



OCHRANA OVZDUŠÍ

3 / 2011 | 75 Kč |

Z OBSAHU:

- | Problematika inventarizace emisí z malých spalovacích zdrojů v domácnostech
- | Vliv dopravy na obsah vybraných rizikových prvků v půdě a vegetaci v blízkosti dálnice D1

Vydává Občanské sdružení

O C H R A N A K V A L I T Y O V Z D U Š Í

STANOVENÍ CHARAKTERU ZNEČIŠTĚNÍ Z TRANZITNÍ DOPRAVY

Jan Velíšek

Technické služby ochrany ovzduší Praha a. s., velisek@teso.cz,
projekt MŠMT 2B08040 – Výzkum původu znečištění

Lektoroval RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.

ABSTRAKT

Článek popisuje emisní šetření provedené v prostorách tunelu Panenská (dálnice D8) v rámci projektu MŠMT 2B08040 – Výzkum původu znečištění, které mělo za cíl stanovení charakteru znečištění pocházejícího z tranzitní dopravy. Prezentovány jsou vypočtené emisní faktory částice $PM_{2,5}$ a PM_{10} , těžké kovy, polycyklické aromatické uhlovodíky, těkavé organické látky a organický/elementární uhlík vztažené na jednotku ujeté dráhy vozidla.

Klíčová slova: emise, doprava, emisní faktor, měrná výrobní emise, měření, znečištění z tranzitní dopravy

DETERMINATION OF TRUCK TRAFFIC POLLUTION

This article describes emission inquiries which were done in Panenska tunnel (motorway D8) in terms of state project MŠMT 2B08040 – Research on the origin of pollution, whose target is determination the character of pollution produced from truck traffic. Presented calculated emission factors for particulate matter, heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons, volatile organic compounds and organic/elemental carbon are relative to the unit vehicle path.

Key words: air pollution, truck traffic, emission factor, measurements

ÚVOD

Tento příspěvek navazuje na článek prezentovaný v časopise Ochrana ovzduší [1] na téma Stanovení charakteru znečištění z (městské) dopravy. Tento článek prezentoval zjištění uskutečněná na základě dvou párových odběrů realizovaných v prostorách Štrahovského tunelu v Praze s cílem kvantifikovat emisní parametry znečištění pocházejícího z městské (rozuměno osobní) dopravy. V rámci řešení projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy 2B08040 – Výzkum původu znečištění provedla společnost TESO Praha a. s. rovněž dva párové odběry v prostorách tunelu Panenská (nejdelší tunel dálniční sítě v České republice) zaměřené tentokrát na kvantifikaci emisních parametrů znečištění pocházejícího z tranzitní (rozuměno nákladní) dopravy. Stejně jako v případě zjištění platných pro osobní dopravu byla získaná data následně použita pro účely receptorového modelování pomocí Chemical Mass Balance 8.2 s cílem identifikace původců znečištění. Výsledkem jsou rovněž emisní faktory příspěvku tranzitní dopravy pro sledované skupiny znečišťujících látek.

Sledované znečišťující látky

- aerosolové částice PM_{10} a $PM_{2,5}$
- těžké kovy ve frakci $PM_{2,5}$
- polycyklické aromatické uhlovodíky
- těkavé organické látky
- organický/elementární uhlík

POUŽITÁ APARATURA

Pro realizaci sběru dat byl využit univerzální vzorkovač znečištění venkovního vzduchu – VAPS, který je sestaven ze součástí umožňujících současné odběry pro analytické stanovení různých parametrů znečištěného venkovního vzduchu.

Znečištěný vzduch v množství 32 l za minutu je nasáván hlavicí vybavenou dešťovým krytem potaženým teflonem. Tato hlavička je aerodynamicky upravena pro třídění částic PM_{10} (částice,

kteří projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 10 μm odlučovací účinnost 50 %). Vzduch dále prochází hlavní tělem vzorkovače, které je vyrobeno z hliníku a rovněž potaženo teflonem. Vzduch do něj vstupuje přes kónickou urychlovací trysku, kde jsou odděleny částice $PM_{2,5}$ (částice, které projdou velikostně selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr 2,5 μm odlučovací účinnost 50 %) a je rozdělen do tří dílčích proudů, každý proud je zpracováván odlišným systémem.

Vstup odběrové hlavičky PM_{10} je konstruován tak, aby odděloval částice s aerodynamickým průměrem větším než 10 mikrometrů, zatímco částice menší kvantitativně vede do virtuálního impaktoru, kde prochází druhou urychlovací tryskou umístěnou před expanzním prostorem filtrového držáku. Centrální proud je odebírán v množství 2 l/min., částice $PM_{2,5}$ – 10 procházejí beze změny směru proudění hlavním tělesem vzorkovače a jsou zachyceny na sklovláknovém filtru. Tento virtuální impaktor je ověřený US EPA pro měření v kombinaci s použitou odběrovou hlavicí PM_{10} .

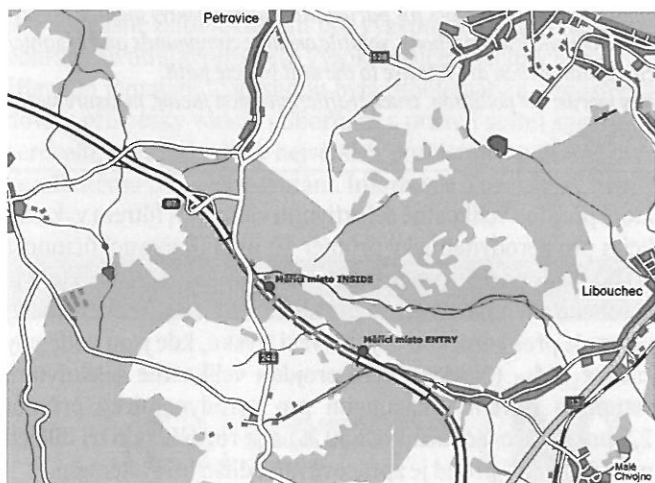
Zbývajících 30 l/min. je rozděleno na dva stejné proudy, které procházejí levým a pravým zachycovačem. Jemné částice $PM_{2,5}$ sledují dráhu obou dílčích proudů plynu (15 l/min.) a jsou podrobeny zpracování v těchto větvích. Všechny části vzorkovače přicházející do styku s odebíraným vzduchem jsou potaženy teflonem.

Pravá větev (15 l/min.) dílčího proudu vzduchu prochází křemenným filtrem podepřeným teflonem potaženým sítkem z nerezové oceli, kde jsou zachyceny jemné částice $PM_{2,5}$ s obsahem anorganických a semivolatilních organických sloučenin. Aerosolových částic zbavená vzdušina s obsahem organických par prochází patronou z polyuretanové pěny (PUF), která účinně zachycuje volatilní vícemolekulární organické látky. Křemenný filtr a PUF patrona musí být po expozici do doby analýzy uloženy za speciálních teplotních podmínek, PUF patrona musí být před expozicí vyčištěna. Zachycovač pro organické látky stejně jako PUF patrona jsou vyrobeny

Tunel Panenská



Tunel Panenská – situace



tak, aby je bylo možno spojit bezprostředně před odběrem párovými spojkami.

Jedna část filtru byla extrahována pro stanovení obsahu organického aerosolu a druhá část byla podrobena analytickému spalovacímu procesu pro stanovení podílu organického/elementárního uhlíku. Z filtru se nejprve vysekne vzorek o standardní velikosti (obdélník) a vloží se do křemíkové pece. Po propláchnutí heliem (99,9999 %) vyhrřeje teplotní program pec na 870 °C. Produkty vzniklé termálním rozkladem se kvantitativně oxidují oxidem manganičitým (MnO₂) v oxidační peci na CO₂. V proudu helia se pak oxid uhličitý mísí s vodíkem. Tato směs je pak vháněna na rozžhavený niklový katalyzátor, kde je kvantitativně konvertována na metan. Obsah metanu je posléze měřen plamenoionizačním detektorem (FID). Jakmile je ukončen teplotní program v křemíkové peci, je pec ochlazena na 600 °C a proud spalin je převeden do nosné oxidační směsi (kyslík/helium). Při tomto druhém teplotním programu se zoxiduje všechny elementární uhlík (EC). Elementární uhlík je pak detekován stejným způsobem jako organický uhlík (OC).

PUF materiál byl extrahován pro stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků. Koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků se stanoví plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí. Výsledné množství analytu ve vzorku je při konečném výpočtu koncentrace v ovzduší vztaženo na množství prosátého vzduchu.

Frakce PM₁₀ byla zachycována ve střední větvi dílčího proudu vzduchu na sklovláknovém filtru, který je podepřen teflonem potaženým sítkem z nerezové oceli. Sklovláknový filtr byl před expozicí i po expozici zvážen.

Levá větev (15 l/min.) dílčího proudu vzduchu prochází celulózovým filtrem podepřeným teflonem potaženým sítkem z nerezové oceli. Celulózový filtr byl gravimetricky vyšetřován a podroben ICP-MS analýze pro stanovení obsahu kovů. Tato analýza byla provedena na hmotnostním spektrometru s iontově vázanou plazmou – Thermo Electron X-Series (X7). Automatickým dávkovačem nasátý vzorek je v koncentrickém zmlžovači převeden do aerosolové formy a při průchodu plazmovou hlavici dochází postupně k desolvataci, odpaření, atomizaci a ionizaci komponent. Vzorek dále prochází tlakovým rozhraním do vakuové části, kde jsou odděleny nenabitě atomy. Dále je svazek iontů pomocí iontové optiky zaostřen a v kvadrupólu jsou odděleny ionty o určitém poměru hmotnosti a náboje. Kvadrupól funguje v sékvenčním režimu, tedy postupně propouští na elektronový násobič coby detektor vybrané prvky. Tímto způsobem byly analyzovány vybrané prvky z celého hmotnostního spektra.

VAPS byl instalován v uzavřeném boxu, který je teplotně stabilizován s cirkulací vzduchu pro temperaturu. Odběrový systém obsahuje tři samostatná čerpadla, každé z nich má vlastní rotační ventil s regulačním ventilem pro kontrolu nastaveného průtoku a tlakoměr pro kontrolu expozice filtru. Výstup každého čerpadla je zaveden do vlastního suchého plynoměru, který slouží pro stanovení celkového objemu odebraného vzduchu. Začátek a konec odběru může být řízen automatickým časovačem.

TUNEL PANENSKÁ

Tunel Panenská je nejdelší český silniční tunel s délkou přes 2 km. Nachází se téměř na konci dálnice D8 na posledním úseku z Trmic na státní hranici s Německem. Stavba byla zahájena v září 2003 a do provozu uvedena v prosinci 2006.

Tunel je obousměrný se dvěma oddělenými tubusy, které jsou propojeny devíti bezpečnostními chodbami vždy po cca 200 metrech. Na jihu na tunel navazuje most Panenská (délka 264 m), na severu pokračuje dálnice po náspe ke křižovatce Petrovice a dále ke státní hranici [2].

Pro odběry vzorků znečištění byla na základě konzultací s provozovatelem – Ředitelství silnic a dálnic ČR a na základě místního šetření provedeného pracovníky společnosti TESO Praha a.s. přímo v prostorách tunelu Panenská vybrána místa:

- ENTRY – určení imisních hodnot na vstupu do tunelu, měřicí místo je umístěno přímo na vstupu do tubusu tunelu Panenská z jeho jihovýchodní části, od tohoto místa dále směrem k místu INSIDE dochází díky směru proudění vzduchu k nárůstu koncentrací jednotlivých znečišťujících látek a to právě přispěvkem dopravy, která musí urazit dráhu mezi těmito dvěma měřicími místy (a při tom pochopitelně emituje výfukové plyny)
- INSIDE – zhodnocení příspěvku dopravy, měřicí místo je umístěno přímo uvnitř tunelu Panenská, jedná se o poslední záliv s SOS budkou, před koncem tunelu Panenská, po směru jízdy pravým tubusem ke křižovatce Petrovice

Díky komínovému efektu a směru pohybu vozidel je směr proudění vzduchu v tunelu od místa ENTRY k místu INSIDE.

Fotodokumentace odběru v místě ENTRY



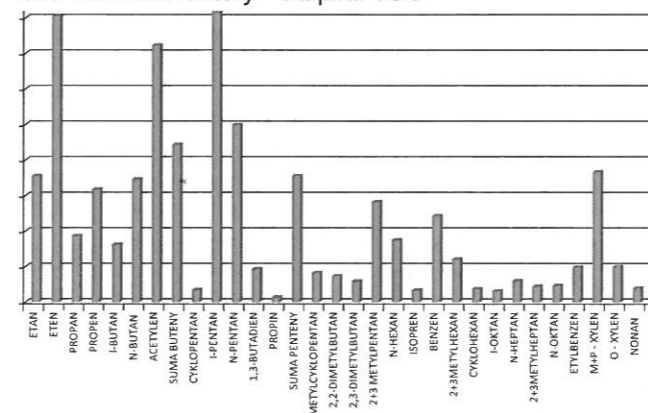
Fotodokumentace odběru v místě INSIDE



PARAMETRY ODBĚRŮ V TUNELU PANENSKÁ

Protože primárním výsledkem provedeného měření jsou imisní koncentrace na vstupu do tunelu Panenská (měřicí místo ENTRY) a imisní koncentrace uvnitř tunelu Panenská (měřicí

Obr. 1: Emisní faktory – skupina VOC



Tab. 1: Emisní faktory skupina VOC

etan	eten	propan	propen	i-butan	n-butan
(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)
3,5616	8,0467	1,8712	3,1816	1,6282	3,4617
acetylen	suma buteny	cyklopentan	i-pentan	n-pentan	1,3-butadien
(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)
7,2326	4,4407	0,3592	8,5857	4,9986	0,9433
propin	suma penteny	metylcyklopentan	2,2-dimetylbutan	2,3-dimetylbutan	2+3 metylpentan
(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)
0,1481	3,5631	0,8289	0,7413	0,6000	2,8284
n-hexan	isopren	benzen	2+3metylhexan	cyklohexan	i-oktan
(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)
1,7553	0,3443	2,4376	1,2197	0,3827	0,3280
n-heptan	2+3metylheptan	n-oktan	etylbenzen	m+p - xylen	o - xylen
(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)	(mg/km)
0,6119	0,4552	0,4735	0,9977	3,6738	1,0091
nonan	sumabenzén+3c				
(mg/km)	(mg/km)				
0,4045	2,1708				

místo INSIDE), je pro další práci s těmito daty nutné je vyjádřit v emisních faktorech vztažených na jednotku vozidlem ujeté dráhy. Pro tyto účely, je nutné znát další proměnné, a sice:

- vzdálenost měřicích míst (ENTRY) a (INSIDE) 1 512 m
- průměrná intenzita dopravy 6,25 vozidel/1 min.
- průřez tubusu tunelu 57 m²
- průměrná rychlost vozidel 78 km/h

Cílem výpočtu bylo stanovit emisní faktory pro průměrné vozidlo, jedoucí v průběhu odběru trasu od místa ENTRY do místa INSIDE. Vybrané emisní faktory byly následně porovnány s emisními faktory poskytnutými Centrem dopravního výzkumu v.v.i. a emisními faktory získanými z aplikace MEFA (program pro výpočet emisních faktorů pro motorová vozidla). Rozsah tohoto porovnání byl definován průnikem emisních faktorů pro znečišťující látky dostupných z jednotlivých zdrojů.

Byly realizovány dva odběry vzorků a to 28. 5. 2010 resp. 31. 5. 2010 vždy v době předpokládané dopravní špičky (i z toho důvodu byly pro šetření vybrány dny pátek a pondělí) v délce trvání 4 resp. 7,5 hodiny.

