

PRAŠNOST – GLOBÁLNÍ PROBLÉM

Robert Skeřil
Zdeněk Elfenbein

Summary:

The air pollution is considered as one of the main cause of population's health problems. But the health risks from aerosols in air aren't investigated enough yet. The directive for aerosol limitation in air, directive EU No. 96/92/EC, in Czech Republic the Statue No. 86/2002 Sb. about air protection, are based on measuring imissions and limitation emissions. [1]

In the year 2002 were in Czech Republic declared imission limits for human health protection also for the suspended particles fraction PM₁₀. Imission monitoring data analysis shows, that the limit values are significantly exceeded in the Czech Republic.

Czech hydro-meteorological Institute, subdivision Brno solved Projects for reduction of emissions and imissions in Region Zlín, Region Southern Moravia, and in present works on Project for reduction of emissions and imissions in statutory city Zlín.

During the work on these projects, the results from imission measuring and computer models shows, that considerable parts of Regions exceeded limits and were classified as an area with worsen air quality. In next 5 years will decrease the value of imission limit and the problem with areas with worsen air quality will deepen.

Total imission load of suspended particles is comprised from three sources:

- Primary emission from point, linear or area sources
- Re-emission of settled particles
- Formation of secondary particles from gaseous precursors

In present-day practice is significantly underrated the contribution of dust from eroded land, especially in regions Southern Moravia and Zlín. Eroded land is the dominant source of dust in areas Znojmo, Hodonín, Břeclav and in foothills of White Carpathians. Except the provable damages on human health, it is possible to formulate the wind erosion damages also economically, as described in some essays. [3]

Key words: Dust, dustiness, PM₁₀, erosion, emission, imission

ÚVOD

Dalším dobrým důvodem k detailnímu studiu atmosférických aerosolů jsou jejich vlivy na lidské zdraví. Uvědomíme-li si že dospělý člověk v klidu nadýchá denně okolo 10 m³ vzduchu, a že běžné početní koncentrace aerosolových částic dosahují i v relativně čistých regionech zemí Evropské Unie řádově tisíců částic v kubickém centimetru vzduchu, jsou denní dávky aerosolových částic, které se dostanou do našeho organismu v desítkách miliard.

V submikronových podílech, a ještě více v oblasti nanočástic, jsou tyto navíc výrazně obohaceny těžkými a mnohdy toxickými prvky z antropogenních zdrojů.[2] Prašný aerosol je ukazatelem znečištění ovzduší pevnými částicemi, které působí jako aktivní nosič pro nejrozličnější částice včetně virů, těžkých kovů, pylů a podobně. Jeho jemná frakce nepřesahující 10μm se vdechováním aplikuje přímo do plic-

ních alveol.

Poléťavý prach (prašnost) je prakticky vždy významným polutantem zatěžujícím ovzduší. A to zejména jako vehikulum toxikologicky významných rizikových prvků a dalších prioritních organických škodlivin. Jeho rizikovost pro lidskou populaci je definována limitními koncentracemi, jenž v kumulaci s dalšími škodlivinami vytvářejí celkové riziko sledovaného místa.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Podrobnější zjištění podílů jednotlivých frakcí poléťavého prachu zejména co do koncentrace některých rizikových prvků je potom dalším stupněm komplexního popisu monitorovaného místa, které je nutné provádět za přispění vysoce citlivé a ekonomicky náročné měřicí techniky. Pro měření prašnosti byly použity přístroje PNS – LVS (UMWELTTECHNIK MCZ

GmbH), FH 95 SEQ (Thermo ESM Andersen), Leckel SEQ 47/50 (Seven Leckel Ingenieurbüro GmbH), pro ambulantní měření byl rovněž použit přístroj Leckel MVS6 (Seven Leckel Ingenieurbüro GmbH).

Uvedené přístroje slouží k určení koncentrace suspendovaných částic (SPM), a to jak ve venkovních, tak ve vnitřních prostorech. Částice, odebrané na filtru mohou být hodnoceny gravimetricky a rovněž může být zkoumáno jejich kvalitativní složení – například kovy, aniony, polyaromatické uhlovodíky či radioaktivitu.

Vzorek vzduchu je nasáván skrz vstup čerpadlem. Průtok vzduchu je měřen šterbinou, umístěnou mezi filtrem a čerpadlem. Vzorek vzduchu pak proudí z čerpadla, přes odlučovač uhlíku (filtr), obroušeného z lamelového čerpadla, do výstupu ve spodní části zařízení.

Vzorek, odebraný spojitou filtrací ovzduší přes vybraný filtrační materiál (membránový nitrocelulósový o střední velikosti pórů 0,85 μm , teflonový o střední velikosti pórů 2 μm nebo ze skleněných vláken s účinností zachytu > 99,5%), je gravimetricky stanoven z rozdílu hmotností filtru po a před expozicí.

Těžké kovy ve vzorku jsou stanoveny pomocí atomové absorpční spektrometrie (AAS), polarografie, atomové emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou (ICP-AES), RTG – fluorescence (XRF) nebo hmotnostní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou (ICP-MS).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Z hlediska studia dynamiky početních rozdělení aerosolových částic jsou asi nejzajímavější situace, při kterých se zvyšuje celková koncentrace částic a tedy dochází ke vzniku nových částic v atmosféře. Těmto událostem, pro které se v poslední době vžil anglický termín „nucleation events“, se v věnuje značná pozornost. Během kampaně bylo pozorováno několik těchto událostí. V současné době se předpokládá, že jsou vyvolané nárůstem koncentrace organických prekurzorů biogenního původu v atmosféře a jejich fotochemickými reakcemi za účasti UV-B během teplé části dne za vzniku nízkotěkavých produktů, které pak kondenzují na termodynamicky stabilních zárodcích. Vzniklé detekovatelné částice v atmosféře dále rostou, dokud je k dispozici pára kondenzující složky. Za vhodných podmínek může proces trvat i řadu hodin. Nárůst koncentrace částic v

nukleačním modu v tomto případě zpravidla nekoreluje se zvýšenou koncentrací NO_2 nebo SO_2 . Zjevné rychlosti růstu měřené rychlosti růstu vrcholu nukleačního modu se pohybují v rozmezí 5-15 nm/hod.

Jiný je případ, když nové částice vznikají v těsné souvislosti se vzrůstem koncentrace NO_2 , SO_2 , popř. jiných plynných polutantů, často antropogenního původu. Tuto situaci lze od předchozí poměrně snadno odlišit, neboť netrvá zpravidla příliš dlouho, dochází k mnohem větším fluktuacím koncentrace, nové částice nevstupují do velikostního spektra přes jeho spodní okraj, ale téměř v libovolné velikostní frakci a vzhledem k přímé emisi částic zpravidla nepozorujeme růstovou část. [4]

Biogenní zdroje VOC

Rostliny produkují široký rozsah uhlovodíků zahrnující izopreny, terpeny, hemiterpeny a kyslíkaté sloučeniny. Jejich emitovaná množství jsou odhadována na $1,2 \cdot 10^{15}$ g C za rok. Velké množství nemethanických uhlovodíků z přírodních zdrojů (NMHOC – non methane organic compounds) obsahují izopren (2-methyl-1,3-butadien) a skupiny monoterpenů $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$, seskviterpenů $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ a oxidované VOC (například methanol, 2-methyl-3-buten-2-ol, 6-methyl-5-hepten-2-on, linalol a řadu dalších).

Mezi nejvýznamnější rostliny vyznačující se vysokou produkcí uhlovodíků patří:

- *Quercus ilex* (u nás se nevyskytující druh dubu) – značné množství monoterpenů
- *Pinus alborea* (u nás se nevyskytující druh borovice) – velké množství linalolu a některé druhy terpenů
- *Myrtus communis* (myrta obyčejná) – významný zdroj izoprenu.

Při analýze ovzduší bylo stanoveno 32 různých látek s nejhojnějším zastoupením monoterpenů a izoprenů, z nichž 24 se dostává do atmosféry z prvních výše uvedených stromů. Emitované množství bylo vyšší než $35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ sušiny} \cdot \text{h}^{-1}$ za atmosférických podmínek (24°C , 101,325 kPa). [5]

Hlavní biogenní zdroje:

1. emise z vegetace
2. emise z volně žijících živočichů
3. přírodní lesní požáry

4. anaerobní procesy v močálech a bažinách

Hlavní antropogenní zdroje VOC:

1. použití rozpouštědel
2. výfukové plyny z dopravních prostředků
3. evaporace benzínových par
4. skladování a distribuce benzínu
5. petrochemický průmysl
6. zemní plyn a jeho distribuce
7. spalování biogenních paliv
8. spalování fosilních paliv
9. chemický průmysl
10. rafinace minerálních olejů
11. skládky odpadů
12. potravinářský průmysl
13. zemědělství
14. materiály z vnitřního zařízení budov (koberce, podlahové krytiny, lepidla, nátěrové hmoty, konstrukční materiály)

Z výše uvedených faktů je patrné, že celková prašnost je ovlivňována mnoha faktory a neexistuje univerzální opatření, které by vedlo k jejímu snížení. Z následujících dvou map je zřetelné, že problémy s prašností má celá Česká Republika. Barvami je odstupňována koncentrace PM_{10} v příslušné lokalitě, dále pak jsou značkami vykresleny stanice sítě imisního monitoringu.

V dalších mapách Znojemska, Hodonínska a Jihomoravského Kraje jsou naznačeny oblasti potenciálně ohrožené větrnou erozí spolu s účinností větrných bariér.

Následující obrázek pak znázorňuje rozptylovou studii PM_{10} pro Statutární město Zlín. Na rozdíl od zemědělsky zaměřených oblastí Znojemska a Hodonínska, kde majoritní složku prašnosti tvoří větrná eroze, je ve Zlíně nejvyšším přispěvatelem prachu doprava. Nejvyšších koncentrací bylo dosaženo v centru Zlína podél hlavní dopravní tepny – Třídy Tomáše Bati.

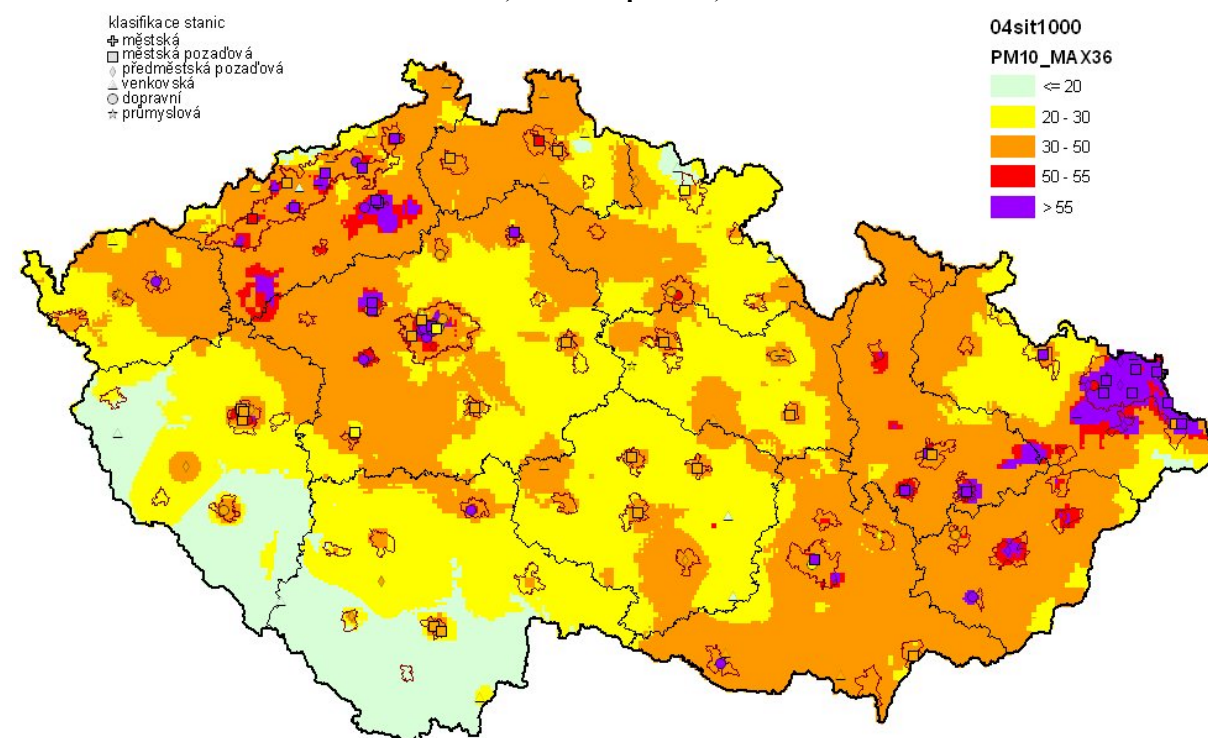


Ambulantní měření prašnosti pomocí Leckel MVS6

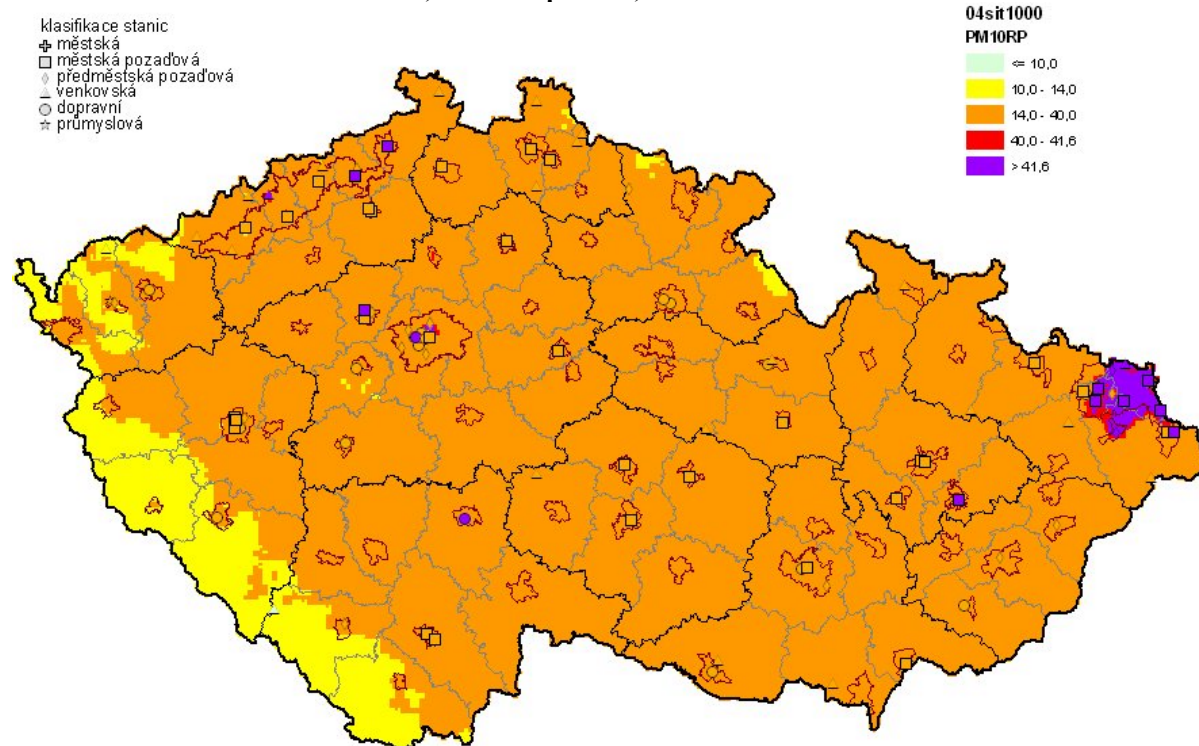


Profesionální stanice s pojízdnou laboratoří Horiba

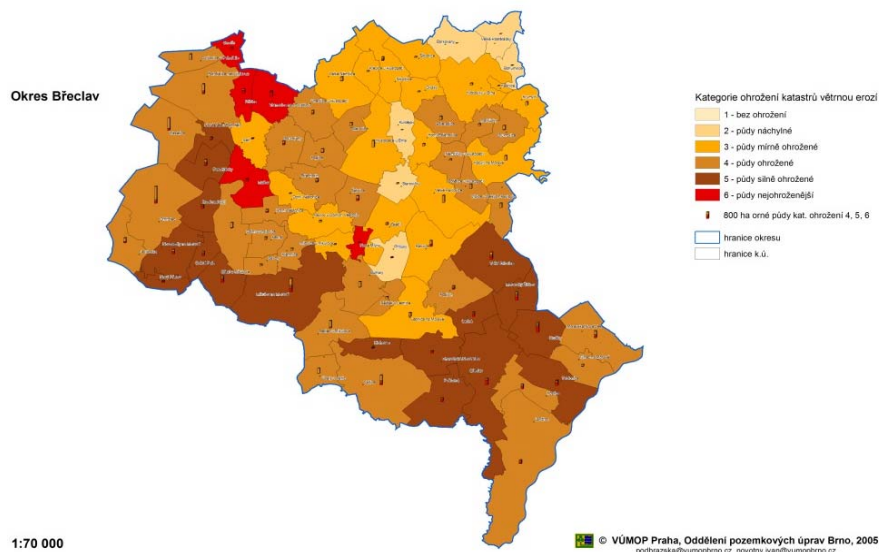
Průměrná 24 hodinová koncentrace PM 10, Česká Republika, 2004



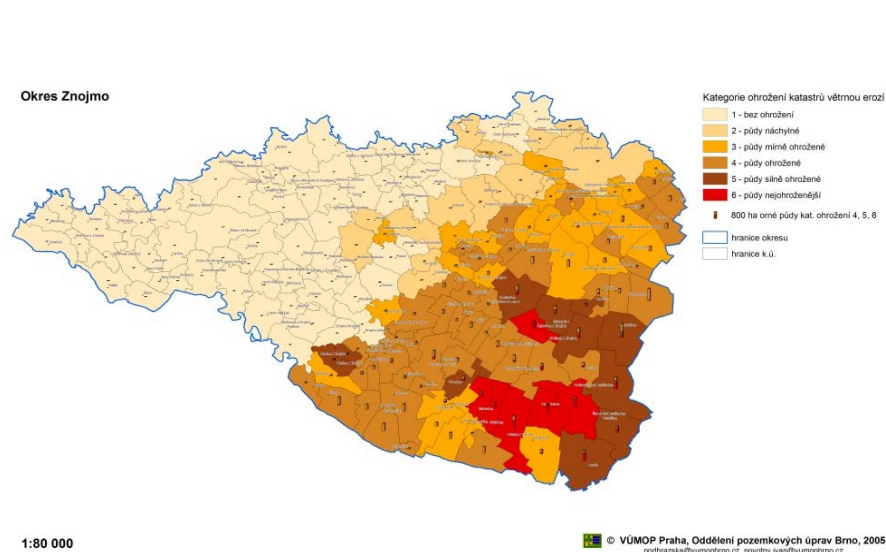
Průměrná roční koncentrace PM 10, Česká Republika, 2004



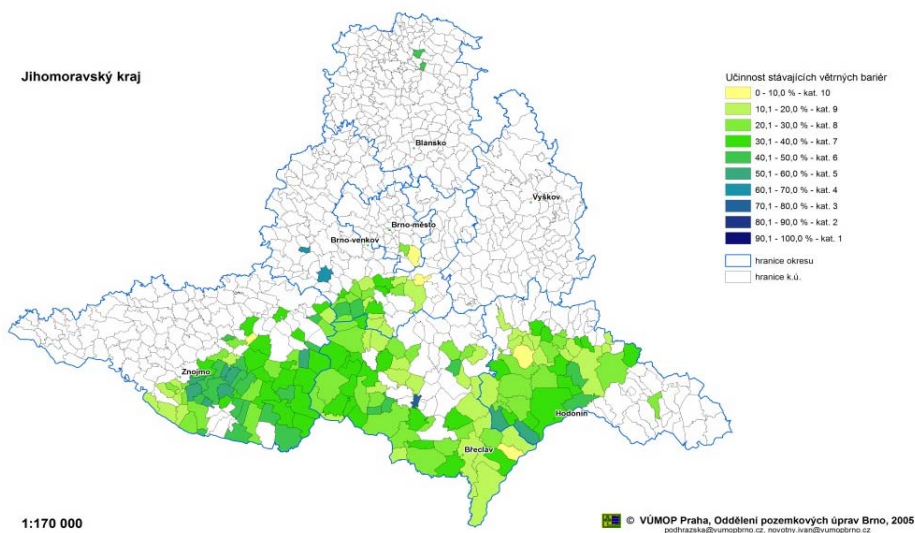
Potenciální ohroženost větrnou erozí podle ohroženosti orné půdy v k.ú.



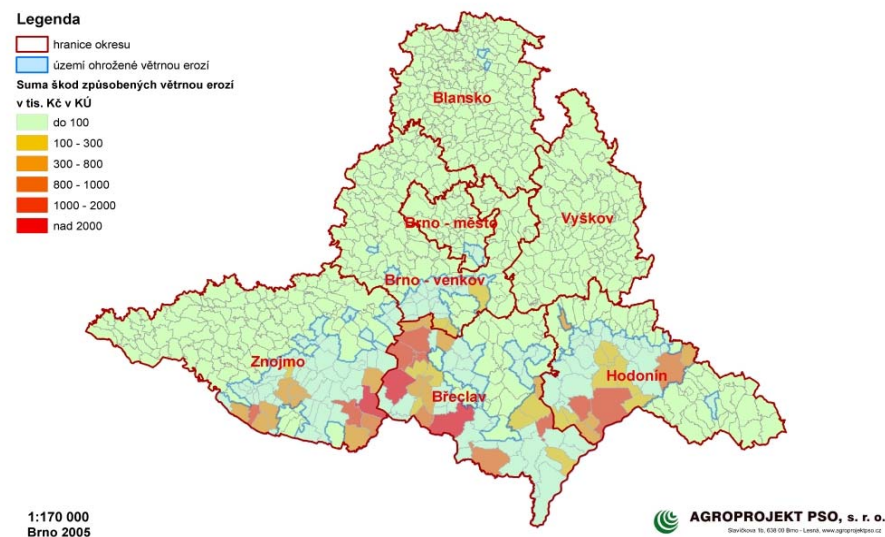
Potenciální ohroženost větrnou erozí podle ohroženosti orné půdy v k.ú.



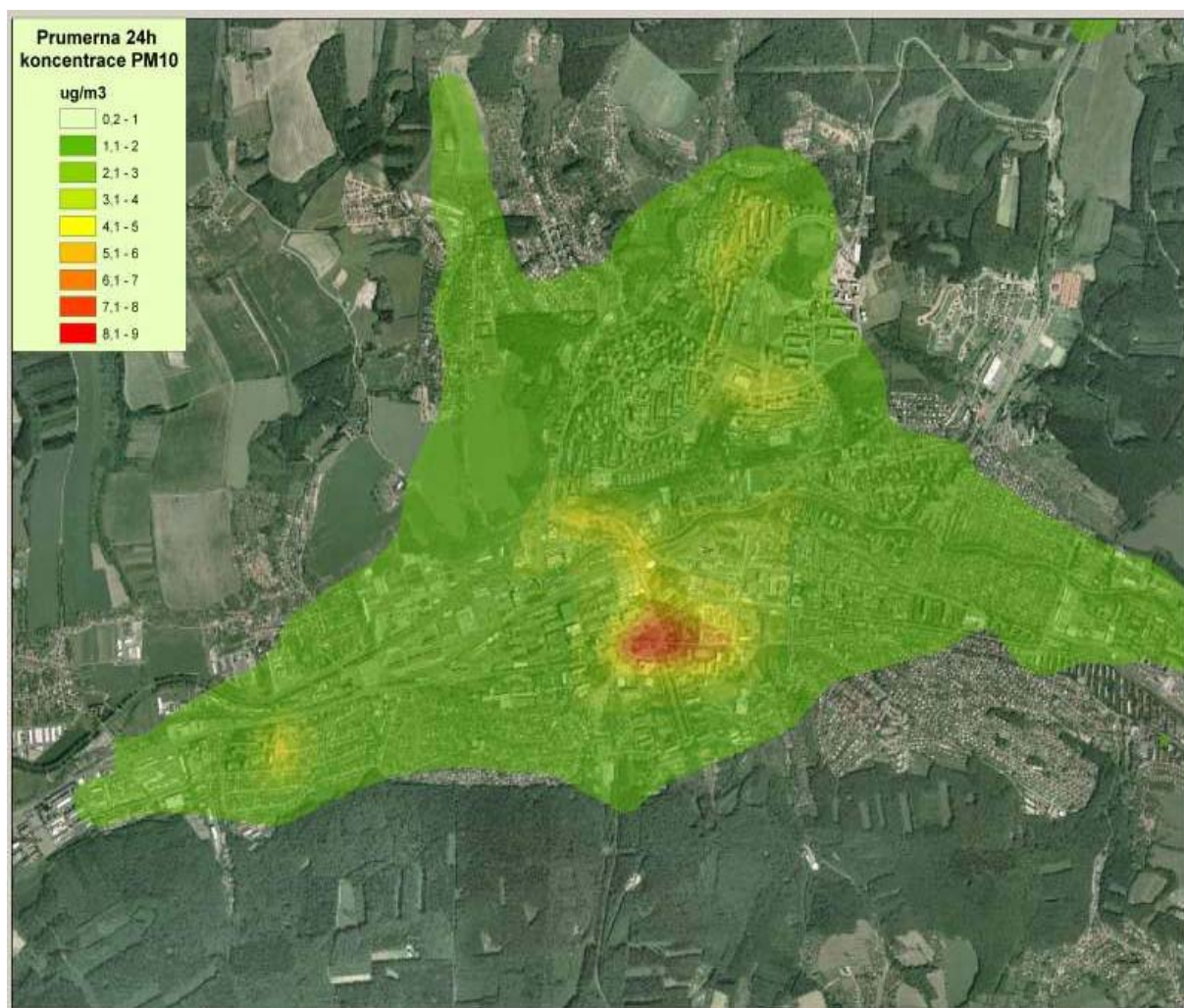
Mapa účinnosti stávajících větrných bariér



Celkové škody způsobené větrnou erozí v jednotlivých KÚ v JMK



Průměrná 24 hodinová koncentrace PM₁₀, Statutární Město Zlín, 2003



Z uvedených map je patrné, že podstatná část České Republiky se v případě průměrných ročních koncentrací PM₁₀ pohybuje zhruba v rozmezí od 20 do 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, čímž splňuje požadavky dané zákonem s limitní hodnotou 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ovšem jak naznačuje následující tabulka, v roce 2010 bude dle platných zákonů limitní hodnota pro PM₁₀ pouze 20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V tomto případě by již nastala situace přesně opačná, kdy podstatná část České Republiky by hodnotou prašnosti překračovala platný limit. Pokud by tato situace nastala, daly by se očekávat sankce ze strany EU.

ZÁVĚR

Naměřená data PM₁₀ překračují imisní limity na stanicích situovaných ve volné krajině, v urbanizovaných celcích i průmyslových aglomeracích. Stává se pravidlem, že se doprava v městech podílí na celkovém

znečištění suspendovaných prašných částic 50-70 %.

Při modelování není podchycena prašnost vznikající re-emisemi z posypových materiálů a volně přepravovaných sypkých materiálů, jejichž ztráta dopravou je odhadována až na 10%.

Při tvorbě bilancí a podílech jednotlivých zdrojů prašnosti je zcela opomíjen účinek větrných půdních erozí, který může být v některých územních celcích naprosto dominantní.

Dopracováváme se k poznání, že na tvorbě prašných částic se podílí zdroje stacionární, liniové, v erodovaných oblastech významné zdroje plošné, emise z vegetace i volně žijících živočichů a v teplém období za přítomnosti UV-B záření tvorba kondenzačních částic na stabilních zárodcích přítomných v atmosféře.

Globální prašnost se stává fenoménem, který je do značné míry časově velmi variabilní a

jeho přítomnost v atmosféře je závislá na roční době (vegetační kryt), na meteorologických charakteristikách (sluneční záření, teplota, vítr, relativní vlhkost, srážky) a v nemalé míře na lidské činnosti (úklid a klopení vozovek). Tyto poznatky nás vedou k obavám o splnění

imisních limitů v roce 2010 ($20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), ke kterým se naše republika zavázala (viz. výše uvedená tabulka).

Imisní limity a meze tolerance pro suspendované částice (PM_{10}).***[1]

Hodnoty imisních limitů jsou vyjádřeny v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a vztahují se na standardní podmínky – objem přepočtený na teplotu 293,15 K a atmosférický tlak 101,325 kPa.

Účel vyhlášení	Parametr/Doba průměrování	Hodnota imisního limitu	Mez tolerance	Datum, do něhož musí být splněn
1. Ochrana zdraví lidí – I. etapa	Aritmetický průměr/ 24 hodin	$50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$, nesmí být překročena více než 35 krát za kalendářní rok	$15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$ (30 %)*	1.1.2005
2. Ochrana zdraví lidí – I. etapa	Aritmetický průměr/ Kalendářní rok	$40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$4,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$ (12 %)	1.1.2005
1. Ochrana zdraví lidí – II. etapa ¹⁾	Aritmetický průměr/ 24 hodin	$50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$, nesmí být překročena více než 7 krát za kalendářní rok	Bude odvozena ze získaných údajů a bude ekvivalentní limitním hodnotám pro I. etapu.	1.1.2010
2. Ochrana zdraví lidí – II. etapa ¹⁾	Aritmetický průměr/ Kalendářní rok	$20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$ (50 %) 1. ledna 2005 **	1.1.2010

Poznámka:

¹⁾ Uvedené indikativní hodnoty podléhají přezkoumání s ohledem na nově přijaté směrné informace o účincích na zdraví a životní prostředí, technickou proveditelnost a zkušenosti s uplatňováním limitních hodnot v etapě I.

* Mez tolerance se bude od 1. ledna 2003 snižovat tak, aby dosáhla 1. ledna 2005 nulové hodnoty. V letech 2003 až 2004 budou meze tolerance následující

	2003	2004
Pro 24 hodin	$10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$
Pro kalendářní rok	$3,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$1,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$

** Mez tolerance se bude od 1. ledna 2006 lineárně snižovat – každých 12 měsíců tak, aby dosáhla 1. ledna 2010 nulové hodnoty. V letech 2006 až 2009 budou meze tolerance následující

	2006	2007	2008	2009
Pro kalendářní rok	$8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$	$2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3} \text{PM}_{10}$

*** K měření koncentrací suspendovaných částic frakce PM_{10} lze použít také metodu stanovení celkového prашného aerosolu (total suspended particulates) při přepočtu za použití koeficientu 0,8.

Koncentrace jemných suspendovaných částic frakce $PM_{2,5}$ se hodnotí z hlediska ročního aritmetického průměru, ročního mediánu, ročního 98. percentilu a ročního maxima z dvacetičtyřhodinových průměrných hodnot.

LITERATURA

1. Sbírka zákonů, Česká Republika, Částka 127, nařízení vlády 350-358 (2002)
2. Smolík J., Barták M., Ochrana Ovzduší 2/2004, Str. 13-18 (2004)
3. Doležal P., Podhrázská J., Novotný I., Větrná eroze půdy v Jihomoravském Kraji, průvosní zpráva, Brno (2005)
4. Ždímal V., Moravec P., Smolík J., Mikuška P., Večeřa Z., Pokorný R., Sborník Ovzduší 2005, str. 182 – 185 (2005)
5. Holoubek I. a kol., Troposférická chemie, Vydavatelství MU Brno, (2005)