

# ATLAS OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

Mapy byly v historii lidstva vždy strategicky významným zdrojem informací. Někdy životně důležitým. Mapy umožňují uchovávat informace po staletí. Mapy byly vytvářeny tak, aby informace z nich mohli rychle vyhodnotit vládcové a vojevůdci, pokud spravovali nebo chtěli ovládnout nějaké území. Tam měli všechny důležité informace pohromadě a názorně zobrazené: „tady jsou lvi a tady zlato“. Zlepšení ovzduší na Ostravsku je nová výzva. Jeho stav brzdí rozvoj města a celého regionu okolo. Nyní a v nejbližších letech bude probíhat rozhodování, kam nejdříve investovat úsilí a finance, co změnit. Trochu to připomíná logistiku válečných tažení, pro která byly mapy tak důležité. Doufáme, že atlas map ostravského ovzduší umožní lépe si představit rozložení a hlavně příčiny jeho znečištění, vztah mezi zdroji a stavem znečištění. V této knize je pohromadě řada informací, které vznikly v průběhu desetiletí zkoumání zdejšího ovzduší. Moderní technologie a zkušenosti odborníků umožňují tyto informace zpracovat a pohromadě názorně zobrazit.

Vydává

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

17. listopadu 15/2172, Ostrava-Poruba 708 33

ISBN 978-80-248-3006-8



AIR SILESIA



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ / EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO  
PŘEKRAČUJEME HRANICE / PRZEKACZAMY GRANICE

ATLAS OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

PETR JANČÍK A KOLEKTIV

# ATLAS OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

Petr Jančík  
a kolektiv







AIR SILESIA

Informační systém kvality ovzduší v oblasti Polsko-Českého  
pohraničí ve Slezském a Moravském regionu

Systém informacji o jakości powietrza na obszarze pogranicza  
Polsko-Czeiskiego W rejonie Śląska i Morawy



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA  
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ / EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO  
PŘEKRAČUJEME HRANICE / PRZEKRACZAMY GRANICE

---

# Atlas ostravského ovzduší

---

Petr Jančík  
a kolektiv

Ostrava, 2013

Petr Jančík

Irena Pavlíková  
Jan Bítá  
Daniel Hladký

Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu  
Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství  
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava  
17. listopadu 15/2172  
CZ 708 33 Ostrava-Poruba  
petr.jancik@vsb.cz

Karel Lach

Oddělení anorganických analýz  
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě  
Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava  
karel.lach@zuova.cz

Fotografie na obálce @ Martin Straka  
Fotografie na str. 8, 15, 17, 18, 24, 30, 36, 41, 42, 54, 60, 64, 68, 70, 74, 78, 84, 88, 90, 92, 94, 100, 102, 104, 108 @ Martin Straka  
Fotografie na str. 1, 22, 26, 28, 32, 34, 62, 66, 72, 76, 80, 82, 98, 106, 125 @ Martin Popelář  
Fotografie na str. 39 @ Eva Tenzin

© VŠB - TU Ostrava 2013  
Tisk MORAVAPRESS s.r.o.  
Sazba a design obálky MD communications, s.r.o.

ISBN 978-80-248-3006-3

# OBSAH

7	Předmluva
8	Kvalita ovzduší v Ostravě
18	Zdroje znečišťování ovzduší
36	Modelování - nalezení vztahu mezi zdroji a znečištěním
42	Výsledky modelování - mapy znečištění ovzduší
54	Podíly různých zdrojů znečišťování na stavu ostravského ovzduší
84	Modelování různých variant snižování emisí
94	Podíl polských zdrojů na znečištění ovzduší na Ostravsku
108	Ostravský prach
124	Závěr
126	Slovníček pojmů
127	Reference





**Doc. Ing. Petr Jančík, Ph.D.**  
vedoucí katedry

Celý život se zabývá ovzduším ve všech jeho podobách. Nejdříve jako pilot různých létajících zařízení – větronů, motorových letadel, padákových kluzáků. Později jako odborník na modelování vztahů mezi zdroji znečišťování ovzduší a jeho znečištěním, pozemní instruktor meteorologie pro dopravní piloty. Autor řady článků o problematice znečišťování ovzduší, využití moderních informačních technologií pro ochranu životního prostředí a populárních článků o meteorologii. Na Katedře ochrany životního prostředí v průmyslu vede mladý tým, který je schopen vytvářet podrobné modely emisní imisních vztahů v rozsáhlých územích s využitím geoinformačních technologií.

**Ing. Irena Pavlíková**  
odborná asistentka na katedře

Zabývá se problematikou znečišťování ovzduší a vod. Pro knihu sestavila informace o znečišťování ovzduší na Ostravsku.

**RNDr. Jan Bitta**  
odborný asistent na katedře

Vede laboratoř geografických informačních systémů. Modeluje a pro knihu vytvořil mapové kompozice.

**Ing. Daniel Hladký**  
doktorand na katedře

Zpracovává data pro modelování. Pro knihu připravil datové podklady pro mapy území Slezska.

**Ing. Karel Lach, CSc.**  
zástupce vedoucí Oddělení anorganických analýz  
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Zpracoval kapitolu nazvanou Ostravský prach.

# PŘEDMLUVA

V posledních několika letech se zvedl zájem o znečišťování ovzduší na Ostravsku. Důvodem je zejména to, že v roce 2002 začala platit nová legislativa, která poprvé stanovila zákonné limity pro znečištění ovzduší [1]. Díky tomu se objevily vědecké a technické práce, které začaly podrobněji hodnotit stav a příčiny toho, že zdejší ovzduší je znečištěné výrazně nad tyto limity. Co vlastně jsou limity pro jednotlivé znečišťující látky a jak se stanovují? Tak, jak se vyvíjelo poznání vlivu znečišťujících látek na lidské zdraví a na přírodu, začaly se v legislativě různých zemí objevovat hodnoty koncentrací těchto látek, které nesmějí být překračovány. Pro většinu z nich neexistuje hranice, po kterou je úroveň znečištění bezpečná. Zjednodušeně je možno uvést, že čím více jich je v ovzduší, tím jsou nebezpečnější pro zdraví a pro přírodu.

Je to podobné jako limity rychlosti jízdy dopravních prostředků v obcích. Povolena rychlost je nyní 50 km/h. Proč to není 20 nebo 80? Je to dohoda, která vznikla vědeckým poznáním, zejména vyhodnocením statistik dopravních nehod. Každé zvýšení povolené rychlosti znamená zvýšení počtu zraněných a mrtvých při dopravních nehodách. Každé snížení znamená jejich menší počet. Pokud bychom se vrátili na počátek automobilismu, kdy byla rychlost v obcích omezena na 2 míle (3,2 km) za hodinu a obsluhu vozidla museli tvořit tři lidé, z kterých jeden musel jít před vozidlem ve vzdálenosti do 60 yardů (cca 55 metrů) a nést červený praporek, pravděpodobně by už k žádným smrtelným nehodám nedocházelo. Také bychom se ale nikam autem nedostali. 50 km/hod. je tedy dohodnutý limit, který umožňuje dostatečně rychlou jízdu a znamená každoročně určitý počet mrtvých včetně žen a dětí. U ovzduší je to podobné. Limity koncentrací nebezpečných látek jsou v demokratické společnosti stanoveny dohodou. Znamená to, že každý rok zemře díky znečištěnému ovzduší určitý počet lidí včetně žen a dětí. Někteří budou mít celoživotní následky. Ale zároveň to znamená, že budeme v určitých místech používat výrobní technologie, budeme topit v domácnostech a jezdit motorovými dopravními prostředky. Dále už je srovnání s dopravou ve městech obtížnější. Zatímco pro zjištění rychlosti jízdy stačí použít radar a ihned je možno určit toho, kdo je za překročení limitu odpovědný, u znečišťování ovzduší je to obtížnější.

Celý proces znečišťování ovzduší má na jedné straně zdroje, ze kterých jsou znečišťující látky vypouštěny (zde se nazývají emise), na druhé straně místa, kde tyto látky dýcháme nebo jinak působí na přírodu a věci kolem nás (imise). Mezi tím se odehrává řada fyzikálních a chemických dějů v atmosféře, které jsou ovlivněny řadou faktorů, jako je rozložení teploty vzduchu s výškou, směr a síla větru, turbulence, ovlivnění tvarem a drsností zemského povrchu, porostem, zástavbou a dalšími. To, jaké koncentrace znečišťující látky budou někde

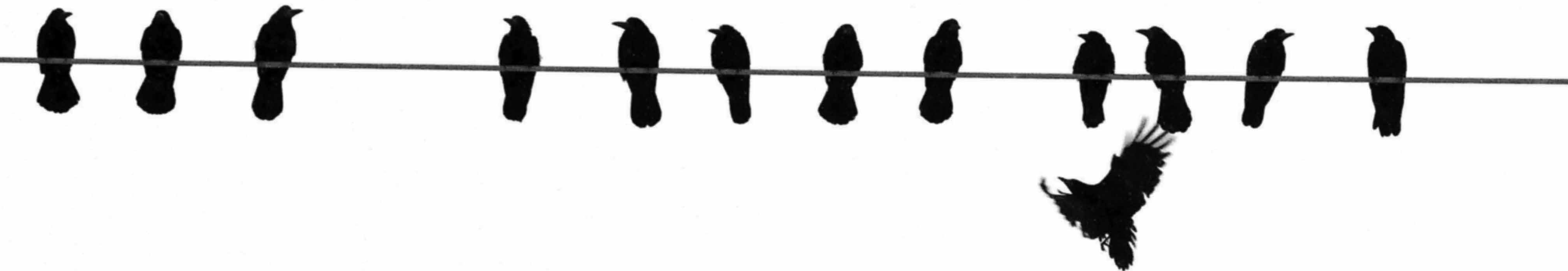
v ovzduší, tedy nemá jednoho konkrétního „viníka“, ale vzniká kombinací řady vlivů. Proto není možno jednoduše změřit překroční limitů a ihned jednat a postihnout toho, kdo tento nezákonný stav způsobil. Vypadá to tedy, že se s tím vlastně nedá nic dělat.

Není to tak. Podobná situace, jako je nyní na Ostravsku, se vyskytovala před několika deseti lety téměř ve všech průmyslových oblastech rozvinutých zemí (staré státy EU, USA, Japonsko, JAR, Austrálie). Poté, co věda umožnila zjistit zejména zdravotní dopady tohoto stavu, se ve všech těchto zemích zavedly legislativou uvedené imisní limity a zároveň se každý stát stal odpovědným za jejich nepřekračování. To znamená, že byly vytvořeny mechanismy a nástroje pro nápravu kvality ovzduší tak, aby hodnoty znečištění nepřekračovaly povolené limity. To nyní platí i u nás od roku 2002. Před přistoupením České republiky k Evropské unii bylo nutno dát naše právní předpisy do souladu s těmi, které platily v té době v zemích EU. Proto byl v roce 2002 přijat Zákon o ovzduší [1], který stanovil imisní limity a odpovědnost jednotlivých složek státu za jejich dodržování. Zjednodušeně je možno říci, že obecně je za stav ovzduší odpovědný stát. Vykonává však svou vůli také prostřednictvím krajů a obcí.

Co vlastně může stát dělat? Odpověď je jednoduchá. Zajistit, ať jsou v postižených oblastech snižovány emise ze zdrojů znečišťování ovzduší. Případně pomoci rozvíjet krajinu v postižených územích tak, aby se zvyšovala plocha osázená zelení a více čistily ostatní prostranství od prachu. Snižování emisí je samozřejmě to nejdůležitější.

Autor a jeho kolektiv zkoumá stav a příčiny znečištění ovzduší na Ostravsku již více, než 20 let. Hlavním cílem této publikace je názorně informovat o výsledcích tohoto výzkumu. Tato kniha map, které jsou zpracováním dlouhodobých výsledků měření a modelování v oblasti Ostravska, vznikla proto, aby pomohla správně cílit úsilí ke zlepšení kvality ovzduší v našem průmyslovém, zalidněném regionu. Doufáme, že pomůže čtenáři objasnit, jaké je rozložení a velikost koncentrací některých nebezpečných látek v ostravském ovzduší, a udělat si obraz o tom, jaké jsou toho příčiny.

Na Ostravsku je nejvýznamnější znečišťující látkou bezpochyby prach. Ten vzniká nejen přímo ze zdrojů znečišťování, ale také se znovu zviňuje ze země a vzniká při chemických reakcích přímo v atmosféře. Jeho součástí ve zdejším ovzduší je řada nebezpečných chemických látek (některé organické sloučeniny, těžké kovy a jiné). Proto je celá kniha zaměřena zejména na jemný polétavý prach a ostravský prach představíme zblízka ještě ve zvláštní kapitole, kterou zpracoval ing. Karel Lach, CSc. ze Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě.



## KVALITA OVZDUŠÍ V OSTRAVĚ

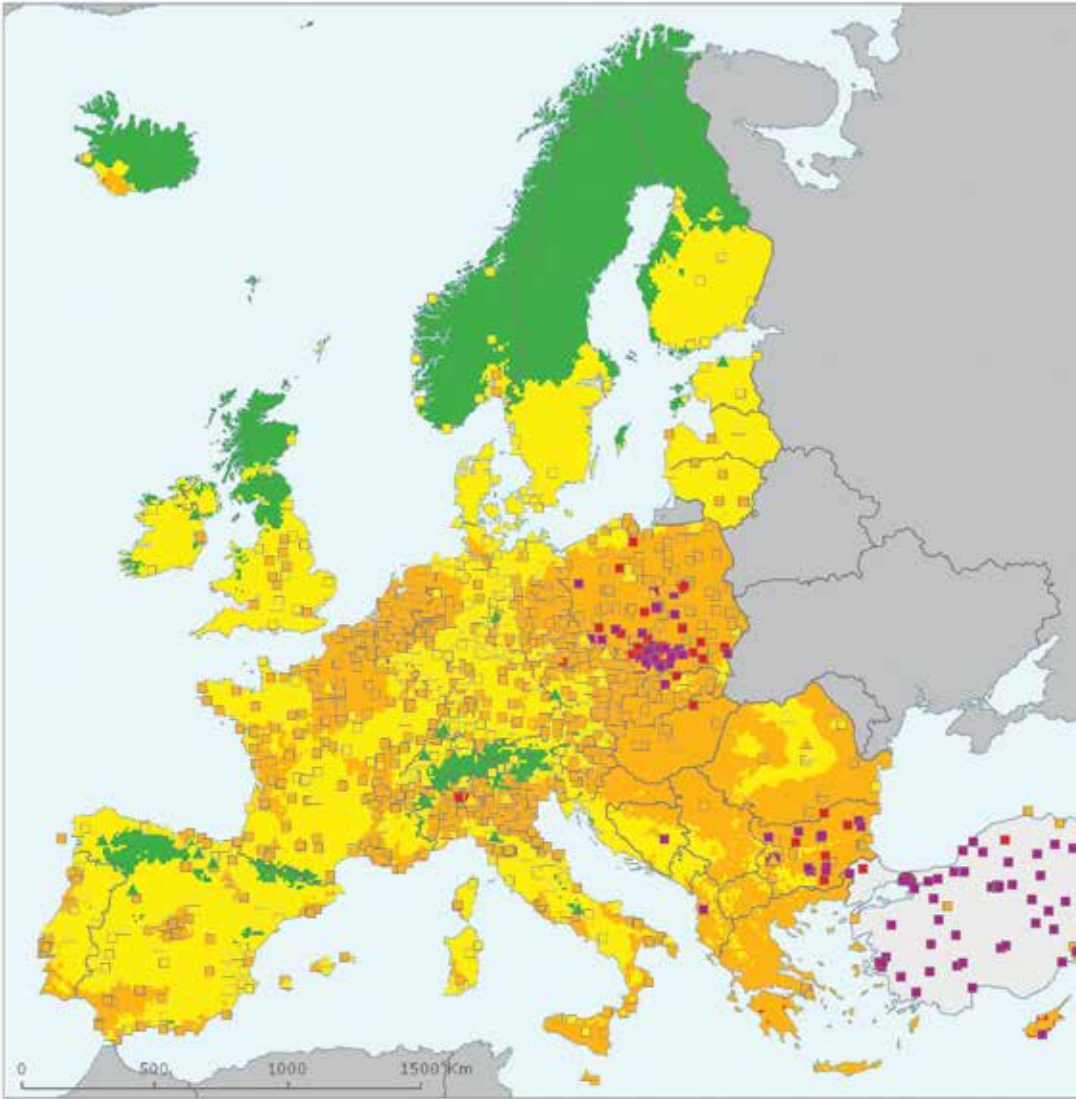
---

EXISTUJE URČITÉ POVĚDOMÍ O TOM, CO SE ODEHRÁVÁ S OVZDUŠÍM V OKOLÍ OSTRAVY. ZLEPŠUJE SE KVALITA OVZDUŠÍ V OSTRAVĚ? SNIŽUJÍ SE EMISE DÍKY OPATŘENÍM U ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ? POKUD ANO, V JAKÉ MÍŘE?



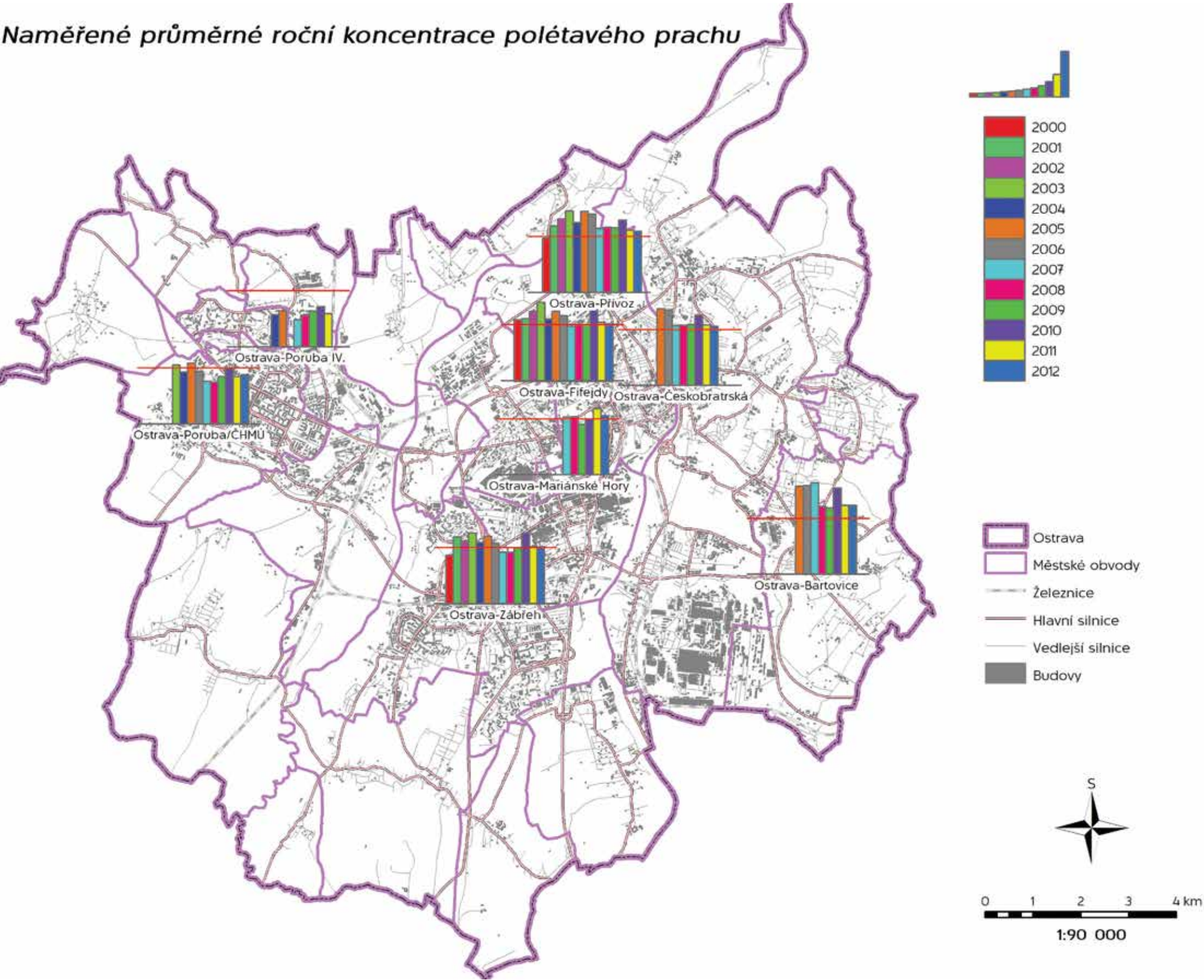
# KVALITA OVZDUŠÍ V OSTRAVĚ

Kvalita ovzduší je úroveň znečištění ovzduší, která může svými účinky ovlivňovat lidské zdraví, přírodu či hmotné statky. Kvalita ovzduší na Ostravsku je dlouhodobě neuspokojivá a zůstává jedním z nejpalčivějších problémů ochrany životního prostředí v České republice.



Legislativou povolené hodnoty znečištění jsou zde překračovány zejména u jemného polétavého prachu (PM<sub>10</sub>), organických sloučenin a těžkých kovů, které jsou v něm obsaženy.

## Naměřené průměrné roční koncentrace polétavého prachu





Zkratka PM<sub>10</sub> znamená anglický pojem „particulate matter“, index označuje charakteristickou velikost částic. 10 zde znamená 10 mikrometrů.

Další „zajímavou“ znečišťující látkou na Ostravsku je směs oxidů dusíku, označovaná jako NO<sub>x</sub>. Oxidy dusíku, které opouštějí v podobě emisí jednotlivé zdroje znečišťování ovzduší, tvoří směs s převládajícím obsahem oxidu dusnatého (NO) a částečně oxidu dusičitého (NO<sub>2</sub>). Při svém pobytu v atmosféře se dále NO oxiduje na NO<sub>2</sub>, který je toxický. V emisích se proto hodnotí zejména směs oxidů dusíku, v imisích v místě jejich působení se pak hodnotí pouze toxický NO<sub>2</sub>. Oxidy dusíku jsou nejen toxické, ale spolu s organickými látkami a slunečním svitem umožňují tvorbu toxického přízemního ozónu (O<sub>3</sub>) a nově vzniklých prachových částic. Tento proces se nazývá tvorba fotochemického smogu. Proto se v následujících státech zaměříme zejména na tyto dvě látky (PM<sub>10</sub> a částečné NO<sub>2</sub>).

Imisní limity jsou stanoveny pro obě uvedené látky na nejvýše 40 mikrogramů/m<sup>3</sup> v ročním aritmetickém průměru. Nazývají se též dlouhodobé imisní limity. Průměrná roční koncentrace je hodnota, která v sobě zahrnuje všechny faktory. Například to, že některé zdroje znečišťují ovzduší jen část roku, někdy jsou dobré podmínky pro rozptyl těchto látek v ovzduší a někdy zase extrémně špatné. Roční průměr imisí a jeho změny by se měly stát hlavním předmětem čtenářova zájmu. Tyto hodnoty totiž ukazují, zda se kvalita ovzduší mění dlouhodobě správným směrem a pro složky vedení veřejné správy by plnění dlouhodobých limitů mělo být to, čeho mají na území Ostravska dosáhnout. Pro obě látky existují také krátkodobé imisní limity. Pro oxid dusičitý je to průměr 200 mikrogramů/m<sup>3</sup> za hodinu a pro PM<sub>10</sub> průměr 50 mikrogramů/m<sup>3</sup> za 24 hodin. Vzhledem k tomu, že na krátkodobé koncen-

trance mají významný vliv měnící se rozptylové podmínky (počasí), není tyto limity možné vždy a všude dodržet jen snížováním emisí v okolí. Proto je zároveň stanoven povolený počet překročení uvedených limitů. V případě oxidu dusičitého je to 18krát za rok, u PM<sub>10</sub> 35krát za rok.

Hodnocení kvality ovzduší provádí Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) na základě měření. Měření probíhá v síti stanic tzv. imisního monitoringu. Na těchto stanicích přístroje zaznamenávají množství jednotlivých znečišťujících látek v ovzduší. Změřené hodnoty jsou následně zpracovány a porovnány s legislativními limity.

Z výsledků měření v Ostravě za poslední roky vyplývá, že legislativou stanovené limity jsou u jemného poléťavého prachu PM<sub>10</sub> překračovány téměř na všech měřicích místech (hodnoty zvýrazněny červeně). U oxidu dusičitého NO<sub>2</sub> jsou limitní hodnoty překračovány na měřicí stanici na ulici Českobratrské (hodnoty zvýrazněny červeně). Tato stanice je zaměřena na sledování znečištění z dopravy.

Zpracování naměřených hodnot znečištění je dále podkladem k vyhlásování tzv. oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší. To jsou území, kde došlo k překročení legislativou povolené hodnoty znečištění (tzv. imisního limitu) pro jednu nebo více znečišťujících látek. Jsou prezentovány ve formě mapek, na kterých je území se zhoršenou kvalitou ovzduší vyznačeno červenou barvou (resp. kdysi červenou a fialovou barvou). Jejich zpracovatelem je Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Ostrava do tohoto území dlouhodobě náleží.

Naměřené hodnoty znečištění jemným poléťavým prachem PM<sub>10</sub> na území města Ostravy v letech 2000–2012 [µg/m<sup>3</sup>]; zdroj dat ČHMÚ

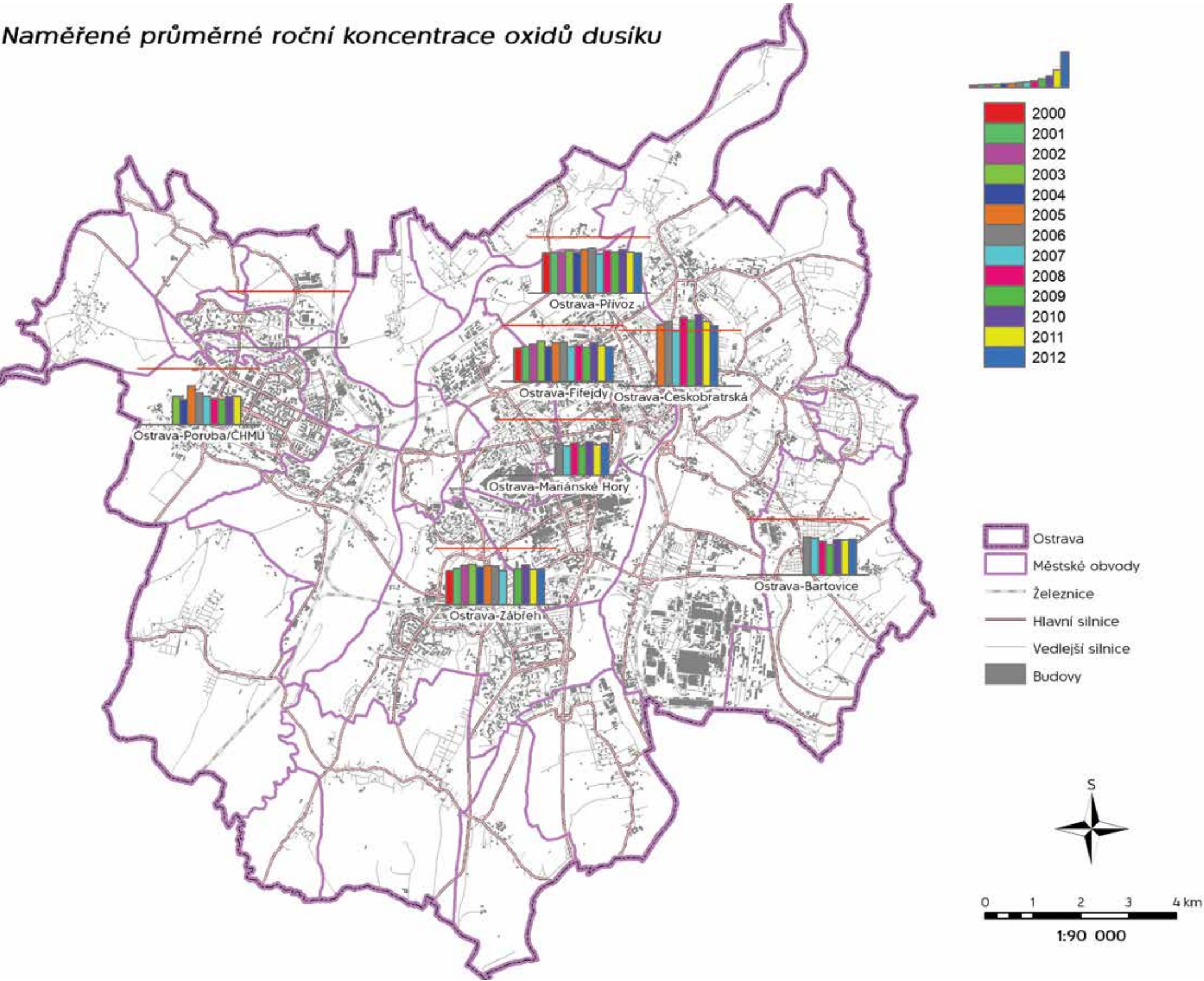
Měřicí místo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ostrava-Poruba ČHMÚ					22.8	25.7		19.2	22.7	25.6	28.6	23.7	
Ostrava-Poruba IV. Obvod				42.2	37.3	43.6	37.5	30.6	30.0	34.0	39.9	34.0	35.1
Ostrava-Prívóz	39.0	48.0	53.0	58.6	50.4	58.4	56.4	46.0	47.0	46.5	52.1	44.9	43.9
Ostrava-Fifejdy	44.0	45.0	50.0	56.7	44.5	50.1	46.9	39.3	40.5	40.7	51.3	42.2	41.3
Ostrava-Zábřeh	35.0	48.0	45.0	51.0	44.2	48.7	43.6	37.2	37.2	40.2	51.0	40.9	40.9
Ostrava-Českobratrská						54.9	54.1	42.9	43.1	43.8	50.5	43.6	42.4
Ostrava-Bartovice (Radvanice)						63.0	63.7	65.4	48.6	47.6	61.7	49.4	49.5
Ostrava-Mariánské Hory								41.5	41.8	36.1	40.2	47.4	42.6

Naměřené hodnoty znečištění oxidem dusičitým NO<sub>2</sub> na území města Ostravy v letech 2000–2012 [µg/m<sup>3</sup>]; zdroj dat ČHMÚ

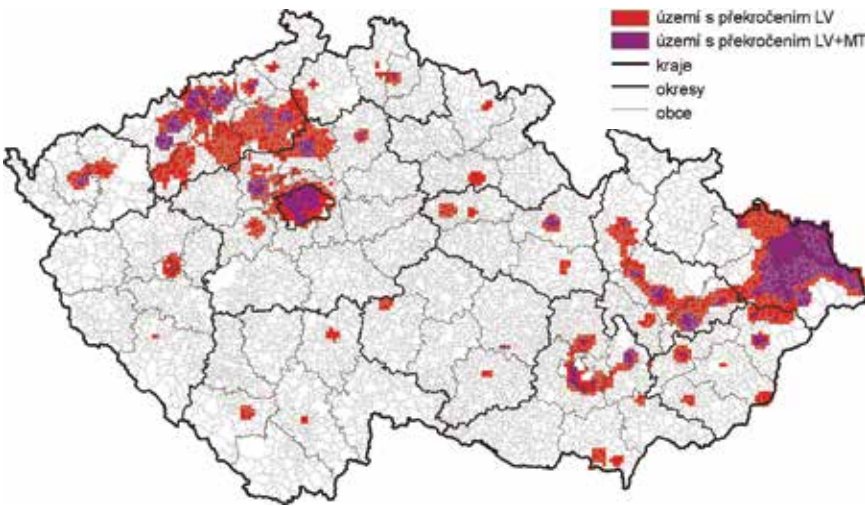
Měřicí místo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ostrava-Poruba ČHMÚ				20.2	17.7	27.4	22.4	20.2	18.5	17.9	19.5	20.2	
Ostrava-Prívóz	29	29	29	30.4	28.9	31.3	32.4	28.2	30.5	29.4	30.9	29.4	28.6
Ostrava-Fifejdy	24	25	27	28.9	25.1	28	28.4	25.1	25.8	24.5	28	26	25.1
Ostrava-Zábřeh	24	26	28	28.8	27	28.1	27.5	24.4		25.7	28.3	25.2	25.7
Ostrava-Českobratrská						44	46.3	39.5	49	46.9	50.9	46.3	43.1
Ostrava-Bartovice (Radvanice)						27.1	26.3	24.1	21.6	25.2	25.1	25.5	27.1
Ostrava-Mariánské Hory								22.7	21.1	23.3	21.3	24.1	22



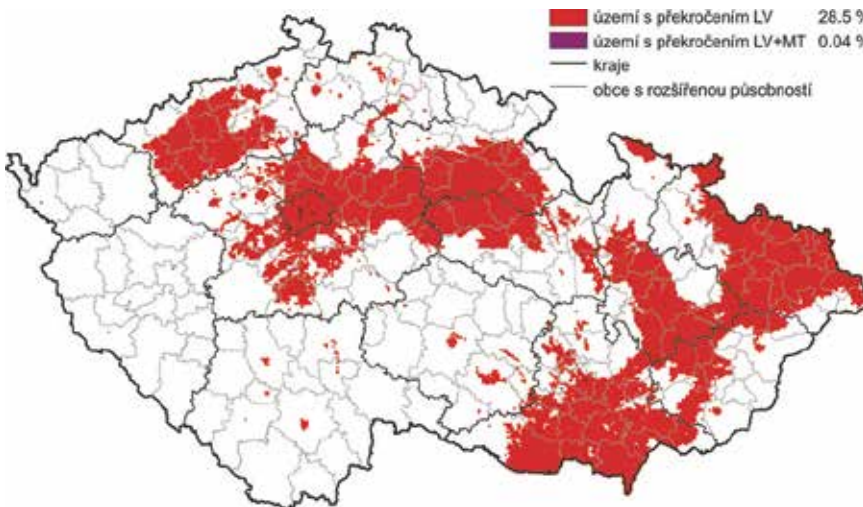
## Naměřené průměrné roční koncentrace oxidů dusíku



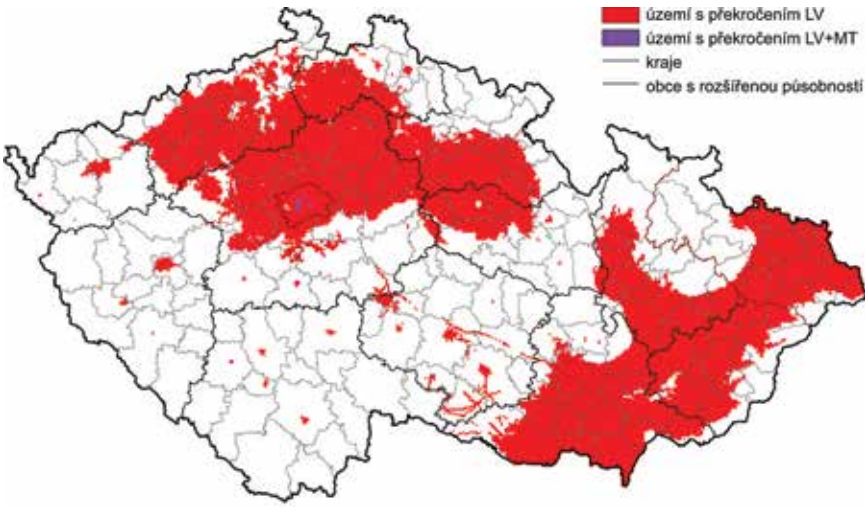




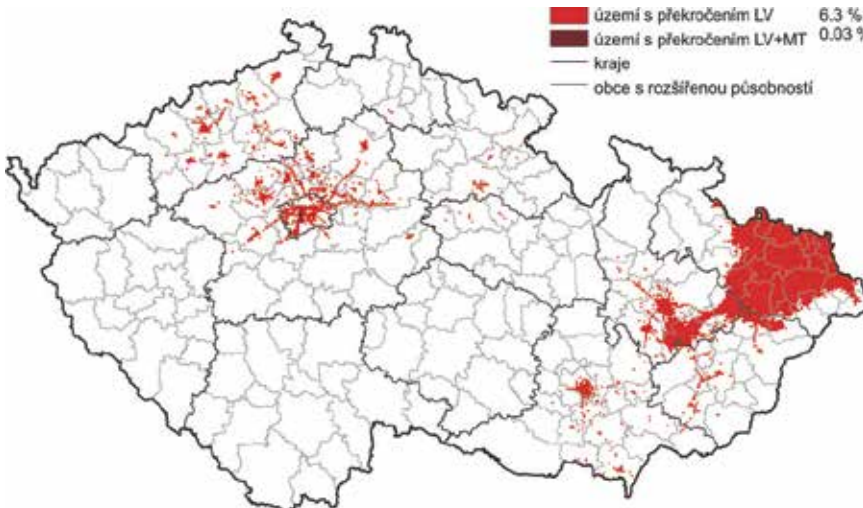
Vyznačení oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší 2003.  
Zdroj ČHMÚ.



Vyznačení oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší 2006.  
Zdroj ČHMÚ.



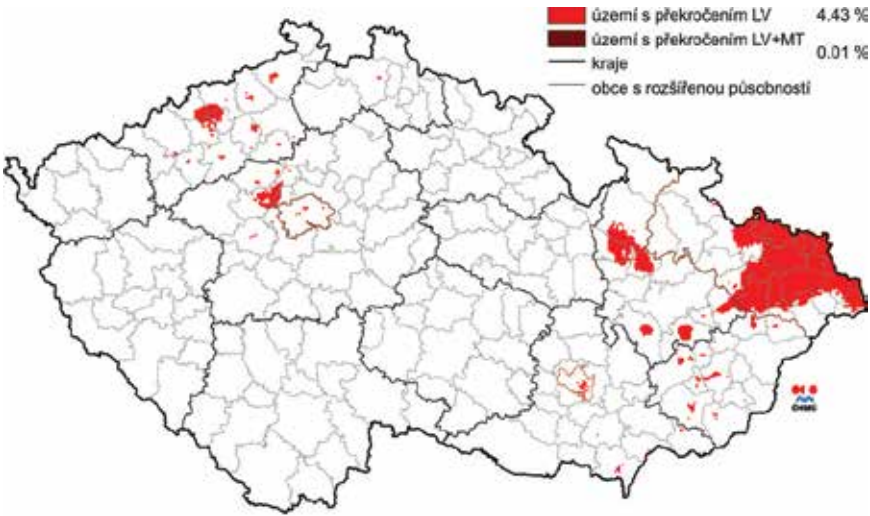
Vyznačení oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší 2005.  
Zdroj ČHMÚ.



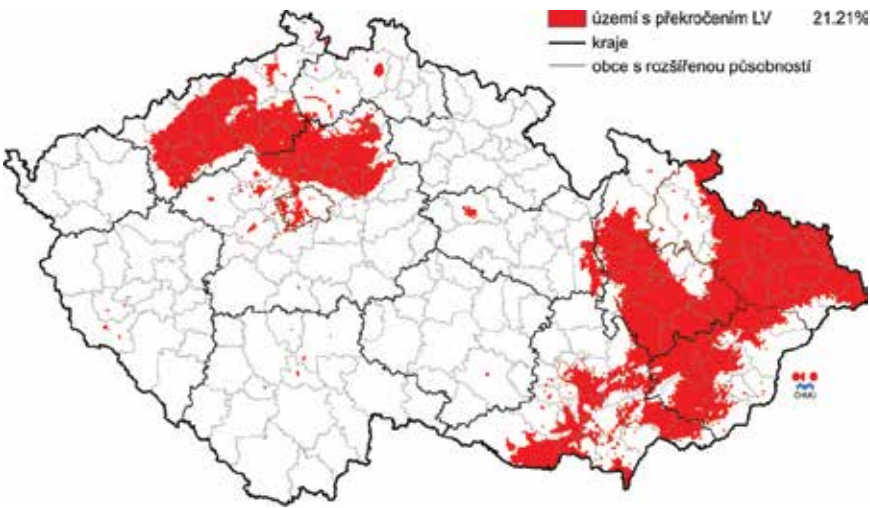
Vyznačení oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší 2007.  
Zdroj ČHMÚ.







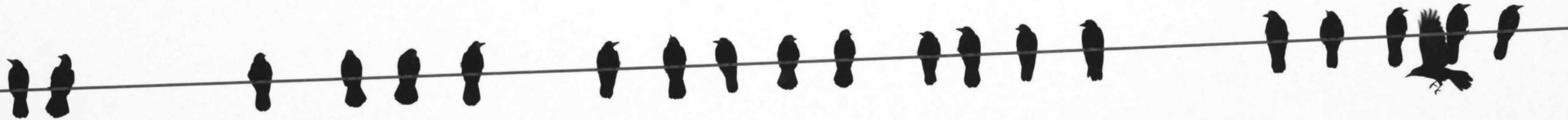
Vyznačení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší 2009.  
Zdroj ČHMÚ.



Vyznačení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší 2010.  
Zdroj ČHMÚ.







## ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

---

CO VŠECHNO SE PODÍLÍ NA EMISÍCH PRACHU A NA NĚJ NAVÁZANÝCH NEBEZPEČNÝCH LÁTEK V OSTRAVĚ A OKOLÍ? CO ZPŮSOBUJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OXIDY DUSÍKU? PRŮMYSLOVÉ ZDROJE? LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ? DOPRAVA?





# ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

V oblasti ochrany ovzduší se setkáváme se dvěma základními pojmy, které nejsou vždy správně používány. Jsou to znečišťování a znečištění ovzduší. Znečišťování označuje vypouštění neboli vnášení znečišťujících látek do ovzduší. Odborně nazýváme vstup znečišťující látky do atmosféry emise. Jedná se tedy o činnost nebo děj. Zatímco znečištění je stav, kdy jsou znečišťující látky přítomny v ovzduší v takové míře a době trvání, že nepříznivě působí na zdraví lidí a životní prostředí. Znečištění obsaženému v atmosféře v místech, kde působí na přírodu, člověka a případně na věci člověkem vytvořené, se pak odborně říká imise.

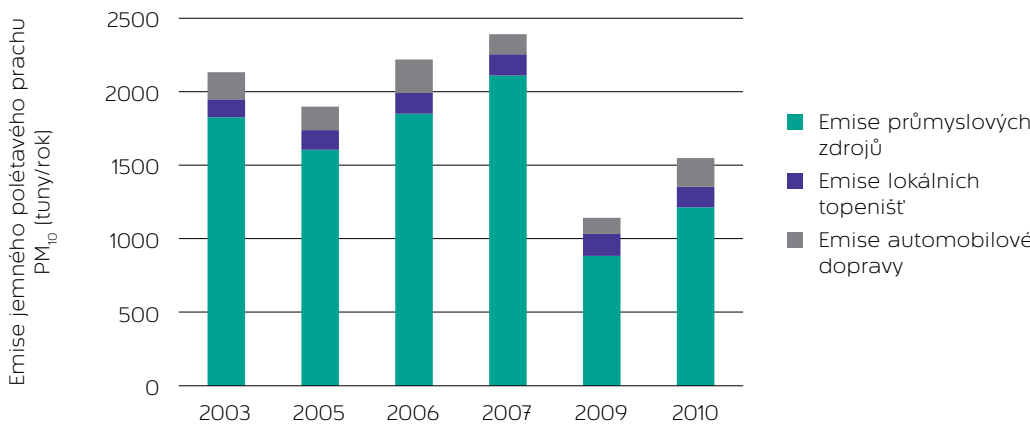
ZNEČIŠŤOVÁNÍ = DĚJ  
ZNEČIŠTĚNÍ = STAV

Škodliviny neboli znečišťující látky do ovzduší unikají z různých zdrojů znečišťování. Zdroje nemají pouze podobu továrních komínů. Je jich nepřeberné množství. Vznikají v důsledku lidské činnosti, ale také přírodních procesů. Zdroje vytváří těžba surovin, zemědělská činnost, biologické procesy, požáry atd. Mnohdy si ani neuvědomujeme, že se jedná o zdroj znečišťování a že i my sami přispíváme ke znečišťování ovzduší. Jsou jimi totiž rovněž komíny rodinných domků či výfuky automobilů, ale také třeba krb či hromada palčícího se listí na zahradě.

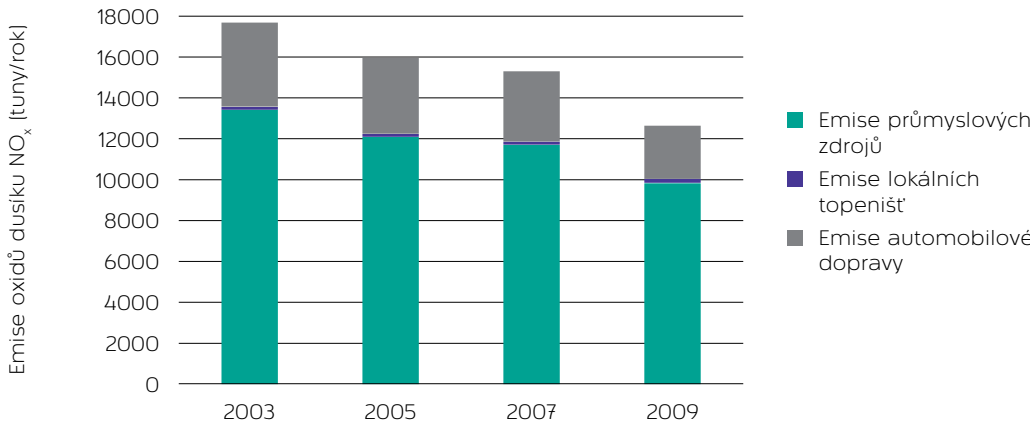
Jinak řečeno, za zdroj znečišťování ovzduší lze považovat zařízení nebo činnost, které do ovzduší vnášejí nežádoucí znečišťující látky. Hodnotíme-li kvalitu ovzduší, rozlišujeme zpravidla tři významné skupiny zdrojů znečišťování ovzduší. Jsou to průmyslové zdroje, lokální topeniště a automobilová doprava.

Množství vypouštěného znečištění ze všech zdrojů znečišťování v daném území lze vyjádřit na určitou plochu, např. 1 000 m<sup>2</sup>. Takto vyjádřenému znečišťování můžeme říkat emisní čtverec.

Znečišťující látky jsou po vypuštění ze zdroje přenášeny v atmosféře a mohou tak ovlivňovat kvalitu ovzduší jak v okolí samotného zdroje, tak v oblastech od zdroje vzdálenějších. Šíření znečišťujících látek ze zdroje a jejich působení tak neovlivňuje pouze vydatnost samotného zdroje, ale rovněž rozptylové podmínky a tvar terénu. Vliv jednotlivých zdrojů znečišťování lze sledovat modelováním. To je schopno zachytit, jak se znečištění ze zdroje šíří a ovlivňuje kvalitu ovzduší. Je-li modelování dostatečně podrobné, lze následně stanovit vliv jednotlivých zdrojů nebo jejich skupin na kvalitu ovzduší v určitém území.

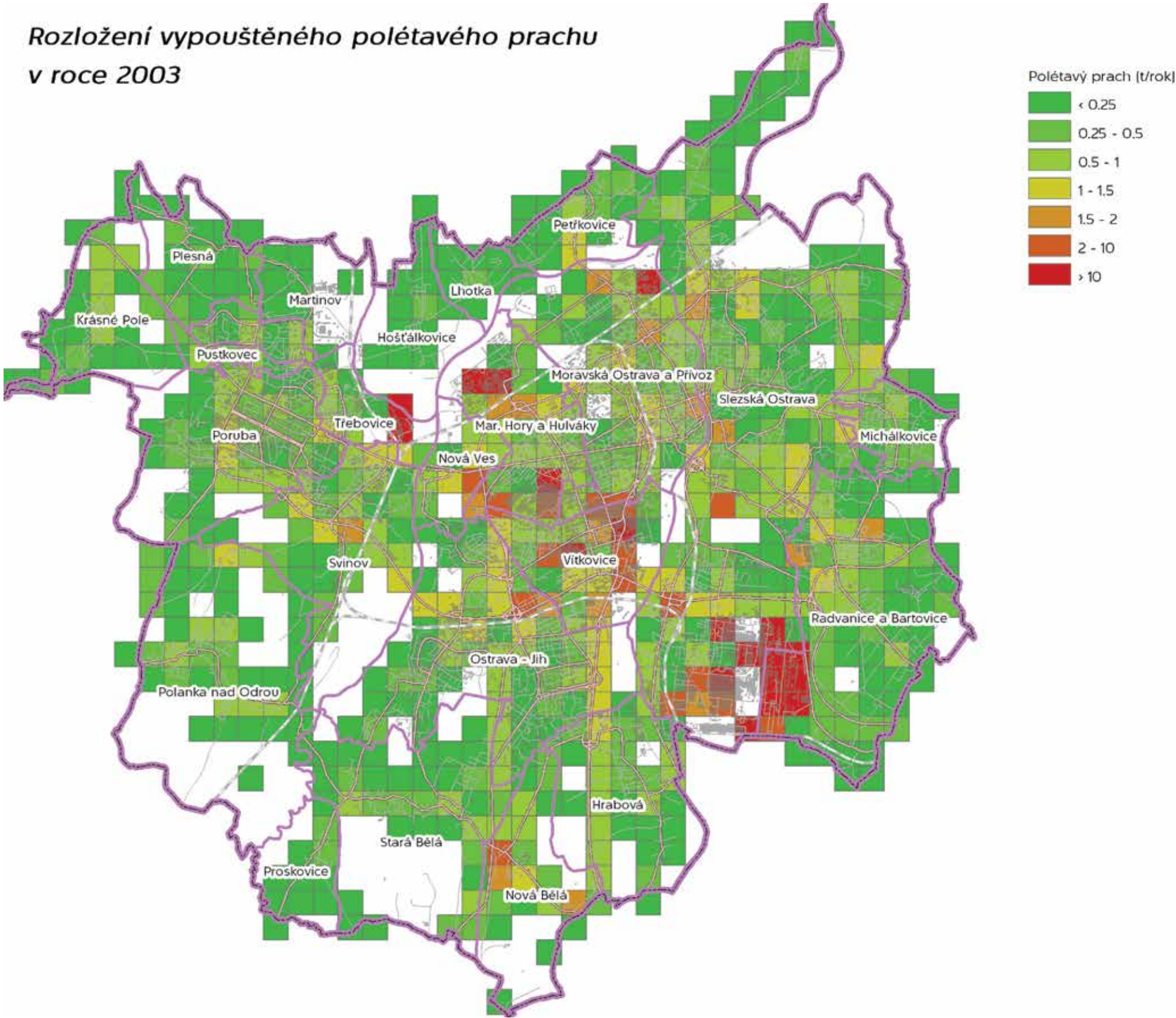


Emise jemného polétavého prachu ze všech významných skupin zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy



Emise oxidů dusíku ze všech významných skupin zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy

Rozložení vypouštěného polétavého prachu v roce 2003

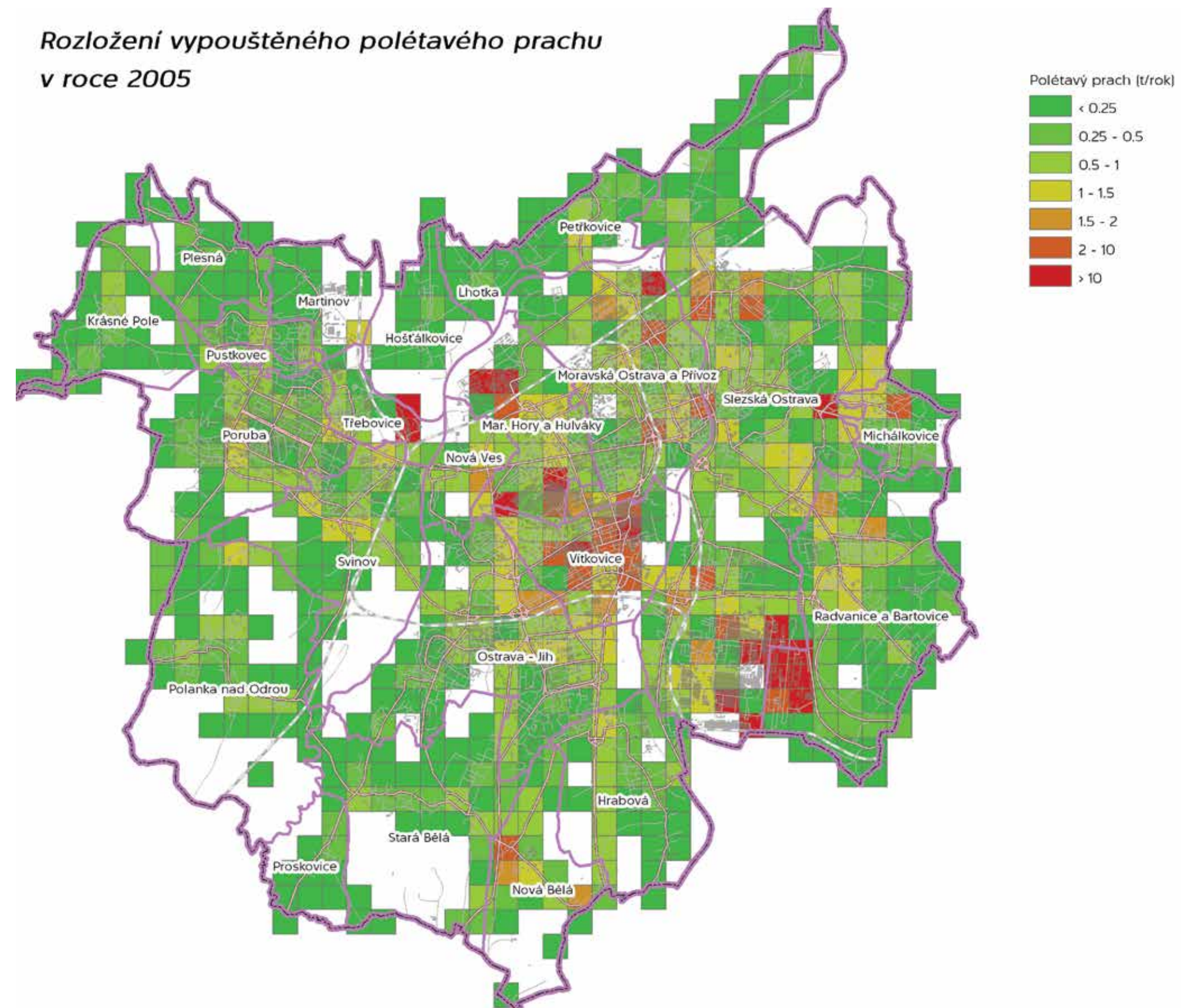






- 1 Emise
- 2 Imise
- 3 Zdroje
- 4 Znečišťování
- 5 Znečištění

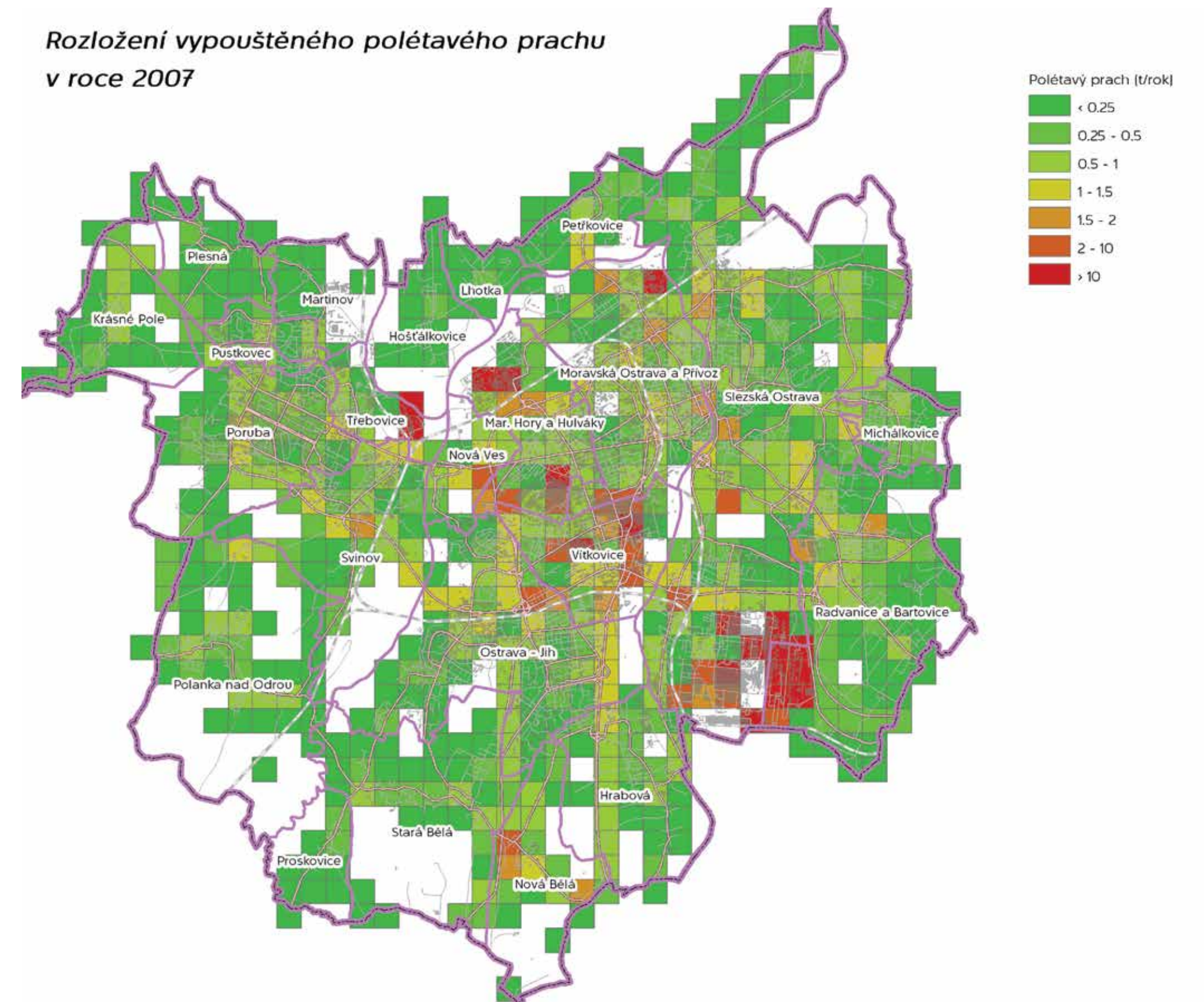
## Rozložení vypouštěného polétavého prachu v roce 2005







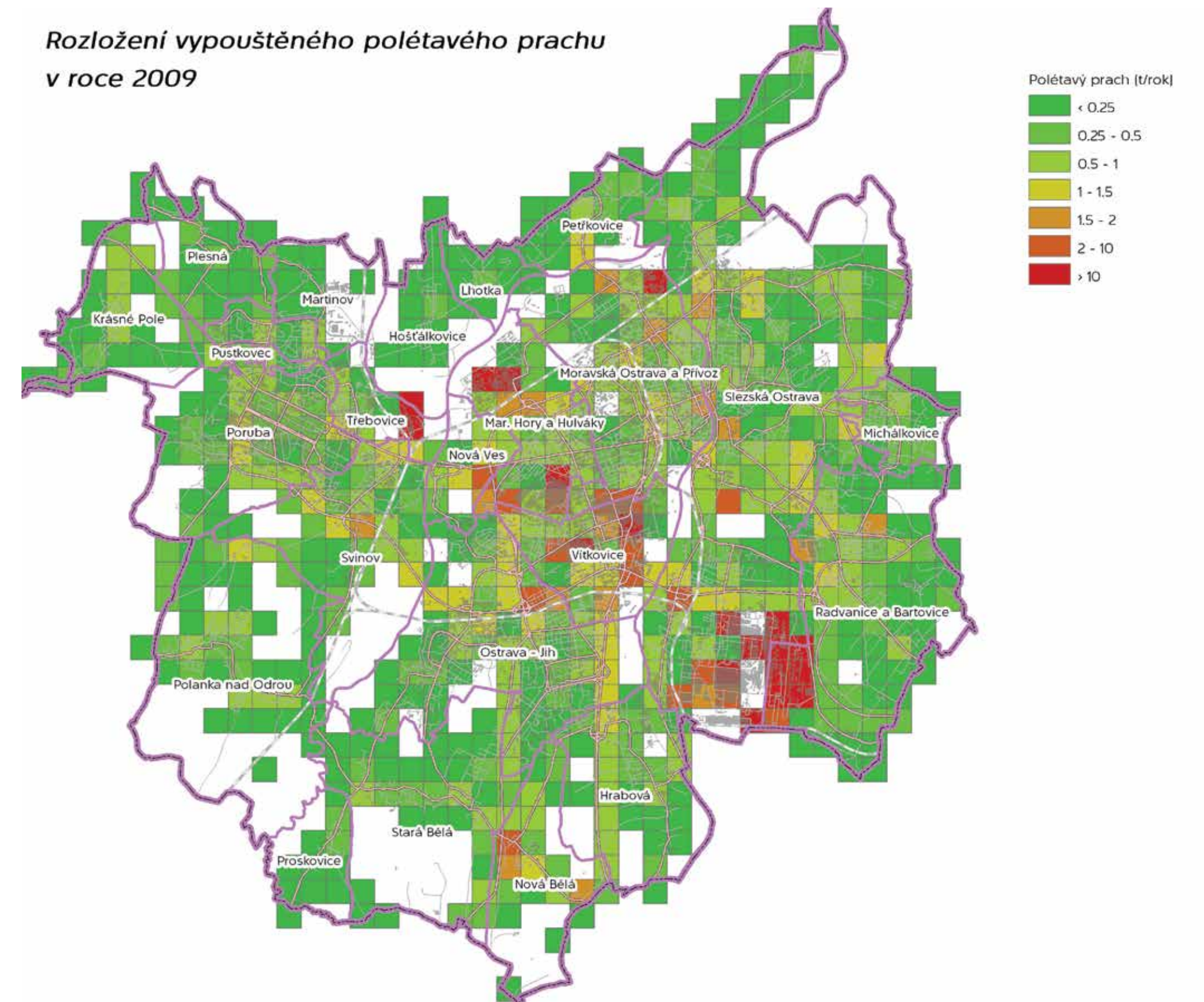
*Rozložení vypouštěného polétavého prachu  
v roce 2007*







*Rozložení vypouštěného polétavého prachu  
v roce 2009*



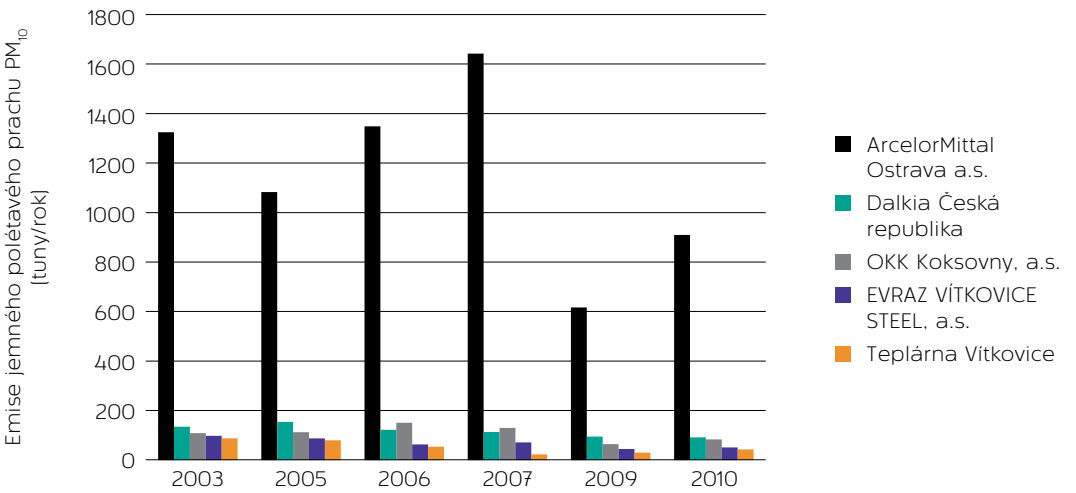


# PRŮMYSLOVÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVÁNÍ OVZDUŠÍ

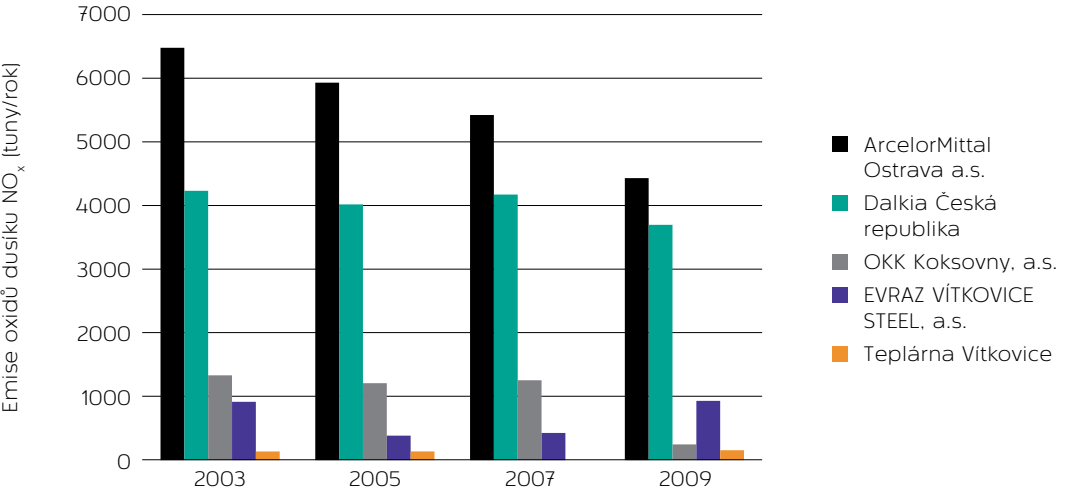
Průmyslové zdroje znečišťování ovzduší jsou nejčastěji ony známé tovární komíny. Patří zde energetické zdroje, tedy elektrárny, teplárny a kotelny. Dále technologické zdroje, čili hutě, koksovny, ocelárny, chemické podniky atd. A zvláštní skupinou jsou pak zdroje z těžby nerostných surovin, jako např. doly a lomy.

Průmyslové zdroje mají legislativně stanoveno množství znečištění, které mohou do ovzduší vypouštět. Tuto hranici, tzv. emisní limit či emisní strop, nesmějí překročit. Dodržování tohoto omezení je pravidelně měřeno a kontrolováno. Pokud by zdroj limit nesplnil, je jeho provozovatel pokutován. Navíc provozovatelé těchto zdrojů odvádějí státu poplatky podle množství vypouštěného znečištění.

Průmysl byl odjakživa neodmyslitelnou součástí Ostravy. Není proto divu, že z hlediska množství vypouštěných znečišťujících látek je tato skupina zdrojů na území města stále nejvýznamnější. Mezi největší zdroje u nás patří hutě, elektrárny a koksovny. Začíná však převládat pozitivní trend snižování vypouštěných emisí.

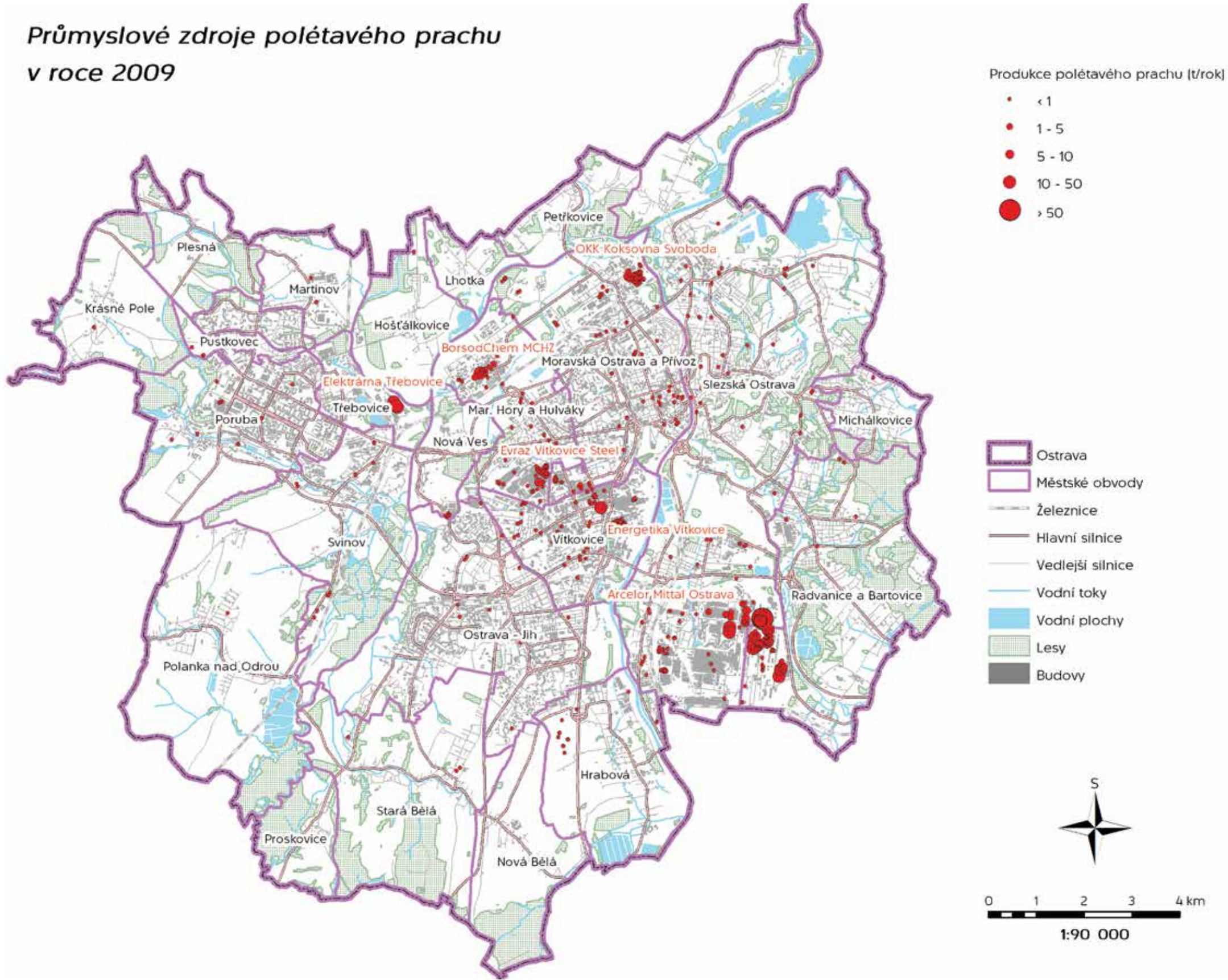


Emise jemného polétavého prachu z významných průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy



Emise oxidů dusíku z významných průmyslových zdrojů znečišťování ovzduší na území Ostravy

## Průmyslové zdroje polétavého prachu v roce 2009





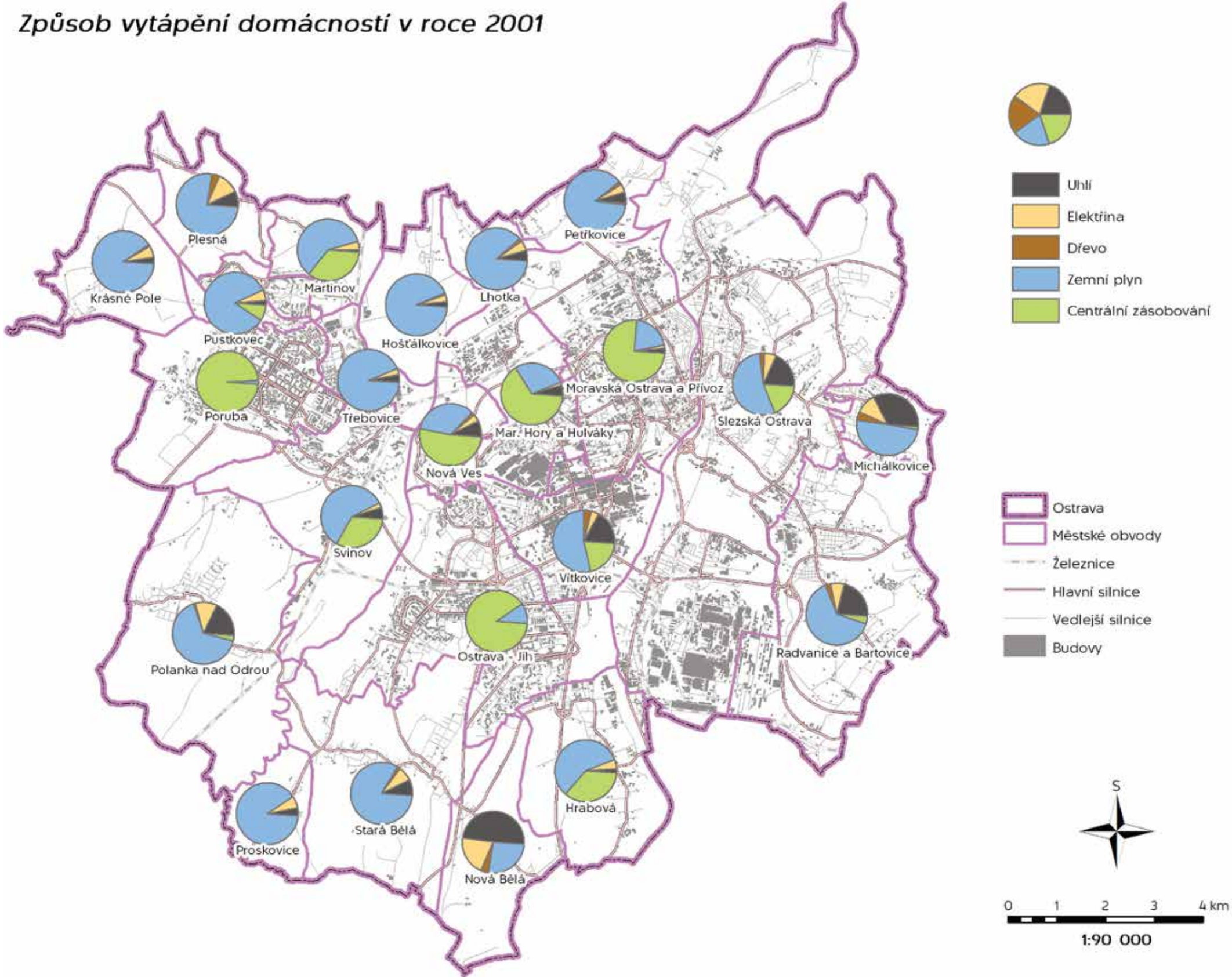
# LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ

Lokální topeniště jsou malé energetické zdroje určené k vytápění rodinných domků a bytů. Jsou i v Ostravě místně poměrně významné. Jsou soustředěny v obytné zástavbě a mají relativně nízko komíny, které vypouštějí znečištění do dýchací zóny obyvatel. Kotle jsou navíc často zastaralé a nejsou používány v souladu s doporučením výrobců. Pro vypouštění znečištění z těchto zdrojů neexistuje žádný legislativní limit. Jejich majitelé v nich proto mohou topit i nekvalitními palivy či dokonce odpadem.

V Ostravě je rozšířený dálkový rozvod tepla a husté pokrytí plynovodnou sítí. Přesto obyvatelé některých městských částí topí z ekonomických důvodů pevnými palivy, což místně negativně ovlivňuje kvalitu ovzduší. Je však nutno podotknout, že vliv vytápění pevnými palivy na kvalitu ovzduší závisí zejména na kotli a zvláště na způsobu, jakým v něm člověk topí. Užitečné rady, jak správně topit, naleznete na stránkách: <http://www.lokalni-topeniste.cz/jak-topit/>.



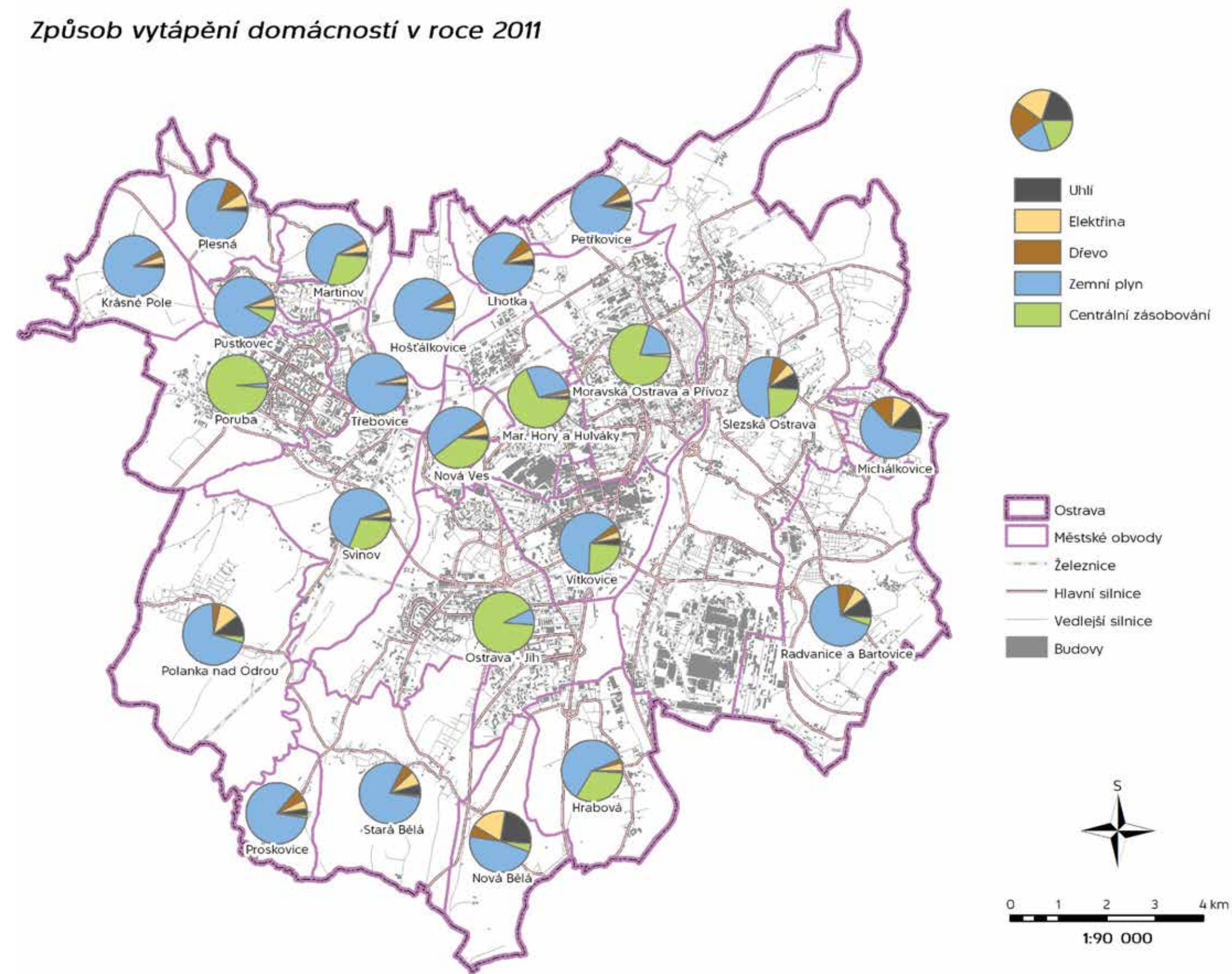
*Způsob vytápění domácností v roce 2001*







*Způsob vytápění domácností v roce 2011*





# AUTOMOBILOVÁ DOPRAVA

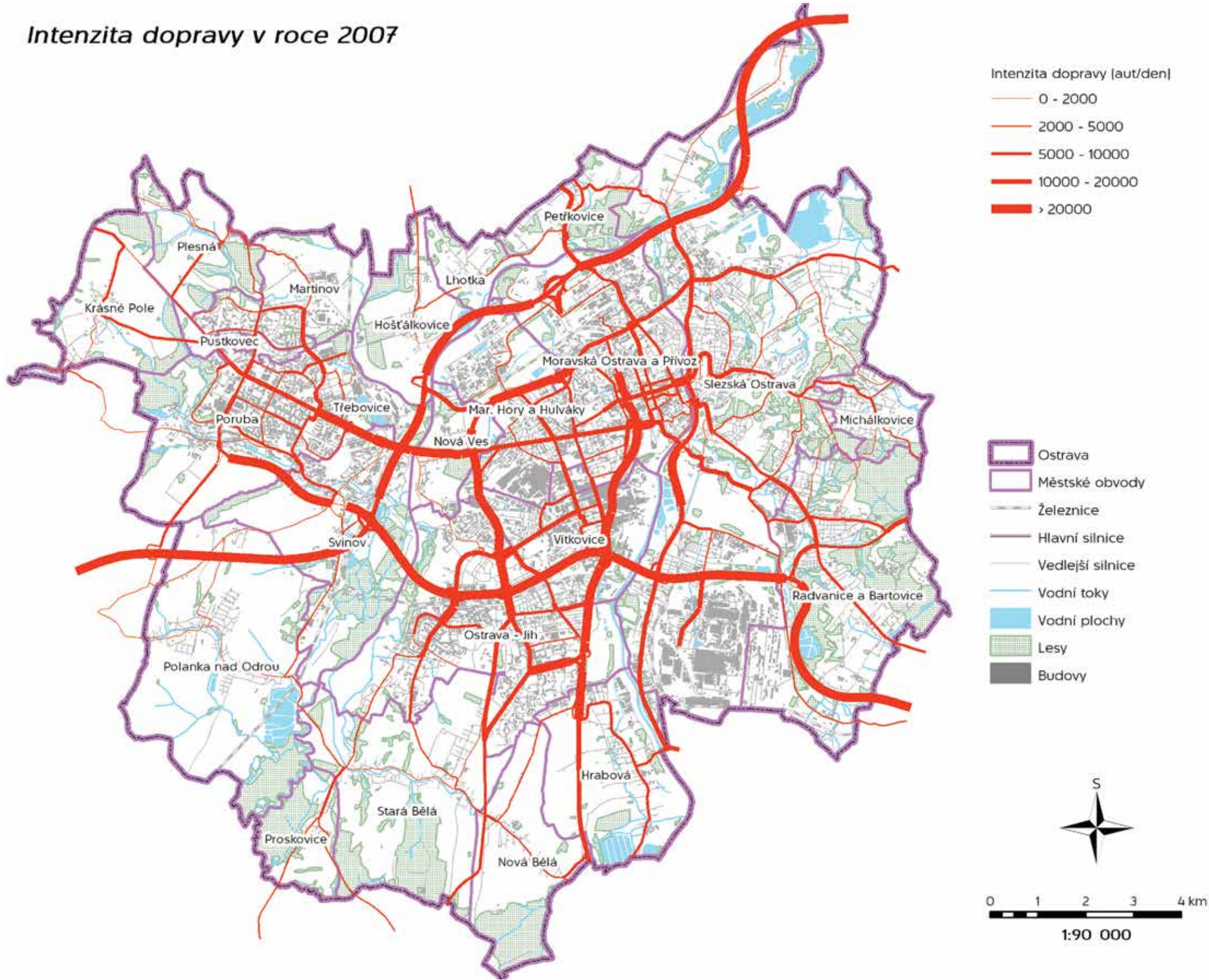
Rovněž automobily jsou ve velkých městech, jako je Ostrava, významným zdrojem znečišťování ovzduší. S přibývajícím množstvím aut začíná tato skupina zdrojů nabývat na důležitosti. Kromě výfukových plynů automobily produkují rovněž nezanedbatelné množství znečišťujících látek z otěrů pneumatik, brzd a povrchu vozovek. K tomu se za suchých období přidává ještě znovu zviřený prach usazený na komunikacích, tzv. resuspenze.

Automobily jsou podle množství znečišťujících látek, které vypouštějí, zařazeny do tzv. emisních úrovní EURO. Čím vyšší je emisní úroveň, tím méně znečištění auto vypouští. V současnosti legislativa umožňuje omezit vjezd vozidel s nižší emisní úrovní do určitého území vyhlášením tzv. nízkoemisní zóny.

Znečištění způsobované automobilovou dopravou je v Ostravě významné zejména okolo rušných komunikací, na velkých křižovatkách a v centru města.



Intenzita dopravy v roce 2007







## MODELOVÁNÍ – NALEZENÍ VZTAHU MEZI ZDROJI A ZNEČIŠTĚNÍM

---

CO OVLIVŇUJE ROZPTYL ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V OVZDUŠÍ? JAK A S JAKOU PŘESNOSTÍ LZE  
MODELOVAT VZTAHY MEZI ZDROJI A ZNEČIŠTĚNÍM OVZDUŠÍ?



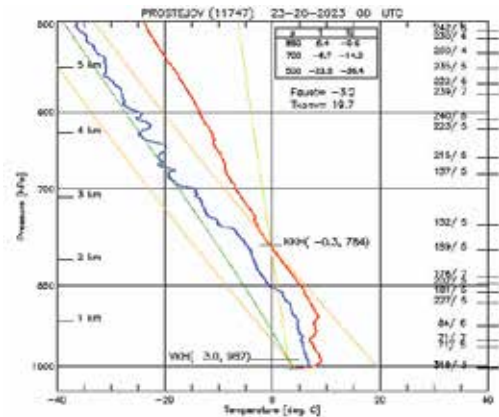


# MODELOVÁNÍ – NALEZENÍ VZTAHU MEZI ZDROJI A ZNEČIŠTĚNÍM

## PODMÍNKY OVLIVNŮJÍCÍ ROZPTYL ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V OVZDUŠÍ

Mezi zdroji znečišťování a imisemi, které způsobují, je něco, co nazýváme rozptylovými podmínkami. Co vlastně ovlivňuje nejvíce, jaké budou v určitém místě ovzduší (říkejme mu receptor) koncentrace způsobené emisemi z určitého zdroje? Především směr a síla větru. Je jasné, že pokud vane vítr od receptoru směrem ke zdroji, nebude zde jeho vliv žádný. Největší vliv bude naopak tehdy, pokud povane od zdroje přímo k receptoru. Při všech ostatních směrech se bude měnit příspěvek od velmi malých hodnot až téměř po maximum. Zároveň bude záležet na síle větru. Při silnějším větru budou koncentrace nižší proto, že bude větší přízemní turbulence, tj. více intenzivní nepravidelné víření atmosféry a také nižší koncentrace ve směru větru hned za zdrojem díky většímu ředění znečišťujících látek v proudícím vzduchu. Tedy směr a síla větru jsou podstatné.

Co ještě? Hlavně rozložení teploty vzduchu s výškou. Správně: vertikální teplotní zvrstvení atmosféry. To je měřitelné a každý den se měří na některých meteorologických stanicích. V České republice jsou to stanice Praha – Libuš a Prostějov.



Ukázka změřených hodnot je na obrázku. Jak je vidět, teplota se s výškou a tedy se vzdáleností od zemského povrchu snižuje. Je to způsobeno tím, že v přízemní vrstvě atmosféry (troposféře) se vzduch ohřívá zejména od zemského povrchu. Existují však výjimky. V noci se vytvoří u země vrstva chladnějšího vzduchu. Čím je noc delší, tím silnější tato vrstva bude. Záleží také na pokrytí oblohy oblačností. Za jasných nocí se bude teplo z povrchu vyzařovat bez omezení a vrstva chladnějšího vzduchu bude silnější. Nejsilnější tedy bude v zimě v bez-

oblačných oblastech. Přes den se bude tato vrstva od země postupně ztenčovat. Této vrstvě se říká přízemní inverzní vrstva nebo též přízemní inverze. Další vrstva teplejšího vzduchu se v našich severních šířkách vyskytuje ve většině podmínek ve výškách od několika set metrů nad terénem do několika kilometrů. Nazývá se výšková nebo též zadržující inverze. Vrstva s opačnou (inverzní) změnou teploty s výškou, tedy když teplota s výškou roste, působí na svislé pohyby vzduchu v atmosféře jako poklička nebo strop. Částice totiž stoupají vzhůru, pokud jsou teplejší nebo stejně teplé jako okolí. Pokud se dostanou do vrstvy teplejšího vzduchu, stávají se chladnější a svůj pohyb zastaví a vracejí se zpět dolů. To znamená, že inverzní vrstva znemožňuje vertikální pohyb vzduchu a chová se jako strop pro pohyby v atmosféře. Všechny znečišťující látky, které se dostaly do atmosféry pod tuto vrstvu, tam zůstanou. Podle výšky zadržující vrstvy se tak mění prostor, ve kterém se znečišťující látky rozptylují, a to samozřejmě ovlivňuje výsledné přízemní koncentrace těchto látek – imise.

Kromě těchto dvou hlavních faktorů jsou zejména pro udržení prachu v ovzduší důležité srážky, hlavně dešťové. Ty „vymývají“ některé znečišťující látky z atmosféry.

V našich oblastech se mění počasí průměrně ve dnech. Strídá se vždy výběžek vyššího tlaku s hezčím počasím s přechody atmosférických front se srážkami. Někdy se u nás na nějakou dobu ustálí oblast tlakové výše s bezoblačným počasím (obvykle cca týden) a někdy oblast tlakové níže se spíše deštivým počasím (několik dnů až týden). Zjednodušeně je možno říci, že tlaková výše znamená špatné rozptylové podmínky, přechod fronty podstatně zlepšení, tlaková níže spíše dobré podmínky pro rozptyl znečišťujících látek.

Závěrem je nutno podotknout, že počasí a tedy rozptylové podmínky změnit neumíme. Proto je nutno se soustředit na jedinou věc, která pomůže zlepšit kvalitu ovzduší, a to je snižování emisí. Jako doplněk je možné nahradit přírodu a její srážky a více čistit zpevněné plochy mokrou cestou, snažit se o zachování a rozšiřování ploch se vzrostlou zelení.

## MODELOVÁNÍ

Jinak než modelováním lze jen velmi obtížně určit podíl konkrétních zdrojů na znečištění ovzduší v určitém místě. Podle platného zákona o ovzduší [9] se stanovuje matematickým modelem kvalita ovzduší s nejistotou 50 %. To znamená, že pokud se posuzuje vliv jednotlivého zdroje v určitém území modelováním, musí se interpretovat výsledek tak, že může být až o 50 % vyšší, než vypočtené hodnoty.





Model, použitý pro tento atlas, se nazývá SYMOS 97. Je to již více než 10 let naše standardní metoda, kterou se počítají vztahy mezi zdroji znečišťování a imisemi. Je to matematický model, založený na několika zjednodušených předpokladech:

- všechny zdroje vypouštějí látky vždy z určitého místa – vyvýšeného bodu,
- látky unikají průměrně stále stejným způsobem po celou dobu, kdy je zdroj v provozu,
- počasí v modelované oblasti se statisticky zpracovává rozdělením do kategorií podle rozptylových podmínek.

Uvedený model lze použít pro dostatečně podrobné hodnocení situace na Ostravsku i ve větším regionu, pokud se s dostatečnou přesností a podrobností umístí všechny použité zdroje, jejich emise a meteorologické podmínky pro rozptyl látek v atmosféře. Pro tento atlas bylo využito k modelování superpočítačových systémů, provozovaných na VŠB - Technické univerzitě v Ostravě. To umožnilo i v rozsáhlých územích přesně a podrobně umístit zdroje emisí, rozdělit počasí a stanovit podrobnou síť vyhodnocovacích bodů, kterým se říká také receptory modelování. Výsledky modelování, které se uvádí v tomto atlasu, proto může čtenář interpretovat jako situaci, která se velmi blíží skutečnosti. Může bez obav posuzovat vzájemný poměr i absolutní hodnoty z jednotlivých skupin zdrojů. Všechny zdroje a skupiny zdrojů totiž byly modelovány stejnou metodou a tedy se stejným zjednoduše-

ním procesů při rozptylu znečišťujících látek v atmosféře a výsledky byly společně stejným postupem upraveny tak, aby odpovídaly skutečným koncentracím naměřeným v místech stanic imisního monitoringu. Zároveň přitom byly brány v úvahu také koncentrace z neznámých a nepostižených zdrojů v podobě „přírodního pozadí“ znečištění, které je pro daný rok velmi podobné v celé naší klimatické oblasti a podobné v celé střední Evropě.

Celkové znečištění ovzduší v určitém místě je podle použitého modelování způsobeno:

- průmyslovými zdroji v dalekém i blízkém okolí,
- lokálními topeništi a malými průmyslovými zdroji, rozptýlenými v obytné zástavbě,
- dopravou
- a nedefinovanými zdroji, zahrnutými v „přírodním pozadí“.

Všechny skupiny zdrojů můžeme dále dělit například podle území, ve kterém jsou umístěny. Díky tomu, že všechna vstupní i výstupní data jsou zpracovávána v prostorovém informačním systému (GIS), je možné dále výsledky analyzovat a představit tak čtenáři různé pohledy na stejná data. Například ukázat měnící se vliv určitých skupin zdrojů v území na imise.







## VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ – MAPY ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

---

KONEČNĚ SE DOSTÁVÁME K MAPÁM ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA OSTRAVSKU...



# JAK ČÍST MAPU ZNEČIŠTĚNÍ?

- 1

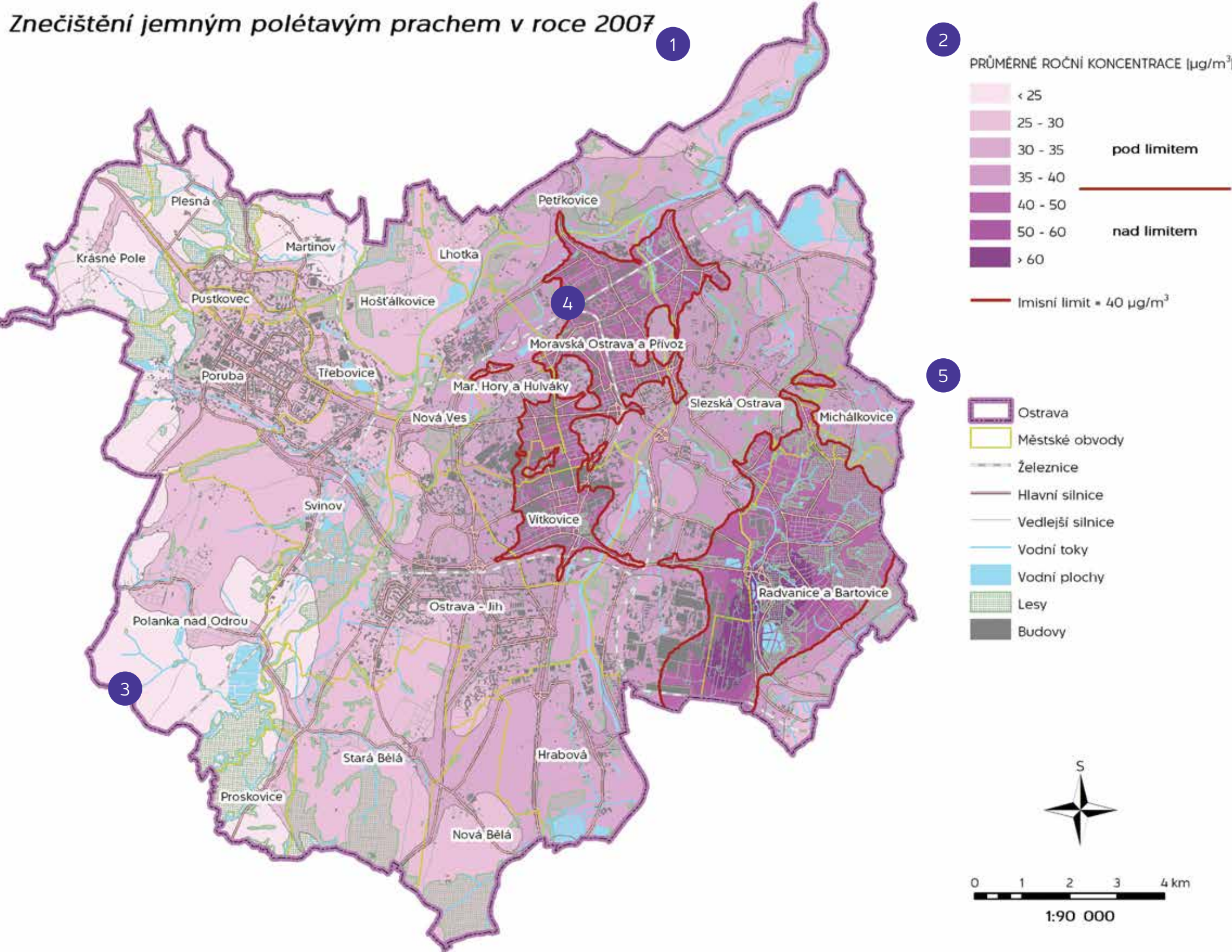
Tato mapa prezentuje množství znečištění jemným polétavým prachem  $PM_{10}$  na území města Ostravy v daném kalendářním roce. Jedná se o roční průměr.
- 2

Legenda udává množství jemného polétavého prachu  $PM_{10}$  v ovzduší. Hodnoty větší než  $40 \mu g/m^3$  jsou nad přípustným limitem. Čím je barevný odstín tmavší, tím více znečištění je v ovzduší.
- 3

V této oblasti je množství znečištění jemným polétavým prachem pod legislativou stanoveným limitem.
- 4

V oblasti ohraničené červenou linií imisního limitu je množství znečištění jemným polétavým prachem větší, než je podle legislativy přípustné.
- 5

Legenda mapových prvků





# ZNEČIŠTĚNÍ JEMNÝM POLÉTAVÝM PRACHEM V ROCE 2003

Podle výsledků modelování byl v roce 2003 roční imisní limit pro jemný polétavý prach ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) překročen na většině zastavěného území města Ostravy. Nejvyšších hodnot (až  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dosahovalo množství jemného polétavého prachu v ovzduší v centru města, v okolí frekventovaných komunikací (ulice Bohumínská, Hlučínská, Mariánskohorská, Hornopolní, Cihelní, Českobratrská, 28. října, Rudná, Plzeňská, Místecká), v oblasti Vítkovic, v Radvanicích a Bartovicích.

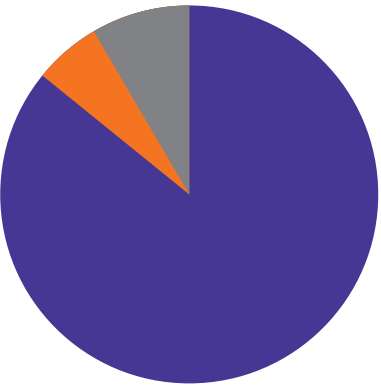
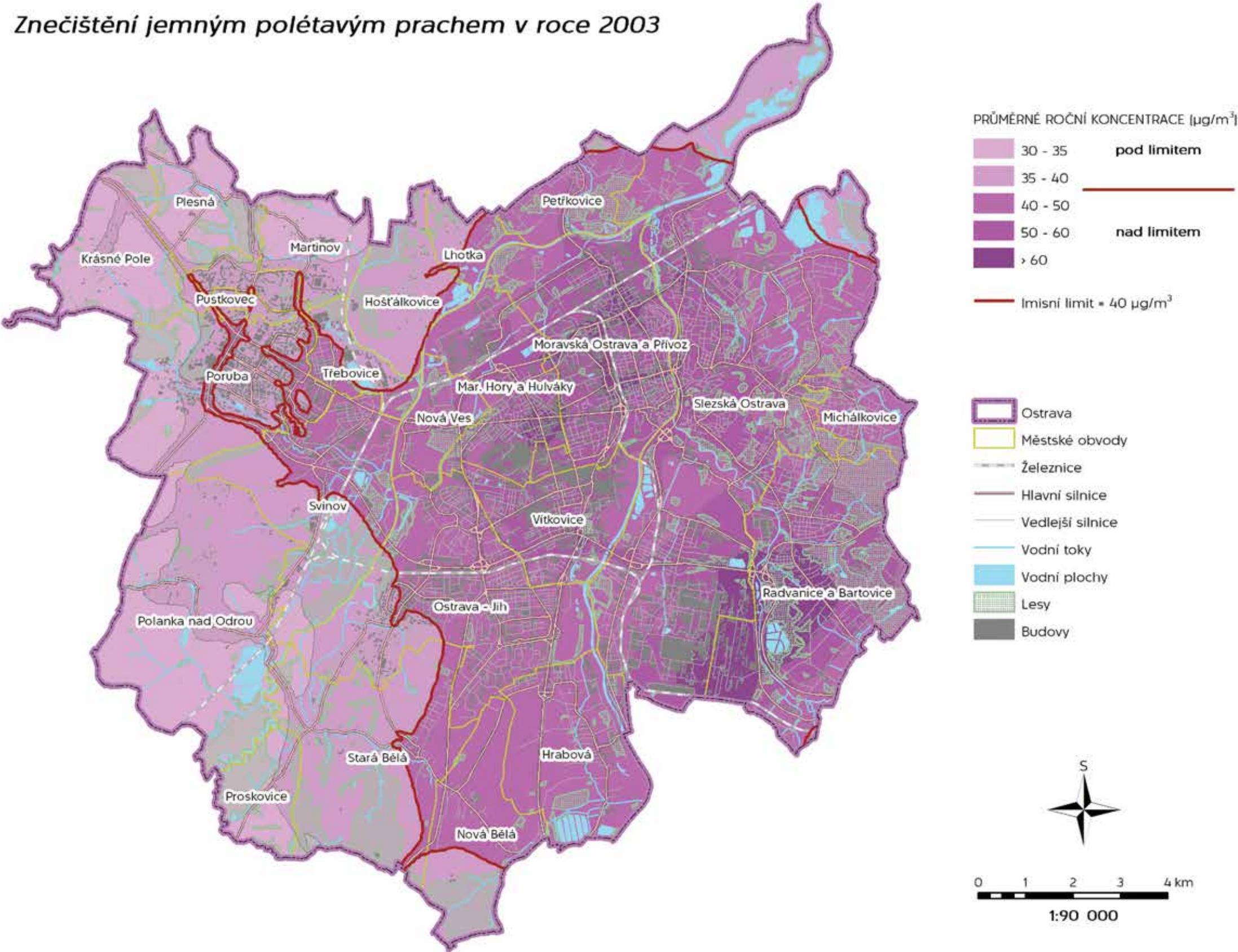
Ostravské průmyslové zdroje znečišťování ovzduší podle modelování přispívaly ke znečištění ovzduší jemným polétavým prachem v neprůmyslových zónách města  $2\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V okolí průmyslových areálů (obytné soubory ve Vítkovicích, Mariánských Horách a Hulvákách, a Přívoze) přispívaly v rozmezí  $8\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lokálně byl patrný zvýšený příspěvek průmyslových zdrojů v městské části Radvanice a Bartovice.

Doprava přispívala podle modelování ke znečištění ovzduší jemným polétavým prachem plošně  $5$  až  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maxima svého vlivu dosahovala v okolí výše uvedených rušných komunikací a na křižovatkách.

Lokální topeniště v Ostravě přispívala podle modelování ke znečištění ovzduší jemným polétavým prachem plošně  $1\text{--}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v závislosti na typu zástavby. Místně jsou patrné vyšší příspěvky (až okolo  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v částech Mariánské Hory, Vítkovice, Slezská Ostrava (Kunčičky, Hrušov, Heřmanice, Muglinov), Moravská Ostrava a Přívoz, Michálkovice a Radvanice.

Podíl polských zdrojů na znečištění ovzduší jemným polétavým prachem se v tomto roce mohl pohybovat odhadem podle výsledků projektu AIR SILESIA ([www.air-silasia.eu](http://www.air-silasia.eu)) v rozmezí mezi  $6\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## Znečištění jemným polétavým prachem v roce 2003



■ Emise průmyslových zdrojů  
■ Emise lokálních topenišť  
■ Emise automobilové dopravy

Zastoupení jednotlivých skupin zdrojů v celkových emisích jemného polétavého prachu na území Ostravy v roce 2003

225 000 OBYVATEL ŽILO V ROCE 2003 NA ÚZEMÍ, KDE BYL PŘEKROČEN DLOUHODOBÝ LIMIT PRO JEMNÝ POLÉTAVÝ PRACH.



# ZNEČIŠTĚNÍ JEMNÝM POLÉTAVÝM PRACHEM V ROCE 2005

Rovněž v roce 2005 bylo na velké části zastavěného území města Ostravy znečištění jemným polétaavým prachem vyšší, než je legislativou stanovený roční imisní limit (40 µg/m³). Oproti roku 2003 se však oblast překročení limitu zmenšila.

Vliv průmyslových zdrojů v tomto roce podle výsledků modelování mírně poklesl, což je zřejmé v severozápadní části města. Příspěvek znečištění z této skupiny zdrojů byl obecně podobný jako v případě roku 2003. Místně je zvýšené působení těchto zdrojů sledovatelné ve Vítkovicích, Přívoze a nejvíce pak v Radvanicích a Bartovicích.

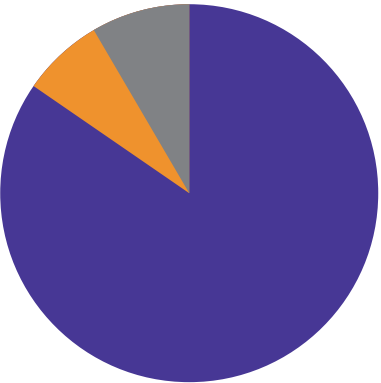
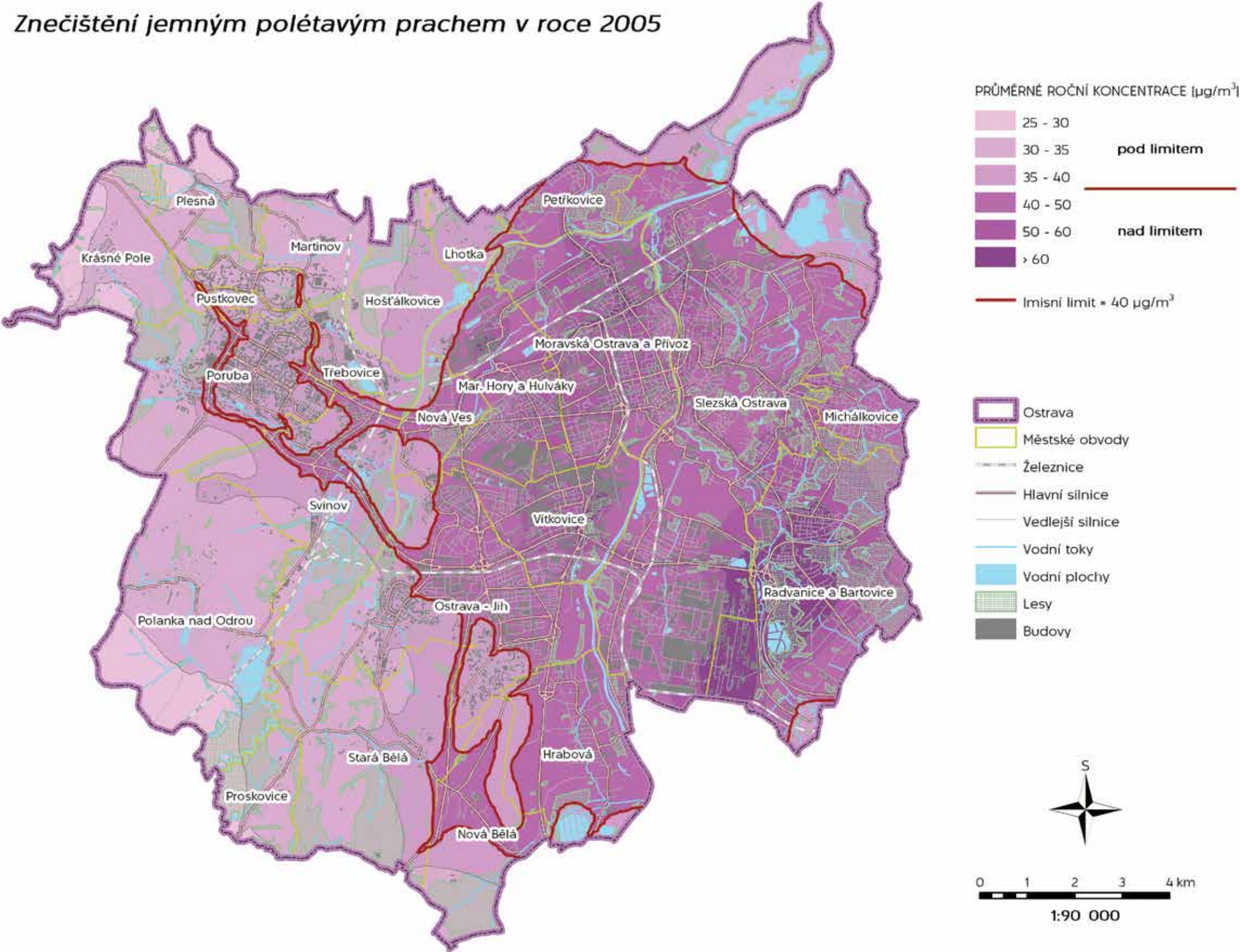
Automobilová doprava přispívala podle modelování v roce 2005 ke znečištění jemným polétaavým prachem v podobném rozmezí jako v roce 2003, tedy okolo 5-10 µg/m³. Maxima svého vlivu dosahovala v okolí frekventovaných silnic a na křižovatkách.

Lokální topeniště v Ostravě způsobovala plošně znečištění jemným polétaavým prachem v rozmezí cca 1.5-3 µg/m³ v závislosti na typu zástavby. Místně ve zmiňovaných částech Mariánské Hory, Vítkovice, Slezská Ostrava (Kunčičky, Hrušov, Heřmanice, Muglinov), Moravská Ostrava a Přívoz, Michálkovice a Radvanice narostlo znečištění jemným polétaavým prachem z této skupiny zdrojů až k 8 µg/m³.

Příspěvek polských zdrojů na znečištění ovzduší jemným polétaavým prachem mohl být v roce 2005 odhadem podle výsledků projektu AIR SILESIA ([www.air-silasia.eu](http://www.air-silasia.eu)) mezi 5-10 µg/m³.

167 000 OBYVATEL ŽILO V ROCE 2005 NA ÚZEMÍ, KDE BYL PŘEKROČEN DLOUHODOBÝ LIMIT PRO JEMNÝ POLÉTAVÝ PRACH.

Znečištění jemným polétaavým prachem v roce 2005



■ Emise průmyslových zdrojů  
■ Emise lokálních topenišť  
■ Emise automobilové dopravy

Zastoupení jednotlivých skupin zdrojů v celkových emisích jemného polétaavého prachu na území Ostravy v roce 2005



# ZNEČIŠTĚNÍ JEMNÝM POLÉTAVÝM PRACHEM V ROCE 2007

V roce 2007 došlo ke zjevnému zlepšení kvality ovzduší v Ostravě. Množství jemného polétavého prachu v ovzduší pokleslo oproti sledovaným letům 2003 a 2005 přibližně o 30 %. Místně se v oblasti Vítkovic znečištění snížilo asi o 10 %. V Radvanicích a Bartovicích okolo 5 %. Zlepšení situace je dáno zejména dobrými rozptylovými podmínkami, které panovaly v tomto roce. Množství vypouštěného jemného polétavého prachu bylo v tomto roce nejvyšší ze všech sledovaných let. Oblast, ve které došlo k překročení dlouhodobého imisního limitu pro jemný polétavý prach ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), se omezila na východní část města. Zasáhla městské části Vítkovice, Moravskou Ostravu a Přívoz, Slezskou Ostravu, Radvanice a Bartovice a Michálkovice. Místně je patrně větší znečištění v městské části Radvanice a Bartovice, kde množství jemného polétavého prachu v ovzduší dosahovalo k  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

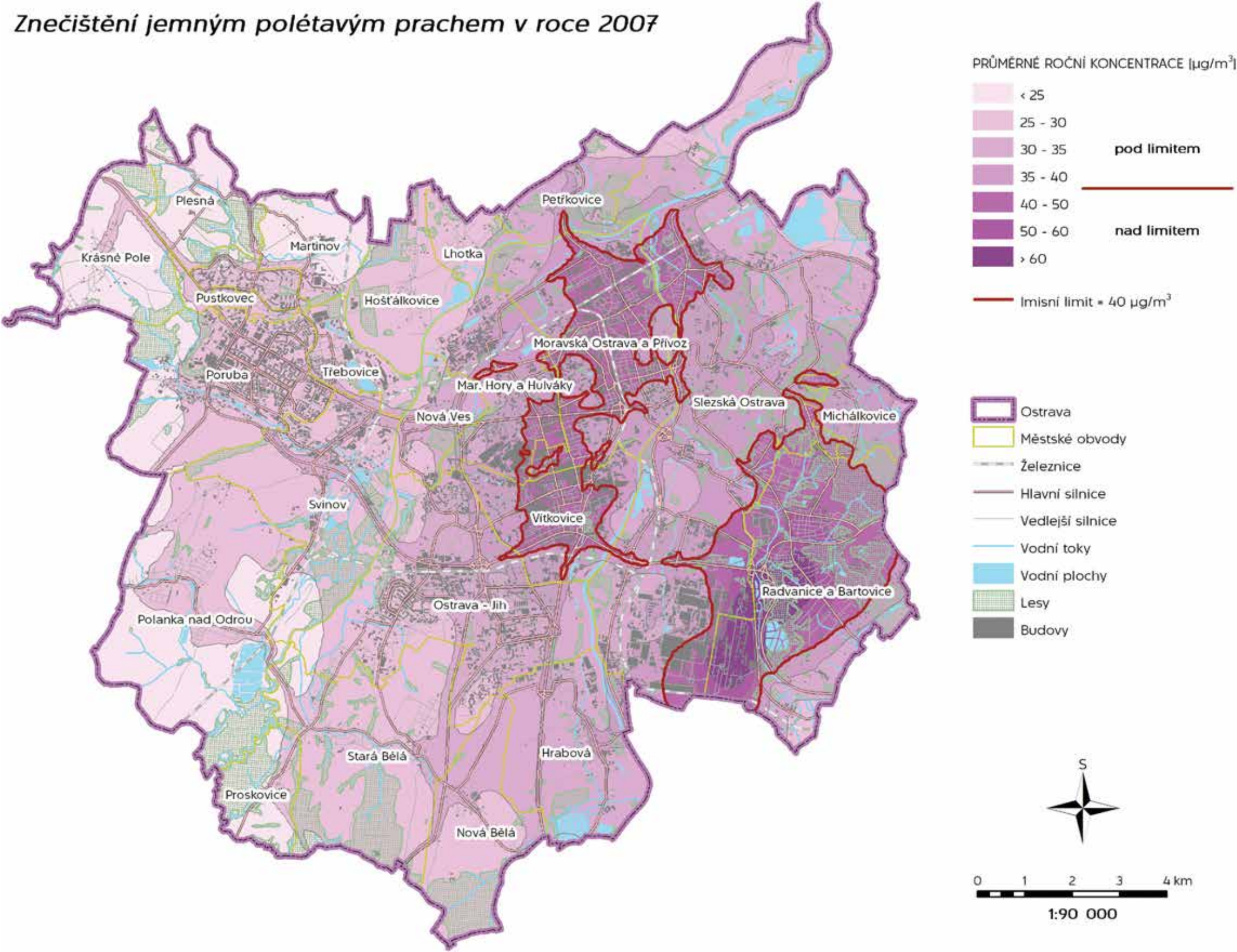
Znečištění jemným polétavým prachem, způsobené ostravskými průmyslovými zdroji znečišťování ovzduší, dosahovalo v roce 2007 v průmyslově nezatížených oblastech  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ve Vítkovicích okolo  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lokálně byl opět patrný vyšší vliv průmyslových zdrojů v Radvanicích a Bartovicích.

Lokální topeniště v Ostravě způsobovala plošně znečištění jemným polétavým prachem v rozmezí okolo  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v závislosti na typu zástavby. Místně je vysledovatelný vyšší vliv těchto zdrojů v Mariánských Horách, Vítkovicích, Slezské Ostravě (Kunčičkách, Hrušově, Heřmanicích, Muglinově), Moravské Ostravě a Přívoze, Michálkovicích a Radvanicích.

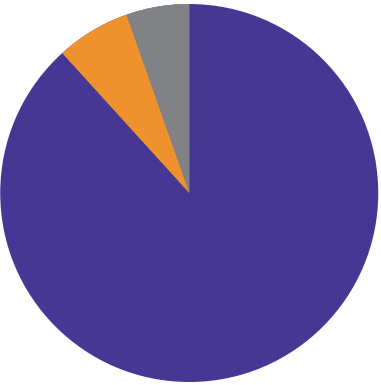
Doprava způsobovala v roce 2007 zatížení jemným polétavým prachem okolo  $2\text{--}5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Největšího vlivu na množství tohoto znečištění dosahovala v okolí rušných komunikací a na křižovatkách.

Polské zdroje se mohly na znečištění ovzduší jemným polétavým prachem v roce 2007 podílet odhadem podle výsledků projektu AIR SILESIA ([www.air-silasia.eu](http://www.air-silasia.eu)) v rozmezí  $4\text{--}8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## Znečištění jemným polétavým prachem v roce 2007



50 000 OBYVATEL ŽILO V ROCE 2007 NA ÚZEMÍ, KDE BYL PŘEKROČEN DLOUHODOBÝ LIMIT PRO JEMNÝ POLÉTAVÝ PRACH.



■ Emise průmyslových zdrojů  
■ Emise lokálních topenišť  
■ Emise automobilové dopravy

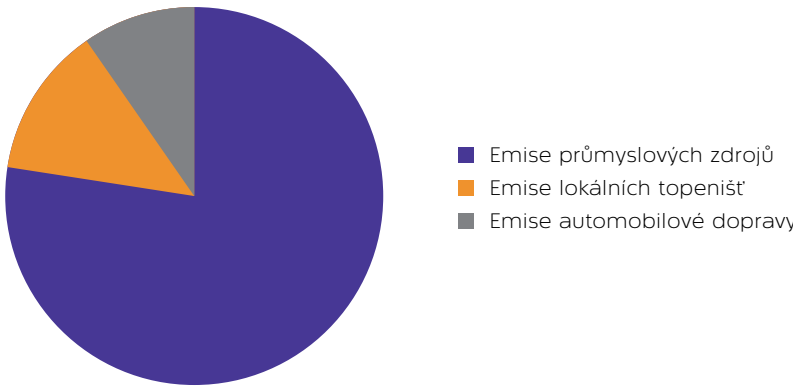
Zastoupení jednotlivých skupin zdrojů v celkových emisích jemného polétavého prachu na území Ostravy v roce 2007



# ZNEČIŠTĚNÍ JEMNÝM POLÉTAVÝM PRACHEM V ROCE 2009

Ačkoliv v roce 2009 panovaly poměrně nepříznivé rozptylové podmínky, byl roční imisní limit jemného poléťavého prachu ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) překročen pouze na malé části území města Ostravy. Jednalo se o Moravskou Ostravu, Mariánské Hory a Hulváky, Vítkovice, Radvanice a Bartovice. Nejvíce znečištění jemným poléťavým prachem bylo v centru města, v okolí frekventovaných komunikací (ulice Bohumínská, Hlučínská, Cihelní, Českosobratrská, 28. října, Rudná, Plzeňská, Místecká a nové v blízkosti dálnice), v oblasti Vítkovic, Radvanic a Bartovic. Oblast, kde byl limit překročen, byla však v roce 2009 menší než v roce 2007. Kvalitu ovzduší pozitivně ovlivnilo především významné snížení vypouštěných emisí jemného poléťavého prachu z průmyslových zdrojů a vymístění části dopravy na dálnici.

Průmyslové zdroje znečišťování ovzduší na území Ostravy přispívaly podle modelování v průmyslově nezátížených oblastech ke znečištění jemným poléťavým prachem asi  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . V okolí průmyslových areálů (obytné soubory ve Vítkovicích, Mariánských Horách a Hulvákách a Přívoze) okolo  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lokálně byl patrný významný příspěvek průmyslových zdrojů k znečištění v Radvanicích a Bartovicích, oproti ostatním sledovaným letům zde jejich vliv však poklesl.



Zastoupení jednotlivých skupin zdrojů v celkových emisích jemného poléťavého prachu na území Ostravy v roce 2009

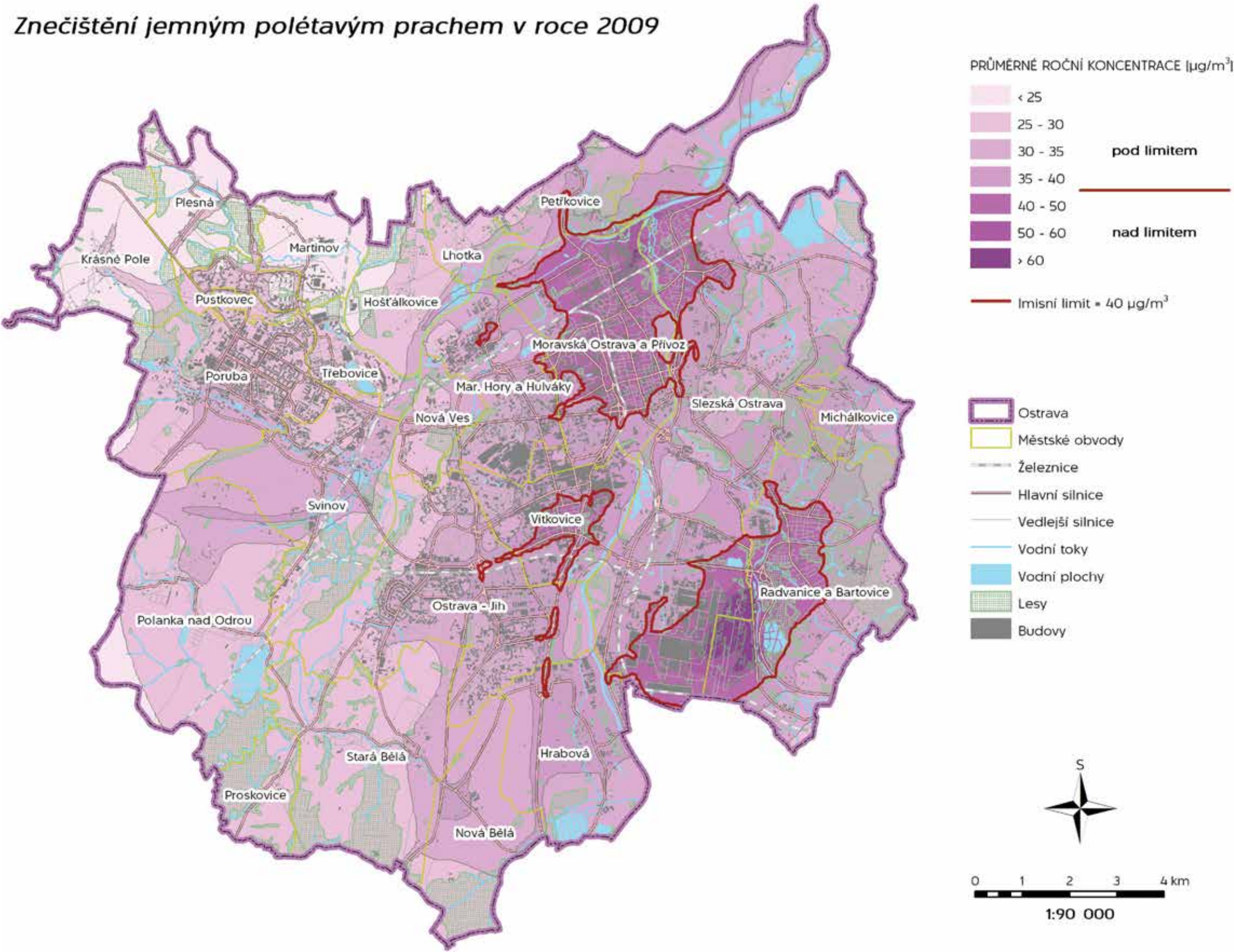
Lokální topeniště v Ostravě přispívala plošně ke znečištění jemným poléťavým prachem v závislosti na typu zástavby do  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Místně jsou patrné vyšší příspěvky (okolo  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v částech Mariánské Hory, Vítkovice, Slezská Ostrava (Kunčičky, Hrušov, Heřmanice, Muglínov), Moravská Ostrava a Přívoz, Michálkovice a Radvanice.

Doprava způsobovala plošně znečištění jemným poléťavým prachem okolo  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maxima svého vlivu dosahovala v okolí výše uvedených ulic, a to cca  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Polské zdroje se mohly na znečištění ovzduší jemným poléťavým prachem v roce 2009 podílet odhadem podle výsledků projektu AIR SILESIA ([www.air-silasia.eu](http://www.air-silasia.eu)) v rozmezí  $5\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

46 000 OBYVATEL ŽILO V ROCE 2009  
NA ÚZEMÍ, KDE BYL PŘEKROČEN  
DLOUHODOBÝ LIMIT PRO JEMNÝ POLÉTAVÝ  
PRACH.

## Znečištění jemným poléťavým prachem v roce 2009







## PODÍLY RŮZNÝCH ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ NA STAVU OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ

---

NEJVÍCE ROZŠÍŘENOU OTÁZKOU V SOUVISLOSTI S KVALITOU OSTRAVSKÉHO OVZDUŠÍ JE:  
CO JE HLAVNÍ PŘÍČINOU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA URČITÉM MÍSTĚ?



# JAK ČÍST MAPU S VLIVEM KONKRÉTNÍ SKUPINY ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ?

1

Tato mapa prezentuje převahu určité skupiny zdrojů znečišťování ovzduší (v tomto případě automobilové dopravy) – nad ostatními skupinami zdrojů z lidské činnosti (lokální topeniště a průmyslové zdroje). Říká, kde její vliv dominuje, a kde jsou naopak významnější ostatní zdroje. Stanoveno v ročním průměru.

2

Legenda udává procentuální podíl dané skupiny zdrojů na množství znečištění ve srovnání se zbývajících skupinami modelovaných zdrojů. Červená barva označuje dominantní podíl. Při přechodu do žluta až zelena vlivu této skupiny zdrojů ubývá.

3

V oblasti dožluta je vliv této skupiny zdrojů srovnatelný s ostatními skupinami zdrojů.

4

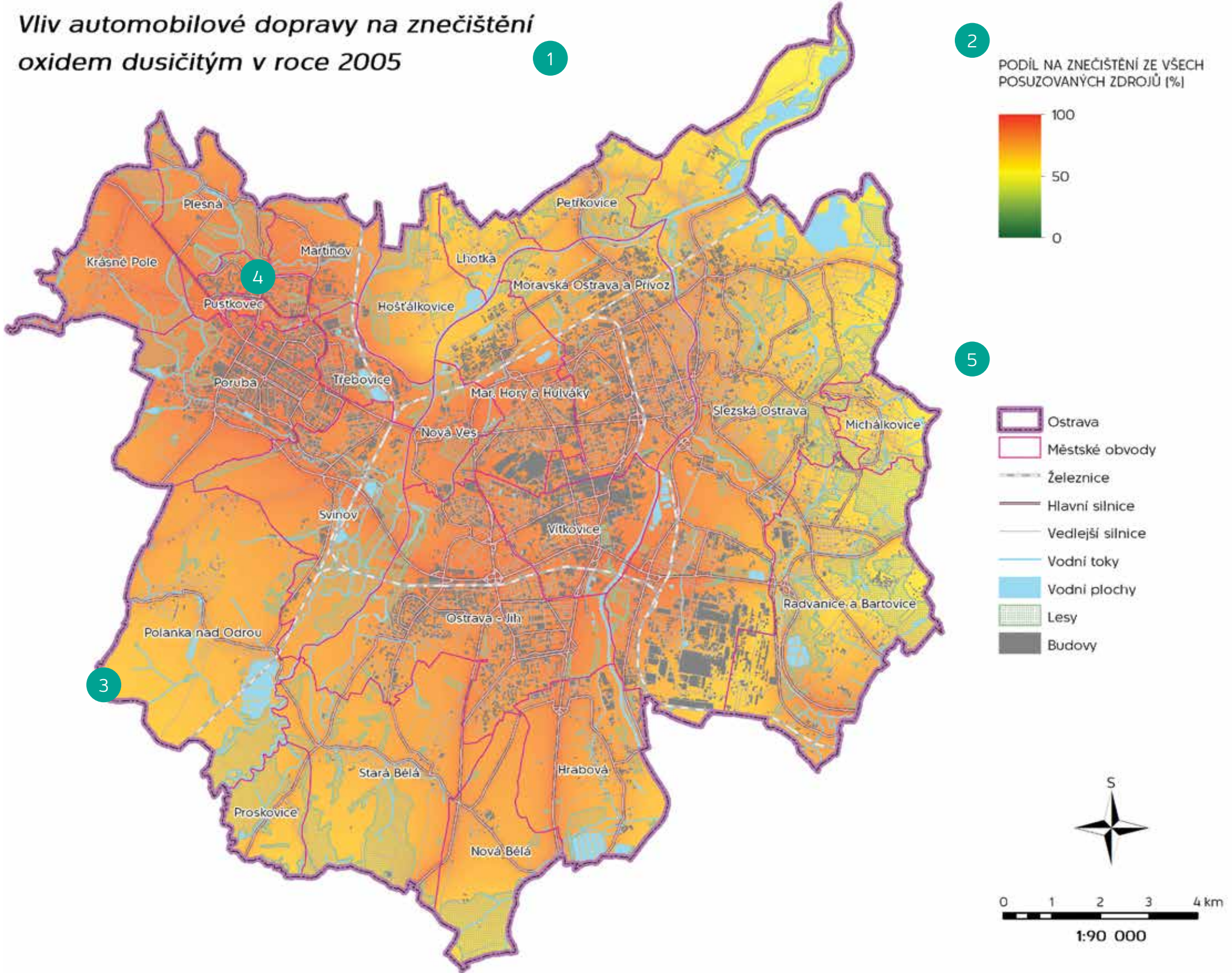
V oblasti dočervena převládá tato skupina zdrojů.

5

Legenda mapových prvků

## Vliv automobilové dopravy na znečištění oxidem dusičitým v roce 2005

1





# VLIV JEDNOTLIVÝCH SKUPIN ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ NA MNOŽSTVÍ JEMNÉHO POLÉTAVÉHO PRACHU V OVZDUŠÍ

Výsledky modelování znečištění ovzduší jemným polétavým prachem  $PM_{10}$  byly následně analyzovány. Byla určena procentuální převaha jednotlivých skupin zdrojů nad ostatními zdroji. Z té bylo poté možné usuzovat na vliv dané skupiny zdrojů na kvalitu ovzduší. Je nutno zdůraznit, že byly analyzovány převahy místních zdrojů. Není v nich zahrnut vliv vzdálených zdrojů z Polska.

Podle analýz výsledků modelování z jednotlivých let bylo nadlimitní znečištění jemným polétavým prachem  $PM_{10}$  způsobeno kombinací vlivu průmyslových zdrojů, dopravy a lokálních topenišť.

Průmyslové zdroje znečišťování ovzduší významně převažovaly oproti ostatním zdrojům na přibližně 20 % území města. Jednalo se především o okolí průmyslových areálů ve Vítkovicích, na Fifejdách a v Přívoze. Nejvýznamnější vliv této skupiny zdrojů je patrný v Radvanicích a Bartovicích. Zde převaha průmyslových zdrojů nad ostatními zdroji přesahovala 80 %.

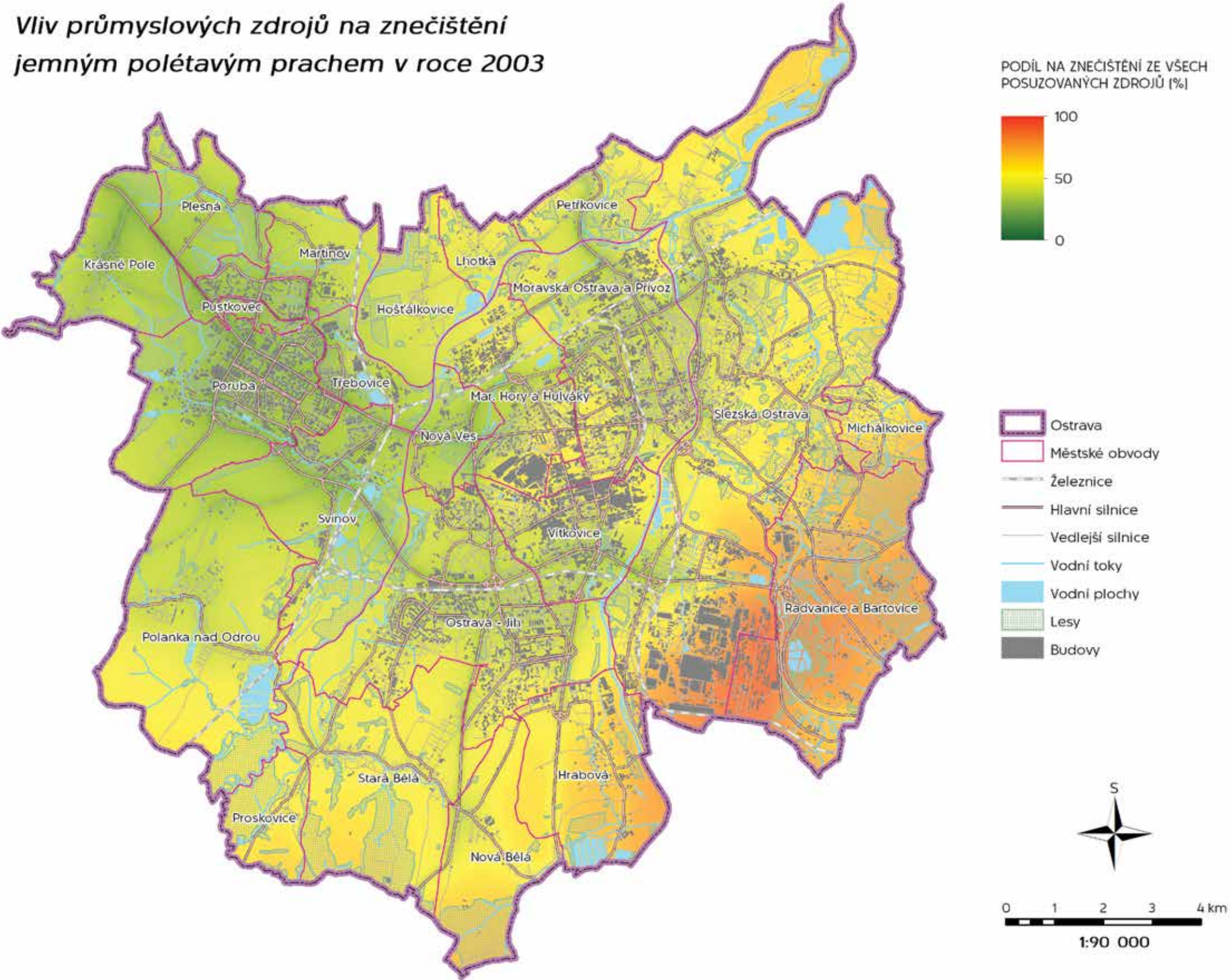
Automobilová doprava ve znečištění jemným polétavým prachem dominovala nad ostatními zdroji v západní části města (Poruba a okolní městské části), kde se výrazně neprojevuje vliv průmyslových zdrojů. Její převaha je rovněž patrná v roce 2009 v okolí vystavěné dálnice. V těchto lokalitách převažovala nad ostatními zdroji až z 80 %. Její podíl byl rovněž významný v centru města a okolo frekventovaných komunikací a křižovatek (ulice Bohumínská, Hlučínská, Mariánskohorská, 28. října, Místecká, Frýdecká, Českobratrská; Sad Boženy Němcové, Nová Ves – Vodárna). Zde převažovala v rozmezí 60–70 %.

Pro zajímavost je jako poslední umístěna mapa znečištění  $NO_2$ . Imise tohoto plynu doprovázejí zejména dopravu. Oxid dusičitý může při určitých podmínkách způsobovat tvorbu jemných prachových částic a tedy může mít také vliv na zvýšení imisí jemného polétavého prachu.

Lokální topeniště nepřevažovala nad ostatními skupinami zdrojů v žádné části města. Jejich procentuální podíl vůči ostatním zdrojům tvoří plošně cca 20 %. Místně se vyšplhal ke 40 % (Slezská Ostrava, Michálkovice, Vítkovice, Polanka, Plesná, Nová a Stará Bělá).

Ze srovnání modelovaných let 2003, 2005, 2007, a 2009 je zřejmé, že vliv automobilové dopravy a lokálních topenišť s postupem let na území města narůstá. Nejvíce je to patrné z analýz výsledků modelování pro rok 2009, kdy byl průmysl v útlumu. Vypouštěné emise jemného polétavého prachu byly v Ostravě nejnižší za poslední desetiletí. Emise z průmyslových zdrojů byly o 60 % nižší, než při svém maximu v roce 2007. Oproti předchozím letům bylo nadlimitní zatížení ovzduší v roce 2009 způsobeno především vlivem dopravy. Místně bylo možné vysledovat významný vliv průmyslových zdrojů, a méně pak lokálních topenišť. Ze srovnání jednotlivých modelovaných let tedy vyplývá, že vliv průmyslových zdrojů byl v roce 2009 omezen na místní působení a do popředí vlivu se dostaly neprůmyslové zdroje, zvláště doprava.

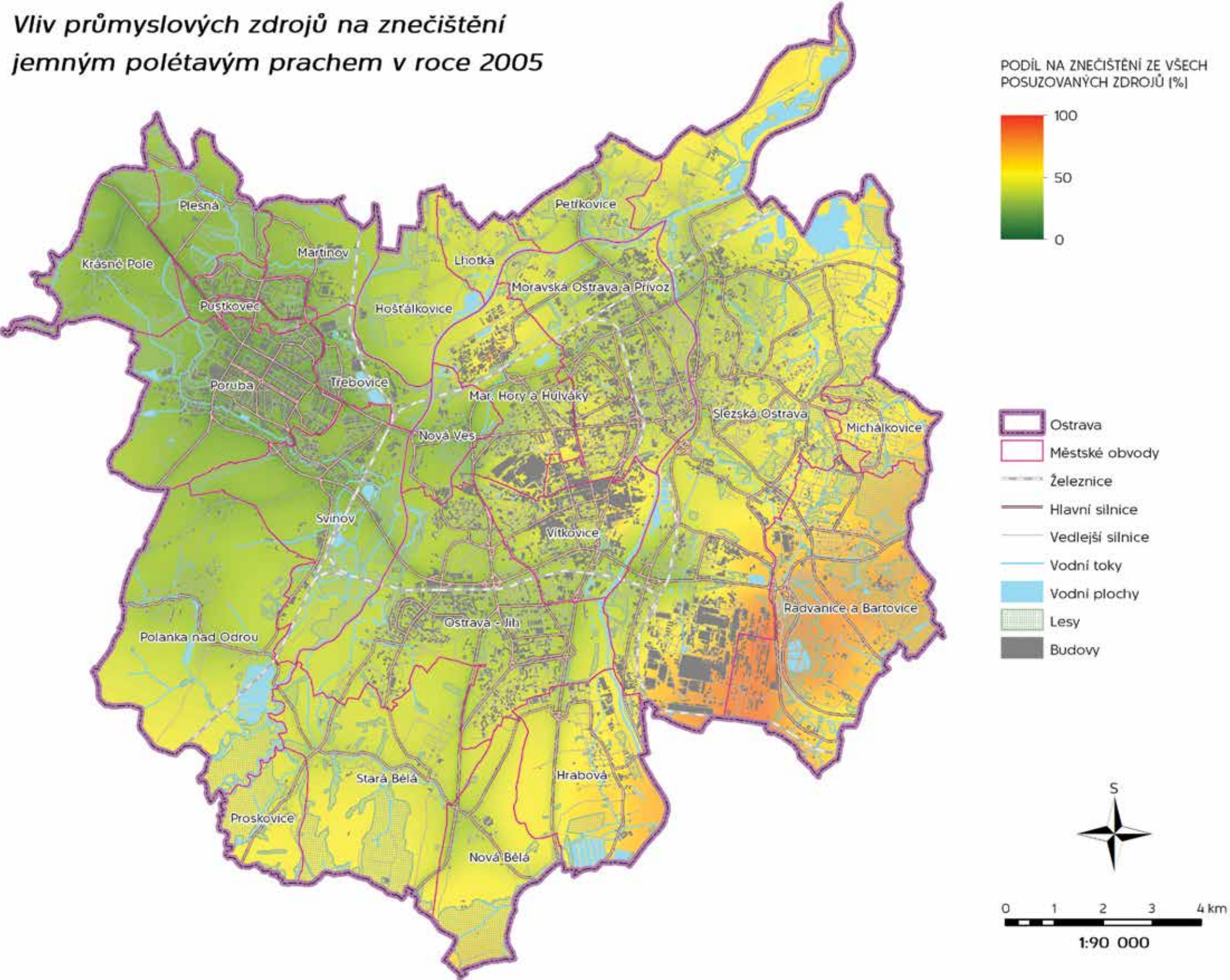
Vliv průmyslových zdrojů na znečištění jemným polétavým prachem v roce 2003







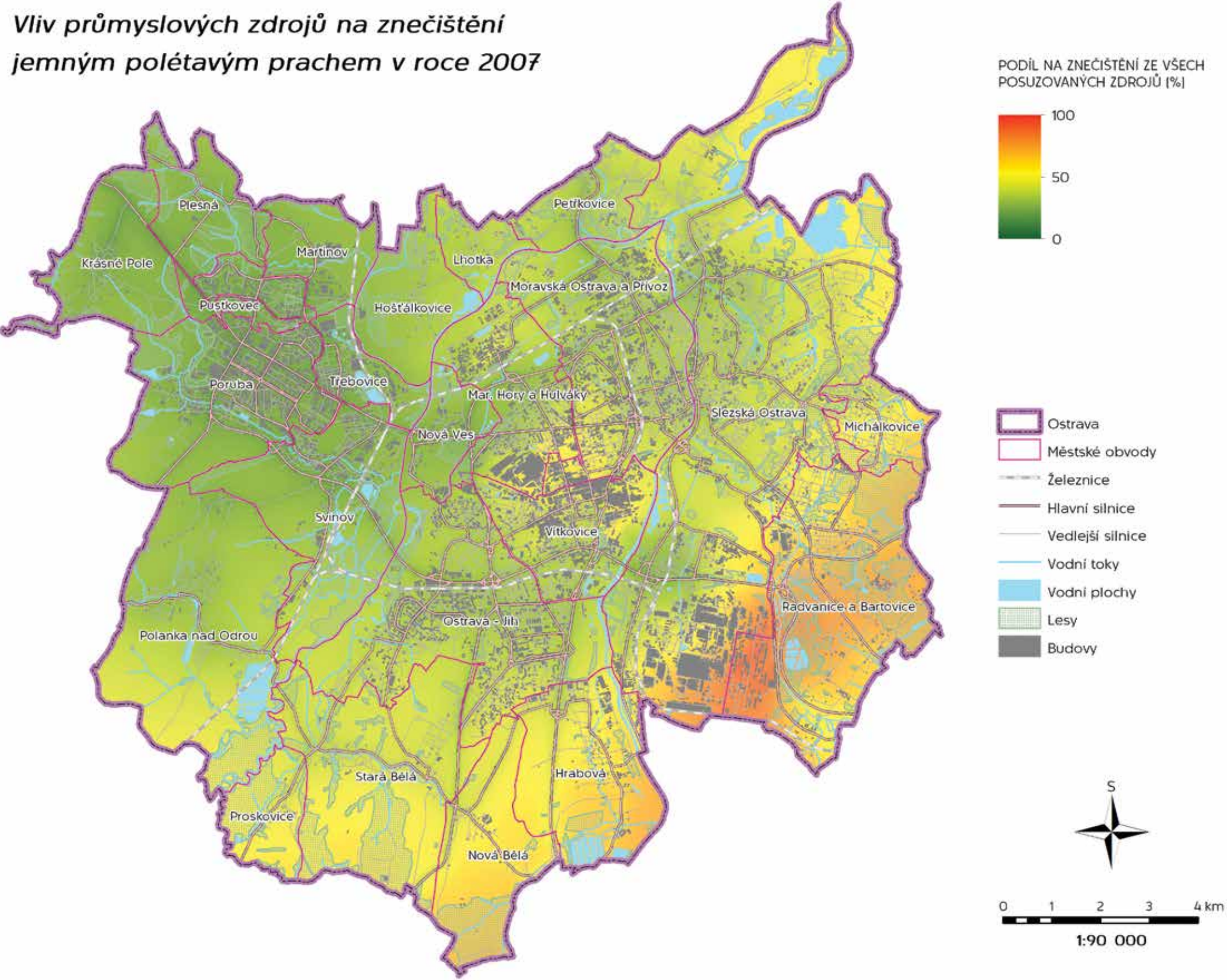
*Vliv průmyslových zdrojů na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2005*







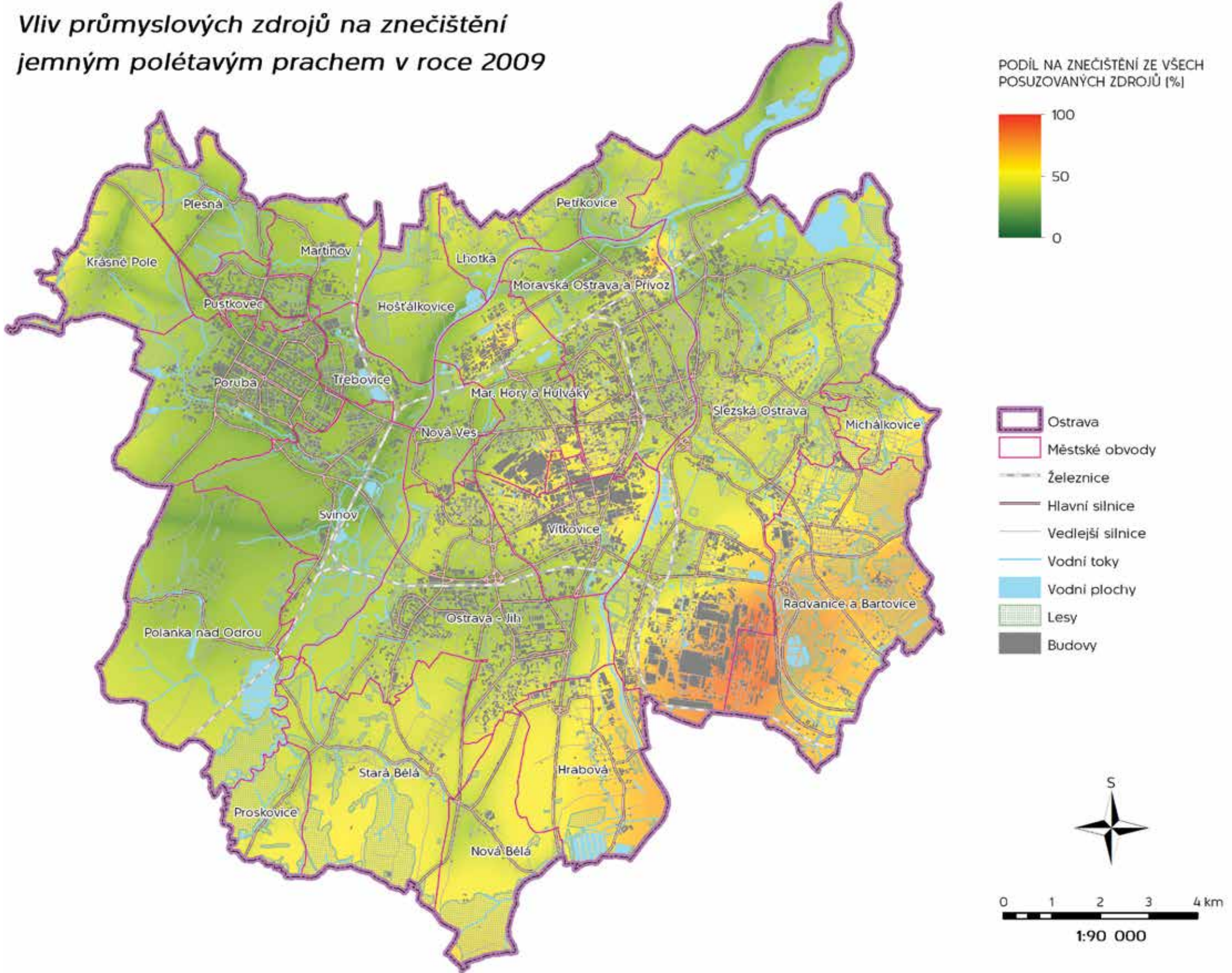
*Vliv průmyslových zdrojů na znečištění  
jemným polétavým prachem v roce 2007*







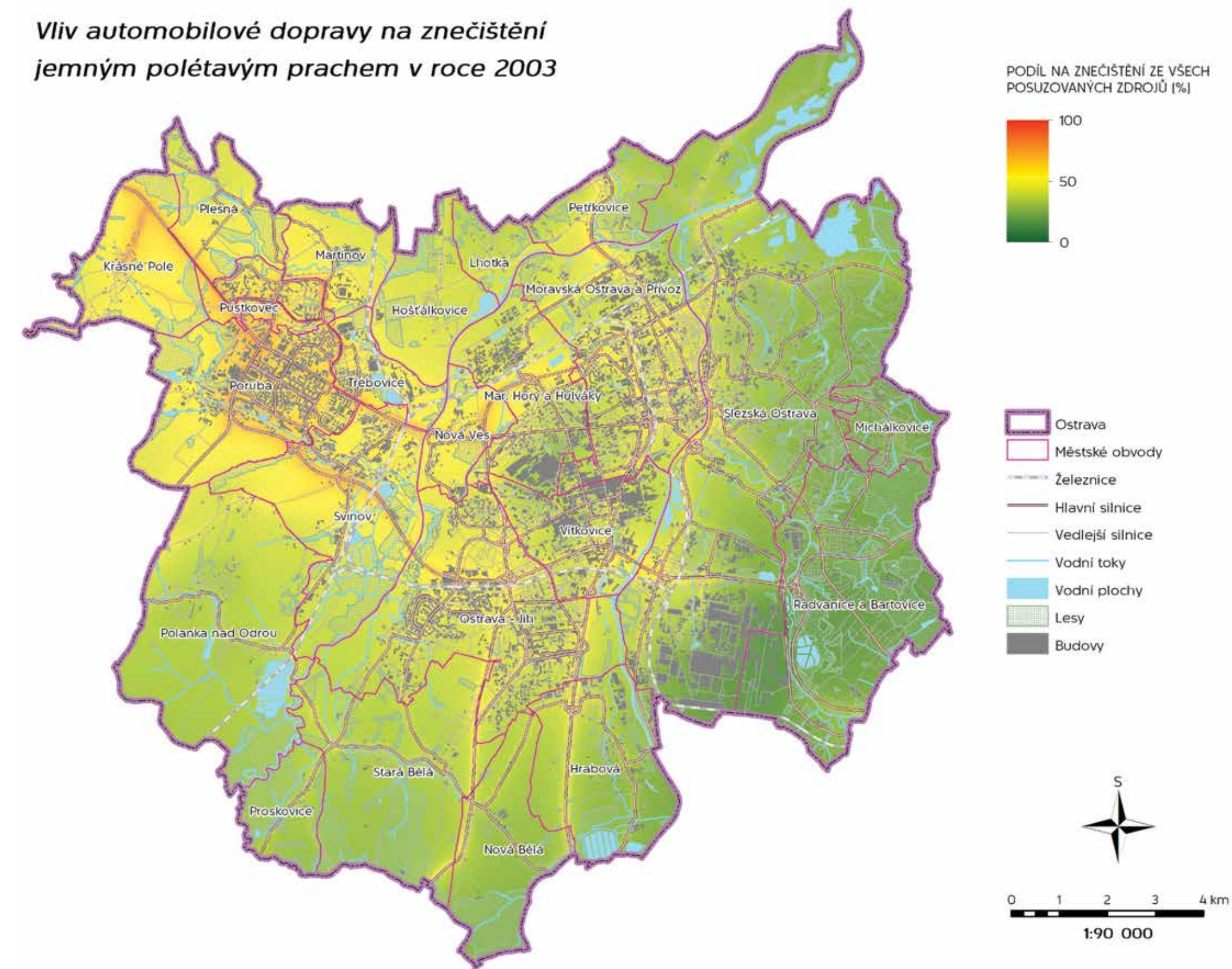
Vliv průmyslových zdrojů na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2009







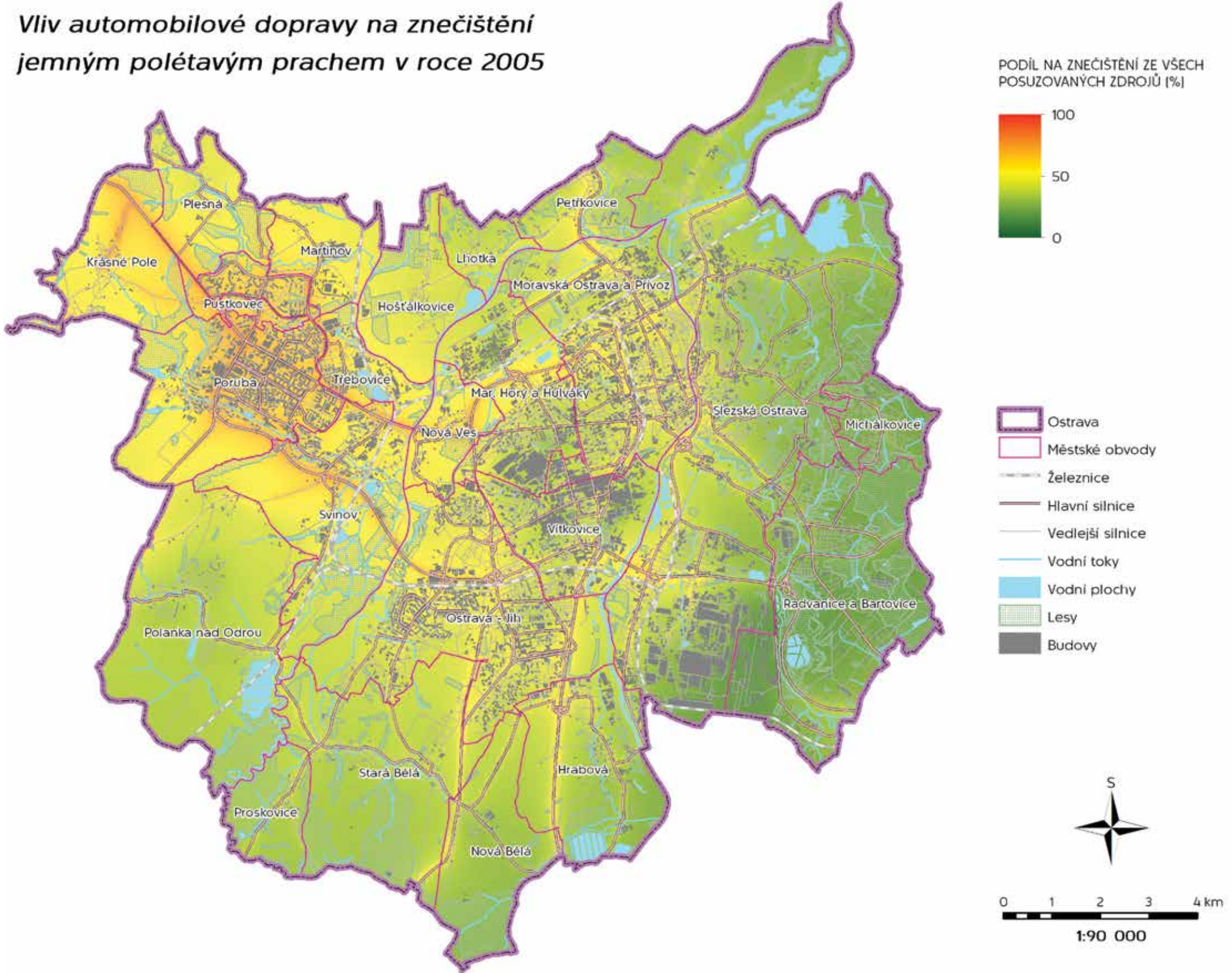
*Vliv automobilové dopravy na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2003*







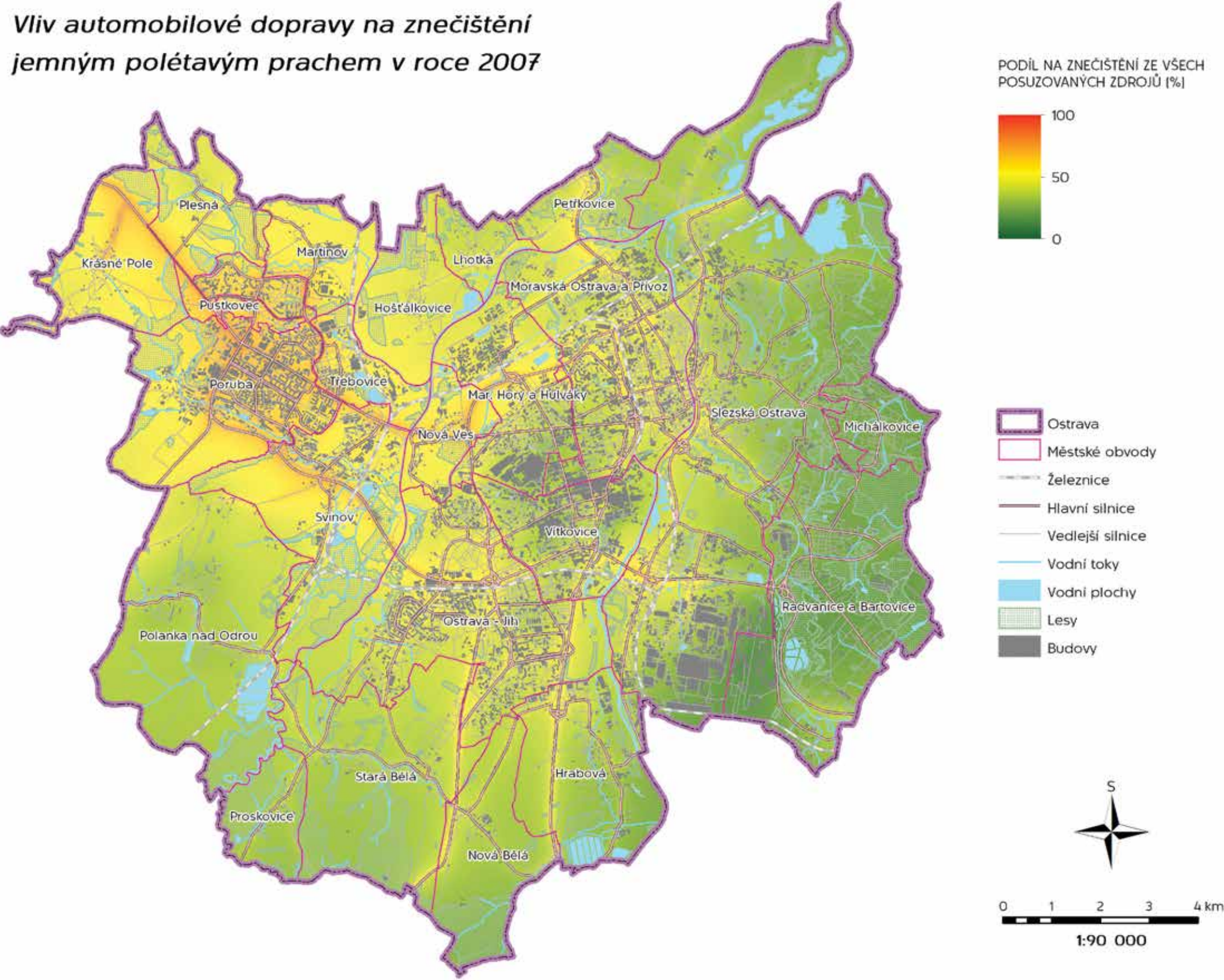
*Vliv automobilové dopravy na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2005*







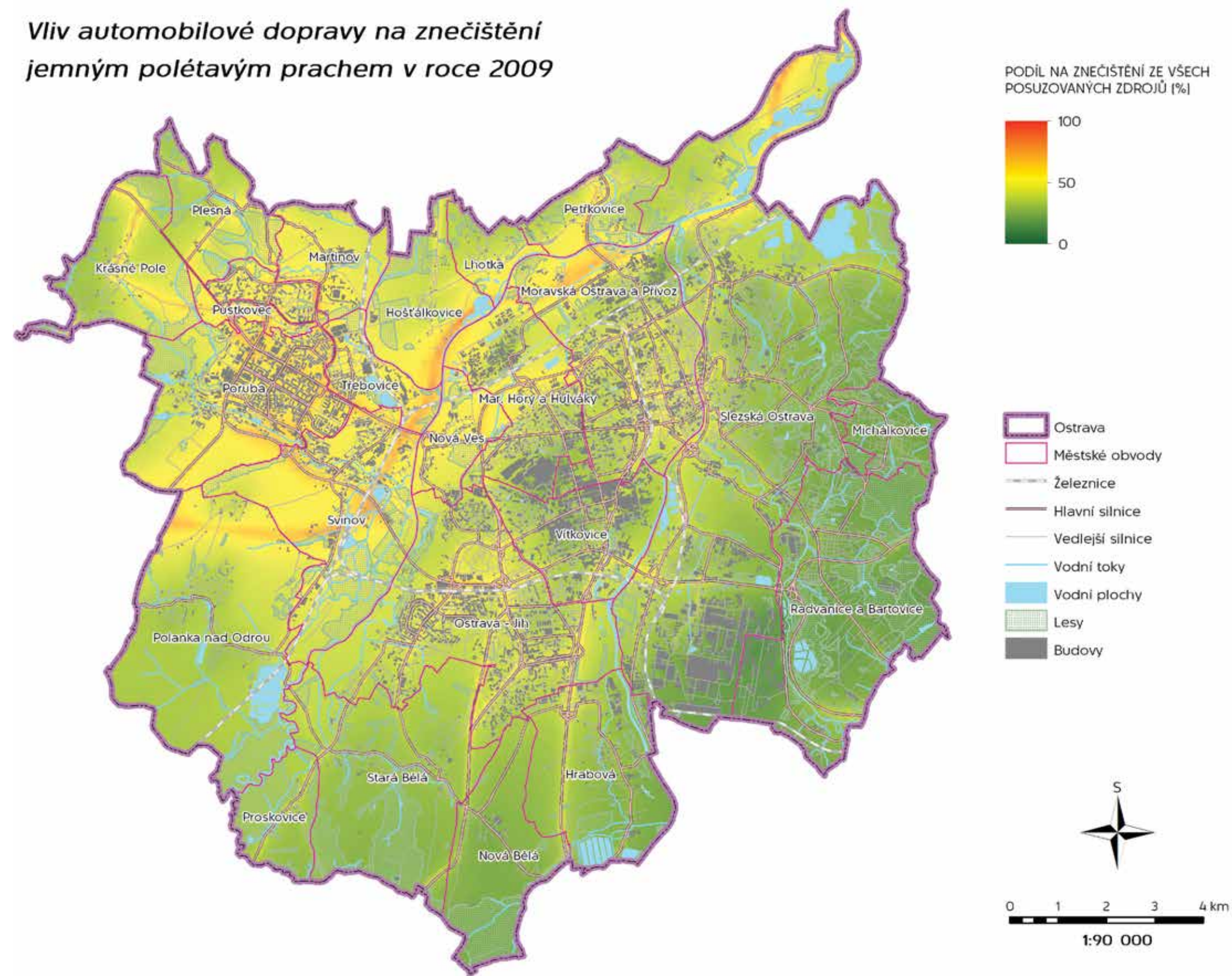
*Vliv automobilové dopravy na znečištění  
jemným polétavým prachem v roce 2007*







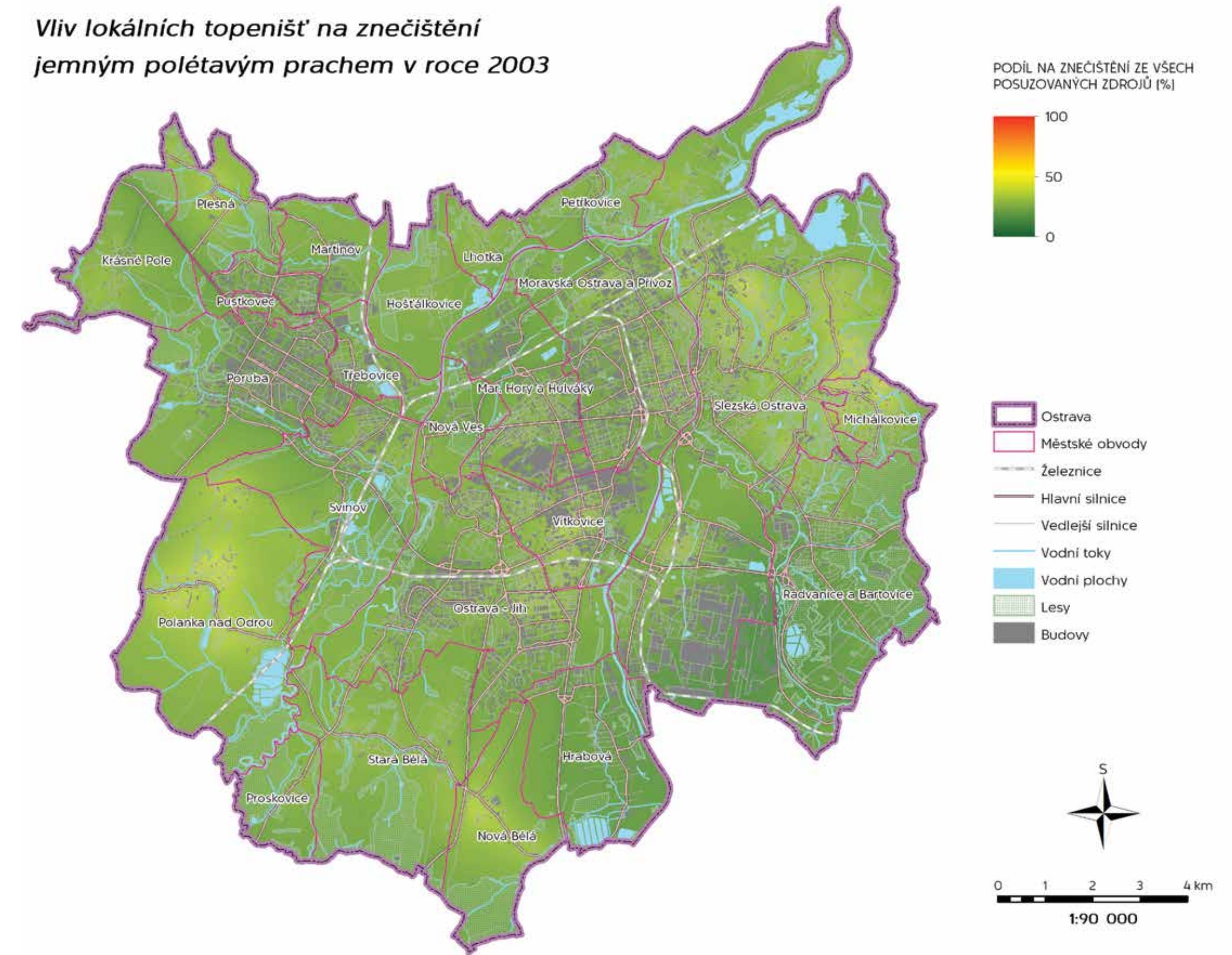
*Vliv automobilové dopravy na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2009*







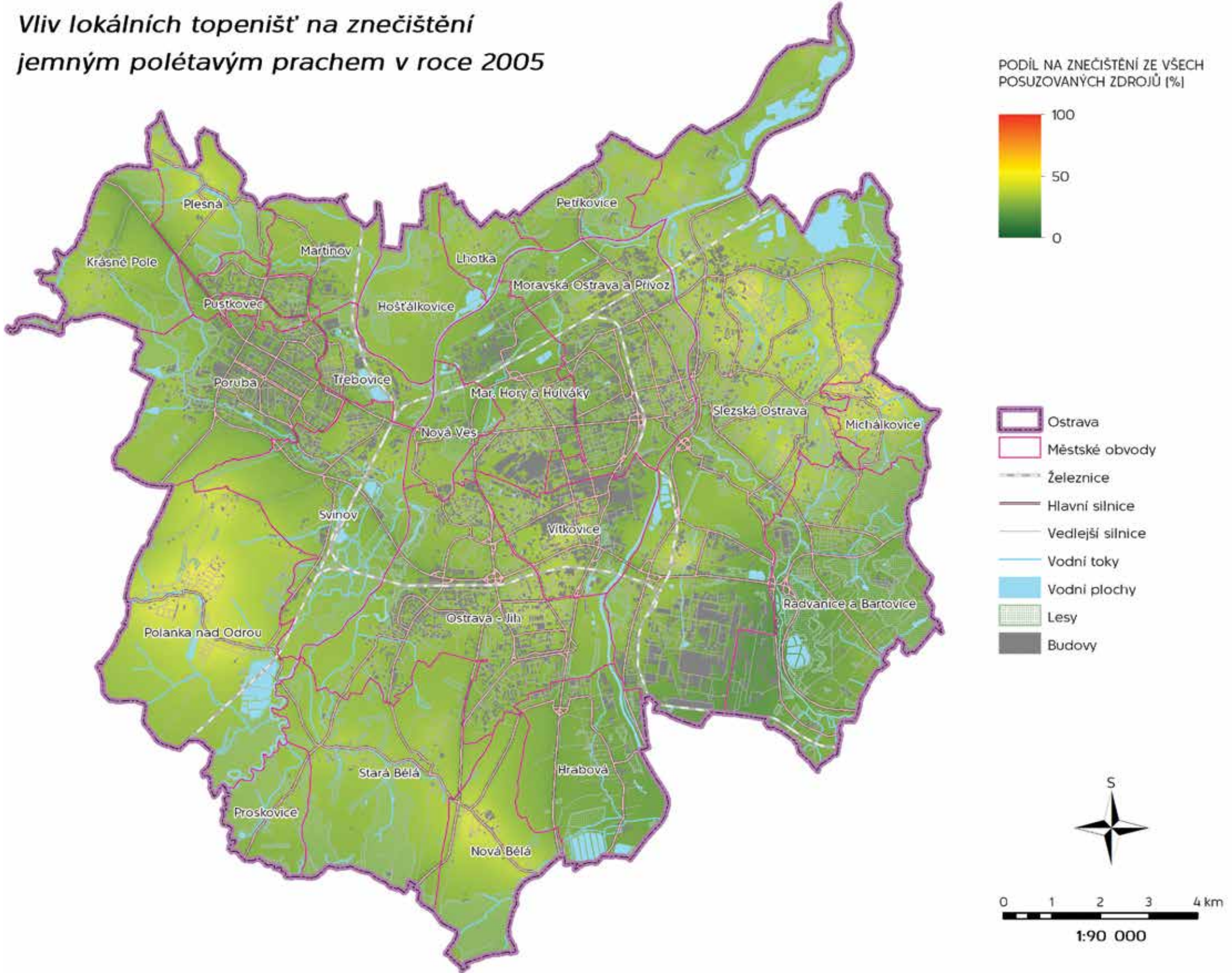
# *Vliv lokálních topenišť na znečištění jemným poléťavým prachem v roce 2003*







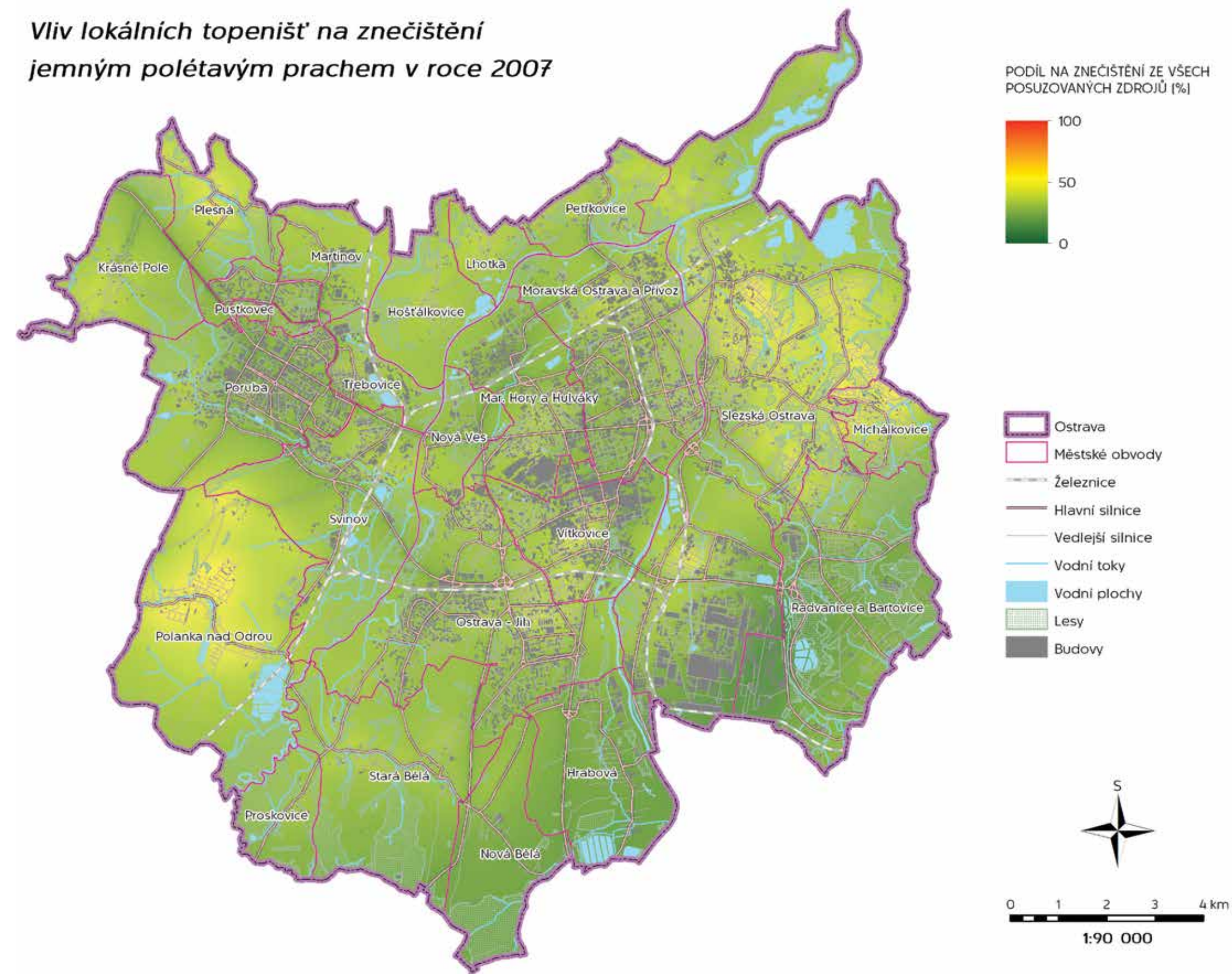
*Vliv lokálních topenišť na znečištění  
jemným polétavým prachem v roce 2005*







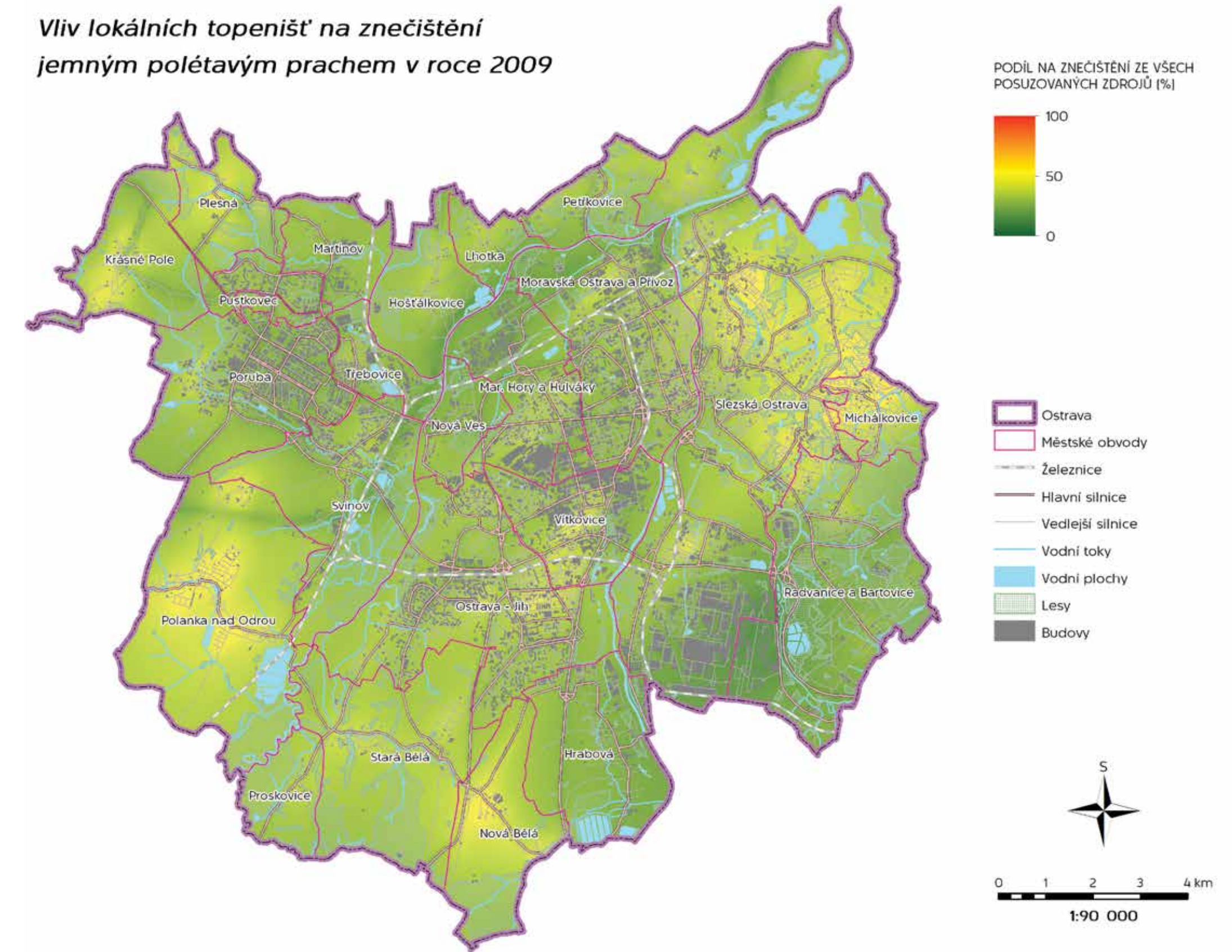
# Vliv lokálních topenišť na znečištění jemným polétavým prachem v roce 2007







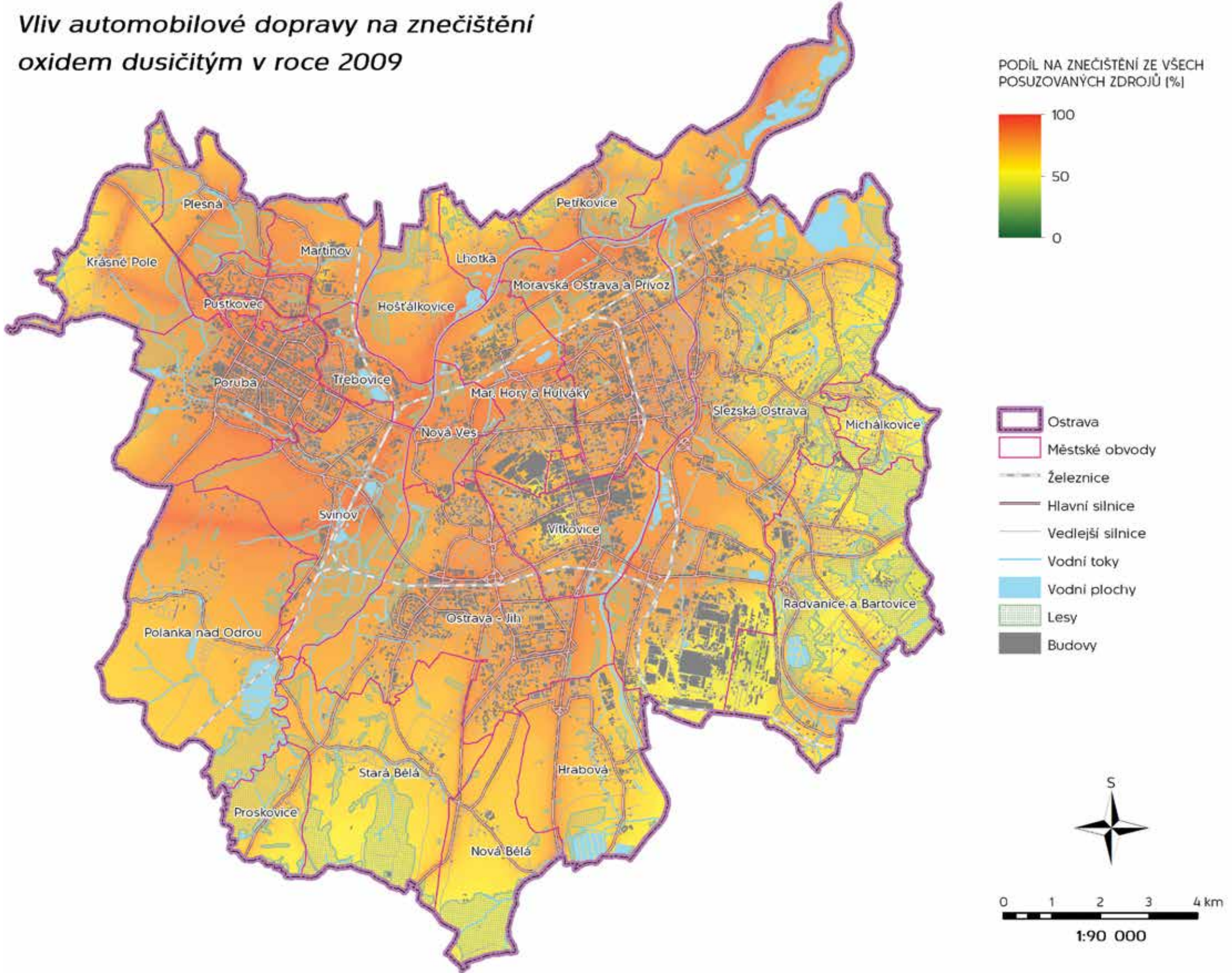
*Vliv lokálních topenišť na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2009*







Vliv automobilové dopravy na znečištění  
oxidem dusičitým v roce 2009







## MODELOVÁNÍ RŮZNÝCH VARIANT SNIŽOVÁNÍ EMISÍ

---

JAK MŮŽE POMOCT MODELOVÁNÍ K ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY ZNEČIŠTĚNÉHO OVZDUŠÍ  
NA OSTRAVSKU? MŮŽE UKÁZAT, JAK BY TO VYPADALO, KDYBY SE U NĚKTERÝCH SKUPIN ZDROJŮ  
SNÍŽILY EMISE. MŮŽE ODPOVĚDĚT NA OTÁZKU: CO SE STANE, KDYŽ...?



# MODELOVÁNÍ RŮZNÝCH VARIANT SNIŽOVÁNÍ EMISÍ

V rámci prací pro Statutární město Ostrava [8] byla provedena řada analýz, při kterých byly modelovány některé teoretické situace. Tak je možno vidět odpovědi na otázky: „Co se stane, když...?“ Proces znečišťování ovzduší se od roku 1998 do roku 2009 na Ostravsku příliš neměnil. Celkové emise z lokálních topenišť a z dopravy v kraji zůstávají zhruba stejné a mění se v rozmezí řádu desítky procent. Celkové emise z průmyslových zdrojů v kraji však byly závislé zejména na výrobě a prodeji surového železa v regionu a měnily se podle toho až o několi desítek procent (grafy na str. 20). Průměrné roční imise se tedy v tomto období měnily zejména v závislosti na meteorologických podmínkách v daném roce a na výkonu těžkého průmyslu (str. 11). Za výchozí stav byl proto vybrán nejhorší možný scénář z hlediska znečišťování ovzduší na Ostravsku. Tomu odpovídá kombinace meteorologické situace se špatnými rozptylovými podmínkami (rok 2003) a emisí z průmyslových zdrojů v době, kdy velké hutní podniky a koksovny „šlapaly na plný plyn“ (rok 2007). Analýzy, které jsme provedli, braly v úvahu teoreticky možné změny u všech tří skupin zdrojů znečišťování jemným polétavým prachem, které je možno ovlivnit – dopravy, lokálních topenišť a průmyslových zdrojů.

Na protější mapě je vidět odpověď na otázku: „Co se stane, když budou dokončeny všechny hlavní plánované komunikace v Ostravě, které mají zlepšit dopravu?“ Jedná se o dálnici D47 (D1) a navazující komunikace včetně tzv. Prodloužené Rudné, která odvede tranzitní dopravu ve směru na Opavu mimo obydlené části Poruby, Prodloužené Místecké, která odvádí dopravu z Moravské Ostravy a Přívozu ve směru na Frýdek-Místek, a Severního spoje, který odvede dopravu z centra směrem na Porubu. Doprava bude plynulejší a bude produkovat méně emisí poblíž obydlených oblastí Ostravy. Pokud by se nestalo nic jiného, snížil by se počet obyvatel Ostravy, kteří musejí žít v oblasti s překročeným dlouhodobým limitem PM<sub>10</sub> z 69 % všech obyvatel (v roce 2003) na 28 %.

Na další mapě na str. 89 je vidět situaci v případě, že by se v Ostravě vůbec netopilo tuhými palivy, ale pouze zemním plynem. Pokud by se nic jiného nestalo, z původních 69 % obyvatel v oblastech s překročeným limitem PM<sub>10</sub> by v nich zůstalo 20 %.

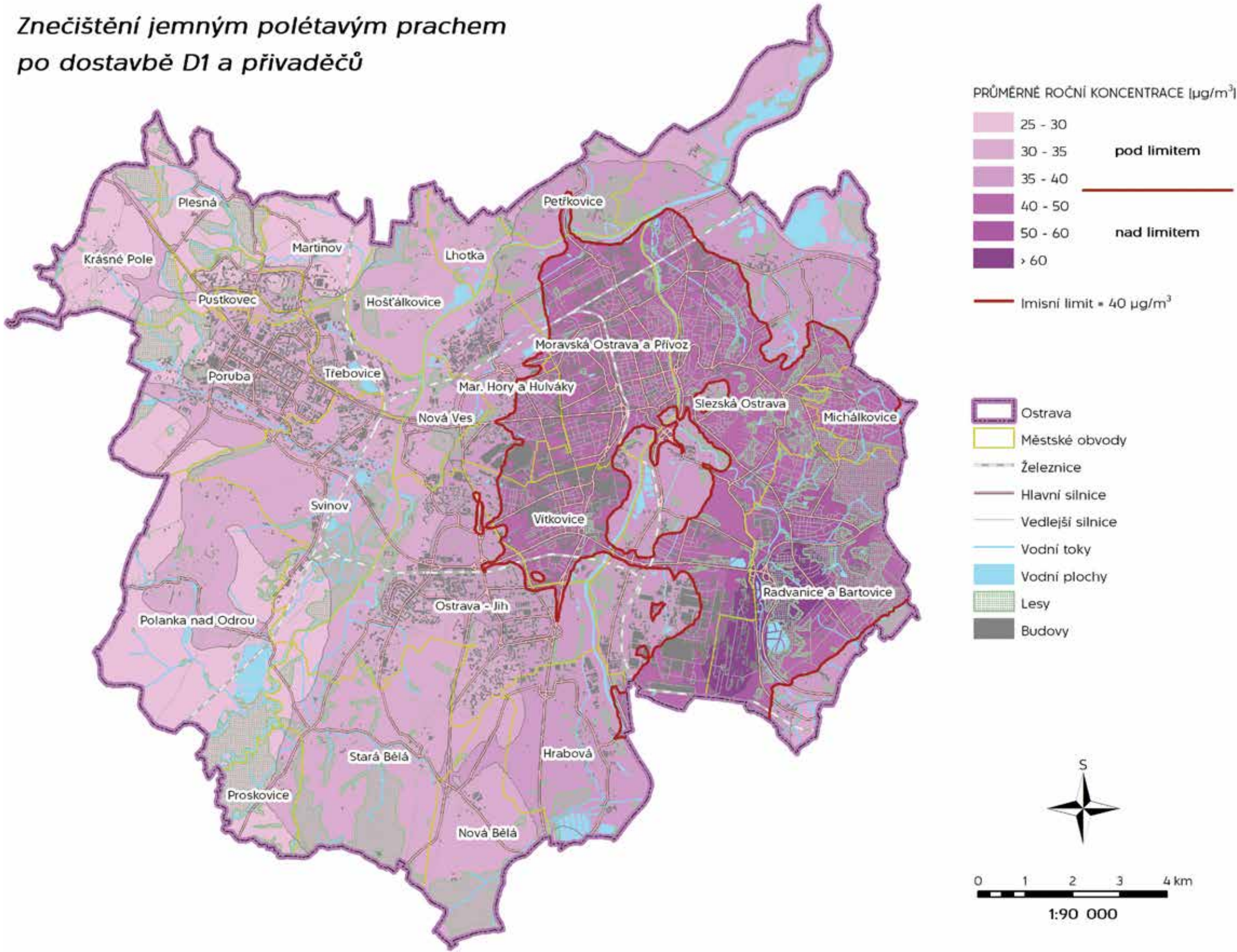
Jak bylo uvedeno na počátku, v Ostravě je významným zdrojem znečišťování ovzduší průmysl. Zpětným modelováním bylo zjištěno, že pokud by se významně snížily emise z velkých průmyslových areálů, nastal by stav, který popisuje další mapa na str. 91. Co to je významné snížení emisí? Model i technická logika odpovídají, že největší smysl má významné snižování emisí prachu z těch zdrojů, které jej produkují nejvíce v Ostravě. Pro vysvětlení smyslu této mapy je možné si představit emisní stropy, tedy jakési limitující pokličky nad průmyslovými areály, které nedovolí vypouštět odtud více, než uvádí následující tabulka:

Zóna	snížení emisí oproti roku 2007 (%)
1. Průmyslová zóna Nová Hut'	50
2. Průmyslová zóna Hulváky a Vítkovice	40
3. Průmyslová zóna Koksovna Šverma a Elektrárna Třebovice	10
4. Průmyslová zóna Koksovna Svoboda	10

Pokud by se provedlo pouze toto opatření, v oblastech s překročeným limitem PM<sub>10</sub> by zůstalo 6 % obyvatel Ostravy. To, že jsme se při našich předpovědích příliš nemýlili, si můžete ověřit na mapě znečištění PM<sub>10</sub> z roku 2009 (str. 53). To byl rok s nepříznivými rozptylovými podmínkami a zároveň „díky“ hospodářské recesi došlo ke snížení výroby a tím i ke snížení emisí z velkých průmyslových areálů, srovnatelnému s modelovanými hodnotami.

Pokud by se provedla všechna výše uvedená opatření, v oblastech s překročeným limitem PM<sub>10</sub> by žilo pouhých 0,5 % obyvatel Ostravy, jak je vidět na poslední mapě na str. 91.

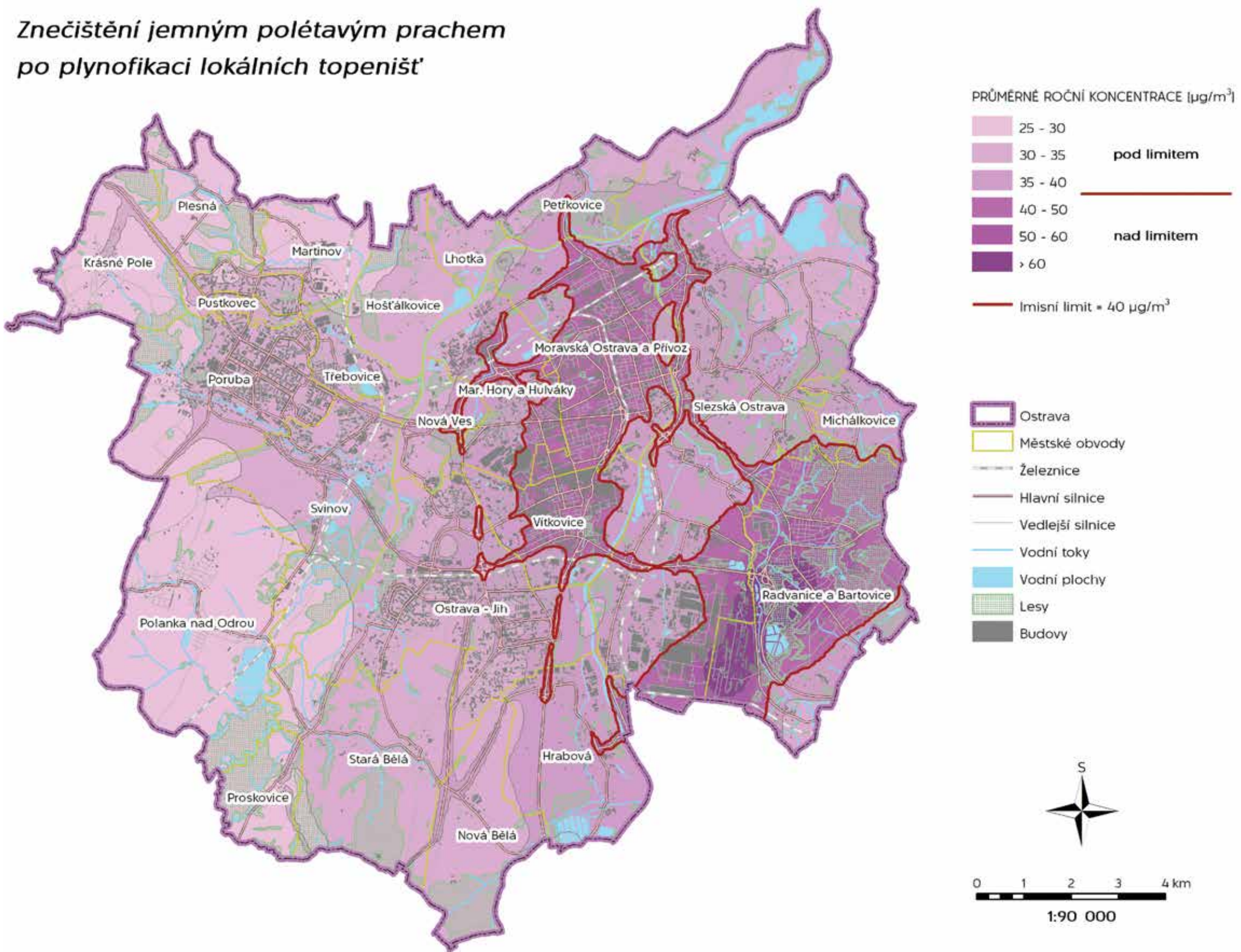
## Znečištění jemným polétavým prachem po dostavbě D1 a přivaděčů







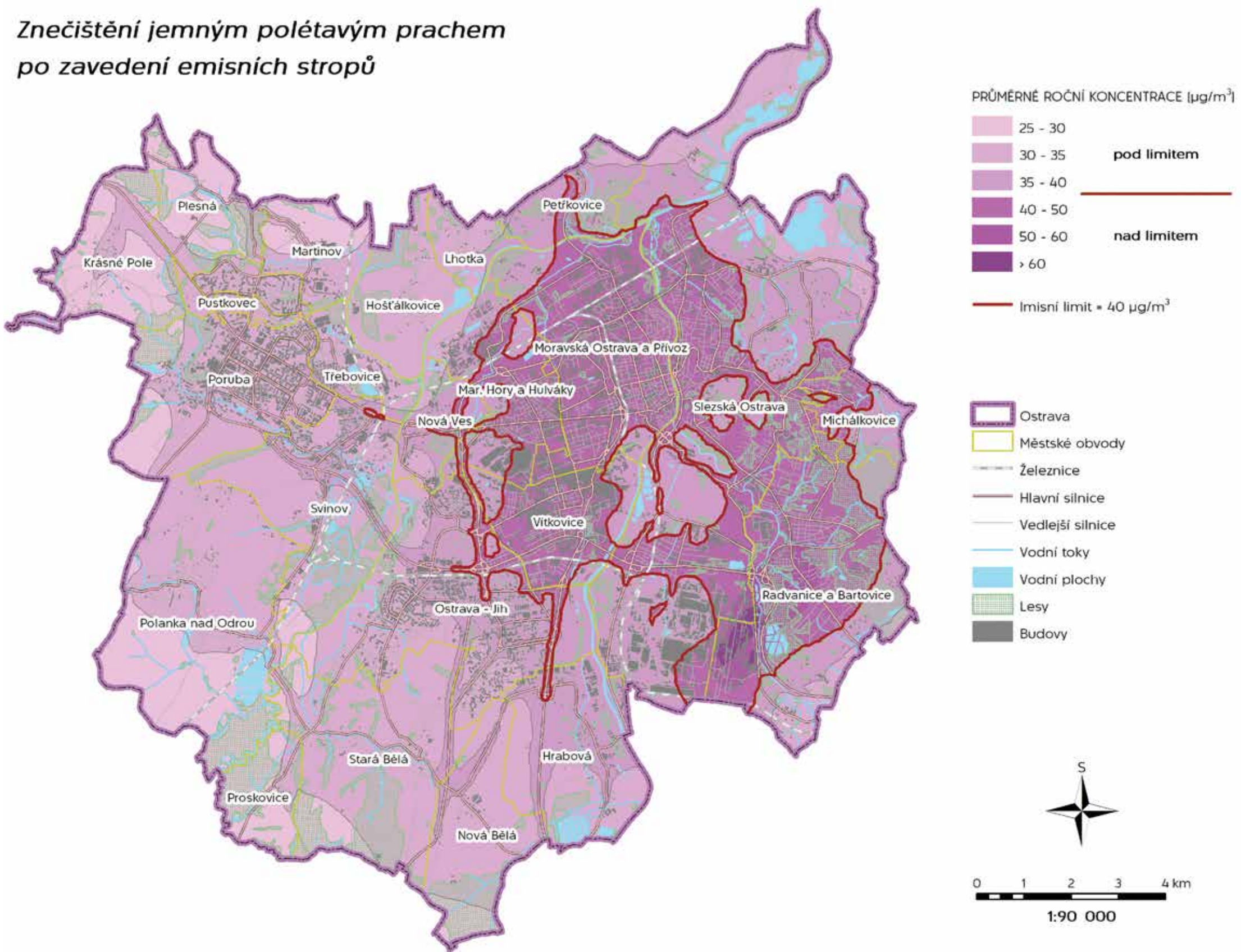
*Znečištění jemným polétavým prachem  
po plynofikaci lokálních topenišť*







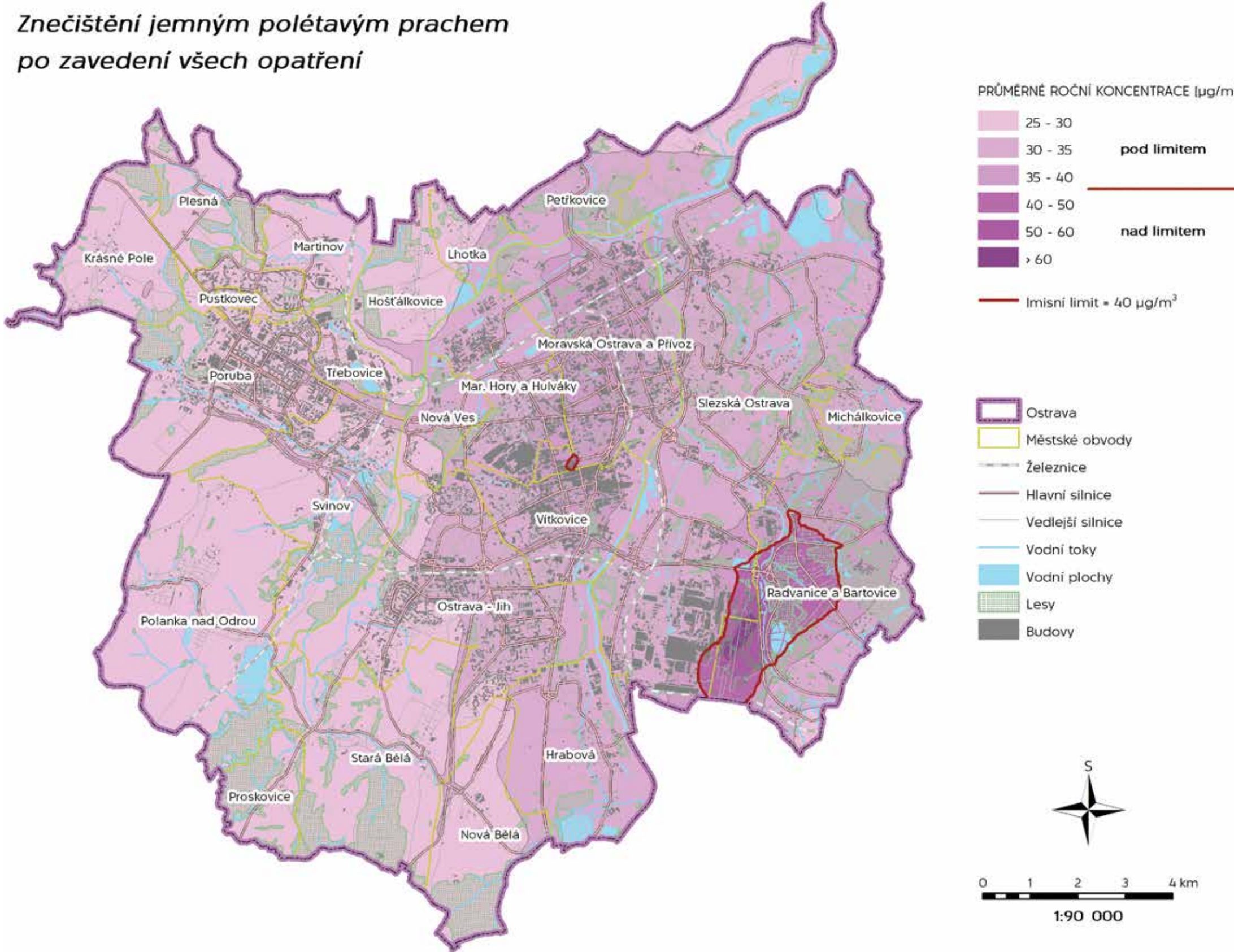
Znečištění jemným polétavým prachem  
po zavedení emisních stropů







*Znečištění jemným polétavým prachem  
po zavedení všech opatření*





The background of the entire slide features a series of black silhouettes of birds in various flight poses, scattered around a single, thin, dark diagonal line that runs from the bottom left towards the top right. The birds are positioned both above and below the line, creating a sense of movement and depth.

## PODÍL POLSKÝCH ZDROJŮ NA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA OSTRAVSKU

---

JAKÝ JE PODÍL POLSKÝCH ZDROJŮ NA OSTRAVSKÉM OVZDUŠÍ? DÍKY PRÁVĚ DOKONČENÉMU PROJEKTU AIR SILESIA MŮŽEME TUTO OTÁZKU ZODPOVĚDĚT V PODOBĚ NÁSLEDUJÍCÍCH MAP.



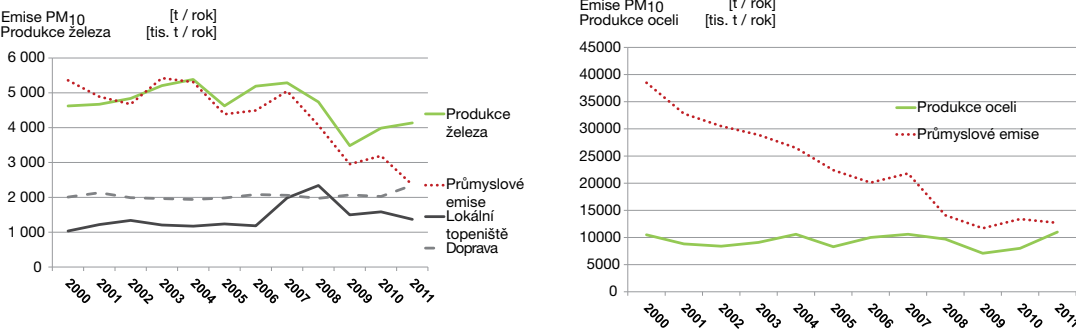
# PODÍL POLSKÝCH ZDROJŮ NA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ NA OSTRAVSKU

Air Silesia je projekt, na kterém se podíleli odborníci z významných institucí, zabývajících se kvalitou ovzduší v průmyslovém regionu severní Moravy a Slezska v Polsku a v České republice. Díky tomuto projektu mohla vzniknout nejen tato kniha, ale také přesnější poznání toho, jak se šíří znečištění ovzduší v celém regionu a nerespektuje přitom hranice. V letech 2010 až 2013 byla společným týmem provedena řada modelování a měření. Některé výsledky modelování, které provedl kolektiv autora, můžete vidět na následujících mapách. Modelování bylo provedeno pro roky 2006 a 2010 a byly přitom vzaty v úvahu všechny relevantní zdroje znečišťování. Tedy i ty významné průmyslové zdroje, které leží ještě 50 km za hranicí modelované oblasti.

Emise jemného prachu ze všech skupin zdrojů znázorňuje následující tabulka:

[t/rok]	CZ	PL	CZ	PL
	2006		2010	
Průmyslové zdroje v oblasti	3667	6684	2092	4239
Průmyslové zdroje mimo oblast	490	7939	223	9161
Lokální topeniště	1695	8829	1589	8610
Doprava	1134	1083	911	961

Vývoj emisí a výroby železa a oceli v oblasti severní Moravy a Slezska na české i polské straně ukazují následující grafy:



V grafech jsou uvedeny emise z různých skupin zdrojů, na polské straně pouze z průmyslových zdrojů. Zároveň je v nich uvedena výroba oceli a železa v regionu na obou stranách

hranice. V Polsku je vidět trend snižování emisí do roku 2008 při stálé produkci oceli. Tento trend byl u nás do roku 1998. Od roku 1999 až do roku 2009 trend emisí z průmyslových zdrojů v Moravskoslezském kraji kopíruje přibližně výrobu oceli. Od roku 2009 do roku 2011 dochází konečně k „rozevírání nůžek“ mezi výrobou železa a dalším snižováním emisí průmyslových zdrojů. To znamená, že se začínají uplatňovat technická opatření ke snižování emisí jemného prachu z nejvýznamnějších zdrojů.

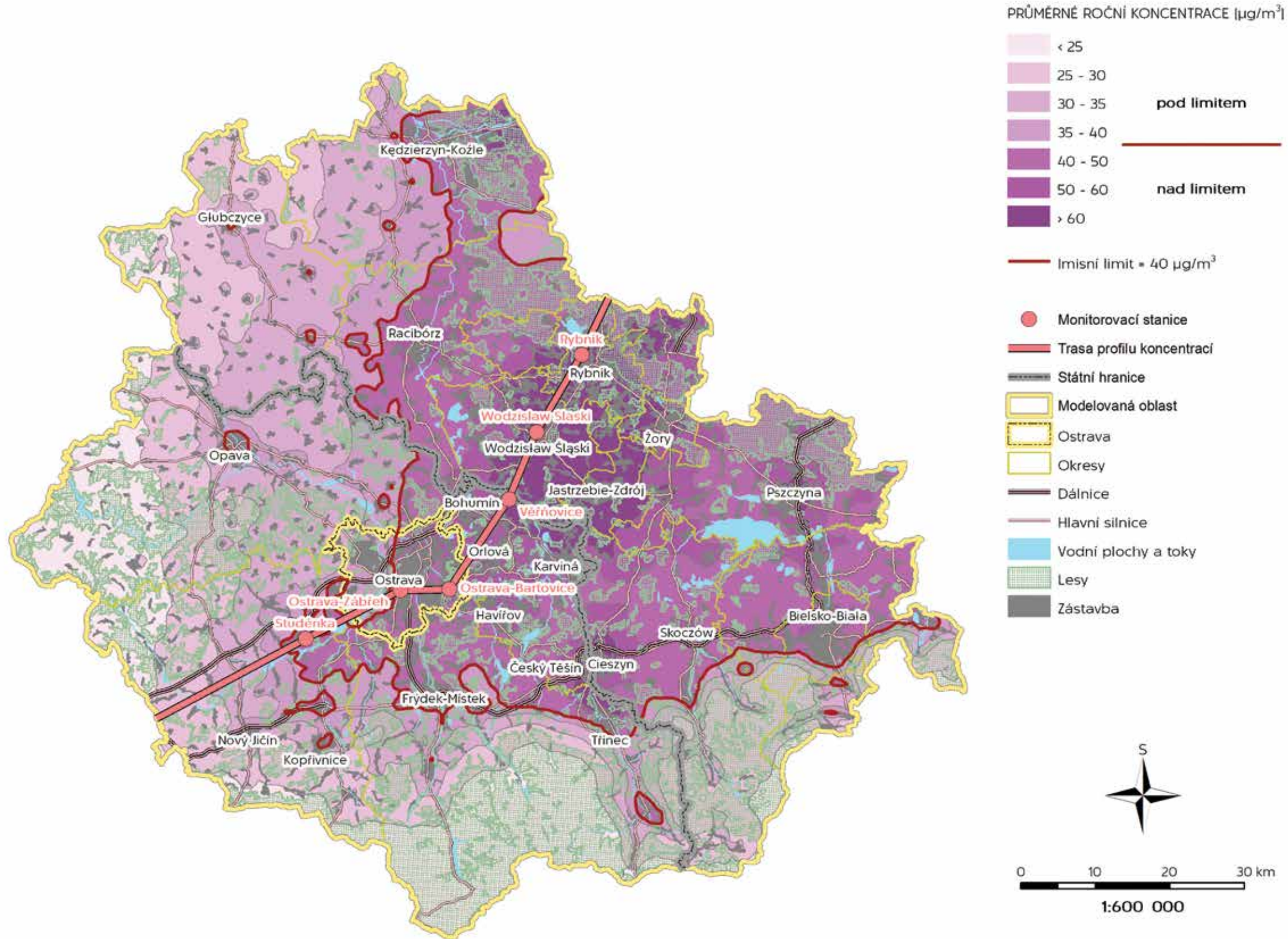
Na protější straně je vidět mapa území, kterým se projekt zabýval. Situace v roce 2006 ukazuje extrémní znečištění na území Polska v oblasti Rybnické aglomerace. Je to způsobeno zejména obrovským množstvím domácností s lokálním vytápěním méně kvalitními tuhými palivy. Průměrné roční koncentrace PM<sub>10</sub> zde dosahují hodnot přes 70 µg/m<sup>3</sup>. Na území Ostravy nejvyšší hodnoty v té době překračovaly 60 µg/m<sup>3</sup>. Celým územím jsme proložili čáru, která spojuje vybrané stanice imisního monitoringu. Touto čárou jsme provedli modelový řez znečištěním celé oblasti.

Díky tomu je možno na dalším obrázku (str. 99) znázornit graf, který vyjadřuje, jak se na této linii na celkové situaci podílí jednotlivé skupiny zdrojů. Dále ještě rozdělené na české a polské. Z obrázku je tedy patrné, jakými hodnotami imisí se na polské straně projevují české zdroje a naopak. Ukazuje se překvapivě dosti významný vliv polských rodinných domků a malých energetických zdrojů z Polska na Ostravu, který je srovnatelný s vlivem polských průmyslových zdrojů. Méně překvapivě se projevuje podobný vliv našich průmyslových zdrojů na polském území. Pokud si čtenář kdekoli na grafu vztyčí kolmici od vodorovné osy, získá přehled o vlivu jednotlivých skupin zdrojů na daném místě. Tedy kolik µg/m<sup>3</sup> jemného polétavého prachu v ovzduší průměrně za rok zde způsobuje určitá skupina zdrojů. Znečištění v grafu nezačíná od nuly. Vždy existuje určité regionální pozadí, nezávislé na posuzovaných zdrojích, které se každoročně mírně mění (obvykle okolo 20 µg/m<sup>3</sup>).

Jednodušší dělení, ale najednou pro celou oblast, je znázorněno na další mapě na str. 101. Zdroje jsou zde rozděleny pouze na ty, které leží v Polsku a ty z České republiky. Jejich působení je znázorněno škálou barev od zelené do červené. Převládající vliv českých zdrojů je znázorněn zelenou barvou a červenou je znázorněn převládající vliv polských zdrojů na imisní situaci. Pokud je barva žlutá, je vliv obou skupin srovnatelný a na imisích v těchto místech se podílejí napůl.

Na dalších mapách je možno vidět stejné zobrazení situace v roce 2010.

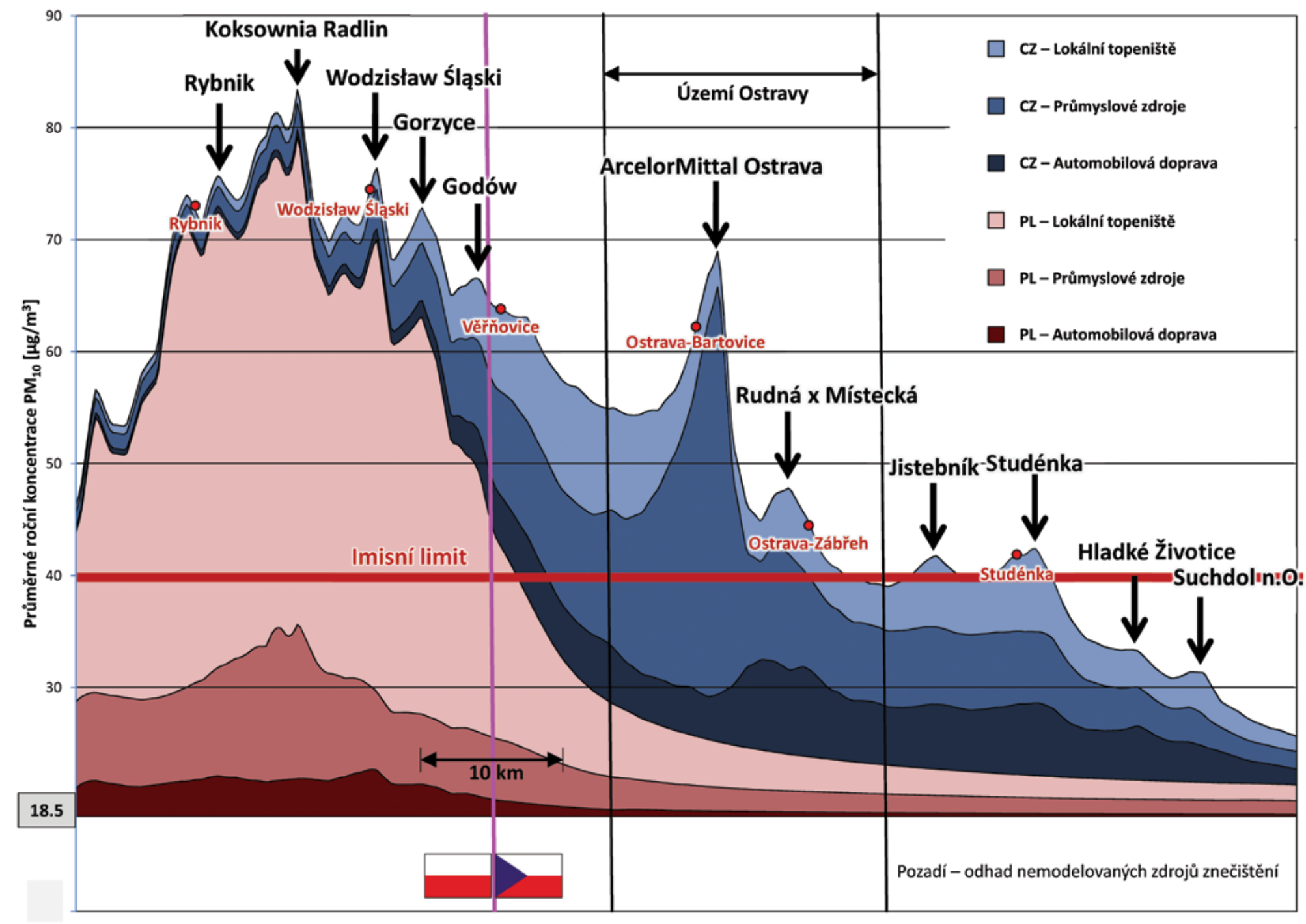
## Znečištění jemným polétavým prachem v roce 2006





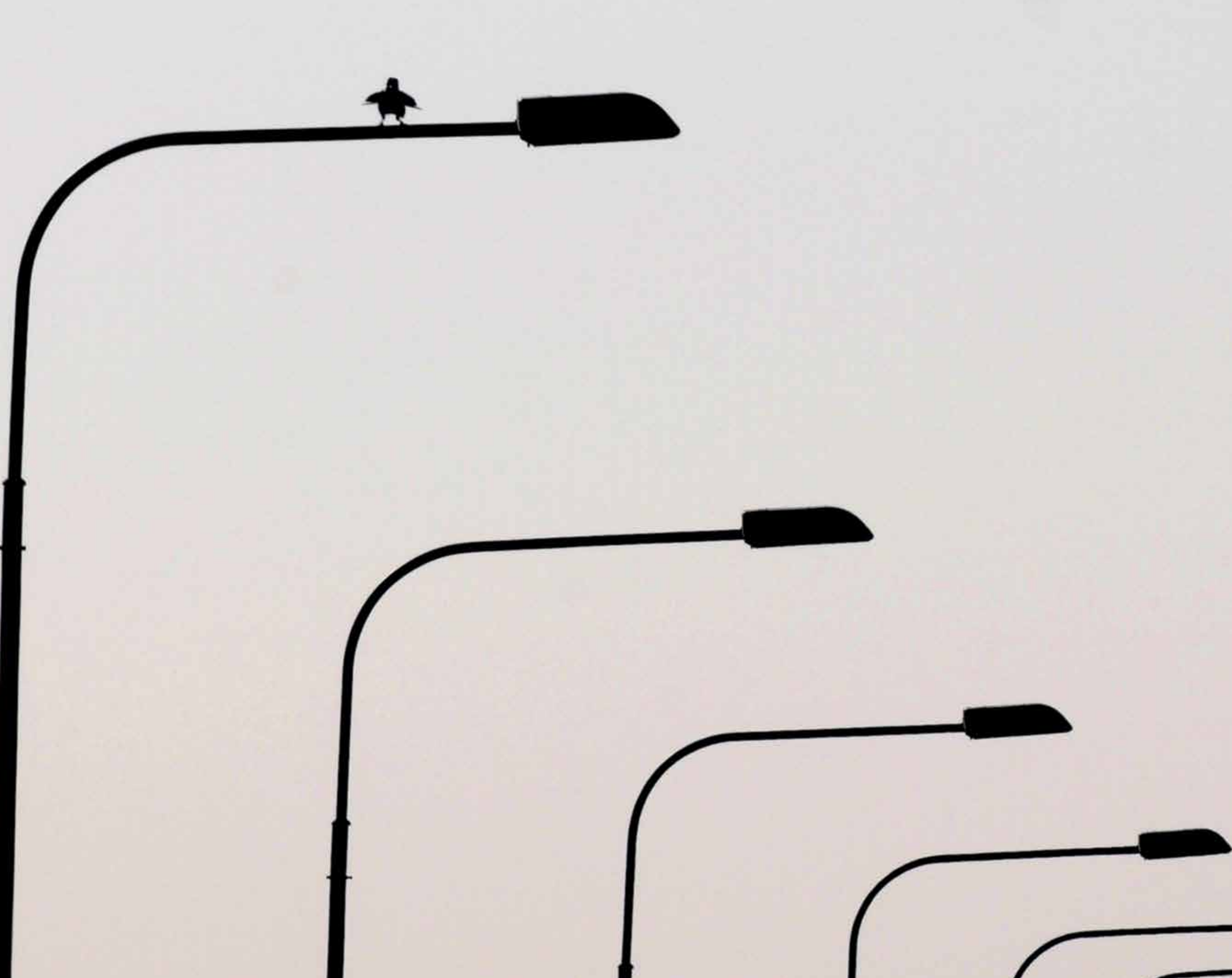


Podíl polských zdrojů na znečištění ovzduší na Ostravsku

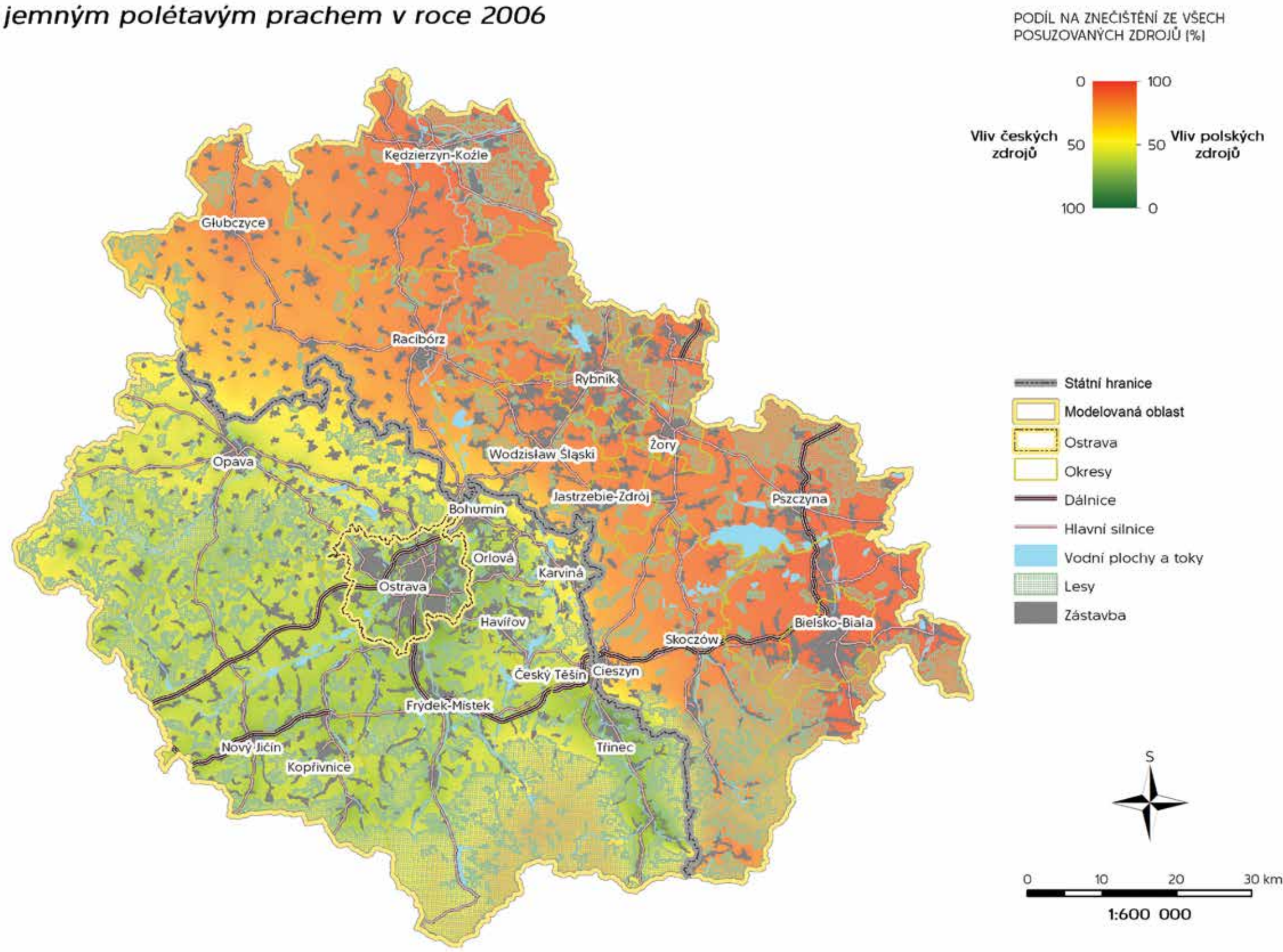


Graf podílu skupin zdrojů na imisích PM10 v centru zájmové oblasti v roce 2006





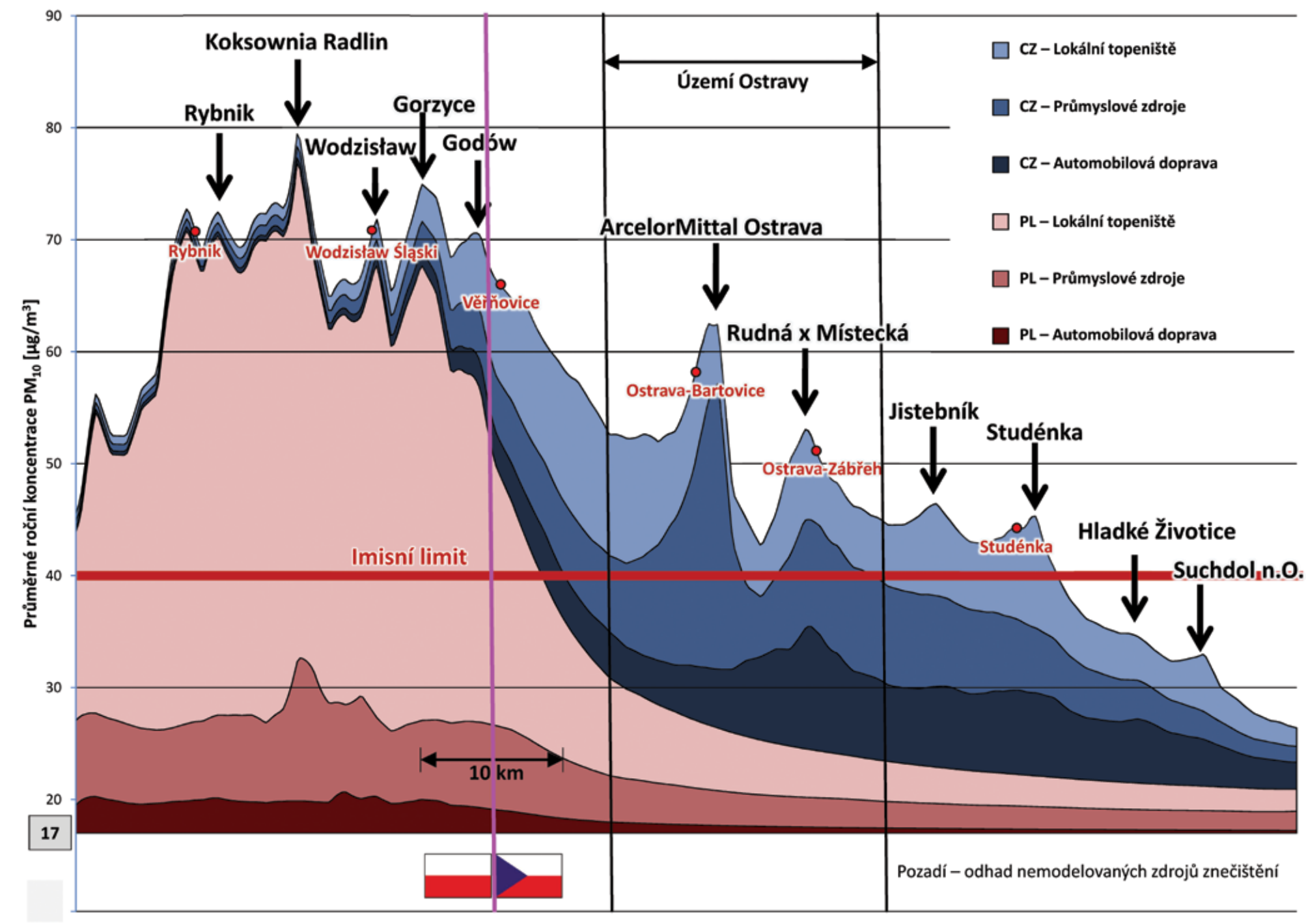
*Srovnání vlivu českých a polských zdrojů na znečištění  
jemným polétavým prachem v roce 2006*







Podíl polských zdrojů na znečištění ovzduší na Ostravsku

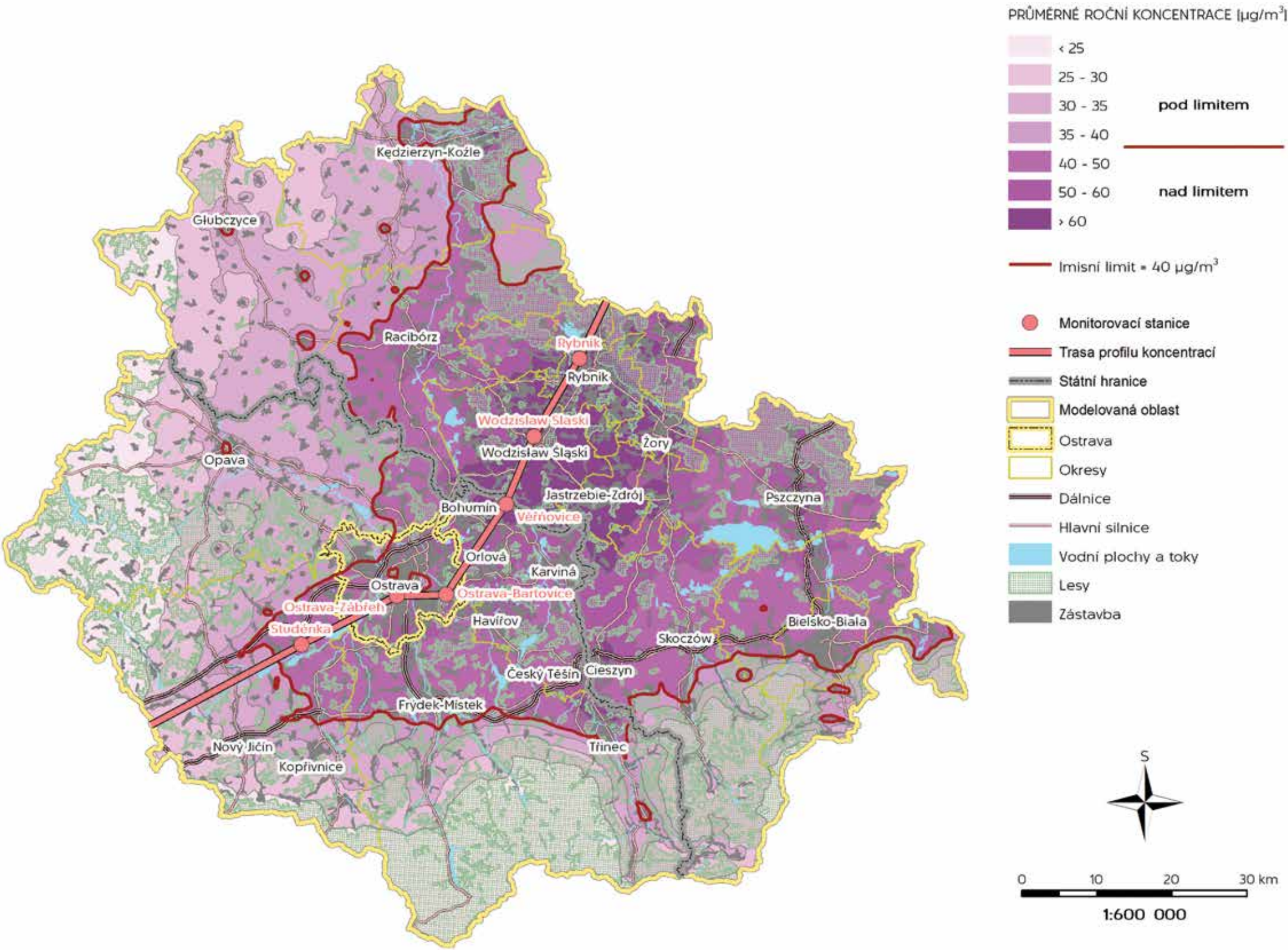


Graf podílu skupin zdrojů na imisích PM10 v centru zájmové oblasti v roce 2010





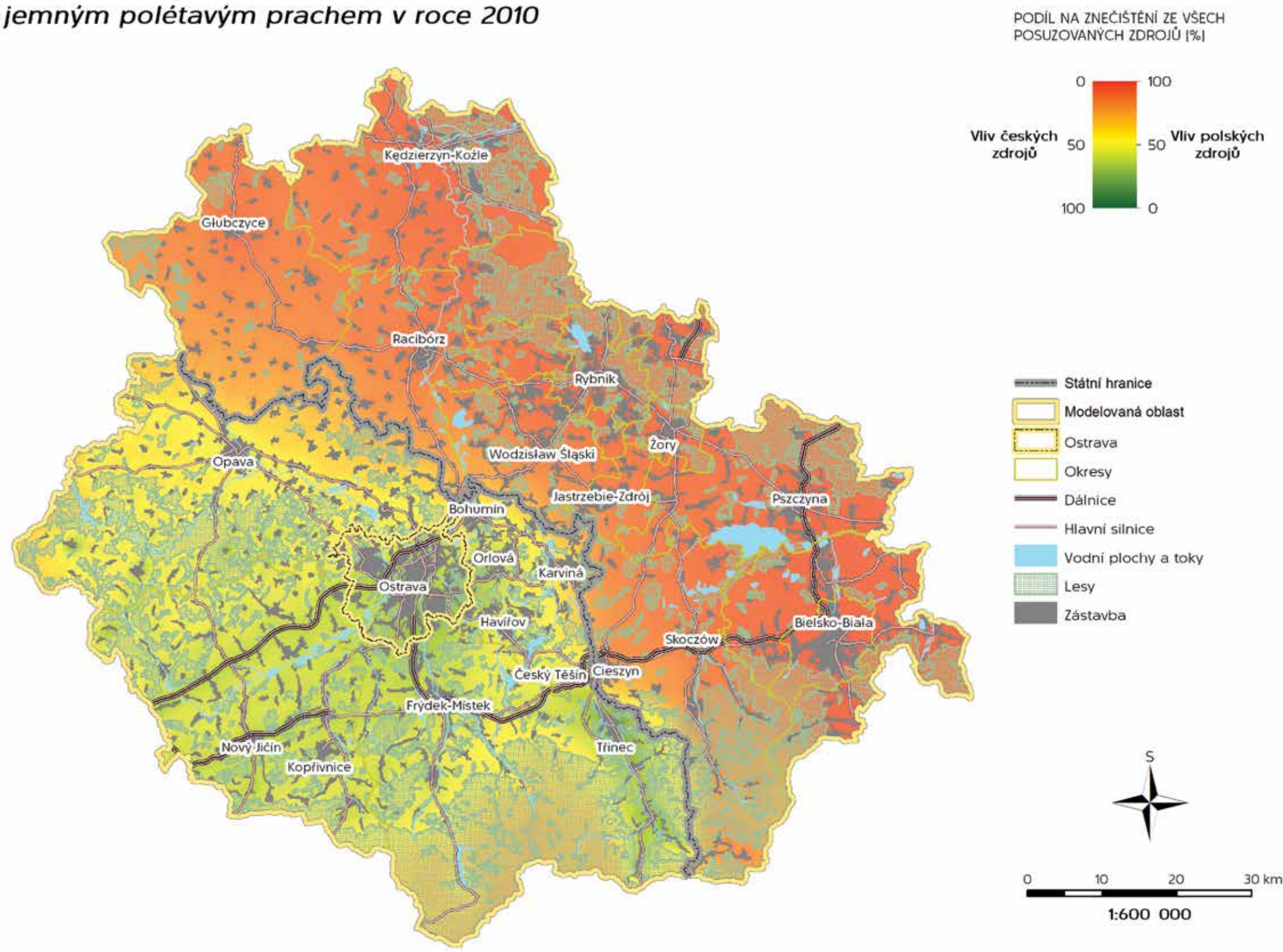
Znečištění jemným poléťavým prachem v roce 2010







*Srovnání vlivu českých a polských zdrojů na znečištění  
jemným poléťavým prachem v roce 2010*





The image is a black and white photograph featuring numerous small, white birds, possibly finches or similar small songbirds, perched along a thin, horizontal wire. The birds are distributed across the frame, with some appearing in small groups and others in isolation. The background is a solid, deep black, which makes the white birds stand out prominently. The lighting is soft, highlighting the contours of the birds' bodies and their heads. The overall composition is minimalist and artistic, focusing on the repetitive pattern of the birds and the stark contrast between the white and black.

## OSTRAVSKÝ PRACH

JAK VLASTNĚ VYPADAJÍ SKVRNY ZNEČIŠTĚNÍ, UVEDENÉ V PŘEDCHOZÍCH MAPÁCH PŘI POHLEDU ZBLÍZKA? ULTRAJEMNÉ PRACHOVÉ ČÁSTICE VYTVÁŘEJÍ SVÝMI TVARY, BARVAMI A KOMPOZICEMI FANTASTICKÝ SVĚT. V TÉTO KAPITOLE MŮŽE ČTENÁŘ PROSTŘEDNICTVÍM MIKROSKOPU DO TOHOTO TAJEMNÉHO SVĚTA NAHLÉDNOUT.



# OSTRAVSKÝ PRACH

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Jemné a ultrajemné částice v ovzduší a koloidní částice ve vodách se vyskytovaly vždy, a byly a jsou součástí životního prostředí na této planetě. Zdrojem byly sopečné erupce, lesní požáry a prach vzniklý erozí půdy a dalších minerálů unášených větrem. Ve venkovním ovzduší jsou kromě anorganických jemných prachových částic přítomny emise organických ultrajemných částic pryskyřičné povahy z jehličnanů a tzv. bioaerosol, zahrnující organismy, jako jsou viry, bakterie, houby a případně jejich části, rovněž živočišné a rostlinné produkty (spory a pyl). Významné jsou také kapičky mořské vody, třebaže většina z nich spadne poměrně brzy zpět do oceánu. Veškeré emise suspendovaných částic, vznikajících jako důsledek lidské činnosti, nazýváme jako antropogenní. Atmosférický aerosol je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti v rozsahu 1 nm až 100 µm. Významné se podílí na důležitých atmosférických dějích, jako je vznik srážek a teplotní bilance Země. Pokud jsou prachové částice menší než 100 nm, nazýváme je nanočásticemi nebo také ultrajemným aerosolem. Živé organismy se během evolučního procesu buď dokázaly přizpůsobit nadálým změnám, které nastaly v životních podmínkách na Zemi a pokud ne, tak zanikly. K tomu docházelo převážně v situaci, kdy nastala prudká změna v podnebí nebo jiných životních podmínkách (infekce), na které organismy nedokázaly dostatečně rychle reagovat. Organismy, které však díky své genetické výbavě byly schopny odolat nastalým změnám, přenášely svoji rezistenci na další generace.

Jiná situace se předpokládá, dojde-li ke kontaktu organismu s masivním počtem nanočástic nebo jedná-li se o nanočástice zcela nového typu, nejčastěji antropogenního původu, ať už z primárních nebo sekundárních zdrojů.

Suspendované částice dělíme na primární a sekundární. Primární částice jsou emitovány přímo ze zdrojů a pocházejí jak z antropogenních, tak přírodních zdrojů. Sekundární částice vznikají v ovzduší jako důsledek chemických procesů a fyzikálních jevů, jako jsou nukleace a kondenzace. Do ovzduší se vedle toho dostávají i částice prostřednictvím resuspenze, což je proces, kdy se už jednou usazené částice znovu dostávají do atmosféry vlivem dopravy, větru a dalších přírodních faktorů. Ty nejjemnější částičky hmoty podléhají koagulaci a kondenzaci. Který z těchto procesů převládne, záleží hlavně na celkové koncentraci suspendovaných částic. Výsledkem je vznik větších částic nebo také aglomerátů. Jejich velikost povětšinou nepřekročí 2 µm. Naopak pouhým mechanickým dělením (broušení, drcení, mletí) nejsme schopni původní hmotu dělit na finální částičky menší než 2 µm.

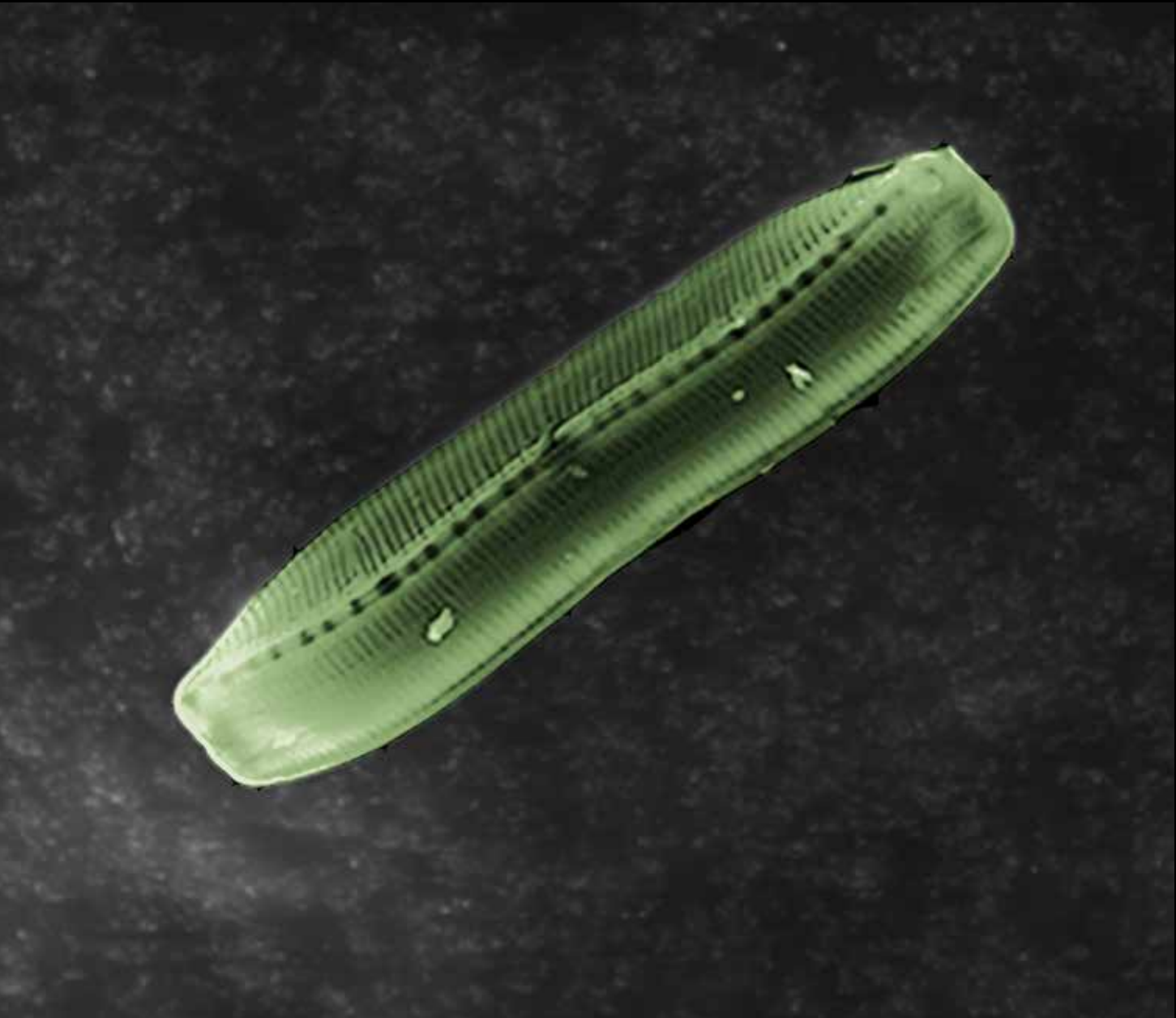
Samostatnou kategorií je přítomnost elementárního uhlíku ve venkovní atmosféře. Elementární uhlík vzniká při nedokonalém spalování fosilních paliv. Strukturou se podobá grafitu a do atmosféry se uvolňuje v podobě částic velikosti pod 1 µm. Vyskytuje se převážně ve formě nekystalické amorfní fáze, kterou známe pod termínem saze. Ty vznikají hlavně jako důsledek nedokonalého spalování fosilních paliv, ale rovněž jsou emitovány z výfuků vznětových motorů ve formě nanočástic.

Prachové částice jsou hlavní součástí přírodních jevů, které se projevují za vhodných meteorologických podmínek jako opar, kouř a prach. Kromě toho, že zhoršují viditelnost, představují vážný problém týkající se kvality ovzduší v některých průmyslových oblastech Evropské unie. V České republice se to týká hlavně ostravské průmyslové oblasti. S podobným problémem se však potýkají i další velká města a okolí větších průmyslových podniků v České republice. Navíc v příhraniční oblasti mezi Českou republikou a Polskem dochází k oboustrannému ovlivňování kvality ovzduší.

Velikost i složení částic jsou ovlivněny zdrojem, ze kterého pochází, vždy jde o směs látek s rozličnými fyzikálněchemickými vlastnostmi. Je to jemný prach vstupující do atmosféry prostřednictvím rozličných vysokoteplotních operací, jako jsou veškeré metalurgické provozy, spalovny, teplárny, doprava, a mnohé jiné lokální zdroje s menším významem, jako jsou např. kamenolomy. Tyto procesy produkují částice o velikosti kolem 20 nm. Aerosol může také vznikat větrnou erozí větších kompaktních celků stavebních ploch nebo v důsledku odstranění vegetačního pokryvu z půdy. Dalším zdrojem mohou být zemědělské práce, nepevněné cesty, těžební činnost a jakékoliv procesy, při kterých se vyskytují částice o dané velikosti (např. výroba a použití cementu a vápna). Atmosférický aerosol může také vznikat chemickou reakcí plynných složek (např. oxidu siřičitého s amoniakem) za vzniku částic o velikosti průměrně 300 nm. Svůj nemalý podíl na znečištění ovzduší prachovými částicemi představují lokální topeniště v občanské zástavbě. Existuje důvodné podezření, že nemalý podíl domácností ve snaze šetřit penězi za kvalitní a ekologická paliva, hlavně zemní plyn, spalují veškerý odpad včetně různých plastů. V malých kotlích na pevná paliva dochází při nesprávném režimu spalování k uvolňování velkého množství toxických látek včetně různých zástupců polyaromatických uhlovodíků a dioxinů. Tragédií tohoto sobeckého přístupu je ohrožování zdraví širokého okruhu obyvatelstva žijícího v oblasti spadu těchto toxických látek. Organické látky se při vstupu do venkovního ovzduší velmi ochotně nasorbují na přítomné jemné částice (správněji jemný aerosol) a tato nebezpečná směs anorganického

# „JAKO NA DNĚ MOŘE“

Volné ovzduší je rozmanitým prostředím, kde se kromě prашných částic, aerosolů a spor plisní nachází také velké množství drobných organismů. Na obrázku je jeden z nejčastěji se vyskytujících. Jedná se o rozsivku, jednobuněčný fotosyntetizující organismus s dvojitou křemičitou schránkou. Nejstarší mohou pocházet až z období spodní křídy. Velikost tohoto organismu je okolo 30 µm.





materiálu a organických látek je schopna putovat vzduchem na mnohakilometrové vzdálenosti. Takže částice a další sledované polutanty nacházející se ve zdejším ovzduší mohou pocházet ze zdrojů vzdálených i stovky kilometrů od místa jejich zachytu. V principu platí, že čím je průměr částice menší, tím dále setrvá v ovzduší. Částice o velikosti nad 10  $\mu\text{m}$  sedimentují na zemský povrch v průběhu několika hodin, zatímco částice nejjemnější (menší než 1  $\mu\text{m}$ ) mohou v atmosféře setrvávat týdny, než jsou postupně mokrou depozicí odstraněny. Je to hlavně z toho důvodu, že jemné prachové částčky se prakticky samovolně neusazují na zemském povrchu, dochází k tomu spíše cestou vytváření větších klastrů, či shluků, případně kondenzací vodní páry na jejich povrchu a takto nově vzniklé nepoměrně větší částčky se mohou zachytit na povrchu země, listech porostů anebo budovách. K emisím pevných částic dochází celoročně, ale je prokázáno, že v zimním období a zvláště v průběhu tzv. inverzních situací se situace prudce zhoršuje. Následkem tohoto nepříznivého stavu v ovzduší společně s dalšími faktory, jako je nízká teplota, dochází ke zvýšené dráždivosti sliznic dýchacího traktu a u osob s kardiovaskulárními problémy k objektivnímu zhoršení jejich stavu. Přítomné prachové částice, nesoucí na svém povrchu různé organické látky anebo i kladný elektrický náboj, mohou pak ve svém důsledku ovlivnit imunitní systém jedince a vyvolat řadu nežádoucích reakcí, jako je např. astma nebo pocit dušnosti. Účinek částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení. Je proto velmi důležité, aby byla kvalita ovzduší nepřetržitě monitorována. Postupem času, jak se zlepšuje vzorkovací technika, a zavádějí se nové postupy chemických analýz, přisuzuje se s ohledem na potenciálně nebezpečné vlastnosti větší význam právě nejjemnějšímu podílu částic. Jemný a ultrajemný aerosol snáze proniká až do dolních cest dýchacích, případně až do plicních sklípků, kde mohou díky svým nepatrným rozměrům atakovat povrchový epitel, usazovat se zde, ale mohou i pronikat přes buněčnou membránu do jejího vnitřního kompartmentu a ovlivňovat její metabolismus nebo vyvolat nevratné změny ve struktuře DNA. Není vyloučen ani jejich průnik do krevního řečiště a rychlý transport po celém organismu a následně k jejich zachytu v centrálním nervovém systému, játre, ledvinách nebo dalších orgánech. Poznatky o tom, jak se konkrétní nanočástice bude v organismu chovat, zatím nejsou zcela jasné. Jedná se o velmi složitou situaci s mnoha proměnnými a výsledky testů prováděných nyní nejčastěji formou in vitro poskytují často nekonzistentní data. Pokud převládají testy s potvrzenými patogenními účinky na živý organismus, nahlíží se na takovýto materiál podle principu předběžné opatrnosti. Tzn. manipulace s takovýmto nanomateriálem se děje za přísných bezpečnostních podmínek. Tady je opět nutné zdůraznit, že příroda sama je mocným zdrojem těchto submikronových částic, nejčastěji to jsou sopečné výbuchy nebo obrovské lesní požáry. Předpokládá se, že evoluci se lidský organismus s tímto přírodním aerosolem dokáže vyrovnat, avšak v případě útoku masivním počtem nanočástic zcela nového typu a je-li imunitní systém člověka v dané chvíli zatížen jinou nemocí, či oslaben, může dojít k vážnému chronickému poškození zdraví. Výzkum působení nanočástic na lidský organismus představuje velmi širokou škálu účinků zahrnujících, kromě jiných, působení oxidačního stresu, vznik zánětů a fibrózních reakcí.

Ve venkovním ovzduší nenacházíme pouze biologicky velmi obtížně rozložitelný anorganický aerosol. Je zde vždy přítomen i tzv. biologický aerosol. Bioaerosol zásadním způsobem neovlivňuje koncentrační hodnoty jemného aerosolu a nemá rovněž, až na výjimky, negativní účinky na lidské zdraví. Součástí jemného aerosolu jsou rovněž různé anorganické soli.

Hlavně jsou to sírany a dusičnany, nejčastěji jejich amonné soli. Vznikají za přispění slunečního záření a dalších faktorů jako produkt druhotných chemických reakcí plyných emisí přírodního i antropogenního původu probíhajících v atmosféře.

Anorganické prachové částice mají různé chemické složení. V případě těch větších je zdrojem hlavně zvětřování půd, hornin a dalších složek zemské kůry. Jedná se tudíž hlavně o křemičitany a hlinitany alkalických kovů a kovů alkalických zemin, jako jsou vápník, hořčík, sodík a draslík. V případě jemného aerosolu jsou ve zdejším ovzduší zastoupeny hlavně kovy, jako železo, mangan, chrom a četné jsou shluky nanočástic sazí.

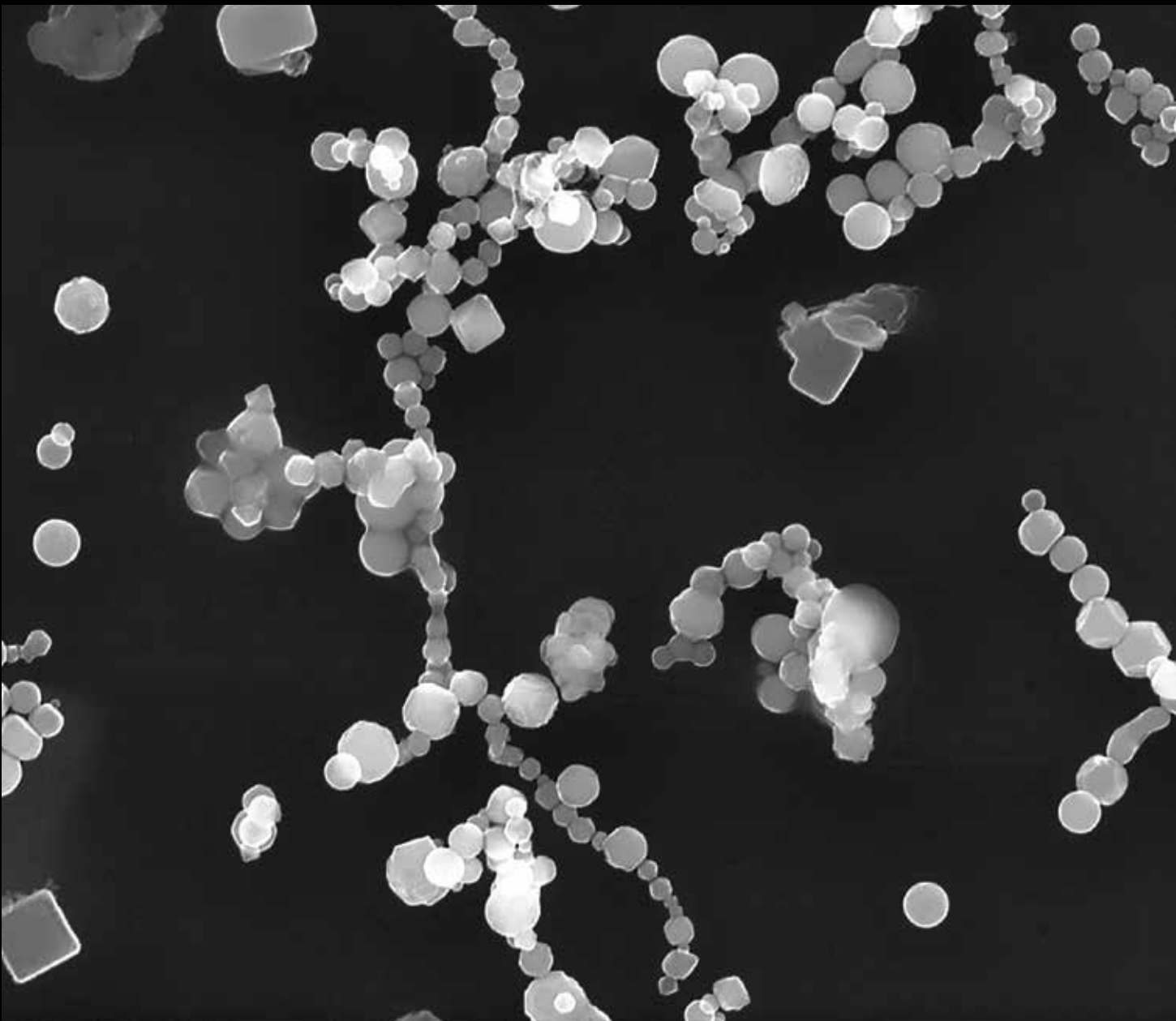
Významnou roli hrají ve venkovním ovzduší průmyslových center vláknité materiály. Dostávají se do ovzduší jak z přírodních zdrojů, tak hlavně jako důsledek lidské činnosti. Organická vlákna, jako jsou textilní materiály nebo srst zvířat, představují na velikostní škále spíše hrubé částice. V centru zájmu jsou hlavně anorganická vlákna, jejichž průměr je pod 5  $\mu\text{m}$ , ať už přírodního původu nebo vyrobená synteticky. Jejich krátkodobé emise mohou doprovázet různé sanační práce, kdy se staré tepelně izolační materiály nahrazují novými. Nebezpečná jsou pro člověka hlavně vlákna azbestová, která se mohou uvolňovat i samovolně např. zvětřováním eternitových střešních krytin. V současnosti slovo azbest je především technický název pro vláknitou formu několika se v přírodě vyskytujících minerálů, které byly v minulosti široce využívány pro své vynikající tepelně izolační, protipožární, mechanické a chemické vlastnosti. Dělí se na dvě základní skupiny minerály – serpentínové skupiny a amfibolové skupiny. Při dlouhodobé expozici může jejich zachyt v dolních cestách dýchacích vyvolat zánět a posléze i rakovinné bujení. Proto je nutné při jakékoliv manipulaci s materiálem, kde byla azbestová vlákna potvrzena nebo je na jejich přítomnost vážné podezření, velká obezřetnost a dodržování všech předepsaných prostředků osobní bezpečnosti. Důležitá je zvláště ochrana dýchacích cest. V současné době je pozornost soustředěna i na některé typy synteticky vyráběných minerálních vláken. Existuje zde vážné podezření, že za určitých okolností mohou vyvolávat vážná poškození zdraví, obdobně jako tomu je v případě azbestu. Naštěstí jejich četnost výskytu ve venkovním ovzduší našeho regionu není příliš velká. Větší výskyt vláknitého minerálního materiálu, především sádrovce, je možné prokázat ve školních třídách, hlavně tam, kde je zanedbávána pravidelná očista podlahy vlhkým hadrem. Předpokládá se, že tento jemné vláknitý materiál nemá zásadní škodlivé vlastnosti. Vzhledem ke své povaze se bude po depozici v dýchacím traktu postupně rozpouštět a čistícími pochody odstraňovat z organismu.

Je zřejmé, že všechny již známe negativní dopady znečištění ovzduší na Ostravsku na lidský organismus a na životní prostředí vůbec, jsou dostačujícím důvodem pro to, aby byla tato problematika studována co nejpodrobněji využívajíc při tom nejmodernějších měřicích, ale i zobrazovacích metod. Současná měřicí technika nám dokonale dokáže zmapovat situaci ve vztahu k celkovému znečištění, jsme také schopni zjistit i velmi rychlé změny ve velikostní distribuci prachového aerosolu. Tyto poznatky jsou základem pro vypracování matematických modelů schopných odhalit konkrétní původce anomálního znečištění, případně i předpovědět pravděpodobný další vývoj. To, čeho jsme svědky nyní, že povolené roční limity v překročení 24hodinových limitů pro  $\text{PM}_{10}$ , jsou vyčerpány již v prvním čtvrtletí roku, je velmi závažný problém.

# „POZTRÁCENÉ KORÁLE“

Snímek ukazuje nádherný svět ostravského mikrosvěta v ovzduší. Takovéto částice, jejich agregáty a v této četnosti nalézáme snad jen zde. Je to různorodá směs částic složením odpovídajících oxidům železa. Nacházíme zde i anorganické soli, hlavně sírany. Krystaly síranů jsou velmi citlivé na teplotu, a když se na ně zaměříme skenovacím mikroskopem, rychle mizí. Malé kuličky jsou ovšem právě oxidy železa a pozorování bez problému zvládnou. Nejmenší částice mají velikosti nano, v průměru jsou veliké kolem 200 nm.

Vzorek byl odebrán dne 7. 9. 2011 v Ostravě-Radvanicích.





Díky současným pokrokům v různých zobrazovacích metodách můžeme dnes nahlédnout do tohoto mikrosvěta a spatřit i vzhled těchto prachových částic. A nejen je vidět, ale rovněž zjistit jejich chemické složení. Současná elektronová mikroskopie nám všechno toto, ale ještě i mnohem více, umožňuje. Pro lidskou představivost je velmi důležité, aby viděla pod abstraktními pojmy, jako je  $PM_{10}$ , konkrétní prašný aerosol. Vzhled jednotlivých částic, aglomerátů a klástrů, jejich povrch a chemické složení může hodně napovědět i o cestě jejich vzniku a tím potažmo i na konkrétní zdroj. Existují speciální vzorkovací techniky zaměřené speciálně jen na určitou velikostní frakci prachových částic. Právě při následném pozorování takto vybrané části z veškerého prašného aerosolu můžeme lépe dokladovat, jestli je některá velikostní frakce více či méně nebezpečná vzhledem k obsahu těžkých kovů. Skenovací elektronová mikroskopie dokáže velmi efektivně v odstínech šedi rozlišit jednotlivé částice podle jejich chemického složení, resp. podílů jednotlivých atomů v nich obsažených. Velké atomy při pozorování v komoře skenovacího elektronového mikroskopu mnohem lépe odrážejí dopadající elektrony, což se nám po jejich detekci projeví světlejším odstínem šedi. Tato metoda pozorování nám velmi průkazně odhalí přítomné částice sazí nebo organické matérie od anorganických fází s vysokým obsahem vápníku, anebo, jak tomu je nejčastěji zde v Ostravě, s vysokým obsahem železa. Prach odebraný přímo na provozech oceláren je typický naprosto převládajícím obsahem krásných, vesměs kulovitých částic vznikajících během zkujňovacího procesu. Na několika nálezech bylo potvrzeno, že tento jemný aerosol tvoří vlastně bublinky zatuhlých oxidů železa. Přítomny jsou i částečně krystalické mikrostruktury roztodivných tvarů. Roztavené mikrokapičky železa ihned poté, co vniknou do okolní atmosféry, podléhají bouřlivé oxidaci připomínající explozi a dále se dělí na menší, až nakonec dojde k ustavení chemické a po malé chvilí i fyzikální rovnováhy a vytvoří se tuhý jemný aerosol mikrokuliček oxidů železa. Takto se do atmosféry dostávají miliardy těchto kuliček a jiných roztodivných tvarů, včetně krásných krystalů magnetitu nebo hematitu. V důsledku jejich nepatrné velikosti a pravděpodobně i nízké specifické hmotnosti způsobené dutinou uvnitř, mohou být nadnášeny větrnými proudy a přemísťovány i desítky až stovky kilometrů od místa svého vzniku. Při pozorování jednotlivých frakcí odebraného suspendovaného prachu je zřetelně prokázáno, že počet částic nad  $10\text{ }\mu\text{m}$  je zanedbatelný v porovnání k počtu částic menších než cca  $2,5\text{ }\mu\text{m}$ .

Pozorováním zachycených prachových částic submikronových velikostí zjistíme, že se vyskytují převážně ve formě malých shluků (aglomerátů) hroznovitého tvaru nebo řetízkovitých tvarů. Byly pozorovány řetízkovité struktury sestávající z více než padesáti částic. Velikost primárních částic je často menší než  $100\text{ nm}$  a zařazují se proto mezi nanočástice. Předpokládá se, že soudržné síly těchto aglomerátů nejsou příliš velké a po vdechnutí se mohou rozpadat na jednotlivé stavební kameny. Jsou to tedy z toxikologického pohledu potenciální zdroje nanočástic.

Jak je v obrazové části publikace patrné, v odebraných vzorcích můžeme pozorovat i organické částice. Převažují pylová zrna, ale není vzácností setkat se s rozsivkou, což je jednobuněčná řasa s dvojdílnou křemičitou schránkou. Může jít o již odumřelou řasu nebo jen její torzo. V těchto případech musíme na tyto částice pohlížet vzhledem ke složení jejich schránky jako na anorganické částice. Spatřit mezi zachyceným prachem jiný organický materiál je velmi vzácné. Spory a různé typy bakterií jsou k vidění častěji při odběrech ovzduší z vnitřních prostor, zvláště tam, kde dochází k větší kumulaci lidí.

Při pohledu na ukázky objektů z mikrosvěta částic musíme obdivovat různorodost tvarů. Tito neviditelní souputníci, nalézající se v okolním životním prostředí, nás mohou fascinovat svou symetrií, krystalickou pravidelností nebo naopak nedefinovatelností tvarů, kdy roztavená hmota zatuhla dříve, než se atomy stačily v prostoru rozmístit za vzniku ideálních krystalů.

MŮZEME SAMI OVLIVNIT KVALITU VZDUCHU, KTERÝ DÝCHÁME?

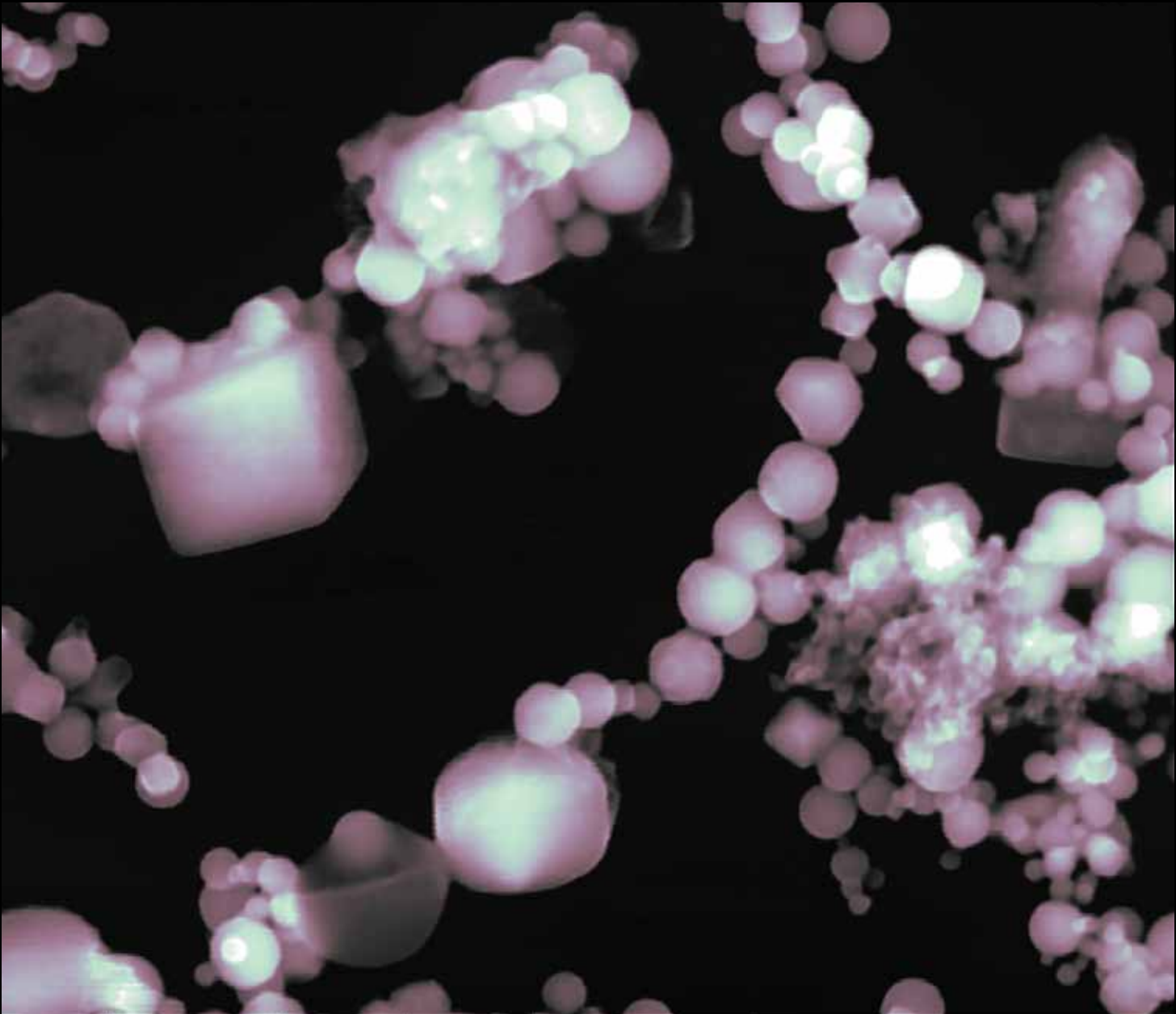
Můžeme být fascinováni, ale jen do chvíle, než si plně uvědomíme, že každý obyvatel Ostravy vdechne každý den statisíce těchto a mnoho podobných částic. Pak musíme obdivovat a smeknout před schopností našeho respiračního traktu, který se dokáže s takovýmto dennodenním přídělem vypořádat. Cena za tento úděl může u vnímavějších jedinců vyústit v různá chronická onemocnění kardiovaskulárního nebo bronchiálního typu, proto je každé ekonomicky únosné opatření vedoucí ke snížení koncentrace polétavého prachu velmi žádoucí. Začít můžeme u vysazování a údržby městské zeleně. Zeleň pozitivně ovlivňuje mikroklima tím, že zachytává prach a další škodliviny z ovzduší, tlumí hluk z dopravy a zadržuje dešťovou vodu, která pak zvlhčuje vzduch. Proto je žádoucí v co největší míře zachovávat a rozšiřovat zelené plochy. Musíme bojovat i se zvlřeným prachem na městských komunikacích, ideálním prostředkem je pravidelné zkrápění komunikací v parných dnech. Bohužel mnohá města si tento jednoduchý avšak účinný postup nemohou z finančních důvodů dovolit. V opozici k tomuto postoji stojí úvaha o předpokládaných nákladech na celoživotní léčbu jediného člověka s chronickým onemocněním horních cest dýchacích nebo po infarktu myokardu a dalších chorob vzniklých z pobytu v zamořeném prostředí. Jejich výše dosahuje částky srovnatelné s nákladem na koupi čistícího zařízení. Přitom jedna čistá městská čtvrť může zlepšit zdravotní stav u desítek nemocných.

Pohled z bývalé vysoké pece č. 1 v Dolní oblasti Vítkovice na současnou Ostravu nás přesvědčí, že přes všechny potíže dochází k viditelnému zlepšení životního prostředí v tomto průmyslovém centru, kdysi nazývaném jako Ocelové srdce republiky. A není pochyb o tom, že tento trend bude nadále úspěšně pokračovat.

# „PODÍVEJ, JAK TO ŘETÍZKUJE...“

Tento snímek dokumentuje symbiózu krystalů chloridu sodného, tvořících krásné krychle, s kulovitými částicemi oxidů železa a oktaedrickými krystaly magnetitu.

Vzorek odebrán v Ostravě-Radvanicích.

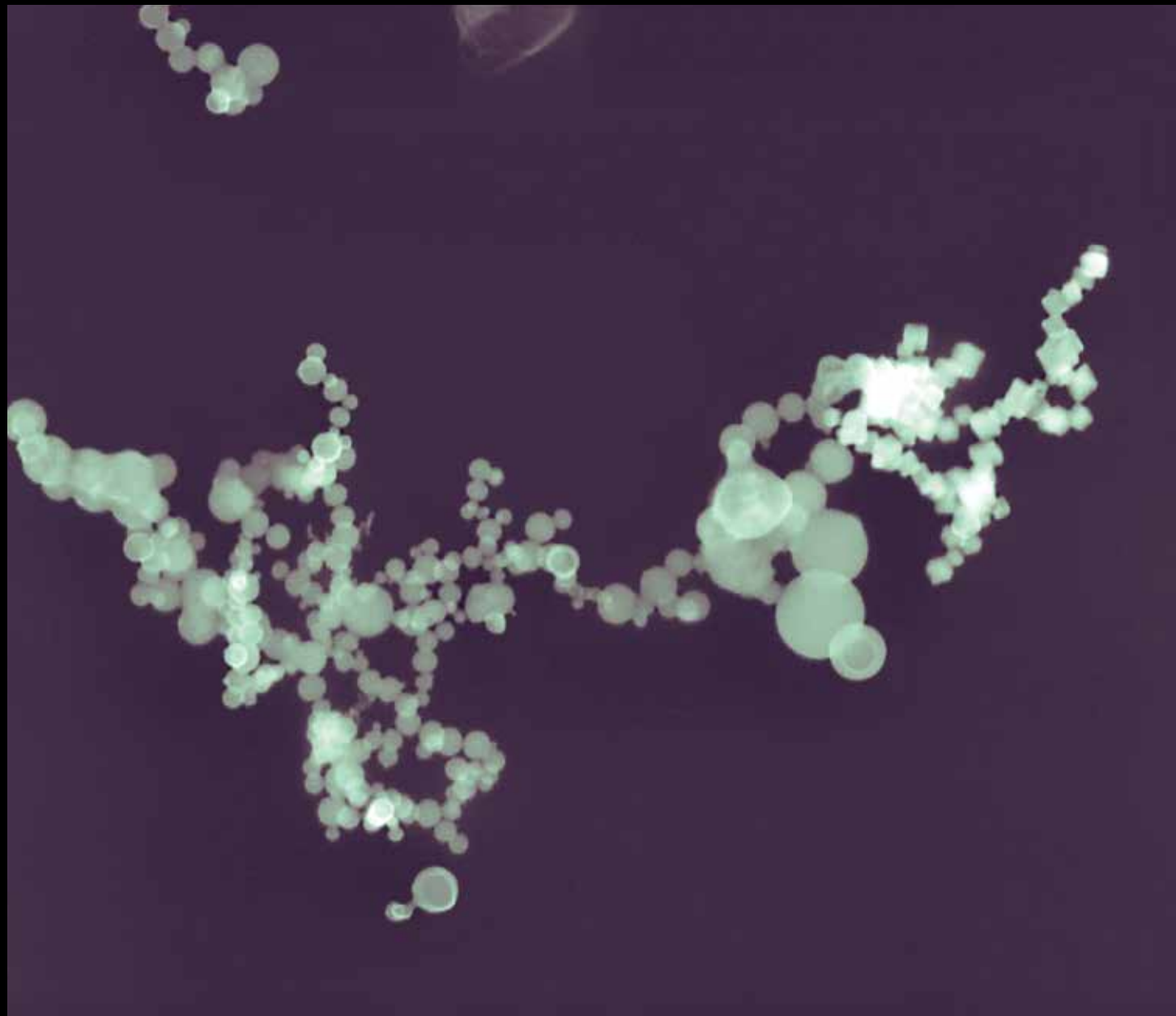




## „SOUŽITÍ V MIKROSVĚTĚ“

Je fascinující spatřit, jak se dokážou tyto submikronové částice a nanočástice vzájemně provázat.

Vzorek odebrán v Ostravě-Radvanicích.



## „KIWI“

Další z důkazů existence života v ovzduší. Tentokrát se pravděpodobně jedná o pylová zrníčka.

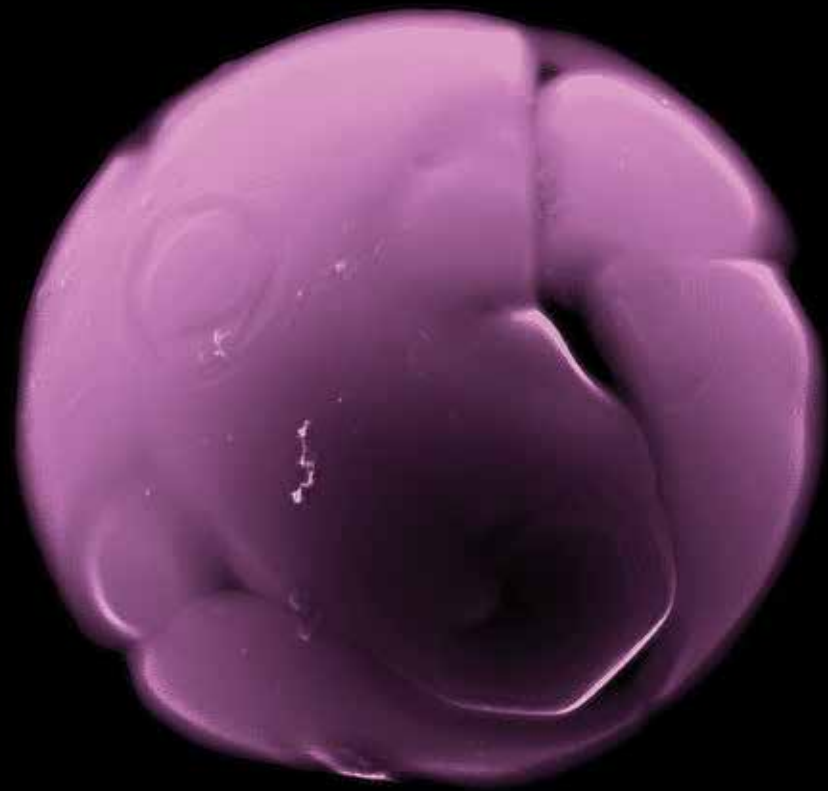




## „FOTBALOVÝ MÍČ“

Pro Ostravsko typická kulovitá částice složená z oxidů železa. Krásně je zde vidět počátek tvorby krystalické formy, kdy na povrchu dochází ke vzniku různých symetrických kreseb a vrásnění. Rychlost tuhnutí byla ovšem příliš velká, takže zůstalo jen u náznaků krystalů. Velikost částice je cca 3  $\mu\text{m}$ . Vzhledem k poměrně vysokému bodu tání oxidačních forem železa je nejpravděpodobnějším místem vzniku metalurgie železa.

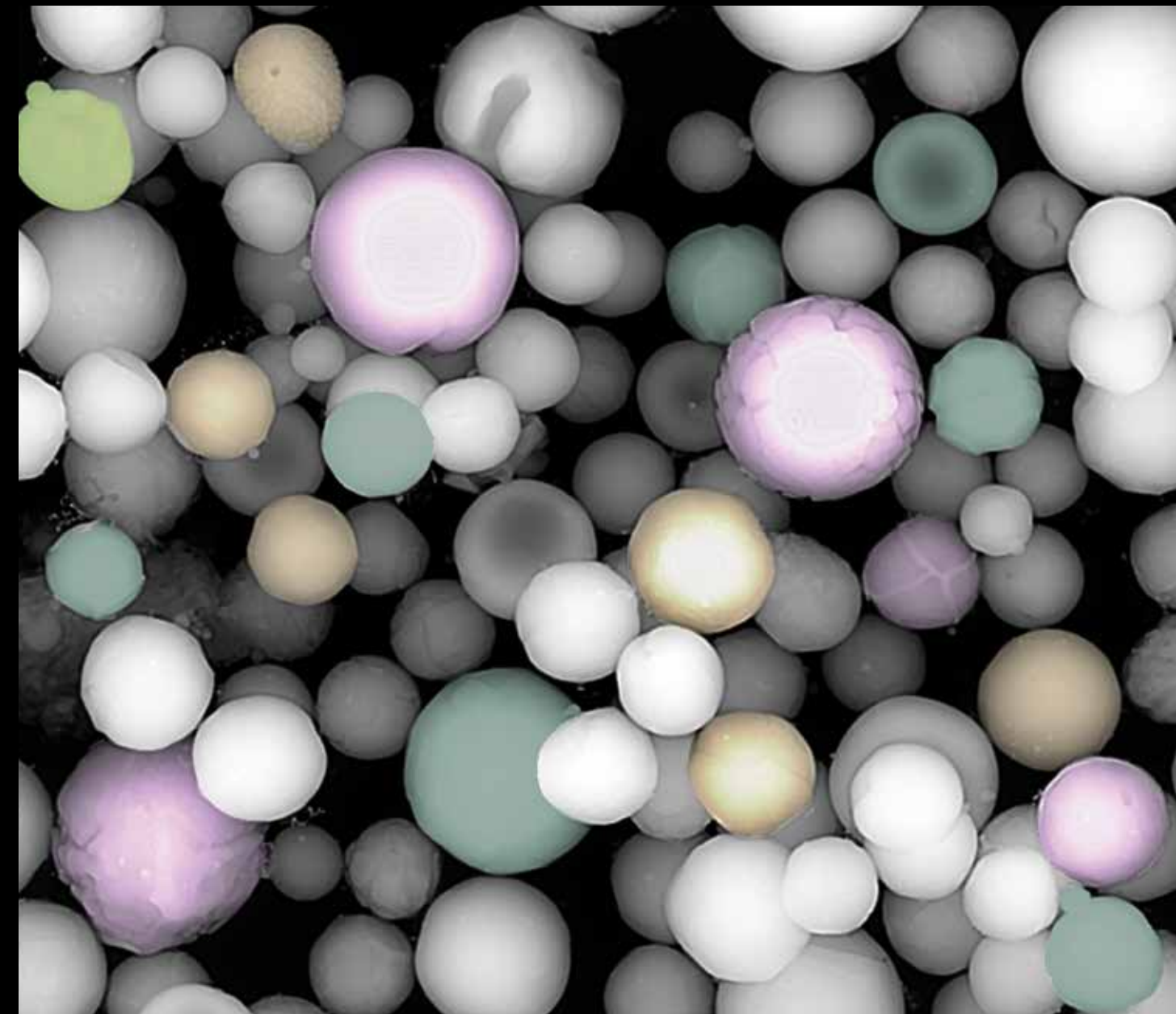
Vzorek venkovního ovzduší odebrán v Ostravě-Radvanicích 30. 3. 2011.



## „LENTILKY“

Je to různorodá směs částic složením odpovídající oxidům železa. Nacházíme zde i anorganické soli, hlavně sírany. Krystaly anorganických solí jsou velmi citlivé na teplotu, a když se na ně zaměříme skenovacím mikroskopem, rychle mizí. Malé kuličky jsou ovšem právě oxidy železa a pozorování bez problému zvládnou. Nejmenší jsou velikosti nano, průměrné jsou veliké kolem 200 nm.

Vzorek odebral doc. ing. Karel Klouda, CSc., MBA, Ph.D., na jedné z ostravských oceláren.

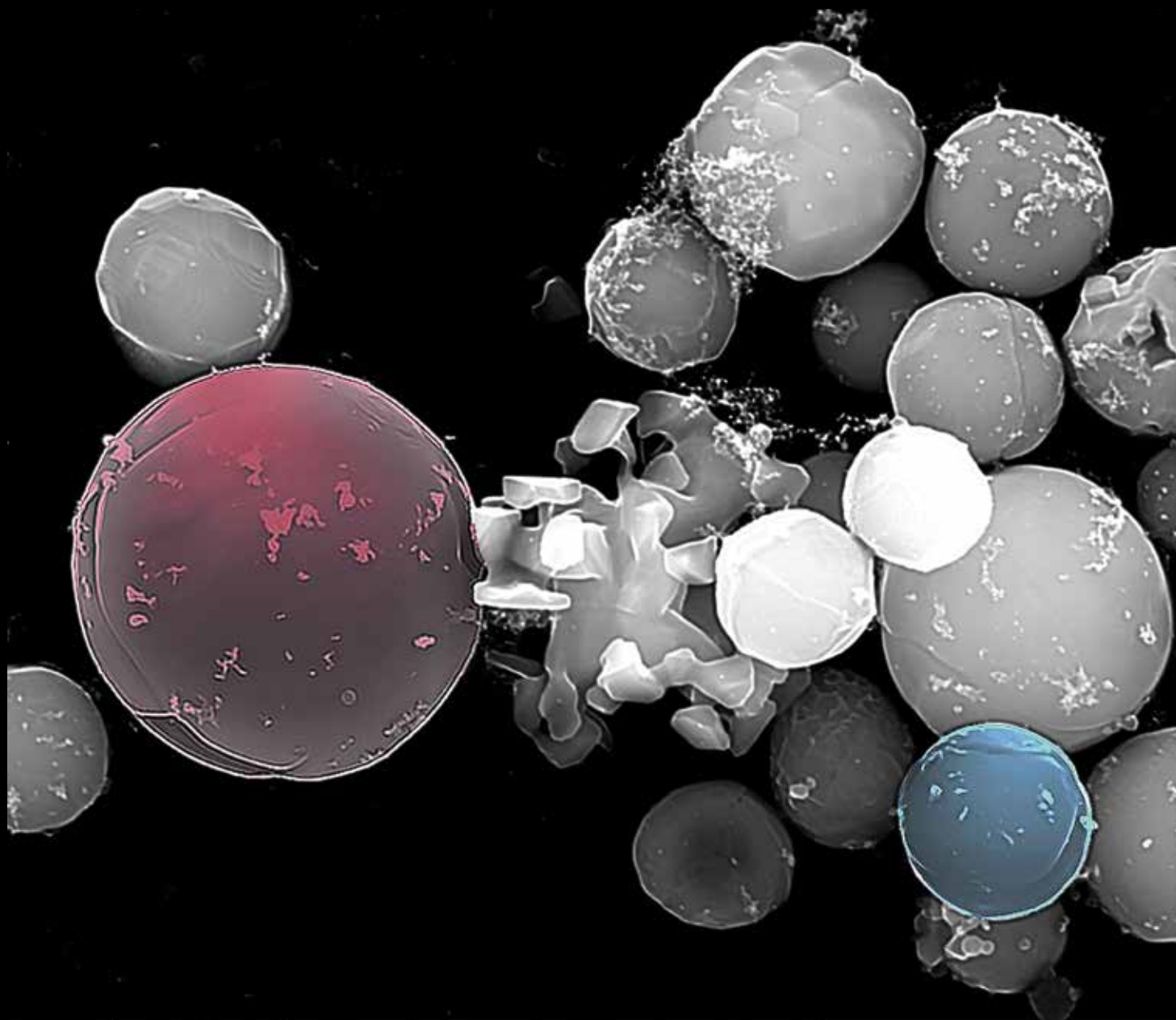




# „NÁMRAZA“

Na tomto obrázku můžeme vidět ve větším detailu vzhled částic odebraných blízko místa jejich vzniku. Nikdy nemají povrch ideálně hladký, ale rysují se na něm prvě zárodečné struktury krystalů. Je zajímavé zjistit, že proces tuhnutí jemných kapiček kovů může proběhnout i tak, že nedojde ke vzniku takovéto ideální sférické struktury, ale vytvářejí se různé pospojované zárodečné krystaly, jako můžeme vidět ve středu této fotografie. Vpravo na okraji je patrná kulovitá částice s otvorem. Zůstává otázkou, jaký podíl z takto vzniklých částic je dutý. Zvětšení 17 000×, velikost částic 1-2  $\mu\text{m}$ .

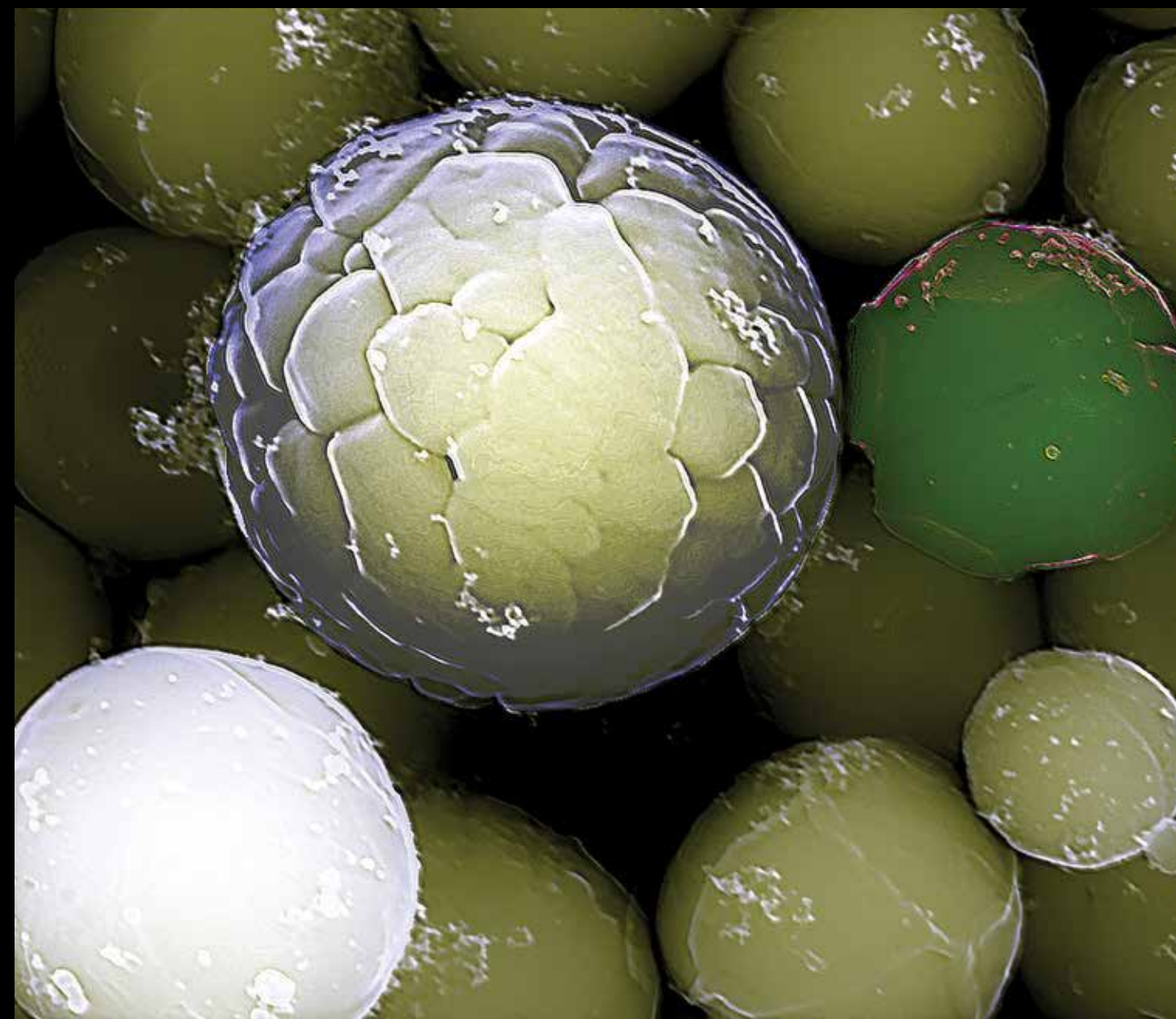
Vzorek odebral doc. ing. Karel Klouda, CSc., MBA, Ph.D., na jedné z ostravských oceláren.



# „LEDOVÉ VÍNO“

Ještě jedna ukázka vzorku suspendovaného prachu z prostředí ocelárny.

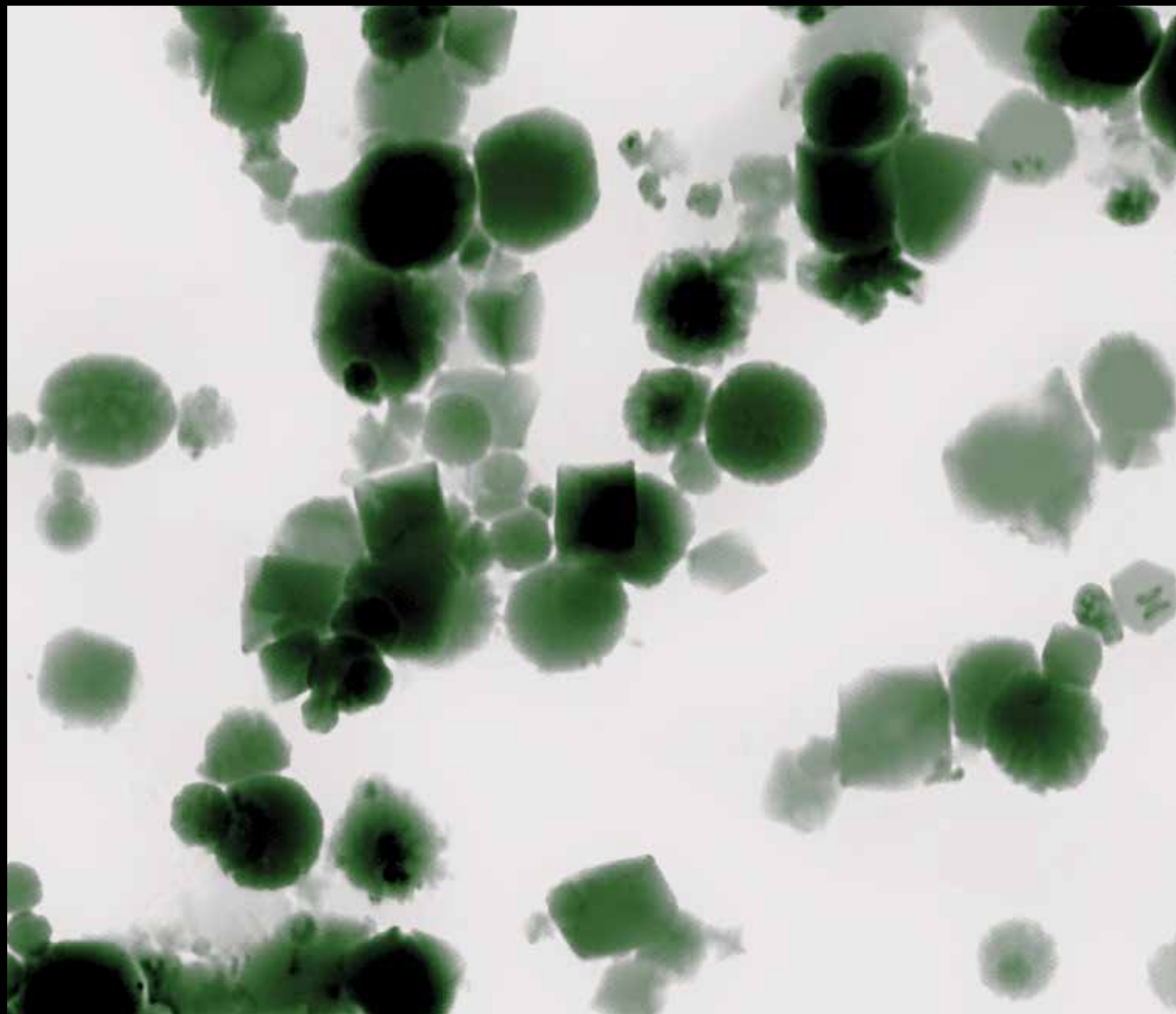
Vzorek odebral doc. ing. Karel Klouda, CSc., MBA, Ph.D., na jedné z ostravských oceláren.





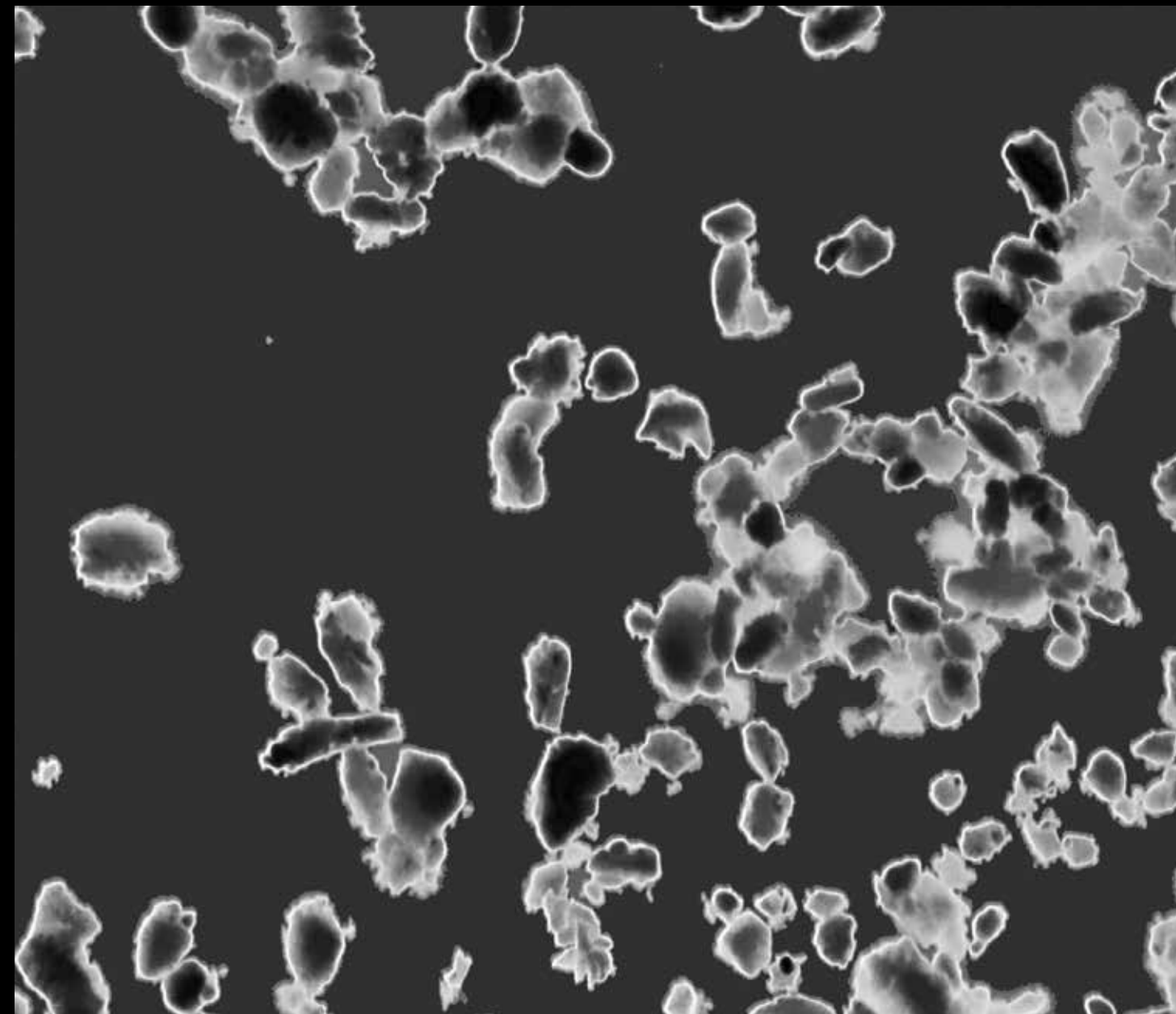
## „KRASOHLÉD“

Potvrzení toho, že vzhled částic je v ovzduší Ostravy víceméně stejný, potvrzuje tato fotografie z Ostravy - Mariánských Hor. Krásné submikronové oktaedrické krystaly magnetitu doprovázejí oválné a kulovité částičky nekystalické povahy představující oxidy železa.



## „PŘÍRODA ČARUJE“

Tento obrázek dokumentuje změnu v morfologii částic, pokud vznikly jako tyto otěrem z brzdných destiček. Budou se tedy nacházet v ovzduší hlavně poblíž vytižených komunikací, kde dochází k intenzivnímu brzdění. Ve městě jsou to hlavně křižovatky. Chemicky se jedná o různé formy organických látek a grafitu s přidavky některých kovů, jako je hliník, měď, cín, železo a zirkon.





# ZÁVĚR

Mapy byly v historii lidstva vždy strategicky významným zdrojem informací. Někdy životně důležitým. Mapy umožňují uchovávat informace po staletí. Mapy byly vytvářeny tak, aby informace z nich mohli rychle vyhodnotit vládcové a vojevůdci, pokud spravovali nebo chtěli ovládnout nějaké území. Tam měli všechny důležité informace pohromadě a názorně zobrazené: „Tady jsou lvi a tady zlato.“ Zlepšení ovzduší na Ostravsku je nová výzva. Jeho stav brzdí rozvoj města a celého regionu okolo. Nyní a v nejbližších letech bude probíhat rozhodování, kam nejdříve investovat úsilí a finance, co změnit. Trochu to připomíná logistiku válečných tažení, pro která byly mapy tak důležité. Doufáme, že atlas map ostravského ovzduší umožní lépe si představit rozložení a hlavně příčiny jeho znečištění, vztah mezi

zdroji a stavem znečištění. V této knize je pohromadě řada informací, které vznikly v průběhu desetiletí zkoumání zdejšího ovzduší. Moderní technologie a zkušenosti odborníci umožňují tyto informace zpracovat a pohromadě názorně zobrazit. Ukázat, jaký je vliv jednotlivých skupin zdrojů v určitých místech území. Je možno vidět, jakou váhu mají na území města velké průmyslové podniky, hutě, koksovny, energetické zdroje. Jaký vliv zde mají zdroje ze sousedního Polska a jaký podíl na znečištění mají lokální topeniště v domácnostech. Co dělá s ovzduším dopravní infrastruktura. A pokud se tak dostane touto formou k obyvatelům zdejšího kraje více jasnějších informací o ostravském ovzduší, věříme, že se podpoří i vůle zlepšit jeho stav.





# SLOVNÍČEK POJMŮ

**Znečišťování ovzduší** – Vnášení či vypouštění znečišťujících látek do ovzduší (činnost, děj).

**Znečištění ovzduší** – Přítomnost či obsah znečišťujících látek v ovzduší v takové míře, při níž dochází k nepříznivému ovlivňování prostředí (stav).

**Znečišťující látka** – Látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví. Nebo látka, která obtěžuje zápachem.

**Emise** – Vnášení znečišťující látky do ovzduší.

**Imise** – Přítomnost znečišťující látky v ovzduší v místech, kde negativně působí na zdraví lidí či životní prostředí.

**Depozice** – Spad čili znečišťující látka, která dopadla na zemský povrch.

**Úroveň znečištění** – Množství znečišťující látky v ovzduší. Vyjadřuje se hmotnostní koncentrací, většinou v mikrogramech dané látky v jednom metru krychlovém vzduchu [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ], případně v nanogramech dané látky v jednom metru krychlovém vzduchu [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ]. Může to být rovněž depozice na zemský povrch za jednotku času.

**Emisní limit** – Nejvýše přípustné množství znečišťující látky vnášené ze zdroje znečišťování do ovzduší. Maximum toho, co může zdroj vypustit.

**Emisní strop** – Nejvýše přípustné množství znečišťující látky vnesené ze zdroje znečišťování do ovzduší za kalendářní rok.

**Imisní limit** – Nejvýše přípustná úroveň znečištění ovzduší stanovená zákonem. Maximum toho, co může být v ovzduší obsaženo.

**NO<sub>x</sub>** – Souhrn oxidů dusíku: oxidu dusnatého NO a oxidu dusičitého NO<sub>2</sub>.

**TZL** – Tuhé znečišťující látky, kterými se rozumí prach či aerosol, jsou malé částice rozptýlené ve vzduchu. Prachy mají pádovou rychlost, jinak řečeno, usazují se. Aerosoly zůstávají rozptýlené ve vzduchu, jinak řečeno, poletují. Odtud pojem poléťavý prach.

**PM<sub>10</sub>** – Z anglického „particulate matter“. Jemný poléťavý prach o velikosti do 10 mikrometrů.

# REFERENCE

[1] Zákon č. 86/2002 Sb. ze dne 14. února 2002, o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (Zákon o ovzduší).

[2] BUBNÍK, Jiří aj. SYMOS'97: Systém modelování stacionárních zdrojů: Metodická příručka. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1998. 60 s.

[3] Český hydrometeorologický ústav. Úsek ochrany čistoty ovzduší: Úsek ochrany čistoty ovzduší: Znečištění ovzduší na území České republiky: Grafické ročenky [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2012 [cit. 2013-04-10]. Dostupný na WWW: <[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/grafroc_CZ.html)>.

[4] Český hydrometeorologický ústav. Úsek ochrany čistoty ovzduší: Úsek ochrany čistoty ovzduší: Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech, Česká republika: Tabelární ročenky [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2012 [cit. 2013-04-10]. Dostupný na WWW: <[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab\\_roc/tab\\_roc\\_CZ.html](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/tab_roc/tab_roc_CZ.html)>.

[5] Dodatek č. 1 k Metodickému pokynu odboru ochrany ovzduší MŽP výpočtu znečištění ovzduší z bodových, plošných a mobilních zdrojů „SYMOS'97“ publikovanému ve Věstníku

MŽP, částce 3, ročník 1998, dne 15. 4. 1998. Věstník Ministerstva životního prostředí, 2009, roč. XIII, č. 4, s. 1-6. ISSN 0862-9013.

[6] JANČÍK, Petr aj. Analýza kvality ovzduší na území města Ostravy. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, katedra ochrany životního prostředí v průmyslu, listopad 2008. 283 s.

[7] JANČÍK, Petr aj. Místní program zlepšení kvality ovzduší pro město Ostrava. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Katedra ochrany životního prostředí v průmyslu, 2004, 153 s., 17 příloh.

[8] JANČÍK, Petr; PAVLÍKOVÁ, Irena; BITTA, Jan. Analýza kvality ovzduší pro město Ostrava. Ochrana ovzduší, roč. 22, č. 5, 2009, str. 8-12. ISSN 1211-0337.

[9] Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012, o ochraně ovzduší.



**Atlas ostravského ovzduší**  
Petr Jančík a kolektiv

Vydala VŠB - TU Ostrava  
1. vydání 2013  
Tisk MORAVAPRESS, s.r.o.  
Náklad 500 ks  
128 stran