sú ovplyvnené ako horľavým materiálom, tak prostredím, kde sú umiestnené (Richter, 2021). Proces iniciácie nie je možné charakterizovať jedinou vlastnosťou. Rantuch et al. (Rantuch, 2017) použil na popis iniciácie iniciačné parametre. Na základe dvoch z nich (kritický tepelný tok a iniciačná teplota) boli porovnané DTD a OSB dosky hrúbky 12, 15 a 18 mm.

**Cieľom príspevku** je hodnotenie správania sa povrchovo neupravených drevotriesok a OSB dosiek vystavených pôsobeniu sálavého tepla. Sleduje sa významný vplyv druhu vzorky, hrúbky dosiek a veľkosti tepelného toku na čas zapálenia drevotrieskových dosiek a OSB dosiek.



### 1. METODIKA PRÁCE A MATERIÁL

DTD a OSB dosky s hrúbkou 12, 15 a 18 mm (Tabuľka 1) boli použité ako skúšobné vzorky. Vybrané hrúbky dosiek sa používajú pri výstavbe a zatepľovaní domov, pri stavbe nadhľadov, podhľadov, stavebných priečok a pod. Vzorky DTD boli od firmy Kronospan s.r.o. Zvolen, pod názvom Drevotriesková doska surová nebrúsená (Tabuľka 1). DTD doska obsahuje triesky z listnatého dreva, a močovino-formaldehydovú lepiacu zmes.

Vzorky OSB boli získané od firmy Kronospan Jihlava, pod názvom OSB/3 SUPERFINISH ECO (Tabuľka 1), bez povrchovej úpravy. Použité OSB dosky sú viacvrstvovými doskami z plochých triesok stanoveného tvaru a hrúbky. Triesky vo vonkajších vrstvách sú orientované rovnobežne s dĺžkou alebo šírkou dosky, triesky v stredových vrstvách môžu byť orientované náhodne alebo obecné kolmo na lamely vonkajších vrstiev. Spojené sú melamín-formaldehydovou živicom a PMDI, sú plošne lisované. Dosky obsahujú prevažne zmes ihličnatého dreva.

Vzorky boli narezané na rozmery plochy (165x165) mm podľa normy ISO 5657:1997 [24]. Vybrané doskové materiály boli klimatizované pri teplote ( $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ) pri relatívnej vlhkosti ( $50 \pm 5\%$ ). Hustota vzoriek bola experimentálne stanovená podľa EN 323:1993 [25]. Zvyšné parametre sú získané z kariet bezpečnostných údajov (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Charakteristika DTD a OSB dosiek pre hrúbky 10-18mm

Parametre	DTD		OSB dosky	
Označenie vzoriek	DT		OSB	
Hustota ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	665 $\pm$ 10%		630 $\pm$ 10%	
Vlhkosť (%)	5.25 $\pm$ 0.16%		5 $\pm$ 12%	
Napúčanie (%)	3.5		15	
Tepelná vodivosť ( $\text{W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}$ )	0.10 – 0.14		0.13	
Obsah formaldehydu ( $\text{mg.100g}^{-1}$ )	6.5		8	
Index šírenia plameňa ( $\text{mm.min}^{-1}$ )	-		83.8	
Reakcia na oheň	D-s1, d0			

Meracie zariadenie prešlo kalibráciou a stanovením hodnôt tepelných tokovpôsobiacich na vybrané vzorky (Tureková, 2022), (Turekova, 2021). Stanovenie času zapálenia a úbytku hmotnosti závislosti od zvolenej úrovne hustoty tepelného toku a hrúbky doskových materiálov bolo urobené podľa modifikovaného postupu ISO 5657: 1997. Modifikácia bola realizovaná zmenou použitého iniciátora. Iniciácia bola vyvolaná len tepelným tokom, bez použitia zapaľovacieho plameňa.

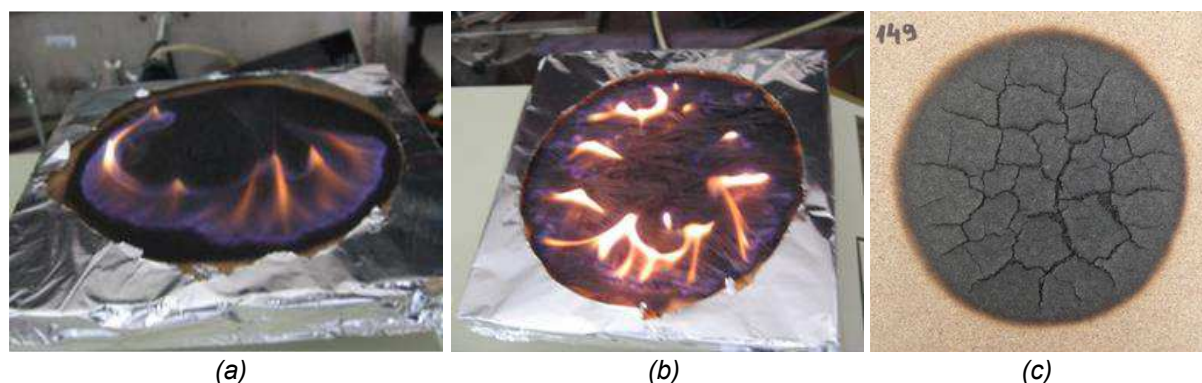
Vzorky boli umiestnené horizontálne a exponované tepelným tokom od 43 do 50  $\text{kW.m}^{-2}$  elektricky vyhrievaným kónickým žiaričom. Orientačnými experimentami sa stanovil minimálny tepelný tok potrebný na udržanie plameňového horenia. Sledovanie času do zapálenia a úbytku hmotnosti v intervale od 43 do 50  $\text{kW.m}^{-2}$  bolo urobené pri každej hrúbke doskového materiálu v piatich opakovaniach. Experimentálne získané výsledky teplôt iniciácie boli štatisticky vyhodnotené dvojfaktorovou analýzou variancie (ANOVA) s použitím LSD testu pri 95% a 99% hladine preukázateľnosti (software STATISTIC 109). Faktory vplyvu boli použité: druh vzorky (drevotrieska, OSB), hrúbka doskového materiálu (12, 15 a 18 mm), hustota sálavého tepelného toku (od 43 do 50  $\text{kW.m}^{-2}$ ).

## 2. VÝSLEDKY PRÁCE

Minimálna hodnota sálavého tepelného toku pre DTD a OSB dosky bola orientačne nameraná 43  $\text{kW.m}^{-2}$ . Táto hodnota predstavovala kritický tepelný tok pre vybrané vzorky. Maximálna hodnota sálavého tepelného toku, ktorým boli vystavené vybrané doskové materiály, bola 50  $\text{kW.m}^{-2}$ . Tepelný tok sa postupne zvyšoval 1  $\text{kW.m}^{-2}$  (Tabuľka 2).

Horizontálne umiestnená vzorka pod tepelným kužeľom bola exponovaná vybraným tepelným tokom a postupne termicky degradovala a vyvíjala horľavé plyny. Termická degradácia (Obrázok 1) sa prejaví úbytkom hmotnosti (Tabuľka 2). Iniciácia nastáva dosiahnutím kritickej teploty (Turekova, 2022).

Karbonyzovaný zvyšok (Obrázok 1c) ostáva napovrchu, ktorý bol vystavený pôsobeniu sálavého tepla, čo dokazuje tepelnoizolačné vlastnosti DTD a OSB [28].



Obrázok 1 (a) Proces horenia drevotrieskových (DTD) dosiek s hrúbkou 15 mm vystavených tepelnému toku  $48 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  v čase 80 s. (b) Proces horenia OSB dosiek s hrúbkou 15 mm vystavených tepelnému toku  $48 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$  v čase 80 s. (c) DT doska 10 minút po ukončení experimentu, hrúbka vzorky 18 mm

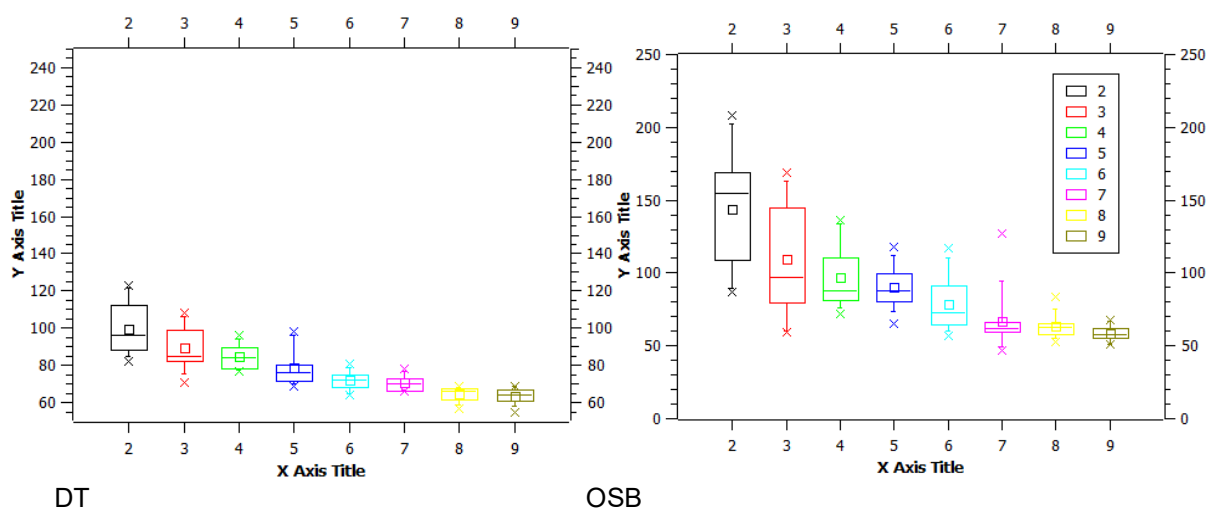
Tabuľka 2 Fyzikálno-chemické vlastnosti a požiaro-technické charakteristiky DTD a OSB dosiek pre hrúbky 10-18mm

Sálavý tepelná tok ( $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$ )	Hrúbka (mm)	Čas do zapálenia (s)	
		DTD	OSB
43	12	$89.0 \pm 5.215$	$107.4 \pm 32.92$
	15	$92.6 \pm 3.441$	$172.8 \pm 68.271$
	18	$117.0 \pm 5.513$	$170.0 \pm 19.279$
44	12	$80.0 \pm 5.366$	$80.80 \pm 14.372$
	15	$86.4 \pm 4.882$	$108.0 \pm 31.093$
	18	$102.8 \pm 4.308$	$140.0 \pm 31.698$
45	12	$78.2 \pm 0.748$	$100.2 \pm 21.673$
	15	$84.4 \pm 2.057$	$86.4 \pm 10.442$
	18	$92.2 \pm 2.481$	$111.2 \pm 24.235$
46	12	$71.6 \pm 1.624$	$84.4 \pm 9.002$
	15	$76.0 \pm 2.280$	$93.4 \pm 21.767$
	18	$89.0 \pm 7.974$	$98.8 \pm 12.592$
47	12	$66.4 \pm 2.870$	$71.0 \pm 8.671$
	15	$73.8 \pm 0.797$	$67.08 \pm 5.403$
	18	$75.6 \pm 3.720$	$103.6 \pm 18.391$
48	12	$64.0 \pm 1.490$	$58.60 \pm 5.953$
	15	$69.4 \pm 1.959$	$63.40 \pm 7.116$
	18	$75.0 \pm 2.000$	$77.60 \pm 25.881$
49	12	$60.6 \pm 2.24$	$65.0 \pm 11.436$
	15	$66.0 \pm 2.28$	$62.20 \pm 3.2497$
	18	$67.2 \pm 1.166$	$63.20 \pm 3.187$
50	12	$59.8 \pm 2.638$	$56.80 \pm 2.039$
	15	$64.4 \pm 2.497$	$59.40 \pm 5.607$
	18	$66.8 \pm 2.093$	$60.20 \pm 5.741$

Vzájomné porovnanie času zapálenia vzoriek DTD a OSB dosiek na základe rovnakej hrúbky (Obrázok 2) ukazuje rozdiely v experimentoch pri pôsobení nižších hodnôt sálavého tepla, čiže pri 43 až 46 kW.m<sup>-2</sup>. DTD dosky a OBS dosky hrúbky 12 a 15 mm majú od 47 kW.m<sup>-2</sup> rovnaké hodnoty času zapálenia (Obrázok 1c a Tabuľka 2). Vzorky DTD a OBS dosiek hrúbky 18 mm majú rovnaké hodnoty časov od 48 kW.m<sup>-2</sup> (Obrázok 2). Hodnoty času zapálenia OSB dosiek majú väčší rozptyl výsledkov o čom svedčia aj vytvorené krabicové grafy (Obrázok 2). Variabilita vyplýva z podstaty dosky, ktorá je zložená z veľkoplošných častíc dreva z lisovaných plochých štiepok, ktoré sú lisované pod vplyvom vysokého tlaku a teploty. Spojivo je živica na báze formaldehydu (Michalovič, 2014). Osvald et al., vplyv spojovacieho materiálu (lepidla ako aj ostatných aditív) na termickú degradáciu povrchu OSB, nepredpokladá.

Nerovný povrch je príčinou rôznych hodnôt získaných pri tepelnom zaťažení povrchu OSB. Získané smerodajné odchýlky (Tabuľka 2) sú vysoké najmä pri nízkych tepelných tokoch. Pomalý ohrev spôsobuje štart degradačných procesov v odlišných časoch pre tú istú hrúbku v dôsledku rôznorodosti povrchu materiálu.

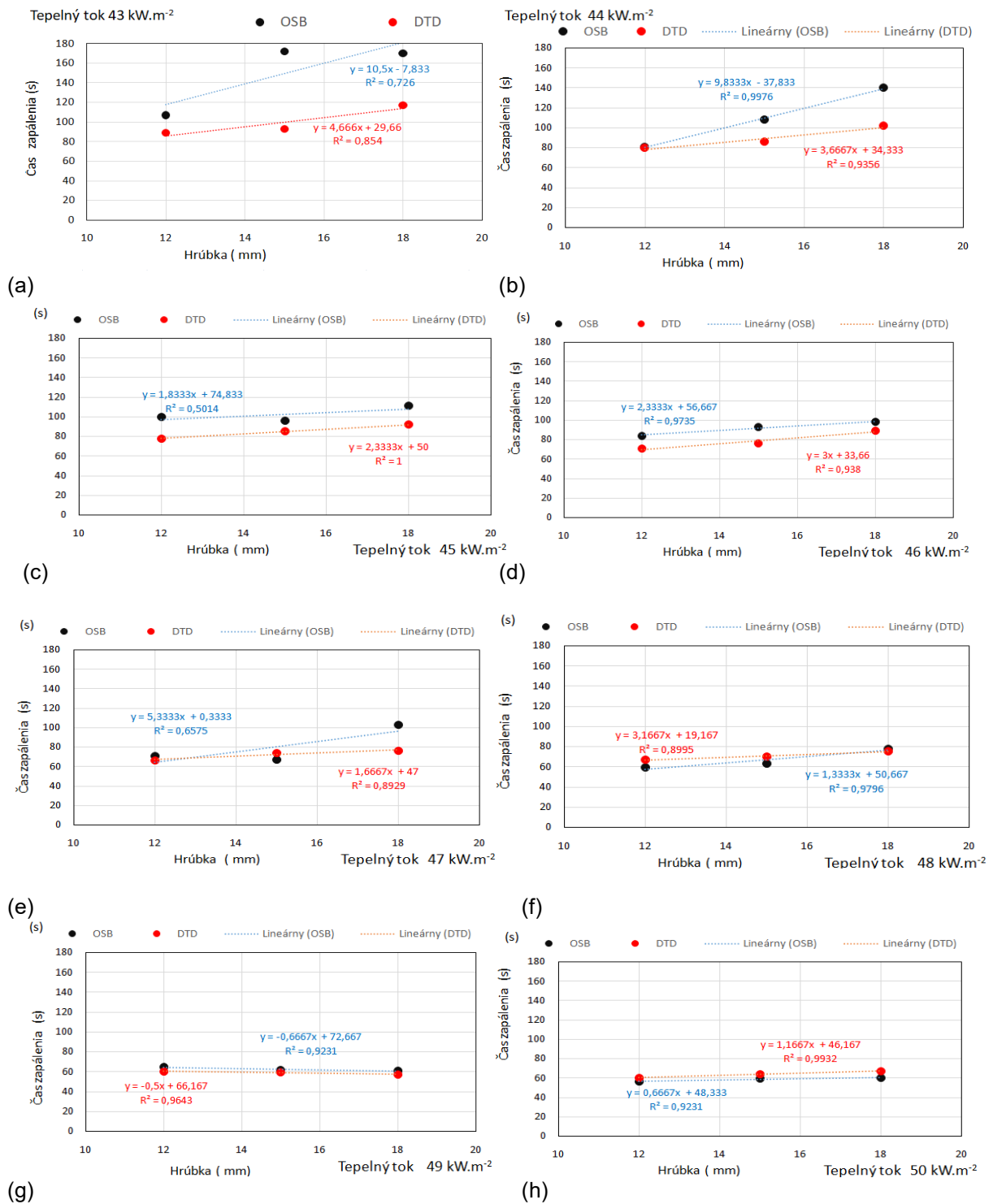
Porovnanie DTD a OBS dosiek ukázalo nižšie hodnoty zapálenia u DTD dosiek. Príčinu je možné hľadať v štruktúre dosky. OBS doska má zloženie z väčších prvkov drevnej hmoty v porovnaní s DTD doskami. Na druhej strane, porovnaním hmotnostného úbytku DTD a OBS dosiek, je menší úbytok sledovaný u DTD dosiek všetkých hrúbok. Daný rozdiel sa znižuje s nárastom hrúbky vzoriek. Hmotnostné úbytky vzoriek DTD a OBS dosiek hrúbky 18 mm sú rovnaké (Obrázok 2).



**Obrázok 2** Porovnanie času zapálenia DTD a OSB v závislosti na pôsobení sálavého tepla. Legenda: Krabicové grafy majú značky osi X ako 2 – 43 kW.m<sup>-2</sup>, 3 – 44 kW.m<sup>-2</sup>; 4 – 45 kW.m<sup>-2</sup>; 5 – 46 kW.m<sup>-2</sup>; 6 – 47 kW.m<sup>-2</sup>, 7 - 48 kW.m<sup>-2</sup>, 8 - 49 kW.m<sup>-2</sup> a 9 je 50 kW.m<sup>-2</sup>. Interval spoľahlivosti 95 %.

Podrobná analýza výsledkov času zapálenia pre jednotlivé hrúbky vzoriek vystavených rôznym hodnotám tepelného toku je znázornená na obrázku 6. Porovnaním hodnôt času zapálenia medzi DT a OSB boli zistené zaujímavé výsledky, okrem výsledkov pre tepelný tok 43 kW.m<sup>-2</sup> (Obrázok 3a).

Obrázok 3 prezentuje lineárne závislosti nárastu času zapálenia na hrúbke vzorky. Zároveň sú grafy doplnené kvantitatívnou analýzou prostredníctvom krabicových grafov. Uvedené grafy potvrdzujú popis správania sa OSB a DTD v dôsledku pôsobenia sálavého tepla. Hodnoty času zapálenia DTD drevotriesok sú nižšie ako OSB pri tepelnom toku 47 kW.m<sup>-2</sup> (Obrázok 3b, c, d, e). Následne časové údaje DTD a OSB splyvajú (Obrázok 3f, g, h), čiže s rastúcou hrúbkou vzorky rastie čas zapálenia. Uvedená rastúca tendencia sa vytratila pri tepelnom toku 49 a 50 kW.m<sup>-2</sup> (Obrázok 3g, h).

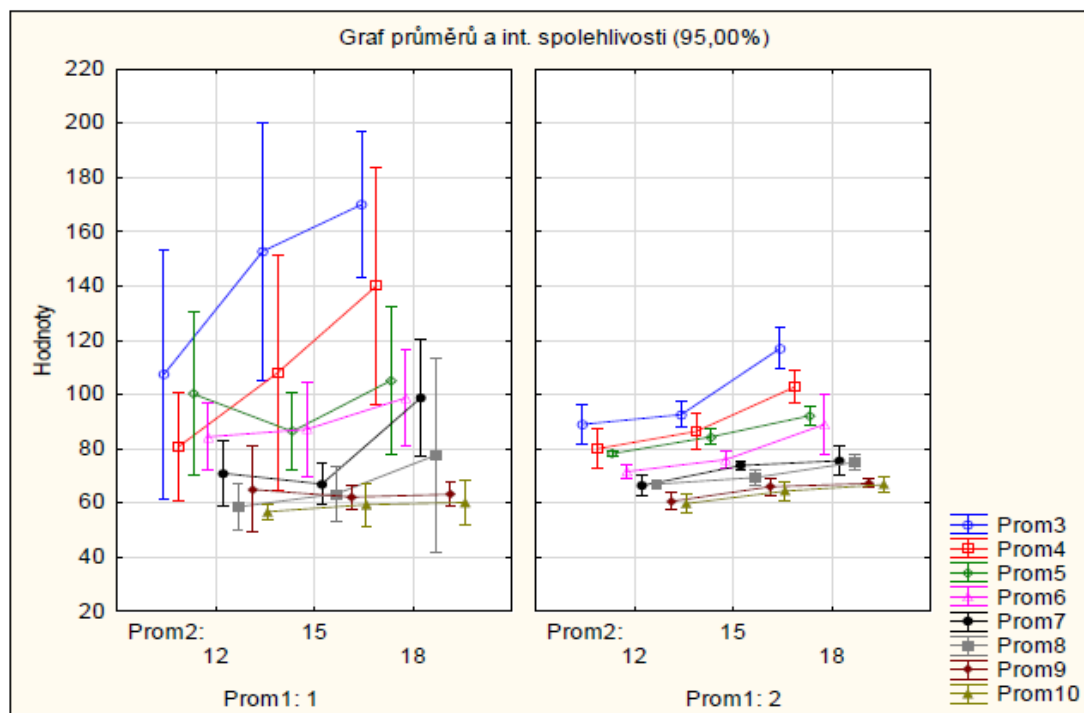


**Obrázok 3** Grafické závislosti času zapálenia vzhľadom na hrúbku dosky a tepelný tok

Richter et al. získal podobné výsledky, keď riešili vplyv koncentrácie kyslíka a tepelného toku na horenie a vznietenie DTD. Experimenty boli realizované na vzorkách DTD s rôznymi koncentraciami kyslíka (0-21%), tepelnými tokmi (10-70 kW.m<sup>-2</sup>), hustotami vzoriek (600-800 kg.m<sup>-2</sup>) a hrúbkami vzoriek (6-25 mm). Výsledky Richtera et al. ukázali vplyv tepelného toku a koncentrácia kyslíka na rýchlosť zuhoľnatenia, čas vznietenia a režim horenia (pyrolýza, tlenie, horenie).

### 3. ŠTATISTICKÉ VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Experimentálne získané výsledky teplôt iniciácie boli štatisticky vyhodnotené dvojfaktorovou analýzou variácie (ANOVA) s použitím LSD testu pri 95% a 99% hladine preukázateľnosti. Za faktory vplyvu boli zvolené: druh vzorky (DT, OSB), hrúbka (12, 15 a 18 mm) a tepelný tok (od 43 do 50 kW.m<sup>-2</sup>). Z obrázkov 4 vyplýva, že DT aj OSB dosky majú rovnomerne rozložené dáta pri tepelnom toku 47 kW.m<sup>-2</sup> (Prom7) a tepelnom toku 50 kW.m<sup>-2</sup> (Prom10). Štatistické testovanie dát potvrdilo predchádzajúce výsledky.



**Obrázok 4** Vplyv Druhu dreveniny (1=OSB, 2 =DTD), hrúbky vzorky (12,15 a 18 mm) a tepelného toku (od 43 do 50 kW.m<sup>-2</sup>) na čas zapálenia. Legenda: Prom 3-7 – tepelný tok od 43 do 50 kW.m<sup>-2</sup>

### ZÁVER

Na základe vykonaných experimentov je možné vyvodiť nasledujúce závery:

- Termická analýza potvrdila vyššiu iniciačnú hodnotu termického rozkladu OSB (179°C) než u DTD (146°C). Rozdiel v hmotnostných úbytkoch v obidvoch stupňoch nepresahoval 1%.
- OSB dosky mali dlhší čas zapálenia než DTD a termická degradácia OSB dosiek začínala neskôr, čiže pri vyššej teplote ako u DTD dosiek. Nad 47 kW.m<sup>-2</sup> sa vzorky správali rovnako. Ale OSB dosky mali vyšší hmotnostný úbytok ako DTD.

### POĎAKOVANIE

*Príspevok vznikol za finančnej podpory APVV-20-0603 Vývoj nástrojov na posudzovanie rizík pre účely vybraných podnikov a profesií v Slovenskej republike v súlade s požiadavkami EÚ.*

### LITERATÚRA

- Bekhta, P., Noshchenko, G., Reh, R., Kristak, L., Antov, P., Mirski, R. (2021). Properties of eco-friendly particleboards bonded with lignosulfonate urea-formaldehyde adhesives and pMDI as a crosslinker. *Materials*, 14, 4875. <https://doi.org/10.3390/ma14174875>
- Bušterová, M. (2011). Effect of Heat Flux on the Ignition of Selected Board Materials. Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology in Bratislava.
- Ďaďová, A., Hollá, K., Cidlinová, A., Makovická Osvaldová, L., Vala, J., Kočár, S. 2022. Evaluation of European Surveys in the Area of Health and Safety at Work and Identification of new Risks in the Labor Environment. In: irc 2022 XVI. international research conference proceedings. november 10-11, 2022 Tokyo, Japan. ISSN 1307-6892

- Ďaďová, A., Michalík, D., Košútová, K., Cidlinová, A., Vala, J., 2022. Súčasný problémy a výzvy v bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci v Európskej únii a novovznikajúce riziká. In: Krízový manažment – vedecký časopis FBI UNIZA, roč. 21, č. 2/2022. ISSN 1336 – 0019.
- Dietenberger, MA., Shalbafan, A., Welling, J. (2018). Cone calorimeter testing of foam core sandwich panels treated with intumescent paper underneath the veneer (FRV). *Fire and materials*, 42(3), 296-305. DOI:<https://doi.org/10.1002/fam.2492>
- EN 323:1993. Wood-Based Panels—Determination of Density. European Committee for Standardization: Brussels, Belgium,
- Gaff, M., Kacik, F., Gasparik, M. (2019). The effect of synthetic and natural fire-retardants on burning and chemical characteristics of thermally modified teak (*Tectona grandis* L. f.) wood. *Constr. Build. Mater.*, 200, 551–558. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2018.12.106
- Igaz, R., Krišťák, L., Ružiak, I., Gajtanska, M., Kučerka, M. (2017). Thermophysical properties of OSB boards versus equilibrium moisture content, *BioRes.*, 12(4), 8106-8118. DOI:10.15376/biores.12.4.8106-8111
- ISO 5657:1997. Reaction to Fire Tests—Ignitability of Building Products using a Radiant Heat Source. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland.
- Karta bezpečnostných údajov. Dosky vyrobené z orientovaných plochých trojíc bez povrchovej úpravy - OSB SUPERFINISH ECO, typ OSB. Kronospan s.r.o. Zvolen.
- Karta bezpečnostných údajov. Drevotrieskové dosky lisované naplocho, nebrúsené, bez povrchovej úpravy. Kronospan s.r.o. Zvolen.
- Košútová, K., Makovická Osvaldová, L., Kubás, J., Hollá, K., Mitrenga, P. 2022. Impact of safety and health at work on registered accidents with regard to the risks that cause them. In: *Living with risks [electronic] : sharing the good practice*. - 1. vyd. - Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, 2022. - ISBN 978-86-6022-440-0 (online). - s. 48-48 [online]. Dostupné na: [https://sra-e2022ns.ftn.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2022/07/Zbornik\\_SRA-E\\_sa\\_CIP-om.pdf](https://sra-e2022ns.ftn.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2022/07/Zbornik_SRA-E_sa_CIP-om.pdf)
- Krišťák, L., Réh, R. (2021). Application of Wood Composites. *Appl. Sci.*, 11 (8), 3479. <https://doi.org/10.3390/app11083479>
- Kup, F., Vural, C. (2022). Determination Of Physical And Mechanical Properties Of Particleboard Obtained From Cotton And Corn Stubble With Fibreglass Plaster Net. *Journal Of Environmental Protection And Ecology*, 23(2), 657-667.
- Langová, N., Réh, R., Igaz, R., Krišťák, L., Hitka, M., Joščák, P. (2019). Construction of wood-based lamella for increased load on seating furniture. *Forests*, 10(6), 525. <https://doi.org/10.3390/f10060525>
- Makovická Osvaldová, L., Mitrenga, M., Jancík, J., Titko, M., Efhamisisi, D., Košútová, K. (2022). Fire Behaviour of Treated Insulation Fibreboards and Predictions of its Future Development Based on Natural Aging Simulation. *Front. Mater.* 9, 891167. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.891167>
- Michalovič, R. (2014). Assessment of different floors materials from the point of view of fire safety. In: *Proceedings of the 19th International Scientific Conference Solving Crisis Situations in a Specific Environment* (pp. 497-504), Žilina: Faculty of Security Engineering University of Žilina
- Mitrenga, P., Ďaďová, A. 2022. Identifikácia rizikových podnikových sektorov a príčin rizík v mikro a malých podnikoch na základe stavu bozp v SR [online]. In: *Odborný vedecký časopis Trilobit, číslo 2/2022. Fakulta aplikovanej informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně*. ISSN 1804-1795. Dostupné na: <http://trilobit.fai.utb.cz/Data/Articles/PDF/3c96f265-2d9e-40cb-bcfb-8ab56f1ad297.pdf>
- Osvald, A., Tereňová, L., Štefková, J. (2020). The Impact of Radiant Heat on Flexural Strength and Impact Toughness in OSB Panels. *Delta*, 14, 26–35.
- Pedzik, M., Auriga, R., Rogozinski, T. (2022). Physical and Mechanical Properties of Particleboard Produced with Addition of Walnut (*Juglans regia* L.) Wood Residues. *Materials*, 15, 1280. <https://doi.org/10.3390/ma15041280>
- Petar A., Krišťák, L., Réh, R., Savov, V., Papadopoulos, AN. (2021). Eco-Friendly Fiberboard Panels from Recycled Fibers Bonded with Calcium Lignosulfonate. *Polymers*, 13(4), 639. <https://doi.org/10.3390/polym13040639>
- Ramos, A., Briga-Sa, A., Pereira, S., Correia, M., Pinto, J., Bentes, I., Teixeira, C.A. (2021). Thermal performance and life cycle assessment of corn cob particleboards. *Build. Eng*, 44, 102998. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102998>
- Rantuch, P., Hrusovsky, I., Martinka, J., Balog, K. (2017). Calculation of critical heat flux for ignition of oriented
- Rantuch, P., Kaciková, D., Martinka, J., Balog, K. (2015). The Influence of Heat Flux Density on the Thermal Decomposition of OSB. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen res Publica Slovaca*, 57(2), 125–134. DOI:10.17423/afx.2015.57.2.13
- Richter, F., Jervis, F.X., Huang, X.Y., Rein, G. (2021). Effect of oxygen on the burning rate of wood. *Combust. Flame*, 234, 111591. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2021.111591>
- Rybinski, P., Syrek, B., Szwed, M., Bradlo, D., Zukowski, W., Marzec, A., Sliwka-Kaszynska, M. (2021). Influence of Thermal Decomposition of Wood and Wood Based Materials on the State of the Atmospheric Air. Emissions of Toxic Compounds and Greenhouse Gases. *Energies*, 14, 3247. <https://doi.org/10.3390/en14113247>
- Turekova, I., Ivanovicova, M., Harangozo, J., Gaspercova, S., Markova, I. (2022). Experimental Study of the Influence of Selected Factors on the Particle Board Ignition by Radiant Heat Flux. *Polymers*, 14(9), 1648. <https://doi.org/10.3390/polym14091648>
- Turekova, I., Markova, I., Ivanovicova, M., Harangozo, J. (2021). Experimental Study of Oriented Strand Board Ignition by Radiant Heat Fluxes. *Polymers*, 13(5), 709. <https://doi.org/10.3390/polym13050709>

Turkowski, P., Wegrzyński, W. (2022). Comparison of a Standard Fire-Resistance Test of a Combustible Wall Assembly with Experiments Employing Predefined Heat Release Curves. *FireTechnol*, 58,1767–1787.

Zheng, NH., Wu, DN., Sun, P., Liu, HG., Luo, B., Li, L. (2020). Mechanical Properties and Fire Resistance of Magnesium-Cemented Poplar Particleboard. *Materials*, 13, 115. DOI:10.3390/ma12193161.

---

**Iveta Marková - 1, prof. RNDr. PhD.**

*Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina*  
*e-mail: iveta.markova@fbi.uniza.sk*

**Ivana Tureková - 2, doc. Ing. PhD.**

*Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra*  
*e-mail: iturekova@ukf.sk*

**Martina Ivaničová - 3**

*Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra*

**Jana Jaďudová - 4, RNDr. PhD.**

*Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Univerzitná 1, 010 26 Žilina*  
*e-mail: jana.jadudova@fbi.uniza.sk*

---