

## STANOVENIE MINIMÁLNYCH TEPLÔT VZNIETENIA BRÚSNÝCH DREVNÝCH PRACHOV V USADENOM A ROZVÍRENOM STAVE

MATEJ KADLIC<sup>1</sup>, IVETA CONEVA<sup>2</sup>, VLADIMÍR MÓZER<sup>3</sup>

**Abstract** — The focus of this article is to conduct experiments of ignition with spruce, oak and lime dust according to STN EN 50281-2-1 Electrical devices in spaces with combustible dust. Part 2-1: Experimental methods. Wood dust comes from production processes as a waste part and may spread fire in its flame or non-flame form. It may also make a contribution in creating an explosive environment. Important fire and technical parameters are experimentally set to create a safe workplace in dusty environments. These are the minimal temperature of the dust's ignition point in its sedimentary form and the minimal temperature of the dust's ignition point in its stirred form. These characterize the flammability and explosiveness of the analysed wood dusts.

**Keywords** — ignition point of sedimentary dusts, ignition point of stirred dusts, spruce dust, oak dust, lime dust

**Abstrakt** — Príspevok sa zaoberá experimentálnymi skúškami vznietenia smrekového, dubového a lipového prachu podľa STN EN 50281-2-1. Elektrické zariadenia do priestorov s horľavým prachom. Časť 2-1: Skúšobné metódy. Drewný prach vzniká pri výrobnej činnosti ako odpad a môže rýchlo šíriť horenie v jeho plameňovej alebo bezplameňovej forme, prípadne môže vytvárať nebezpečnú výbušnú atmosféru. Aby bolo možné z požiarného hľadiska vytvoriť bezpečné pracovisko v prašných podmienkach, experimentálne sa stanovujú dôležité požiarnotechnické parametre. Sú nimi minimálna teplota vznietenia v usadenom stave a minimálna teplota vznietenia v rozvírenom stave, ktoré spoločne charakterizujú horľavosť a výbušnosť skúmaných drewných prachov.

**Kľúčové slová** — teplota vznietenia usadených prachov; teplota vznietenia rozvírených prachov; smrekový prach; dubový prach; lipový prach

### ÚVOD

V drevárskych dielňach vzniká pri spracovaní materiálu veľké množstvo nežiaduceho horľavého prachu. V kombinácii s horúcim povrchom krytov elektrických zariadení a dostatočným prístupom vzduchu môže dôjsť k eskalácii reťazových reakcií, ktoré vytvoria základné podmienky potrebné pre horenie [1].

Za prach sa v tomto prípade považujú častice pevnej látky rôznych tvarov, ktorých veľkosť je menšia ako 0,5 mm. Vyskytuje sa vo forme usadeného (aerogél) alebo rozvíreného prachu (aerosól) [2], ktorý vytvára predpoklad pre vznik nebezpečnej atmosféry náchylnej na explóziu. Z toho dôvodu je dôležité laboratórne stanovenie minimálnych teplôt vznietenia bežne vznikajúcich prachov. Práve poznanie konkrétnych hodnôt má zásadný vplyv pre posúdenie bezpečnosti výrobných prevádzok.

Zámerom príspevku je experimentálne stanovenie a porovnanie dôležitých požiarnotechnických parametrov: minimálnej teploty vznietenia usadeného a minimálnej teploty vznietenia rozvíreného prachu pre vzorky smrekového, dubového a lipového prachu.

### 1. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Jednotlivé podkapitoly rozoberajú využité skúšobné metódy, predpísané skúšobné zariadenia, vzorky prachov a súhrnné výsledky meraní usadeného a rozvíreného smrekového, dubového a lipového prachu.

#### 1.1 Skúšobná metóda A

Pri stanovení minimálnej teploty vznietenia usadenej vrstvy prachu sa vychádza z STN EN 50281-2-1. Metóda A – vrstva prachu na vyhríevanom povrchu pri konštantnej teplote. Postup experimentu podľa metódy A je zhrnutý do nasledovných krokov:

- Odobranie homogénnej vzorky (bez nežiaducich prímiesí) brúsneho prachu s najnižšou možnou vlhkosťou priamo v drevárskej dielni.

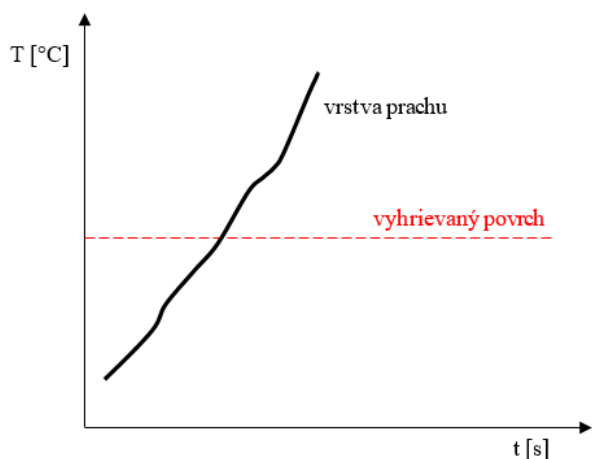
<sup>1</sup> Matej Kadlic, Ing., Žilinská univerzita v Žiline, FBI, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: matej.kadlic@fbi.uniza.sk

<sup>2</sup> Iveta Coneva, Ing., Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, FBI, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: iveta.coneva@fbi.uniza.sk

<sup>3</sup> Vladimír Mózer, doc., Ing., Ph.D., Žilinská univerzita v Žiline, FBI, ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: vladimir.mozer@fbi.uniza.sk

- Získavanie požadovanej jemnosti prachu prepadosť cez skúšobné sito s rozmerom otvorov 315  $\mu\text{m}$ .
- Zabezpečenie vyhrievaného povrchu skúšobného zariadenia so stálou teplotou (oscilácia  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- Umiestnenie termočlánku typu K (NiCr – Ni) pre záznam priebehu teplôt vo vrstve prachu.
- Nanášanie 5 mm hrubej vrstvy usadeného prachu do kruhového prstenca s priemerom 100 mm na vyhrievanom povrchu.
- Vlastné merania s časovým záznamom priebehu teplôt podľa metódy A STN EN 50281-2-1, ktorá stanovuje interval poklesu / vzrastu teploty vyhrievaného povrchu na 10  $^{\circ}\text{C}$  a maximálnu teplotu vyhrievaného povrchu na 400  $^{\circ}\text{C}$  [3].

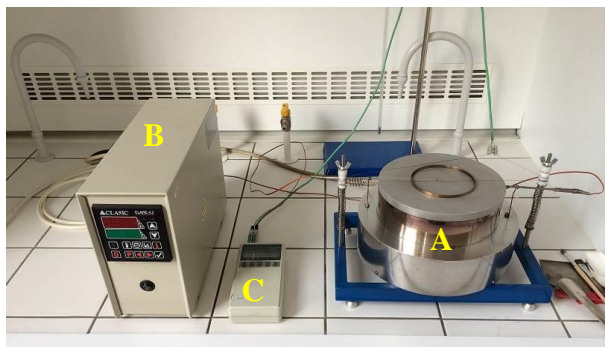
Pri skúmaných vzorkách drevných prachov sa za vznietenie považuje prípad, kedy teplota prachu s časom rastie a vo vrstve prachu je pozorovateľné žeravenie alebo plamenné horenie (obr. 1).



Obr. 1.: Závislosť teploty od času pri vznietení [3]

## 1.2 Skúšobné zariadenia podľa metódy A

Technická norma STN EN 50281-2-1 predpisuje konštrukciu zariadenia vyhrievanej dosky (A na obr. 2). Tá spolu s regulátorom teploty Clare 4.0 (B na obr.2), meracím zariadením ALMEO® 2390-5 (C na obr.2) a termočlánkami tvorí zostavu využívanú pri meraniach. Súčasťou skúšobného zariadenia sú aj pomôcky ako stopky, plastová lopatka a špajdle, ktoré slúžia na manipuláciu so skúšobným prachom na horúcom povrchu vyhrievanej dosky.



Obr. 2.: Zostava skúšobného zariadenia podľa metódy A

## 1.3 Vzorky prachov podľa metódy A

Pre potreby stanovenia minimálnej teploty vznietenia usadeného prachu podľa metódy A boli z drevárskej dielne odobrané a pomocou skúšobného sita s rozmerom otvorov 315  $\mu\text{m}$  preosiate jednotlivé vzorky brúsneho prachu, čím sa zabezpečila rovnaká jemnosť nasledovných testovaných vzoriek drevných prachov:

- Smrekový prach (obr. 3).



Obr. 3.: Smrekový prach

- Dubový prach (obr. 4).



Obr. 4.: Dubový prach

- Lipový prach (obr. 5).



Obr. 5.: Lipový prach

#### 1.4 Výsledky meraní usadených prachov

Celkové výsledky stanovenia minimálnej teploty vznietenia usadeného smrekového, dubového a lipového prachu s jemnosťou do 315  $\mu\text{m}$  podľa metódy A normy STN EN 50251-2-1 sú uvedené v tab. 1.

Tab. 1.: Zhrnutie výsledkov podľa metódy A

Hrúbka vrstvy [mm]	Vzorka usadeného prachu	Minimálna teplota vznietenia [ $^{\circ}\text{C}$ ]
5	Smrekový	370
	Dubový	330
	Lipový	350

Zo skúšaných vzoriek dosiahol najnižšiu teplotu vznietenia 330  $^{\circ}\text{C}$  dubový prach, ktorý sa vznietil v čase 4,47 min s teplotou 372  $^{\circ}\text{C}$  vo vrstve prachu. Nasledovaný bol lipovým prachom s teplotou vznietenia 350  $^{\circ}\text{C}$ , ktorú dosiahol za 2,93 min. Lipový prach zaznamenal najvyššiu minimálnu teplotu nameranú termočlánkom vo vrstve, a to 409  $^{\circ}\text{C}$ . Smrekový prach sa vznietil až pri teplote povrchu 370  $^{\circ}\text{C}$  v čase 4,32 min a teplotou 347  $^{\circ}\text{C}$  vo vrstve.

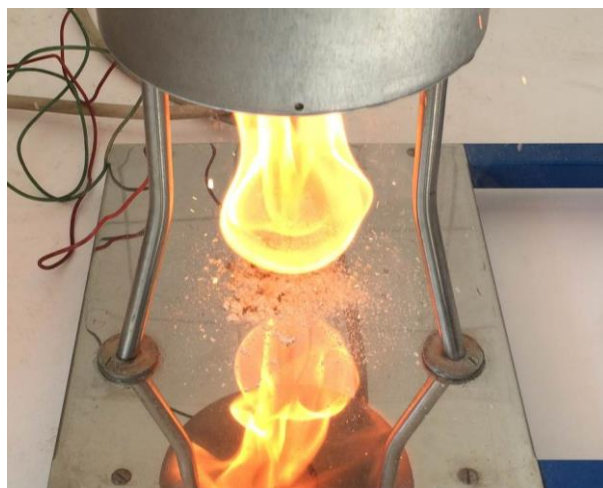
#### 1.5 Skúšobná metóda B

Pri experimentálnej stanovení minimálnej teploty vznietenia rozvírenej vrstvy prachu sa využíva STN EN 50281-2-1. Metóda B – rozvírený prach v teplovzdušnej peci pri konštantnej teplote. Postup experimentu podobne ako pri metóde A pozostáva z niekoľkých navzájom súvisiacich krokov:

- Príprava homogénnej vzorky s minimálnou možnou vlhkosťou, ktorá bude rozprášaná vyhrievanej pece.
- Získanie požadovanej jemnosti prepadom prachu cez sitá s rozmerom otvorov do 315 a do 125  $\mu\text{m}$ .

- Výber hmotnosti prachu (0,5 g), ktorá za daných podmienok zanecháva minimálne množstvo odpadu.
- Dosiahnutie požadovanej teploty v skúšobnej peci, ktorá je na dolnom konci otvorená do atmosféry a umožňuje pozorovanie explózií.
- Regulácia teploty, ktorá je meraná pomocou termočlánkov typu K (NiCr – Ni).
- Merania pri zmenách pretlaku v zásobníku stlačeného vzduchu (0,1; 0,3 a 0,5 bar) [3].

Vznietenie je v tomto prípade charakterizované viditeľným výbuchovým plameňom (obr.6). Jeho nástup nemusí byť v každom prípade okamžitý, a tak sa pre možnosť lepšieho porovnania pristúpi k meraniu jeho oneskorenia.



Obr. 6.: Výbuchový plameň

#### 1.6 Skúšobné zariadenia podľa metódy B

Základné prvky zostavy skúšobného zariadenia podľa metódy B STN EN 50281-2-1 tvoria vyhrievaná pec (A na obr. 7) a systém pre rozvírenie prachu (B na obr. 7).



Obr. 7.: Zostava skúšobného zariadenia podľa metódy B



## 1.7 Vzorky prachov podľa metódy B

Aby bolo možné posúdiť vplyv jemnosti prachu na minimálnu teplotu vznietenia v rozvírenom stave ako aj na intenzitu výbuchu, vzorky s jemnosťou do 315  $\mu\text{m}$  sa následne preosali cez skúšobné sito s rozmerom otvorov do 125  $\mu\text{m}$  (hmotnostný podiel odpadu tvoril približne 60 %). Skúšobná vzorka prachu pri stanovenej hmotnosti je znázornená na obr. 8.



Obr. 8.: Vzorka rozvíreného prachu

## 1.8 Výsledky meraní rozvírených prachov

Minimálne teploty vznietenia usadeného a rozvíreného smrekového, dubového a lipového prachu pri rozličnej jemnosti zachytáva tab. 2.

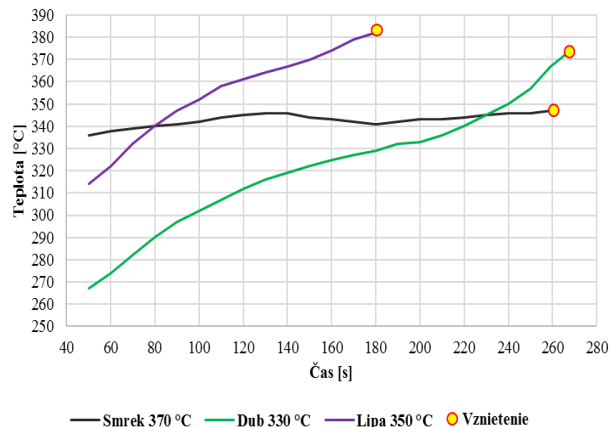
Tab. 2.: Zhrnutie výsledkov podľa metódy B

Vzorka rozvíreného prachu	Jemnosť vzorky [ $\mu\text{m}$ ]	Minimálna teplota vznietenia [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Pretlak vzduchu [bar]	Oneskorenie výbuchu [s]
Smrekový prach	125	440	0,1	0,44
	315	440	0,2	1,86
Dubový prach	125	400	0,3	1,73
	315	440	0,2	1,81
Lipový prach	125	440	0,5	0,5
	315	460	0,2	0,61

Najnižšiu minimálnu teplotu vznietenia spomedzi meraných vzoriek dosiahol dubový prach pri teplote vyhrievaného povrchu 400  $^{\circ}\text{C}$  a jemnosti do 125  $\mu\text{m}$ . K šíreniu plameňovej fronty však došlo s pomerne dlhým oneskorením 2 s. Nasledovaný bol smrekovým, ktorého minimálna teplota 440  $^{\circ}\text{C}$  vznietenia je totožná s výsledkom lipového prachu (pri jemnosti do 125  $\mu\text{m}$ ), avšak túto teplotu vznietenia dosahoval pri nižšom pretlaku vzduchu (viď. tab. 2).

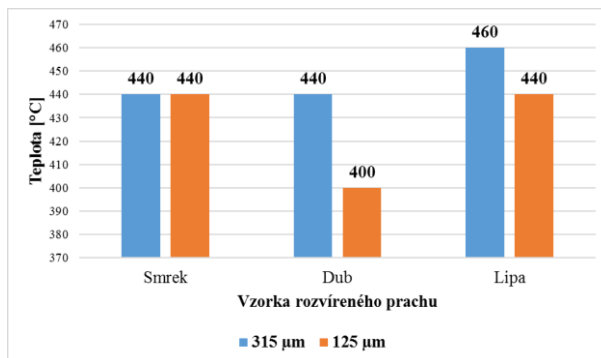
## 2. POROVNANIE VÝSLEDKOV A ZÁVER

Názorné porovnanie vzoriek prachu na základe priebehu teplôt vo vrstve pri jednotlivých minimálnych teplotách vznietenia podľa metódy A ilustruje graf na obr. 9.



Obr. 9.: Priebeh teplôt vo vrstvách usadeného prachu

Pri skúškach rozvíreného prachu podľa metódy B ovplyvnila minimálnu teplotu vznietenia okrem vyššieho pretlaku vzduchu aj jemnosť vzorky, čo znázorňuje obr. 10.



Obr. 10.: Vplyv jemnosti pri metóde B

Výsledky experimentálnych meraní, ktoré sú zhrnuté v tomto príspevku, umožňujú posúdiť elektrické zariadenia umiestňované do priestorov s tvorbou horľavých prachov a sú podnetom pre budúce merania.

## ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] NFPA 921: Guide for Fire and Explosion Investigations, 2004 Edition. Natl Fire Protection Assn, 2004.
- [2] DAMEC, J. Protivýbuchová prevence. Ostrava: SPBI Spektrum, 1998. ISBN 80-86111-21-0.
- [3] STN EN 50281-2-1 Elektrické zariadenia do priestorov s horľavým prachom. Časť 2-1: Skúšobné metódy. Metódy na stanovenie minimálnych teplôt vznietenia prachu.