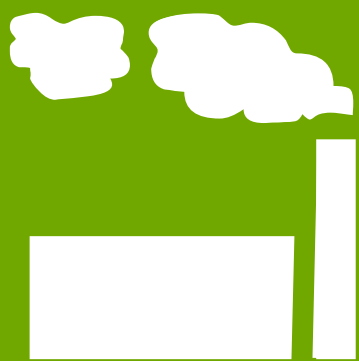


# OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Ochrana životního prostředí****Ročník 1, číslo 1/2014****Zaměření časopisu:**

Časopis se zabývá hodnocením životního prostředí, zejména problematikou znečištění ovzduší a hluku, posuzování vlivů na životní prostředí (EIA, SEA) a koncepčního řešení ochrany životního prostředí. Prezentovány jsou projekty výzkumu a vývoje, metodiky a postupy hodnocení, výsledky odborných studií a aplikace geografických informačních systémů (GIS).

**Vydává:**

ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.  
Hvozdánská 2053/3, 148 01 Praha 4  
IČ: 27181278, DIČ: CZ27181278  
<http://www.atem.cz/casopis>

vychází 2× ročně

ISSN: 2336-6753

**Redakční rada:**

Mgr. Jan Karel (předseda)  
Mgr. Radek Jareš  
Ing. Josef Martinovský  
Ing. Václav Piša, CSc.  
Mgr. Robert Polák  
Ing. Eva Smolová

Šéfredaktor: Ing. Eva Smolová  
e-mail: [casopis@atem.cz](mailto:casopis@atem.cz)  
tel.: +420 271 192 130

**OBSAH**

Projekt mapování plošných zdrojů emisí tuhých částic na území České republiky ( <i>Smolová, Polák, Jungrová</i> )	3
Tematická mapa a pasporty plošných zdrojů emisí prachu na Národním geoportálu INSPIRE ( <i>Smolová, Jareš</i> )	10
Stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti ( <i>Martinovský, Karel, Krkošková</i> )	16
Opatření k omezení prašnosti ze stavební činnosti ( <i>Martinovský, Karel</i> )	29
Zpracování vrstvy využití území a krajinného pokryvu pro potřeby eulerovského modelování znečištění ovzduší na území hl. m. Prahy ( <i>Jan Karel, Radek Jareš</i> )	39

# PROJEKT MAPOVÁNÍ PLOŠNÝCH ZDROJŮ EMISÍ TUHÝCH ČÁSTIC NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

**Eva Smolová, Alena Jungrová, Robert Polák**

*ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., Hvožd'anská 2053/3, 148 01 Praha 4, e-mail: atem1@atem.cz*

## Abstrakt

Technologické provozy s otevřenými areály, jako jsou deponie zeminy, lomy a jiné těžební plochy, betonárny a maltárny, cihelny, obalovny, sklady sypkých hmot apod., nezanedbatelně přispívají k znečištění ovzduší suspendovanými částicemi. Přes jejich význam nebyly tyto zdroje emisí tuhých částic dosud jednotným způsobem podchyceny, což přirozeně omezovalo i možnosti realizace opatření ke snížení prašnosti z uvedených provozů.

V rámci projektu Technologické agentury ČR č. TA02020663 „Zmapování a pasportizace nevidovaných plošných zdrojů emisí tuhých částic“ proto bylo v letech 2012 – 2014 provedeno mapování uvedených provozů v České republice. Celkem bylo zachyceno cca 1200 zdrojů, které byly lokalizovány v mapové vrstvě, zařazeny dle příslušné typologie a v rámci terénního průzkumu pak opatřeny základními údaji o jejich provozu. Podrobnější informace a výsledky terénních šetření obsahují pasporty jednotlivých zdrojů, které jsou přístupné pro potřeby orgánů veřejné správy. Účelem projektu je zajištění informovanosti orgánů veřejné správy, především pak orgánů ochrany ovzduší, o zdrojích prašnosti v jejich územní působnosti.

Tento příspěvek prezentuje zejména přípravu a průběh řešení projektu, tj. přípravu dat, tvorbu databází zdrojů prašnosti na základě dostupných podkladů např. databáze REZZO, internetové seznamy, obdobný projekt mapování nevidovaných zdrojů na území Prahy a též v součinnosti s úřady ORP a s úřady městských částí hl. m. Prahy a spolupráci s významnými provozovateli. Zatímco většina úřadů přistoupila na spolupráci, v případě oslovených provozovatelů zdrojů byla ochota podstatně menší.

Dále pak příspěvek shrnuje provedení vlastních terénních průzkumů v areálech zdrojů. Terénní pracovníci prováděli místní šetření jednotlivých zdrojů, kdy se jednalo především o zjištění činností, které jsou podstatným zdrojem emisí tuhých částic a také pořízení fotodokumentace provozu.

## Úvod

Na území České republiky dochází dlouhodobě k překračování imisních limitů pro suspendované částice PM<sub>10</sub>. Významnými zdroji imisní zátěže PM<sub>10</sub> jsou (mimo jiné) technologické provozy plošného typu, jako jsou deponie zeminy, lomy a jiné těžební plochy, betonárny a maltárny, cihelny, obalovny, sklady sypkých hmot apod. Dokonce i tyto plošné zdroje, které se vzhledem ke své velikosti jeví jako málo významné, často značně přispívají k překročení limitu. Způsobují totiž navyšování hodnot denních koncentrací PM<sub>10</sub> při nepříznivých podmínkách, přičemž právě zvýšené denní hodnoty jsou z hlediska imisních limitů nejvíce problematické.

Z tohoto důvodu obsahují prakticky všechny národní i regionální koncepční dokumenty v oblasti ochrany ovzduší obvykle i požadavek realizace opatření ke snížení prašnosti z plošných zdrojů. Přesto však realizace těchto opatření postupuje poměrně zvolna. Důvodem je mimo jiné skutečnost, že aplikace opatření ke snížení emisí nad rámec legislativních požadavků je vždy vázána na dohodu s provozovatelem příslušného zařízení. Této dohody však nelze dosáhnout, pokud daný

orgán ochrany ovzduší o existenci příslušného zdroje buď vůbec neví, nebo mu sice je znám, avšak nezná detaily o provozu zdroje a nemá ani kontakt na jeho provozovatele.

Projekt TA02020663 „Zmapování a pasportizace nevidovaných plošných zdrojů emisí tuhých částic“ se týká právě plošných zdrojů prašnosti, které nezanedbatelně přispívají k překračování imisních limitů suspendovaných částic  $PM_{10}$ , v naprosté většině však nejsou v databázích resortu životního prostředí nijak podchyceny. Cílem projektu je tyto zdroje zmapovat, a tak otevřít cestu ke snižování jejich emisí. Inspirací pro realizaci projektu bylo zpracování obdobného mapování pro hl. m. Prahu, které proběhlo v roce 2008 (Píša a kol., 2008). Z tohoto důvodu bylo také již od počátku odděleno řešení projektu na území Prahy, kde se jednalo jen o aktualizaci již existujících dat, a řešení pro ostatní části ČR, kde bylo nutné provést mapování od počátku nově.

Projekt byl uskutečněn ve třech etapách:

- v 1. etapě projektu, která proběhla v roce 2012, byla nejprve vytvořena výchozí verze databázi a vrstev GIS pro zdroje prašnosti na území ČR (samostatně pro Prahu a pro ostatní území ČR). Podkladem byly informace z registru emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO) a z veřejně dostupných zdrojů (internetové stránky provozovatelů, satelitní snímky mapových serverů). Následně proběhlo dotazníkové šetření na úřadech a komunikace s významnějšími provozovateli zdrojů. Bylo též provedeno zkušební místní šetření na lokalitách několika zdrojů prašnosti a na základě toho byl vytvořen pracovní návrh pasportu.
- ve 2. etapě projektu v roce 2013 byly doplněny databáze zdrojů na základě výsledků dotazování úřadů a provozovatelů zdrojů. Následně proběhlo terénní mapování a tvorba pasportů pro jednotlivé zdroje prašnosti na většině území České republiky. Byly navrženy datové formáty databázi zdrojů prašnosti a struktury digitálních map a pasportů.
- ve 3. etapě projektu pak bylo dokončeno místní šetření ve zbývajících areálech zdrojů prašnosti a zpracování těchto dat do podoby pasportů.

## Postup hodnocení

### Vyhodnocení veřejně dostupných podkladů, součinnost s veřejnou správou a provozovateli zdrojů

V rámci první etapy projektu v roce 2012 byla vytvořena výchozí verze databáze zdrojů prašnosti, která byla původně rozdělena na dvě části, a to samostatně pro území Prahy a pro ostatní části území ČR. Důvodem rozdělení do dvou databázi byla návaznost na obdobný projekt realizovaný pro Magistrát hl. m. Prahy v roce 2008, jehož výstupy byly v rámci projektu TA ČR pouze aktualizovány, zatímco pro ostatní území je bylo nutno vytvořit nově.

Databáze pro ostatní území ČR byla vytvořena na základě seznamu provozoven z veřejně přístupných zdrojů. Především se jednalo o internetové zdroje, vlastní webové stránky významných provozovatelů, nebo portály s přehledy společností zaměřené na stavebnictví, výrobu betonu a související činnosti např. jako betonservis.cz. Dále byla využita databáze individuálně sledovaných zdrojů emisí, poskytnutá Českým hydrometeorologickým ústavem, která však neviduje všechny zdroje (chybí především menší provozovny). Dále byly využity i satelitní snímky, na kterých byly vizuálně rozpoznávány další nevidované zdroje emisí.

Dalším krokem bylo provedení dotazníkového šetření u orgánů veřejné správy, konkrétně se jednalo o úřady obcí s rozšířenou působností a v případě Prahy o úřady městských částí, které byly

požádány o součinnost. Na základě jejich reakcí a podnětů byly databáze upraveny a doplněny o další zdroje, případně byly některé zdroje vyřazeny. Obdobně byly osloveny též vybrané společnosti, disponující větším počtem provozoven.

Celkem tedy bylo osloveno 192 úřadů ORP a 57 úřadů MČ Prahy, zpětná reakce byla obdržena od 90 %, resp. v případě Prahy od 80 % úřadů. Z oslovených 32 významných společností odpověděla méně než polovina. Na základě výsledků šetření byly zdroje rozděleny do kategorií dle typu a do databáze byly doplněny další detailnější informace (adresa zdroje, kontaktní údaje, GPS souřadnice atd.).

**Tab. 1. Typy zdrojů prašnosti**

Zkratka	Typ zdroje
Bt	Betonárny
Cm	Cementárny
LK	Lomový kámen
NK	Netříděné kamenivo
Ob	Obalovny
Od	Odkaliště
PD	Povrchové doly
Pi	Pískovny
Rc	Recyklace
Sk	Skládky suti a zeminy
St	Štěrkovny
Vp	Vápenky
Os	Ostatní

### Místní šetření na lokalitách zdrojů

Databáze zdrojů prašnosti, která byla aktualizována na základě komunikace s veřejnou správou a významnými provozovateli zdrojů, byla v další fázi projektu využita pro místní šetření na území jednotlivých areálů. Cílem šetření bylo zhodnotit situaci v areálu zdroje, konfrontovat informace z databáze se skutečným stavem, popsat charakter zdroje a identifikovat hlavní zdroje prašnosti v dané lokalitě.

V roce 2012 proběhly zkušební průzkumy a byl navržen vzhled pasportu, který sloužil terénním pracovníkům k záznamu informací o provozovnách. Každý pasport obsahoval základní informace o zdroji, které byly předvyplněny na základě údajů v databázi a dále pak prostor pro popis zdroje při návštěvě areálu.

Vzor pracovního pasportu pro terénní průzkum pak uvádí tabulka 2. Terénní pracovník se zaměřoval na upravenost a úklid areálu, typ povrchů v areálu, upravenost příjezdových cest, způsoby skladování sypkého materiálu, případně opatření aplikovaná ke snížení prašnosti v areálu. Podstatné bylo také zaznamenat údržbu areálu, jako je skrápění povrchů v suchých dnech, nebo způsob skladování sypkých materiálů. Mezi další sledované faktory patřila frekvence provozu vozidel především nákladních automobilů. Součástí místního šetření bylo také pořízení fotodokumentace provozovny.

Tab. 2. Vzor pracovního pasportu pro místní šetření

<b>ID v databázi</b>	2117_2	<b>Typ zdroje</b>	Pískovny
<b>Jméno v databázi</b>	pískovna Neratovice - Tišice		
<b>Vlastník</b>	KAMENOLOMY ČR s. r. o.		
<b>Provozovatel</b>	KAMENOLOMY ČR s. r. o.		
<b>ORP</b>	Neratovice		
<b>Adresa zdroje</b>	Neratovice - Tišice, 277 15 Mělník, cca 1,5 km SZ od obce Tišice		
<b>Parcelní číslo dle KN</b>	k. ú. Tišice		
<b>GPS souřadnice</b>	50.2826969N, 14.5404642E		
<b>Výsledek terénního šetření – vybrat z možností</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- zdroj: <i>v areálu spolu s dalšími podnikatelskými subjekty/samostatně</i></li> <li>- činnost: <i>výroba betonu/těžba něčeho/sklad/prodejna materiálu/...</i></li> <li>- cesty: <i>zpevněné/prašné</i></li> <li>- stav: <i>opuštěný/v provozu, nový/starší/, zachovalý</i></li> <li>- přímý zdroj prašnosti: <i>silo/těžba/pojíždění cest/ukládání materiálu/manipulace s materiálem</i></li> <li>- doba prašnosti: <i>po-pá, po-ne (popřípadě jiné)</i></li> </ul>			
Podrobnější popis areálu:			
Terénní průzkum proveden: <i>měsíc/rok</i>			

V roce 2012, kdy mapování zdrojů tuhých emisí započalo, bylo zkušebně zmapováno prvních 10 zdrojů. Většina areálů (cca 80 %) byla zmapována během roku 2013, v roce 2014 pokračovala místní šetření na zdrojích prašnosti a byly zmapovány zbývající zdroje (cca 15 %). Ve výstupní databázi je také uvedeno 46 zdrojů (cca 4 %), u kterých terénní mapování neproběhlo, a to především z důvodu neumožnění vstupu provozovatele na území areálů.

Terénním pracovníkům byly přidělovány seznamy zdrojů určených k mapování po jednotlivých ORP. K tomuto účelu byly vytvořeny mapy s umístěním zdrojů a tabulkové podklady s informacemi o zdroji, exportovanými z databáze. Na místě byly v první řadě kontrolovány údaje z databáze s reálným stavem. Následně byla požádána zodpovědná osoba provozu o spolupráci, povolení pořídit si fotodokumentaci a vyplnění informací o provozovně. V případě odmítnutí součinnosti pracovník pouze popsal areál a zdokumentoval prostory z veřejně dostupných lokalit.

Jako problémové provozy byly většinou hodnoceny lomy nebo skládky sutí, naopak velká část betonáren a obaloven měla čistý areál, který byl pravidelně skrápěn vodou. Také na většině pískoven byla prašnost minimální, jelikož těžba byla prováděna převážně mokrou formou, nebo byl materiál skrápěn. Někteří provozovatelé lomů a šterkoven potvrdovali, že v letních a suchých dnech pravidelně skrápí komunikace a části areálu, kde projíždí těžká technika a automobily. Velkou roli při vzniku prašnosti má i zpevnění povrchů, protože v areálech se zpevněnými povrchy, které jsou navíc pravidelně čištěny, dochází k podstatně menšímu zviření prachu. Jako častý zdroj prašnosti bylo identifikováno uskladnění materiálů. Některé provozovny skladovaly sypké materiály v přehrazených kójiích, tak aby bylo zabráněno jeho rozfoukání, ale v mnoha případech byly vytvořeny jen haldy zcela nechráněné, nebo nahrnuté jen k jedné stěně. Mezi zaznamenané způsoby snižování prašnosti patří také vegetační bariery, které brání přímému proudění větru do areálu.

Při terénním mapování byla doplněna databáze o další zdroje zjištěné přímo v terénu, ve velké většině se jednalo o malé provozovny jako betonárny nebo skládky stavebního materiálu. Naopak byly vyřazeny zdroje zrušené.

Výstupy z místních šetření byly následně převedeny do digitální podoby, tj. pro doplnění a úpravu databáze a pro tvorbu finálních pasportů.

### Výsledky terénního mapování

Na území České republiky bylo zjištěno celkem 1 242 plošných zdrojů emisí tuhých částic. Shrnutí počtu zmapovaných zdrojů prašnosti dle zastoupení jednotlivých typů uvádí následující tabulka.

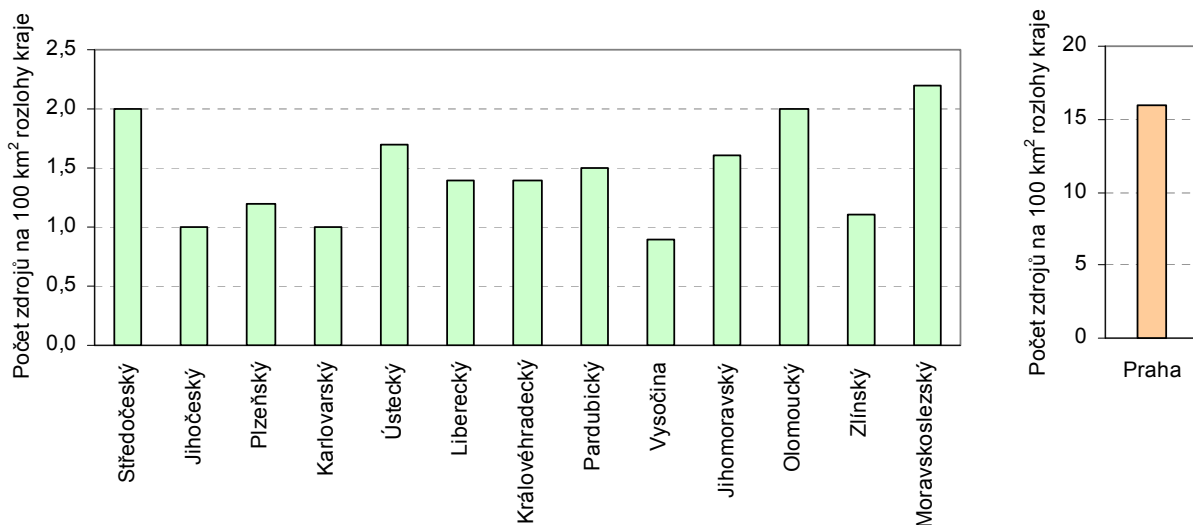
**Tab. 3. Zastoupení jednotlivých typů zdrojů prašnosti v krajích**

Kraj	Počet zdrojů dle typů*												
	Betonárny	Cementárny	Lomový kámen	Netříděné kamenivo	Obalovny	Odkaliště	Pískovny	Povrchové doly	Recyklace	Skládky	Štěrkovny	Vápenky	Ostatní
Hlavní město Praha	23	1	5		1		1	1	15	33			7
Středočeský	81	2	35	2	12		31	5	15	40	11	2	17
Jihočeský	41	1	30	3	7		12		4	6	5		4
Plzeňský	39	2	24	2	3		12		11	6	4	1	5
Karlovarský	13		11		2		5	1	1		4		
Ústecký	32	1	15		6	1	10	6	6	8	5		9
Liberecký	20		9	1	3	1	9		1	3	1		4
Královéhradecký	32		12	2	4		12		2	3	1	1	7
Pardubický	27	2	20	4	4		9		4	6	6	2	5
Vysočina	31		24		4		3			3	1		3
Jihomoravský	46	4	20	4	4		19		11	15	6	5	3
Olomoucký	29	1	28		2	2	10		15	9	10	3	10
Zlínský	21	1	3	2	3		3		8	6	5		4
Moravskoslezský	45	1	14	3	6	2	8		10	12	6		27
<b>Celkem</b>	<b>480</b>	<b>16</b>	<b>250</b>	<b>23</b>	<b>61</b>	<b>6</b>	<b>144</b>	<b>13</b>	<b>103</b>	<b>150</b>	<b>65</b>	<b>14</b>	<b>105</b>

\*) Pokud má jeden zdroj více typů provozoven, je zahrnut v každé kategorii. Např. pokud je v jednom areálu pískovna s recyklací, je zahrnut do kategorie pískovny i do kategorie recyklace.

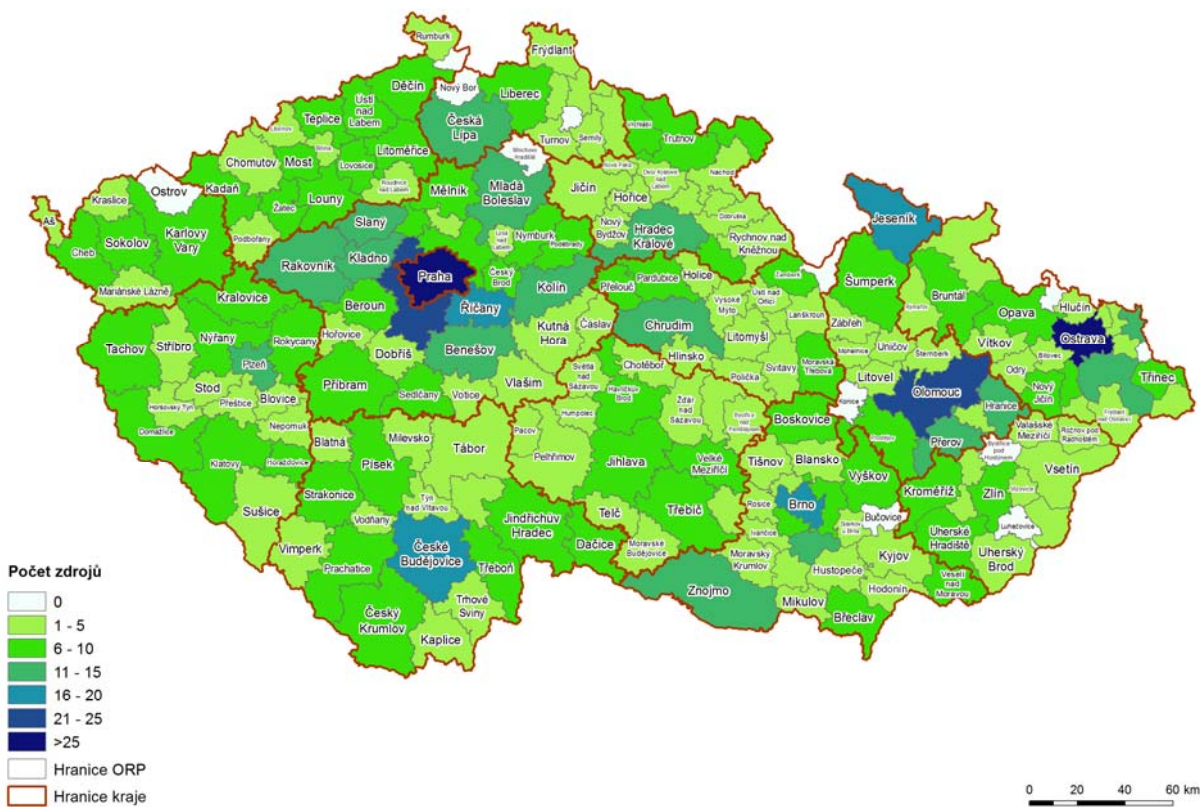
Nejvyšší počet plošných zdrojů prašnosti v krajích byl zaznamenán ve Středočeském kraji, a to 223 areálů. V relativním vyjádření ve vztahu k rozloze jednotlivých krajů (Obr. 1) se největší zastoupení plošných zdrojů prašnosti nachází na území hl. m. Prahy (16 zdrojů na 100 km<sup>2</sup>), a to výrazně vyšší než v ostatních krajích. Dále se jedná o Moravskoslezský kraj (2,2 zdroje na 100 km<sup>2</sup>) a kraj Středočeský a Olomoucký (2 zdroje na 100 km<sup>2</sup>).

Obr. 1. Počet zdrojů prašnosti ve vztahu k rozloze jednotlivých krajů



Následující obrázek uvádí počty zmapovaných zdrojů v jednotlivých obcích s rozšířenou působností dle krajů. Z obrázku je patrné, že nejvyšší hustota zdrojů je ve velkých městech a jejich okolí (Praha, Ostrava, Olomouc, Brno a České Budějovice). Naopak v deseti ORP nebyly zjištěny žádné otevřené zdroje prašnosti. Nejčastěji se na území jednotlivých ORP vyskytuje cca 5 zdrojů.

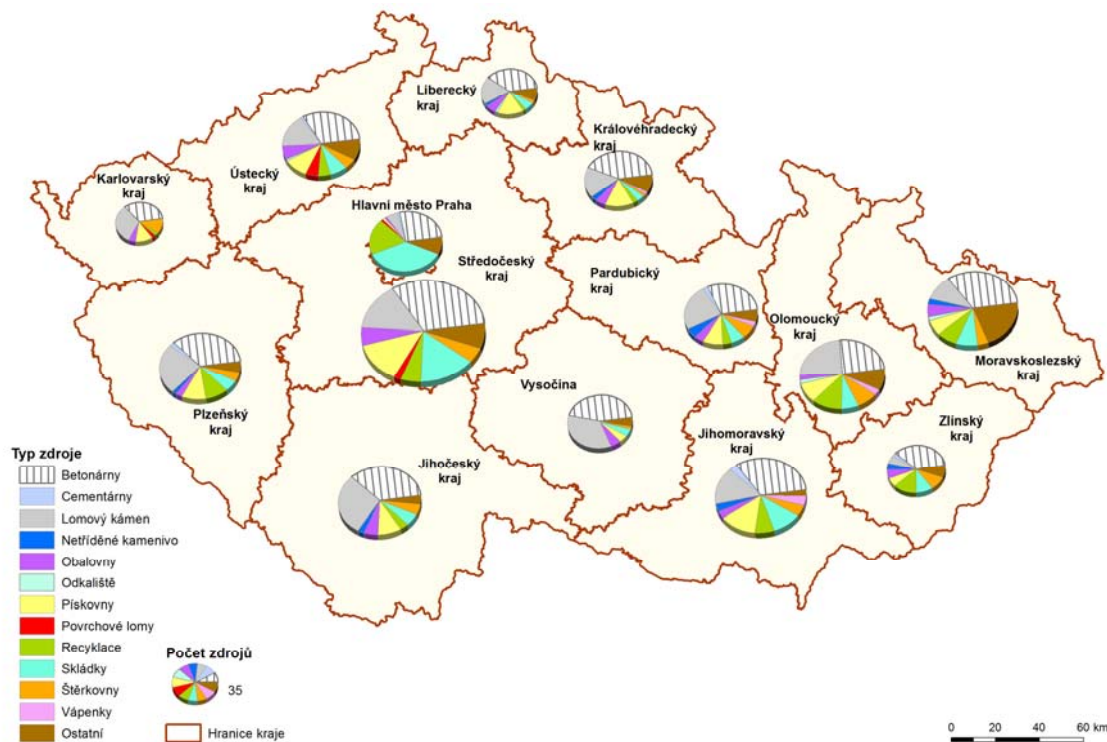
Obr. 2. Počty zdrojů prašnosti v ORP





Zastoupení jednotlivých typů zdrojů prašnosti v krajích znázorňuje následující obrázek. Z porovnání jednotlivých typů zdrojů je patrné, že nejčastějším typem jsou betonárny, následují provozovny, které produkují lomový kámen, skládky suti a zeminy a pískovny. Nejvyšší počet betonáren, pískoven, skládek a provozů s lomovým kamenem se pak nachází ve Středočeském kraji.

**Obr. 3. Zastoupení hlavních typů zdrojů prašnosti v krajích**



## Poděkování

Projekt „Zmapování a pasportizace nevidovaných plošných zdrojů emisí tuhých částic“ (č. TA02020663) byl řešen s finanční podporou Technologické agentury ČR.

## Literatura

Píša V. a kol. (2008): Vyhodnocení zdrojů prašnosti na území hl. m. Prahy. Hlavní město Praha.

## TEMATICKÁ MAPA A PASPORTY PLOŠNÝCH ZDROJŮ EMISÍ PRACHU NA NÁRODNÍM GEOPORTÁLU INSPIRE

Eva Smolová, Radek Jareš

*ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., Hvožd'anská 2053/3, 148 01 Praha 4, e-mail: atem1@atem.cz*

### Abstrakt

V rámci projektu TA ČR byla vytvořena vrstva geografického informačního systému, obsahující informace o poloze a charakteru provozů, které mohou být zdrojem emisí tuhých částic – tzv. plošné zdroje prašnosti. Zpracování vrstvy vycházelo z místního šetření provedeného v jednotlivých areálech. Vrstva je umístěna na Národním geoportálu INSPIRE a obsahuje informace o umístění každého zdroje, jeho typu a dále základní údaje o zdroji. Dále je ke každému zdroji uveden odkaz na webovou stránku zpracovatele projektu, kde se nachází tzv. pasport zdroje. Pasporty jsou přístupné pouze orgánům veřejné správy po přidělení přístupových údajů a obsahují podrobnější údaje o každém zdroji, stručnou charakteristiku areálu ve vztahu k potenciálním zdrojům emisí prachových částic a fotografie z provedeného terénního šetření.

### Úvod

V rámci projektu Technologické agentury ČR TA02020663 „Zmapování a pasportizace nevidovaných plošných zdrojů emisí tuhých částic“ byla vytvořena digitální mapa (resp. vrstva geografického informačního systému – GIS) s lokalizací plošných otevřených provozů, které mohou být zdrojem emisí tuhých částic, jako jsou deponie zeminy, lomy a jiné těžební plochy, betonárny a maltárny, cihelny, obalovny, sklady sypkých hmot apod. Výstupní vrstva GIS je umístěna na Národním geoportálu INSPIRE, provozovaném Českou informační agenturou životního prostředí CENIA, v tematické kategorii „Životní prostředí“ pod záložkou III.8 Výrobní a průmyslová zařízení. Zpracování vrstvy vycházelo z místního šetření provedeného v jednotlivých areálech, jehož výsledky byly převedeny do databáze a tzv. pasportů zdrojů prašnosti. Databáze, která obsahuje základní údaje o zdroji, je veřejně přístupná jako součást vrstvy GIS. V případě pasportů, které uvádějí podrobnější informace a jejichž součástí je i fotodokumentace jednotlivých provozů, je přístup umožněn pouze pracovníkům orgánů veřejné správy na základě přidělených přístupových údajů.

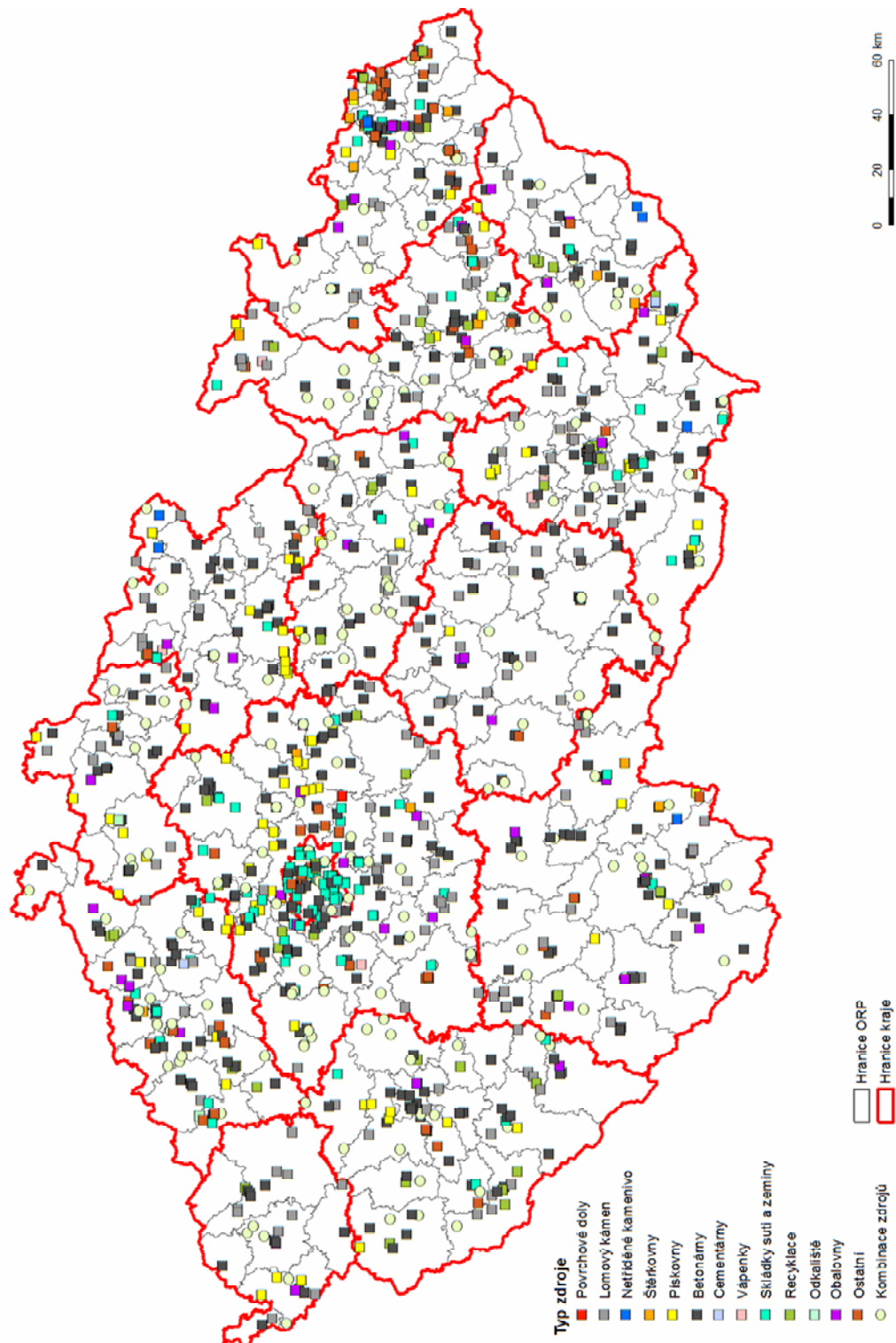
Předpokládá se, že mapa bude využita zejména jako jeden z podkladů při přípravě či ukládání vhodných opatření ke snižování emisí z jednotlivých zdrojů. Mapa vytváří iniciační podmínky pro realizaci uvedených opatření tím, že orgánům odpovědným za kvalitu ovzduší přináší přehlednou informaci o poloze příslušných zdrojů a o charakteru provozů, které mohou být spojeny s významnějšími emisemi tuhých látek. V následujícím textu je uvedena charakteristika jednotlivých výstupů projektu.

### Vrstva GIS a databáze zdrojů prašnosti na území ČR

Základním výstupem mapování zdrojů prašnosti je informace o jejich poloze, která byla zpracována do bodové vrstvy GIS v programu ESRI ArcMap, tj. ve formátu ESRI shapefile. Ke každému zdroji byla zjištěna řada informací, ne všechny je však možné publikovat na veřejně přístupném internetovém portálu. Vzhledem k tomu, že vrstva GIS a databáze jsou publikovány na Národním geoportálu INSPIRE, byla se správcem tohoto mapového serveru konzultována vhodná struktura dat. Jak se ukázalo, není možné v rámci portálu vytvořit část mapové služby jako neveřejnou.

Z tohoto důvodu byla získaná data rozdělena do dvou skupin. Do databáze, která je přímou součástí shapefile, byla zanesena kategorizace zdrojů podle jejich typu (viz Obr. 1) a vybrané základní údaje. Ostatní informace jsou obsaženy pouze v pasportech, které jsou umístěny na webových stránkách zpracovatele projektu, ze stránek geoportálu na ně bude odkazováno, přičemž přístup je chráněn heslem.

Obr. 1. Typy zdrojů prašnosti na celém území České republiky



Vrstva GIS (resp. její databázový soubor) obsahuje následující veřejně přístupné údaje:

- Identifikační číslo zdroje – kód ORP\_pořadové číslo zdroje v rámci ORP
- Název a kód kraje
- Název a kód ORP
- Název a kód obce
- Název a kód městské části – je-li relevantní
- Typ zdroje – zkratkou
- Název zdroje
- Charakteristika zdroje
- Název provozovatele/vlastníka zdroje
- Webové stránky provozovatele/vlastníka zdroje
- Datum (měsíc/rok) provedení terénního šetření
- Odkaz na pasport

Databáze tedy obsahuje řádky se všemi zdroji zahrnutými do seznamu zdrojů prašnosti a dále 16 sloupců s informacemi o každém zdroji. Struktura polí databáze je uvedena v následující tabulce.

**Tab. 1. Struktura polí databáze**

Název	Název pole v GIS	Popis	Datový typ	Počet znaků
ID číslo	ID	identifikační číslo	text	13
Kód kraje	KRAJ_KOD	kód kraje dle NUTS 3	text	16
Název kraje	KRAJ_NAZEV	název kraje dle NUTS 3	text	25
Kód ORP	ORP_KOD	kód ORP dle ČSÚ	desetinné číslo	17
Název ORP	ORP_NAZEV	název ORP dle ČSÚ	text	30
Kód obce	OBEC_KOD	kód obce dle LAU 2	desetinné číslo	17
Název obce	OBEC_NAZEV	název obce dle LAU 2	text	33
Kód MČ	MC_KOD	kód městské části dle ZUJ	text	14
Název MČ	MC_NAZEV	název městské části dle ZUJ	text	29
Typ zdroje	TYP_ZDROJE	zkratka názvu typu zdroje	text	12
Název zdroje	NAZEV	název zdroje	text	73
Charakteristika zdroje	CHARAKTERI	bližší popis zdroje	text	144
Provozovatel	PROVOZOVAT	provozovatel zdroje	text	74
Web provozovatele	WWW	internetové stránky provozovatele	text	52
Datum mapování	DATUM_MAPO	měsíc a rok provedení terénního šetření zdroje	text	14
Odkaz na pasport	PASPORT	internetové stránky s pasporty zdrojů	text	90

## Pasporty plošných zdrojů emisí tuhých látek

Podrobnější informace o každém zdroji jsou zpracovány do tzv. pasportů. Každý pasport sestává ze dvou stran, přičemž první strana obsahuje následující údaje:

- identifikační číslo zdroje v databázi
- typ zdroje
- název zdroje
- vlastník zdroje
- provozovatel zdroje
- ORP
- adresa
- parcelní číslo dle katastru nemovitostí
- GPS souřadnice
- umístění zdroje na topografické mapě v měřítku cca 1:20 000 – 1:40 000. Měřítko bylo voleno podle velikosti areálu zdroje a tak, aby bylo viditelné, v jakém okolí se zdroj nachází (např. v zástavbě či volně v krajině)
- lokalizace zdroje na ortofotografickém podkladu v měřítku cca 1:5 000 (tak, aby byl zobrazen celý areál v detailu)
- výsledek terénního šetření resp. základní informace o zdroji v případě, že byl zahrnut do databáze bez provedení místního šetření

Výsledek terénního šetření se skládá z následujících údajů a informací, které mají charakterizovat zdroj z pohledu faktorů ovlivňujících velikost emise tuhých látek:

- počet provozovatelů v areálu
- činnosti provozované v areálu (např. výroba betonu, těžba, sklad, atd.)
- povrch cest v areálu (zpevněný / nezpevněný)
- stav areálu (opuštěný / v provozu, nový / starší, zachovalý)
- identifikaci významných zdrojů prašnosti (silo, těžba, pojíždění cest, ukládání materiálu, manipulace s materiálem atd.)
- skladování sypkého materiálu
- výskyt protiprašných opatření v areálu
- poloha areálu vůči okolí (v obci / mimo zástavbu)
- provozní doba areálu

Druhá strana pasportu obsahuje fotografie pořízené při místním šetření v areálu zdroje. Alespoň jeden snímek zobrazuje zdroj z větší vzdálenosti, pro znázornění jeho okolí. Další snímky jsou zaměřeny na detaily v areálu, potenciální zdroje prašnosti, povrchy a příjezdové komunikace zdroje, uskladnění materiálu atd. Ukázka pasportu je uvedena v příloze článku.

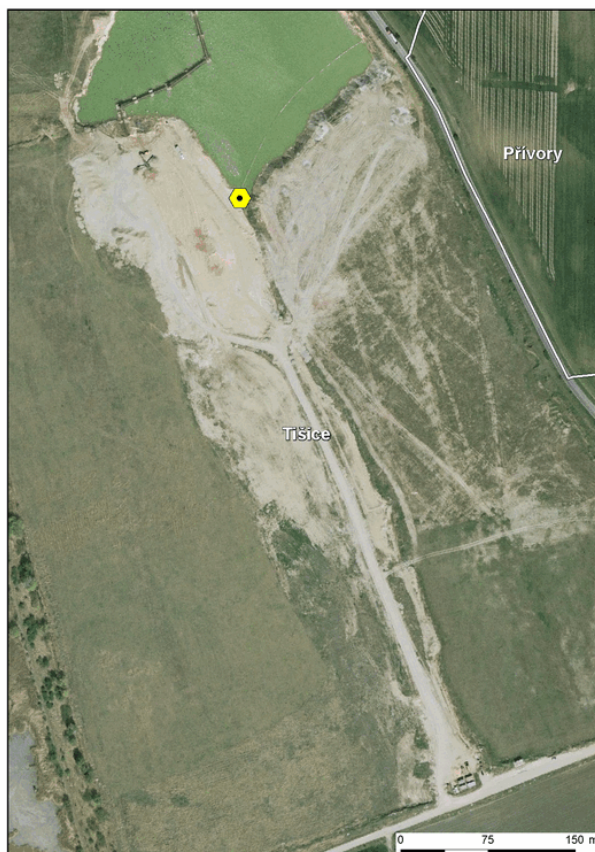
## Poděkování

Projekt „Zmapování a pasportizace neevidovaných plošných zdrojů emisí tuhých částic“ (č. TA02020663) byl řešen s finanční podporou Technologické agentury ČR.

## Příloha: Ukázka pasportu

<b>ID v databázi</b>	2117_2	<b>Typ zdroje</b>	Pískovny
<b>Jméno v databázi</b>	pískovna Neratovice - Tišice		
<b>Vlastník</b>	KAMENOLOMY ČR s.r.o.		
<b>Provozovatel</b>	KAMENOLOMY ČR s.r.o.		
<b>ORP</b>	Neratovice		
<b>Adresa zdroje</b>	Neratovice - Tišice, 277 15 Mělník, cca 1,5 km SZ od obce Tišice		
<b>Parcelní číslo dle KN</b>	k. ú. Tišice		
<b>GPS souřadnice</b>	50.2826969N, 14.5404642E		

## Umístění v mapě



## Výsledek terénního šetření

- zdroj: samostatně
- činnost: těžba písku
- cesty: prašné
- stav: v provozu, zachovalý
- přímý zdroj prašnosti: těžba, poježdění cest, manipulace s materiálem
- doba prašnosti: po-pá

Areál pískovny se nachází cca 1,5 km severozápadně od obce Tišice při silnici směrem na Mělník. Těžba písku probíhá z vody, odkud je vytěžený písek přepravován na břeh pomocí pásového dopravníku. V areálu jsou všechny povrchy nezpevněné, stejně jako vjezd do areálu. Mezi největší zdroje prašnosti patří v tomto provozu zejména poježdění cest v areálu, manipulace a ukládání materiálu.

Terénní průzkum proveden: 10/2013.

Fotodokumentace



## STANOVENÍ PRODUKCE EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK ZE STAVEBNÍ ČINNOSTI

**Josef Martinovský, Jan Karel, Nad'a Krkošková**

*ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., Hvožd'anská 2053/3, 148 01 Praha 4, e-mail: atem1@atem.cz*

### Abstrakt

Stavební činnost může mít významný podíl na znečištění ovzduší zejména ve velkých městech, ale současně nepodléhá emisní evidenci a je vystavena jen minimální kontrole. V České republice existují velmi propracované metodické postupy pro kvantifikaci emisí (emisní faktory) z různých typů zdrojů, pro stavební činnost však zatím emisní faktory vypracovány nebyly, a ani evropské metodiky neobsahují dostatečně přesné postupy pro určení emisí z jednotlivých staveb. To samozřejmě komplikuje proces sledování zdrojů a omezování znečištění ovzduší v jejich okolí. V porovnání s jinými podobnými procesy je pro stavební činnost navíc charakteristický bezprostřední kontakt s obytnou zástavbou.

Z těchto důvodů byl v období let 2012 – 2014 realizován s podporou Technologické agentury ČR projekt TA02020245 „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“. Řešení projektu probíhá ve třech etapách. V první etapě byl zpracován přehled dostupných emisních dat a výpočetních postupů a byly předběžně navrženy jednoduché emisní faktory pro stavební činnost založené na přehledu literatury. Klíčová pro realizaci projektu byla jeho druhá etapa, která byla zaměřena především na měření koncentrací částic na staveništích v průběhu stavebních prací. Podrobné analýze výsledků a návrhu nové výpočetní metodiky se věnuje třetí etapa projektu. Metodika je konstruována jako sestava emisních faktorů pro jednotlivé stavební operace. Součástí závěrečného vyhodnocení je rovněž návrh souboru vhodných opatření pro snížení množství emisí a imisí z těchto prací. Předpokládá se, že navržená metodika i opatření budou uplatněny při přípravě plánů výstavby i při rozhodování příslušných veřejných orgánů a municipalit.

Tento příspěvek prezentuje zejména výsledky druhé etapy projektu, tj. provedení vlastních měření koncentrací prachových částic na staveništích, a dále pak výsledné stanovení emisních faktorů. Celkem se uskutečnilo 42 měření na 32 stavebních lokalitách. Výběr lokalit pro měření byl proveden tak, aby byly pokud možno rovnoměrně zastoupeny všechny druhy staveb, které jsou v blízkosti obytných sídel nejčastěji realizovány (dopravní, inženýrské, obytné, občanské, průmyslové). Zaznamenávány byly hmotnostní koncentrace částic frakce PM<sub>10</sub> v intervalech po jedné vteřině. Při měření byly také zapisovány meteorologické podmínky, vlhkost půdy a její charakter, poloha a doba trvání stavebních činností. Výsledky měření byly agregovány do patnácti skupin podle typu stavebního procesu, který byl zdrojem emisí částic.

Výsledky této studie ukazují, že největší příspěvky ke koncentracím PM<sub>10</sub> lze očekávat při vrtných pracích, frézování povrchu, broušení materiálů, zhutňování zeminy a při demolicích. Naopak nejmenší emise PM<sub>10</sub> byly vcelku překvapivě produkovány při většině zemních prací – použití grejdru, dále výkop rypadlem, válcování povrchu, buldozerování a vyrovnávání povrchu. Výsledky byly konfrontovány s údaji získanými rešerší literatury a byl navržen soubor emisních faktorů pro jednotlivé typy činností.



## Úvod

Znečištění suspendovanými částicemi patří mezi nejvýznamnější současné problémy ochrany ovzduší zejména ve velkých městech v České republice i v dalších evropských zemích, a to navzdory implementaci různých zmírňujících opatření. V České republice existují velmi propracované metodické postupy pro kvantifikaci emisí (emisní faktory) z různých typů zdrojů, pro stavební činnost však zatím emisní faktory vypracovány nebyly. Evropské metodiky, jako například Příručka EMEP/EEA pro sestavování inventur emisí látek znečišťujících ovzduší (EEA, 2009), uvádí postupy pro emisní bilance území, nikoli však pro dostatečně přesné stanovení emisí z jednotlivých staveb v mikro- a mezoměřítku. Hojně používanými metodikami jsou americká AP-42 (US EPA, 1995 – 2011) nebo australská metodika NPI (2012), které však převážně přebírají výpočetní vztahy pro těžební práce, pouze v malé části se jedná o emisní hodnoty získané přímo ze staveníšť.

Přestože v oblasti této problematiky chybí podrobnější data, faktem zůstává, že prach ze stavební činnosti hraje významnou roli vzhledem ke svému příspěvku ke znečištění ovzduší zejména v mikroměřítku. V porovnání s jinými zdroji je pro stavební činnost charakteristické, že často probíhá v bezprostředním kontaktu se zástavbou a má tak přímý dopad na okolní obyvatele. Skutečnost, že chybí dostatečně podrobná metodika pro kvantifikaci emisí, však komplikuje proces evaluace zdrojů a omezování znečištění ze staveb ze strany institucí veřejné správy.

Z těchto důvodů v roce 2011 Technologická agentura ČR zadala projekt s názvem Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti. Hlavním cílem projektu je dosáhnout snížení emisí ze stavebních ploch a tím zlepšit kvalitu ovzduší a životní podmínky obyvatel dotčených sídel. Tohoto cíle by mělo být dosaženo zpracováním emisní metodiky pro stavební aktivity a navržením vhodných opatření ke snížení emisní a imisní zátěže ze stavební činnosti ve vazbě na konkrétní podmínky staveb.

Řešení projektu probíhá od roku 2012 ve třech etapách, dokončení je plánováno na prosinec 2014. V první etapě byl zpracován přehled dostupných emisních dat a výpočetních postupů a byly předběžně navrženy jednoduché emisní faktory pro stavební činnost založené na přehledu literatury. Klíčová pro realizaci projektu byla jeho druhá etapa (rok 2013 a 2014), která byla zaměřena především na měření koncentrací prachových částic na staveništích v průběhu stavebních prací. Třetí etapa projektu, která je právě finalizována, se věnuje vytvoření databáze emisních faktorů, provedení série modelových výpočtů pro měřicí místa na základě emisních faktorů získaných rešerší, porovnání výsledků měření s výsledky modelování, analýze a verifikaci emisních faktorů na základě výstupů z měření imisních hodnot a návrhu emisní metodiky pro stavební činnost spolu s návrhem vhodných opatření ke snížení emisní a imisní zátěže ze stavební činnosti. Projekt se zaměřuje zejména na emise tzv. resuspenzi prachu ze stavební činnosti a méně již na problematiku výfukových emisí stavebních strojů, neboť ty již byly v odborné literatuře řešeny a platí pro ně i příslušné emisní limity. V projektu není řešena problematika výfukových emisí nákladních vozidel, jelikož tato oblast je v ČR dostatečně pokryta metodikou MEFA (Piša a kol., 2012).

Klíčovou částí projektu bylo měření koncentrací tuhých částic na staveništích v průběhu stavebních prací, neboť výsledky obdobných měření se v literatuře vyskytují jen zcela ojediněle (např. Particulate Emissions from Construction Activities, 2005). Pro odvození emisních faktorů ze stavební činnosti jsou však tato data zcela zásadní. Měření koncentrací částic frakce  $PM_{10}$  probíhalo v letech 2013 a 2014 na různých místech v rámci České republiky a celkem se uskutečnilo 42 měřicích dnů na 32 stavebních lokalitách. Na základě výsledků měření a terénní praxe byly vybrány klíčové stavební procesy produkující největší příspěvky k emisím  $PM_{10}$  a zároveň pro ně byly odvozeny emisní faktory. Terénní práce také přinesly hlubší vhled do procesu tvorby emisí  $PM_{10}$  na stavebních plochách a množství praktických poznatků týkajících se vlivů různých faktorů na produkci emisí. Tyto zkušenosti pak byly využity nejen pro zpracování emisních faktorů, ale zejména k sestavení návrhu souboru opatření ke snížení emisí  $PM_{10}$  ze stavební činnosti.

Třetí etapa projektu se zaměřuje na podrobnou analýzu výsledků. Bylo provedeno porovnání naměřených hodnot a odpovídajících imisních dat, vypočtených na základě rešerší z první etapy projektu. Ve výsledku byla vytvořena nová výpočetní metodika, obsahující soubor emisních faktorů pro jednotlivé stavební operace s jednoduchou vazbou na příslušná aktivitní data. Součástí poslední etapy je také návrh souboru opatření ke snížení negativního vlivu stavební činnosti na kvalitu ovzduší a na veřejné zdraví ve městech. Předpokládá se, že navržená metodika i opatření budou uplatněny při přípravě plánů výstavby i při rozhodování příslušných veřejných orgánů a municipalit.

## Měření koncentrací PM<sub>10</sub> na stavebních plochách

### Výběr měřicích míst

Při výběru lokalit vhodných pro měření prašnosti byla pozornost soustředěna na stavby středního až většího rozsahu. Takové stavby totiž představují vzhledem ke své rozloze, použité mechanizaci a zásahu do zemního podkladu potenciálně největší hrozbu z hlediska šíření prachových částic do blízkého okolí. Soubor staveb byl dále volen tak, aby byly pokud možno rovnoměrně zastoupeny všechny druhy staveb, které jsou v blízkosti obytných sídel nejčastěji realizovány (dopravní, inženýrské, pozemní – občanské, pozemní – obytné). Měření bylo provedeno také u několika staveb průmyslových, které lze zaznamenat zejména na perifériích měst a malých obcí, a to zejména v podobě skladovacích areálů a průmyslových zón. Jako speciální případ pak byly zahrnuty též demolice staveb.

Tab. 1 uvádí podrobné informace o provedených měřeních a měřicích lokalitách, následující mapa (obr. 1) zobrazuje umístění těchto lokalit. Každá řešená lokalita byla zdokumentována, zaznamenán byl druh a měřítko stavby, použitá mechanizace a podobně. Ke každému protokolu je zpracována také fotodokumentace.

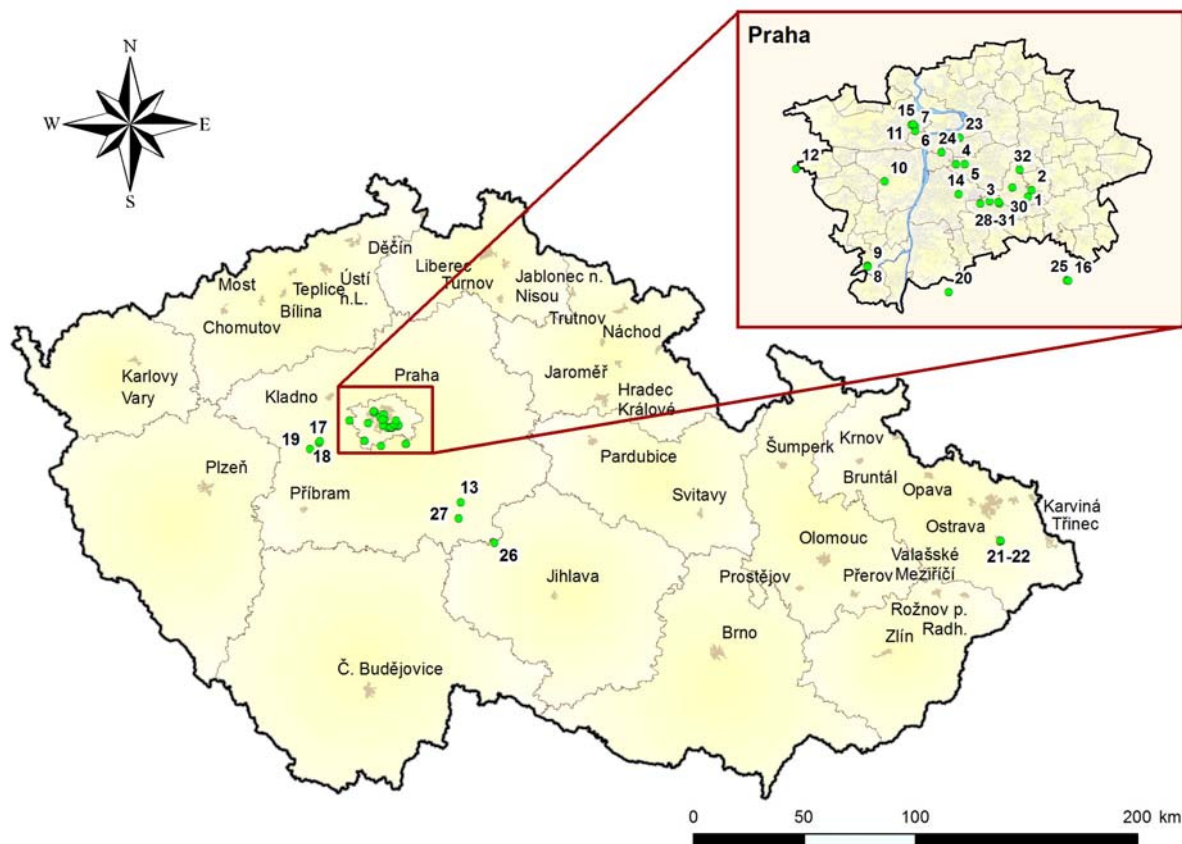
V průběhu každé pracovní operace bylo provedeno 4 – 94 měření koncentrací prachových částic (medián 17). Celkem bylo provedeno 42 měření koncentrací PM<sub>10</sub> a bylo zaznamenáno více než 1 300 měřicích cyklů.

**Tab. 1. Seznam stavebních lokalit, na kterých byly měřeny koncentrace PM<sub>10</sub>**

Druh stavby	Typ stavby	Číslo měření	Obec	Lokalita	Rozsah	Číslo stavby
dopravní	parkovací plocha	4	Praha 11 – Chodov	Hvožd'anská	malý	3
	rekonstrukce komunikace	8	Praha 6 – Dejvice	Svatovítská	vysoký	6
	městský okruh, tunel Blanka	9, 14	Praha 6 – Dejvice	Milady Horákové	velmi vysoký	7
	rekonstrukce dálnice D1 - úsek 5	17, 34, 40, 41	Psáře	křížení D1 a sil. II/125	velmi vysoký	13
	rekonstrukce stropní desky metra	21	Praha 6 – Dejvice	Evropská	velmi vysoký	15
	rekonstrukce mostovky	28	Frýdek Místek	Hlavní třída	vysoký	21
	rekonstrukce dálnice D1 - úsek 9	35	Pisť	D1 Pisť	velmi vysoký	26
	rekonstrukce komunikace	43	Praha 11 – Chodov	K Horkám	střední	31
	rekonstrukce komunikace	42	Praha 15 – Hostivař	Švehlova	velmi vysoký	30

Druh stavby	Typ stavby	Číslo měření	Obec	Lokalita	Rozsah	Číslo stavby
inženýrská	rekonstrukce ing. sítí	7	Praha 10 – Vršovice	Kodaňská	vysoký	5
	deponie-skládka	16, 30	Chýně	Jižně od Chýně	velmi vysoký	12
	rekonstrukce inženýrských sítí	24	Beroun	Plzeňská	střední	17
	rekonstrukce inženýrských sítí	5,6	Praha 10 – Vršovice	Moskevská	velmi vysoký	4
pozemní občanská	administrativní budova	12	Praha 5 – Jinonice	Butovická	vysoký	10
	administrativní budova	13, 20, 22	Praha 6 – Dejvice	Evropská, Gen. Píky	vysoký	11
	administrativní budova	19	Praha 4 – Michle	Jihlavská	vysoký	14
	multifunkční centrum	29	Frýdek Místek	Na Příkopě	vysoký	22
	administrativní budova	31	Praha 8 – Karlín	Pernerova	střední	23
pozemní obytná	bytové domy	2,3	Praha 15 – Horní Měcholupy	U Hostivařského nádraží	vysoký	2
	bytové domy	10, 15	Praha 16 – Radotín	Kolová	střední	8
	rodinný dům - rekonstrukce	11	Praha 16 – Radotín	Kolová	malý	9
	rodinné domy - rekonstrukce	25	Beroun	Pod Kaplankou	malý	18
	rodinné domy	26	Králův Dvůr	Na Vyhlídce	střední	19
	bytový dům	32	Praha 2 – Vinohrady	Římská	vysoký	24
	bytové domy	39	Praha 11 – Chodov	Pyšelská	střední	29
pozemní průmyslová	sklady	33	Modletice	mezi D1 a sil, II/101	vysoký	25
	výroba nádrží	36	Zdislavice	severní část obce	vysoký	27
	výzkumný ústav	27	Dolní Břežany	Ke Zvoli	vysoký	20
	sklady	23	Modletice	mezi D1 a sil, II/101	vysoký	16
	sklady	44	Praha 15 – Hostivař	Průmyslová	vysoký	32
speciální	demolice	1	Praha 15 – Horní Měcholupy	Sudkova	střední	1
	demolice	37	Praha 11 – Háje	Hekrova	střední	28

**Obr. 1. Rozmístění stavebních ploch, na nichž byly měřeny koncentrace PM<sub>10</sub> v průběhu stavebních prací**

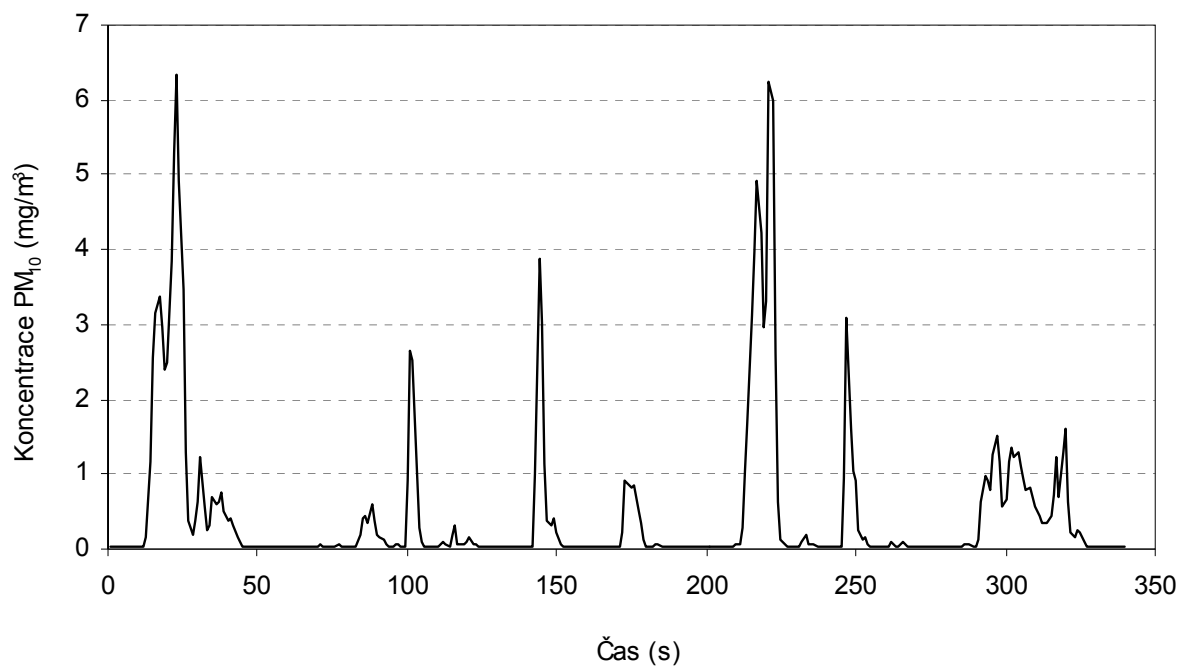


### Metodika měření

Koncentrace prachových částic byly měřeny pomocí prachoměru DustTrak DRX Desktop Aerosol Monitor, model 8533, který měří hmotnostní koncentrace aerosolových částic v rozmezí 0,001 – 150 mg/m<sup>3</sup> v reálném čase. Zařízení bylo nakalibrováno výrobcem. Pro použití prachoměru v místních podmínkách bylo nastavení přístroje upraveno podle porovnávacích měření provedených v blízkosti stanic imisního monitoringu. Měření byla prováděna v co největší blízkosti příslušného zdroje emisí a prachoměr byl vždy umístěn ve výšce 0,8 m nad povrchem.

V průběhu měření byly zaznamenávány meteorologické podmínky, vlhkost půdy a také umístění, charakter a doba trvání stavební práce. Mezi další měřicí nástroje a pracovní pomůcky používané v průběhu měření patřily digitální anemometr miskového typu WINDMASTER 2, digitální teploměr, vlhkoměr a tlakoměr typu GFTB 100, stativ a laserový dálkoměr PD 42.6.

Měření prašnosti na staveništích byla prováděna v cyklech podle jednotlivých stavebních procesů – např. nakládka, broušení, válcování, zhutňování, zpevňování zeminy a další. Také byl hodnocen pojezd vozidel po staveništních komunikacích (zpevněných i nezpevněných). Délka měření u jednoho cyklu byla stanovena počátkem procesu a ukončena v době, kdy při vizuálním odečtu imisního zatížení na prachoměru koncentrace klesla k požadovým hodnotám (po výchylce způsobené monitorovanou činností). V některých případech bylo vzorkováno několik těchto cyklů bez přerušení měření. Hmotnostní koncentrace částic frakce PM<sub>10</sub> byly zaznamenávány v intervalech po jedné vteřině.

**Obr. 2. Pojezd nákladního vozidla po zpevněné komunikaci (prachoměr je umístěn v popředí)****Obr. 3. Ukázka měření hmotnostních koncentrací částic frakce PM<sub>10</sub>**

Pro každý soubor měření na jedné lokalitě byl zpracován samostatný měřicí protokol. Každý protokol obsahuje druh, typ a rozsah stavby, umístění stavby (výškově i geograficky), rozsah odkrytých ploch a u staveb, které byly v průběhu měření v etapě nadzemní části, byl uveden konstrukční systém objektu. Dále byly pro jednotlivé dny měření doplněny meteorologické podmínky (počasí, teplota, tlak a relativní vlhkost). Součástí protokolu je také krátký komentář k měření. Na obecný popis stavby navazuje soupis jednotlivých procesů, které na staveništi v průběhu vzorkování probíhaly, seznam jednotlivých prvků strojní techniky, množství, typ a vlastnosti transportovaného materiálu (hmotnost, vlhkost) a také typ a vlastnosti pojízdné či podkladové plochy. Dále bylo protokolováno datum zkoušky a délka vzorkování.

Protokol dále obsahuje vzdálenost prachoměru od měřeného procesu, počet cyklů, tedy počet opakování jedné typické činnosti charakteristické pro daný stavební proces (např. při nakládce nákladního vozidla se uvádí počet náběrů lžící rypadla). Poslední charakteristikou při každém jednotlivém měření je síla a směr větru. Směr větru se často i v průběhu jednotlivých měřících sond

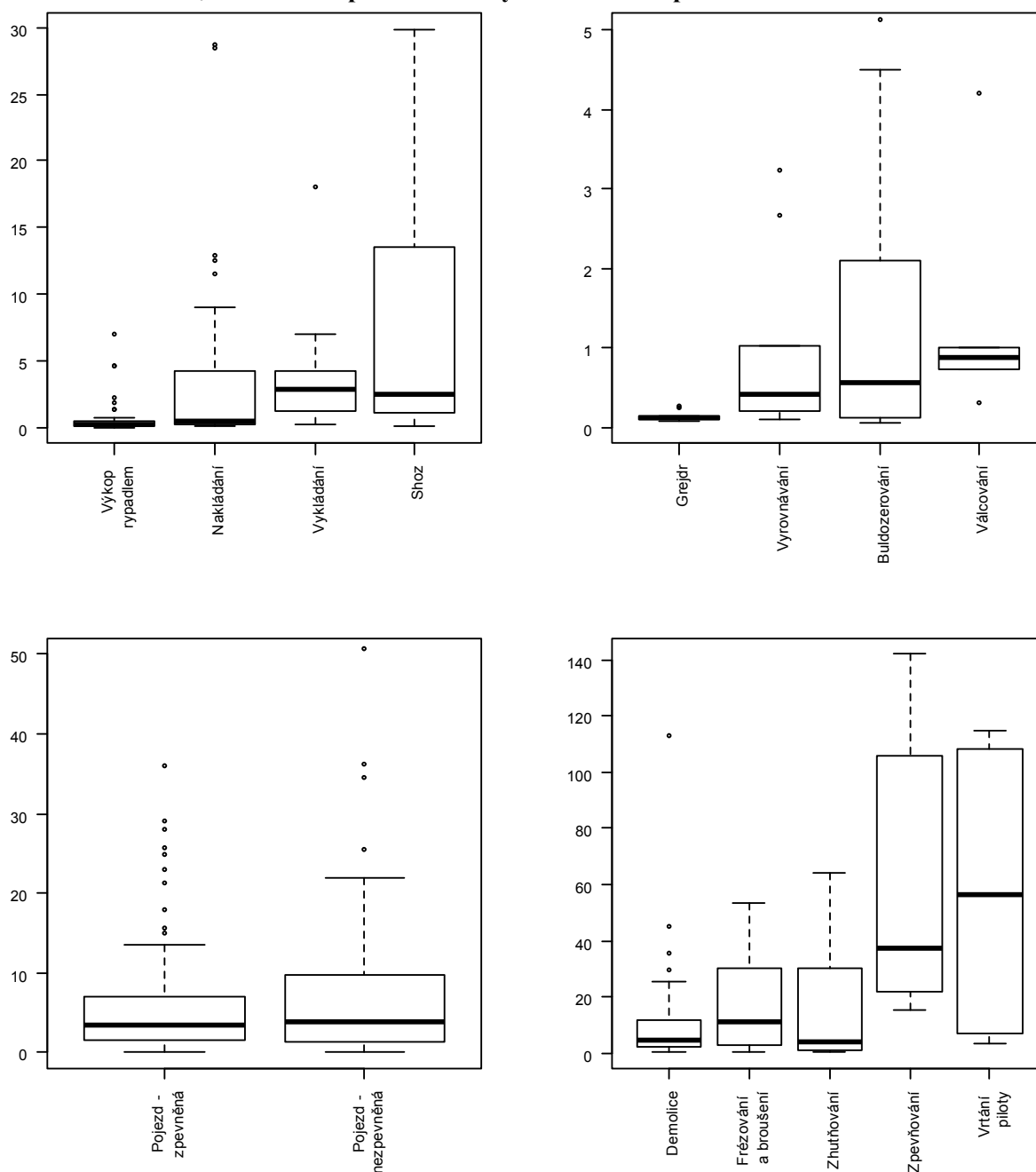
měnil a pokud se tak stalo, byla tato skutečnost v protokolu zaznamenána. Ke každému protokolu je přiložena také fotodokumentace.

Na vstupní parametry navazují výsledky měření. Za daný časový úsek jsou pro prachové částice frakce  $PM_{10}$  uváděny tři charakteristiky – maximální, minimální a průměrná koncentrace po dobu měření. Jako doklad o měření jsou poté v posudku uvedeny průběhy měření v sekundovém intervalu.

## Výsledky měření

Následující grafy ukazují výsledky měření v průběhu různých stavebních procesů (obr. 4).

**Obr. 4. Emise  $PM_{10}$  naměřené v průběhu různých stavebních procesů**



Z provedeného měření a analýzy výsledků lze odvodit následující závěry:

- nejvyšší příspěvky  $PM_{10}$  byly zaznamenány při práci vrtné soupravy (vrtání piloty) a při zpevňování povrchu pomocí zemní frézy a pojiv. Dalšími procesy produkujícími významné emise jsou frézování a broušení materiálů, zhutňování zeminy a demolice. Celkově lze říci, že stavební procesy vyznačující se nejvyššími příspěvky ke znečištění ovzduší prachovými částicemi patří do kategorie terénních úprav a demoličních prací. Významný vznik emisí souvisí také s dopravou po staveništi, kde k přechodu částic do ovzduší dochází pojezdem stroje či vozidla.
- naopak nejmenší množství emisí  $PM_{10}$  bylo produkováno při práci grejdrů, při výkopových pracích za použití rypadla, při válcování, buldozerování a vyrovnávání povrchu.
- jak již bylo zmíněno výše, nejvyšší koncentrace prachových částic byly naměřeny během procesu vrtání pilot a při zpevňování povrchu frézou a pojivy. Při práci vrtné soupravy byly nejvyšší příspěvky zaznamenány během odfuku odvrtného materiálu z vrtu. Jedná se o významnou, ale krátkodobou fázi vrtné činnosti, kdy je do ovzduší vznesen jemný, ale převážně vlhký prach s vyšší pádovou rychlostí. Zvýšené imisní příspěvky tak lze zaznamenat zejména v těsné blízkosti vrtu. U frézování povrchu je situace odlišná. Na podkladovou zeminu je aplikováno suché pojivo, které je pomocí zemní frézy s podkladem promícháno. Významné příspěvky byly naměřeny po celou dobu frézování, a to jak v blízkosti, tak i ve větší vzdálenosti od stavby. Hlavním důvodem, proč zpevňování zeminy tak významně přispívá ke znečištění ovzduší, je absence skrápění během celého procesu.
- významné příspěvky lze také očekávat u procesů, kdy je rozrušována struktura pevných povrchů – demolice, frézování a broušení. Zatímco frézování a broušení ovlivňuje území pouze lokálně a krátkodobě, u demolice lze očekávat dlouhodobější působení. Demoliční práce probíhají většinou souvisle po dobu několika hodin či dní, kdy se staveniště stává extrémně velkým zdrojem vznosu prachových částic. Přestože měření probíhala za suchého i za sychravého počasí, v obou obdobích byly naměřeny významné příspěvky. Redukce emitovaných prachových částic byla zaznamenána teprve při cíleném zvlhčování (kropení) destruované plochy či budovy.
- statistické porovnání nakládání a vykládání materiálů vede ke stejnému závěru – mezi těmito dvěma procesy nelze prokázat statisticky významný rozdíl. Byl však zjištěn významný rozdíl mezi vykládáním a shozem.
- porovnáme-li procesy nakládky, tj. nakládání materiálu z povrchu na vůz a nakládání materiálu z výkopů pomocí rypadla, nižší hodnoty koncentrací  $PM_{10}$  byly zaznamenány při výkopových pracích za použití rypadla. Zde se projevuje vyšší vlhkost těžené zeminy, zejména v případě liniových staveb. U nakládky materiálu z povrchových výsypků hodnoty kolísají v závislosti na druhu (např. hlína, šterk) a vlhkosti materiálu.
- co se týče vyrovnávání povrchu, při použití grejdrů a rypadla byly naměřeny minimální příspěvky, mírně vyšší hodnoty byly zaznamenány při hrubém vyrovnávání povrchu pomocí buldozeru. Při zhutňování zeminy lze nižší příspěvky očekávat při použití válce, zatímco významnější hodnoty byly naměřeny při práci vibrační desky, a to zejména při vyrovnávání hliněného podkladu.
- průměry imisních hodnot při vznosu prachových částic během pojezdu po zpevněných a nezpevněných komunikacích nevykazují statisticky významný rozdíl. Zpevněná, ale silně prachem znečištěná komunikace v blízkosti a prostoru staveb vykazuje obdobné

vlastnosti jako komunikace nezpevněná. Rozdíl nastává až při pravidelné údržbě komunikace, neboť ze zpevněné komunikace lze prach skutečně odstranit, zatímco nezpevněnou komunikaci lze pouze skrápět, což je opatření s dočasným efektem.

- u některých procesů (pojezd po zpevněné a nezpevněné ploše, demolice a další) se vyskytují odlehle hodnoty, které indikují, že emisní faktor nelze vyjádřit konstantou nebo jednoduchým vztahem. Výsledek je závislý na konkrétních podmínkách při měření (vlhkost, výška shozu, materiál, rychlost pojezdu atd.).

## Stanovení emisních faktorů

### Stavební procesy

Stavební práce sestávají z většího počtu stavebních procesů, vykonaných konkrétním druhem stavební mechanizace. Pro účely projektu bylo vytvořeno šest obecnějších kategorií, do kterých bylo rozděleno patnáct stavebních procesů. Popis jednotlivých kategorií a procesů uvádí tab. 2. Pro každý stavební proces pak byly vypracovány emisní faktory, umožňující stanovovat emise na základě aktivitních dat charakteristických pro daný proces, popřípadě po zadání dalších údajů popisující konkrétní podmínky na lokalitě stavby.

Tab. 2. Seznam posuzovaných stavebních činností

1	<b>Demolice</b>	
	Rozrušování povrchu a konstrukcí	Rozrušování pomocí hydraulických nůžek
		Rozrušování pomocí sbíjecího kladiva
Frézování, broušení		
2	<b>Výkopové práce</b>	
	Výkopy jemnozrnných zemin	Výkop lopatou do 1 m <sup>3</sup> , překládka bez omezení kubatury do 20 % vlhkosti
		Výkop lopatou nad 1 m <sup>3</sup> , překládka nad 1 m <sup>3</sup> s vlhkostí vyšší než 20 %
	Nakládka materiálu	
	Vykládka materiálu	
Shoz materiálu		
3	<b>Terénní úpravy</b>	
	Buldozerování	
	Vyrovňávání povrchu pomocí grejдру	
	Vyrovňávání povrchu pomocí rypadla	
	Zpevňování povrchu frézou a pojivy	
	Zhutňování povrchu vibrační deskou a pýchem	
	Vyrovňávání povrchu pomocí skrejpru	Pojezd skrejpru
Nakládání/vykládání skrejpru		
Vrty		
4	<b>Pojezd vozidla</b>	
	Pojezd po zpevněné cestě	
	Pojezd po nezpevněné cestě	

Tučně jsou zvýrazněny procesy, jejichž platnost nebo odvození bylo ověřeno měřením v terénu.

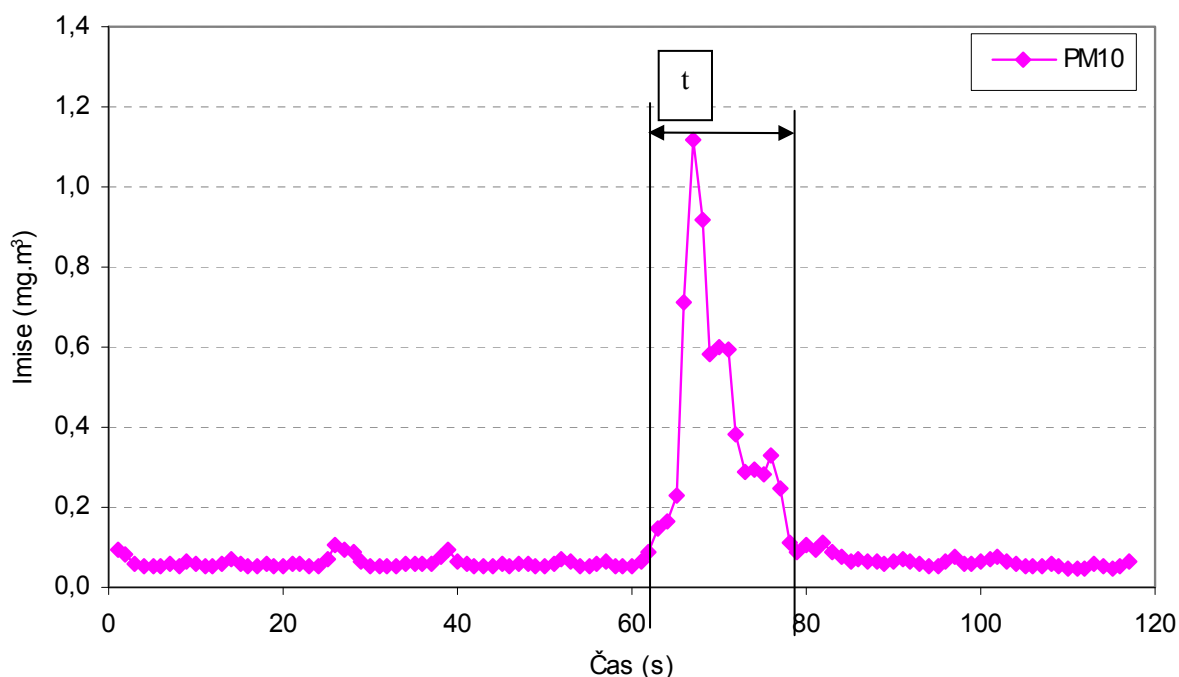


### Postup určení emisních hodnot

Jednotlivé emisní hodnoty byly stanoveny na základě kritické analýzy dat získaných rešerší ve vztahu k výsledkům měření. Postup jejich stanovení byl následující:

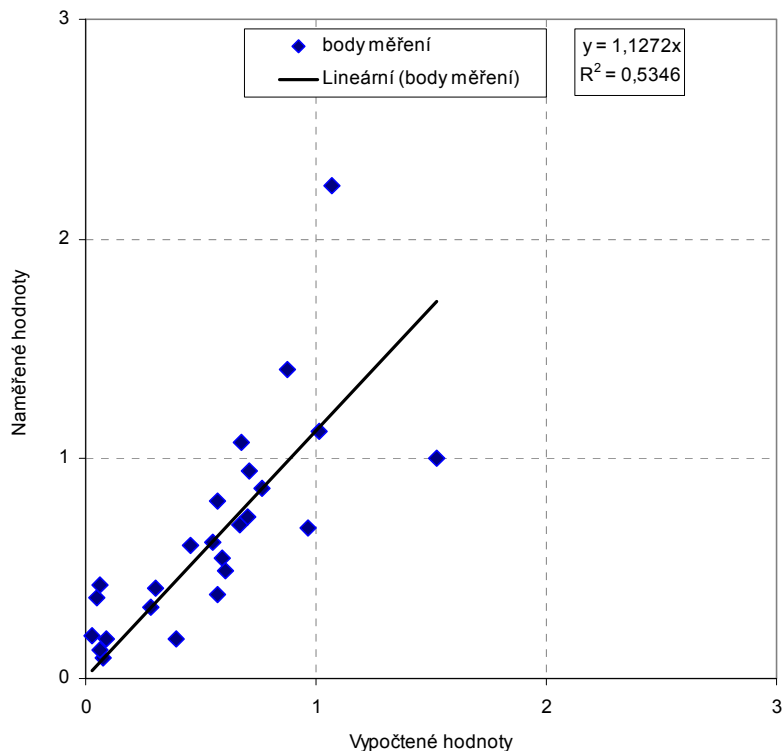
- nejprve byla na základě emisních faktorů z literatury určena emisní koncentrace odpovídající situaci v místě prováděného měření. Do modelových výpočtů byly jednotlivé činnosti zadány podle svého charakteru, jako liniové zdroje byly uvažovány tyto činnosti: skrývka půdy – pojezd skrejpru, buldozerování, a pojezd vozidel, a to po zpevněné i nezpevněné ploše. Jako plošné zdroje byly v modelových výpočtech zohledněny činnosti probíhající na vymezené ploše: demolice, výkopové práce, nakládka, shoz, vykládka, atd.
- vypočtená hodnota byla následně konfrontována s výsledky získanými měřením. Porovnávány jsou maximální hodinové koncentrace vypočtené modelem a nejvyšší průměrné koncentrace zaznamenané v průběhu měření za situace příznivého proudění od zdroje emisí k prachoměru po dobu jednoho cyklu (tj. např. průjezd automobilu, jedna nakládka rypadlem, apod.). Způsob odvození ukazuje graf na následujícím obrázku. Pokud bylo v průběhu měření změřeno více cyklů s vyššími příspěvky byla výsledná imise stanovena zprůměrováním všech cyklů, při kterých byly zaznamenány příznivé povětrnostní podmínky (tj. směr větru od zdroje k prachoměru).

Obr. 5. Odvození imisní koncentrace pro porovnání s výsledky modelových výpočtů



- v případě, že porovnání měřených a vypočtených hodnot vykazovalo dobrou shodu (s přihlédnutím k množství faktorů ovlivňujících situaci v místě měření), byl výpočetní vztah z literatury přejat bez úprav. Příkladem je nakládka materiálu, kde výsledky měření v zásadě potvrdily výpočetní vztah  $E_{10} = 0,35 \times (0,0016) \times (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$ , používaný EPA i NPI (viz následující obrázek).

**Obr. 6. Porovnání vypočtených a naměřených hodnot pro proces „Nakládka materiálu“ [mg.m<sup>-3</sup>]**



- v případě, že řešerše odborné literatury a metodik neposkytla potřebné údaje, nebo výsledky neodpovídaly měření, byla navržena úprava vztahu pro výpočet emisí, nebo nově odvozené emisní faktory. Příkladem jsou výkopy jemnozrnných zemin, kde byl emisní výpočet stanoven v závislosti na hloubce výkopu, vlhkosti zeminy a velikosti lžice bagru.

## Výsledky řešení

Soubor navržených emisních faktorů ukazuje níže uvedená tabulka.

Tab. 3. Navrhované emisní faktory pro vybrané stavební činnosti

Činnost	Emisní faktor pro PM <sub>10</sub>	Podíl PM <sub>2,5</sub> /PM <sub>10</sub>	Jednotka
Rozrušování konstrukcí hydraulickými nůžkami	2,52	0,1	kg.h <sup>-1</sup> reálné práce stroje
Rozrušování povrchu sbíjecím kladivem	0,56	0,1	kg.h <sup>-1</sup> reálné práce stroje
Frézování, broušení	3,6	0,1	kg.h <sup>-1</sup> reálné práce stroje
Výkopy jemnozrnných zemin – ad 1	0,2	0,1	g/t vytěženého materiálu
Výkopy jemnozrnných zemin – ad 2	0,04	0,1	g/t vytěženého materiálu
Nakládka materiálu	$0,00056 \times (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$	0,1	kg/t naloženého materiálu
Vykládka materiálu	$0,00056 \times (U/2,2)^{1,3} / (M/2)^{1,4}$	0,1	kg/t vyloženého materiálu
Shoz materiálu	$0,0029 \times (d)^{0,7} / (M)^{0,3} \times 0,75$ tedy $0,0022 \times (d)^{0,7} / (M)^{0,3}$	0,1	kg/m <sup>3</sup> materiálu
Buldozerování	$0,34 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	0,1	kg/h/stroj
Vyrovnávání povrchu pomocí grejdrů	0,085	0,1	kg/vozokm
Vyrovnávání povrchu pomocí rypadla	0,00395	0,1	kg/t transportovaného materiálu
Zpevňování povrchu frézou a pojivy	$(U/2,2)^{1,3}$	0,1	kg/vozokm
Zhutňování povrchu vibrační deskou a pěchem	$0,1 \times (s)^{1,5} / M^{1,4}$	0,1	kg/h/stroj
Vyrovnávání povrchu skrejprem	4,3	0,1	kg/vozokm
Nakládání/vykládání skrejpru	0,0015	0,1	kg/m <sup>3</sup> materiálu
Pojezd po zpevněných plochách	$0,62 \times sL^{0,91} \times W^{1,02} \times 1,1023$ tedy $0,68 \times sL^{0,91} \times W_t^{1,02}$	0,15	kg/vozokm
Pojezd po nezpevněných plochách	$0,51 \times (s/12) \times ((S/48)^{0,5} / (M/0,5)^{0,2})$	0,1	kg/vozokm
Vrty	0,31	0,1	kg/vrt

ad 1) výkop lopatou do 1 m<sup>3</sup>, překládka bez omezení kubatury do 20 % vlhkosti

ad 2) výkop lopatou nad 1 m<sup>3</sup>, překládka nad 1 m<sup>3</sup> s vlhkosti vyšší než 20 %

kde:

- M – vlhkost [%]
- s – obsah jemných částic v povrchu [%]
- S – rychlost (km.h<sup>-1</sup>)
- sL – množství prachových částic o velikosti menší než 75 μm usazených na povrchu vozovky [g/m<sup>2</sup>]
- W<sub>t</sub> – průměrná hmotnost vozidel v tunách (t)
- d – výška pádu [m]
- U – průměrná rychlost větru [m/s]

Vlhkost materiálu M (v %) a obsah jemných částic s v povrchu (v %), lze určit na základě tabulky z metodiky AP-42 (US EPA, 1995 – 2011). Důležité je však upozornit, že zejména vlhkost se v prostoru staveniště může velmi lišit. Zvláště v prostoru pojížděných zpevněných nebo nezpevněných cest, kdy materiál při slunečném počasí rychle schne a je potom výrazně sušší než materiál na deponiích nebo zemina rostlého terénu. Při nakládce proto doporučujeme používat hodnoty uvedené v materiálech výše, pro stanovení vlhkosti pojížděné plochy je však nutné použít hodnoty nižší, cca 1/3 udávaných hodnot.

## Poděkování

Projekt „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“ (č. TA02020245) byl řešen s finanční podporou Technologické agentury ČR.

## Literatura

EMEP/EEA (2009): Příručka EMEP/EEA pro sestavování inventur emisí látek znečišťujících ovzduší, Evropská agentura pro životní prostředí, technická zpráva č. 9/2009, [online]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>

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, 2012 [online]. Dostupné z: <http://www.npi.gov.au/system/files/resources/7e04163a-12ba-6864-d19a-f57d960aae58/files/mining.pdf>

Píša V. a kol. (2012): Vývoj aplikačního prostředí pro implementaci aktualizace metodiky MEFA, Technologická agentura ČR, Praha.

US EPA (1995 – 2011): Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, kapitoly 13.2.2 Unpaved Roads (2006), 13.2.3. Heavy Construction Operations (1995), 13.2.4. Aggregate Handling and Storage Piles (2006). US Environmental Protection Agency. [online]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>

## OPATŘENÍ K OMEZENÍ PRAŠNOSTI ZE STAVEBNÍ ČINNOSTI

Josef Martinovský , Jan Karel

*ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., Hvožd'anská 2053/3, 148 01 Praha 4, e-mail: atem1@atem.cz*

### Abstrakt

V rámci projektu Technologické agentury ČR TA02020245 „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“ byl vypracován návrh souboru opatření k omezení prašnosti ze stavební činnosti. Zpracování návrhu vycházelo z dosavadní zkušenosti a archivních dat řešitele, z poznatků získaných v průběhu měření imisí PM<sub>10</sub> na staveništích, z rozsáhlé rešerše doporučení v příručkách, z metodiky pro omezení prašnosti ze stavebnictví a v dalších podkladech. Zpracovány byly informace z referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách (BREF) při omezování emisí ze skladování, z emisních metodik (pokud obsahoval údaje i k účinnosti opatření), ze čtyř národních či regionálních příruček pro omezení emisí ze staveb (Londýn, Švýcarsko, Kanada, Nový Jižní Wales) a z odborné studie (Thorpe a kol. 1999). Následně byl navržen postup ke snížení emisní a imisní zátěže ze stavební činnosti ve vazbě na konkrétní podmínky staveb. K tomuto účelu byla opatření rozdělena do 3 skupin – opatření pro všechny stavby, opatření pro stavby na území sídel a specifická opatření pro jednotlivé stavební procesy. Nejpodrobněji je rozpracována třetí skupina, u níž je pro každé opatření uvedeno předpokládané snížení emisí ve vazbě na vypracovanou emisní metodiku. Účelem těchto opatření je již ve fázi přípravy stavby přesně definovat, za jakých podmínek stavba nezpůsobí nepřijatelné zhoršení kvality ovzduší v ovlivněné lokalitě (např. v blízké obytné zástavbě). Soubor opatření bude vydán jako samostatný metodický materiál, který může být využit jak v rámci projektové činnosti při přípravě plánů organizace výstavby, tak v rozhodovací praxi při stanovování podmínek provádění jednotlivých staveb.

### Úvod

V rámci závěrečné etapy projektu Technologické agentury ČR TA02020245 „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“ byl vedle vlastního návrhu emisních faktorů pro stavební činnosti vypracován rovněž návrh souboru opatření k omezení prašnosti ze stavební činnosti. Soubor opatření je jedním z výstupů projektu a bude vydán jako samostatný metodický materiál. Předpokládá se, že navržená opatření budou uplatněna v rámci projektové činnosti při přípravě plánů organizace výstavby a v rozhodovací činnosti při stanovování podmínek provádění jednotlivých staveb. V následujícím textu je souhrnně uveden postup přípravy návrhu souboru opatření a zejména pak výsledná doporučení vhodných postupů pro provádění staveb.

### Postup přípravy souboru opatření k omezení prašnosti

Podklady a zdroje informací, využité při přípravě návrhu, lze typově rozdělit do tří skupin:

- 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.
- poznatky 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

### **Poznatky získané v rámci měření koncentrací PM<sub>10</sub>**

Na základě výsledků měření byly mimo jiné vysloveny následující poznatky:

- jedním z nejvýznamnějších zdrojů prašnosti je zpevňování zeminy. Jako hlavní důvod se jeví absence skrápění během celého procesu. Např. Rintz Bodenstabilisierung, firma vyvíjející speciální stroje a technologie pro terénní úpravy, uvádí, že je nezbytné namáčet půdu před i po aplikaci a zafrézování pojiva; toto opatření nebývá všeobecně 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 jak u nezpevněných tak i u 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 se projevuje k zemi zaústěný výfuk, který proudem vzduchu při akceleraci vozidla víří prachové částice z pojezdové trasy.

### **Příručky a metodiky pro omezení prašnosti ze stavebnictví**

Zásadní 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, zvláště v oblastech, kde se potýkají s problémem zvýšené prašnosti. Příručky obsahující doporučení pro omezení prašnosti jsou určeny pracovníkům v projekci a na úrovni vedení provádění staveb. Cílem rešeršovaných příruček je uvedení opatření proti zvýšené prašnosti do stavební praxe tak, aby bylo stavebnictví šetrnější k životnímu prostředí.

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

- Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách při omezování emisí ze skladování (MPO 2005) – 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.

- metodika US EPA „AP 42 – Compilation of Air Pollutant Emission Factors, část 13.2. Fugitive Dust Sources“, 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 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).
- Směrnice o provozních a technických opatřeních k omezení emisí ze stavenišť znečišťujících ovzduší pro Švýcarsko z roku 2009 (Stäubli, Kropf 2009).
- dokument Nejvhodnější postupy pro snižování emisí do ovzduší z výstavby a demolic (EC – TAIB 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 staveniště, 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).
- 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).
- Příručka WRAP Fugitive Dust Handbook z roku 2006 (WRAP 2006), obsahující i některé techniky pro snižování prašnosti ze staveb. Značná pozornost je věnována zejména využití různých typů chemických stabilizátorů.
- Postup hodnocení kvality ovzduší v průběhu stavebních prací pro Nový Jižní Wales (NSW EPA 2013), 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.
- studie Měření efektivity opatření ke snížení prašnosti z řezání kotoučovou pilou použitých 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.

## Doporučení vhodných postupů

Následně byl navržen postup ke snížení emisní a imisní zátěže ze stavební činnosti ve vazbě na konkrétní podmínky staveb. K tomuto účelu byla opatření rozdělena do 3 skupin:

- první skupina opatření je stanovena pro všechny stavby. Jsou zde popsány obecné zásady proti nadměrné produkci prašnosti, které je nutné při výstavbě dodržovat, a to bez ohledu na umístění staveniště. Metodika hodnocení vlivů stavebních prací na kvalitu ovzduší platí pro stavby většího rozsahu. Předmětem posuzování z hlediska dopadů na imisní situaci u nejbližší obytné zástavby není např. výstavba rodinného domu. Zde je případná redukce stavební činnosti ponechána v pravomoci obce, která může proti stavebníkovi vykonat případné právní úkony a požadovat redukci nadměrného obtěžování okolí v době výstavby. Předkládané hodnocení a postupy jsou zpracovány pro projekty, které podléhají stavebnímu řízení (nevztahuje se tak na záměry, které mají pouze ohlašovací povinnost).
- ve druhé skupině jsou definovány podmínky pro stavby, které jsou navrženy na území sídel. Zde lze aplikovat několik opatření nutných pro redukci emisí prachových částic, a to bez nutnosti podrobné znalosti konkrétního projektu.
- ve třetí skupině se nacházejí stavby, pro které si úřad s danou pravomocí vyžádá na základě předložené projektové dokumentace vyhodnocení imisních dopadů u nejbližší chráněné zástavby v průběhu stavebních prací. Pro tyto objekty se předpokládá použití protiprašných opatření, která budou stanovena v závislosti na skutečných imisních dopadech, které lze u nejbližší chráněné zástavby při konkrétních podmínkách v dotčené lokalitě očekávat. Pro plánovanou stavbu bude ve shodě s metodickým pokynem pro zpracování rozptylových studií vyhodnoceno imisní pozadí v lokalitě a na podkladu plánovací dokumentace pro stavbu (ZOV či POV) budou pomocí odvozených emisních faktorů vypočteny dopady u nejbližší chráněné zástavby.

### 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 rozdělena do dvou fází:

#### Fáze přípravy stavby

- plánovat zařízení staveniště, projektovat podle zásad efektivního stavebního provozu při minimalizaci produkce částic polévatého prachu a potenciálu k produkci prachu.
- minimalizovat zásahy do stávajících inženýrských sítí, tj. minimalizace realizace přeložek vedení a tvorbu výkopů.
- minimalizovat dopravní omezení na veřejných komunikacích a minimalizace tras staveništní dopravy.
- kontrola strojní techniky a podmínek na staveništi před vlastním zahájením prací.
- na obvodovém hrazení stavby případně na objektu zařízení staveniště uvést typ, rozsah a doby trvání stavebních prací.

#### Fáze realizace stavby

- v situaci vyznačit místa citlivá vůči zvýšené prašnosti (školy, nemocnice, stanoviště volně žijících živočichů), přizpůsobit pracovní procesy emitující prašnost v případě, že by mohly být provozem stavby dotčeny.



- instalace čistícího systému při výjezdu ze staveniště (Obr. 1) v prostoru napojení na veřejné komunikace. Vhodné je např. šterkové lože, případně roštové pásy, které pomocí otřesů odstraňují nečistoty z podvozků nákladních automobilů. O realizaci tohoto typu lze uvažovat u stavenišť s výměrou větší než 3 ha. Naopak nedoporučujeme instalovat tzv. bazény, kdy vozidlo pouze projede vodou. 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 pneumatik.
- dodržovat zásady efektivní manipulace s nakladačem.
- redukovat volnoběhy nákladních automobilů a strojní mimo silniční techniky na minimum.
- skrývka půdy a zemní práce by měly být prováděny 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.
- po dokončení prací je vhodné osázet co nejrychleji plochy aby nová vegetace byla co nejrychleji půdokryvná. Půdu lze stabilizovat i pomocí kamenného záhozu či geotextilie. V případě, že půda bude později zpevněna (pro stavbu chodníků, komunikace apod.), lze ji proti působení eroze zhutnit.

## Skupina 2: Obecné zásady pro stavby na území sídel

Jedná se o obecné zásady, které by měl splňovat každý stavebník na území sídel, kde již platí vzhledem k možné blízkosti chráněné zástavby přísnější režim posuzování.

- důsledné dodržování očištění vozidel vyjíždějících na vozovku a umytí znečištěných úseků veřejných komunikací. 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. K čištění by mělo dojít 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 komunikace okamžitě po znečištění.
- efektivní a optimalizovaná tvorba deponií, mezideponií, a to z hlediska tvaru, velikosti a používání záchytných clon nebo zakrývání pomocí sítí a plachet. Je možnost ohradit jednotlivé materiály a zamezit vyfoukání jemných částic do okolí. Záchytné stěny je pak vhodné realizovat z návětrné strany.
- používání zábran na hranici pozemku.
- zákaz spalování odpadů.
- umístění zdrojů prašnosti a území pro provádění prašných prací dále od chráněné zástavby.
- použití strojů s nižšími emisemi a věnování se dostatečné údržbě strojů a zařízení. Důležitým požadavkem je vypouštění exhalací do odpovídající výšky, to u řady nákladních vozidel v současnosti neplatí a nadměrně se tak zvyšuje prašnost poté, co je zvržen prach na komunikacích vlivem proudu spalin od výfuku nákladního vozidla.
- zamezit vzniku odtoku vody nebo bláta.

- při rozrušování konstrukcí (demolici, řezání, broušení atd.), ale také při vrtání pilot nebo kotev používat skrápění (Obr.2.) nebo odsávání.
- v době hrubé stavby se vyhnout volnému nakládání s cementem a zajistit vlhčení suchých příměsí betonu při míchání směsi.
- optimalizovat množství materiálu jemnozrné frakce na staveništi.
- průběžné sledování prašnosti v areálu tak, aby bylo možné zakročit v případě větších problémů (např. zakrytí nebo zkropení haldy při silném větru, omytí znečištěné vozovky atd.).
- omezit práce na stavbě při nadměrném větru (uvažována rychlost  $11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), případně omezit činnosti s vysokou prašností.
- při přepravě materiálů v rámci jednotlivých areálů lze jako základní organizační opatření doporučit zkrácení přepravních tras, tj. rozmístění materiálu tak, aby nutná přeprava byla co nejkratší.
- u násypů a skluzů je nutno minimalizovat výšku shozu. Vhodným opatřením je také omezení rychlosti klesání sypaného materiálu, např. umístěním překážek, kaskádového násypu apod.
- při postupných demolicích nebo při práci uvnitř objektu izolovat nakládání s odpady (sutí) od okolního prostředí, stejně tak pomocí fólií (Obr. 3) či tkanin (Obr. 4) 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 vzduchotěsně oddělit.
- odpad ze stavby odvázet postupně, nejprve jemné částice a později i hrubší, nejdříve je však vhodné odvázet demoliční suť pro zamezení vzniku emisí vlivem větru.

### Skupina 3: Konkrétní opatření u staveb pro redukcii příspěvků ze stavební činnosti

Ve třetí skupině jsou již konkrétní opatření pro snížení emisních a tím i imisních příspěvků pro jednotlivé stavební procesy ve vazbě na vypracovanou emisní metodiku. Účelem těchto opatření je již ve fázi přípravy stavby přesně definovat, za jakých podmínek stavba nezpůsobí nepřijatelné zhoršení kvality ovzduší v ovlivněné lokalitě (např. v blízké obytné zástavbě). Pro každé opatření je proto stanovena jeho účinnost, vyjádřená procentuálně, s tím, že o dané procento se snižuje emise vypočtená pro daný stavební proces.

Opatření mohou být přirozeně aplikována nejen v rámci jednoho procesu, ale i obecně pro všechny činnosti v rámci staveniště. Rozmezí účinnosti udává hodnoty při nejmenší a nejvyšší účinnosti, která je dána konkrétními podmínkami na staveništi. U technických zařízení je v některých případech účinnost definována a garantována výrobcem příslušného zařízení, potom se vychází z právě z nich.

Přehled opatření je uveden v následující tabulce.

Tab. 1. Opatření a jejich účinnosti

Činnost	Opatření	Účinnost [%]
Zpevněné cesty	Samosběrný vůz následovaný cisternou s tlakovou vodou (dvojice vozů nebo dvakrát po sobě jedoucí vůz), která spláchne zbytkové znečištění do kanalizace nebo vozy s instalovanými filtry pro záchyt jemných částic	96
Zpevněné cesty	Velký samosběrný vůz	86
Zpevněné cesty	Menší samosběrný vůz	57
Nezpevněné cesty	Kropicí vůz	20
Staveniště	Zkrápění*	80 – 98
Staveniště	Zkrápění včetně aditiv	90 – 99
Staveniště	Boční zkrápění	50
Pasivní opatření	Ozeleněné valy	20
Demolice, vrty	Skrápění, (odsávání)	97
Staveniště	Aplikace chemických stabilizátorů na deponie, které nejsou aktuálně využívány (bez zásahu po dobu nejméně 10 dní)	30 – 65
Staveniště	Provést odtěžení pokrývky v co nejrychlejším čase	15 – 49
Staveniště	Zakrýt, 2 × denně zkrápějte nebo aplikujte netoxické půdní pojiva v prostoru deponovaných materiálů (tj. šterk, písek, suť) pokud má vyšší než 5 % vlhkost	30 – 74
Staveniště	Zkrápění aktivních míst nejméně 2 × denně	34 – 68
Cesty	Všechna vozidla, která převážejí sypké materiály, musí být zakryta nebo by mělo být zachováno alespoň 61 cm volného vertikálního prostoru mezi horní hranou nákladu a horní hranou korby	7 – 14
Cesty	Čistit veřejné komunikace alespoň 1 × denně, pokud jsou viditelně znečištěny půdou, je doporučen vodní zametací stroj s regenerací vody	25 – 60
Cesty	Instalovat myčku kol v prostoru kde vozidla přejíždějí z nezpevněné komunikace na pevnou, nebo místo, kde může být každé auto při opuštění stavby opláchnuto	40 – 70
Cesty	Zpevnit cesty na staveništi, po kterých pojíždí za den více než 50 nákladních vozidel nebo 150 všech vozidel	92,5
Cesty	Zpevnit příjezdové komunikace ke stavbě nejméně do vzdálenosti 30,5 m od hlavní silnice	92,5
Cesty	Zpevnit cesty na staveništi, po kterých pojíždí za den méně než 50 nákladních vozidel	92,5
Cesty	Použít vodu 3 × denně, nebo non-toxické stabilizátory podle specifikací výrobce pro všechny nezpevněné parkovací plochy nebo zastávkové plochy nebo nezpevněné povrchy vozovek	45 – 85
Cesty	Dopravní rychlost na všech nezpevněných cestách snížit na 15 kilometrů za hodinu nebo méně	40 – 70

\* zkrápění je vhodné opakovat, vlhkost podkladu by však neměla překročit 10 %

## Poděkování

Projekt „Metodika pro stanovení produkce emisí znečišťujících látek ze stavební činnosti“ (č. TA02020245) byl realizován s finanční podporou Technologické agentury ČR.

## Literatura

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

EU – OSHA, Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (2010): HSE informační list, Stavební informační list č. 54. Kontrola prašnosti při řezání betonu pilou používanou ve stavebnictví. [online]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/fop/czech-republic/cs/topics/files/beton.pdf>.

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

MPO (2005): Referenční dokumenty o nejlepších dostupných technikách (BREF) – Emise ze skladování. [online]. Dostupné z: <http://ippc.cz/dokumenty/DC0062>

NSW EPA, New South Wales Environment Protection Authority (2013): Local government air quality toolkit. New South Wales, Austrálie. [online]. Dostupné z: <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/air/mod3p3construc07268.pdf>

SCAQMD, South Coast Air Quality Management District (1993): Air Quality Analysis Guidance Handbook. California, USA.

Stäubli, A., Kropf, R. (2009): Luftreinhaltung auf Baustellen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Švýcarsko. [online]. Dostupné z: <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01014/index.html?lang=de>

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 (1995 – 2011): Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, kapitoly 13.2.2 Unpaved Roads (2006), 13.2.3. Heavy Construction Operations (1995), 13.2.4. Aggregate Handling and Storage Piles (2006). US Environmental Protection Agency. [online]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>

WRAP (2006): Western Regional Air Partnership: WRAP Fugitive Dust Handbook, update 2006. USA. [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)

**Obr. 1. Nádrž s vodou v kombinaci s ostřikem pneumatik (SCAQMD, 1993)**



**Obr. 2. Tryskkové rozstříkování při demolicích**



**Obr. 3. Použití fólie pro omezení prašnosti v průběhu prací uvnitř objektu**



**Obr. 4. Použití tkaniny pro redukci prašnosti po obvodu staveniště**



## ZPRACOVÁNÍ VRSTVY VYUŽITÍ ÚZEMÍ A KRAJINNÉHO POKRYVU PRO POTŘEBY EULEROVSKÉHO MODELOVÁNÍ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY

**Jan Karel, Radek Jarěš**

*ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., Hvožd'anská 2053/3, 148 01 Praha 4, e-mail: atem1@atem.cz*

### Abstrakt

Na území hl. m. Prahy byl v letech 2013 – 2014 realizován projekt zaměřený na problematiku modelování meteorologických polí a kvality ovzduší v podmínkách městské aglomerace. V rámci projektu byly s úspěchem připraveny a otestovány eulerovské modelové nástroje pro hodnocení kvality ovzduší a byla provedena i jejich praktická aplikace. Zásadním inovativním prvkem projektu řešení byla aplikace eulerovského modelu ve vysokém územním rozlišení (333 metrů). K tomuto účelu bylo nutno vyvinout a otestovat zcela nové postupy a metody přípravy vstupních dat, což se týká i přípravy dat o využití území a vegetačním pokryvu.

Použitý model využívá pro vstupní data o zemském pokryvu kategorizaci dle databáze americké agentury United States Geological Survey (USGS). Vzhledem k tomu, že do modelu vstupují data pokrývající prakticky celou Evropu, bylo pro jednotlivé části území (resp. jednotlivé modelové domény) použito řešení s důrazem na postupné zpřesňování a zvyšující se míru detailu ve směru k vlastní hodnocené oblasti (území Prahy). Pro dvě nejširší domény, nacházející se mimo území České republiky, byly použity přímo údaje z databáze USGS. Zcela odlišná byla situace v případě domén v blízkém okolí modelovaného území hl. m. Prahy, kde bylo nutno data kompletně přepracovat. K tomuto účelu byly využity následující zdroje dat:

- pro území České republiky mimo širší okolí Prahy – data z projektu Corine Land Cover, pocházející z analýzy družicových snímků a zpracovaná v měřítku 1:100 000 (CENIA, 2014)
- pro širší okolí Prahy – data z projektu Urban Atlas, která vznikla vyhodnocením leteckých snímků a družicových snímků SPOT 5 v měřítku 1:10 000 (Geoportal hl. m. Prahy, 2014)
- pro vlastní území Prahy a jeho nejbližší okolí – data kategorizace území provedené v rámci Modelového hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy (Píša V. a kol., 2012) pro potřeby modelování resuspenze z volných ploch, zpracovaná na základě detailních leteckých snímků a částečně i terénního šetření v měřítku min. 1:5 000

Zpracování dat pro potřeby eulerovského modelování znečištění ovzduší v Praze sestávalo z následujících kroků:

- geografická projekce datových souborů GIS do jednotného souřadnicového systému
- rekategorizace všech tří zdrojů dat do výsledných kategorií používaných modelem
- vzájemné prostorové sladění, oprava nepřesností vzniklých geografickou transformací
- ořezání dat tak, aby se prostorově vzájemně nepřekrývala
- spojení dat do jednoho datového podkladu

Výsledkem je komplexní vrstva využití území v kategoriích používaných modelovým systémem, která vstupuje do dalšího zpracování emisním procesorem.

## Úvod

Na území České republiky existuje poměrně silně rozvinutá tradice modelování kvality ovzduší, která představuje v kombinaci s imisním monitoringem zásadní nástroj pro získávání údajů o znečištění ovzduší. Modelování umožňuje získat reprezentativní údaje o celoplošné emisní a imisní zátěži, vyjádřit podíl jednotlivých zdrojů na celkových koncentracích, simulovat očekávaný vývoj v území, porovnávat dopady (resp. přínosy) různých variantních řešení a hledat optimální kombinace nástrojů ke zlepšení kvality ovzduší.

Pro potřeby modelování jsou dosud nejvíce používány matematické modely založené na gaussovském rozptylu. Jak je obecně známo, výhodou gaussovských modelů je jejich relativní nenáročnost na vstupní data a výpočetní čas, což se promítá např. i do možnosti snadno a poměrně rychle testovat různé varianty zadání vstupních dat, očekávaných scénářů vývoje území a podobně. Pro ověřování vlivu jednotlivých zdrojů emisí nebo pro screeningové analýzy různých variant řešení bude proto jejich role pravděpodobně i do budoucna nezastupitelná. Avšak pro modelování imisní situace rozsáhlých území již tyto modely přestávají postačovat, a to zejména při hodnocení látek, které mají výraznou atmosférickou chemii, spojenou s tvorbou sekundárních polutantů v atmosféře.

K tomuto účelu jsou rozvíjeny chemické transportní modely zejména eulerovského typu, které podstatně spolehlivěji postihují rozložení znečištění v čase a v prostoru, se zohledněním chemických a fyzikálních transformací látek v atmosféře a průběhu meteorologických parametrů v čase. Tyto modely jsou ovšem nejen podstatně náročnější na výpočetní čas, ale také na rozsah a podrobnost vstupních dat. Mezi důležité vstupy do eulerovských modelů patří data o charakteru povrchu modelovaného území – využití ploch, vegetačním pokryvu, zástavbě atd. Tato data vstupují do modelu komplexně a v několika úrovních. Především ovlivňují výpočet vstupních meteorologických veličin, které jsou zásadní pro chování polutantu v atmosféře, dále definují úroveň depozice znečišťující látky na vegetačním pokryvu a v neposlední řadě pak i tvorbu biogenních emisí, produkovaných vegetací. Kvalita, přesnost a podrobnost dat o využití území a vegetačním pokryvu tak může mít významný vliv na výsledek modelového výpočtu.

V následujícím textu je prezentován postup tvorby těchto dat pro území hlavního města Prahy. V Praze proběhl v letech 2013 – 2014 projekt „Vyhodnocení urbanistických záměrů pilotní akce UHI – WP6.2.2.“ (Karel J. a kol., 2014), který byl součástí projektu „*Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counter tracing the global Urban Heat Island phenomenon*“ (dále jen „projekt UHI“). Jak je z názvu patrné, je projekt UHI zaměřen na jev městského tepelného ostrova, jeho cílem je sladit politiku a opatření k prevenci, adaptaci a zmírňování přírodních i člověkem způsobených rizik spojených s tímto jevem. Projekt „Vyhodnocení urbanistických záměrů v rámci pilotní akce WP6.2.2.“ je pak zaměřen zejména na problematiku modelování meteorologických polí a kvality ovzduší v podmínkách městské aglomerace, s přihlédnutím právě k výskytu jevu městského tepelného ostrova. Zadavatelem projektu byl Útvar rozvoje hl. m. Prahy (později Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy), řešitelem bylo sdružení, tvořené společností ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o. a Fakultou dopravní ČVUT.

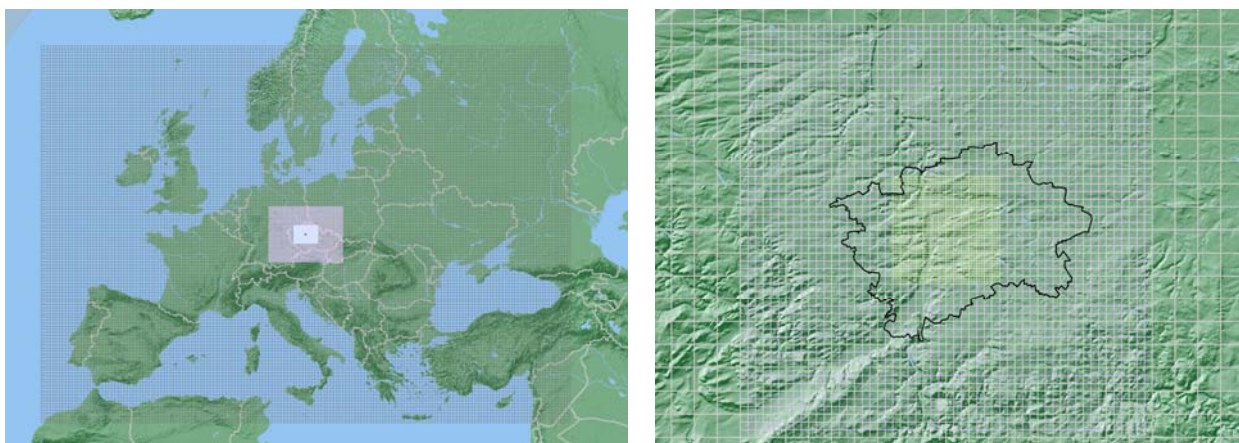
V rámci projektu byly s úspěchem připraveny a otestovány eulerovské modelové nástroje pro hodnocení kvality ovzduší na území Prahy a byla provedena i jejich praktická aplikace při hodnocení znečištění ovzduší. Zásadním inovativním prvkem projektu řešení byla aplikace eulerovského modelu v územním detailu srovnatelném s dosud používaným gaussovským modelem, kde je používána síť výpočetních bodů s krokem 300 metrů. Vzhledem k tomu, že krok sítě eulerovských modelů se běžně pohybuje v řádech kilometrů, nebylo možné se při řešení projektu spolehnout pouze na zavedené postupy, ale bylo nutno vyvinout a otestovat postupy a metody zcela nové. To se týká i přípravy dat o využití území a vegetačním pokryvu.



## Použité zdroje dat

Použitá metoda modelování chemického transportu látek vyžaduje zahrnutí rozsáhlého území, v němž jsou modelovány okrajové podmínky, které ovlivňují meteorologické veličiny a koncentrace znečišťujících látek uvnitř zájmového území. Pro použití ve zvoleném chemickém transportním modelu bylo nakonfigurováno pět výpočetních domén, centrovaných do středu Prahy s tím, že nejpodrobnější doména byla tvořena oblastí o rozměrech 14×14 km s rozměrem gridu 333 metrů. Rozsah jednotlivých domén je zobrazen na následujícím obrázku.

**Obr. 1. Použité domény**



Použitý meteorologický model WRF a model biogenních emisí BEIS využívají pro vstupní data o zemském pokryvu jejich kategorizaci dle databáze americké agentury United States Geological Survey (USGS), která je uvedena v následující tabulce.

**Tab. 1. Kategorie využití území dle USGS**

Kategorie	Popis
1	Urban and Built-up Land
2	Dryland Cropland and Pasture
3	Irrigated Cropland and Pasture
4	Mixed Dryland/Irrigated Cropland and Pasture
5	Cropland/Grassland Mosaic
6	Cropland/Woodland Mosaic
7	Grassland
8	Shrubland
9	Mixed Shrubland/Grassland
10	Savanna
11	Deciduous Broadleaf Forest
12	Deciduous Needleleaf Forest
13	Evergreen Broadleaf
14	Evergreen Needleleaf
15	Mixed Forest
16	Water Bodies
17	Herbaceous Wetland
18	Wooden Wetland
19	Barren or Sparsely Vegetated
20	Herbaceous Tundra
21	Wooded Tundra
22	Mixed Tundra
23	Bare Ground Tundra
24	Snow or Ice
28	Inland Water
31	Urban – comercial
32	Urban – High intensity residential
33	Urban – Low intensity residential

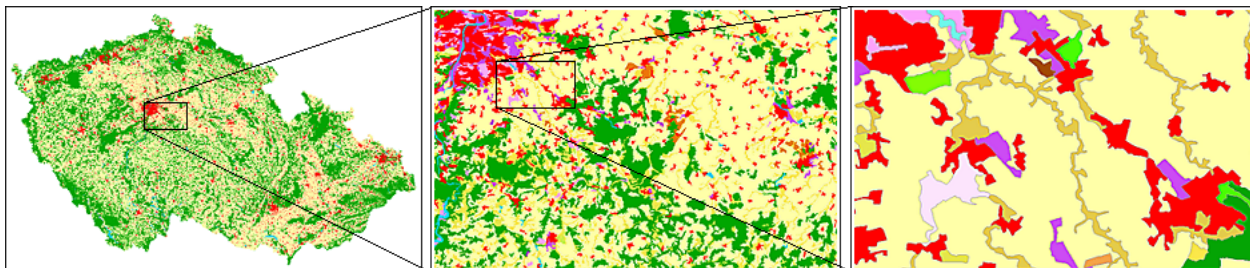
Databáze USGS o využití území je tvořena gridovou vrstvou, která pokrývá celý zemský povrch čtvercovou sítí v rozlišení cca 900 m a pro každý čtverec gridu udává kód využití území dle uvedené kategorizace.

Vzhledem k tomu, že do modelu vstupují data pokrývající prakticky celou Evropu, bylo pro jednotlivé části území (resp. jednotlivé modelové domény) použito řešení s důrazem na postupné zpřesňování a zvyšující se míru detailu ve směru k vlastní hodnocené oblasti (území Prahy). Pro dvě nejširší domény, nacházející se mimo území České republiky, byly použity přímo údaje z databáze USGS. Zcela odlišná byla situace v případě domén v blízkém okolí modelovaného území hl. m. Prahy, kde bylo nutno data kompletně přepracovat, s důrazem na postupné zpřesňování a zvyšující se míru detailu u jednotlivých domén.

Pro území České republiky mimo širší okolí Prahy byla využita data z projektu Corine Land Cover za rok 2012 (CENIA, 2014). Projekt Corine Land Cover představuje unikátní databázi dat o využití území a jeho změnách v Evropě od r. 1990. Jedná se o projekt iniciovaný Evropskou komisí, který je zpracováván jednotlivými státy podle jednotné metodiky. Výslednou databázi tvoří polygony vzniklé interpretací družicových snímků nasnímaných v daném roce. Vytvořené mapy v měřítku

1 : 100 000 obsahují celkem 44 tříd typu území. Vrstvy jsou přístupné prostřednictvím WMS služby Národního geoportálu INSPIRE.

**Obr. 2. Ukázka vrstvy Corine Land Cover pro Českou republiku (Copernicus, 2012)**



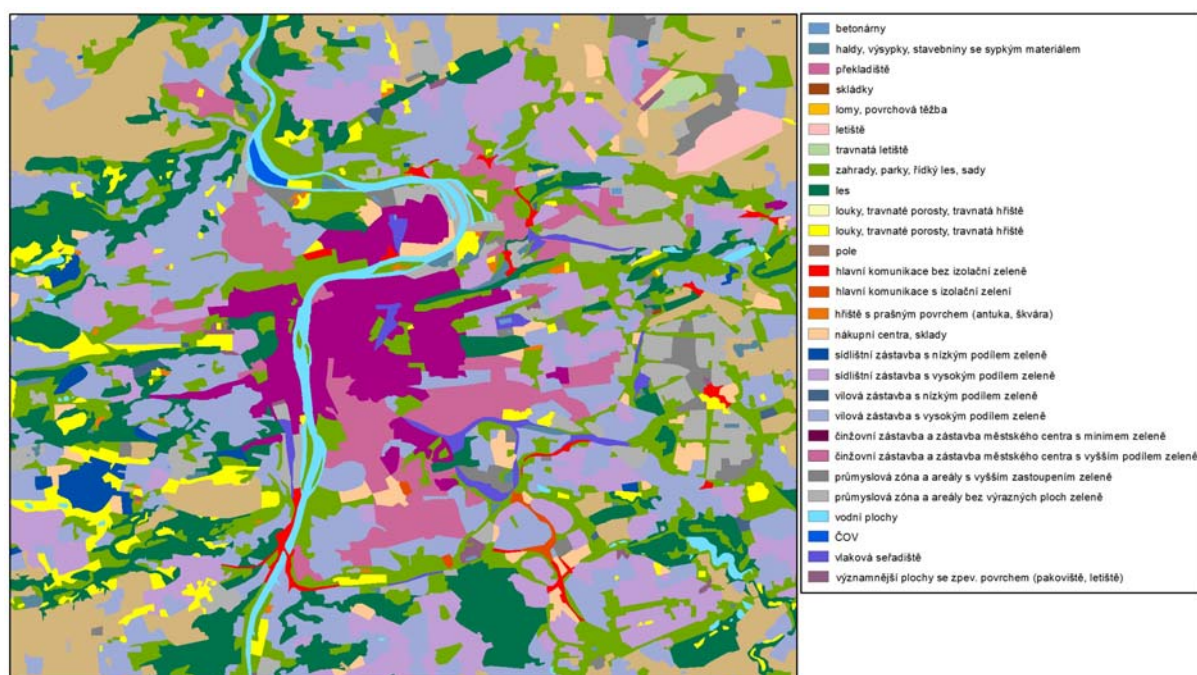
Pro širší okolí Prahy byla využita data z projektu Urban Atlas (Geoportal hl. m. Prahy, 2014). Urban Atlas je evropská mapovací služba vycházející ze zkušeností předchozích iniciativ podporovaných Evropskou komisí spolu s Evropskou kosmickou agenturou (ESA). Ta poskytuje detailní využití území evropských městských aglomerací na základě satelitních snímků družice SPOT 5 s rozlišením pro měřítko 1:10 000. Data jsou volně přístupná na www serveru Europe Environmental Agency (EEA, 2010), pro území Prahy a okolí se jedná o data z let 2006 a 2007.

**Obr. 3. Ukázka vrstvy Urban Atlas pro území Prahy a okolí (Geoportal hl. m. Prahy, 2014)**



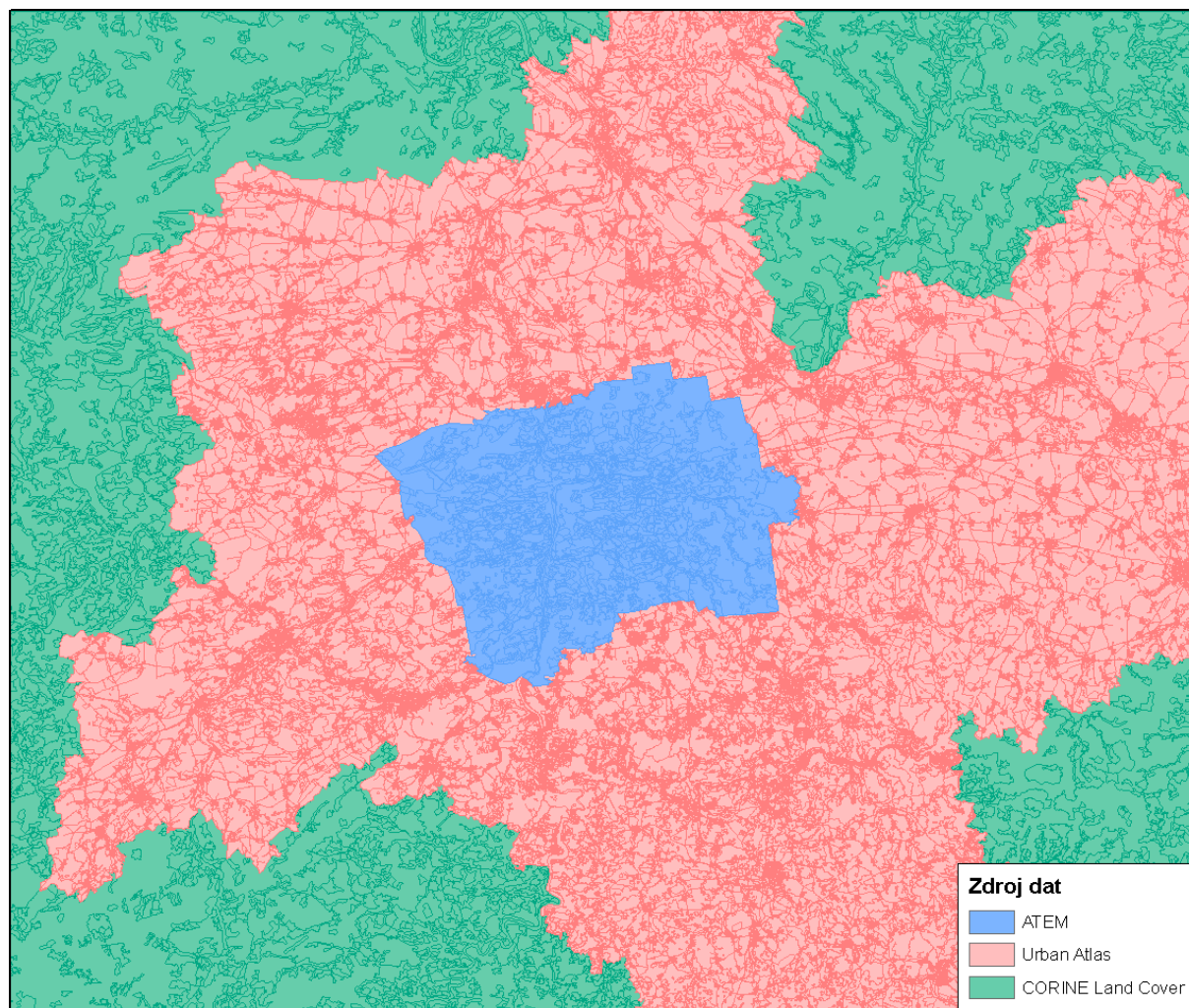
Pro vlastní území Prahy byla využita digitální data kategorizace území provedené v rámci projektu ATEM (Píša V. a kol., 2012) pro potřeby modelování resuspenze prachových částic z volných ploch. Metodika hodnocení resuspenze prachu z volných ploch byla vypracována v rámci samostatného úkolu, zadaného Magistrátem hl. m. Prahy v roce 2003 (Píša V. a kol., 2003) a jedním z jejích kroků je zpracování GIS vrstvy kategorizace území města podle využití území a charakteru vegetačního pokryvu, jednotlivým typům území je pak přiřazena „rizikovost“ z hlediska náchylnosti k výskytu resuspenze prachu a následně i množství emisí prachových částic. Kategorizace byla prováděna v měřítku min. 1:5 000 nad detailními leteckými snímky území města, částečně i s použitím terénních šetření. Vrstva je pravidelně aktualizována v rámci průběžného modelového hodnocení kvality ovzduší v Praze, pro potřeby projektu UHI byla využita vrstva z roku 2012.

Obr. 4. Ukázka vrstvy kategorizace dat ATEM (Píša V. a kol., 2012)



Obrázek 5 pak uvádí prostorový rozsah platnosti použitých datových vstupů. Jak je patrné, byla pro celé území Prahy a její blízké okolí použita nejpodrobnější data ATEM, data Urban Atlas pokrývala území 5 305 km<sup>2</sup>, data CORINE pak byla použita pro celé zbývající území ČR.

**Obr. 5. Použité zdroje dat o využití území**



### Postup a výsledky zpracování vrstvy využití území a krajinného pokryvu

Zpracování dat pro potřeby eulerovského modelování znečištění ovzduší v Praze sestávalo z následujících kroků:

- geografická projekce datových souborů GIS do jednotného souřadnicového systému
- rekatégorizace všech tří zdrojů dat do výsledných kategorií používaných modelem
- vzájemné prostorové sladění, oprava nepřesností vzniklých geografickou transformací
- ořezání dat tak, aby se prostorově vzájemně nepřekrývala
- spojení dat do jednoho datového podkladu

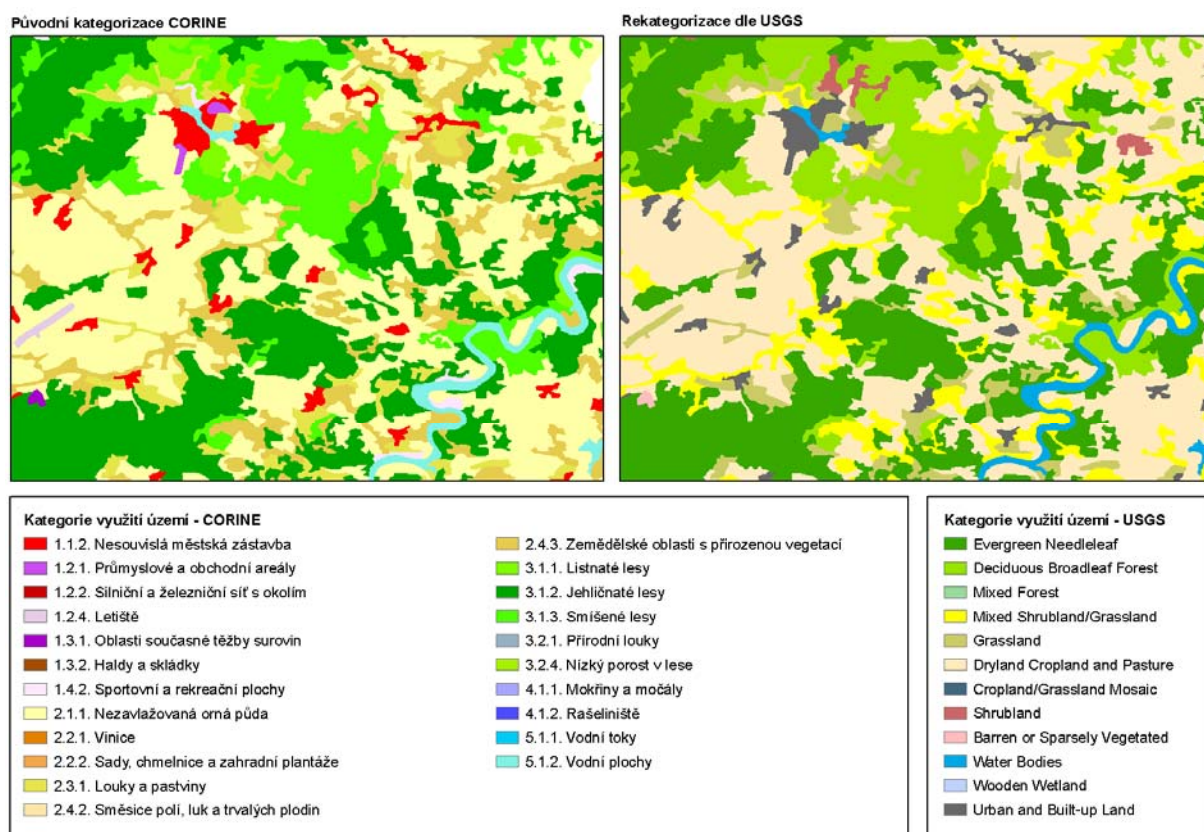
Pro geografickou projekci bylo v souladu s požadavky použitého modelového systému použito Lambertovo konformní kuželové zobrazení. Postup rekatégorizace dat z jednotlivých vstupních vrstev do „cílové“ kategorie dle databáze USGS je patrný z následující tabulky.

Tab. 2. Rekategorizace dat o využití území

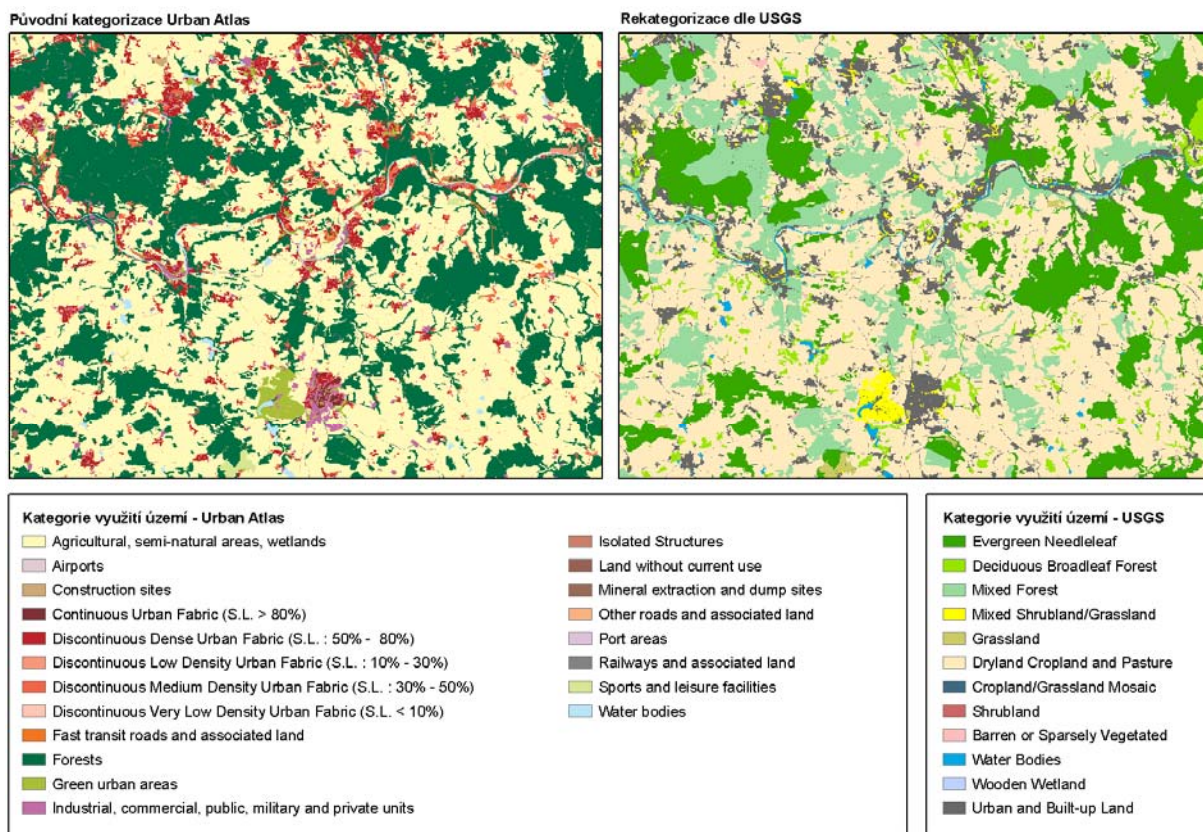
Modelové hodnocení ATEM	Urban Atlas	Corine Land Cover	USGS
ČOV	Continuous Urban Fabric (S.L. > 80%)	1.1.1. Souvislá městská zástavba	1. Urban and Built-up Land
betonárny	Discontinuous Dense Urban Fabric (S.L. : 50% – 80%)	1.1.2. Nesouvislá městská zástavba	
hlavní komunikace bez izolační zeleně	Discontinuous Low Density Urban Fabric (S.L. : 10% – 30%)	1.2.1. Průmyslové a obchodní areály	
hlavní komunikace s izolační zelení	Discontinuous Medium Density Urban Fabric (S.L. : 30% – 50%)	1.2.2. Silniční a železniční síť s okolím	
nákupní centra, sklady	Discontinuous Very Low Density Urban Fabric (S.L. < 10%)	1.3.3. Staveniště	
překladiště	Fast transit roads and associated land		
průmyslová zóna a areály bez výrazných ploch zeleně	Industrial, commercial, public, military and private units		
průmyslová zóna a areály s vyšším zastoupením zeleně	Isolated Structures		
čínžovní zástavba a zástavba městského centra s minimem zeleně	Other roads and associated land		
čínžovní zástavba a zástavba měst. centra s vyšším zast. zeleně	Port areas		
sídlíšní zástavba s nízkým podílem zeleně	Railways and associated land		
sídlíšní zástavba s vysokým podílem zeleně			
vilová zástavba s nízkým podílem zeleně			
vilová zástavba s vysokým podílem zeleně			
významnější plochy se zpevněným povrchem (parkoviště, letiště)			
pole	Agricultural + Semi-natural areas + Wetlands	2.1.1. Nezavlažovaná orná půda	2. Dryland Cropland and Pasture
		2.4.2. Směsice polí, luk a trvalých plodin	5. Cropland/Grassland Mosaic
letiště	Airports	1.2.4. Letiště	7. Grassland
louky, travnaté porosty, travnatá hřiště	Sports and leisure facilities	2.3.1. Louky a pastviny	
travnatá letiště		3.2.1. Přírodní louky	
		1.2.3. Přístavy	8. Shrubland
		2.2.1. Vinice	
		3.2.4. Nízký porost v lese	9. Mixed Shrubland/Grassland
zahrady, parky, řídký les, sady	Green urban areas	1.4.2. Sportovní a rekreační plochy	
		2.2.2. Sady, chmelnice a zahradní plantáže	
		2.4.3. Zemědělské oblasti s přirozenou vegetací	
		1.4.1. Městské zelené plochy	11. Deciduous Broadleaf Forest
les	Forests	3.1.1. Listnaté lesy	
		3.1.3. Smíšené lesy	
		3.1.2. Jehličnaté lesy	14. Evergreen Needleleaf
vodní plochy	Water bodies	5.1.1. Vodní toky	16. Water Bodies
		5.1.2. Vodní plochy	
		4.1.1. Mokřiny a močály	18. Wooden Wetland
		4.1.2. Rašeliniště	
hřiště s prašným povrchem (antuka, škvára)	Construction sites	1.3.1. Oblasti současné těžby surovin	19. Barren or Sparsely Vegetated
haldy, výsypky, stavebniny se sypkým materiálem	Mineral extraction and dump sites	1.3.2. Haldy a skládky	
lomů, povrchová těžba			
skládky			
vlaková seřadiště			

Na obrázcích 6 – 8 jsou uvedeny ukázky rekatégorizace dat z jednotlivých zdrojů. Výsledkem řešení pak byla komplexní vrstva využití území v kategoriích USGS v maximálním dostupném detailu rozlišení, jaký bylo možné pro jednotlivé části modelovaného území zpracovat. Výsledná vrstva, prezentovaná na obr. 9, pak byla použita jako vstup do emisního procesoru, kde byla v dalším kroku převedena na gridová data v kroku daném příslušnou doménou.

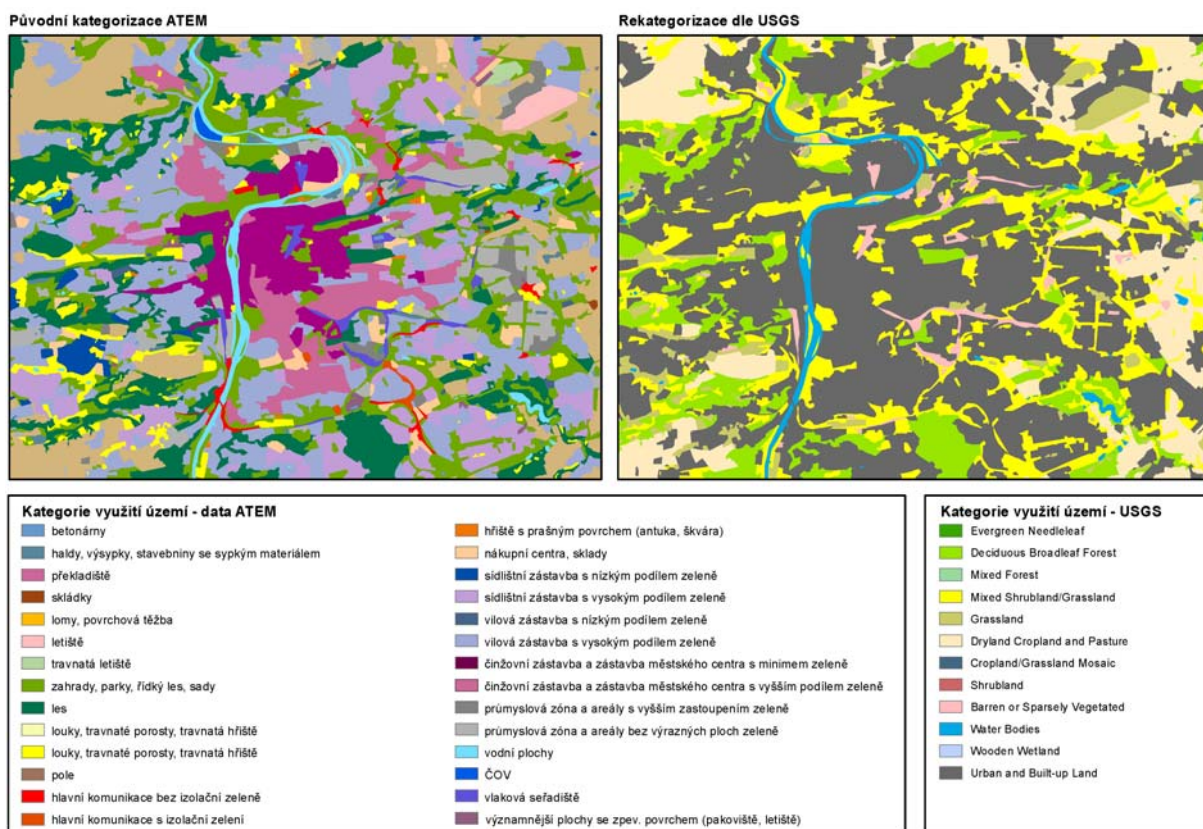
**Obr. 6. Rekatégorizace dat o využití území – data Corine Land Cover (vzdálenější části ČR)**



Obr. 7. Rekategorizace dat o využití území – data Urban Atlas (širší okolí Prahy)

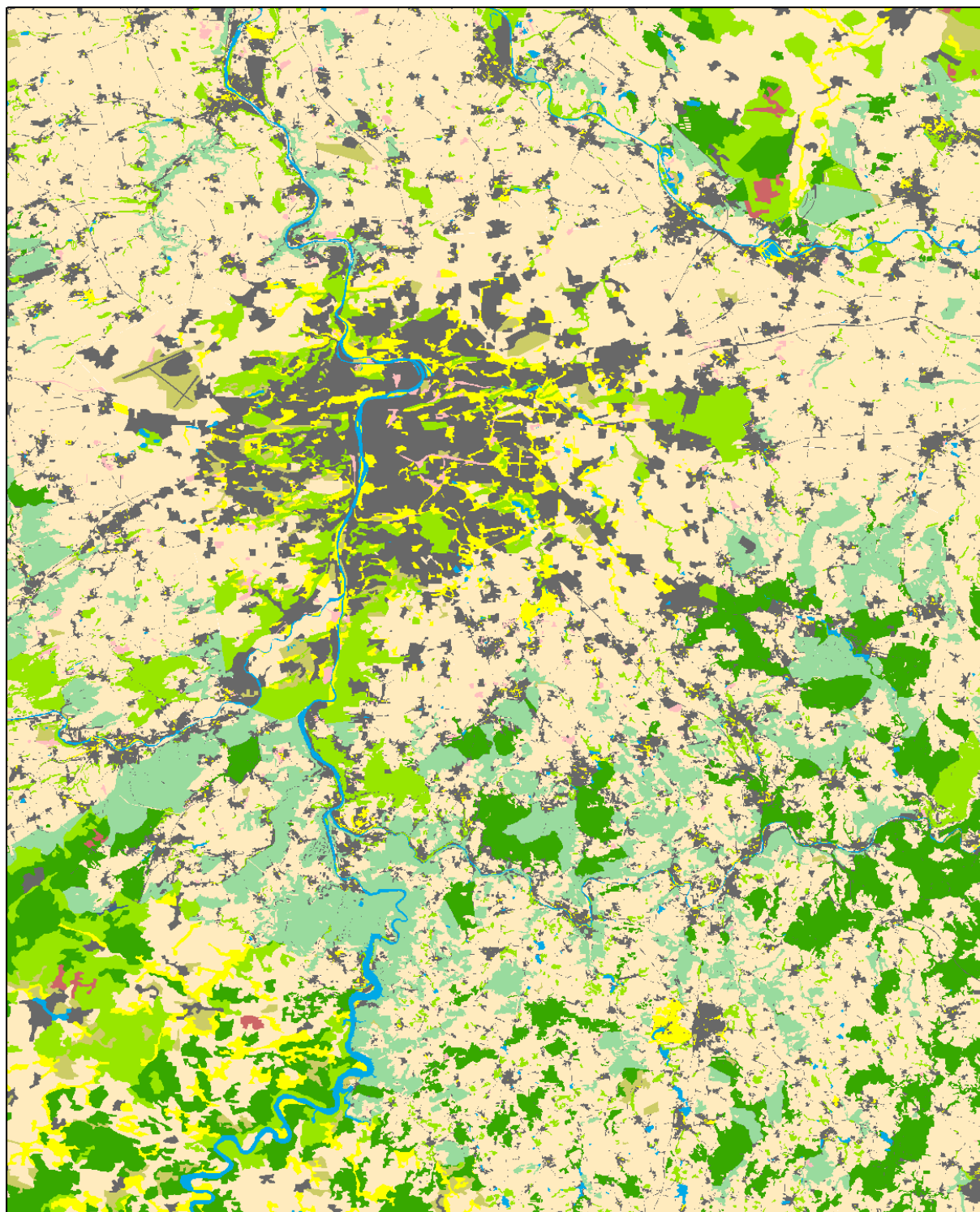


Obr. 8. Rekategorizace dat o využití území – data ATEM (Praha a nejbližší okolí)





Obr. 9. Výsledná vrstva Land Use / Land Cover v členění dle kategorií USGS



#### Využití území

	Evergreen Needleleaf		Grassland		Barren or Sparsely Vegetated
	Deciduous Broadleaf Forest		Dryland Cropland and Pasture		Water Bodies
	Mixed Forest		Cropland/Grassland Mosaic		Wooden Wetland
	Mixed Shrubland/Grassland		Shrubland		Urban and Built-up Land

## Poděkování

Projekt „Vyhodnocení urbanistických záměrů pilotní akce UHI – WP6.2.2“ byl řešen v rámci projektu No. 3CE29P3 – „Development and application of mitigation and adaptation strategies and measures for counter tracing the global Urban Heat Island phenomenon“.

## Literatura

CENIA, Česká informační agentura životního prostředí (2014): CORINE Land Cover 2012 [online]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/www/node/595>.

Copernicus, Evropský program pro monitorování životního prostředí a bezpečnosti (2012): Služba pro monitorování území. Corine Land Cover 2006 [online]. Dostupné z: <http://gmes.gov.cz/en/node/179>.

EEA, Europe Environmental Agency (2010): Urban Atlas, Datasets [online]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas>.

Geoportal hl. m. Prahy (2014): Urban Atlas [online]. Dostupné z: [http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/37/urban-atlas#.VP1\\_pfmG9eR](http://www.geoportalpraha.cz/cs/clanek/37/urban-atlas#.VP1_pfmG9eR).

Karel J., Kasanický I., Resler J., Liczki J., Eben K., Belda M., Benešová N., Vlček O., Juruš P., Jareš R. (2014): Vyhodnocení urbanistických záměrů pilotní akce UHI – WP6.2.2. Závěrečná zpráva. Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy.

Píša V., Jareš R., Karel J., Polák R., Říha M. (2003): Vyhodnocení celkové imisní zátěže suspendovaných částic PM<sub>10</sub> na území hl. m. Prahy. Hlavní město Praha.

Píša V., Jareš R., Karel J., Martinovský J., Polák R. (2012): Modelové hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy – Aktualizace 2012. Hlavní město Praha.