



# ANALÝZA RIZIKA INICIÁCIE USADENEJ VRSTVY PRACHU SMREKA VYBRANÝMI INICIAČNÝMI ZDROJMI

## FISK ANALYSIS OF INITIATION THE SETTLED LAYER OF SPRUCE DUST BY SELECTED INITIATION SOURCES

IVANA TUREKOVÁ, IVETA MARKOVÁ

**ABSTRACT:** *The article evaluates the minimal initiation temperature and hot surface temperature of the spruce dust layer using selected ignition sources. The influence of selected physical properties of wood dust, the size of the contact area between the ignition source and the combustible material, the ignition time, and the thermally degraded area are monitored. The article describes the behaviour of a 15 mm beech dust layer (Beech Fagus silvatica L.) under the action of three potential initiating sources: a hot surface, an electric spiral, and a smouldering cigarette. Prior to the experimental determination of the minimum ignition temperature, the dust moisture was determined and the sieve analysis was performed. The lowest minimum ignition temperature on the hot plate was 280 °C. The ignition mechanism of wood dust was comparable for all initiators investigated, differing in the ignition time and the area of the thermally degraded layer. The least effective was the initiating source of the smouldering cigarette.*

**KEYWORDS:** *Layer of dust, spruce, hot-plate, electric spiral, smoldering cigarette*

### ÚVOD

Drevný prach vzniká prach ako neželaný odpad. Do prostredia sa dostáva hlavne z procesov drvenia, rezania a brúsenia dreva (Marková, 2018). Drevné prachy zatriedujeme medzi horľavé organické prachy (tureková, 2005), Tureková, 2011), (Turková, 2020). Prachové častice tvoria prašnosť ovzdušia. Prašnosť je množstvo častíc prachu nachádzajúcich sa v objemovej jednotke plynu (vzduchu). Primárna prašnosť vzniká pri výrobných procesoch (ako je drevný prach). Sekundárna prašnosť vzniká zvírením usadeného prachu z primárnej prašnosti. Prašnosť sa udáva počtom častíc (numericky) alebo hmotnosťou častíc (gravimetricky) v danom objeme v jednotkách  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Hatina, 2006), (Marková, 2022). Prašnosť v prostredí, má škodlivé účinky na ľudský organizmus (Tureková, 2008), Marková, 2023) a predstavuje jeden zo základných problémov v oblasti bezpečnosti a hygieny pracovného prostredia (Tian, 2007), (Ďaďová, 2022), (Kubás, 2022). Hygienické aspekty prašnosti prezentované podľa konvencií v oblasti prašnosti v zmysle EN 481 a US-EPA prezentujú charakter prachu podľa jeho veľkosti. Do pozornosti vstupuje interval frakcie 20-30  $\mu\text{m}$ , kde sa prejavuje možnosť inhalácie drevného prachu.

### 1. NEBEZPEČENSTVO HORĽAVÝCH PRACHOV

Iniciačným zdrojom daného horľavého systému sa môže stať predmet alebo látka, ktoré majú určitú teplotu a sú schopné po určitý čas odovzdávať potrebné množstvo energie príslušného druhu. Obvykle väčšina zmesí horľavých látok s oxidačným prostriedkom potrebuje pre iniciáciu dodanie aspoň minimálnej iniciačnej energie vhodným iniciačným zdrojom (Damec, 1999). Iniciačný zdroj sa môže vyvinúť aj z normálnych javov (takých ako je teplo produkované spaľovacími alebo elektrickými motormi) alebo z iných udalostí (napr. náhodné trenie) (Ševda, 2005). Iniciačný zdroj sa vždy vzťahuje k určitému výbušnému alebo horľavému systému, k určitej látke (Turns, 1996). Iniciačná energia je privádzaná horľavému súboru vonkajším iniciačným zdrojom. Jedná sa teda o tzv. „externú“ iniciáciu. Existujú látky (samovznetlivé), ktoré sú schopné samé sa aktivovať v dôsledku ich určitej nestability (STN 49 013:1979). Nebezpečenstvo požiaru horľavých prachov sa môže vyskytnúť najmä tam, kde sa prach usadzuje v súvislej vrstve, ktorá je schopná šíriť požiar. Každý požiar horľavého prachu môže veľmi ľahko prejsť do výbuchu a naopak, výbuch horľavého prachu môže prejsť do horenia zvyšku nezreagovaného prachu. Po výbuchu ale nemusí nasledovať požiar, ak je výbuchom spotrebovaný vzdušný kyslík resp. príslušne znížený obsah kyslíku v priestore (Damec, 1999). **Cieľom príspevku** je štúdiom iniciačných zdrojov pôsobiacich na usadenú vrstvu prachu smreka. Sleduje sa iniciácia

usadenej vrstvy smrekového prachu v závislosti od iniciačného zdroja (horúcim povrchom, elektrickou špirálovu, cigaretou), veľkosťou styčnej plochy medzi iniciačným zdrojom a drevným prachom a dobou pôsobenia iniciačného zdroja.

## 2. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

### 2.1 Vzorky

Príprava vzoriek dreveného prachu. Vzorky boli vybrané s ohľadom na najčastejšie priemyselné spracovanie v nábytkárskych prevádzkach. Konkrétne ide o ihličnatú drevinu Smrek obyčajný. Vzorka bola odobraná z rezania kotúčovou pílou.

### 2.2 Metodika

Metodika experimentálnej časti bola zvolená na základe voľby formy dreveného prachu. Dominantnú úlohu, samozrejme, okrem ďalších významných parametrov (ako chemické zloženie, vlhkosť, veľkosť častíc,...) pri správaní sa dreveného prachu v prostredí zohráva jeho forma (Turns, 1996). Obe formy prachu – usadený aj rozvírený, majú svoje špecifické hodnotiace parametre (Marková, 2018). Na základe uvedených skutočností sa zrealizovali: granulometrické stanovenie vlhkosti (STN 49 013:1979). Následne bola zrealizovaná sitová analýza pre určenie najpočetnejšieho podielu veľkosti častíc a vybrané analýzy za účelom sledovania sledovanie termickej degradácie usadenej vrstvy smrekového prachu, minimálnej iniciačnej teploty a plochy degradácie. Sitová analýza sa uskutočnila na automatizovanom vibračnom preosievacom stroji Retsch AS 200 control; sada kontrolných sít z nehrdzavejúcej ocele, priemer sita 200 mm, výška 50 mm, priemer sita <0,056; 0,056; 0,071; 0,090; 0,150; 0,200; 0,250; 0,500 (mm). Podiely zvyškov na každom site boli vážené na digitálnej laboratórnej váhy Radwag KERN PLT s presnosťou 0,001 g. Podiely zvyškov na jednotlivých sítach a dne sa zisťovali pomocou digitálnych laboratórnych váh Radwag WPS 510/C/2 s presnosťou váženia 0,001 g. Parametre sitovania: amplitúda 2 mm.g<sup>-1</sup>, interval 10 s, čas sitovania 20 min. Postup merania bol podľa (ISO 3310-1: 2007).

Sledovanie správania sa usadeného dreveného prachu pri vonkajšom pôsobení rôznych iniciačných zdrojov sa realizovalo na zariadení hot plate (Obr.1). Stanovenie minimálnej teploty vznietenia vrstvy organickej hmoty prebiehalo izotermickým tepelným namáhaním vzorky umiestnenej na elektricky vyhrievanej kovovej platni „hot-plate“ (Obr.1) a kontinuálnom meraní teploty vo vnútri vzorky. Minimálna teplota iniciácie procesu horenia je definovaná ako najnižšia teplota povrchu vyhrievanej platne, pri ktorej v priebehu skúšky je možné pozorovať aspoň jeden z nasledovných javov :

- žeravenie, tlenie alebo horenie plameňom,
- časovo-teplotná krivka pre termočlánok umiestnený v strede vrstvy vzorky kontinuálne stúpa s porovnaním s teplotou izotermicky vyhrievanej platne,
- teplota meraná vo vrstve usadeného prachu je o 250°C vyššia ako teplota vyhrievanej platne.





V rámci realizovaných experimentov boli uvedené podmienky splnené.



Obrázok 1 Zariadenie hot-plate.

Experimenty iniciácie drevných prachov boli vykonané s rozdielnou minimálnou iniciačnou energiou, a to horúcim povrchom, elektrickou špirálou o výkone 2000 W a horiacou cigaretou (Tab.1). Výška vrstvy vzorky testovaného drevného prachu, umiestnenej na povrchu vyhrievanej platne bola 15 mm. Teplota okolia bola 22,6 °C. Čas pôsobenia horúceho povrchu u jednotlivých prachov bol špecifický a podrobný popis je uvedený v Tab.1. Opakovateľnosť experimentov bola 5-krát. Iniciácia (Obr.2a) so zdrojom jednosmerného napätia, ktorá dosahovala teplotu 490 °C (merané termočlánkom Ni-Cr – Ni) bola realizovaná na laboratórnom zariadení hot-plate. Iniciácia špirálou trvala 180 sekúnd. Počas experimentu bolo sledované teplotné správanie sa vzoriek na povrchu a na dne vrstvy prachu dvoma termočlánkami (merací bod č. 1, merací bod č. 2 (Obr.3).

Table 1 Podmienky experimentov realizovaných v aparatúre hot-plate

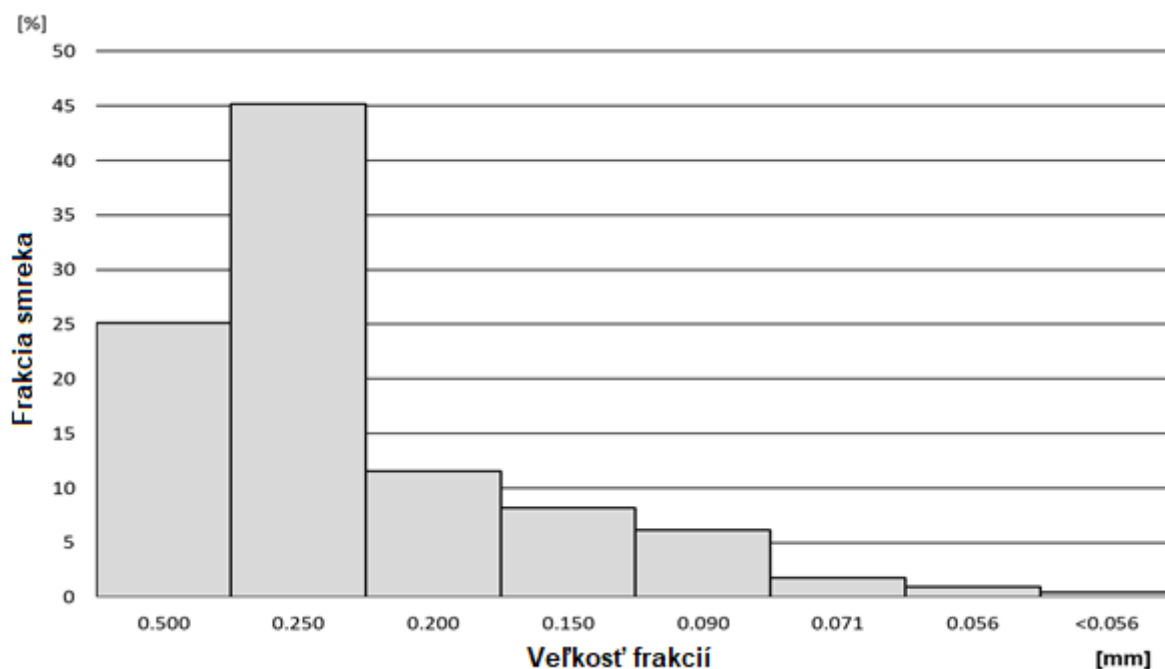
Vzorka		Miesto odberu	Hrúbka (mm)	Vlhkosť
Smrek		Kotúčová píla	15	6.428 ± 0.025
Iniciátor		Kontakt iniciátor/usadený prach	Teplota iniciátora (°C)	Čas experiment (min)
Horúci povrch		Kruhovú plochu d= 185 mm	< 300	120
Elektrická špirála		2 body výške (7,5 ± 1) mm nad dnom usadene vrstvy	490	180
Tlejúca cigareta		1 bod v strede kruhovej plochy	300-450	120

### 3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

#### 3.1 Sitová analýza

So zvyšujúcim sa obsahom vody v drevnom prachu sa zvyšuje aj odolnosť prachu voči zapáleniu (Luptakova, 2019), (Cai, 2016). Časť dodanej energie sa spotrebuje na odparenie voľnej vody, narušenie väzieb a na následné odparenie viazanej a chemicky viazanej vody. Horľavé plyny zriedené vodnou parou majú nižšiu koncentráciu a tým aj horšiu zápalnosť. So zvyšujúcim sa obsahom vlhkosti v prachu stúpa doba iniciácie (Mračková, 2016).

Výsledky sitovania prachov sú prezentované distribučnými krivkami (Obr.2). Výsledky sú vyjadrené v hmotnostných percentách jednotlivých frakcií, zachytených na sieti s príslušnou veľkosťou oka.



Obrázok 2 Distribučné krivky zrnitosti vzoriek drevného prachu smreka.

Smrekový prach, ako produkt rezania kotúčovou pílou, mal najvýznamnejšie zastúpenú frakciu 250  $\mu\text{m}$  až 500  $\mu\text{m}$  (45 %), pričom obsahoval aj drobné triesky a väčšie kúsky pilín, čo bolo zistené aj štúdiom mikroštruktúry. Vo vzorke drevného prachu smreku boli najpočetnejšími frakciami tiež frakcia 32  $\mu\text{m}$  a frakcia < 32  $\mu\text{m}$  a tvorili 65,13 % hmotnosti celej vzorky smreku. Najmenej početnými frakciami boli frakcie 2 mm a 1 mm, ktoré tvorili len 1,01 % celkovej hmotnosti.

#### 3.2 výsledky iniciácie drevných prachov

##### Sledovanie iniciácie horúcim povrchom

Súboru experimentov predchádzala realizácia orientačných pokusov pre účely stanovenia výšky vrstvy drevného prachu na zariadení hot-plate. Prvé degradačné procesy boli zaznamenané v blízkosti skúšobného krúžku (Obr.3a), ktorý bol použitý na vymedzenie výšky vrstvy prachu. Našou snahou bolo odbúrať vplyv ohrevu z bočnej steny, pretože teleso s dobrou tepelnou vodivosťou, ktoré je v kontakte s horúcim povrchom a zasahuje do vrstvy usadeného prachu, môže spôsobiť ohrev prachu. Uvedenému efektu sa nedalo zabrániť, vo všetkých prípadoch ohrevu horúcim povrchom hot-plate sa vytvorili tlejúce hniezda najskôr po obvodě vzorky (Obr.3a).

Vznietenie vrstvy prachu horúcim povrchom pri určitej teplote závisí výrazne na rovnováhe medzi rýchlosťou vytvárania tepla vo vrstve a rýchlosťou uvoľňovania tepla do okolia (Janssens, 1991), (Lowden, 2013). Podstata procesu vyplýva z porovnania povrchovej teploty zariadenia hot-plate s minimálnou

teplotou vznietenia usadeného prachu (Obr. 3a). Získanie dostatočného množstva tepla z horúceho povrchu na zohriatie usadeného prachu na minimálnu teplotu vznietenia závisí od množstva prachu, čiže hrúbke usadenej vrstvy. Teplota vznietenia daného materiálu preto závisí na hrúbke usadenej vrstvy (Luptakova, 2019). Účelom výskumu bolo sledovať vplyv vybraných iniciátorov na usadenú vrstvu prachu, preto bola zvolená jednotná hrúbka 15 mm. V Tab.2 sú namerané hodnoty minimálnych teplôt vznietenia a správanie sa vrstvy smrekového prachu.

Table 2 Výsledky iniciácie vrstvy smrekového prachu horúcim povrchom

Vzorky prachu	Minimálna teplota vznietenia	Vizuálne pozorovania pri meraní
smrek	300 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• po 19 min 50 s nastalo vytvorenie 2 hniezd tlenia, ich rozširovanie od okrajov smerom k stredu vzorky, dymenie,</li> <li>• po 22 min 10 s bolo zaznamenané žeravenie, odpadávanie bieleho popola,</li> <li>• 34 min 20 s celkové zuhoľnatenie vzorky,</li> </ul>

Ohrevom vrstvy prachu približne 100 °C sa v každej vzorke začali tvoriť tlejúce hniezda. S následným zvyšovaním teploty sa termická degradácia prachu rozširovala po obvode usadenej vrstvy a smerom k stredu vzorky (Tab.1). Postupne na termočlánku č. 2 bola zaznamenaná narastajúca teplota dreveného prachu do prekročenia teploty horúceho povrchu (Obr.3a). Prezentácia výsledkov výskumu smrekového prachu je v Tab.3.

Table 3 Prehľad minimálnych teplôt vznietenia smrekového prachu

Vrstva (mm)	Minimálna teplota vznietenia (°C)		
	(Pastier, 2003), Turekova, 2007)	(Turekova, 2007)	(BALOG, 2016)
5	320	340	po 1 minúte bolo pozorované tlenie vzorky pri okraji kruhu, tlenie a žeravenie postupovalo od okraja kruhu ku stredu, pričom zanechávalo biely jemný popol
12,5	290		
15	290		

#### Výsledky iniciácie drevených prachov elektrickou špirálou

Elektrická špirála iniciovala termickú degradáciu dreveného prachu (Obr.3b). Iniciácia elektrickou špirálou a priebehu teplôt bol veľmi podobný pri všetkých vzorkách dreveného prachu. Po 30 sekundách iniciácie došlo v miestach medzi ramenami vloženej elektrickej špirály k zuhoľnatiu vrstvy prachu, čo bolo sprevádzané silným dymením. Okolo rozžeraveného drôtu sa vytvorilo žeraviace hniezdo a postupom času sa rozširovala zuhoľnatená vrstva ďalej po povrchu vrstvy prachu. Teplotná závislosť znázorňuje prerušenie prechodu elektrického prúdu špirálou v 180 s, kedy obe teploty dosiahli maximálne hodnoty. Na povrchu vrstvy prachu teplota presahovala 300 °C a na dne vrstvy presahovala 150 °C. Správanie sa vzoriek prachu bolo pozorované ešte 20 minút po prerušení iniciácie

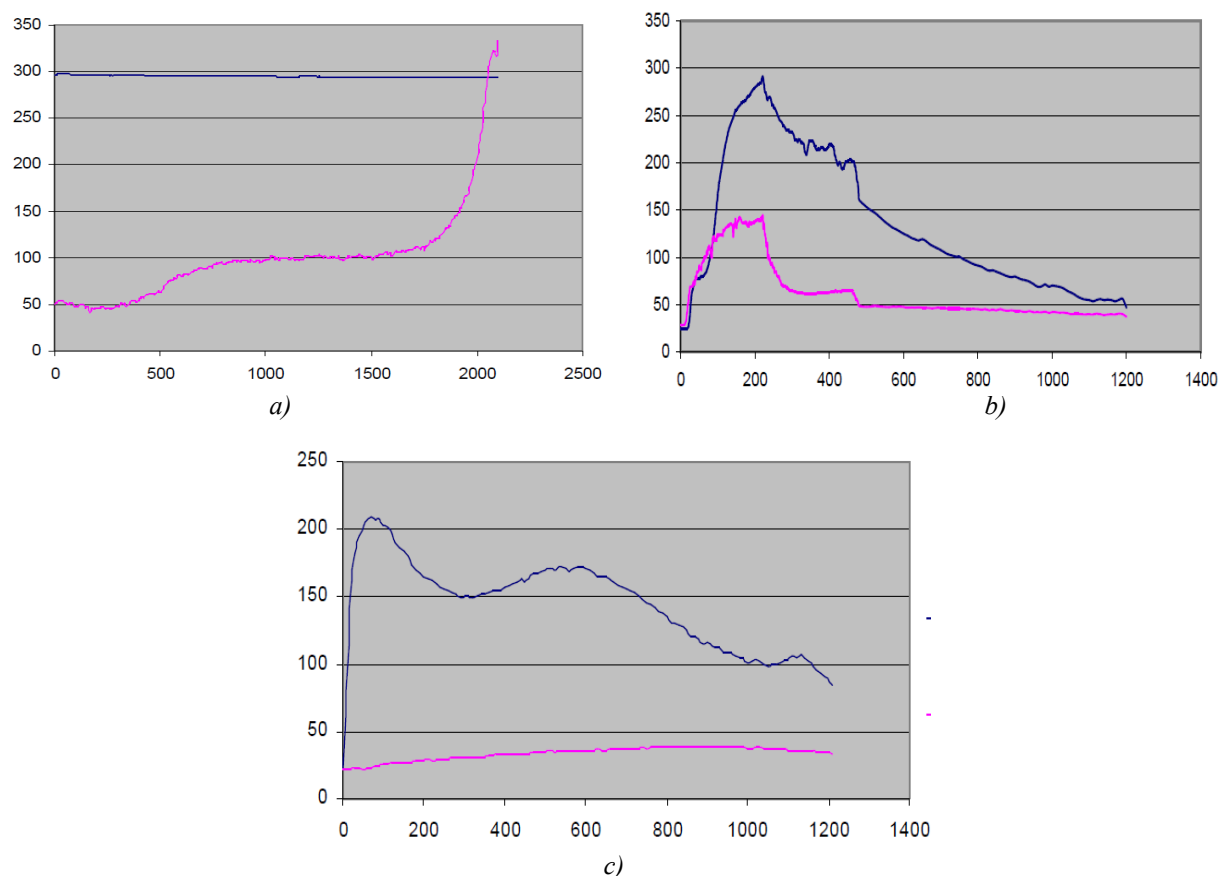
#### Sledovanie iniciácie zapálenou cigaretou

Horiaca cigareta pôsobila iba na povrchu prachu (Obr.3c), nedošlo k prehoreniu vrstvy vzorky a teplota na dne vrstvy prachu sa iba mierne zvýšila. Po priložení cigarety sa vytvorila v mieste žeravenia cigarety zuhoľnatená vrstva prachu, ktorá postupovala v smere odhorievajúcej cigarety. Z Obr.3c vyplýva, že teplota na povrchu sa zvyšovala, aj keď žeraviaca časť už v danom mieste nepôsobila s oneskorením približne 100 sekúnd. Po celkovom odhorení cigarety sa zuhoľnatená vrstva postupne rozširovala, pričom bolo pozorované silné dymenie so žeravením. Zuhoľnatené plochy pri iniciácii horiacou cigaretou boli najmenšie (Tab. 1 a Tab. 4), ale veľké nebezpečenstvo predstavuje najmä pre jemné prachové zmesi, ktorým k vznieteniu postačuje aj menšia iniciačná energia.

Table 4 Porovnanie pôsobenia iniciačných zdrojov na vybrané vzorky prachu

Iniciačný zdroj		smrekový prach
Horúci povrch	Minimálna teplota vznietenia [°C]	300
	Doba iniciácie [s] *	2060
Elektrická špirála	Zuhoľ. plocha [%]	18
	Doba iniciácie [s]	180
Horiaca cigareta	Zuhoľ. plocha [%]	5
	Doba iniciácie [s]	1200

\*doba iniciácie je viazaná k 100 %-nému zuhoľnateniu plochy vrstvy prachu



Obrázok 3 Teplotné krivky získané v dôsledku termického zaťaženia. a) horúci povrch a nárast teploty vo vzorke; b) iniciácia elektrickou špirálou a znázornenie nárastu teploty vo vzorke; c) iniciácia tlejúcou cigaretou a priebeh teplotných kriviek.

#### 4. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe uskutočnených experimentov možno konštatovať:

1. Najúčinnjším iniciačným zdrojom bola elektrická špirála, ktorá najmä vďaka priestorovému usporiadaniu pri iniciácii, odovzdala vzorkám dostatočné množstvo iniciačnej energie a ako jediný iniciačný zdroj spôsobila prehorenie do hĺbky vrstvy prachu.
2. Všetky použité iniciačné zdroje spôsobili minimálne zuhoľnatenie vzorky a možno teda predpokladať, že za určitých okolností môžu byť účinnými iniciačnými zdrojmi horenia drevného prachu. Najmä v prevádzkach s rizikom tvorby súvislých vrstiev horľavého prachu musia byť prijaté najúčinnnejšie opatrenia. Opatrenia spočívajú v obmedzení minimálne jedného z troch elementov horenia prachu (kyslík, prach a iniciačný zdroj).

## 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

- BALOG, K., MARTINKA, J., CHREBET, T., HRUŠOVSKÝ, I., HIRLE, S. (2014). Zápálnosť materiálov a forénny prístup pri zisťovaní príčin požiarov. In: XXIII. mezinárodná vedecká konferencia súdneho inžinýrství ExFoS - Expert Forensic Science, Brno 2014, s. 36-20.
- Buganová, K., Kubás, J. (2022). Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci v kontexte Industry 4.0. [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/bezpecnost-a-ochrana-zdravia-pri-praci-v-kontexte-industry-4-0>
- Cai, L., Zhuang, B., Hang, D., Wang, W., Niu, M., Xie, Y., Chen, T., and Wang, X. (2016). "Ultra-low density fibreboard with improved fire retardance and thermal stability using a novel fire-resistant adhesive," *BioRes.* 11(2), 5215-5229.
- Ďaďová, A., Michalík, D., Košútová, K., Cidlinová, A., Vala, J. (2022). Súčasný problém a výzvy v bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci v Európskej únii a novovznikajúce riziká. In: *Krízový manažment – vedecký časopis FBI UNIZA*, roč. 21, č. 2/2022. ISSN 1336 – 0019.
- Damec, J. (1999). *Protivýbuchová prevencia v potravinárstve a zeméľstve [Explosion prevention in food and agriculture]*. Ostrava : EDICE SPBI SPEKTRUM, 252 p.
- Hatina, T., Kordošová, M., Matulová, S., Perichtová, B., Škvarková, V. (2006). *Terminologický slovník bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci*. Inštitút pre výskum práce a rodiny, Bratislava, 2006 (nepublikované)
- ISO 3310-1: 2007. Test sieves. Technical requirements and testing. Part 1: Test sieves of metal wire cloth. International Organization for Standardization, Geneva.
- Janssens M. (1991). Rate of heat release of wood products. *Fire Safety Journal*, 17(3), 217-238. DOI: 10.1016/0379-7112(91)90003-H
- Kubás, J., Mitašová, V., Ristvej, J., Štofková, Z. (2022). Testing Model of Personal Protective Equipment in the Context of the Population Life Quality. In: *International Journal of Interdisciplinary in Theory and Practice ITPB – NR. 24, Year 2022*, ISSN 2344 – 2409. Available at: <http://www.itpb.eu/index.php/ct-menu-item-3/15-economics/543-24-cislo-clanok-4>
- Lowden L., Hull T. (2013) Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. *Fire Science Reviews*, 2(1) 4. DOI: 10.1186/2193-0414-2-4
- Luptakova, J., Kacic, F., Mitterova, I., and Zachar, M. (2019). "Influence of temperature of thermal modification on the fire-technical characteristics of spruce wood," *BioRes.* 14(2), 3795-3807.
- Marková, I., Mitrenga, P., Osvaldová, L. M., Hybská, H. (2022). Determination of the Ignition Temperature of Hay for the Purpose of Fire Risk Assessment on Farms – Slovak Case Study. In: *BioResources* 17(4), pp. 6926 – 6940.
- Marková, I., Očkajová, A. (2018). *Hodnotenie rizika drevných prachov v pracovnom a životnom prostredí*. Monography. Belainum Banská Bystrica, 124 s. DOI 10.24040/2018.9788055713915
- Marková, I., Tureková, I. (2023). *Sledovanie iniciácie usadenej vrstvy prachu buka vybranými iniciálnymi zdrojmi. Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí - zborník príspevkov z 25. vedeckej konferencie s medzinárodnou účasťou*. ISBN 978-80-554-1872-8
- Mračková, E., Krišťák, L., Kučerka, M., Gaff, M., Gajtanska, M. 2016. *Creation of Wood Dust during Wood Processing: Size Analysis, Dust Separation, and Occupational Health*. Retrieved November 19, 2015, from [https://www.ncsu.edu/bioresources/BioRes\\_11-/BioRes\\_11\\_1\\_209\\_Mrackova\\_KKGG\\_Creation\\_Wood\\_Dust\\_Size\\_Health\\_7987.pdf](https://www.ncsu.edu/bioresources/BioRes_11-/BioRes_11_1_209_Mrackova_KKGG_Creation_Wood_Dust_Size_Health_7987.pdf)
- Pastier, M., Tureková, I., Turňová, Z., Harangozó, J. (2003). „Minimum ignition temperature of wood dust layer,“ *Research Papers Faculty of Materials Sciences and Technology* (21), 127-131. doi: 10.2478/rput-2013-0021
- Rohr, A. C., Campleman, S. L., Long, C. M., Peterson, M. K., Weatherstone, S., Quick, W., & Lewis, A. (2015). Potential Occupational Exposures and Health Risks Associated with Biomass-Based Power Generation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), 8542–605. <http://doi.org/10.3390/ijerph120708542>
- STN 49 0103: 1979. *Drevo - Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach*.
- STN EN 50281-2-1: 2002. *Elektrické zariadenia do priestorov s horľavým prachom. Časť 2-1: Skúšobné metódy. Metódy na stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu*.
- Ševda, M. (2005). *Effect of firing process on properties of brick body with organic com-bustible admixture*. Monography. Bratislava : Slovak Technical University in Bratislava, 64 p.
- Tian, Z., Inthavong, K., Tu, J. (2007) Deposition of inhaled wood dust in the nasal cavity. *Inhalation Toxicology*, 19(14), 1155-1165. DOI: 10.1080/08958370701665525
- Tureková, I. (2007). *Posúdenie požiarneho nebezpečenstva usadeného a rozvíreného prachu*. In: *Zborník z XII. Manažérstvo životného prostredia 2007*. Zborník zo VII. konferencie so zahraničnou účasťou konanej 5. - 6. 1. 2007 v Jaslovských Bohuniciach. Rusko, M. [Ed.] Žilina: Stix. Edícia ESE 12, prvé vydanie. S. 493-499. ISBN 978-80-89281-85-5 Dostupné na internete: [http://www.sszp.eu/wp-content/uploads/b\\_47-Turekova.pdf](http://www.sszp.eu/wp-content/uploads/b_47-Turekova.pdf)



- Tureková, I. (2008). Riziká priemyselných prachov [Industrial dust risk]. In: Proceedings of the 9th International Conference, Bratislava 5.-6.12. 2008, Bratislava. Rusko, M. [Ed.] Žilina: Strix et VeV. Prvé vydanie. ISBN 978-80-89281-34-3. s. 167- 175
- Tureková, I., Kuracina, R. 2011. Prach a prachovzduchové zmesi. Učebný text III.. - 1. vyd. - Trnava : AlumniPress, 2011. - 58 s. - ISBN 978-80-8096-152-7
- TUREKOVÁ, I., SLABÁ, I., DUCHOŇ, M. (2007). Hodnotenie rizík prachu v pracovnom prostredí. In: Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci 2007 : Sborník prednášok / nadát. Mezinárodní konference. VII. ročník. Ostrava, 12.-13.6.2007. - Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. - ISBN 978-80-7385-004-3. - S. 321-327.
- Tureková, I., Balog, K., Slabá, I. (2005). "Stanovenie teplôt vznietenia drevných prachov. (Determination of ignitiontemperatures of wooddust)," In FireProtection 2005. Ost-rava: SPBI 2005, ISBN 80-86634-66-3. [CD rom]
- Turková, I., Mračková, E., Marková, I. (2020). Determination of Waste Industrial DustSafetyCharacteristics. Int J EnvironResPublicHealth., 16(12): 2103. DOI: 10.3390/ijerph16122103
- Turns, S. R. (1996). Anintroduction to combustion. USA : ThePensylvania State University, 555 p.

---

**Ivana Tureková - 1, doc. Ing. PhD.,**

*Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, Pedagogická fakulta prírodných vied, Katedra techniky a informačných technológií, Dražovská cesta 4, Nitra*

*e-mail: iturekova@ukf.sk*

**Iveta Marková - 2, prof. RNDr.PhD.,**

*Žilinská univerzita, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, ul. 1. maja 32, Žilina*

*e-mail: iveta.markova@uniza.sk*

---