

## **Metodika pro stanovení opatření ke snížení vlivů stavební činnosti na imisní zatížení částicemi PM<sub>10</sub>**

**Tato metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu TA ČR č. TA02020245  
„Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“.**

Červen 2015

## OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>3</b>
<b>1. CÍLE A OBSAH METODIKY .....</b>	<b>4</b>
<b>2. POSTUP ZPRACOVÁNÍ METODIKY .....</b>	<b>5</b>
2.1. Poznatky získané v rámci měření koncentrací PM <sub>10</sub> na stavebních plochách.....	6
2.2. Poznatky a doporučení dle odborné literatury a příruček .....	7
<b>3. OPATŘENÍ K REDUKCI PRAŠNOSTI ZE STAVEB.....</b>	<b>9</b>
3.1. Skupina 1: Obecné zásady pro stavební činnost .....	10
3.2. Skupina 2: Obecné zásady pro stavby umístěné v kontaktu se zastavěným územím sídel .....	12
3.3. Skupina 3: Konkrétní opatření ke snížení emisí z jednotlivých stavebních činností a jejich účinnost .....	16
<b>4. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY .....</b>	<b>22</b>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AP42	<i>Compilation of Air Pollutant Emission Factors</i> / Přehled emisních faktorů pro látky znečišťující ovzduší (US EPA)
AU EPA	<i>Environmental Protection Authority</i> / Agentura pro ochranu životního prostředí (Austrálie)
BAFU	Bundesamt für Umwelt / Spolkový úřad pro životní prostředí ve Švýcarsku
BAT	<i>Best Available Technique</i> / nejlepší dostupné techniky
ČR	Česká republika
E	emise (při realizaci opatření)
E <sub>0</sub>	emise příslušející dané činnosti bez zohlednění opatření
EPA (US EPA)	<i>Environmental Protection Agency</i> / Agentura pro ochranu životního prostředí (USA)
GLA	<i>Greater London Authority</i> / správní instituce Velkého Londýna
HSE	Health and Safety Executive / Zdravotní a bezpečnostní výbor ve Velké Británii
IFC	<i>International Finance Corporation</i> / Mezinárodní finanční korporace (člen Světové banky)
IPPC	<i>Integrated Pollution Prevention and Control</i> / Integrovaná prevence a omezování znečištění
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NPi	<i>National Pollutant Inventory</i> (Austrálie)
PM	<i>particulate matter</i> / částice
PM <sub>10</sub>	částice menší než 10 μm
SCAQMD	<i>South Coast Air Quality Management District</i> (USA)
U	účinnost opatření
WRAP	<i>Western Regional Air Partnership</i> / Západní regionální partnerství v oblasti ovzduší

## 1. CÍLE A OBSAH METODIKY

Předkládaná metodika byla vypracována jako výstup projektu aplikovaného výzkumu programu ALFA Technologické agentury ČR č. TA02020245 „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“. Hlavním účelem projektu je dosáhnout snížení emisí ze stavebních ploch a tím zlepšit kvalitu ovzduší a životní podmínky obyvatel dotčených sídel. K naplnění tohoto účelu má sloužit vypracovaný návrh souboru opatření pro omezování emisní a imisní zátěže ze stavební činnosti, který je jedním ze dvou základních výstupů projektu (druhým je metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti). Předpokládá se, že vypracovaný soubor opatření bude uplatňován v rámci projektové činnosti při přípravě plánů organizace výstavby a v rozhodovací činnosti při stanovování podmínek provádění jednotlivých staveb.

Zvýšená prašnost patří mezi nejčastější negativní dopady stavebních prací na jejich okolí. Prach ze staveb má určitá specifika jak z hlediska velikostní skladby částic, tak i z hlediska původu a složení. Ve velikostním spektru jsou oproti běžnému atmosférickému pozadí více zastoupeny hrubší částice, z fyzikálního hlediska se jedná převážně o pevné částice (nikoli aerosoly). Výrazně jsou zastoupeny částice pocházející z půdního pokryvu a inertních stavebních materiálů, v prachu z demolic mohou být zastoupeny zdravotně rizikové látky, jako jsou těžké kovy, azbestová vlákna apod. Pro stanovení opatření k redukci prašnosti se však jeví vhodné zaměřit se na jednotný, přesně definovaný a všeobecně respektovaný parametr. Nejvhodnějším ukazatelem jsou emise a koncentrace částic frakce PM<sub>10</sub>, pro něž je k dispozici komplexní metodologie měření koncentrací i hodnocení zdravotní rizikovitosti a nově též (v rámci dalšího výstupu projektu TA02020245) i souhrnná metodika pro výpočet emisí ze stavební činnosti.

Obdobně jako v případě emisní metodiky je tedy i návrh opatření zaměřen primárně na snížení vlivu staveb na imisní zatížení částicemi PM<sub>10</sub> v jejich okolí. Hlavní pozornost je zaměřena na opatření ke snížení emisí zvířených částic (tj. prašnosti“), uvedena však jsou i opatření ke snížení emisí částic PM<sub>10</sub> z dieselových motorů, a to zejména s ohledem na praktické využití metodiky.

Postup přípravy návrhu souboru opatření a zejména pak výsledná doporučení vhodných postupů pro jednotlivé skupiny stavebních operací jsou popsány v následujícím textu.

## 2. POSTUP ZPRACOVÁNÍ METODIKY

Zpracování projektu TA02020245 probíhalo postupně v několika krocích:

- Rešerše a analýza odborných publikací a studií, výpočetních metodik, dílčích odborných studií, zveřejněných výsledků měření apod.
- Zmapování existujících stavenišť v různých městech ČR a vytvoření typologie stavebních ploch.
- Měření koncentrací částic na stavenišťích v průběhu stavebních prací (celkem 42 měření prašnosti na 32 stavbách), pasportizace vybraných stavebních ploch, pořízení fotodokumentace lokalit, získání praktických poznatků o průběhu staveb a vlivu různých faktorů na produkci emisí.
- Návrh výpočetních postupů pro stanovení emisí ze stavebních činností, jejich modelové ověřování a verifikace, vypracování metodiky pro výpočet emisí.
- Návrh opatření k omezení prašnosti ze stavební činnosti pro jednotlivé typy staveb a jeho transformace do metodického podkladu.

Z uvedeného výčtu je patrné, že vypracovaný soubor opatření k omezení prašnosti ze staveb se výrazně opírá o ostatní části projektu – o rozsáhlou rešerši, šetření na stavbách, měření prašnosti v terénu i ověřovací výpočty. Podklady a zdroje informací, využitě při přípravě návrhu, lze tedy typově rozdělit do dvou skupin:

- Poznátky získané v průběhu měření imisí PM<sub>10</sub> na stavebních plochách, zahrnující jak vizuální záznam situace (rozsah uplatňovaných opatření a jejich vliv na viditelný výskyt prašnosti), tak zejména následnou analýzu výsledků měření ve vazbě na konkrétní lokalitu.
- Rešerše doporučení uvedených v příručkách pro omezení prašnosti ze stavebnictví a jejich kritické posouzení z hlediska využitelnosti v podmínkách ČR.

Třetím zdrojem informací, o který se řešení opírá, jsou dosavadní zkušenosti se zpracováním rozptylových studií ke stavbám, jejich projednání, dlouhodobé sledování problematiky, pravidelné konzultace s investory a realizátory staveb, projednávání různých sad opatření s odpovědnými orgány veřejné správy, zpracovávání koncepčních materiálů z oblasti ochrany ovzduší atd.

V následujícím textu jsou přehledně shrnuty poznátky získané při měření a výsledky rešerší.

## 2.1. POZNATKY ZÍSKANÉ V RÁMCI MĚŘENÍ KONCENTRACÍ PM<sub>10</sub> NA STAVEBNÍCH PLOCHÁCH

Na základě výsledků měření na stavebních plochách byly mimo jiné vysloveny následující poznatky:

- Jedním z nejvýznamnějších zdrojů prašnosti je zpevňování zeminy. Jako hlavní důvod se jeví absence skrápění během celého procesu. Je doporučováno namáčet půdu před i po aplikaci a zafrézování pojiva; toto opatření však nebývá uplatňováno.
- Významné příspěvky lze také očekávat u procesů, kdy je rozrušována struktura pevných povrchů – demolice, frézování a broušení. Redukce emitovaných prachových částic byla zaznamenána teprve při cíleném zvlhčování (kropení) destruované plochy či budovy.
- Rovněž u nakládky materiálu hodnoty silně kolísají v závislosti na vlhkosti materiálu.
- Významný vznik emisí souvisí s dopravou po staveništi, kde k přechodu částic do ovzduší dochází pojezdem stroje či vozidla, a to u nezpevněných i zpevněných komunikací. To ukazuje na skutečnost, že zpevněná, ale prachem silně znečištěná komunikace v blízkosti a prostoru staveb vykazuje stejné vlastnosti jako komunikace nezpevněná (v uježděné zpevněné stopě). Rozdíl tak nastává pouze při údržbě komunikací, kdy je zpevněná komunikace čištěna čistícím vozem (kropení a kartáčování), případně kropícím vozem, kdy je prach z povrchu odklizen. Zpevněné komunikace mají výhodu, že prach může být z povrchu zcela odstraněn – je zde lepší možnost čištění než u nezpevněné cesty, kde je místo klasické údržby možné aplikovat pouze kropení. Zvlhčená svrchní pojízdná vrstva nezpevněné komunikace však po krátké době vysychá a dochází opět ke zviřování prachových částic.
- Při pohybu na staveništi je vhodné používat vozidla s větším obvodem kola (tj. s větším vzorkem pneumatik), která mají menší vliv na vznos prachových částic. U starších typů vozidel také k nárůstu prašnosti přispívá k zemi zaústěný výfuk, který proudem vzduchu při akceleraci vozidla víří prachové částice z pojezdové trasy.

## 2.2. POZNATKY A DOPORUČENÍ DLE ODBORNÉ LITERATURY A PŘÍRUČEK

Značná pozornost byla věnována vypracování přehledů a sumarizaci opatření, která jsou uvedena v příručkách pro omezení prašnosti ze stavebnictví. Jedná se o doporučení vzniklá na základě dlouhodobých pozorování, prováděných často v oblastech, v nichž je problematika zvýšené prašnosti zvláště významná. Příručky obsahující doporučení pro omezení prašnosti jsou určeny pracovníkům v projekci a na úrovni vedení provádění staveb. Cílem příruček je uvedení opatření proti zvýšené prašnosti do stavební praxe tak, aby bylo stavebnictví šetrnější k životnímu prostředí. Tento cíl je v plném souladu s cílem předkládané metodiky.

Materiály, zahrnuté do vyhodnocení, jsou stručně popsány v následujícím přehledu:

- Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách (BAT) při omezování emisí ze skladování (Evropská komise, 2006) odráží výměnu informací podle článku 16 odst. 2 směrnice Rady 96/61/EC (Směrnice IPPC). Jedná se o základní referenční dokument, který se zaměřuje na problematiku emisí při skladování ve všech kategoriích průmyslových činností. Aplikovány byly přirozeně ty kapitoly, které pojednávají o snížení prašnosti a definují postupy a opatření, jak emisím prachu v lokalitě předcházet nebo je redukovat, tj. Techniky pro prevenci/snížení prašnosti a opatření užívaná při otevřeném skladování, Primární techniky k minimalizaci prachu ze skladování a Hlavní metody minimalizace prachu z manipulace.
- Manuál International Finance Corporation (člena Světové banky) pro oblast životního prostředí, zdraví a bezpečnosti práce „Environmental, Health, and Safety Guidelines“, vydaný v roce 2007 (IFC, 2007). V kapitole, která se věnuje kvalitě ovzduší, je kromě jiného uveden soubor opatření pro redukci fugitivních emisí včetně rozsahu efektivity opatření.
- Příručka „Potlačování prachu a emisí z výstavby a demolic“, vydaná pro Londýn v roce 2006, která rozděluje staveniště do tří skupin podle rizika tvorby prašnosti (nízké, střední, vysoké riziko) a pro každou skupinu uvádí soubor opatření pro plánování stavby, provádění demolic a vlastní stavební činnost (Greater London Authority, 2006).
- Britské Pokyny pro posuzování prašnosti z demolice a výstavby z roku 2014 (Institute of Air Quality Management, 2014), které popisují možné vlivy stavební činnosti na prašnost v okolí stavby a navrhuje řadu opatření pro redukci nepříznivých dopadů. Důraz byl kladen na identifikaci míry rizika možnosti znečištění prachem. Na základě kvalifikace vstupních podmínek jsou poté navržena opatření pro redukci prašnosti tak, aby dopady na okolí byly minimální (účelem je minimalizace obtěžování vzhledem k znečištění prachem, zamezit poškození zařízení, ale zejména zamezit poškození rozmanitosti ekosystémů a zdraví lidí). Pro identifikaci rizikovosti prašnosti jsou činnosti na stavbě rozděleny do čtyř kategorií. Jedná se o demolice, zemní práce, výstavbu a staveništní komunikace. Pro každou z činností je rizikovost stanovena na základě dvou parametrů. Prvním je rozsah a povaha stavebních prací. Druhým je citlivost oblasti, ve které bude plánovaná stavební činnost probíhat. Na základě experimentů byla provedena kategorizace receptorů (populací) na vysoce, středně a méně citlivé. Není

definována jednotná citlivost, klasifikační schéma pokrývá zcela odlišné potenciální účinky na lidské zdraví, majetek a ekosystémy. Škála rizika je poté definována ve třech stupních (nízké, střední nebo vysoké). Na základě rozsahu stavby a citlivosti území je stanovena rizikovitost dopadů na okolí stavby a následně jsou navržena konkrétní opatření, a to jako obecná a poté pro konkrétní činnosti.

- Směrnice o provozních a technických opatřeních k omezení emisí ze stavenišť znečišťujících ovzduší pro Švýcarsko z roku 2009 (BAFU, 2009).
- Studie Měření efektivity opatření ke snížení prašnosti z řezání kotoučovými pilami použitými na stavbách (Thorpe a kol., 1999) a britský informační list HSE č. 54 Kontrola prašnosti při řezání betonu pilou používanou ve stavebnictví (HSE, 2010). A. Thorpe a kolektiv provedli sérii měření koncentrací křemičitého prachu při řezání dlažby kotoučovou pilou na staveništi a v laboratoři, přičemž jako opatření pro potlačení prašnosti v průběhu řezání bylo použito skrápění vodou (z mobilní cisterny a z vodovodního řadu) a odsávání prachu ventilací. Výsledky ukázaly až 90 % snížení emisí při aplikaci uvedených opatření. Informační list HSE popisuje aplikaci těchto metod při řezání betonu.
- Metodika US EPA „AP 42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors“, která byla v rámci projektu použita jako jeden z hlavních rešeršních podkladů pro stanovení emisních faktorů. Obsahuje též souhrn opatření ke snížení emisí prachu ze staveb a jiných obdobných zdrojů prašnosti (US EPA, 1995 – 2011).
- Příručka WRAP Fugitive Dust Handbook z roku 2006 (Countess Environmental, 2006), obsahující i některé techniky pro snižování prašnosti ze staveb. Uvádí metody snižování prašnosti pro jednotlivé činnosti a jejich účinnost. Značná pozornost je věnována zejména využití různých typů chemických stabilizátorů.
- Materiál US EPA Potential Environmental Impacts of Dust Suppressants: “Avoiding Another Times Beach” z roku 2004, který se zaměřuje na možnost potlačení prašnosti pomocí chemických stabilizátorů (US EPA, 2004).
- Příručka hodnocení kvality ovzduší amerického South Coast Air Quality Management District z roku 1993 obsahující opatření pro zmírnění dopadů vlivu fugitivních emisí z prostoru stavenišť a z provozu na komunikacích, včetně odhadu jejich účinnosti (SCAQMD, 1993)
- Kanadský dokument Nejvhodnější postupy pro snižování emisí do ovzduší z výstavby a demolic (Cheminfo, 2005). Jedná se o rozsáhlý metodický materiál, který obsahuje opatření ke snížení emisí částic i dalších látek. Pro snížení emisí částic jsou uvedena doporučená opatření k plánování řízení stavby, ke konkrétním činnostem (příprava stavenišť, skladování sypkých hmot, manipulace s materiálem a jeho přesun, povrchy komunikací, drobné stavební práce, demoliční práce) a rady při použití skrápění vodou a chemickými stabilizátory.
- Australský materiál „Emission Estimation Technique Manual for Mining – Version 3.1“, původně zpracovaný pro důlní činnost (revidované vydání 2012). Manuál vydala australská vláda NPi a navrhuje metody stanovení emisních faktorů pro jednotlivé procesy a pro vybrané také uvádí metody omezování prašnosti a jejich předpokládanou účinnost (NPi, 2012).
- Postup hodnocení kvality ovzduší v průběhu stavebních prací pro Nový Jižní Wales (AU EPA, 2006), vypracovaný jako nástroj pro místní orgány veřejné správy. Příručka opět uvádí opatření a kontrolní mechanismy pro hlavní činnosti, které mohou v průběhu stavební činnosti v prostoru výstavby způsobovat vznik emisí.



### 3. OPATŘENÍ K REDUKCI PRAŠNOSTI ZE STAVEB

Metodika hodnocení vlivů stavebních prací na kvalitu ovzduší byla vypracována pro stavby většího rozsahu, orientačně se jedná o stavby, které se skládají z více budov nebo mají půdorys větší než 1 000 m<sup>2</sup> (odvozeno z dělení staveb uvedeném v britské příručce pro potlačení prašnosti (GLA, 2006).

Postupy a hodnocení, uvedené v této metodice, jsou tedy určeny prakticky výhradně pro ty stavební projekty, které podléhají stavebnímu řízení (nevztahuje se tedy na záměry, které mají pouze ohlašovací povinnost) a i z nich pouze na větší stavby (nikoli např. na rodinné domy). U staveb menšího rozsahu je případné uložení opatření k redukci prašnosti ponecháno v pravomoci obce.

Opatření byla navržena se vzestupnou intenzitou pro 3 skupiny staveb:

- První skupinu tvoří opatření, která lze uplatnit u všech staveb většího rozsahu. Jedná se v zásadě o obecné zásady proti nadměrné produkci prašnosti, které je nutné při výstavbě dodržovat, a to bez ohledu na umístění staveniště.
- Ve druhé skupině jsou definovány podmínky pro stavby umístěné v kontaktu se zástavbou sídel (orientačně blíže než 350 m od nejbližší zástavby). Obecně se jedná o lokality, v jejichž blízkosti se nacházejí stanoviště s vyšší citlivostí na zvýšenou prašnost (bytová zástavba, školy, nemocnice apod.). Zde je možné definovat několik dalších opatření pro redukci emisí prachových částic i bez podrobné znalosti konkrétního projektu.
- Do třetí kategorie patří stavby, pro které si úřad s příslušnou pravomocí vyžádá na základě předložené projektové dokumentace vyhodnocení imisních dopadů stavební činnosti na okolní zástavbu (tj. rozptylovou studii). U těchto staveb lze očekávat nejkritičtější dopady, ale také nejlepší znalost očekávané situace v průběhu stavby, včetně vyčíslení emisí z jednotlivých stavebních operací. Protiprašná opatření lze tedy stanovit na základě výpočtu skutečných imisních dopadů v dotčené lokalitě.

Z uvedeného popisu je zřejmé, že vyšší skupina v sobě vždy obsahuje i opatření nižších skupin, pro třetí skupinu tak platí všechna navrhovaná opatření, pro druhou skupinu platí i opatření uvedené ve skupině první.

### 3.1. SKUPINA 1: OBECNÉ ZÁSADY PRO STAVEBNÍ ČINNOST

Jedná se o obecné zásady, které by měl splňovat každý stavebník nezávisle na velikosti a umístění stavby. Opatření jsou uvedena samostatně pro fázi přípravy a pro vlastní realizaci stavby.

#### Fáze přípravy stavby

- Při přípravě stavebních prací vycházet ze znalosti místních podmínek – poloha stavby vůči zástavbě a zejména objektům vyžadujícím zvláštní ochranu, převládající směry větru, srážky apod.). U déle trvajících prací plánovat nejvíce prašné práce pokud možno mimo letní měsíce, které jsou charakteristické nízkým počtem srážkových dnů.
- Projektovat stavební práce podle zásad efektivního stavebního provozu. Navrhovat procesy tak, aby byla minimalizována produkce částic polévatého prachu, např.:
  - umístit výjezd ze staveniště, přístupovou cestu, skladovací plochy, skládku sypkých materiálů, parkování a obratiště strojů a vozidel tak, aby byly minimalizovány pojezdy po nebezpečné ploše stavby a aby byl v maximální možné míře redukován vliv na nejbližší chráněnou zástavbu
  - optimalizovat výběr strojní techniky (dle velikosti, výkonu strojů, počtu a součinnost v rámci jednoho pracovního dne)
  - preferovat použití prefabrikovaných stavebních materiálů namísto jejich výroby na místě
- Minimalizovat zásahy do stávajících inženýrských sítí, tj. minimalizace realizace přeložek vedení a tvorby výkopů.
- Minimalizovat vlivy na dopravní provoz na veřejných komunikacích, např.:
  - využívat účelové komunikace
  - vjezdy a výjezdy ze staveniště volit tak, aby byl co nejméně omezen provoz na komunikacích
  - zvážit možnost přidání dalšího jízdního pruhu na veřejné komunikaci po dobu výstavby
- Minimalizovat délky tras staveništní dopravy
  - výběr dodavatelů v blízkosti plánované stavby
  - výběr nejbližší skládky a deponií zeminy

#### Fáze realizace stavby

- Kontrolovat technický stav strojní techniky a podmínky na staveništi (technický stav hrazení, povětrnostní podmínky, dostupnost protiprašných opatření) před zahájením jednotlivých etap stavebních prací.

- Na obvodovém hrazení stavby případně na objektu zařízení staveniště uvést typ, rozsah a doby trvání stavebních prací – kromě opatření ke snížení emisí je důležitá i informovanost obyvatel v lokalitě, na které bude výstavba po dobu trvání bezprostředně působit.
- Instalovat čistící systém při výjezdu ze staveniště v prostoru napojení na veřejné komunikace. Vhodné je např. šterkové lože, případně roštové pásy, které pomocí otřesů odstraňují nečistoty z podvozků nákladních automobilů. Realizace tohoto typu opatření je nezbytná zejména u větších stavenišť (s výměrou větší než 3 ha nebo s očekávaným přesunem více než 75 m<sup>3</sup> materiálu denně). Naopak se nedoporučuje instalovat tzv. bazény, kdy vozidlo pouze projede vodou (Cheminfo, 2005). Ve většině případů nedojde k plnému odstranění prachových částic a ty poté zanáší veřejné komunikace bahnem, které se po vyschnutí stává velkým zdrojem prašnosti. Pokud lze o bazénu uvažovat, musí být před ním několik prahů, které oklepou většinu částic, a bazén poté slouží pouze pro omytí pneumatiky (závislé na počtu průjezdů nákladních vozidel, při menším počtu vozidel se zvažuje nezbytnost čistícího zařízení).
- U déle trvajících staveb neodkrývat celý povrch najednou, ale provádět skryvku půdy a zemní práce postupně v závislosti na výstavbě objektů, obecně platí pravidlo ponechat po co nejdelší dobu rostlý terén bez narušení, aby nedocházelo ke zbytečnému uvolňování prachových částic do okolí.
- Dodržovat zásady správné manipulace s nakladačem, obsluha strojů vyškolenými pracovníky, tj. plnit nákladní vozidla ve správné poloze tak, aby nedocházelo k násypu materiálu mimo vozidlo
- Redukovat volnoběhy nákladních automobilů a strojů mimo silniční techniky na minimum.
- Plochy určené k následným vegetačním úpravám osázet co nejdříve po dokončení prací tak, aby nová vegetace byla co nejrychleji půdokryvná. Tam, kde není možné vysadit vegetaci, je vhodné použít jutové plátno, mulč, látky či aplikovat jiná řešení pro zvýšení soudržnosti povrchu. Plochy určené k následnému zpevnění (chodníky, komunikace apod.) dočasně zhutnit nebo použít chemické stabilizátory pro snížení prašnosti.

### 3.2. SKUPINA 2: OBECNÉ ZÁSADY PRO STAVBY UMÍSTĚNÉ V KONTAKTU SE ZASTAVĚNÝM ÚZEMÍM SÍDEL

Jedná se o obecné zásady, které by měl splňovat každý stavebník na území sídel, kde již platí vzhledem k blízkosti zástavby citlivé na zvýšené koncentrace prachu (obytné domy, školy, nemocnice atd.) přísnější režim posuzování. Definovaná opatření jsou doporučením, které je nutné konkretizovat podle stavby a lokality, kde je plánována. Mezi kritéria, na která je třeba dále přihlížet, patří např.

- pravděpodobnost výskytu dalších stavenišť v lokalitě v době realizace záměru
- délka trvání období se zvýšenou prašností
- roční období, ve kterém budou soustředěny činnosti se zvýšenou očekávanou prašností

Výčet doporučených opatření je uveden v členění podle jednotlivých zdrojů prašnosti:

#### Obecná opatření na staveništi<sup>1</sup>

- Monitorovat prašnost v areálu (provést každodenní prohlídku vně i uvnitř areálu). Pokud je zaznamenána zvýšená prašnost, provést adekvátní protiprašná opatření.
- Pro zabránění roznosu materiálu do okolí areál oplotit. Oplocení provést z plných stěn, které chrání staveništní plochy před účinky větru, ale zároveň ochraňuje okolí před zvířeným prachem ze stavenišť. Bariéry, které zabrání úniku částic mimo staveniště, je nejvhodnější provádět ze systémových dílců, aby mohly být podle potřeby přesouvány. Dílce mohou být použity jak na oplocení, tak i na ochranu (tvorby závětrí) hromad sypkých materiálů.
- Pokud se na staveništi vyskytují jednotlivé emisně významné, avšak prostorově omezené zdroje prašnosti (např. drtiče apod.), umisťovat je co nejdále od chráněné zástavby a osadit kolem nich clony z tkaniny (AU EPA, 2006).
- Koordinovat s ostatními stavebníky v okruhu do 100 m od vlastního staveniště práce tak, aby nedocházelo k souběhu etapy zemních prací.
- Při nakládce a vykládce minimalizovat spádové výšky.
- Skrápět (zvlhčovat) v době deletrvajících sucha odkryté plochy.

<sup>1</sup> Zejména v průběhu zemních prací

- Čištění staveništních ploch a komunikací provádět zásadně za mokra.
- U postřiků je možné použít aditiva (chemické stabilizátory), která výrazně zvyšují protiprašné vlastnosti. S ohledem na obecné požadavky ochrany životního prostředí je vhodné používat biologicky rozložitelná aditiva. Postřiky chemickými stabilizátory jsou účinné zejména v oblastech, kde již není povrch narušován další činností.

### Větrná eroze

- Minimalizovat nebo zcela vyloučit volné deponování jemnozrnného materiálu (cement, vápno, bentonit, písek frakcí do 4 mm) na staveništi. Dlouhodoběji ukládaný materiál shromažďovat v boxech, ohradit jednotlivé materiály a zamezit vyfoukání jemných částic do okolí.
- Umisťovat venkovní skládky na závětrnou stranu a současně materiály na deponie umisťovat tak, aby horní vrstvu tvořil vždy nový materiál s přirozeně vlhkým materiálem.
- Při tvorbě deponií a mezideponií minimalizovat vyfoukání prachu větrem:
  - volbou jejich tvaru – podélná skladovací místa jsou vhodná pro velmi vysoké kapacity a pro dlouhodobá skladování; skladovací místa kruhového tvaru jsou vhodná do kapacity 100 000 tun, na plochách čtvercových rozměrů nebo v případech, kdy se nepředpokládá další rozšíření haldy. (Evropská komise, 2005)
  - volbou jejich velikosti – vhodnější je jedna velká halda než více menších (realizace jedné haldy místo dvou zmenší aktivní povrch až o 25 %)
  - orientací vůči převládajícímu směru větru – podélné haldy vytvářet rovnoběžně s převažujícím směrem větru
  - použitím clon a bariér – lze využívat i existující překážky, například stromy, keře apod., popřípadě budovat vlastní překážky z přenosných materiálů
  - zakrytím plachtou či sítí
- Průběžně sledovat prašnost v areálu tak, aby bylo možné zakročit v případě větších problémů (např. zakrytí deponií při silném větru, skrápění areálu apod.).
- Při zvýšené rychlosti větru (cca od stupně „silný vítr“ dle Beaufortovy stupnice) omezit práce na stavbě nebo alespoň omezit činnosti s vysokou prašností.

### Veřejné komunikace

- Při přepravě materiálů mezi více areály v rámci stavby dodržovat zásadu minimalizace délky přepravních tras, tj. rozmístění materiálu tak, aby nutná přeprava byla co nejkratší.
- Při návrhu staveništní dopravy spolupracovat se stavebními areály do vzdálenosti cca 500 m od záměru a případně optimalizovat počet vozidel a trasy staveništní dopravy tak, aby nedocházelo k přetěžování komunikací.

- Důsledně dodržovat zásadu čištění vozidel vyjíždějících na vozovku. Používat vibrační rohože, vodní lázně s tlakovým čištěním nebo kombinace omytí a přejezdů přes retardéry.
- Pokud se znečištění hromadí na komunikacích v okolí staveniště, je třeba je pravidelně čistit, a to v závěru dne po ukončení prací, respektive odjezdu strojních zařízení a nákladních vozů, a to minimálně jednou za 24 hodin. V intravilánu je nutné čistit komunikaci okamžitě po znečištění.

### Staveništní komunikace

- Používat zpevněných staveništních komunikací nebo trasy dočasně zpevnit pomocí betonových panelů či pryžových bloků (BAFU, 2009), případně šterku, strusky či recyklovaného asfaltu. Výhodou zpevněných úseků je snadná čistitelnost zpevněných podkladů.
- Vybudovat zpevněnou komunikaci mezi zařízením pro mytí kol nákladních vozidel a výjezdem z areálu.
- Omezit rychlost dopravy na staveništních komunikacích na cca 20 km.hod<sup>-1</sup>. Značení omezující rychlost umístit u vjezdu na staveniště.
- Staveništní komunikace pravidelně čistit, skrápět nebo používat aktivní látky k potlačení prašnosti.
- Parkování zaměstnanců stavby zajistit výhradně na zpevněných plochách, minimalizovat pohyb vozidel v okolí staveniště.

### Staveništní technika

- Používat stroje s nižšími emisemi PM (splňující alespoň emisní normu Stage I dle Směrnice 97/68/ES) a věnovat se jejich údržbě, jedná se o optimální nastavení motorů, omezení volnoběhu strojů a zamezení přetěžování techniky
- Preferovat napájení elektrinou nebo použití baterií před využíváním generátorů na naftový nebo benzinový pohon.
- Vypouštět exhalace do odpovídající výšky, koncovka výfuku je u řady nákladních vozidel v současnosti orientována k terénu a způsobuje tak zbytečné zviřování prachových částic z povrchu komunikací a stavebních ploch.

### Demolice

- Neprovádět nejvíce prašné demoliční práce (rozrušování či stržení obvodových konstrukcí staveb) v době silného proudění větru směrem k zástavbě, která by mohla být prašností negativně ovlivněna.

- Izolovat nakládání s odpady (sutí) od okolního prostředí, stejně tak pomocí fólií či tkanin zamezit případnému úniku prašnosti do okolního prostředí. Pokud práce na objektu probíhají souběžně s běžným provozem v jeho jiné části, je nutné od sebe oba provozy oddělit.
- Pro manipulaci se sutí a sypkými odpady při demolicích používat uzavřené shozy. Uzavírat kontejnery na suť, pokud nejsou právě využívány.
- Pokud je to možné, provést nejprve demolici vnitřních konstrukcí a ponechat obvodové zdi a okna, které budou sloužit jako ochrana proti úniku prachových částic do okolí.
- Při postupném odvážení odpadu ze stavby odstranit (či umístit do kontejnerů) přednostně jemnou suť a suché materiály, až později hrubší části a vlhký materiál. Odvážený materiál by neměl být hutněn.
- Při rozrušování konstrukcí (demolice, řezání, broušení, atd. ...) a při vrtání pilot nebo kotev používat skrápění nebo odsávání.
- Tlakovou vodu nasazovat účelně – pro cílené skrápění prašných operací.
- Používat tryskové rozprašování vody. Je to vysoce univerzální metoda, při které je použit kompresor, který vhání do trysky vzduch s konstantním tlakem 2 bary a vodu s proměnlivým tlakem mezi 0,5 až 1,5 baru tak, aby se vytvořila jemná vodní mlha. Tato metoda brání enormnímu zvlhčení materiálu a přitom dosahuje významného omezení prašnosti. Nevýhodou je však nutnost pokrýt celé dotčené plochy, pokud je zajištěno pouze boční zvlhčování, účinek je snížen na 50 %.

### **Broušení, řezání, vrtání**

- Minimalizovat procesy řezání a broušení na staveništi, preferovat používání prefabrikovaných stavebních materiálů.
- Při řezání používat stroje se skrápěním, smáčet pracovní plochu, při odsávání používat vaky na prach.
- Při broušení a řezání vozovek, chodníků, panelů apod. používat pilu s diamantovými řezným kotoučem a vodním čerpadlem – na základě testů (Thorpe a kol., 1999) byla nejvyšší účinnost prokázána při řezání diamantovým kotoučem se skrápěním tlakovou vodou (oproti řezání s pryskyřicovým kotoučem).
- Pro broušení přebytečné malty používat pro měkké malty standardní úhlovou brusku, pro tvrdé malty rotační kotoučovou brusku – jedná se o doporučení na základě emisních testů (Cheminfo, 2005).

### 3.3. SKUPINA 3: KONKRÉTNÍ OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ EMISÍ Z JEDNOTLIVÝCH STAVEBNÍCH ČINNOSTÍ A JEJICH ÚČINNOST

Ve třetí skupině jsou uvedeny konkrétní technologické postupy ke snížení prašnosti spolu s procentuelní hodnotou účinnosti uvádějící o kolik % je daným opatřením snížena vypočtená emise z dané stavební činnosti. Účinnost byla převzata z rešeršovaných materiálů, jejichž přehled je uveden v kapitole 2.2. této metodiky, konkrétní zdroj informací je uveden vždy v posledním sloupci tabulky.

Výsledná emisní bilance pro dílčí procesy se tak stanoví:

$$E = E_0 \times (100 - U) / 100$$

kde:

- E - Výsledná emise při realizaci opatření
- U - Účinnost opatření
- E<sub>0</sub> – Emise příslušející dané činnosti bez zohlednění opatření

Rozmezí účinnosti udává hodnoty při nejmenší a nejvyšší účinnosti, která je dána konkrétními podmínkami na staveništi. U některých technických prostředků udává vlastní údaj o účinnosti přímo výrobce zařízení, v tom případě je vhodnější pro výpočet emisí použít tento údaj.

Pokud je dané opatření aplikováno na konkrétní stavbě pro jinou stavební činnost, než u které je uvedeno v následujících tabulkách, je možné analogicky použít hodnotu účinnosti odpovídající tomuto opatření.



**Tab. 1. Opatření a jejich účinnosti – demolice**

Činnost	Opatření	Účinnost	Zdroj
Demolice	Zvlhčení odpadu z demolice, případně zvlhčení na konci pracovního dne	10 %	(Countess Environmental, 2006)
Demolice a odvoz sutí	Kropení každé 4 hodiny po segmentech v délce 30 m určených k demolici	36 %	(Countess Environmental, 2006)
Stabilizace po demolici, na nezpevněných cestách a parkovištích	Použití stabilizátorů (např. polymerové emulze)	84 %	(Countess Environmental, 2006)
Demolice	Kontinuální tryskové rozstříkávání	80 – 98 %	(Evropská komise, 2005)*
	Kontinuální tryskové rozstříkávání včetně aditiv	90 – 99 %	(Evropská komise, 2005)*
Vrtání	Skrápění	70 %	(NPI, 2012)
	Použití látkových filtrů	99 %	(NPI, 2012)
Řezání	Odsávání	93,5 %	(Thorpe a kol., 1999)
	Tlakové skrápění	97 %	(Thorpe a kol., 1999)

**Tab. 2. Opatření a jejich účinnosti – staveništní komunikace**

Činnost	Opatření	Účinnost	Zdroj
Pojezd po staveništní komunikaci	Zpevnit příjezdové komunikace ke stavbě nejméně do vzdálenosti 30 m od hlavní silnice	92,5 %	(SCAQMD, 1993)
	Pokládka asfaltu	95 %	(IFC, 2007) (US EPA, 2004)
	Zpevnění povrchu šterkem	46 %	(Countess Environmental, 2006)
	Použití regulátorů prašnosti	84 %	(Countess Environmental, 2006)
	Chemické ošetření povrchu cest	40 – 98 %	(US EPA, 2004) – podrobněji v tabulce 6
	Skrápění odjezdové trasy min. 2 × denně	55 %	(Countess Environmental, 2006)
	Redukce rychlosti z 75 km/h na 50 km/h	33 %	Atem (2015)
	Redukce rychlosti z 65 km/h na 30 km/h	54 %	Atem (2015)
	Redukce rychlosti z 40 km/h na 20 km/h	50 %	Atem (2015)
Redukce rychlosti z 30 km/h na 10 km/h	67 %	Atem (2015)	

**Tab. 3. Opatření a jejich účinnosti – veřejné cesty**

Činnost	Opatření	Účinnost	Zdroj
Pojezd po veřejné cestě	Všechna vozidla, která převážejí sypké materiály zakryt nebo zachovat alespoň 61 cm volného vertikálního prostoru mezi horní hranou nákladu a horní hranou korby	10 %	(SCAQMD, 1993)
	Použití čisticích vozidel	86 %	Countess Environmental (2006) – podrobněji v tabulce 6
	Mycí zařízení v místech, kde vozidla přejíždějí z nebezpečné komunikace na pevnou, nebo v místě opuštění stavby (nejnižší účinnost mají vodní brody, střední ruční mytí kol, nejvyšší mobilní myška pneumatik, která pomocí trysek umývá pneumatiky proudem cca 2 500 litrů/min)	40 – 70 %	(SCAQMD, 1993)

**Tab. 4. Opatření a jejich účinnosti – práce na staveništi**

Činnost	Opatření	Účinnost	Zdroj
Práce na staveništi	Ozelenění valů podél deponií	20 %	(Cheminfo, 2005)
Práce na staveništi	Skrápění při vykládce, skrápění přesypů, vlhčení v různých intervalech v místech, kde dochází k manipulaci. Mlžné stěny, požadovaná minimální vlhkost manipulované zeminy o hodnotě 12 %	70 %	(NPI, 2012) (Countess Environmental, 2006)
Práce na staveništi	Použití povrchově aktivních látek, hygroskopické soli, asfaltových lepidel, chemických stabilizátorů	až 98 %	(IFC, 2007) – podrobněji v tabulce 6
Stavební technika	Použití stroje na úrovni Stage IIIB místo strojů úrovně Stage I	99,5 %*	Směrnice 97/68/ES v aktuálním znění

\* jen pro emise z dieselových motorů stavebních strojů

Tabulka 5 uvádí doporučení pro aplikaci skrápění a chemických stabilizátorů. Následující tabulka poté shrnuje dostupné informace o předpokládané účinnosti při aplikaci chemických stabilizátorů na staveništi a čištění zpevněných komunikací.

**Tab. 5. Doporučení pro aplikaci skrápění a chemických stabilizátorů**

Aplikace skrápění vodou	Aplikace chemických stabilizátorů
<b>Příprava staveniště a zemní práce</b>	
<p>Použít pro zvlhčení půdy a zvýšení stability půdy před započítím zemních prací, a to až do hloubky řezu půdy.</p> <p>Po provedení zemních prací je třeba skrápět odhalený povrch a na konci každého pracovního dne skrápět povrch odhalených ploch, aby se na povrchu půdy vytvořila křusta (aplikaci provádět do dosažení optimální vlhkosti povrchu půdy).</p> <p>Skrápění lze provádět i na neaktivních narušených plochách, a to s dostatečnou frekvencí, aby nedocházelo k viditelnému emitování částic, popř. použít automatické zavlažovací systémy.</p>	<p>Chemické stabilizátory je vhodné použít do 5 dnů od ukončení prací. V případě, že zůstává odhalená plocha o více než 0,2 ha nenarušena po dobu 7 a více dnů, měl by se její povrch chemicky stabilizovat.</p> <p>Účinnost chemického postřiku závisí na množství, ve kterém byl použit, pH půdy, vlhkosti vzduchu a půdy, množství slunečního záření, intenzitě dopravy po ošetřovaném povrchu a růstu rostlin.</p> <p>Je třeba zvážit přidání látek, které mění povrchové napětí vody, do skrápěcí vody. Takové povrchově aktivní látky zvyšují smáčivost povrchu a zmírňují počáteční odpor suchého povrchu vůči vodě, což vede k menší spotřebě vody.</p>
<b>Skladování sypkých hmot</b>	
<p>Haldu materiálu je třeba kropit tak, aby se na povrchu materiálu vytvořila křusta, která zpevní povrch materiálu a zamezí emitování částic. Je však nutné zabránit přílišnému zvlhčování, aby vlhkost nepronikla do haldy, poté by hrozil sesuv materiálu.</p> <p>Až 80 % venku skladovaných sypkých materiálů je vhodné kropit denně, pokud je prokázán erozní vliv větru na haldu materiálu.</p>	<p>Pokud se v následujících 7 dnech nepředpokládá manipulace se stavebními materiály, odpady a další sypkými hmotami skladovanými na hromadách, povrch sypkých hmot by měl být ošetřen.</p> <p>Je třeba zvážit přidání látek, které mění povrchové napětí vody, do skrápěcí vody pro veškeré skladované sypké materiály. Takové povrchově aktivní látky zvyšují smáčivost povrchu a zmírňují počáteční odpor suchého povrchu vůči vodě, což vede k menší spotřebě vody.</p>
<b>Přesuny materiálu a hmot</b>	
<p>Přesouvaný materiál má být zvlhčen už před nakládkou nebo těsně po naložení, přičemž by při nakládání a vykládání měla být voda stále k dispozici, aby se zabránilo vzniku oblaku prachu.</p> <p>Měřit vlhkost materiálu a optimalizovat ji.</p> <p>Prašné materiály kropit 15 minut před přesunem a/nebo v místě přesunu.</p> <p>Odplavené potenciální emisní částice je vhodné zachytit pomocí žlabů, pro skrápění jsou nejvhodnější zavlažovací systémy s kuželovitými tryskami, optimální velikost kapky je cca 500 μm (jemnější kapičky jsou vlivem povrchového napětí méně účinné).</p>	<p>Přesouvané sypké materiály by měly být ošetřeny látkami potlačující prašnost před a po manipulaci, včetně oblasti v okolí manipulace.</p>

Aplikace skrápění vodou	Aplikace chemických stabilizátorů
<b>Povrchy komunikací</b>	
<p>Při četných pojezdech po nezpevněné komunikaci je třeba skrápět povrch komunikace nejméně jednou za 2 hodiny (podle počasí). Pokud nelze skrápět povrch pojezdem kropicího vozu, je vhodné použít na kropení hadici nebo vodní dělo. Odtok by měl být upraven tak, aby voda neproudila po povrchu komunikace.</p> <p>Efektivita skrápění závisí na množství vody při jednotlivých skrápěních, době mezi skrápěními, na hmotnosti, rychlosti a počtu vozidel pojíždějících v čase mezi skrápěními a na aktuálních meteorologických podmínkách, které ovlivňují odpařování.</p>	<p>Četnost potřebných aplikací chemických stabilizátorů je nižší v porovnání s četností potřeby aplikace vody. Pro správné zasáknutí do půdy je nutné stabilizační postřiky aplikovat při teplotách nad 0 °C. Výjimkou jsou chlorid vápenatý a chlorid hořečnatý.</p>
<b>Demoliční práce</b>	
<p>Skrápění je nutné provádět před a během bouracích prací, dále na odpad z demolice (bezprostředně po demolici a během přesunů materiálu), na povrchy v okolí demolice a na nezpevněné cesty v dosahu 30 m od demolovaného objektu, a to 1 hodinu před započatím demoličních prací.</p>	<p>Postřiky chemickými stabilizátory je vhodné použít na sekundární plochy: nezpevněné povrchy, kam dopadá materiál do vzdálenosti 30 m; sutiny demolovaného objektu (ihned po demolici); nezpevněné plochy určené pro pojezd stroje.</p>

**Tab. 6. Orientační rozmezí účinnosti redukce prašnosti pomocí chemických stabilizátorů a čistících vozů**

Opatření	Účinnost	Zdroj
<b>Čistící vody</b>		
<p>Samosběrný vůz s vybavením: kartáče, vysávání prachu, skrápění kartáčů, vodní režim nebo PM filtr</p>	<p style="text-align: center;"><b>Účinnost čistícího vozu 86 % (U)</b></p> <p>Účinnost čištění 86 % lze použít v případě samosběrného čistícího vozu, jehož zametací šírka zabírá celý jízdní pruh nebo jeho většinu. Při použití menších čistících vozů, zabírajících cca polovinu jízdního pruhu, se doporučuje redukce účinnosti o 1/3 na 57 %.</p> <p>Výsledná emise je dána četností průjezdu čistícího vozu za den:</p> $E = E_0 \times (2 - U/100) / (2 \times \text{počet čištění za den})$ <p>kde <math>E_0</math> je emise bez aplikace čištění</p> <p>Pokud není čištění prováděno každý den, je nutno ve výpočtu průměrovat emisi za dny bez čištění (<math>E_0</math>) a emisi ve dnech s čištěním.</p>	<p style="text-align: center;">(Countess Environmental, 2006)</p>

Opatření	Účinnost	Zdroj
<b>Soli a solanky</b>		
Chlorid hořečnatý stříkaný při čištění ulic	60 % roztok MgCl <sub>2</sub> sníží prašnost o 58 %.	(US EPA, 2004)
Chlorid vápenatý, chlorid hořečnatý a ligninsulfonát	Snížení prašnosti o 50 – 70 %. Při vyšší teplotě s nízkou vlhkostí je ligninsulfonát účinnější než soli	(US EPA, 2004)
<b>Organické produkty na bázi ropy</b>		
Oleje na ropné bázi	50 až 98 %	(US EPA, 2004)
Směs vody, ropné pryskyřice a emulgovaného asfaltu	50 % účinnost alespoň po dobu jednoho měsíce	(US EPA, 2004)
Emulze textilního oleje na uhlovodíkové bázi	Snížení o 50 % při 0,04 % emulzi Snížení o 92 % při 0,07 % emulzi	(US EPA, 2004)
Derivát ropy (NHCO)	92 % účinnost po dobu 11 měsíců	(US EPA, 2004)
<b>Organické sloučeniny, které nejsou na bázi ropy</b>		
Lignin použitý na nezpevněných cestách	o 63 % vyšší soudržnost částic	(US EPA, 2004)
Polymerní emulze (PE) – latex	počáteční = 94 %, po 3 měsících = 96 %, po 11 měsících = 85 %	(US EPA, 2004)
Biokatalický stabilizátor (BS)	počáteční = 33 %, po 3 měsících = 0 %	(US EPA, 2004)

## 4. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

ATEM (2015): Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti

AU EPA (2006): Local Government Air Quality Toolkit (2006), [online]. Dostupné z: <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/air/mod3p3construc07268.pdf>

BAFU (2009): Luftreinhalte auf Baustellen, Bundesamt für Umwelt, Bern, 27 s., [online]. Dostupné z: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01014/index.html?lang=de>

Countess Environmental (2006): WRAP Fugitive Dust Handbook. Countess Environmental, Westlake Village, Calif., for Western Governors' Association. Denver, Colorado, [online]. Dostupné z: [http://ulpeis.anl.gov/documents/dpeis/references/pdfs/Countess\\_Environmental\\_2006\\_WRAP\\_Fugitive.pdf](http://ulpeis.anl.gov/documents/dpeis/references/pdfs/Countess_Environmental_2006_WRAP_Fugitive.pdf)

Evropská komise (2006): Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC). Sevilla, Španělsko, [online]. Dostupné z: <http://www.ippc.cz/obsah/CF0195/vlastni-dokumenty-bref/emise-ze-skladovani>

Evropský parlament a Rada (1997): Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 97/68/ES ze dne 16. prosince 1997.

GLA (2006): The control of dust and emissions from construction and demolition: Best Practice Guidance, Greater London Authority, London, [online]. Dostupné z: <http://www.london.gov.uk/sites/default/files/BPGcontrolofdustandemissions.pdf>

HSE (2010): Kontrola prašnosti při řezání betonu pilou používanou ve stavebnictví, HSE informační list, Stavební informační list č. 54, [online]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/topics/files/beton.pdf>

Cheminfo Services Inc. (2005): Best Practices for the Reduction of Air Emissions From Construction and Demolition Activities, Ontario, Canada, [online]. Dostupné z: <http://www.bieapfrempp.org/Toolbox%20pdfs/EC%20-%20Final%20Code%20of%20Practice%20-%20Construction%20%20Demolition.pdf>

IFC (2007): General EHS Guidelines, International Finance Corporation, [online]. Dostupné z: <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/554e8d80488658e4b76af76a6515bb18/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf?MOD=AJPERES>

Institute of Air Quality Management (2014): Guidance on the assessment of dust from demolition and construction, London, [online]. Dostupné z: [http://iaqm.co.uk/wp-content/uploads/guidance/iaqm\\_guidance\\_report\\_draft1.4.pdf](http://iaqm.co.uk/wp-content/uploads/guidance/iaqm_guidance_report_draft1.4.pdf)

Meyer, F., Eickelpasch, D. (1999): Konstruktionsmethodik für minimale freie Oberflächen bei Verarbeitung, Transport und Lagerung von Schuttgutern, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Frankfurt.

Muleski, G. E., Cowherd, C., Kinsey, J. S. Jr (2005): Particulate Emissions from Construction Activities, In „Journal of the Air and Waste Management Association 55“, 772–783.

NPi (2012): Australian Government, Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities: National Pollutant Inventory – Emission Estimation Technique Manual For Mining, version 3.1, [online]. Dostupné z: <http://www.npi.gov.au/system/files/resources/7e04163a-12ba-6864-d19af57d960aae58/files/mining.pdf>

SCAQMD: Air Quality Analysis Guidance Handbook. South Coast Air Quality Management District, [online]. Dostupné z: <http://www.aqmd.gov/home/regulations/ceqa/air-quality-analysis-handbook>

Thorpe, A., Ritchie, A.S., Gibson, M.J., Brown, R.C. (1999): Measurements of the Effectiveness of Dust Control on Cut-off Saws Used in the Construction Industry, Sheffield, UK.

US EPA (2004): Potential Environmental Impacts of Dust Suppressants: „Avoiding Another Times Beach“. [online]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/esd/cmb/pdf/dust.pdf>