

PRACH TVRDÝCH DŘEV V PRACOVNÍM OVZDUŠÍ

HARDWOOD AIRBORNE PARTICLES IN WORKPLACE ATMOSPHERES

Abstrakt

Článek je zaměřen na hodnocení dřevního prachu v pracovním ovzduší, včetně prezentace výsledků screeningových měření velikostních frakcí při reálné expozici. Poukazuje na vlastnosti polévatého prachu tvrdých dřev a na zjištění podílu inhalabilní, thorakální a respirabilní frakce.

Klíčová slova: prach tvrdých dřev, pracovní ovzduší, hodnocení pracovní expozice, velikostní frakce, screeningová měření.

Abstract

The article engages with occupational exposure assessment of hardwood airborne particles and presents outcomes of size fraction screening measurements in real conditions. The article adverts on characteristics of hardwood airborne particles in workplace atmospheres and valuation contributions of inhalable, thoracic and respirable fraction.

Key words: hardwood airborne particles, workplace atmospheres, occupational exposure assessment, size fraction, screening measurement.

Úvod

Dřevní prach jsou částice dřeva, které vznikají při zpracování dřeva nebo při manipulaci se dřevem. V dřevném prachu kromě chemických látek tvořících podstatu dřeva (celulóza, ligniny, terpeny, pryskyřice, saponiny, atd.) mohou být i další látky např. živé organismy (plísňe, houby), fungicidní a insekticidní přípravky, konzervanty, přírodní nebo syntetická lepidla (klíh, kasein/polymer), pojiva (syntetické pryskyřice). Zdroje dřevního prachu se objevují v pracovním ovzduší při průmyslovém zpracování dřeva, ve stavebnictví, při výrobě papíru a celulózy, při drobné zakázkové výrobě jako je výroba a opravy nábytku, podlah, při truhlářských a tesařských pracích apod. [8]. Z hlediska hodnocení pracovního ovzduší v souladu s platnou legislativou České republiky [1, 2, 3] je prach vyskytující se v pracovním ovzduší rozdělen na pět skupin dle vlastností, které jsou jim typické a mohou nepříznivě ovlivnit zdraví exponovaných osob. Jedná se o následující skupiny prachů: prach s převážně fibrogenním účinkem, prach s možným fibrogenním účinkem, s převážně nespecifickým účinkem, s dráždivým účinkem a minerální vláknité prachy. Prach tvrdých dřev patří do skupiny prachů s převážně dráždivým účinkem. Tato skupina prachů je rozdělena dále na prachy textilní, živočišné, rostlinné a jiné.

¹ Ing., Ph.D., VŠB - TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Oddělení bezpečnosti práce, 700 30 Ostrava - Výškovice, e-mail: svetla.fiserova@vsb.cz

Dřevní prach je dále členěn na prach z toxických a senzibilizujících (exotických) dřevin, tvrdých (karcinogenních senzibilizujících dřev a ostatních (nesenzibilizujících a nekarcinogenních) dřevin. Hygienickým limitem prachu se rozumí přípustný expoziční limit (PEL). Přípustný expoziční limit prachu je celosměnově vážený průměr koncentrací aerosolů v pracovním ovzduší, jemuž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší směně týdenní pracovní doby, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti. Nepříznivé zdravotní dopady pracovní expozice jsou u prachu tvrdých dřev závislé na vlastnostech prachu, velikosti částic a délce expozice.

Vlastnosti prachu tvrdých dřev a vliv na zdraví

Tvrdými dřevy se rozumí např. dřevo břízy, buku, bílého ořechu, dubu, ebenu, habru, jasanu, javoru, jilmu, kaštanu, lípy, olše, ořešáku vlašského, platanu, švestky, topolu, třešně, dřevin botanické skupiny Dalbergia a dalších, které jsou vyjmenované v příslušném právním předpisu [2]. Přípustný expoziční limit (PEL) prachu tvrdých dřev je $2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, což je hodnota pětikrát nižší než u prachů s převážně nespecifickým účinkem. Všechny **prachy tvrdých dřev jsou považovány za chemické karcinogeny** podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. V roce 2002 bylo v dokumentu IARC - Tenth Report on Carcinogens poprvé uvedeno, že dřevní prach je prokázaným karcinogenem, a to epidemiologickými i případovými studii jako adenokarcinom nosních dutin a karcinom paranasálních dutin. [8] Do české legislativy byla tato problematika doplněna v roce 2003. Vliv dřevního prachu na lidské zdraví se projevuje dermatózami, respiračními problémy, alergickými respiračními problémy, karcinomy i intoxikacemi. Dělení dřeva na tvrdé a měkké dřevo vychází z buněčné stavby a nesouvisí s fyzikálními nebo mechanickými vlastnostmi dřeva. Prach z tvrdých dřev je jemnější než prach z měkkých dřev, má vyšší podíl jemné respirabilní frakce. Vyšší podíl respirabilní frakce je při dokončovacích pracích, zejména při broušení.

Vliv dřevního prachu na zdraví se projevuje při profesionální expozici nepříznivými dopady akutními i chronickými, a to zejména kontaktními (kůže, oči) a inhalačními (dýchací cesty, plíce).

Nepříznivé zdravotní dopady způsobené vlivem dřevního prachu lze rozdělit následovně:

- Dermatózy způsobené;
 - a) Mechanickým podrážděním;
 - b) Chemickým podrážděním;
 - c) Alergickým působením některých složek dřeva;
 - d) Projevy způsobené chemickými látkami, které jsou určeny k ochraně proti plísním a hmyzu;
- Respirační problémy - výrazně ovlivněné jak typem dřeva tak především velikostí částic (záněty sliznic, dýchacích cest);
- Alergické respirační problémy;
 - a) Na složky dřevního prachu - astma, bronchitidy;
 - b) Alergie na plísně a houby;

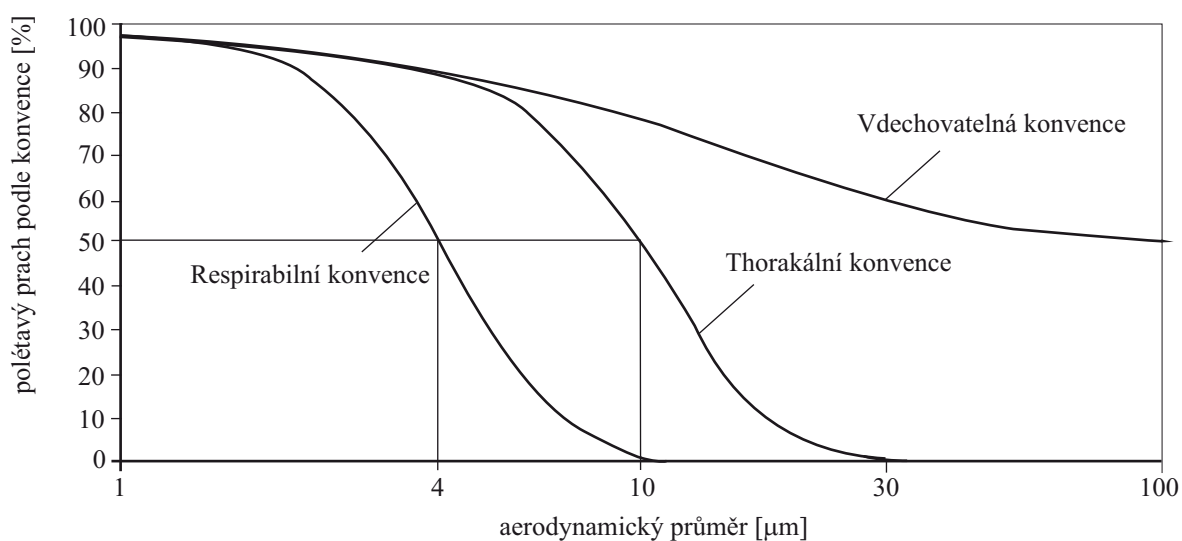
- Intoxikace - otravy - akutní, okamžité příznaky z přítomných toxických látek;
- Karcinogenní vliv - karcinom nosu a paranasálních dutin.

Příslušná směrnice EU doporučuje PEL pro prach tvrdých dřev a jejich směsí 5 mg.m^{-3} . Limitní hodnoty pro profesionální expozici jsou shodné s těmi, které jsou stanoveny v České republice např. Švýcarsku, ve Švédsku jsou limitní hodnoty na PEL 2 mg.m^{-3} stanoveny také pro prach měkkých dřev, ve Velké Británii jsou limitní hodnoty PEL pro všechna dřeva na úrovni 5 mg.m^{-3} . NIOSH REL stanovuje nejprísňěji limitní hodnoty 1 mg.m^{-3} pro tvrdá i měkká dřeva (pro desetihodinové směny a čtyřicetihodinový pracovní týden). Epidemiologické studie OSHA dokládají, že při koncentraci 2 mg.m^{-3} dochází k signifikantnímu snížení vitální kapacity plic, při 3 mg.m^{-3} k oční iritaci a při koncentraci 4 mg.m^{-3} také k iritaci dýchacích cest [8].

Pro účely kategorizace prací a pro splnění požadavků platných právních předpisů na ochranu zdraví při práci není vyžadováno hodnocení frakčních podílů - inhalabilní, torakální a respirabilní frakce ani v prachu tvrdých dřev.

Metody měření polétavého prachu

Mezi jednotlivými osobami existují velké rozdíly co do pravděpodobnosti vdechnutí částic, jejich ukládání, reakce na uložení a samočištění plic. Z tohoto důvodu byly pro zdravotnické účely definovány konvence pro odběr vzorků polétavého prachu podle velikosti částic. Těmito konvencemi se zabývá Evropská norma ČSN EN 481 - O vzduší na pracovišti: Vymezení velikostí frakcí pro měření polétavého prachu. Konvencemi jsou vyjádřeny vztahy mezi aerodynamickým průměrem částic a frakcemi, které se mají odebrat nebo měřit, což přibližně odpovídá frakcím, jež vstupují do oblasti dýchacího ústrojí za průměrných podmínek. Měření prováděná podle těchto konvencí pravděpodobně poskytnou lepší vztah mezi naměřenou koncentrací prachu a rizikem onemocnění. Konvence jsou odvozeny z experimentálních údajů pro zdravé osoby. Konvence jsou určeny ke stanovení hmotnostních frakcí, lze jich však rovněž používat k vyhodnocení celkového počtu částic v odebraném vzorku. Tyto konvence jsou definovány pro vdechovatelné, thorakální a respirabilní frakce.



Obrázek 1: Graf závislosti konvencí vyjádřených procenty na aerodynamickém průměru [6]

V praxi se konvence často používají pro specifikaci přístrojů pro odběr vzorků poletavého prachu k měření koncentrací odpovídajících vymezeným frakcím. Zařízení jsou užívány pro odběr jednotlivých frakcí podle konvekce nebo k odběru několika frakcí současně [6].

Realizace skreeningových měření

Screeningová měření probíhala na pracovišti správy budov Fakulty bezpečnostního inženýrství (dále jen FBI) v dílně pro přípravu vzorků pro výukové laboratoře FBI za použití tří různých sestav přístrojového vybavení. Měření koncentrace polétavého prachu v ovzduší bylo realizováno při řezání bukového (tvrdého) dřeva z dřevěných dílců o rozměrech 92x15x2 cm na pásové pile PP250. Celková doba měření byla 85 minut.

Po celou tuto dobu probíhala činnost, kterou prováděl jeden pracovník. Měření probíhala v souladu s požadavky příslušných norem [5, 6, 7].

Použité přístrojové vybavení umožňuje měření expozice polétavého prachu v pracovním ovzduší standardní gravimetrickou metodou s aplikací čerpadla Apex (Casella), odběrové hlavice I.O.M. a filtry GF/A Whatman a s kalibrací odběrového průtoku přístrojem DC lite - měřící sestava 1, metodu fotometrickou pomocí přístroje MicroDust Pro - měřící sestava 2 a přístroje HazDust IV, který umožňuje paralelní aplikaci metody gravimetrické i fotometrické metody za použití odběrových hlavice pro frakci vdechovatelnou, thorakální a respirabilní (viz Obrázek 3) - měřící sestava 3. Na Obrázku 4 je demonstrováno umístění jednotlivých odběrových hlavice a také prováděná pracovní činnost při řezání bukového dřeva na pásové pile.



Apex



MicroDust Pro



Sestavený přístroj Haz-Dust IV se senzorovou hlavice

Obrázek 2: Zobrazení základních použitých přístrojů měřící sestavy 1 - 3 [4]



Obrázek 3: Zobrazení použitých odběrových hlavice pro frakci vdechovatelnou, thorakální a respirabilní [4]

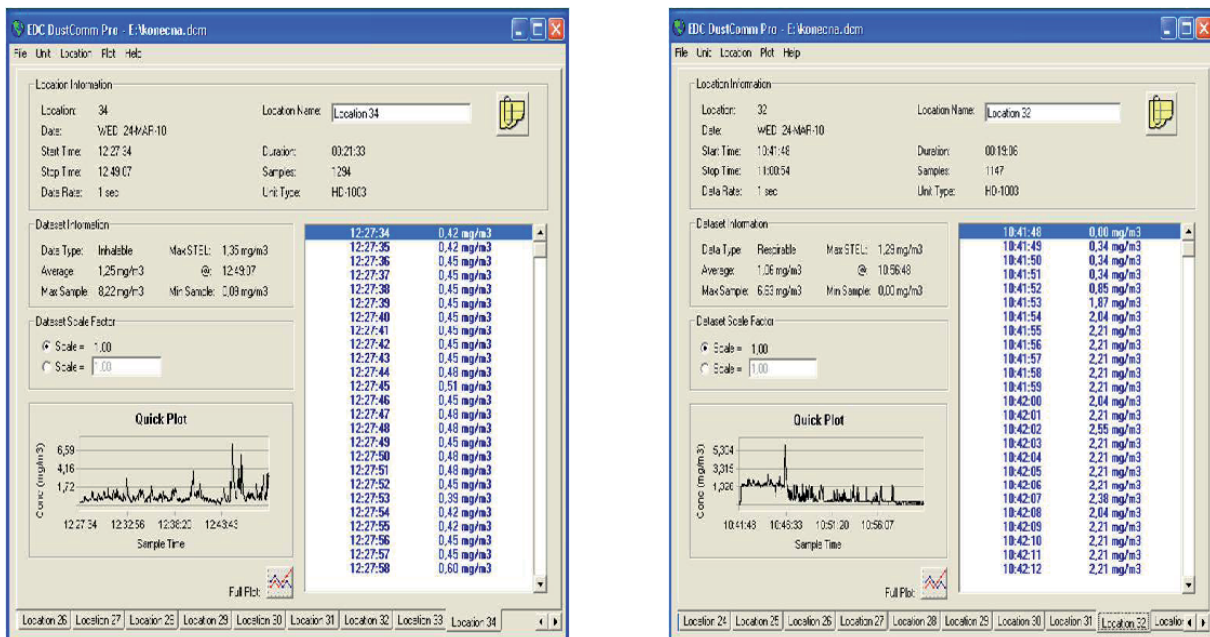


Obrázek 4: Umístění odběrových hlavic a činnost na pásové pile [4]

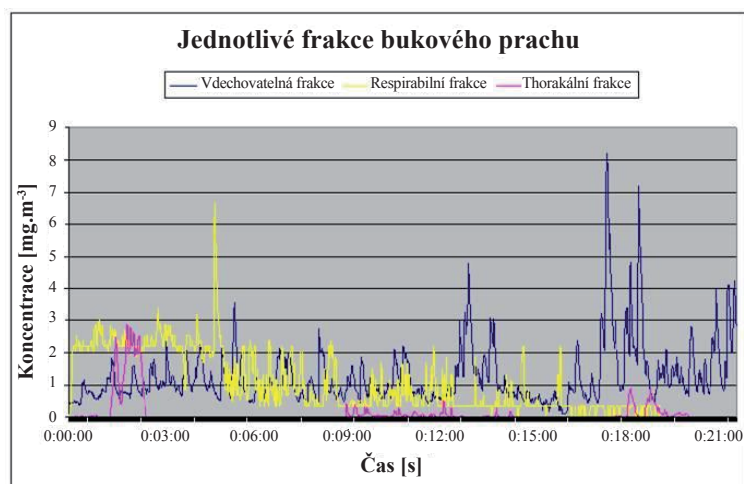
Výsledky měření

Výstupy z měření vdechovatelné frakce měřicí sestavou č. 1 byly získány standardní gravimetrickou metodou s použitím přesné elektronické váhy Kern 770-60.

Výstupy z fotometrického měření vdechovatelné frakce měřicí sestavou č. 2 v reálném čase byly vyhodnoceny pomocí přístrojového software WinDust. Výsledky měření sestavou č. 3 byly vyhodnoceny pomocí příslušného software přístroje HazDust IV a také standardní gravimetrickou metodou z odběrů odběrovými hlavicemi pro příslušné velikostní frakce.



Obrázek 5: Ukázky výstupů fotometrických záznamů z měřicí sestavy 3 [4]



Obrázek 6: Grafická ukázka rozložení frakcí dřevního prachu ve vybraném časovém úseku[4]

Po zpracování výsledků získaných gravimetrickou metodou a po provedení dílčích přepočtů pomocí použitých softwarových produktů byla sestavena závěrečná tabulka (Tab. 1) výsledků měření.

Tabulka 1: Stanovené výsledky provedených měření

Přístroj	Frakce	Metoda	Výsledek
Čerpadlo Apex	Vdechovatelná	Gravimetrická	1,27 mg.m ⁻³
MicroDust Pro	Vdechovatelná	Fotometrická	1,29 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Vdechovatelná	Gravimetrická	1,37 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Vdechovatelná	Fotometrická	1,25 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Thorakální	Gravimetrická	0,4 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Thorakální	Fotometrická	0,13 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Respirabilní	Gravimetrická	1,14 mg.m ⁻³
Haz-Dust IV	Respirabilní	Fotometrická	1,06 mg.m ⁻³

Výsledky získané souhrnným screeningovým měřením potvrzují srovnatelnost použitých metod a přístrojů. Výsledky také potvrdily vysoký podíl respirabilní frakce v prachu bukového dřeva, a to jak fotometrickou, tak standardní gravimetrickou metodou.

Závěr

Závazné požadavky platných právních předpisů z hlediska ochrany zdraví při práci neurčují stanovení velikostních frakcí u prachu tvrdých dřev. Přípustný expoziční limit (PEL) pro všechny dráždivé prachy i pro prach tvrdých dřev je pouze jeden. Přes prokázanou karcinogenitu prachu tvrdých dřev není stanovena tak, jako u chemických látek vyskytujících se v pracovním ovzduší, limitní hodnota NPK-P. Vysoký podíl respirabilní frakce v dýchací zóně pracovníka při řezání a obrábění tvrdých dřev je způsoben také vznosem a vířením těchto jemných částic v pracovním ovzduší. Provedená screeningová měření potvrdila, že i při řezání bukového dřeva v původně čistém pracovním prostoru, dosahují hodnoty 65 % stanoveného

hygienického limitu. Překročení již od 30 % PEL určuje zařazení práce do 2. kategorie [3]. Příslušný orgán ochrany veřejného zdraví je oprávněn rozhodnout o zařazení práce do kategorie 2. rizikové. S přihlédnutím k vysokému zjištěnému podílu respirabilní frakce bude potřeba revidovat stávající možnosti osobní ochrany takto exponovaných osob.

Seznam literatury:

- [1] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.
- [4] STACH, F.: *Hodnocení frakčních podílů prachu v pracovním ovzduší*, Diplomová práce oboru Bezpečnostní inženýrství, FBI, VŠB - TU Ostrava, 2010.
- [5] ČSN EN 689 Ovzduší na pracovišti - Pokyny pro stanovení inhalační expozice chemickým látkám pro porovnání s limitními hodnotami a strategie měření.
- [6] ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti - Vymezení velikostních frakcí pro měření poletavého prachu.
- [7] ČSN EN 482 Ovzduší na pracovišti - Všeobecné požadavky na postupy měření chemických látek.
- [8] HOLLEROVÁ, J.: *Dřevní prach*, Státní zdravotní ústav, Praha, dostupné z [www: <http://www1.szu.cz/chpnp/pages/education/drevni_prach.pdf >](http://www1.szu.cz/chpnp/pages/education/drevni_prach.pdf).