

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Státní zdravotní ústav
Stavebná fakulta Žilinskej univerzity
Český spolek pro péči o životní prostředí
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno

pod záštitou

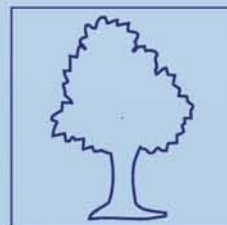
Ministerstva dopravy

Ministerstva životního prostředí

pracovní skupiny „Doprava, zdraví a životní prostředí“ při Radě pro zdraví a životní prostředí

III. česko-slovenská konference

Doprava, zdraví a životní prostředí



Litomyšl, 4. - 5. listopadu 2008

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

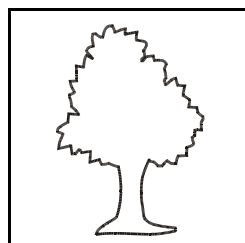
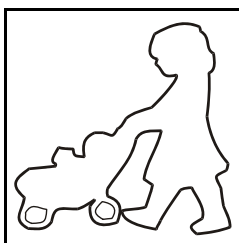
**Státní zdravotní ústav
Stavebná fakulta Žilinskej univerzity
Český spolek pro péči o životní prostředí
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno**

pod záštitou

**Ministerstva dopravy
Ministerstva životního prostředí**
pracovní skupiny „Doprava, zdraví a životní prostředí“ při Radě pro zdraví a životní prostředí

III. česko-slovenská konference

Doprava, zdraví a životní prostředí



Litomyšl, 4. – 5. listopadu 2008

Příspěvky ve sborníku byly recenzovány.

Recenzenti:

Doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.

Mgr. Ivo Dostál

Mgr. Jiří Dufek

Ing. Jiří Jedlička

RNDr. Jiří Huzlík

Mgr. Roman Ličbinský

Mgr. Iva Provalilová

Za jazykovou stránku příspěvků zodpovídají jejich autoři.

Název: III. česko-slovenská konference Doprava, zdraví a životní prostředí
Vydavatel: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno
Náklad: 120
Počet stran: 236
Tisk: Tribun EU s.r.o., Gorkého 41, 602 00 Brno

© Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2008
Cover design © Ivo Dostál, 2008

ISBN 978-80-86502-54-0.

Předmluva

Doprava byla vždy neoddělitelnou součástí života společnosti. Bez neustálé přepravy surovin, výrobků a informací by moderní společnost dnes již nemohla existovat. Na straně druhé se také doprava stala významným faktorem ovlivňujícím nepříznivě životní prostředí a zdraví člověka. Největší podíl v tomto směru přináší doprava silniční, jejíž negativní vliv se projevuje především v produkci emisí znečišťujících ovzduší. Vedle těchto emisí negativně ovlivňují životní prostředí také hlukové emise a vibrace z dopravy a to zejména v městských aglomeracích. V důsledku rozvoje dopravy se také mění vzhled a morfologie krajiny, kdy dopravní sítě představují bariéry pro migrující volně žijící živočichy. Negativně rovněž působí kontaminace půdy, vody a bioty v důsledku úniků znečišťujících látek z dopravních prostředků a vlivem aplikace posypových solí při zimní údržbě komunikací. V neposlední řadě je významný zábor půdy, zejména zemědělského půdního fondu, při výstavbě nebo rekonstrukcích silniční a dálniční sítě.

Ukazuje se, že aplikovaná redukční opatření, vedoucí ke snížení emisí (preferenční hromadné, cyklistické a zejména na krátké vzdálenosti pěší dopravy apod.), nejsou dostatečně účinná a do budoucna je bude pravděpodobně nutno doplnit o opatření restriktivního a ekonomického charakteru (např. omezení provozu ve více exponovaných oblastech, vyčíslení externích nákladů a jejich postupné převedení na majitele a provozovatele vozidel, apod.).

Cílem konference je seznámit její účastníky s novými výsledky a poznatky v dynamicky rozvíjejícím se vztahu dopravy, zdraví a životního prostředí a navázat tak na předchozí úspěšné ročníky, které proběhly v letech 2004 a 2006. V rámci jednotlivých základních tématických okruhů konference se vytváří prostor a příležitost pro širokou diskusi jak řešit aktuální palčivé problémy v oblasti ochrany zdraví a životního prostředí, čímž navazuje na aktivity Panevropského programu Doprava, zdraví a životní prostředí (THE PEP).

doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
garant konference

Vědecký výbor

Doc. Ing. Vladimír Adamec, CSc. (CDV)

MUDr. Helena Kazmarová (SZÚ)

Doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc. (SvF ŽU)

Ing. Jan Jarolím (ČSPŽP)

Ing. RNDr. Jaroslav Rožnovský, CSc. (ČHMÚ)

RNDr. Jiří Bendl, CSc. (MŽP)

Organizační výbor

Ing. Jiří Jedlička (CDV)

Mgr. Roman Ličbinský (CDV)

Mgr. Ivo Dostál (CDV)

Magda Adamcová (CDV)

Partneři konference



Obsah

Program konference	9
---------------------------------	----------

Strategie a politika udržitelné dopravy

JIRÁSKOVÁ, I., SPÁČIL, R., POLLÁK, R., LAUTNER, J. Dopravní politika a životní prostředí.....	11
BENDL, J. Strategie řešení palčivých problémů z dopravy	17
TYM, A. Společné téma “Udržitelná a bezpečná doprava” v roce 2008	23
DRAHOTSKÝ, I. Perspektivy vývoje jednotlivých druhů dopravy v kontextu s chováním uživatele.....	29

Hodnocení vlivu dopravy na životní prostředí

ĎURČANSKÁ, D., GAVULOVÁ, A. Modelovanie imisií na mestskej križovatke.....	33
POSPÍŠIL, J., JÍCHA, M. Šíření prachových částic v blízkosti dopravních komunikací procházejících městskou zástavbou.....	39
ŠIMKOVÁ, J., ROŽNOVSKÝ, J., SKEŘIL, R. Analýza extrémních hodnot znečištění ovzduší v zimním období v centru Brna	47
ŠTĚRBA, P., TRNKA, L. Vliv dopravních omezení na emise výfukových plynů.....	55
MACHÁLEK, P. Mezinárodní vykazování emisí z dopravy.....	61
PETANOVÁ, J., BENCKO, V., TUČEK, M., NOVOTNÝ, L., ADAMEC, V. Imunologické aspekty expozice dopravním emisím	67
KRUMLOVÁ, A., POKORNÝ, B., VYSKOČILOVÁ, R., NOVÁKOVÁ, D., KYTNAROVÁ, J., LIČBINSKÝ, R., HUZLÍK, J., ADAMEC, V. Hodnocení možného rizika předčasných úmrtí obyvatel města Brna z dlouhodobé expozice jemné frakci prašného aerosolu s důrazem na rizika karcinogenní	77
ADAMEC, V., LIČBINSKÝ, R., HUZLÍK, J., BENCKO, V., JEDLIČKA, J. Problematika pevných částic z pohledu dopravy	87
CHOLAVA, R., MATYSÍK, M. Hodnocení vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk.....	95
MÁCA, V., MELICHAR, J. Přístupy k ekonomickému hodnocení hluku z dopravy.....	103
BERÁNKOVÁ, D., HUZLÍK, J. Kvalita a kvantita povrchového odtoku z pozemních komunikací.....	111
HAVLÍČEK, M. Vliv dopravy na změny v krajině	119
ANDĚL, P., PETRŽÍLKA, L., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V. Vývoj fragmentace krajiny dopravou v ČR.....	127

HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. Mortalita živočichů na silnicích ČR.....	133
JEDLIČKA, J., ADAMEC, V., ANDĚL, P. Indikátory hodnocení udržitelného rozvoje na regionální úrovni.....	141

Opatření ke snižování zátěže životního prostředí dopravou

MACHALÍKOVÁ, J., SEJKOROVÁ, M., LIVOROVÁ, M. Uplatnění tribotechnické diagnostiky při snižování zátěže životního prostředí dopravou.....	147
CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J., NACHTIGALL, P. Omezení negativních vlivů dopravy rozvojem kombinované přepravy.....	155
RYCHNOVSKÝ, B. Doprava v environmentálním vzdělávání na PdF MU.....	163
SCHMEIDLER, K. Chůze v urbánních oblastech - neekologičtější mód dopravy.....	171
DUFEK, J. Možnosti zmírnění negativních vlivů dopravy v městských aglomeracích.....	179

Posterové prezentace

MACHALÍKOVÁ, J., CHÝLKOVÁ, J., STUHLÍK, M., SEJKOROVÁ, M., LIVOROVÁ, M. Aplikace mobilního analyzátoru ECOPROBE 5 při hodnocení kontaminace ovzduší těkavými složkami motorových paliv.....	185
NEUBERGOVÁ, K., SMEJKALOVÁ, I. Výuka problematiky doprava a životní prostředí na FD ČVUT.....	193
NEUBERGOVÁ, K., SMEJKALOVÁ, I. Funkce zeleně podél dopravních cest.....	199
BEDNÁŘ, K., KELLNER, J., NAVRÁTIL, J., LANGEROVÁ, A. Nebezpečné účinky nejčastěji přepravovaných látek.....	205
SÁŇKA, O., DVORSKÁ, A., ČUPR, P. Automatizace přípravy dat pro modelování imisí některých PAHs z dopravy pomocí GIS v rámci rozptylové studie provedené rozptylovým modelem SYMOS'97 pro město Valašské Meziříčí.....	211
NOVÁKOVÁ, J., ŠKOPÁN, M. Vliv silniční sítě na složení rostlinných společenstev: výskyt a šíření halofilního druhu <i>Zobovoa distans</i>	217
ŘÍČAŘOVÁ, E. Vliv emisí a hluku z dopravy na zdraví obyvatelstva v okolí komunikace.....	223
ŘEZÁČ, M. Environmentální kapacita pozemních komunikací.....	231
REJL, J. Lokality vážky hnědoskvrnné (<i>Orthetrum brunneum</i>) na upravených vodotečích u tělesa dálnice D11 Praha – Hradec Králové.....	237
REJL, J. Mostní konstrukce na dálnici D11 Praha – Hradec Králové – nová hnízdní stanoviště pro některé druhy ptáků.....	239
FÁBELOVÁ, R. Kolik nehod způsobí únava a spánek za volantem?.....	241

Table of Contents

Conference programme	9
Strategy and Policy of Sustainable Transport	
JIRÁSKOVÁ, I., SPÁČIL, R., POLLÁK, R., LAUTNER, J. Transport Policy and the Environment	11
BENDL, J. Strategy for Topical Problems in Transport Sector	17
TYM, A. Common topic “Sustainable and Safe Transport” in 2008	23
DRAHOTSKÝ, I. Development of Various Transport Modes in the Context of Demand of Customers	29
Evaluation of Transportation Impact on the Environment	
ŘURČANSKÁ, D., GAVULOVÁ, A. The Immissions Modelling at City Crossing.....	33
POSPÍŠIL, J., JÍCHA, M. PM Dispersion Modeling in Urban Areas near to the Roads	39
ŠIMKOVÁ, J., ROŽNOVSKÝ, J., SKEŘIL, R. Analysis of Extreme Values of Air Pollution in Winter Period in Downtown Brno	47
ŠTĚRBA, P., TRNKA, L. Influence of Traffic Restriction on Emissive Behaviour of Motor Vehicles.....	55
MACHÁLEK, P. International Reporting of Traffic Emissions	61
PETANOVÁ, J., BENCKO, V., TUČEK, M., NOVOTNÝ, L., ADAMEC, V. Immunologic Aspects of the Exposure to Transport Emissions.....	69
KRUMLOVÁ, A., POKORNÝ, B., VYSKOČILOVÁ, R., NOVÁKOVÁ, D., KYTNAROVÁ, J., LIČBINSKÝ, R., HUZLÍK, J., ADAMEC, V. Health Risk Assessment of Exposure to Particulate Matter and Selected Gaseous Pollutants in Brno	77
ADAMEC, V., LIČBINSKÝ, R., HUZLÍK, J., BENCKO, V., JEDLIČKA, J. Problematic of Particulate Matter in Transport Sector	87
CHOLAVA, R., MATYSÍK, M. Evaluation of the Influence of Road Surfaces on Traffic Noise	95
MÁCA, V., MELICHAR, J. Economic Valuation of Transport Noise	103
BERÁNKOVÁ, D., HUZLÍK, J. Qualitative and Quantitative Parameters of Roads Rainfall – Runoff	111
HAVLÍČEK, M. Influence of the Transportation on Landscape Changes	119
ANDĚL, P., PETRŽÍLKA, L., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V. Development of Landscape Fragmentation by Traffic in the Czech Republic and the Perspective in the Future	127
HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. Fauna Mortality on Roads in the Czech Republic.....	133

JEDLIČKA, J., ADAMEC, V., ANDĚL, P. Indicators for Evaluation of Sustainable Development at the Regional Level	141
--	-----

Measures for Reducing the Environment Burden from Transport

MACHALÍKOVÁ, J., SEJKOROVÁ, M., LIVOROVÁ, M. The Application of Tribotechnical Diagnostics for Reducing Environmental Burden due to Transport ...	147
CEMPÍREK, V., ŠIROKÝ, J., NACHTIGALL, P. Decrease of Negative Influences of Transport Using by Development of Combined Transport.....	155
RYCHNOVSKÝ, B. Transport in the Environmental Education at Pedagogical Faculty of the Masaryk University	163
SCHMEIDLER, K. Walking in Urban Areas - The Most Sustainable Mode of Transport	171
DUFEK, J. Challenges for Mitigation of Transport Negative Impacts in Urban Agglomerations.....	179

Poster section

MACHALÍKOVÁ, J., CHÝLKOVÁ, J., STUHLÍK, M., SEJKOROVÁ, M., LIVOROVÁ, M. The Mobile Analyzer ECOPROBE 5 Application for Evaluation of Air Contamination by Volatile Elements of Power Fuel.....	185
NEUBERGOVÁ, K., SMEJKALOVÁ, I. Teaching of Transport and Environment at the Faculty of Transportation Sciences of Czech Technical University.....	193
NEUBERGOVÁ, K., SMEJKALOVÁ, I. Impact of Greenery Along the Roads	199
BEDNÁŘ, K., KELLNER, J., NAVRÁTIL, J., LANGEROVÁ, A. Dangerousness of the Most Often Transported Goods	205
SÁŇKA, O., DVORSKÁ, A., ČUPR, P. Automation of GIS Data Preprocessing for Air Pollution Modeling of Some PAHs in SYMOS'97 Dispersion Study for the Town of Valašské Meziříčí.....	211
NOVÁKOVÁ, J., ŠKOPÁN, M. Influence of Road Network to the Phytocenoses Structure: Occurrence and Spread of Halophilic Variety of Weeping Alkaligrass, Puccinellia distans	217
ŘÍČAŘOVÁ, E. The Influence of Emission and Noise from Transportation to the Health of Population in the Vicinity of Roads	223
ŘEZÁČ, M. Environmental Capacity of Road Communications	231
REJL, J. Localities of Orthetrum brunneum at Ditches of Highway D11 Praha – Hradec Králové	237
REJL, J. Bridge Structures of Highway D11 Praha – Hradec Králové – new Nesting Habitats of Certain Bird Species	239
FÁBELOVÁ, R. Accidents caused by driver's fatigue and sleep.....	241

Program konference

Úterý 4. listopadu

9,00 Prezence účastníků

10,00 Úvodní slovo - Adamec, V. (CDV)

10,10 Vystoupení hostů - Šíp, E. (MD); Bursík, M. (MŽP); Čelko, J. (SvF ŽU); Rožnovský, J. (ČHMÚ); Jarolím, J. (ČSPŽP); Bořek, M. (SZÚ); Pospíšil, K. (CDV)

11,00 **Blok I “Strategie a politika udržitelné dopravy” (Jirásková, I., MD)**

Jirásková, I. (MD) - Dopravní politika ČR ve vztahu k životnímu prostředí

Bendl, J. (MŽP) - Strategie řešení palčivých problémů z dopravy

Tym, A. (NSZM) - Společné téma “udržitelná a bezpečná doprava” v roce 2008

Drahotský, I. (DFJP UP) - Perspektivy vývoje jednotlivých druhů dopravy v kontextu s chováním uživatele

Hon, J. (Ekotoxa) - Hodnocení vlivu dopravy na ŽP v územním plánování (ZÚR – Zásady územního rozvoje krajů)

12,45 Oběd

14,00 **Blok II “Hodnocení vlivu dopravy na životní prostředí” (Bencko, V., 1. LF UK)**

Đurčanská, D. (SvF ŽU) - Modelovanie imisií na mestskej križovatke

Pospíšil, J. (FS VUT) - Šíření prachových částic v blízkosti dopravních komunikací procházejících městskou zástavbou

Šimková, J. (ČHMÚ) - Analýza extrémních hodnot znečištění ovzduší v zimním období v centru Brna

Štěrbá, P. (TŮV-SŮD Auto) - Vliv dopravních opatření na emisní chování motorových vozidel

Machálek, P. (ČHMÚ) - Mezinárodní vykazování emisí z dopravy

15,30 Přestávka

16,00 **Blok III “Hodnocení vlivu dopravy na životní prostředí” (Kazmarová, H., SZÚ)**

Bencko, V. (1.LF UK) - Imunologické aspekty expozice dopravním emisím

Krumlová, A. (ZÚ Brno) - Hodnocení zdravotních rizik obyvatel Brna z expozice prašnému aerosolu a vybraným plynným polutantům s důrazem na karcinogenní rizika

Adamec, V. (CDV) - Problematika pevných částic z pohledu dopravy

Cholava, R. (CDV) - Hodnocení vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk

Máca, V. (COŽP) - Přístupy k ekonomickému hodnocení hluku z dopravy

19,00 Společenský večer

Středa 5. listopadu

9,00 Prezence účastníků

9,15 **Blok IV “Hodnocení vlivu dopravy na životní prostředí” (Bendl, J., MŽP)**

Beránková, D. (VÚV) - Kvalita a kvantita povrchového odtoku z pozemních komunikací

Havlíček, M. (VÚKOZ) - Vliv dopravy na změny v krajině

Anděl, P. (Evernia) - Vývoj fragmentace krajiny dopravou v ČR a další perspektivy

Hlaváč, V. (AOPK) - Mortalita živočichů na silnicích ČR

Jedlička, J. (CDV) - Indikátory hodnocení udržitelného rozvoje na regionální úrovni

10,45 Přestávka

11,00 **Blok V “Opatření ke snižování zátěže ŽP dopravou” (Ďurčanská, D., SvF ŽU)**

Machalíková, J. (DFJP UP) - Uplatnění tribotechnické diagnostiky při snižování zátěže životního prostředí dopravou

Cempírek, V. (DFJP UP) - Omezení negativních vlivů dopravy rozvojem kombinované přepravy

Rychnovský, B. (PdF MU) - Doprava v environmentální výchově

Schmeidler, K. (CDV) - Chůze v urbánních oblastech - nejekologičtější mód dopravy

Dufek, J. (CDV) - Možnosti zmírnění negativních vlivů dopravy v městských aglomeracích

12,45 Závěr konference - Jedlička, J. (CDV)

13,00 Oběd

Dopravní politika a životní prostředí

Ivana Jirásková, Robert Spáčil, Radek Pollák, Jiří Lautner

Ministerstvo dopravy

nábřeží Ludvíka Svobody 12, P.O.Box 9, 110 15, Praha 1

e-mail: ivana.jiraskova@mcdcr.cz

Abstract

Transport in the Czech Republic, but also in the whole world, is one of the most important economic sources with importance in the international relations. As well as in other advanced countries, transport is in the Czech Republic one of the main factors, which negatively influence the environment.

The biggest air-pollution contaminator is the road transport, whose negative influence the production of emissions, too much noise and occupation of the soil or land development of a new roads and highways.

1. Úvod

Doprava je jedním z klíčových odvětví ekonomiky České republiky se značným významem i pro mezinárodní vztahy.

Uživatelé dopravy je v různé míře každá fyzická i právnická osoba. Poptávka po přepravě osob i zboží neustále roste a úkolem veřejné správy je vytvořit právní a ekonomické podmínky pro poskytování veřejných služeb v dopravě i pro podnikání v ní a zajistit dopravní infrastrukturu odpovídající růstu přepravních potřeb.

Doprava jako celek i jednotlivé druhy dopravy a s nimi související činnosti představují svébytnou systémovou oblast, kterou charakterizují jak specifické požadavky - zákaznické, bezpečnostní či požadavky na osobnostní a odbornou finanční způsobilost účastníků, tak i potřebné technické předpoklady a sociální podmínky zaměstnanců.

Základními tématy, kterými se Ministerstvo dopravy a zejména odbor dopravní politiky a životního prostředí v rámci dosažení svých cílů zabývá především, jsou harmonizace podmínek na přepravním trhu, modernizace, rozvoj a oživení železniční dopravy, zlepšení kvality silniční dopravy, omezení negativních vlivů dopravy na životní prostředí a veřejné zdraví, provozní a technická interoperabilita evropského železničního systému, panevropská dopravní síť včetně prioritních projektů EU, zvýšení bezpečnosti dopravy, výkonové zpoplatnění dopravy, práva a povinnosti uživatelů dopravních služeb, podpora víceúčelových (intermodálních) přepravních systémů, rozvoj městské, příměstské a regionální hromadné dopravy v rámci integrovaného dopravního systému (IDS) a zaměření výzkumu na bezpečnou, provozně spolehlivou dopravu šetrnou k životnímu prostředí..

2. Hlavní problémy současné dopravy

V souvislosti s rozvojem dopravy se vedle nepopiratelných přínosů objevují i některé problémy. Mezi nejzávažnější a nejdiskutovanější z nich patří zejména nárůst emisí skleníkových plynů a některých dalších znečišťujících látek (Tab. 1), u nichž se České republice již delší dobu nedaří plnit emisní limity EU (CO₂, N₂O, SO₂, PM (pevné částice).

Tab.1 Celkové množství emisí z dopravy

Částice	Rok					
	2000	2003	2004	2005	2006	2007
CO ₂ [tis. t]	12 252,0	15 687,0	16 700,0	18 191,0	18 514,0	19 333,0
CO [tis. t]	278,4	255,8	235,6	232,8	213,1	202,7
NO _x [tis. t]	96,8	96,8	95,5	101,6	97,1	93,2
N ₂ O [tis. t]	1,4	2,0	2,3	2,4	2,5	2,7
VOC [tis. t]	60,0	51,4	47,8	47,3	42,3	40,2
CH ₄ [tis. t]	1,8	1,9	1,8	1,9	1,8	1,8
SO ₂ [tis. t]	1,7	2,3	2,6	0,6	0,6	0,7
Pb [t]	67	6,1	2,1	1	1	1,1
PM [g/obyvatel]	505	583	580	637	623	619

Zdroj: www.mdcz.cz

Souhrn emisí z dopravy zahrnuje individuální automobilovou dopravu, silniční veřejnou osobní dopravu včetně autobusů městské hromadné dopravy, silniční nákladní dopravu, železniční dopravu - motorové trakce, vodní dopravu a leteckou dopravu. Oproti roku 2006 se v roce 2007 snížily emise CO o 4,9 %, emise NO_x o 6 % a emise VOC (těkavé organické látky) o 4,9 %. V roce 2007 se naopak zvýšily emise SO₂ o 5,5 %, emise CO₂ o 4,4 %, emise N₂O o 5,7 %, emise pevných částic o 0,3 %, a emise CH₄ o 0,5 %. Nejvíce se v roce 2007 motorová doprava podílela na emisích CO (cca 41 %) a NO_x (cca 33 %). Zahrneme-li do tuhých emisí PM i sekundární emise motorových druhů dopravy, pak podíl motorové dopravy na nich v ČR v roce 2007 činil asi 34 %.

Mezi další neméně závažné problémy související s rozvojem dopravy lze řadit nárůst silniční dopravy, časté kongesce, nedostatek neobnovitelných (fosilních) zdrojů energie, nárůst hluku z dopravy, špatné řešení dopravy zejména ve městech, nedostačující dopravní infrastruktura, fragmentace krajiny vlivem dopravy a v neposlední řadě také zvyšující se nehodovost.

3. Hlavní cíle a priority

Hlavním cílem odboru dopravní politiky a životního prostředí Ministerstva dopravy je přispět ke zvýšení kvality dopravy zaměřením se na optimalizaci jejich ekonomických, sociálních a ekologických dopadů v rámci principů udržitelného rozvoje a položit reálné základy pro nastartování změn proporcí mezi jednotlivými druhy dopravy, k čemuž má napomoci i 7 základních priorit.

3.1 Priorita 1: Zajištění kvalitní dopravní infrastruktury

Je nutné přistoupit k systematické a efektivní obnově dopravních komunikací a nenahrazovat ji jejich pouhou údržbou. S tím také souvisí hledání nových zdrojů financování, k nimž patří zejména harmonizace poplatků za použití dopravní cesty včetně internalizace externích nákladů a vhodné zapojení soukromého kapitálu.

3.2 Priorita 2: Vhodná dělba přepravní práce mezi druhy dopravy zajištěním rovných podmínek na přepravním trhu

Stát musí zajistit takové podmínky přístupu na přepravní trh, aby na něm bylo možné uplatnit výhody jednotlivých druhů dopravy v rámci principů strategie udržitelného rozvoje. Dopravci musí uspokojovat přepravní potřeby uživatelů minimálně ve standardní kvalitě stanovené státem.

3.3 Priorita 3: Zajištění financování v dopravním sektoru

K naplnění finančních potřeb dopravní infrastruktury je nutné vyhodnotit příjmovou stránku Státního fondu dopravní infrastruktury (SFDI) a harmonizovat příjmové a výdajové stránky SFDI v souladu se strategickými dokumenty MD (např. harmonogram výstavby dopravní infrastruktury - HVDI).

SFDI musí efektivně financovat rozvoj, výstavbu a modernizaci dopravní infrastruktury; opět v souladu s koncepcí rozvoje. Je potřeba aktivně hledat další možnosti financování dopravní infrastruktury.

3.4 Priorita 4: Zvýšení bezpečnosti dopravy

Přibližně 95 % dopravních nehod je zaviněno účastníky provozu na pozemních komunikacích. Je nutné zvýšit bezpečnost v silniční dopravě - především zaváděním opatření v základních oblastech se zaměřením pozornosti na lidského činitele, úlohu prevence, účinnou míru a formu represe, technickou bezpečnost dopravní infrastruktury a samotný technický stav dopravních prostředků. Velký význam má také zavádění moderních informačních a telematických systémů. Represivní opatření musí být vymahatelná příslušnou legislativou. Nesmírně důležité je využívat ke zvýšení bezpečnosti dopravy také nejnovější poznatky vědeckého výzkumu.

3.5 Priorita 5: Podpora rozvoje dopravy v regionech

Cílem je tvorba dopravních strategií na regionální a místní úrovni včetně řešení problematických oblastí městských aglomerací, kde dochází k nedostatečnému propojení systémů městské, příměstské a regionální veřejné dopravy, včetně individuální automobilové a nemotorové dopravy.

Je třeba podporovat veřejnou hromadnou a nemotorovou dopravu, uplatňování telematiky při řízení dopravy, zpoplatnění vjezdu do částí měst a zvyšování plynulosti dopravy.

3.6 Priorita 6: Doprava šetrnější k životnímu prostředí

K naplnění cílů této priority přispěje především využívání vozidel s menší spotřebou energie a produkcí emisí, využívání alternativních paliv a obnovitelných zdrojů energie (např. biopaliva), zpřesňování map hlukové zátěže z dopravy a následné návrhy řešení. Aby byla doprava šetrnější k životnímu prostředí je nutné zavádět přísnější emisní limity vedoucí k omezení produkce skleníkových plynů (emisí), jež mohou mít vliv na klimatické změny. Je nezbytné uvádět do praxe přísnější předpisy v oblasti produkce a nakládání s odpady v dopravě. Problematika snižování hluku ze železniční dopravy musí být řešena tak, aby náklady na opatření omezující tento hluk neznamenal pro železniční sektor větší dodatečné finanční zatížení, než u silniční dopravy. Zaváděním nových moderních technologií s nízkými emisemi umožnit co možná nejefektivnější přesun osobní a nákladní dopravy na železnici. Podporu zavádění navigačních systémů snižovat přetížení dopravních cest.

3.7 Priorita 7: Zavádění výsledků vědy a výzkumu, vývoje a nových technologií včetně telematiky do dopravy

Je potřeba neustále sledovat, realizovat a vyvíjet nové trendy, technologie a opatření vedoucí ke zlepšování rozvoje, řízení a organizování dopravy tak, aby doprava v celém řetězci splnila podmínky udržitelného rozvoje a nestala se problémovou součástí hospodářství ČR. Resortní program výzkumu Ministerstva dopravy Podpora realizace udržitelného rozvoje dopravy je zaměřena na 4 základní oblasti. Především

je to podpora zvyšování bezpečnosti provozu a snižování negativních vlivů dopravy na zdraví obyvatelstva a životní prostředí. Další oblastí je podpora ve směru rozvoje intermodální a multimodální dopravy. Třetí podporovanou oblastí je rozvoj infrastruktury a dopravní obsluhy území. Poslední, ale neméně významnou podporovanou oblastí, je realizace dopravní politiky pomocí telematických a informačních nástrojů.

4. Nástroje realizace

4.1 Ekonomické nástroje

Ekonomické nástroje pozitivní stimulace jsou významnou součástí politiky resortu dopravy. Jedná se převážně o nástroje, které je možno využívat v tržním prostředí tím, že přímo působí na ekonomiku jednotlivých subjektů, podporují flexibilitu a efektivitu opatření v dopravní politice. Konkrétní použití ekonomického nástroje však musí vycházet z důsledné analýzy, musí být posouzeny důsledky jeho uplatnění a je samozřejmě podmíněno i dodržením právních norem Evropského společenství, zejména o volném obchodu zboží a služeb a o zachování konkurenčního prostředí.

Z hlediska jednotlivých zdrojů podpor je možné uvést přímé finanční podpory (granty, dotace), státní rozpočet (podpora přímo nebo prostřednictvím resortních programů), účelové fondy, místní a regionální zdroje, zahraniční zdroje, půjčky, daňové úlevy, výnosy apod.

Mezi ekonomické nástroje dále zahrnujeme poplatky, daně, ceny, garance a další. Pomocí těchto nástrojů sektor dopravy ovlivňuje přepravní procesy a reaguje na nepříznivé trendy v dopravě. Realizace ekonomických nástrojů prostřednictvím výdajů veřejných rozpočtů je relativně značně náročný proces, který vyžaduje soustavné sledování efektivnosti příslušných výdajů, provádění podrobných analýz při jejich používání a mnohdy specifické přístupy a opatření, neboť vedle významných přínosů pro rozvoj dopravní infrastruktury v souladu s principem udržitelného rozvoje životního prostředí mohou být podpory z veřejných rozpočtů i zdrojem nehospodárnosti. Možnosti finanční podpory v oblasti dopravy jsou rozmanité. Například fondy Evropské komise, program MARCO POLO, Operační program Infrastruktura, Program podpory obnovy vozidel MHD a veřejné linkové dopravy, Státní program na podporu úspor energie, Státní fond dopravní infrastruktury, program podpory revitalizace vleček, Operační program doprava a v přípravné fázi například také Podpora logistiky z veřejných zdrojů.

4.2 Administrativní nástroje

Hlavním cílem administrativních nástrojů je příprava novel zákonů týkajících se dopravy, vyhodnocování stanovených podmínek přístupu na trh a odstraňování administrativních bariér přístupu na trh.

Jedním z hlavních nástrojů pro realizaci cílů je úprava právního rámce novelizací zákonů v působnosti dopravy. Mezi takovéto nástroje se řadí zákony v oblasti dopravy, nařízení vlády, vyhlášky, mezinárodní smlouvy a dohody.

V rámci tvorby a přejímání komunitárního práva ES je snahou Ministerstva dopravy vytvářet předpoklady pro zachování konkurenceschopnosti českých podnikatelských subjektů v sektoru dopravy.

4.3 Ostatní nástroje

Mezi ostatní nástroje lze zařadit environmentální výchovu, vzdělání a osvětu, dobrovolné nástroje, informační nástroje apod.

V souvislosti se zapojováním ČR do struktur EU se zvyšuje povinnost předávat garantované informace jak z EU, tak z české strany. Informační a datové zdroje musí ručit za správnost, evidovat a předávat údaje podle závazných a jednotných pravidel. S tím souvisí podpora rozvoje jednotného systému dopravních informací (JSDI).

Hlavními souhrnnými publikačními nástroji resortu jsou internetové stránky Ministerstva dopravy, mapový server o dopravní infrastruktuře všech druhů dopravy (Jednotná dopravní vektorová mapa), veřejný informační systém o jízdních řádech, informační systém o aktuální situaci v silniční dopravě, říční informační služby a metainformační systém.

5. Předpokládaný výsledek rozvoje dopravy a její politiky

K tomu, aby strategické dokumenty resortu dopravy směřovaly k dosažení stanovených cílů, je nutné vytvořit spolehlivou a vnitřně provázanou soustavu programových dokumentů resortu dopravy tak, aby co nejvíce omezovaly nerovnováhu ve vzájemných vztazích mezi ekonomickým, environmentálním a sociálním pilířem udržitelnosti. Tak, aby cíle těchto dokumentů směřovaly k zajištění co nejvyšší dosažitelné kvality života pro současnou generaci a aby také směřovaly k vytvoření předpokladů pro kvalitní život generací budoucích. Strategické dokumenty musí být odrazem racionálního zvažování a zároveň kvalifikovanou odezvou na požadavky vyplývající ze závazků k Evropskému společenství. Je proto zapotřebí vytvořit správné podmínky pro zajištění kvalitní dopravy zaměřené na optimalizaci jejich ekonomických, sociálních a ekologických dopadů v rámci principů udržitelného rozvoje a tím položit reálné základy pro nastartování změn proporcí mezi jednotlivými druhy dopravy tak, aby bylo dosaženo efektivní realizace národních i regionálních cílů. Je nutné si uvědomit, že právě spolehlivá a promyšlená soustava programových dokumentů je základem pro další návazné strategické dokumenty, dílčí koncepce a samotnou realizaci strategických záměrů dalšího rozvoje.

6. Projekty řešené a podporované ministerstvem dopravy

Součástí práce odboru dopravní politiky a životního prostředí Ministerstva dopravy je také podpora a navrhování projektů, které přispívají k naplňování cílů a priorit ministerstva vedoucích k trvale udržitelnému rozvoji ekonomických, ekologických a sociálních sfér.

6.1 Železniční doprava a její projekty

Tab. 2 Vybrané projekty v železniční dopravě

Název projektu	Období realizace	Zdroj financí
Multikriteriální hodnocení nebezpečnosti železničních přejezdů	2004-2006	Věda a výzkum
Standardizovaný popis železniční sítě	2007-2010	Věda a výzkum
Vytvoření systémového prostředí pro evidenci, publikaci a aktualizaci informací o železniční síti a dopravních zobrazovaných nad státním mapovým dílem realizovaného pro potřeby veřejné správy	2007-2008	Věda a výzkum

Název projektu	Období realizace	Zdroj financí
Rekonstrukce elektrických výzbrojí tramvají	každý rok	Státní program
Nasazení systému AVV (automatické vedení vlaků) Pardubice-Přelouč	2007	Státní program
Rekonstrukce MUV (motorový univerzální vozík)	2007	Státní program

Zdroj: www.mdcz.cz

Tab. 3 Vybrané projekty v silniční dopravě

Název projektu	Období realizace	Zdroj financí
Zatížitelnost mostního provizoria MS podle standardů NATO	2007-2008	Věda a výzkum
Hodnocení vlivu silnic a dálnic na biodiverzitu okolí	2005-2007	Věda a výzkum
Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity neřízených úrovnových křižovatek	2004-2007	Věda a výzkum
Zavádění mýta ve městech v podmínkách České republiky	2004-2006	Věda a výzkum
Plnicí stanice CNG Tábor pro autobusy	2007-2008	Státní program a OPI (operační program infrastruktura)
Vodíkový autobus	2007-2008	Státní program a OPI (operační program infrastruktura)

Zdroj: www.mdcz.cz

7. Závěr

Doprava je v současnosti jedním z nejrychleji se rozvíjejících oborů lidské činnosti. Významně ovlivňuje život člověka a to jak v pozitivním, tak i v negativním smyslu. Zatímco negativní dopady na životní prostředí u některých jiných odvětví v České republice postupně klesají, u dopravy, a to zejména silniční, naopak rostou.

Nepříznivě se například vyvíjí srovnání přepravních výkonů ve prospěch environmentálně nejméně šetrných druhů dopravy a to dopravy silniční nákladní. Koncepce postupného přesunu části nákladní přepravy, zejména v silniční dopravě, na druhy dopravy přijatelnější pro životní prostředí, jako je doprava železniční a kombinovaná, patří k základním atributům resortních dokumentů dopravy

Jelikož je doprava jedním z klíčových odvětví ekonomiky České republiky se značným významem na mezinárodní vztahy, je snahou a úkolem Ministerstva dopravy, aby při přípravě legislativních i ekonomických nástrojů regulace dopravy a rozvoje infrastruktury vše směřovalo k optimalizaci dopravních systémů, v jejímž rámci budou rozvíjeny ty druhy dopravy, které jsou šetrnější k životnímu prostředí, a to tak, aby vyhovovaly požadavkům udržitelného rozvoje a přitom vycházely z finančních možností veřejných rozpočtů České republiky.

Strategie řešení palčivých problémů z dopravy

Jiří Bendl

*Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 65, 100 10 Praha 10
e-mail: Jiri.Bendl@mzp.cz*

Abstract

Following strategic priorities for sustainable transport are needed: Draw principal attention of politicians to the problem of mutagenic and carcinogenic harmful and risk emissions from transport, tiny particle emissions from petrol fuel burning and particles generated by abrasion of tyres, brakes and road surface. Strengthen the internalisation of external cost, including the health and environmental impact. Transfer the freight transport from road to railway using latest information, communication and telematic systems. Introduce the maritime containers that could be unloaded at any railway station. Construct logistic centres exclusively with connections to the railway network. Strengthen the use of methane CNG as alternative fuel in order to lower harmful and mutagenic and carcinogenic emissions and be prepare for oil peak.

Support development of public transport, including the integral transport systems and use of CNG on fleet. Lower the number of fatalities and injuries through ecodriving training for car-drives, education to lower speed by cultural and art projects. Improving the health of Europeans through significant and revolutionary support of non-motorised transport – cycling and walking. Future extensive savings in health care and reduction of emissions are expected. Commitment to invest 1% up to 3% from national transport budgets into the infrastructure for non-motorised transport is needed. Establishing of Central National Organisations, which will be charge with construction of cycling infrastructure should be effective. Introducing a selection criterion for all kinds of transport infrastructure projects that would result in making non-motorised transport as an integral part of all transport construction.

1. Palčivé problémy dopravy

Palčivost a naléhavost problémů z dopravy lze hierarchicky uspořádat dle jejich závažnosti na lidské životy a na lidské zdraví, kterého si zatím sice pouze proklamativně, přeci jen teoreticky nejvíce vážíme. Další palčivost problémů vychází z ireverzibilitnosti, tedy nevratnosti některých zásahů do našeho životního prostředí. Patří sem, i jak se doprava podílí na ohrožení rostlinných a živočišných druhů. Jasně se ukazuje, že většinou co vadí člověku a především co ohrožuje jeho zdraví, je problematické i pro přírodu, živočichy a rostliny, a obráceně. Poškození přírody mnohdy v předstihu indikuje a jasně ukazuje na některé neblahé vlivy z dopravy, které ve skryté podobě již ohrožují citlivé skupiny obyvatel a projeví se u většiny obyvatel po delší době. Příroda tak vlastně vystupuje v roli pokusného králíka, aby ukázala člověku, kde si má dát velký pozor.

1.2 Mutagenní a karcinogenní emise z dopravy

Asi o řád více způsobují rizikové emise z dopravy předčasná úmrtí a nevratná poškození zdraví, než je tomu u úmrtí a zranění způsobených při haváriích v dopravě. Záludnost a přezírání této skutečnosti je způsobeno především tím, že nebezpečí rizikových látek je skryté našim smyslům a jejich působení je chronické

a dlouhodobé s následky, které se projevují až se zpožděním. Dopad těchto látek, které jsou většinou emitovány automobilovou dopravou a zplodinami z naftových motorů, je bohužel vážný i na naše děti i budoucí generace vlivem poškozování chromozomů polycyklickými aromatickými uhlovodíky, některými persistentními organickými látkami, mikročásticemi PM_{2.5} a PM₁₀, benzenem a pod. Veřejnost, legislativa a ani praktická každodenní rozhodování zatím nereflektují tento nejzávažnější fenomén, který se výrazně podílí na ztrátě kvality života ve vyspělých zemích, kam patří i Česká republika. Tyto látky jsou navíc natolik jemné, že pronikají nepozorovaně a nekompromisně do bytů, školek, jeslí, tělocvičen a není vlastně před nimi snadnému a svobodnému úniku.

1.3 Rizikové látky a hluk

Většina obyvatel Evropské unie i v České republice žije a vychovává děti ve městech. Je to více než 60 %. Především automobilová doprava ve větších městech je hlavním zdrojem rizikových látek a hluku. V obcích a menších městech pak situaci zhoršují ještě emise z domácích topenišť, které mají obdobně nebezpečný charakter. Rizikové látky z dopravy, kam patří formaldehydy, organické látky, prašnost různého složení, otěry z pneumatik, otěry z vozovek, otěry z brzd, oxidy dusíku, persistentní organické látky a další, zatěžují stále a chronicky náš organismus, způsobují únavu, vyvolávají choroby, alergie, poškozují majetek a způsobují ztráty v ekonomice státu i domácností. Tyto externí škody však nejsou zahrnuty v ceně dopravy.

Nadměrný chronický hluk má obdobný zdravotní dopad jako rizikové látky. Našimi smysly je však sledovatelný a tak mu začíná být věnována alespoň částečná pozornost.

1.4 Úmrtí a zranění v dopravě

S množstvím nehod a především s jejich fatálními následky se nelze smířit a nelze přehlížet a bagatelizovat jakákoliv opatření, která povedou ke snížení počtu tragedií. Většina těžkých zranění i úmrtí není v automobilové dopravě způsobena vlastní vinou, ale více než dvě třetiny obětí jsou zasaženy chybou jiné osoby. Proto by měla společnost tuto většinu více chránit. Je zřejmé, že hlavním negativním momentem a prvkem je příliš vysoká rychlost vozidel, ačkoliv tak statistiky přímo neuvádějí, neboť jsou konstruovány podle jiného zadání. Nebezpečná vyšší rychlost, která mnohdy neznamená ani překročení povolené rychlosti je taková, která neumožní řidiči kompenzovat chybu jiné osoby tak, aby následky nehody nebyly fatální nebo těžké. Například v obci, když vběhne dítě před auto, je zásadní, zdali řidič jede třicetikilometrovou rychlostí nebo povolenou padesátkilometrovou rychlostí, při které však nestačí reagovat a následky jsou tragické. Pokud se stane nečekaná událost na silnici, je též zásadní, zdali má řidič rozumnou rychlost, při které stačí vykompenzovat chybu druhých nebo jede devadesátkilometrovou rychlostí, při které nestačí udělat nic k odvrácení vážných následků.

1.5 Klimatické změny

Doprava se stále více podílí na zvyšování koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře a mění tak jednu z planetárních složek o historicky nezanedbatelný podíl. Rovněž odčerpává neobnovitelné přírodní zdroje a při stále neudržitelném světovém růstu populace je zřejmé, že zásoby ropy budou předčasně vyčerpány se všemi negativními ekonomickými i sociálními důsledky. Na ropný zlom je třeba se v předstihu připravit.

1.6 Ohrožování biodiverzity

Kromě předchozích problémů, které ohrožují člověka a rostlinné a živočišné druhy obdobně, požadavky dopravy způsobují další nežádoucí tlak na biodiverzitu. Jsou to jednak zábory prostoru pro dopravní infrastrukturu, kdy jsou mnohdy zničeny některé biotopy, jsou přerušeny přirozené migrační biokorydory, pro údržbu okolí infrastruktury jsou používány biocidy, nadměrné solení, s dopravou jsou zavlečeny invazní druhy a infekční choroby. Aktuálně nebezpečné jsou i některé plány na dovoz biopaliv z rozvojových zemí, kde se produkují na úkor přirozených ekosystémů, tropických pralesů a pod.

2. Strategie řešení

Doprava samotná není principiálním problémem. Problémem jsou jednotlivé konkrétní negativní zdravotní a environmentální jevy, které by měly být vždy posuzovány a přednostně eliminovány při rozvoji a modernizaci dopravy, v dopravní politice států, při návrhu konkrétních projektů, při vypisování vědeckých zadání, při konstruování ekonomických nástrojů, při internizaci externích nákladů, při vzdělávání a výchově. Například kongesce v osobní automobilové dopravě ubírají čas a nervy řidičům, kteří se většinou dobrovolně rozhodli pro dopravu osobním automobilem do zaměstnání. Společensky mnohem závažnější než vlastní kongesce a ztráta volného času řidičů jsou však rizikové emise z automobilů, které zdravotně ohrožují nejen vlastní řidiče, ale především ostatní obyvatele, ačkoliv ti dbají environmentálních návyků a využívají železniční, veřejné nebo cyklistické dopravy do zaměstnání. Pak přednostním řešením není výstavba kapacitních příjezdových komunikací pro tzv. odlehčení kongescí, které by však indukovaly další emisně náročnou automobilovou dopravu, ale vhodnější řešení jsou ta, která ve svém důsledku sníží emise rizikových látek a nabídnou emisně nenáročnou dopravní alternativu veřejné dopravy, příměstské železniční dopravy, cyklo dopravy nebo zavedou vozy s velice nízkými emisemi rizikových látek.

Strategická rozhodnutí by měla být směřována do vyřešení podstatných problémů konkrétními systémovými kroky.

2.2 Technický pokrok v dopravě ke snížení rizikových emisí

Vývoj a výroba by se měla zaměřit především na eliminaci mutagenních a karcinogenních látek, na eliminaci rizikových látek a souběžně na snižování produkce skleníkových plynů. Kromě vlastního provozu automobilů a dalších dopravních prostředků by mělo být stálou prioritou snižování veškerých emisí rizikových látek během celého životního cyklu veškerých výrobků pro dopravu, tak i emisí spjatých s budováním a údržbou dopravní infrastruktury. Je zřejmé, že oblast mutagenních, karcinogenních a rizikových látek je velmi zanedbanou oblastí a není při každodenních rozhodováních uvažována s adekvátně prioritním důrazem. Mutagenní a karcinogenní emise jsou mnohem závažnější problematikou než jsou emise skleníkových plynů a denně negativně ovlivňují miliardy obyvatel na planetě. Legislativní opatření a veřejné mínění by mělo postavit výzvu před konstruktéry a vynálezce k nalezení vhodných a brzkých řešení.

2.3 Efektivita a vyšší energetická účinnost bude na železnici

Je absurdní, aby po dálnicích a silnicích napříč Evropou křižovaly kamiony, kde náklad je menší než náklad vagonu a je řízen dvěma řidiči, kteří jsou celé dny odloučení od rodin. Sociální problémy, zvýšené emise rizikových látek, ničení

infrastruktury a hlučnost jednoznačně hovoří proti takovému masivnímu využívání kamionů. Vzhledem k očekávanému dalšímu objemovému rozvoji námořní kontejnerové dopravy propojující Euroasii a Americké kontinenty je žádoucí, aby při naší příznivé hustotě železniční sítě byly kontejnery překládány v přístavech přímo na železnici a distribuovány do maximální blízkosti určení. Opětný zájem o využívání železnice i pro menší zásilky může zásadně změnit i konstrukce námořního kontejneru, který by měl být dělitelný a vykladatelný i z boční strany, což umožní manipulace i pod elektrickou trakcí. Zlepšená železniční logistika, informovanost o zásilce a bezpečnost zásilek může přesunout významnou část nákladní dopravy na železnici, která by se pro dopravu vzhledem k příznivým fyzikálním vlastnostem měla stát páteří. Ve svém důsledku pak dojde ke snížení rizikových emisí z dopravy jako celku a bude oslabena závislost na dovozu uhlovodíků ze zahraničí a zvýšena energetická bezpečnost.

2.4 Využívání zemního plynu v dopravě sníží emise a oddálí ropnou agonii

Vzhledem k rizikovým emisím je využívání stávajících benzinových a především naftových motorů v dopravě morálně zastaralé a již delší dobu technicky překonané. Z hlediska rizikových emisí jsou o více než řád příznivější již používané a dávno vyvinuté moderní dopravní prostředky, které využívá zemní plyn jako palivo (CNG, LNG). Využívání stlačeného zemního plynu je technicky zvládnuté, bezpečné, robustní s návazností na plynárenskou síť, bez zvýšených nákladů a mnohem úspornější než využívání ropy a jejích derivátů. Je tak diversifikován i energetický zdroj, zvyšuje se energetická bezpečnost a vytváří se infrastruktura pro budoucí využívání methanu v palivových člancích, které prakticky nevytvářejí rizikové emise. Jakékoli obměny automobilového a autobusového parku, které nepřejdou v současných podmínkách na zemní plyn jsou propasenými příležitostmi ke zlepšení náročné emisní situace ve městech a jsou prakticky zakonzervováním nežádoucího stavu a závislosti na dovozu ropy s ropnou agonií na konci.

2.5 Ecodriving a výchova k nižším rychlostem zachrání životy

Správným a kvalitním způsobem řízení vozidel lze ušetřit 10 až 20 procent paliva a zároveň i emisí nežádoucích rizikových látek. Přejít na ecodriving však záleží na dobrovolném rozhodnutí občana pro jízdu, která je plynulá, energeticky předvídatelná, bezpečná a probíhá při nižších rychlostech. Kromě environmentálních a ekonomických výhod však především zásadní měrou zvyšuje bezpečnost provozu a snižuje počty usmrcených a zraněných. Je však potřeba získat občany pro tento odpovědnější přístup a pomocí kultury a umění změnit komerčně deformované povědomí, které jinak nutí řidiče k nebezpečnému soutěžení na silnicích, hazardování a k jízdám při nadměrných rychlostech, které jsou pak hlavní příčinou tragédií.

2.6 Investice do cyklo dopravy zlepšují zdraví a podstatně sníží negativní jevy z dopravy

Vyspělá společnost je na prahu převratného rozvoje cyklo dopravy pro každodenní využívání. Rozvoji cyklo dopravy zatím brání neexistence bezpečné husté sítě cyklostezek, které jsou odděleny od automobilové dopravy. Technologie kol umožňuje využívání cyklo dopravy i v kopcovitém terénu a ve většině měst a obcí. Vzhledem k nepřipravenosti infrastruktury však není z hlediska bezpečnosti využívána, ačkoliv je o ni potenciálně značný zájem a může tvořit i přes dvacet

procent z osobní dopravy a tedy i finanční úspory, odpovídající snížení emisí, hluku snížení závislosti na dovozu ropy. Obrovský moderní potenciál cyklo dopravy spočívá ve zlepšení zdravotního stavu obyvatel. Z nedostatku aktivního pohybu Evropanů vzniká velký tlak na zdravotní systém v oblasti kardiovaskulárních chorob, diabetu, obezity, nadváhy a hypertenze. Doprava je nejpřirozenější způsob aktivního pohybu a proto investice do nemotorové dopravy, pěší nebo cyklo dopravy, jsou jedněmi z nejefektivnějších investic v dopravě. Dopravní inženýři, místní samospráva i centrální orgány však zatím dluží společnosti tyto investice. Pro zdárný rozvoj tohoto dopravního módu je potřeba investovat asi 1 až 3 procenta z národních rozpočtů určených na dopravu a zároveň vytvořit národní orgán odpovědný za výstavbu, který ve spolupráci se starosty obcí zajistí kvalitní efektivní výstavbu husté sítě cyklostezek na celém území České republiky, která může dosáhnout konečné délky i několika desítek tisíc kilometrů. Rovněž jako systémové a efektivní opatření se jeví zavedení výběrového kritéria pro veškeré dopravní i pozemní stavby, které zohlední patřičnou výstavbu kvalitní infrastruktury pro cyklo dopravu a pěší.

Společné téma “udržitelná a bezpečná doprava” v roce 2008

Antonín Tym

*Národní síť Zdravých měst ČR
Šrobárova 48, Praha 10, 100 42
e-mail:tym@nszm.cz*

Abstract

HCCZ is presently the only association of Czech municipalities that stipulates in its statutes to consistently work towards sustainable development, health and the quality of living in cities, municipalities and regions of the Czech Republic.

By means of a wide range of services the HCCZ endeavours within the scope of its member municipalities to strengthen the quality of public administration, improvement in quality of the local and regional system of strategic management, improvement of communication with the public, awareness and exchange of good practice examples.

One of the main area of HCCZ interest is urban transport. General meeting, the highest statutory body of HCCZ decided about the course of development to be taken by its members for the next two years 2006-07. Healthy Cities, municipalities and regions reacted by their resolution to the alarming trends in transport and related sectors in the Czech Republic and decided that transport in accordance with principles of Local Agenda 21 or so called “sustainable transport” shall become their common topic. The original aim of HCCZ was to encourage the interest of municipalities in safe and more environment-friendly ways of transport, such as public transport, cycling or walking on foot through various raising – awareness–campaigns and long–term programmes. They will also focus on technological solutions, such as traffic calming measures in city centres, parking systems or availability and accessibility of transport to all inhabitants, and a number of other measures.

The long-term campaign has been developing for 2 years now and there are more than 20 cities and regions actively involved. Also, selected cities have started to measure different local community transport indicators that allow to monitor progress of different aspects of sustainable transport such as transport and the environment, transport and health and safety, transport and spatial planning etc. The presentation should give a brief overview of what is Healthy City Project, what are the main goals and what cities and regions are doing to be more “healthy” and “sustainable”. The main part of the presentation will be focused on the Common topic “Sustainable and Safe Transport”, its current development as well as its future.

Obsah příspěvku

1. Pojmy „Zdravá municipalita“ a Národní síť Zdravých měst ČR
2. Místní Agenda 21: Mezinárodní standard procesů veřejné správy vůči kvalitě života
3. DataPlán NSZM - prostředí pro pro kvalitní strategické řízení municipalit
4. DOPRAVA – Společné Téma Zdravých měst, obcí a regionů 2006 a dále

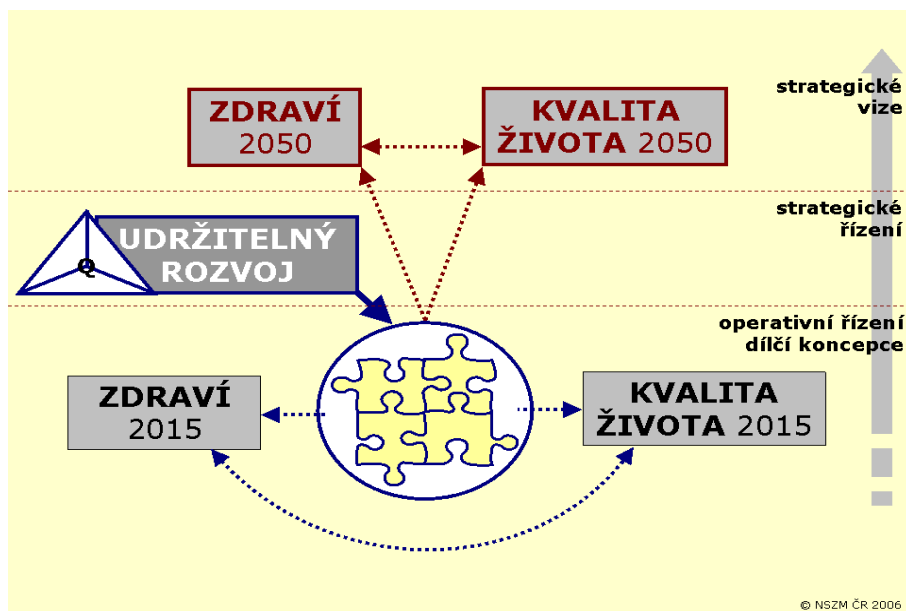
1. Pojmy „Zdravá municipalita“ a Národní síť Zdravých měst ČR

Mezinárodní Projekt Zdravé město (WHO Healthy Cities Project) iniciovala OSN v roce 1988 pod gescí Světové zdravotní organizace (WHO) a přizvala k němu

15 významných evropských metropolí. Během dvou desítek let se do projektu zapojilo 1300 Zdravých měst, obcí a regionů ve 30 evropských zemích. Pojem Zdravé město, obec, region v sobě zahrnuje několik aspektů. Základem činnosti Zdravé municipality je snaha o uplatnění udržitelného rozvoje v rámci veřejné správy – tzv. místní Agenda 21 (viz dále). Důvodem pro tento přístup je závazek municipality zajišťovat podmínky pro zdraví a kvalitu života lidí na svém území. Udržitelný rozvoj je základním mezinárodně uznávaným východiskem pro kvalitní manažerský přístup k rozvoji území, se současným sledováním širších souvislostí.

V roce 1994 vytvořilo jedenáct aktivních měst asociaci s názvem Národní síť Zdravých měst České republiky (NSZM). K 1. září 2008 zastřešuje asociace 85 obcí, měst, krajů a mikroregionů, ve kterých žije celkem 30 % obyvatel ČR. Posláním NSZM zakotveným ve stanovách je *propojovat municipality a odborné organizace v České republice ke spolupráci v systematické podpoře zdraví a kvality života a k aktivnímu uplatňování udržitelného rozvoje na místní, regionální, národní i mezinárodní úrovni*. Přispívat ke zlepšování kvality veřejné správy uvnitř úřadů na místní a regionální úrovni je cíl, na které NSZM spolupracuje v rámci různých projektů s resorty – zejména Ministerstvem vnitra, Ministerstvem pro místní rozvoj, Ministerstvem životního prostředí a Ministerstvem zdravotnictví. Neméně důležitým partnerem je Asociace krajů ČR. Z odborných partnerů patří k nejvýznamnějším odborná centra Univerzity Karlovy, resortní odborné organizace, a v neposlední řadě regionální odborní partneři (hygienická služba, ad.).

Obr.1 Poslání NSZM: vazby mezi kvalitou života, udržitelným rozvojem a zdravím



2. Místní Agenda 21: Mezinárodní standard veřejné správy vůči kvalitě života

Zdravé municipality se snaží o uplatnění udržitelného rozvoje do strategických dokumentů, dílčích koncepcí, i každodenního řízení měst, obcí, a regionů. Jde o

to transformovat do praxe veřejné správy důležité mezinárodní dokumenty, doporučení, projekty jako jsou Agenda 21 (OSN), Zdraví 21 (OSN-WHO), NEHAP, Aalborgské závazky a další. Pro kvalitu místní a regionální veřejné správy je jedním z nejdůležitějších standardů mezinárodní program místní Agenda 21 (MA21).

MA21 je v současné době jednou z oficiálních metod kvality veřejné správy v ČR, která byla uznána a doporučena úřadům obcí, měst a krajů ze strany Ministerstva vnitra. Hlavním přínosem MA21 (jako metody veřejné správy) je široký strategický pohled na dlouhodobé podmínky pro kvalitní život ve správním území a zároveň otevřená komunikace s veřejností. Hlavním sledovaným cílem je udržitelný rozvoj, jeho praktické uplatnění v místních či regionálních podmínkách.

Snahou municipality postupující podle pravidel MA21 je postupně zapojovat veřejnost a místní partnery jako např. školy, nestátní neziskové organizace, firmy, atd. do spolupráce s radnicí, která v tomto procesu funguje jako určitý hybatel a hlavní garant. V rámci široké diskuse odborníků s dalšími obyvateli si všichni kladou zdánlivě jednoduché otázky typu: *„Jak si představujete svoje Zdravé město?“* *„Co potřebujete pro své zdraví a kvalitní život?“* *„Co si myslíte, že by pomohlo ze strany města a jím vytvářených podmínek k tomu, abyste byli zdravější a spokojenější?“* *„Jak můžete k tomu přispět Vy a Vaše organizace?“* A také otázku nejtěžší: *„Je do budoucna tento náš rozvoj udržitelný – kde jsou limity a širší souvislosti?“*

Zapojování veřejnosti je ovšem pouze prvním ze hlavních stavebních kamenů Zdravého města. Dlouhodobý rozvoj města, obce či regionu je možné stavět na názorech veřejnosti pouze v případě, že byl zohledněn udržitelný rozvoj a další požadavky kvality. Ke slovu ve Zdravém městě, obci či regionu proto přicházejí odborné týmy (do kterých by měla být zapojena místní odborná veřejnost). V rámci expertního plánování berou odborné týmy v potaz názory veřejnosti (většinou byli tito odborníci též účastni veřejných diskusí), ale vycházejí zejména z limitů území a ze snahy o rovnováhu pilířů rozvoje (ekonomika, sociální, životní prostředí).

Pro přehledný popis strategických cílů a klíčových faktorů rozvoje (vč. sledování udržitelnosti rozvoje) je v každé strategii nezbytné využívat indikátory. Nejedná se pouze o sledování plnění cílového stavu, ale také o možnost posuzovat efektivitu vložených prostředků do řešení cílů. V neposlední řadě umožňuje používání indikátorů vzájemné poměrování a hledání dobré praxe – „benchmarking“. Situace v rámci sítě Zdravých měst, obcí a regionů, která disponuje společným informačním systémem DataPlán NSZM (viz dále), je pro realizaci benchmarkingu velice výhodná.

Skutečná kvalita strategie se však pozná teprve při jejím zavedení do činnosti města a úřadu. V moderních manažerských metodách ve veřejné správě, jakými je například „Balanced Scorecard“ (tato metoda je zaváděna již v několika Zdravých městech a krajích), slouží sada indikátorů jako možnost doladění realizačního systému strategie na úroveň všech organizačních jednotek a dokonce do činnosti jednotlivých pracovníků. Informační systém DataPlán NSZM zde poté funguje jako levný, uživatelsky příjemný a transparentní způsob sledování realizace strategie a jednotlivých projektů – ze strany vedení municipality a úřadu, jednotlivých odborů, partnerských subjektů „místního partnerství“ i ze strany veřejnosti.

3. DataPlán NSZM - prostředí pro kvalitní strategické řízení municipalit

Aby byla Zdravá města, obce a regiony schopny celostního pohledu, který udržitelný rozvoj a strategický přístup vyžaduje, zavádí NSZM v současnosti ve vybraných municipalitách internetový informační systém s názvem DataPlán NSZM. Slouží jako prostředí, ve kterém lze přehledně pracovat s veškerou strategickou dokumentací obcí, měst a regionů, rozpočtem a projekty, které již běží či jsou pouze ve fázi návrhů. Zde se setkávají informace o veškerých aktivitách, včetně jejich finančních nákladů. Informace je potom rovněž možné propojit vertikálně s vyššími úrovněmi – regionem, krajem, ideálně s celou ČR a EU. Sledovány jsou též souvislosti s mezinárodními dokumenty – Agenda 21, Zdraví 21 či Strategie udržitelného rozvoje EU a další.

Z manažerského pohledu je DataPlán NSZM (ve spojení s dalšími informačními službami a vzděláváním) důležitým krokem k podpoře „znalostního managementu“ v úřadech měst, obcí a krajů. Tento moderní přístup v rámci veřejné správy se do budoucna jeví jako nezbytný, zvláště pokud sledujeme jako svůj cíl uplatňování udržitelného rozvoje.

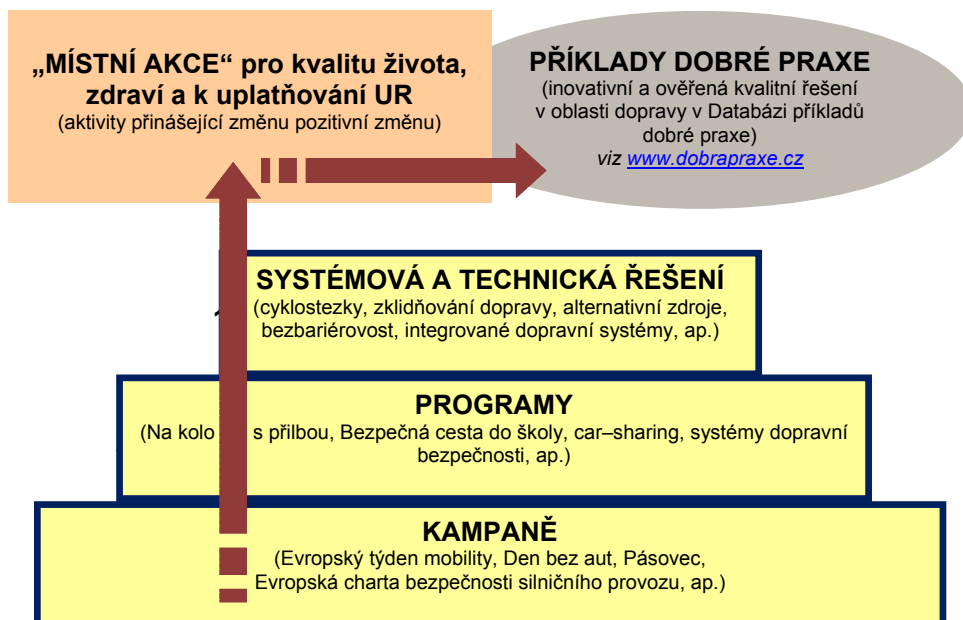
Veškeré výše uvedené manažerské a komunikační přístupy, metody a nástroje jsou plně využitelné nejen pro široké strategie, ale také pro koncepční postup v případě dílčích oblastí. Národní síť Zdravých měst ČR je bude využívat např. při komplexním řešení tématu DOPRAVA, které se stalo společným tématem Zdravých měst, obcí a regionů v ČR pro léta 2006–2007. Budou zde využívány jak indikátory, tak informační systém DataPlán NSZM pro benchmarking a sledování vzájemné provázanosti místního, krajského i národního postupu.

4. UDRŽITELNÁ a BEZPEČNÁ DOPRAVA – společné Téma Zdravých měst, obcí a regionů od roku 2006

Na základě usnesení Valné hromady NSZM bylo jako společné téma členů NSZM pro léta 2006-07 a dále schváleno téma Udržitelná a bezpečná doprava (dále jen „Téma“).

K Tématu mohou Zdravá města, obce a regiony přistupovat jak z pohledu zdravotně-sociálního (prevence úrazů, bezbariérovost, prevence sociální exkluze atp.), tak z pohledu ekonomiky a životního prostředí (alternativní pohon, úspory paliv a energie, šetrnost k životnímu prostředí atp.). Tento přístup je v souladu s definicí OECD, která za udržitelnou dopravu považuje takovou, která poskytuje bezpečný, ekonomicky životaschopný a sociálně přijatelný způsob dopravy lidí k místům, zboží či službám, splňuje obecně přijímané zdravotní a ekologické standardy, nepřekračuje únosné meze ekosystémů a nepřispívá ke zhoršování globálních jevů, jako jsou klimatické změny, narušování ozónové vrstvy a šíření dlouhodobě přetrvávajících znečišťujících organických látek.

Obr. 2 Schéma možností zapojení členů do tématu DOPRAVA



Členové Národní sítě Zdravých měst se mohou od roku 2006 zapojit do iniciativy, jejímž cílem je realizovat ve Zdravých městech, obcích a regionech co nejširší množství místních akcí - aktivit, trvalých opatření - majících konkrétní dopad na podporu bezpečnosti a udržitelnosti dopravy. Lze je rozdělit do tří úrovní. Zaprvé se jedná o realizaci nejméně finančně i organizačně náročných osvětových a vzdělávacích akcí – např. kampaň Evropský týden mobility a Den bez aut. Zadruhé, města a obce se mohou zapojit do dlouhodobých preventivních programů, jako jsou např. Bezpečná cesta do školy či Na kolo jen s přílbou. Třetí, nejnáročnější kategorií jsou pak tzv. trvalá opatření, kam se řadí např. prvky zklidňování dopravy, výstavba cyklostezek, zavádění alternativních paliv apod. Celá iniciativa má svá pevná pravidla, indikátory a harmonogram. Od září 2006 mohou zapojivší se města realizovat vybraná opatření, programy či kampaně. Vyhodnocení zapojení členů a dosaženého efektu je pravidelně vyhodnocováno a schvalováno Valnou hromadou NSZM.

Iniciativu podpořila na počátku roku 2007 také Pracovní skupina pro místní Agendu 21 při Radě vlády pro udržitelný rozvoj (RVUR). RVUR proto na počátku roku 2007 schválila návrh, aby se společným mezíresortním tématem udržitelného rozvoje na místní a regionální úrovni v České republice pro rok 2007 stala udržitelná a bezpečná doprava. Myšlenku podporovali také zástupci resortů, vědeckých institucí i neziskových organizací. Cílem iniciativy bylo ukázat cesty k řešení nejožehavějších dopravních problémů, a také příklady dobré praxe z České republiky i jiných zemí. Odbornou garanci a koordinaci kampaně zabezpečovali členové tzv. mikrotýmu složeného z expertů z ministerstev, akademické a výzkumné sféry, zástupců municipalit a neziskových organizací. Mikrotým je součástí Pracovní skupiny pro místní Agendu 21 při RVUR. Jeho úkolem bylo také vytvoření sady indikátorů, která slouží městům a obcím k měření efektivity zaváděných opatření a postupu

směrem k udržitelnější dopravě. Z této sady indikátorů, která má celkem pět základních oblastí, si mohou města a obce zvolit pro ně vhodné indikátory a měřit svůj postup. Důležitým aspektem je možnost přehledně sledovat hodnoty indikátorů v jednotlivých letech a u jednotlivých měst na internetu. Zájemci tak mohou zjistit vývoj ukazatelů u jednotlivého města či obce a zároveň je porovnat mezi sebou.

Hlavní důraz této iniciativy je kladen na *společný postup, sdílení dobré praxe a výměnu zkušeností* mezi aktivními samosprávami tak, aby bylo dosaženo co možná nejvíce konkrétních aktivit podporujících různé aspekty udržitelné a bezpečné dopravy.

Důležité odkazy:

www.udrzitelna-doprava.cz - rozcestník pro zájemce o udržitelnou dopravu

www.dataplan.info/indikatory/doprava - indikátory měřené městy zapojenými do Společného tématu

www.zdravamesta.cz - webové stránky Národní sítě Zdravých měst ČR

Perspektivy vývoje jednotlivých druhů dopravy v kontextu s chováním uživatele

Ivo Drahotský

*Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky
Studentská 95, 532 10 Pardubice
e-mail: ivo.drahotsky@upce.cz*

Abstract

The article aims about the transport market function and about influences factors. There are demand of customers and some transport modes (mainly road vs railway or public versus individual) which fill needs. Transport is direct linked with economic, but has very negative aspects. In the article will be analyzed current situation in transport in light of users demand, economic, environment, etc.

1. Úvod

Z obecného hlediska jsou aktivity obyvatel, jejich produktivní čas i trávení volna, spjaty s požadavky na mobilitu. Tyto požadavky jsou následně uspokojovány různými druhy dopravy, přičemž volba je v podstatě primárním rozhodnutím uživatele, které je tvořeno individuálně. Toto platí nejen v osobní, ale i v nákladní dopravě. Hovoříme tedy o fenoménu, který je na jedné straně přímo svázán s výkonem ekonomiky, na druhé straně s sebou však nese mnoho negativních aspektů. Právě na fungování celého systému, dopravního trhu, včetně faktorů které jej ovlivňují, je zaměřen dále předkládaný text.

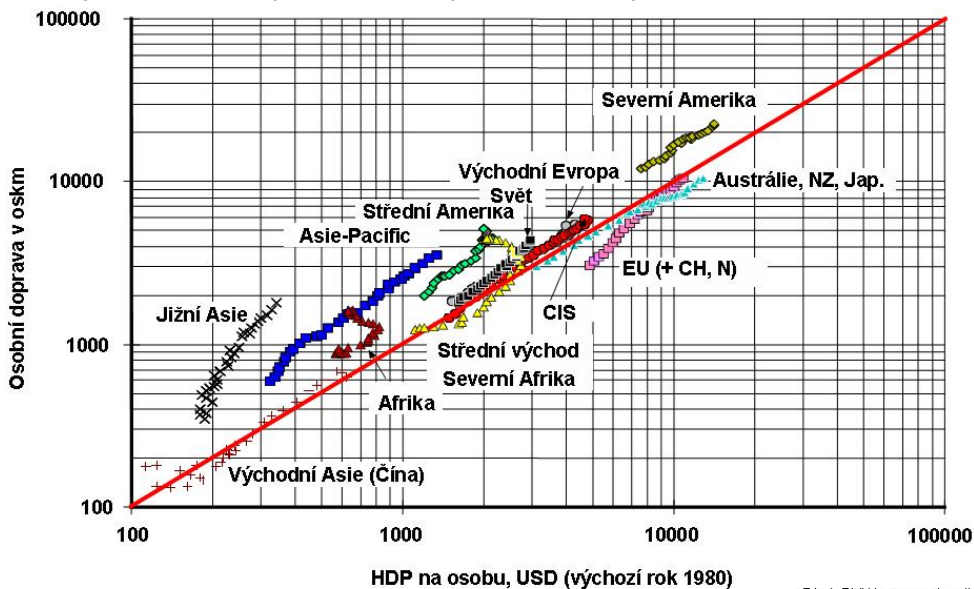
2. Vzájemná vazba mezi dopravou a výkony ekonomiky

Při zpětném pohledu na vývoj probíhající v oblasti dopravy v minulém i předminulém století, a při pohledu na ekonomický rozvoj v podstatě napříč kontinenty, lze vysledovat vzájemnou souvislost růstu prosperity, prezentované výkonem ekonomiky v HDP, a požadavky na dopravu. Je přitom lhostejné, zda se jedná o dopravu nákladní či silniční, protože obě dvě představují jeden ze základních elementů nezbytných k prostorové změně polohy osob či zboží.

Na následujícím obrázku je zachycena vazba mezi výkonem ekonomiky vyjádřeným v HDP na obyvatele a dopravním výkonem prezentovaným oskobokilometry připadajícími rovněž na jednoho obyvatele.

Kromě vyspělých zemí jsou zahrnuty i země rozvojové tak, aby byl reprezentován průřezově celý svět. Osy grafu jsou přitom vyhotoveny v logaritmickém měřítku, z důvodu přehledného znázornění veškerých relevantních údajů.

Obr. 1 Vzájemná závislost výkonu ekonomiky a dopravních výkonů v osobní dopravě



Z grafu je zřejmá přímá vazba mezi sledovanými veličinami. Přitom v podstatě není určující síla ekonomiky jako takové, protože v případě rozvojových zemí platí závislost obdobně jako v zemích vyspělých.

Ve vztahu k dopravní politice je třeba uvést, že přerušení dané závislosti představuje jeden z cílů, který je byl proklamován v mnoha dokumentech, avšak jeho naplnění bohužel nenastalo.

I v současné době, kdy se světová ekonomika potýká s krizí, dochází jako důsledek v první řadě k omezování výkonů v dopravě. Spojené státy například zaznamenaly přibližně 12 % úbytek dopravců v nákladní dopravě. Na druhou stranu platí stejná přímá vazba v případě expanze, či rozvoje ekonomiky.

Stejně tak je možno poukázat na vývoj v mezinárodní přepravě, ve které se při výměně zboží mezi Evropou a Čínou vrací zpět do Číny přibližně 2/3 kontejnerů prázdných. To reprezentuje vyšší expanzi asijských ekonomik oproti ekonomikám tradičním, což je obecně známá skutečnost.

Jestliže budeme uvažovat záměr dopravní politiky Evropské unie spočívající v deklarovaném omezení propojení výkonu dopravy a ekonomiky, je nutné poukázat zároveň na důsledky. V rámci udržitelného rozvoje sice bude pravděpodobně dosaženo omezení negativních dopadů dopravy na vnější okolí, respektive k omezení výkonů dopravy jako takové, nicméně zároveň hrozí nemalá nebezpečí.

Je nutné si uvědomit, že dnešní společnost není již založena na separátních ekonomikách, ale na globálním schématu. Aniž bychom polemizovali o prospěšnosti navrhovaných cílů ve vztahu k životnímu prostředí, je nutno poukázat na dopady, které záměry přinesou pro obyvatele. Konečný spotřebitel je totiž základním elementem, který ovlivňuje přepravní potřeby, ale který zároveň hradí náklady ekonomiky, a to prostřednictvím daní, které mají svůj podíl i na velkých hospodářských celcích.

V kontextu s výše uvedeným znamená pro obyvatele (konečného spotřebitele) každá snaha o snížení negativních dopadů dopravy na vnější okolí logické zdražení dopravní služby.

3. Vazba dopravy na environmentální prostředí

Bylo uvedeno, že doprava způsobuje i značné negativní efekty, které bývají abstrahovány pod pojmem „externality“. Z obecného hlediska je externím dopadem aktivity (dopravy) jakýkoli důsledek, který vyvolává efekt pro jiný subjekt, než pro subjekt v souvislosti s jehož činností byla aktivita primárně vyvolána.

Pokud tedy chceme hovořit objektivně o externalitách, je nutno vždy posuzovat jak negativní, tak i pozitivní účinky, včetně jejich ekonomických dopadů či ve finančním vyjádření. Situace je ovšem taková, že doprava je ve většině případů pranýřována a jsou vyzdvihovány pouze její negativní dopady, respektive jejich finanční vyjádření, avšak pozitivní externí účinky (včetně těch ekonomických) jsou opomíjeny.

Aspekty související s dopravou je proto nutno hledat ve sférách:

- ekonomických,
- politických,
- environmentálních.

Veškeré z uvedených oblastí zasahují do tvorby dopravního systému. Ponecháme-li stranou důsledky jednotlivých zásahů a jejich dopady jak na systém, tak na uživatele, lze v rámci komplexního pojetí problematiky konstatovat, že mnohdy dochází k výraznému provázání mezi sférami. Primární cíl jedné sféry bývá odůvodňován působením dopravy v jiné sféře a podobně.

CO₂

I když existuje polemika o škodlivosti emisí CO₂ na životní prostředí, jsou vnímány exhalace CO₂ jako negativní látky poškozující životní prostředí. Již několik let panuje snaha o jejich omezení s ne vždy markantním úspěchem. Snížení emisí je dosahováno tlakem na výrobce vozidel, omezením vjezdu do některých částí měst (například Londýn, kde jsou taxi diferencovány podle velikosti vozidla), užíváním biopaliv, atd.

Vedoucí úlohu v daném směru z globálního pohledu představuje Evropská unie, která oproti ostatním regionům přijímá nejradikálnější záměry vztažené k omezení skleníkových plynů. Problémem ale je ratifikace ostatními státy (viz Kjótský protokol).

V lednu letošního roku byl přijat Komisí ES plán ke snížení emisí CO₂ do roku 2020. Komentář přednesený předsedou komise (J. M. Barroso) obsahoval stať, ve které specifikoval dopady navrhovaných opatření na obyvatele. Ty by měly představovat 3 € za týden, což při kurzu 26 Kč/€ představuje roční částku 4.056,- Kč. Rozpočet čtyřčlenné rodiny tak plány komise zatíží roční sumou 16.224,- Kč. Bohužel v předloženém materiálu nejsou exaktně vyjádřeny přínosy, které mohou obyvatele za vynaložené prostředky očekávat. Není dokonce ani přesně specifikováno jak konkrétně budou prostředky využity. Materiál tak z pohledu fiskálních vazeb na životní prostředí a ekonomiku působí jako verbální popis s nedostatečně podloženými údaji.

Jen jako poznámku lze zmínit výrobci vozidel avizované navýšení jejich ceny, které nastane v případě plnění nově stanovených požadavků, a které by mělo činit (3.500 ÷ 7.000) € na jedno vozidlo.

3. Závěr

Předložený příspěvek by neměl být v žádném případě chápán jako kritika přístupu ke snižování negativních dopadů dopravy na okolní prostředí. Snahou bylo dotknout se i ostatních aspektů, které s sebou dané záměry přináší, avšak které nebývají zmiňovány, či jsou bez povšimnutí přecházeny.

Je logické, že každý omezující faktor bude znamenat v konečném dopadu okamžité navýšení ceny služby pro spotřebitele, nebo navýšení ceny dopravních prostředků.

V souvislosti s globálním pojetím ekonomiky je nutno rovněž chápat, že uvedené záměry, pokud nejsou provedeny globálně, charakter konkurenční nevýhody v regionu, který je realizuje. Samozřejmě s pozitivními dopady ve vztahu k ekologii. Konečným dopadem tedy může být zvýšení kvality životního prostředí, avšak za cenu snížení konkurenceschopnosti.

Je třeba rozpoznat vzorce prostorového chování obyvatel v závislosti na struktuře osídlení a uspořádání urbanistického celku, aby bylo obyvatelům vysvětlena výhoda nastoupené cesty tak, aby ji sami dobrovolně akceptovali.

Zpracovaný příspěvek je dílčím výstupem řešení Výzkumného záměru MSM 0021627505 Teorie dopravních systémů, řešeného na Dopravní fakultě Jana Pernera, Univerzity Pardubice.

Literatura

- [1] ČÁP, J.; DRAHOTSKÝ, I. Uživatel dopravních služeb a jeho chování. In: *Teorie dopravních systémů 2007: sborník příspěvků II. konference s mezinárodní účastí*, Pardubice 17. 1. 2007. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007, s. 69–72. ISBN 978–80–7194–927–5.
- [2] DRAHOTSKÝ, I. *Vazby dopravy na vnější okolí a udržitelný růst*. ČVUT, Přírodní zdroje, doprava, energetika a udržitelný hospodářský růst. 2008. ISBN: 978-80-01-04053-9.
- [3] DRAHOTSKÝ, I.; DRAHOTSKÁ, H. Společenské a ekonomické dopady redukce mobility. In *Rozvoj systémů osobní dopravy z hlediska respektování požadavků uživatele: sborník příspěvků*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007, s. 110 – 117. ISBN 978-80-7395-006-4.
- [4] HRUŠKA, R., DRAHOTSKÝ, I.: Subjektivní evaluace posuzovaných faktorů v dopravních službách. In *Rozvoj systémů osobní dopravy z hlediska respektování požadavků uživatele*, s. 36-39. Pardubice, Univerzita Pardubice 2007, ISBN 978-80-7395-006-4.

Modelovanie imisií na mestskej križovatke

Daniela Ďurčanská, Andrea Gavulová

*Žilinská Univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva,
Komenského 52, 010 01 Žilina, Slovenská republika, tel.: +421 123 456 78.*

e-mail: danela.durcanska@fstav.uniza.sk

Abstract

Traffic - related emissions in an urban area both in present and future state, belongs to significant indicators for a state of urban air quality. The immissions modelling serves for the identification of areas with worsened air quality with exceeded immission limits, where it is necessary to accept reduction measures.

Input data for air quality modelling are namely traffic volumes.

This paper will present the valuation of actual condition of the crossing, estimate of traffic research and new project of crossing and interconnections between emission calculation and transport modelling.

1. Úvod

Na Slovensku a tiež v Českej republike je v platnosti zákon o posudzovaní vplyvov činností na životné prostredie (24/2006 Z.z. resp. 100/2001 Sb.), ktorý dáva legislatívny rámec k tomu, aby každá investícia v rámci dopravných stavieb bola navrhnutá z hľadiska životného prostredia čo najvhodnejšie a najpriateľnejšie. Nie vždy sa tak deje a nie vždy sa za tým účelom využívajú všetky dostupné prostriedky. Medzi takéto zanedbávané problémy často patria aj križovatky cestných a miestnych komunikácií, ktoré sa napríklad pri posudzovaní znečisťovania ovzdušia „stratia“ na úkor posúdenia celej trasy komunikácie. Pritom je to vhodný nástroj pri rozhodovacích úkonoch v územnom plánovaní.

2. Dopravno-inžinierske podklady k riešeniu križovatky

2.1 Súčasný stav

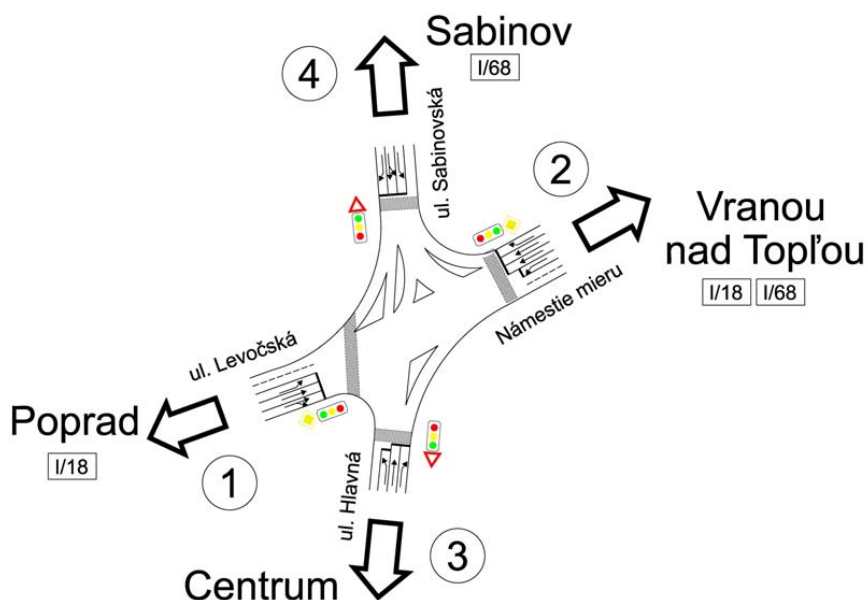
Samotnému modelovaniu imisií na mestskej križovatke predchádza získanie informácií o jej súčasnom dopravnom zaťažení a stavebnom usporiadaní križovatky. Z tohto dôvodu je potrebné pripraviť kvalitné dopravno-inžinierske podklady, z ktorých okrem smerovania dopravy na ploche križovatky bude známe aj zloženie dopravného prúdu. Z hľadiska stavebného usporiadania je potrebné poznať jej presné dispozičné riešenie v mapovom podklade v orientácii S-J a pozdĺžne sklony vstupujúcich ramien.

Riešená bola križovatka ciest I/18 a I/68, ktorá sa nachádza v centre mesta Prešov priamo na severnom okraji centrálnej mestskej zóny. Vzhľadom na dopravný význam týchto ciest a absenciu obchvatov mesta Prešov, okrem vnútromestskej dopravy touto križovatkou prechádza aj zdrojová, cieľová a tranzitná doprava. Vysoké intenzity vstupujúce do križovatky, ktorá je v súčasnosti riešená ako priesečná svetelne riadená križovatka, vedú k neustálemu vytváraniu dopravných kongescií prevažne na ceste I/68 v smere na Sabinov (ulica Sabinovská). Vzhľadom

na polohu križovatky ňou prechádza aj významné množstvo prostriedkov MHD. Schéma križovatky je uvedená na obr. 1.

Dopravné zaťaženie križovatky stanovené na základe dopravno-inžinierskeho prieskumu je pre východzí rok uvedené v tab. 1. Okrem počtu osobných vozidiel je tu uvedený samostatne počet nákladných vozidiel, v ktorom sú započítané aj prostriedky MHD. Z výsledkov vyplýva, že podiel nákladných vozidiel je na jednotlivých vstupoch okolo 11 % až 17 %. Významný podiel nákladných vozidiel je na ul. Hlavná, ktorá smeruje priamo do centrálnej zóny mesta a kde je umožnený vjazd len vozidlám MHD a dopravnej obsluhy. Z posúdenia križovatky jednoznačne vyplynulo, že súčasné stavebné usporiadanie a signálny plán je pre súčasné dopravné zaťaženie z kapacitného hľadiska nevyhovujúce. Z tohto dôvodu bolo potrebné navrhnuť nové riešenie a to nielen pre súčasný stav, ale aj pre výhľadové obdobie.

Obr. 1 Schéma riešenej križovatky v Prešove



Tab. 1 Východzí rok – r. 2009 – osobné / nákladné - voz/24 h

	Levočská	Nám. Mieru	Hlavná	Sabinovská	spolu
Levočská		7 140 / 1231	46 / 330	1 686 / 247	10 680
Nám. Mieru	7 308 / 1371		114 / 245	6 753 / 869	16 660
Hlavná	2 135 / 404	2 452 / 357		2 129 / 260	7 736
Sabinovská	1 357 / 189	9 034 / 970	100 / 206		2 456
spolu	12 764	21 184	1 041	11 944	
Profil	23 444	37 844	8 778	23 800	

2.2 Výhľadové dopravné zaťaženie

Model dopravného zaťaženia križovatky vo výhľadovom období sa uskutočnil pre dve alternatívy. V jednej alternatíve sa uvažovalo s uvedením diaľnice D1 v úseku Prešov západ – Prešov juh a rýchlostnej cesty R4 Prešov – severný obchvat do prevádzky v r. 2015. Uvedením do prevádzky týchto ciest nadregionálneho významu, na ktoré sú napojené cesty I. triedy I/18 a I/68 sa zníži predpokladané dopravné zaťaženie na riešenej križovatke predovšetkým o tranzitnú dopravu, ktorá v súčasnosti cez ne prechádza. Pri stanovení výhľadového zaťaženia križovatky sa vychádzalo z výsledkov smerovania tranzitnej a zdrojovej-cielovej dopravy v meste Prešov. Z výsledkov vyplýva, že tranzitná doprava predstavuje vo vzťahu k mestu Prešov len 14 – 20% v závislosti od vstupujúceho smeru. V druhej alternatíve sa neuvažovalo s vybudovaním diaľnice D1 a rýchlostnej komunikácie R4. Dopravné zaťaženie pre obe alternatívy – prognóza s tranzitom (bez uvedenia D1 a R4 do prevádzky) a prognóza bez tranzitu vo výhľadovom roku 2030 je uvedené v tab. 2 a 3.

Tab. 2 Prognóza dopravy s uvažovaným tranzitom – r. 2030 – osobné / nákladné – voz/24 h

	Levočská	Nám. Mieru	Hlavná	Sabinovská	spolu
Levočská		9 928 / 1711	64 / 459	2 344 / 344	12336 / 2514
Nám. Mieru	10 161 / 1907		109 / 233	9 390 / 1208	19660 / 3348
Hlavná	2 921 / 552	3 355 / 488		2 912 / 356	9188 / 1396
Sabinovská	1 874 / 260	12 476 / 1340	138 / 284		14488 / 1884
spolu	17 675	29 298	1 287	16 554	
Profil	32 525	52 306	11 871	32 926	

Tab. 3 Prognóza dopravy bez tranzitu – r. 2030 – osobné / nákladné – voz/24 h

	Levočská	Nám. Mieru	Hlavná	Sabinovská	spolu
Levočská		9 733 / 1166	64 / 459	2 292 / 277	12089 / 1902
Nám. Mieru	9 713 / 1176		109 / 233	8 427 / 673	10249 / 2082
Hlavná	2 921 / 552	3 355 / 488		2 912 / 356	9188 / 2436
Sabinovská	1 832 / 197	11 782 / 969	138 / 284		13752 / 1450
spolu	16 391	27 493	1 287	14 937	
Profil	30 382	47 824	11 871	30 139	

3. Posúdenie imisií na križovatke

Výpočet množstva imisií od automobilovej dopravy je spracovaný na základe matematického modelu rozptylu znečisťujúcich látok - imisií v ovzduší. Použité bolo programové vybavenie MODIM-Expert 5.01. Tento matematický model pracuje na základe medzinárodne uznávaného EPA US štandardu ISC2. Koncentrácie imisií pre určenú oblasť sa počítajú v uzlových bodoch mriežky so zvoleným krokom a v zadaných referenčných bodoch ľubovoľne umiestnených v mapovom podklade. Pomocou interpolácie hodnôt vypočítanej mriežky koncentrácií, môže softvér zobrazovať izokóny ľubovoľných koncentrácií. Parametre zobrazenia mapy je možné meniť. Numerickým výstupom výpočtu sú tabuľky hodnôt koncentrácií, grafickým výstupom sú zobrazenia izokón na mapovom podklade.

3.1 Matematický model

V matematickom modeli pre modelovanie imisí od mobilných zdrojov sú zohľadnené [2]:

- emisné faktory pre súčasný a budúci vozidlový park,
- objem dopravy a jej zloženie podľa druhov vozidiel,
- pozdĺžny sklon komunikácie,
- mestský resp. mimomestský typ dopravy (plynulosť jazdy vozidla, zástavba v okolí cesty),
- rýchlosť jazdy vozidla,
- poveternostné podmienky (smer a rýchlosť vetra),

Matematické modelovanie je vykonané na základe dopravnej prognózy pre sledované územie okolo križovatky v dĺžke približne 300 m, ktoré bolo rozdelené na sieť bodov so vzájomnou vzdialenosťou 50 m, pre ktoré boli modelované koncentrácie oxidu dusičitého. Súradnice bodov sú určené v zmysle mapového podkladu v orientácii S - J.

Pri zadaní hodinovej intenzity dopravy pre modelovanie krátkodobej koncentrácie NO₂ sa vychádza z predpokladu, že najintenzívnejšia doprava je medzi 8.00 a 16.00 hodinou. Z tohto intervalu je štatisticky určená hodinová intenzita z celodennej 24 hodinovej intenzity dopravy.

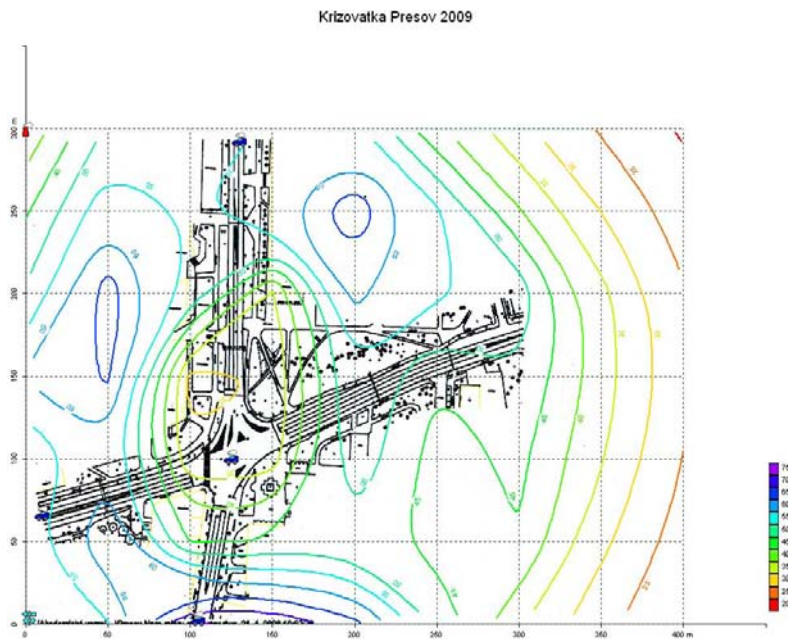
3.2 Namodelované imisie v okolí križovatky

Východiskový stav znečistenia ovzdušia bol posudzovaný v zmysle Vyhl. MŽP SR č. 705/2002 Z.z., modelované boli priemerné ročné koncentrácie imisí od 24 h intenzity dopravy C_{priem} a max. denné koncentrácie od hodinovej intenzity dopravy C_{max} . Výsledné namodelované údaje sú uvedené v tab. 4 a na obr. 2 až 4.

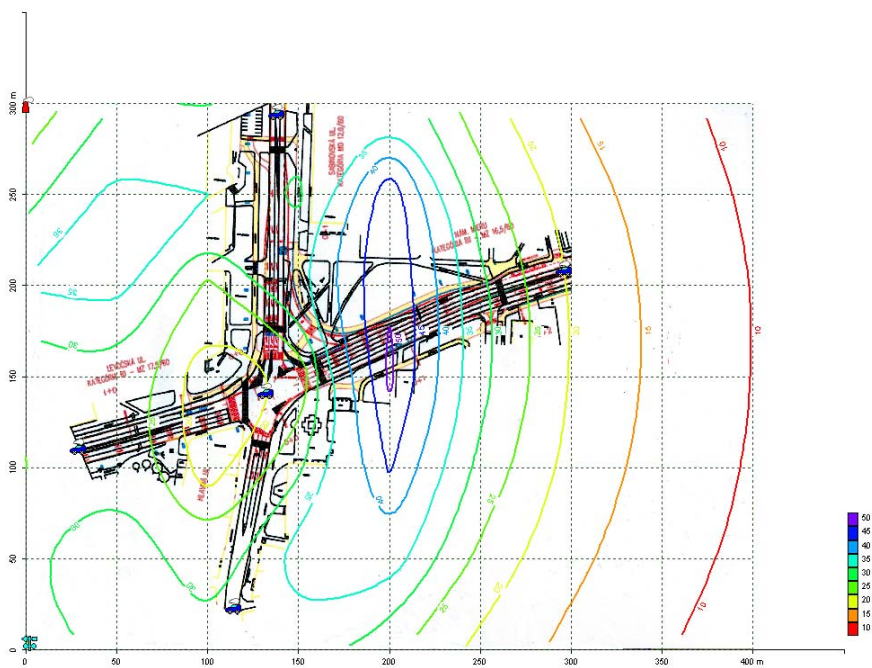
Pri modelovaní výhľadového stavu sa vychádzalo zo základného predpokladu, že rekonštrukciou križovatky nedošlo k zmene jej tvaru. Nové stavebné usporiadanie (zmeny dĺžok príp. počtov radiacích pruhov, umiestnenie stop-čiar, priechodov pre chodcov, smerové oblúky križovatky) bolo navrhnuté v rámci jej vonkajších obrysov. Významný podiel v rámci rekonštrukcie tvorila samotná modernizácia prvkov cestnej svetelnej signalizácie a návrh nových signálnych plánov. Vzhľadom na tento predpoklad, najväčší vplyv na zmenu výsledných hodnôt koncentrácie NO₂ mala nie samotná rekonštrukcia križovatky, ale dopravné zaťaženie križovatky.

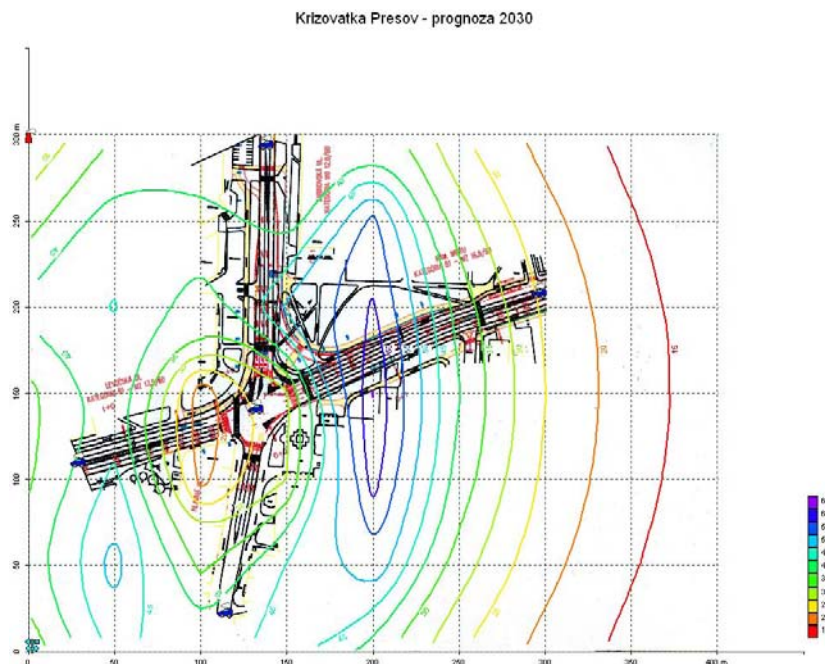
Tab. 4 Namodelované hodnoty koncentrácie oxidu dusičitého

	Koncentrácia NO ₂	
	C_{priem}	C_{max}
2009 - východzí stav	14,22	75,04
2030 - variant s uvažovaním tranzitnej dopravy	9,64	65,20
2030 - variant bez uvažovanej tranzitnej dopravy	7,68	51,43

Obr. 2 Východzí stav, rok 2009 – $C_{\max} = 75,04 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ Obr. 3 Prognóza bez započítania tranzitnej dopravy, rok 2030 – $C_{\max} = 51,43 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Křižovatka Presov - prognoza 2030 tranz



Obr. 4 Prognóza s uvažovaním tranzitnej dopravy, rok 2030 – $C_{\max} = 65,20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 

4. Záver

Vzhľadom na to, že návrh rekonštrukcie posudzovanej križovatky nezasahuje do jej tvaru a zmeny v stavebnom usporiadaní sú len v rámci jej súčasných obrysov, nedochádza z hľadiska imisíí k ich redukcii. V prvom dopravnom variante bez realizácie diaľnice D1 a rýchlostnej cesty R4 vo výhlade (variant s uvažovanou tranzitnou dopravou v križovatke) dochádza len k postupnému znižovaniu produkcie imisíí NO_2 . Je to spôsobené vplyvom predpokladu, že po roku 2010 dôjde k obnove vozidlového parku a tým aj zníženiu emisných faktorov. K výraznejšiemu zníženiu intenzity dopravy dochádza pri variante, v ktorom sa uvažuje s výstavbou diaľnice D1 a rýchlostnej cesty R4 v okolí Prešova, čo umožní úbytok tranzitnej dopravy na križovatke. Preto imisné zaťaženie v okolí križovatky sa touto úpravou výraznejšie zmierni. Celkové znečistenie ovzdušia v okolí križovatky sa pohybuje pod úrovňou stanovených imisných limitov. Nie vždy je to však pravidlom a toto je jedna z možností, ako sa o tom dá presvedčiť ešte v štádiu prípravy investície.

Literatura

- [1] ADAMEC, V., DOSTÁL, I., DUFEK, J. a kol. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. 1. vyd. Praha : Grada, 2008. 176 s. ISBN 978-80-247-2156-9.
- [2] ĎURČANSKÁ, D. a kol. *Posudzovanie vplyvov ciest a diaľnic na životné prostredie*. Vysokoškolská učebnica, EDIS – vydavateľstvo ŽU v Žiline 2002, ISBN 80-8070-029-X, 250 str.
- [3] ČELKO, J. a kol. *I/18 a I/68 Prešov – Námestie mieru, križovatka*. SvF ŽU v Žiline, 08/2008

Šíření prachových částic v blízkosti dopravních komunikací procházejících městskou zástavbou

Jiří Pospíšil, Miroslav Jícha
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav
Technická 2896/2, 616 69 Brno
e-mail: pospasil.j@fme.vutbr.cz

Abstract

In the paper authors describe PM dispersion modeling in urban areas with different configuration of buildings. The paper is focused on dispersion of particulate matter originating from road-way traffic. CFD code StarCD has been used as appropriate tool that is capable of correct velocity field prediction at small-scale numerical models. To simulate traffic, an original model developed previously by the authors is used that takes into account traffic density, speed of cars and number of traffic lanes.

1. Význam modelování šíření suspendovaných částic

Podstatou řešeného problému je modelování transportu suspendovaných částic generovaných dopravou v geometricky složitých městských územích. Nutnost řešení tohoto problému vyplývá z absence vhodného modelového nástroje, kterým by tento problém mohl být uspokojivě řešen. Situaci komplikuje skutečnost, že i řešení rozptylu plyných emisí v městské zástavbě ("pod střechami budov") představuje celosvětově problém s omezenými možnostmi řešení.

Uplatnění pro odpovídající model řešící pohyb suspendovaných částic v městské zástavbě je hned v několika oblastech. Běžně realizovaná měření koncentrací suspendovaných částic jsou prováděna ve vybraných lokalitách. Požadavky legislativy však vyžadují plošné hodnocení koncentrací suspendovaných částic a pravidelné vypracování emisních inventur. Vzhledem ke složitosti popisu pohybu suspendovaných částic v městských oblastech je možné, odpovídající mapu plošného rozložení koncentrací suspendovaných částic získat pouze uplatněním vhodného matematického modelu využívajícího výstupy realizovaných měření.

Matematický model je také nezbytný pro pochopení zákonitostí transportu suspendovaných částic, zviditelnění jejich toků, vymezení rizikových oblastí a otestování vlivu různých opatření na koncentrace suspendovaných částic. Pokud jsou na základě modelování získány dostatečně kvalitní podklady informující o koncentračním zatížení oblasti, je možné tyto informace využít pro následné posouzení expozice populace.

Modelování transportu suspendovaných částic představuje komplexní problém vyžadující korektní řešení pohybu spojité fáze (vzduchu) a diskrétní fáze (suspendovaných částic). Řešení pohybu spojité fáze v geometricky složitém prostředí využívá pokročilých nástrojů fluidní mechaniky. Zahrnutí suspendovaných částic do řešení vyžaduje respektování všech významných transportních mechanismů. Mezi nejvýznamnější patří advektivní přenos, molekulární difúze, turbulentní difúze, působení tíhových a setrvačných sil a působení nepřímých forézních mechanismů. Popis transportu suspendovaných částic je dále komplikován interakcí suspendovaných částic s pevnými povrchy, kde může docházet k odrazu,

dočasné nebo trvalé depozici. Částice dočasně deponované na pevném povrchu mohou být za jistých podmínek znovu rozptýleny v spojitě fázi, což může výrazně ovlivnit konečnou koncentraci suspendovaných částic v ovzduší.

Z výše uvedeného výčtu je zřejmé, že řešení rozptylu suspendovaných částic představuje specifický problém, značně odlišný od řešení rozptylu plynných emisí, a vyžaduje vzhledem ke své aktuálnosti zvýšenou pozornost.

2. Numerické výpočty s využitím software StarCD

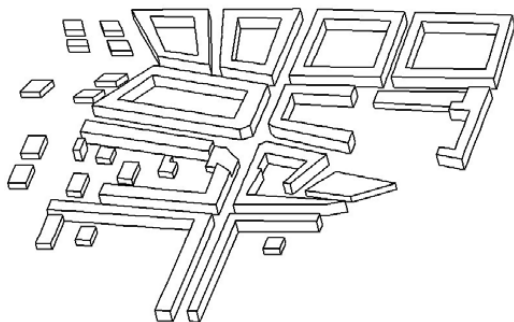
Pro modelování disperze suspendovaných částic bylo využito komerčního software StarCD, který představuje špičkový modelový nástroj využívající metody kontrolních objemů. Jeho nasazení nachází uplatnění při řešení obecných problémů popisu proudění, přenosu tepla a hmoty. StarCD umožňuje doplňovat základní předdefinované rovnice vlastními doplňky zapsanými v jazyce Fortran.

2.1 Tvorba modelu

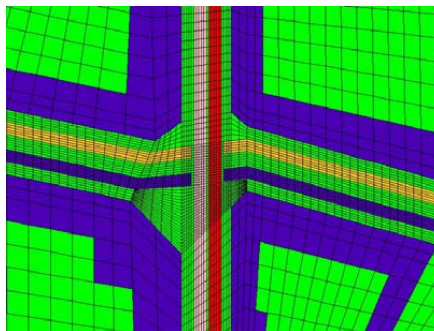
Vybraná oblast městské zástavby je zpracována do podoby matematického modelu, viz obr.1. Pozornost je věnována věrnému popisu geometrie budov a překážek v těsné blízkosti zdrojů částic. Řešený prostor je rozdělen na šestistěnné objemové elementy, velikostí a tvarem přizpůsobené geometrii oblasti, viz obr. 2. Nejmenší kontrolní objemy ($0,5 \times 0,5 \times 1$ m) jsou použity nad povrchem vozovky. Objemové elementy, které se nacházejí v místech pohybu automobilů jsou využity pro zadání vlivu pohybujících se automobilů. Se zvětšující se vzdáleností od povrchu vozovky jsou použity kontrolní objemy větších rozměrů. Nad střechami budov je do řešení zahrnuta 200 m vysoká vrstva vzduchu.

Zdroje prachových částic jsou zadány jako liniové a bodové v místech jejich přímé produkce, což umožňuje získat korektní koncentrační rozložení v modelové oblasti. Přes hranice modelu je uvažováno se vstupem „čistého vzduchu“ do oblasti, a získané výsledky tedy reprezentují příspěvek dopravy k celkovému zatížení oblasti. Skutečná hodnota koncentrace pozadí musí být určena z měření realizovaného v modelové oblasti. Prachové částice řešené v modelu jsou považovány za inertní a model nepostihuje chemické změny ani případné fázové přeměny částic. Vhodný model turbulence, použitelný pro co nejméně přesný popis pohybu prachových částic je volen na základě zkušeností získaných z dřívějších studií řešících rozptyl částic v městské zástavbě [40]. Pro řešení rozptylu v městských oblastech je přednostně používán $k-\varepsilon$ RNG model turbulence.

Obr. 1 Bloky budov v matematickém modelu



Obr. 2 Výpočetní síť v místě křižovatky



2.2 Okrajové podmínky

Vytvořený matematický model reprezentuje pouze část skutečné oblasti zastavěné budovami. Omezení související s velikostí modelu vede k nutnosti používat na hranicích odpovídající okrajové podmínky, které věrně postihují vliv navazující oblasti. Na horní hranici řešené oblasti je užívána okrajová podmínka “stěna bez tření”. Odpovídající parametrická drsnost je zadána na plochy tvořící povrch terénu. Na bočních stěnách modelu, kterými vzduch vstupuje do sledované oblasti, je předepsán známý rychlostní profil větru. Ostatním stěnám je přiřazena tlaková okrajová podmínka. Tento přístup umožňuje zahrnout vliv okolní zástavby a vegetace v místě hranice oblasti. Matematický zápis rychlostního profilu větru má tvar

$$u_H = u_{\text{ref}} \left(\frac{H}{H_{\text{ref}}} \right)^b \quad (1)$$

Hodnota mocninného exponentu rychlosti větru b je ovlivněna tvarem a drsností povrchu. Běžně používané hodnoty jsou v rozmezí 0,15 až 0,4.

Vzdušná masa definovaná okrajovou podmínkou se pohybuje nad terénem s parametrickou drsností k budovám zahrnutým detailně v modelu. Vliv terénu a překážek deformuje původní rychlostní profil. S nárůstem vzdálenosti od hranice modelu narůstá deformace zadaného rychlostního profilu.

2.3 Zahrnutí vlivu pohybujících se automobilů

Rozptyl prachových částic je rozhodujícím způsobem ovlivněn aktuálním rychlostním polem vzduchu. Rychlostní pole v městských oblastech je utvářeno působením větru a v blízkosti komunikací se přidává vliv pohybujících se automobilů. Vliv automobilů je pro řešení prostoru nad vozovkou a v těsném okolí komunikace ve většině případů dominantní. Obzvláště v situaci, kdy je přirozené vymývání nedostatečné (bezvětrí), rozhoduje pohyb automobilů o rychlosti šíření znečišťujících látek. Zahrnutí vlivu pohybujících se automobilů do řešení je realizováno ve dvou krocích:

- zahrnutí silového působení automobilů na vzduch
- zahrnutí produkce kinetické energie turbulence.

Silové působení

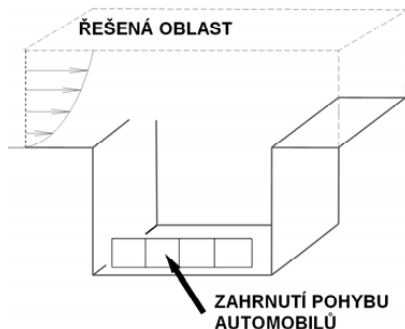
Silové působení vzduchu na jedoucí automobil je popsáno odporovou silou

$$F_D^p = \frac{1}{2} \rho C_D A_p \left| U_\infty^p - U_{car}^p \right| \left(U_\infty^p - U_{car}^p \right), \quad (2)$$

kde ρ je hustota vzduchu, C_D je odporový součinitel, A_p je čelní plocha automobilu, U_∞ je rychlost nabíhajícího proudu vzduchu a U_{car} je rychlost jízdy automobilu.

Reakcí k odporové síle je síla, kterou automobil působí na tekutinu. Toto působení je zahrnuto do výpočtu formou objemové síly působící v místech, kterými automobily projíždí, viz obr. 3. Velikost objemové síly v jednotlivých elementech je určena korekcí na příslušný objem.

Obr. 3 Grafické vymezení polohy elementů použitých pro zahrnutí vlivu pohybujících se automobilů



Produkce kinetické energie turbulence

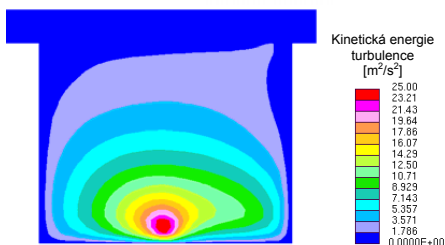
Pohybující se objekty indukují ve svém okolí dodatečnou kinetickou energii turbulence. Ze studií [1], [2] a [3] vyplývá, že turbulence vzniká převážně v úplavu za automobilem. Proto jsou dodatečné zdroje kinetické energie turbulence zahrnuty pouze podél trajektorie automobilu, do kontrolních objemů využitých pro zadání zdroje hybnosti. Pro výpočet dodatečné produkce kinetické energie turbulence byl dle [2] použit následující vztah

$$S_k = C_{car} \rho (U_{car} - U_{\infty})^2 \xi_{car} \quad (3)$$

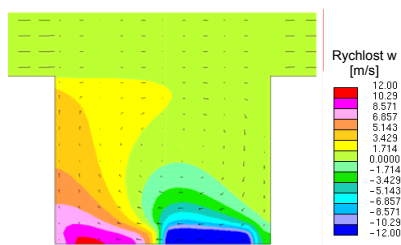
kde modelová konstanta C_{car} nabývá hodnoty 0,4; ρ je hustoty vzduchu, Q_{car} označuje intenzitu dopravy, U_{car} rychlost jízdy automobilu, U_{∞} rychlost proudu vzduchu.

Vypočtené pole kinetické energie turbulence v příčném řezu uličního kařonu je vykresleno na obr. 4. Maximální hodnota kinetické energie turbulence byla získána v prostoru mezi protijedoucími jízdními pruhy, v místě maximálních rychlostních gradientů. Získané experimentální údaje z uličního kařonu obdobné geometrie a dopravního zatížení [4] hovoří o maximální hodnotě kinetické energie turbulence v prostoru kařonu blízké $25 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ (rychlost jízdy 50 km/h, intenzita dopravy 360 aut/h/pruh). Na obrázku 5 je pro tutěž situaci vyobrazeno vypočtené pole podélné složky rychlosti vzduchu.

Obr. 4 Pole kinetické energie turbulence v příčném řezu uličního kařonu



Obr. 5 Pole podélné složky rychlosti proudění v uličním kařonu



2.4 Ukázky koncentračních map PM₁₀ v blízkosti komunikace procházející různými typy městských oblastí

Pro posouzení charakteru šíření částic PM₁₀ v městské zástavbě byly vytvořeny počítačové modely umožňující popis rozptylu suspendovaných částic generovaných na dopravní komunikaci procházející různými typy městské zástavby. Jejich výsledky umožňují obecnější hodnocení disperze suspendovaných částic v různých typech městských území. Vybrány byly typické konfigurace budov, které se vyskytují s vysokou četností ve velkých městech na území ČR. Konkrétně byly vytvořeny numerické modely:

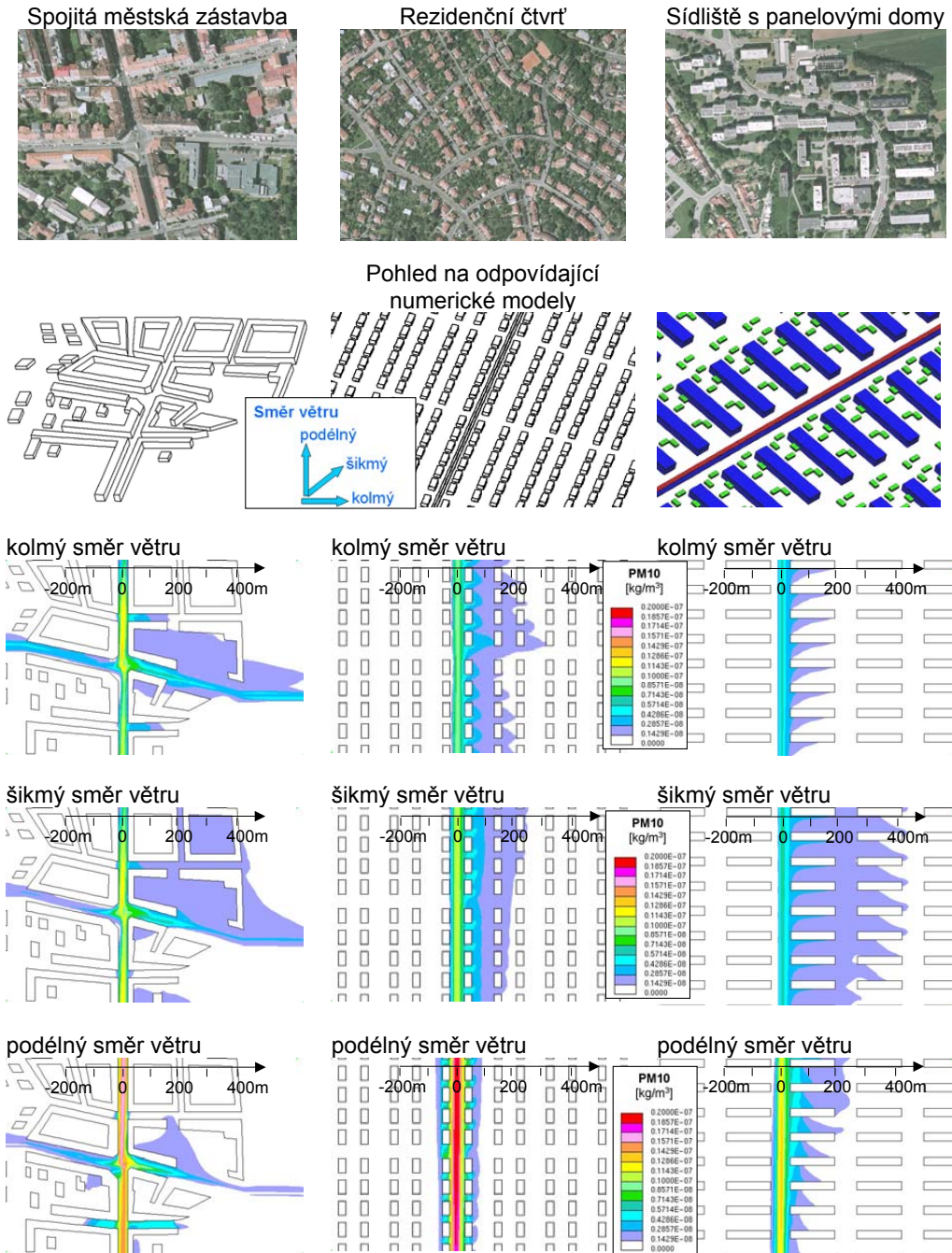
- spojitě městské zástavby
- zástavby rezidenční čtvrti,
- zástavby tvořené navazujícími panelovými domy.

V rámci řešení byly realizovány série výpočtů disperze suspendovaných částic PM₁₀ na numerických modelech uvedených oblastí. Výpočty na všech modelových oblastech byly provedeny s užitím jednotné metodiky nastavení okrajových podmínek a zdrojových členů.

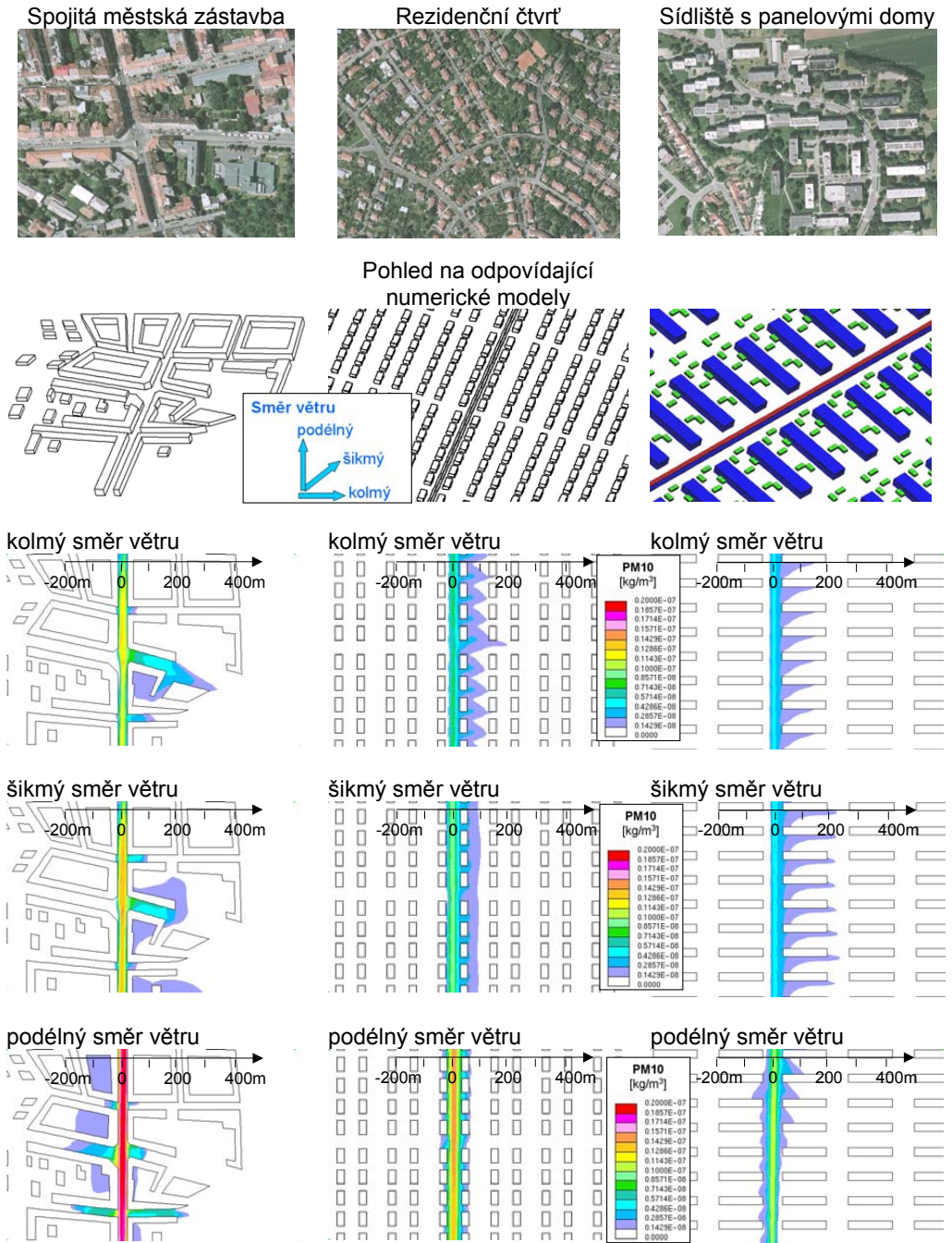
Produkce částic související s pohybem automobilů byla zadána rovnoměrně do vybraných kontrolních objemů, současně využitých pro zadání vlivu pohybujících se automobilů (viz obr. 3). Produkce částic byla určena pro situaci předpokládající, že složení vozového parku pohybujícího se po modelované komunikaci využívá jako palivo z ¼ naftu a ze ¾ benzín, automobily se pohybují konstantní rychlostí 50 km/h. S využitím emisních faktorů pro primární částice emitované automobily, získaných z databáze MEFA, byl stanoven emisní faktor primárních částic PM₁₀ produkovaných osobním automobilem 0,0179 g/km. Emisní faktor sekundárních částic a resuspenze byl na základě dosavadních teoretických poznatků a výsledků předchozích studií stanoven pro osobní automobil 0,0587 g/km. Součtem obou uvedených emisních faktorů byl získán výsledný emisní faktor popisující základní modelovanou situaci. Výsledný emisní faktor byl pro potřeby zadání v numerickém modelu převeden do podoby „sekundové produkce PM₁₀“ 0,00106 g/s/automobil. Výsledky realizovaných výpočtů jsou vyobrazeny v podobě koncentračních polí PM₁₀ v horizontální rovině vedené 1,5 m nad povrchem terénu, viz obr. 6 a 7. Obr. 6 prezentuje výsledky získané pro sledovanou rychlost větru 2 m/s a obr. 7 pro sledovanou rychlost větru 4 m/s. Výpočty pro všechny tři výše uvedené modelové oblasti byly provedeny pro 3 směry větru: kolmý, šikmý (45°) a podélný vzhledem k podélné ose sledované komunikace. Intenzita dopravy byla ve všech řešených případech zadána 720 automobilů/h/směr jízdy.

Na základě rozboru vypočtených koncentračních polí je možno sledovat některé zákonitosti rozptylu. Obecně platí, že vyšší koncentrace a větší dosah významné hodnoty znečištění je patrný u situací s rychlostí větru 2 m/s, v porovnání s rychlostí větru 4 m/s. Největší plocha zatížená suspendovanými částicemi v okolí dopravní komunikace byla zjištěna pro konfiguraci sídliště s navazujícími panelovými domy při působení šikmého větru. V rezidenční čtvrti byla největší plocha zatížená suspendovanými částicemi zjištěna při působení kolmého větru. V prostoru spojitě městské zástavby se silně projevil vliv uzavřených uličních kaňonů a největší plocha zatížení byla zjištěna pro šikmý směr větru. Podélný směr větru u všech řešených variant způsobil nejmenší plochu zatíženou suspendovanými částicemi, ale v rostoru dopravní komunikace dosahovaly koncentrace suspendovaných částic nejvyšších hodnot.

Obr. 6 Koncentrační pole PM_{10} vyobrazená v horizontálním řezu 1,5 m nad povrchem, rychlost větru 2 m/s, emisní faktor 0,001 g/s/automobil, intenzita provozu 720 automobilů/směr jízdy



Obr. 7 Koncentrační pole PM_{10} vyobrazená v horizontálním řezu 1,5 m nad povrchem, rychlost větru 4 m/s, emisní faktor 0,001 g/s/automobil, intenzita provozu 720 automobilů/směr jízdy



Závěr

Prezentovaný popis stručně seznamuje s postupem užití a možnostmi použitého numerického modelování. Numerické modelování a jeho využití při řešení šíření suspendovaných částic v městské zástavbě se ukazuje jako velmi užitečné pro řešení detailních koncentračních polí v oblastech řádu stovek metrů. Praktická ukázka seznámila s výpočty koncentračních polí částic PM₁₀, reprezentující příspěvek místní čtyřproudé komunikace k zatížení ovzduší ve vybraných typech zástavby.

Uvedené výsledky názorně demonstrují výrazný vliv charakteru zástavby na výsledná koncentrační pole, což znemožňuje zevšeobecnění závěrů o charakteru šíření znečišťujících látek v městském prostředí. Tím i omezují možnosti užití „běžných“ rozptylových modelů „pod střechami budov“. S ohledem na současný stav v oblasti modelových nástrojů pro řešení transportu suspendovaných částic v městských oblastech, představuje numerické modelování založené na metodě kontrolních objemů nástroj umožňující řešení tohoto problému na vysoké úrovni. Na druhé straně, nelze vzhledem k vysoké finanční náročnosti a složitosti pokročilých numerických modelů předpokládat jejich výraznější rozšíření.

V blízké době je možno očekávat kompromisní řešení, kdy budou současné rozptylové modely doplněny o databáze výsledků přesně definovaných situací, vyřešených za pomoci pokročilých numerických modelů.

Literatura

- [1] ESKRIDGE, R. E., HUNT, J. C. R. Highway modelling. Part I: Prediction of velocity and turbulence fields in the wake of vehicles. *J. of Applied Meteorology* 1979, vol.18, pp. 387-392.
- [2] SEDEFIAN, L., RAO, S. T., CZAPSKI, U. Effects of traffic-generated turbulence on near-field dispersion. *Atmospheric Environment*, 1981, vol. 15, pp. 527-535.
- [3] SINI, J. F., MESTAYER, P. G. Traffic-induced urban pollution: A numerical simulation of street dispersion and net production. In *Proceedings of 22nd NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application*, 1997, Clermont-Ferrand, France.
- [4] MESTAYER, G., SINI, J. F. Pollutant Dispersion in the Street Canyons. In *Proceedings of Air Pollution 95*, 1995, Porto Carras, Greece.

Analýza extrémních hodnot znečištění ovzduší v zimním období v centru Brna

Jana Šimková, Jaroslav Rožnovský, Robert Skeřil

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno

Kroftova 43, 616 67 Brno

e-mail: jana.simkova@chmi.cz

Abstract

Meteorological conditions influence the concentration air pollutants. Report is concerned with pollutants PM₁₀, NO, NO₂ a CO and changes their concentration in connection with temperature and relative humidity. We were target attention on comparison of the last three winter periods 2005/06, 2006/07 and 2007/08 that are very different. Worse quality air in winter 2005/06 compared to periods 2006/07 and 2007/08 can be explained by very unfavourable dispersion conditions. Most significant differences in air pollutants concentrations are in January values.

1. Úvod

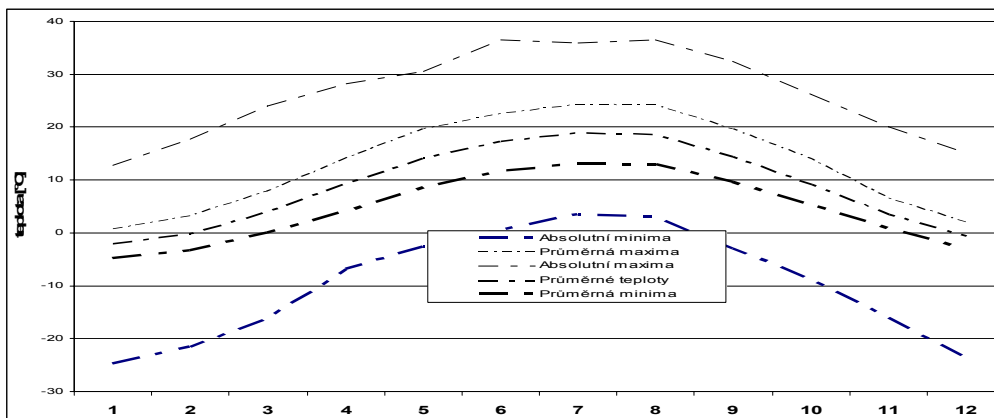
Brno je druhým největším městem České republiky. Zároveň představuje centrum Moravy, jedné z historických zemí Koruny české. Rozprostírá se na okraji Moravské brány, kudy po staletí vedly cesty spojující severní a jižní evropské civilizace. Brno se rozkládá v malebném kraji, ze tří stran je obklopeno zalesněnými kopci, na jih přechází v rozsáhlou jihomoravskou nížinu. Ze severu je město chráněno výběžky Dražanské a Českomoravské vrchoviny. Město leží v kotlině na řece Svatce a Svitavě v nadmořské výšce 190 - 425 m na ploše 230 km². Ve směru od východu na západ je Brno dlouhé 21,5 km. Tok řeky Svatky je v Brně dlouhý asi 29 km a na severozápadě města vytváří významnou rekreační nádrž - Brněnskou přehradu. Řeka Svitava protéká Brnem v délce přibližně 13 km. Na území města Brna žije téměř třetina obyvatel celého Jihomoravského kraje (368 533 obyvatel tvoří 32,3% celku) a na 1km² připadá 1601 obyvatel (k 31.12.2007).

Od konce 19. století se město rozvíjelo jako výrazné průmyslové středisko a zaujímalo významné místo především v oblasti strojírenské a textilní výroby. V posledních letech však tyto obory spíše stagnují a rozvíjí se elektrotechnický průmysl. Rozvoj nové průmyslové výstavby probíhá v okrajových částech města, především jižním směrem.

Významný vliv na kvalitu ovzduší v Brně má provoz mobilních zdrojů. Město je druhým nejvýznamnějším dopravním uzlem ČR. Nachází se na křižovatce dálnic D1 (Praha - Brno) a D2 (Brno - Bratislava). Obě tyto dálnice jsou součástí transevropských magistrál. Je významným železničním uzlem, leží na mezinárodní železniční trase Balkán - Budapešť - Brno - Praha - Berlín - Skandinávie. Obyvatelům Brna slouží rozsáhlý systém městské hromadné dopravy, tvořený sítí tramvají, trolejbusů a autobusů.

Převážná část města Brna leží v klimatické oblasti teplé, s mírnou zimou, kdy průměrná teplota ledna je nad -3 °C, s kratší dobou slunečního svitu (Atlas podnebí Česka, 2007). Chod průměrných měsíčních teplot vzduchu, průměrných měsíčních maximálních, minimálních a absolutních maximálních a minimálních teplot vzduchu je znázorněn na obr. 1.

Obr. 1 Chod měsíčních teplot vzduchu za období 1961 - 2000, Brno Tuřany



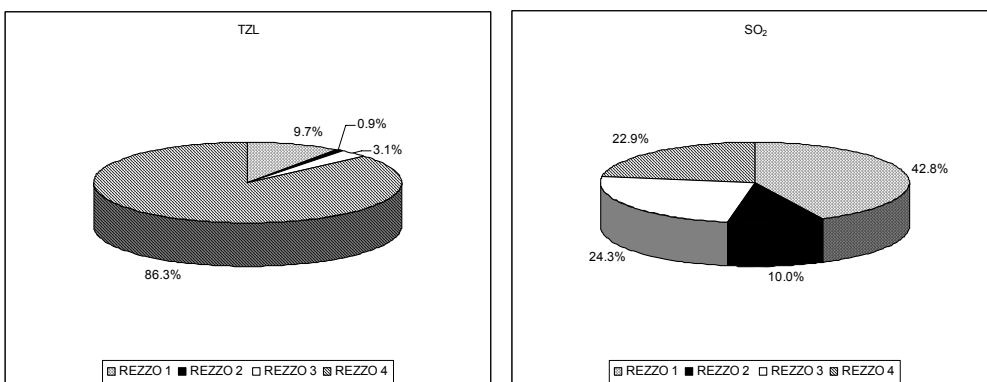
2. Emisní situace

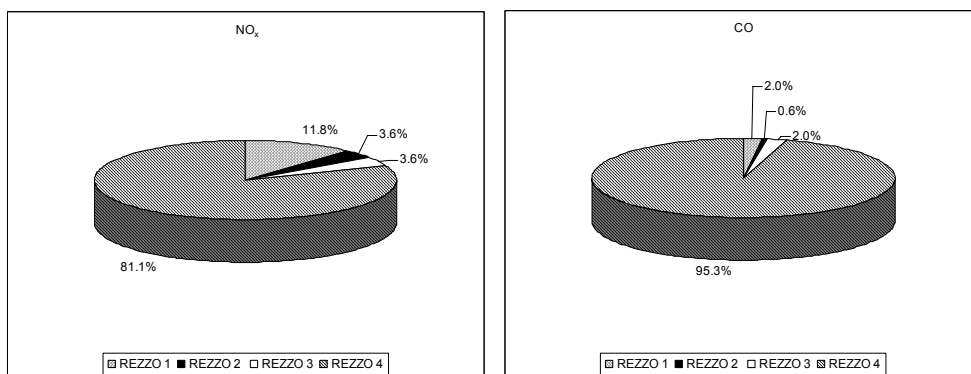
Tabulka 1 a obrázek 2 dokumentují, že největším zdrojem znečištění ovzduší na území města Brna jsou mobilní zdroje. V případě emisí CO je podíl dopravy až 95%, u tuhých znečišťujících látek (celková prašnost) 86% a u oxidů dusíku 81%. Výjimku tvoří oxid siřičitý, kde největší zatížení ovzduší pochází z velkých zdrojů asi 43%. Relativně nízký podíl zdrojů REZZO 3 na emisích je díky tomu, že na vytápění zemním plynem je napojeno v Brně více než 97% domácností. Podíl emisí z dopravy řadí Brno, obdobně jako Prahu, k nejzatíženějším územím ČR.

Tab. 1 Emise stacionárních a mobilních zdrojů v Brně (REZZO 1-4, r. 2006)

(t/rok)	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
REZZO 1	88.4	75.5	437.5	155.6	53.3
REZZO 2	8.0	17.6	133.5	45.1	102.0
REZZO 3	28.2	42.8	132.8	155.1	1451.1
REZZO 4	788.0	40.3	3017.4	7282.9	1272.6

Obr. 2 Podíly emisních zdrojů v Brně (REZZO 1-4, r.2006)





3. Experimentální část

K analýze byla použita data ze tří posledních zimních období 2005/06, 2006/07 a 2007/08 (tj. říjen - březen) ze čtyř stanic imisního monitoringu ČR a z nejbližších klimatologických stanic:

Brno - Tuřany

Stanice AIM Brno - Tuřany a stanice klimatologická se nachází v prostoru letiště Brno - Tuřany. Lokalita leží v jihovýchodní části Brna, oproti centru města leží ve vyšší nadmořské výšce na tzv. Tuřanské terase. Stanice je umístěna v nadmořské výšce 241 m.n.m. Dle klasifikace Eol je stanice charakterizovaná jako pozadová, typ zóny předměstská, charakteristika zóny obytná. Reprezentativnost lokality je v rámci oblastního měřítka - městské nebo venkov (4 - 50 km).

Znečišťující látka	Metoda měření	Interval měření
PM ₁₀	radiometrie – absorpce beta záření	1h
NO, NO ₂ , NO _x	chemiluminiscence	1h

Brno - střed

Automatizovaná monitorovací stanice Brno-střed je umístěna v centru města Brna v areálu přírodovědecké fakulty Masarykovy Univerzity v Brně. V těsné blízkosti lokalita je frekventovaná křižovatka ulic Kotlářská a Kounicova. Stanice je umístěna v nadmořské výšce 230 m.n.m. Dle klasifikace Eol je stanice charakterizovaná jako dopravní, typ zóny městská, charakteristika zóny obytná. Reprezentativnost lokality je v rámci oblastního - městské nebo venkov (4 - 50 km).

Znečišťující látka	Metoda měření	Interval měření
PM ₁₀	radiometrie – absorpce beta záření	1h
NO, NO ₂ , NO _x	chemiluminiscence	1h
CO	IR - korelační absorpční spektrometrie	1h

Brno - Křoftova

Manuální monitorovací stanice Brno-Křoftova a stanice klimatologická jsou umístěny v areálu brněnské pobočky ČHMÚ. Nachází v zastavěné lokalitě MČ Brno – Žabovřesky, poblíž se nachází rušná silnice, z hlediska zástavby pak zejména rodinné domy. Stanice je umístěna v nadmořské výšce 235 m.n.m. Dle klasifikace Eol je charakterizovaná jako dopravní, typ zóny městská, charakteristika zóny obytná. Reprezentativnost lokality je v rámci oblastního měřítka - městské nebo venkov (4 - 50 km).

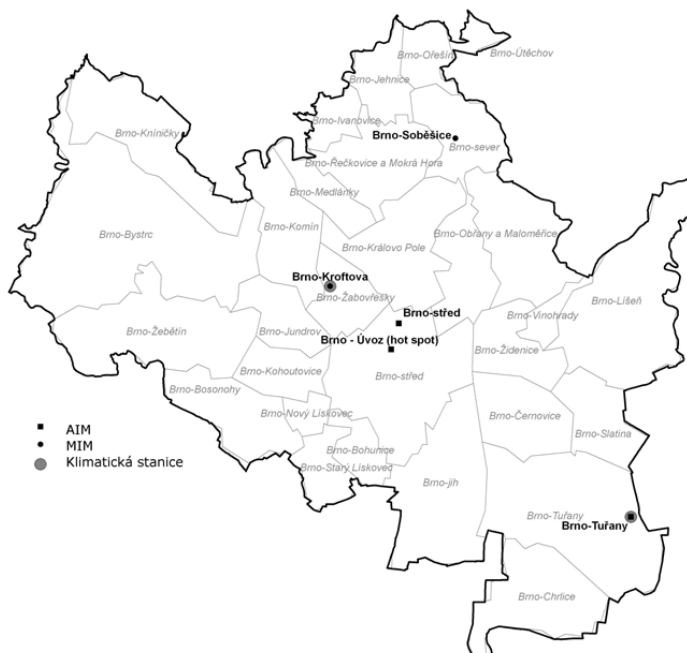
Znečišťující látka	Metoda měření	Interval měření
PM ₁₀	gravimetrie	24 h
NO ₂	guajakolová (modif. Jakobs-Hochheiserova) metoda - spektrofotometrie	24h

Brno - Soběšice

Stanice manuálního imisního monitoringu Brno - Soběšice je umístěna v severní části statutárního města Brna v Soběšicích, které jsou částí MČ Brno – sever. Soběšice mají charakter „satelitního městečka“, typickou zástavbou jsou rodinné domy. Stanice je umístěna v nadmořské výšce 380 m.n.m. Dle klasifikace Eol je stanice charakterizovaná jako pozadová, typ zóny předměstská, charakteristika zóny obytná. Reprezentativnost lokality je v rámci oblastního měřítka - městské nebo venkov (4 - 50 km).

Znečišťující látka	Metoda měření	Interval měření
SPM	gravimetrie	24h
NO ₂ (od 1.1.2008)	guajakolová (modif. Jakobs-Hochheiserova) metoda - spektrofotometrie	24h

Obr. 3 Mapa města s rozmístěním monitorovacích stanic



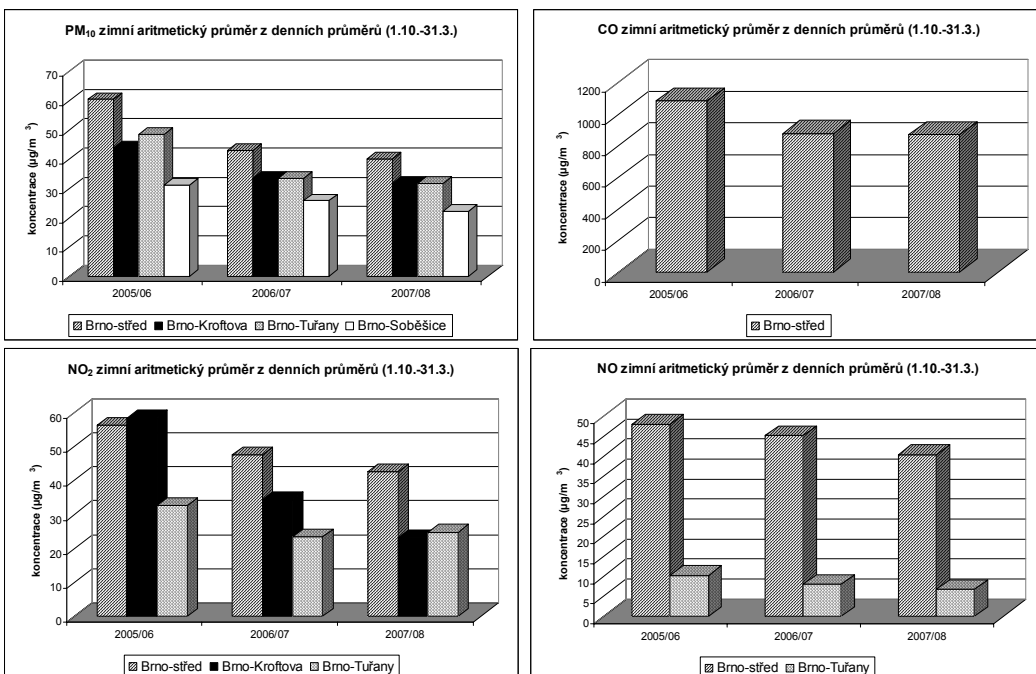
3.1 Dosažené výsledky

Nárůst překročení imisního limitu, a tedy i plochy oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší, lze v letech 2005 a 2006 přičíst na vrub dlouhé zimě 2005/06 s velmi nepříznivými rozptylovými podmínkami, způsobenými především teplotními inverzemi. Velmi silně se teplotní inverze projevila především v druhé polovině ledna a počátkem února roku 2006, kdy všechny stanice vysoko překračovaly platné imisní limity po dobu zhruba 20 dní. Maximální hodnoty 24hodinových průměrných koncentrací PM₁₀ se v Brně pohybovaly okolo 200 µg.m⁻³. Vzhledem k těmto nepříznivým meteorologickým podmínkám se na některých lokalitách blížil již koncem února 2006 počet překročení 24hodinové koncentrace PM₁₀ povolené hranici 35. Na stanici Brno-střed byl již na konci února 2006 počet povolených překročení pro celý rok vyčerpán. Markantní rozdíl je pak možné vidět při srovnání zimních období 2005/06, 2006/07 a 2007/08, jak je uvedeno v následujících grafech a tabulce 2.

Tab. 2 Počet dní, kdy 24hod. koncentrace PM_{10} přesáhly hodnotu $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (hodnota imisního limitu) v zimním období (říjen–březen)

	zima 2005/06 (leden+únor 2006)		zima 2006/07	zima 2007/08
Brno-střed	101	(41)	57	49
Brno-Kroftova	45	(19)	5	22
Brno-Tuřany	67	(30)	37	34

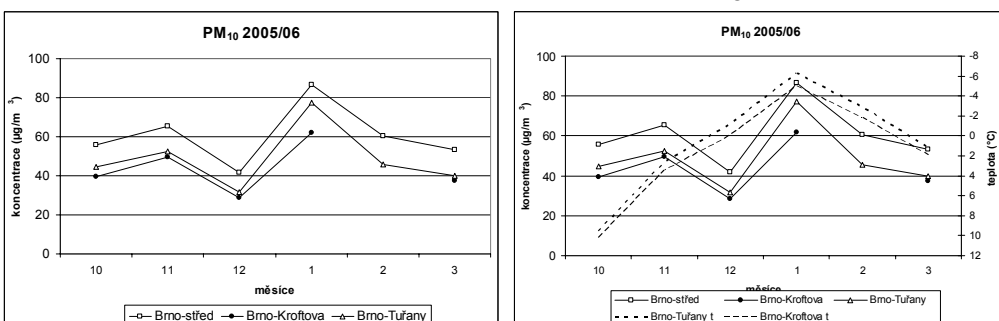
Obr. 4 Srovnání imisí zimních aritmetických průměrů

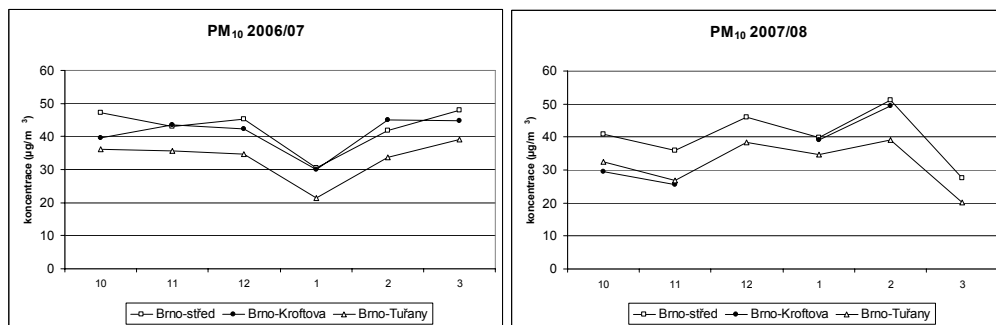


Pozn.: Pro PM_{10} 2006/07 použita data z paralelního měření PM_{10} pro těžké kovy z důvodu nedostatečného množství dat z manuálního měření PM_{10} – gravimetrie

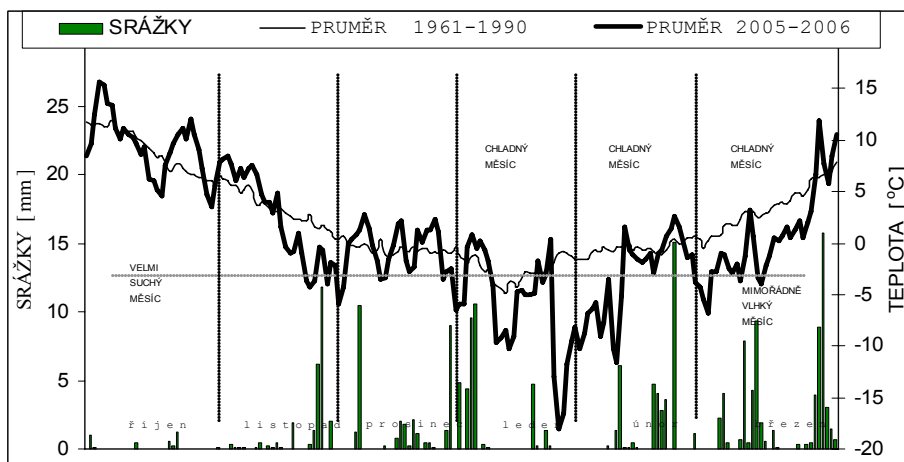
Z uvedených grafů (obr. 5) je patrné, že především leden 2006 byl výjimečný, co se týká PM_{10} , avšak i v ostatních měsících byla horší kvalita ovzduší během zimy 2005/2006.

Obr. 5 Průměrné měsíční koncentrace PM_{10} v zimních obdobích, aglomerace Brno

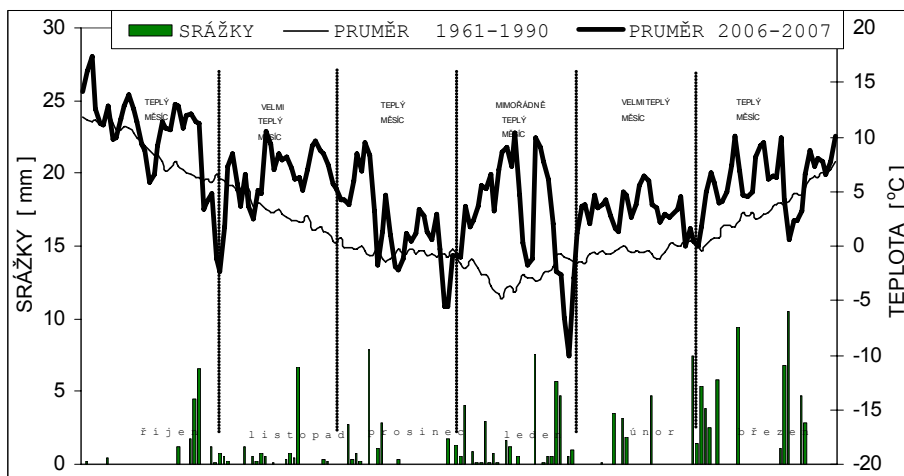




Obr. 6 Průměrná denní teplota vzduchu a denní úhrn srážek na stanici BRNO - TUŘANY, říjen 2005 až březen 2006

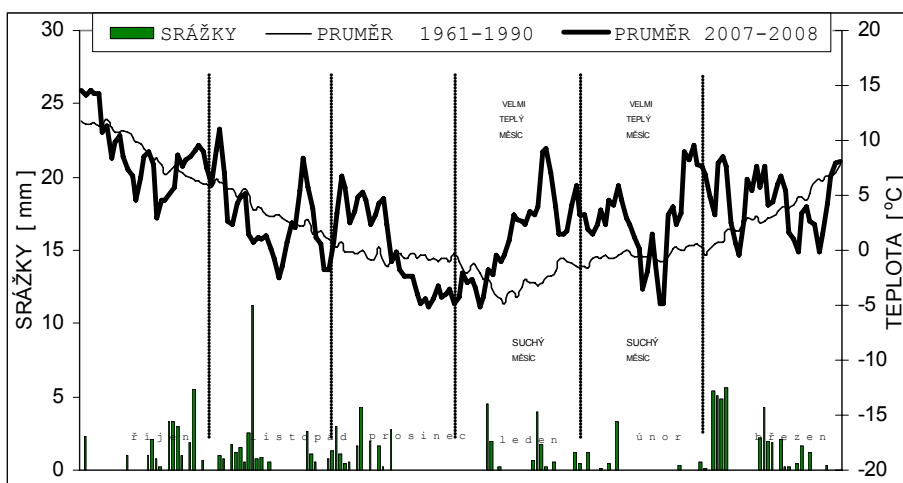


Obr. 7 Průměrná denní teplota vzduchu a denní úhrn srážek na stanici BRNO - TUŘANY, říjen 2006 až březen 2007

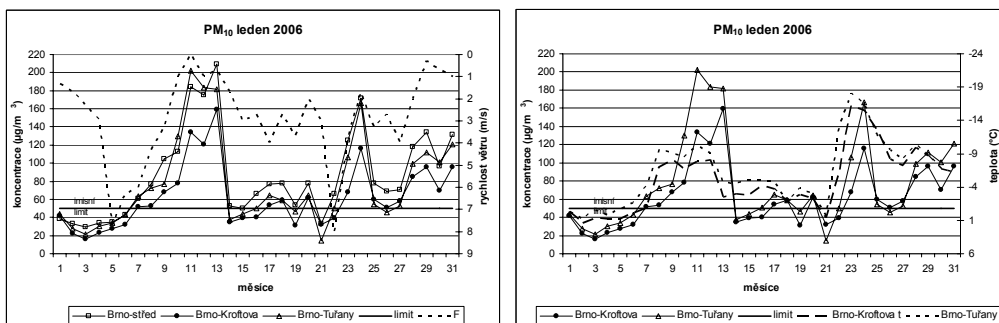


Koncentrace PM_{10} se v hodnocených obdobích liší v závislosti na průběhu počasí. Jak je uvedeno na obr. 6 až 8, průběh teplot se významně liší. Nejchladnější byla zima 2005-2006, kdy měsíce leden až březen 2006 byly ve srovnání s normálovými průměry hodnoceny jako chladné. Naopak měsíce období říjen 2006 až březen 2006 byly teplé až velmi teplé, leden 2007 byl mimořádně teplý. Leden a únor 2008 byly velmi teplé.

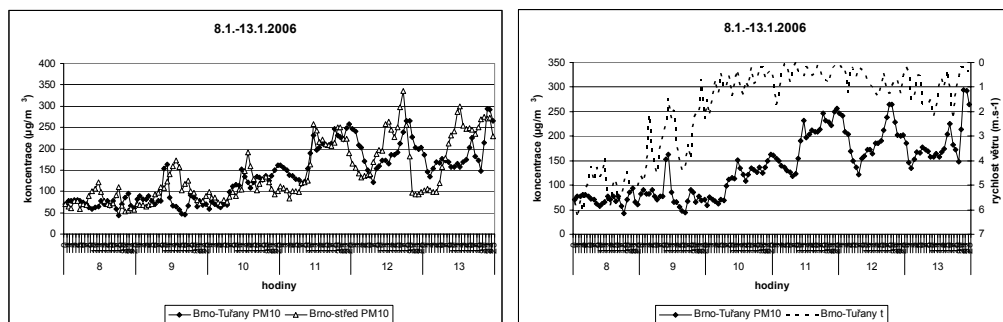
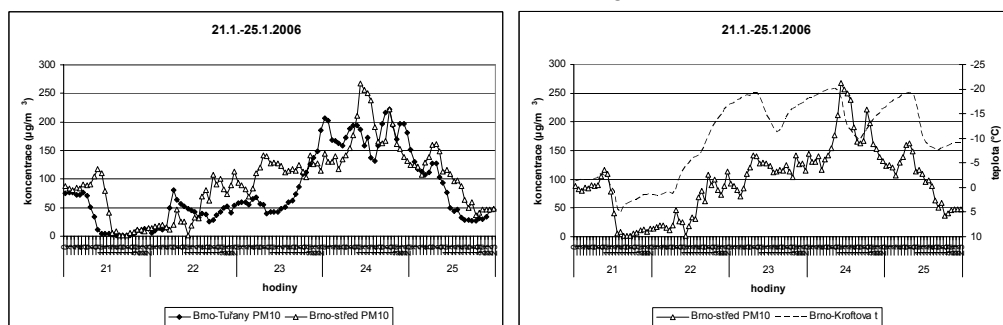
Obr. 8 Průměrná denní teplota vzduchu a denní úhrn srážek na stanici BRNO - TUŘANY, říjen 2007 až březen 2008



Obr. 9 Průměrné denní koncentrace PM_{10} v lednu 2006, aglomerace Brno



Vysoké denní koncentrace PM_{10} v lednu 2006 souvisí jednak s rychlostí větru a jednak se změnou venkovní teploty – s jejich prudkým poklesem koncentrace PM_{10} narůstá (obr.9). Jak ukazuje obr. 10, ke zvýšení koncentrace PM_{10} došlo 11.1. kolem 10.hodiny poté, co došlo ke snížení rychlosti větru o půlnoci, a tyto hodnoty se držely po celé další dva dny. Jak je uvedeno na obr. 11, k nárůstu koncentrace PM_{10} došlo v průběhu dne 22.1. ze $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ až ke $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kdy teplota klesla z asi $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ až na $-16,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Obr. 10 Denní průběh PM₁₀ v období 8.-13.1. 2006, aglomerace BrnoObr. 11 Denní průběh PM₁₀ v období 21.-25.1. 2006, aglomerace Brno

4. Závěry

Průběh počasí, hlavně teplota vzduchu a výskyt inverzí významně ovlivňují koncentrace PM₁₀. V rámci hodnocených období byl nejvyšší počet dnů, kdy byl překročen limit PM₁₀ v zimě 2005/2006, která byla nejchladnější. V nejteplejším zimním období 2006/2007 byl počet dnů s nadlimitními koncentracemi oproti období 2005/2006 takřka poloviční, ovšem vyšší než v období 2007/2008, které mělo teplotně nadnormální pouze dva měsíce. Dosažené výsledky dále dokládají, že znečištění je v oblasti města Brna diferencované.

Poděkování

Tato práce byla podporována Grantovou agenturou akademie věd ČR v rámci grantu č. KJB307530701 – Výskyt letního a zimního smogu v klimatických podmínkách ČR.

Literatura

- [1] Znečištění ovzduší a atmosférická depozice v datech. Tabelární ročenky ČHMÚ 2005 -2008
- [2] Zákon 86/2002 Sb. O ochraně ovzduší a změně některých zákonů
- [3] MACHÁLEK, P. Aglomerace Brno – problematika emisí. In *Časopis Ochrana ovzduší 3/2008* : Občanské sdružení Ochrana kvality ovzduší, Praha, 2008, s. 23-24. ISSN 1211-0337.
- [4] SKEŘIL, R. Aglomerace Brno – problematika imisí. In *Časopis Ochrana ovzduší 3/2008* : Občanské sdružení Ochrana kvality ovzduší, Praha, 2008, s. 17-22. ISSN 1211-0337.

Vliv dopravních omezení na emise výfukových plynů

Pavel Štěřba, Luboš Trnka

TÚV SÚD Auto CZ s.r.o.

Novodvorská 994, 142 21 Praha 4

e-mail: pavel.sterba@tuv-sud.cz, lubos.trnka@tuv-sud.cz

Abstract

Recently on roads often see around with groundless limitations, which have nothing common with safeness running. On the contrary, in some cases walks even on purpose about it hotshot drivers complicate their passage municipality. Our benefit show influence some traffic procuration in light of issues injurants and issues hot - house gas.

1. Úvod

Při cestách po pozemních komunikacích se v České republice velice často setkáváme s celou řadou dopravních omezení, většinou vytvořených pomocí tzv. místní úpravy. Velmi mnoho těchto omezení však nemá žádnou souvislost s bezpečností provozu a jsou zjevně stanovovány paušálně bez bližší analýzy místní dopravní situace. Typickým příkladem je omezení jízdy (zpravidla na rychlost 30 km/h) z důvodu stavebních prací, které se však provádějí zcela mimo komunikaci a nemají žádný vliv na bezpečnost provozu v daném místě. Tato omezení též často nejsou ukončena – končí až na křižovatce, vzdálené i několik kilometrů

Určitý typ dopravních omezení vzniká též na úrovni místních samospráv, které vedeny dobrou vůlí se snaží omezovat provoz silniční dopravy v obcích tím způsobem, že se řidičům snaží znepříjemnit průjezd např. pomalou jízdou s cílem odradit je od příští cesty vedoucí přes jejich obec. Bohužel, tato opatření jsou, jak si dále ukážeme, spíše kontraproduktivní.

Některá omezení vznikají i díky vydávání nejrůznějších metodických pokynů o umístování dopravního značení. Tyto pokyny jsou potom slepě uplatňovány i v místech, kde instalace dopravních omezení je naprosto zbytečná a bezúčelná. Jako typický příklad bychom mohli uvést instalace dopravních značek "STOP-dej přednost v jízdě" u železničních přejezdů na tratích, na kterých byl provoz vlaků buď přerušen nebo dokonce zrušen.

Příspěvek si klade za cíl poukázat na vliv dopravních omezení na produkci emisí z motorových vozidel a ovlivňování úrovně znečištění v daných lokalitách. Rozbor bude proveden jak v obecné rovině tak i na konkrétních případech. Při tom jsme čerpali jednak z rozsáhlé databanky provedených měření, kterými se naše společnost zabývá již téměř 40 let a jednak z konkrétních simulací některých jízdních podmínek.

Vliv rychlosti jízdy na produkci emisí

Produkce emisí motorového vozidla je závislá na mnoha faktorech. Vedle konstrukčního hlediska či zatížení (naložení) vozidla bude bezpochyby záviset na rychlosti jízdy, kterou se vozidlo v dané lokalitě pohybuje. Pojďme se tedy zabývat produkcí základních emisí škodlivin (CO, HC a NO_x) a emisí CO₂ v závislosti na rychlosti jízdy.

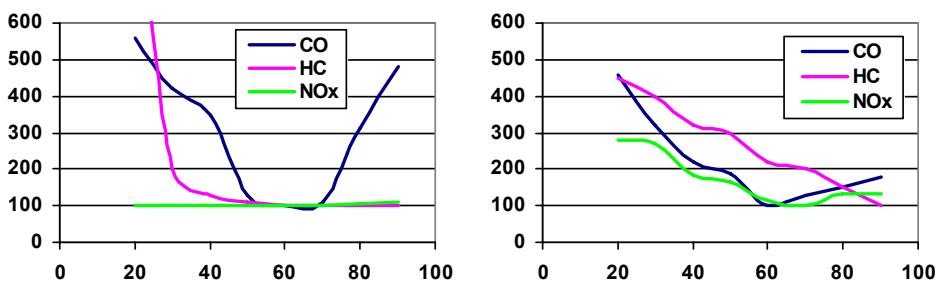
Při zjišťování toho vlivu jsme využili široké databáze doposud provedených měření a současně provedli ověřovací experiment simulace jízdy vybraných vozidel. Vzhledem k tomu, že každý motor má absolutní produkci emisí jinou, bude vhodné výsledky vyjádřit nejlépe v relativní podobě, kdy za referenční hodnotu (tj. 100 %) vezmeme dosahované minimum. Analýzu jsme prováděli pro spektrum rychlostí 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 a 90 km/h. Výsledky můžeme shrnout do následující tabulky a grafů.

Tab. 1 Relativní srovnání produkce emisí v závislosti na rychlosti jízdy [%]

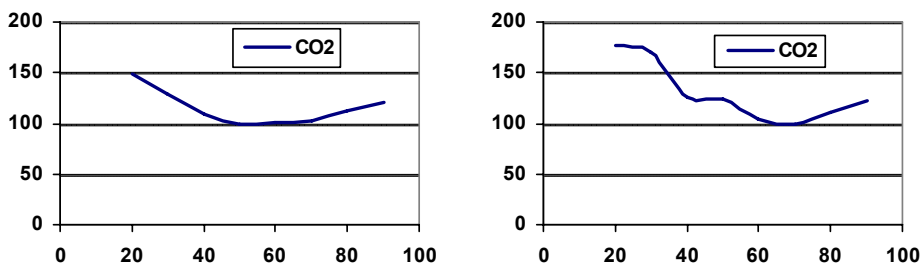
Rychlost jízdy	Zážehový motor				Vznětový motor			
	CO	HC	NO _x	CO ₂	CO	HC	NO _x	CO ₂
20	560	1000	100	148	460	450	280	177
30	420	150	100	129	320	400	272	175
40	350	130	100	109	200	320	185	125
50	130	130	100	100	200	300	166	125
60	100	100	100	101	100	220	114	104
70	110	100	102	103	130	200	100	100
80	310	100	105	112	150	150	133	110
90	480	100	110	120	180	100	135	123

Při hodnocení musíme ještě určitým způsobem zohlednit odlišnosti jízdního stylu a odstupňování převodových stupňů. Platí totiž, že zatímco pro rychlosti od cca 70 km/h výše můžeme prakticky u všech vozidel mít zařazený nejvyšší rychlostní stupeň (5 nebo 6), pro nižší rychlosti potom musíme přejít na nižší převodové stupně. Pokud se vyvarujeme extrémů, jako např. jízdy 50 km rychlostí na 1. nebo 2. převodový stupeň a přidržíme se řazení doporučeného výrobcem vozidla a běžně používaného v provozu, mohou se hodnoty emisí v pásmu 30-50 km/h lišit cca o 20%, nicméně celkový trend zůstává zachován. V případě automatických převodovek pásmo rozptylu prakticky zmizí, protože automatická převodovka za normálních okolností řadí nezávisle na vůli řidiče s cílem minimalizovat produkci emisí i spotřebu paliva.

Graf 1 Relativní produkce emisí vozidel se zážehovými (vlevo) a vznětovými (vpravo) motory v závislosti na rychlosti jízdy



Graf 2 Relativní produkce CO₂ vozidel se zážehovými (vlevo) a vznětovými (vpravo) motory v závislosti na rychlosti jízdy



Podíváme-li se na výsledky měření, bude nás jistě zajímat příčina zjištěných závislostí, protože se na první pohled může nezasvěcenému pozorovateli zdát paradoxní, že se snižující se rychlostí jízdy se emisní zatížení zvyšuje. To je však naprosto logické, neboť účinnost práce spalovacího motoru se s klesajícím prudce zhoršuje a současně neplatí přímá úměra, že s klesající rychlostí klesá i množství vyprodukovaných emisí. To vše má za následek zvýšení emisního zatížení. Množství emisí se současně od určitého bodu zvyšuje spolu s rychlostí jízdy, kdy jich motor samozřejmě vyprodukuje více a již nedochází k dalšímu zlepšení jeho účinnosti. Tento bod minima se současně bude pro výkonnější hnací agregáty mírně posouvat směrem k vyšším rychlostem.

Simulace konkrétních dopravních situací

Technické prostředky, které máme v současné době k dispozici, nám mohou velmi dobře simulovat prostředí reálného provozu a můžeme tak předem posoudit ekologický dopad zamýšlené dopravní změny v dané lokalitě. Ukažme si zároveň ve stručnosti některé vybrané studie a jejich výsledky.

Způsob simulace dopravní situace

Vlastní simulace probíhá v několika postupných krocích. Prvním krokem je zmapování současné provozní situace, kdy vybraným vzorkem vozového parku absolvujeme daný úsek cesty. Ve vozidle máme přítom nainstalován datalogger, který nám zaznamenává potřebné provozní parametry vozidla, např. okamžitou rychlost jízdy, otáčky motoru, zatížení motoru, aktuální zrychlení apod. Z obdržených dat potom sestavíme jízdní profil daného úseku.

V druhém kroku následuje sestavení jízdního profilu pro zamýšlenou dopravní změnu. To můžeme provést buďto na základě tabulkových dat (hodnoty zrychlení, zpoždění apod.) získaných na základě obdobných měření v minulosti nebo analýzou situace v daném místě, např. při nižším dopravním zatížení (v noci apod.), kdy budeme již simulovat nové podmínky jízdy. Možné je i využití zkušebních polygonů, na kterých budeme modelovat skutečné jízdní podmínky.

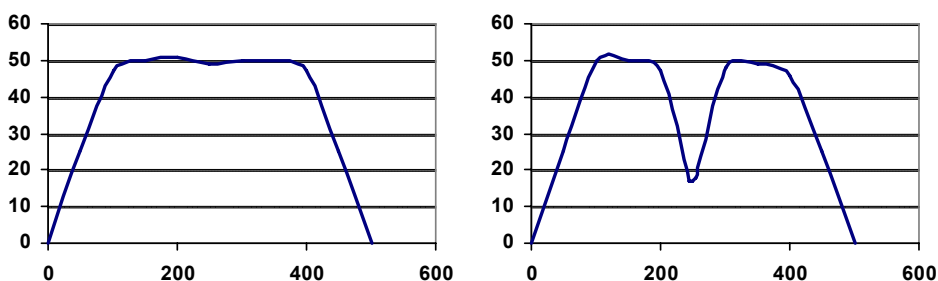
Třetím krokem je nastavení zařízení laboratoře podle dat získaných v předchozích případech a následné měření. Při měření tak dochází k reálné simulaci skutečného provozu v dané lokalitě a po provedení analýzy výfukových plynů na vybraném vzorku vozidel můžeme velmi přesně zjistit množství vyprodukovaných emisí včetně spotřeby paliva.

Nakonec lze vypočítat celkový emisní dopad v dané lokalitě na základě statistických údajů o intenzitě provozu a to ať již aktuální tak předpokládané.

Simulace zpomalovacích prahů

Uvažujme následující místní dopravní úpravu, kdy do ulice, kde se původně projíždělo rychlostí 50 km/h byl vedle podchodu vytvořen úrovňový přechod a umístěn zpomalovací práh. Na základě analýzy provozu vozidel byly sestaveny následující jízdní cykly:

Graf 3 Simulovaný jízdní cyklus [km/h] před (vlevo) a po instalaci (vpravo) zpomalovacího prahu v závislosti na ujeté dráze [m]



Při následném laboratorním měření absolvovala zkušební vozidla na válcovém dynamometru tyto sestavené cykly a byla při nich prováděna analýza emisí škodlivin a spotřeby paliva. Výsledky měření můžeme shrnout do následující tabulky:

Tab. 2 Srovnání produkce emisí při instalaci zpomalovacího prahu

	Původní stav komunikace				Instalace zpomalovacího prahu			
	CO	HC	NO _x	CO ₂	CO	HC	NO _x	CO ₂
Průměrné relativní srovnání	100%	100%	100%	100%	140%	130%	130%	120%
	Ukázkové hodnoty některých vybraných vozidel [g/km]							
Škoda Felicia 1.3	0.622	0.065	0.005	138	0.890	0.090	0.007	169
Ford Sierra 2.0	7.123	2.007	1.942	166	10.086	2.591	2.575	201
Škoda Octavia 1.9 TDi	1.648	0.328	0.646	125	2.938	0.425	0.902	152

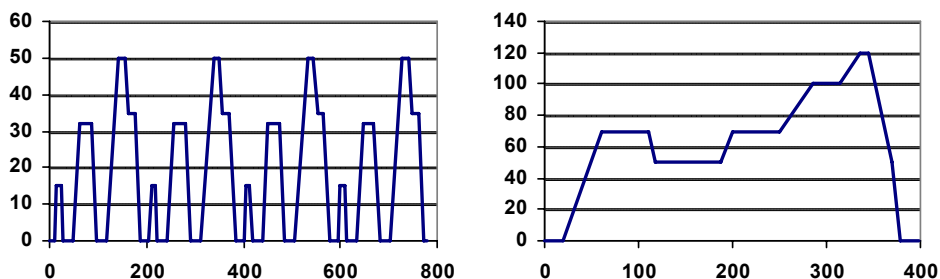
Z výsledků je vidět, že zřízení úrovňového přechodu místo podchodu spolu s instalací zpomalovacích prahů přinese v daném místě zhoršení životního prostředí přibližně o 30%. Pokud bychom naměřené hodnoty vynásobili četností průjezdu vozidel resp. intenzitou provozu, dostali bychom konkrétní údaje o produkci jednotlivých složek emisí.

Simulace obchvatu města

Pro první orientační přiblížení poměru znečištění ovzduší můžeme s výhodou použít standardních mezinárodně definovaných jízdních cyklů, které svým charakterem odpovídají městskému provozu střední intenzity a provozu po mimoměstských komunikacích s výjimkou dálnic, kde bychom museli definovat svůj srovnávací jízdní cyklus.

Na připojených grafech a v tabulce opět vidíme jízdní profil městského a dynamického mimoměstského provozu a srovnání emisního chování vozidel. Z výsledků jednoznačně vidíme, že obchvat způsobí poměrně výrazný pokles emisí CO, CO₂, HC a naopak přibližně ve stejném poměru nárůst NO_x.

Graf 4 Simulovaný jízdní cyklus průjezdu městem (vlevo) a provozu na obchvatu (vpravo) v závislosti na čase



Tab. 3 Srovnání produkce emisí při provozu přes město a na obchvatu

	Provoz přes město				Obchvat města			
	CO	HC	NO _x	CO ₂	CO	HC	NO _x	CO ₂
Průměrné relativní srovnání	100%	100%	100%	100%	20%	25%	250%	55%
Ukázkové hodnoty některých vybraných vozidel [g/km]								
Škoda Felicia 1.3	1.087	0.113	0.007	212	0.339	0.043	0.032	125
Škoda Fabia 1.4	1.268	0.368	0.034	207	0.077	0.023	0.117	115
Renault Master	1.483	0.426	1.669	293	0.320	0.211	1.113	177

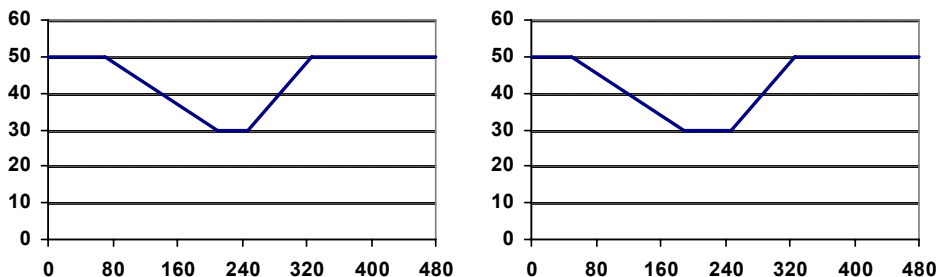
Simulace železničního přejezdu

Věnujme nyní chvíli čas simulaci provozu na železničním přejezdu v obci a uvažujme 3 základní provozní stavy:

- řidič přejezd přejezd rychlostí 50 km/h
- řidič ve vzd. 30 m před přejezdem zpomalí na 30 km/h (úprava před r. 2000)
- řidič ve vzd. 50 m před přejezdem zpomalí na 30 km/h (úprava od r. 2001)

Při simulaci tedy pojedeme v jednom režimu ustálenou rychlostí 50 km/h a pro zbývající dva sestavíme srovnávací jízdní cykly. Za oblast přejezdu budeme přitom považovat prostor v rozmezí 240 m před přejezdem až 240 m za přejezdem. Z praxe přitom vyplývá, že dobrždění na rychlost 30 km/h bývá většinou poměrně pozvolné, zatímco zpětná akcelerace naopak výraznější.

Graf 5 Simulovaný jízdní cyklus pro dvě varianty zpomalení na železničním přejezdu v závislosti na ujeté dráze



Tab. 4 Srovnání produkce emisí při provozu na železničním přejezdu v obci

	50 km/h				30 km/h na 50m				30 km/h na 30m			
	CO	HC	NO _x	CO ₂	CO	HC	NO _x	CO ₂	CO	HC	NO _x	CO ₂
Průměrné relativní srovnání	100%	100%	100%	100%	100%	100%	120%	120%	100%	100%	115%	112%
Ukázkové hodnoty některých vybraných vozidel [g/km]												
Škoda Fabia 1.9	0.013	0.022	0.156	123	0.011	0.013	0.193	146	0.009	0.015	0.183	138
Škoda Felicia 1.3	0.518	0.052	0.041	158	0.552	0.058	0.049	191	0.547	0.057	0.048	179
Mazda 5	0.015	0.005	0.010	129	0.016	0.008	0.011	157	0.015	0.007	0.011	147

Z výsledků je patrné, že patrných změn doznávají zejména emise CO₂ a NO_x, které se zvyšují o přibližně 15-20 %. Ostatní složky nemají takový nárůst, respektive mohou ojediněle u některých vozidel vykazovat i mírný pokles zejména díky poměrně dlouho trávající deceleraci, která trvá prakticky 1/3 cyklu. Rozdíl mezi požadavkem docílení 30 km/h rychlosti ve vzdálenosti 30 nebo 50 m před přejezdem není z hlediska produkce emisí podstatný. V této souvislosti se jeví vhodné ve spolupráci se SŽDC iniciovat vybavení železničních přejezdů zabezpečovací technikou a případně obnovit bývalý status tzv. vlečkových přejezdů, na které se vztahovala dopravní omezení pouze tehdy, prováděl-li se posun.

Závěr

Příspěvek si kladl za cíl ukázat současné možnosti simulace dopravních opatření z hlediska produkce emisí a současně ukázat vybraná dopravní opatření a jejich důsledky z ekologického hlediska. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že nejpříznivější je plynulý provoz a jakékoli nestandardnosti znamenají jednoznačně zvýšení emisní zátěže.

Mezinárodní vykazování emisí z dopravy

Pavel Machálek

ČHMÚ

Na Šabatce 17, 143 06, Praha 12

e-mail: machalek@chmi.cz

Abstract

The contribution brings information about the requirements on international reporting of emissions from mobile sources. It presents the extent of the monitored mobile sources, the pollutants and the ways of the estimates of their emissions used in emission balances in the Czech Republic. It brings also the summary of official methods embodied in the "Guidebook" and the methods used in the Czech Republic during the previous periods and today. The results of emission balances of mobile sources in the Czech Republic and in other European countries will also be presented.

1. Úvod

Česká republika je již více než 25 let zapojena do systému environmentálních dohod realizovaných formou přistoupení k Úmluvě o dálkovém přenosu znečištění přes hranice států (CLRTAP). Opatření ke snížování znečištění ovzduší jsou v rámci úmluvy naplňována prostřednictvím sedmi dílčích protokolů, zaměřených zejména na technická opatření ke snížení emisí jednotlivých znečišťujících látek nebo jejich skupin (např. Protokol o síře, Protokol o těžkých kovech, Protokol o snížení acidifikace, eutrofizace a úrovně přízemního ozónu). Osmý protokol zajišťuje administrativní a finanční náležitosti Úmluvy. Součástí několika protokolů je také povinnost sledování vývoje emisí daných znečišťujících látek, popř. také povinnost vytváření projekcí emisí. Pro zajištění konsistentního způsobu sledování a ohlašování emisí byly již od počátku devadesátých let vyvíjeny technické příručky a ohlašovací formáty. Česká republika již dlouhodobě prostřednictvím ČHMÚ realizuje ohlašovací povinnosti v rámci CLRTAP a nově také EU, a podle daných možností se rovněž aktivně podílí na tvorbě metodik pro zjišťování a ohlašování emisí.

2. Rozsah sledovaných zdrojů a formáty pro ohlašování

V ČR je pojem „mobilní zdroje“ velmi úzce svázán s národní kategorizací zdrojů, tzv. REZZO (Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší), používanou již od sedmdesátých let [1]. V době zavádění prvních mechanismů pro sledování emisí byly vedle tradičního rozdělení zdrojů na stacionární a mobilní vymezeny také bodově sledované zdroje (REZZO 1 a 2), jejichž emise se zjišťovaly prostřednictvím přímého ohlašování provozovateli zdrojů, a plošně sledované zdroje (REZZO 3 a 4), mezi něž patřily vedle vytápění domácností také *mobilní zdroje*. Od té doby nebyla tato struktura nijak změněna a vedle dílčích přesunů zdrojů mezi REZZO 1 a 2 dochází pouze k doplňování vyjmenovaných i plošných kategorií zdrojů a k detailizaci jednotlivých skupin zdrojů. Typickým příkladem je výpočet emisí z údržby veřejné zeleně pomocí odhadu spotřeby benzínu a specifických emisních faktorů uveřejněných v Guidebook (poprvé za rok 2006). K významnějším změnám došlo v průběhu posledních dvaceti let v rozsahu sledovaných znečišťujících látek. Původní vykazování se týkalo tzv. základních škodlivin, mezi něž jsou od počátku zařazovány

emise tuhých znečišťujících látek (TZL), oxidů síry (SOx resp. SO₂), oxidů dusíku (NOx), oxidu uhelnatého (CO), nemetanických těkavých organických látek (NM VOC; dnes zkráceně jako VOC) a amoniaku (NH₃). Postupem času se k nim přidaly emise těžkých kovů (TK) a persistentních organických látek (POPs) a také specifické frakce TZL, sledované jako PM 10 a PM 2.5.

2.1 Historie vzniku kategorizací pro ohlašování emisí

Základní členění emisí vykazovaných v rámci mezinárodních závazků pod CLRTAP je dáno již zmiňovaným dokumentem „*Atmospheric Emission Inventory Guidebook*“. Tato rozsáhlá metodická příručka je v současnosti schvalována Pracovní skupinou pro emisní inventury a projekce (TFEIP – viz <http://tfeip-secretariat.org/unece.htm>) jako rozšířené třetí vydání – verze 2007.

Vytvořený Guidebook je součástí rozsáhlých aktivit, vedeným v rámci projektu CORINE (Co-ordination of Information on the Environment). První detailní kategorizace zdrojů pro mezinárodní vykazování emisí NAPSEA (Nomenclature for Air Pollution Socio-Economic Activities) byla sestavena pro CORINAIR 1985 projekt. CORINAR (CO-ordinated INformation on the Environment in the European Community – AIR) představuje rozsáhlou metodologii oficiálně přijatou v r. 1986 v rámci CORINE programu. NAPSEA zahrnovala tři dceřiné nomenklatury: NAPACT (Nomenclature for Air Pollution ACTivities), NAPTEC (Nomenclature for Air Pollution TEchniques) a NAPFUE (Nomenclature for Air Pollution Fuels). Z této metodologie vzniká v r. 1985 prototyp kategorizace pro inventury emisí - SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution). V roce 1995 se European Topic Centre on Air Emissions (ETC/AE) podílelo na vzniku upravené nomenklatury SNAP94, prezentované v rámci první edice Guidebook. V roce 1998 ETC/AE doplnilo další kategorie v rámci vydání nomenklatury SNAP97, prezentované v rámci druhé edice Guidebook. SNAP97 pokrýval nové kategorie související s emisemi TK a POPs. Tato verze byla také první plně kompatibilní s IPCC kategorizací podle 1996 Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, sestavenou pro mezinárodní panel klimatické změny - UN Framework Climate Change Convention. V roce 1999 bylo pro UNFCCC rozpracován Common Reporting Format (CRF), používaný pro reporting skleníkových plynů od r. 2000. V roce 2001 zpracoval TFEIP v návaznosti na CRF vlastní novou verzi pro vykazování emisí znečišťujících látek, tzv. NFR (Nomenclature For Reporting) - sektorovou a zdrojovou klasifikací pro oficiální přijatou publikaci známou jako „Pravidla pro odhad a reportování emisí“, schválené výkonným orgánem Úmluvy („*Guidelines for Estimation of and Reporting on Emissions under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution*“). Jednou z významných součástí reportingových mechanismů jsou převodníky mezi SNAP, NFR a CRF, umožňující rozsáhlé využití Guidebook pro vymezení jednotlivých zdrojů emisí a jejich přiřazení k dané kategorii NFR/CRF. V podmínkách ČR, kde je převážná část emisí stacionárních zdrojů přebírána z údajů ohlašovaných podle národní legislativy a převáděna do kategorií NFR, se jedná o nezastupitelnou pomůcku.

ČR se poprvé do reportingu podle uvedené metodologie zapojila spolu s dalšími dvanácti středoevropskými, balkánskými a pobaltskými zeměmi emisní inventurou za rok 1990. Tato inventura byla zpracovávána v ČHMÚ a její konečné údaje byly předány v průběhu r. 1995 a zveřejněny EEA v letech 1996 – 1997.

2.2 Rozsah sledovaných zdrojů

První ucelené vydání Guidebook z roku 1996 bylo postupně doplňováno nejen o nové kategorie zdrojů, ale, jak už bylo zmíněno, také o postupy výpočtu emisí nových znečišťujících látek, včetně emisí skleníkových plynů (oxidu uhličitého – CO₂, oxidu dusného – N₂O a methanu – CH₄). Základní členění zdrojů podle kategorií SNAP ukazuje tabulka č. 1.

Tab. 1 Členění základních skupin zdrojů podle kategorií SNAP

Skupina	Název hlavní kategorie
01	Spalovací procesy v energetice a průmysl zpracování paliv (stacionární zdroje)
02	Neprůmyslová spalovací zařízení - komunální energetika (stacionární zdroje)
03	Spalovací procesy ve výrobních odvětvích a ve zpracovatelském průmyslu (stacionární zdroje)
04	Výrobní procesy (stacionární zdroje - bez spalování)
05	Těžba a distribuce fosilních paliv a geotermální energie
07	Silniční doprava
08	Ostatní mobilní zdroje a mechanismy
09	Zpracování a ukládání odpadů
10	Zemědělství a lesnictví, změny užití půdy a zásob dřeva
11	Příroda

Vedle velmi rozsáhlých skupin kategorií pro stacionární zdroje (v podrobném členění obsahuje SNAP včetně zemědělských zdrojů a emisí z přírody přes 400 kategorií) je součástí skupin 7 a 8 téměř čtyřicet kategorií pro silniční a nesilniční mobilní zdroje. Jejich přehled a zařazení v rámci skupin a podskupin zdrojů ukazuje tabulka 2.

Tab. 2 Členění kategorií mobilních zdrojů podle SNAP

07 00 00 Silniční doprava	08 00 00 Ostatní mobilní zdroje a mechanismy
07 01 00 Osobní vozidla	08 01 00 Armáda
07 01 01 jízda po dálnicích	08 02 00 Železnice
07 01 02 jízda po silnicích (mezi obcemi a městy)	08 02 01 posunování
07 01 03 jízda ve městech	08 02 02 motorové vozy - drezíny
07 02 00 Dodávky a malé nákladní automobily do 3,5 t	08 02 03 lokomotivy
07 02 01 jízda po dálnicích	08 03 00 Vnitrozemní vodní cesty
07 02 02 jízda po silnicích (mezi obcemi a městy)	08 03 01 plachetnice s přídatným motorem
07 02 03 jízda ve městech	08 03 02 motorové lodě / pracovní lodě
07 03 00 Nákladní vozidla nad 3,5 t a autobusy	08 03 03 osobní lodní doprava
07 03 01 jízda po dálnicích	08 03 04 lodní doprava zboží
07 03 02 jízda po silnicích (mezi obcemi a městy)	08 04 00 Námořní aktivity
07 03 03 jízda ve městech	08 04 02 národní námořní doprava v oblasti EU
07 04 00 Mopedy a malé motocykly do 50 ccm	08 04 03 národní rybolov
07 05 00 Motocykly nad 50 ccm	08 04 04 mezinárodní námořní doprava (mezinárodní tankoviště)
07 05 01 jízda po dálnicích	08 05 00 Vzdušná doprava
07 05 02 jízda po silnicích (mezi obcemi a městy)	08 05 01 domácí letecká doprava (LTO cykly - < 1000 m)
07 05 03 jízda ve městech	08 05 02 mezinárodní letecká doprava (LTO cykly - < 1000 m)
07 06 00 Odpařování benzínu z vozidel	08 05 03 domácí letecká doprava - aktivity nad 1000 m
07 07 00 Automobilové pneumatiky a opotřebení brzd	08 05 04 mezinárodní letecká doprava - aktivity nad 1000 m
07 08 00 Otěry vozovek	08 06 00 Zemědělství
	08 07 00 Lesnictví
	08 08 00 Průmysl
	08 09 00 Domácnosti, zahradnictví a údržba zeleně
	08 10 00 Ostatní mobilní zdroje a mechanismy

Vykazování údajů v takto podrobné struktuře se však ukázalo jako velmi náročné jak při zpracování podkladů, tak při jejich vyhodnocení a porovnávání. Stávající vykazovací forma pro mobilní zdroje je tedy zjednodušena a navíc i přizpůsobena požadavkům Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/81/ES, o národních

emisních stropů pro některé látky znečišťující ovzduší. Důvodem úprav byly mimo jiné velmi rozsáhlé diskuse o přiřazování emisí, jejichž původci nejsou aktivity mobilních zdrojů dané země a přitom k nim dochází na jejich území, nebo na území jejich teritorií. V praxi se to týkalo zejména letecké a říční dopravy a námořních aktivit. Podle náležitostí směrnice, článku 2, se do součtových údajů pro hodnocení dodržení závazků směrnice (pro rok 2010) nezahrnují emise z mezinárodní námořní dopravy a emise z letadel mimo přistávací a vzletový cyklus (LTO cyklus do 1000 m). Současné členění vykazovaných údajů ve struktuře NFR ukazuje tabulka 3.

Tab. 3 Členění kategorií mobilních zdrojů podle NFR

NFR Kód - Název	
1 A 2 f ii	Mobile Combustion in Manufacturing Industries and Construction
1 A 3 a ii (i)	Civil Aviation (Domestic, LTO)
1 A 3 a ii (ii)	Civil Aviation (Domestic, Cruise)
1 A 3 b i	Road Transport:, Passenger cars
1 A 3 b ii	Road Transport:, Light duty vehicles
1 A 3 b iii	Road Transport:, Heavy duty vehicles
1 A 3 b iv	Road Transport:, Mopeds & Motorcycles
1 A 3 b v	Road Transport:, Gasoline evaporation
1 A 3 b vi	Road Transport:, Automobile tyre and brake wear
1 A 3 b vii	Road Transport:, Automobile road abrasion
1 A 3 c	Railways
1 A 3 d ii	National Navigation (Shipping)
1 A 4 a ii	Commercial / Institutional: Mobile
1 A 4 b ii	Residential: Household and gardening (mobile)
1 A 4 c ii	Agriculture/Forestry/Fishing: Off-road Vehicles and Other Machinery
1 A 4 c iii	Agriculture/Forestry/Fishing: National Fishing
1 A 5 b	Other, Mobile (Including military, land based and recreational boats)
1 A 3 a i (i)	International Aviation (LTO)
1 A 3 a i (ii)	International Aviation (Cruise)
1 A 3 d i (i)	International maritime Navigation
1 A 3 d i (ii)	International inland waterways

3. Metodiky pro odhad emisí – mobilní zdroje

Již v rámci 1. vydání Guidebook v polovině devadesátých let bylo možné pro výpočty emisí z dopravy používat nově vyvinutý SW nástroj – COPERT (Computer programme to calculate emissions from road transport). Tento samostatný program, vzniklý z doporučení „Pracovní skupiny CORINAIR pro emisní faktory a výpočty emisí ze silniční dopravy“, byl vyvíjen na univerzitě v Soluni a v současnosti je již k dispozici verze COPERT III, publikovaná v dokumentech EEA. COPERT je používán pouze některými zeměmi, řada dalších, včetně ČR, používá pro odhad emisí z dopravy vlastní metodiky. V některých zemích jsou však používány dílčí nástroje, zabudované do programu, a COPERT tím slouží jako užitečný doplněk. Zmínit lze např. použití metodiky COPERT pro výpočty emisí z odpařování benzínu z vozidel, samozřejmě v závislosti na teplotních poměrech pro danou zemi. Podrobně viz http://reports.eea.europa.eu/Technical_report_No_50/en.

Metodiky používané v ČR lze rozdělit na tři časově oddělené etapy. V letech osmdesátých až téměř do poloviny devadesátých let se emisní bilance mobilních zdrojů prováděla v rámci cyklické aktualizace v periodách pěti let. Dochované publikace s výsledky prezentovanými v krajském členění zahrnují např. v roce 1990 bilanci nejen za silniční, železniční, vodní a leteckou dopravu, ale také za nesilniční

zdroje (zemědělské, lesní a stavební) [2]. Podklady pro výpočty tvořily emisní faktory, získané v rámci rutinních měření prováděných v Ústavu pro výzkum motorových vozidel v závislosti na složení vozového parku a režimu jízdy. Aktivitní údaje byly přebírány z podkladů Sčítání dopravy a dále z oficiálních statistických výkazů ČSÚ. Mezi zajímavými údaji lze nalézt rovněž ukazatel tehdejší „motorizace“, tj. počet osobních automobilů na 1000 obyvatel. V roce 1990 „poskočil“ tento údaj z hodnoty 209 (r. 1988) na hodnotu 225 vozidel/1000 obyvatel. V tehdejší Německu byl pro r. 1988 tento údaj 472 vozidel/1000 obyv., tedy více než dvojnásobek. Dnešní stav ukazuje, že v parametru motorizace obyvatelstva jsme některé země již téměř dohnali (ČR 401, Belgie 468 vozidel/1000 obyv.), nebo se jim přiblížili (Rakousko 509, Německo 565 vozidel/1000 obyv.).

Pro údaje za rok 1994, které již byly připravovány pod koordinací tehdejšího Samostatného oddělení statistiky ŽP při MŽP, byla zahájena spolupráce s odborným pracovištěm CDV Brno. První zpráva o emisích z dopravy [3] zahrnovala vedle aktuálních údajů také bilanci od roku 1990. Metodicky se ovšem prezentované emise výrazně odlišovaly od periodicky používaných výsledků dle TECO [2]. Studie zahrnovala pouze sektor mobilních zdrojů spadajících pod MD (tj. pouze silniční, železniční, vodní a leteckou dopravu) a v nákladní dopravě navíc nebyly autory získány potřebné údaje pro odhad spotřeb pohonných hmot a výpočet emisí z tzv. dopravy na vlastní účet, tedy malých soukromých dopravců. Tato skutečnost byla napravena hned v následujícím roce a základní aktivitní údaje již pokrývaly nákladní dopravu kompletně. Následně byla v roce 1997 zpracována studie, umožňující doplnění emisí z nesilničních mobilních zdrojů zemědělství a lesnictví [4]. Metodika stanovení emisí se opírala o výpočet spotřeb nafty pro zemědělské a lesní stroje z ukazatelů zemědělské produkce a těžby dřeva. Vypočtená spotřeba nafty zemědělských a lesních strojů sečtená se spotřebou uvedenou ve zprávě CDV se odečetla od vykazovaného prodeje nafty, zbytek nafty byl pak „uplatněn“ pro ostatní nesledovaná nesilniční vozidla, tedy zejména stavební stroje a armádu.

Pro inventuru emisí za rok 2005 byly poprvé využity údaje ČSÚ, získané jak šetřením u výrobců pohonných hmot, tak u jednotlivých skupin spotřebitelů. V metodice stanovení spotřeb pohonných hmot a emisí mobilních zdrojů proto došlo při zpracování údajů za rok 2005 ke zcela novému přerozdělení spotřeby motorové nafty mezi dopravní prostředky a ostatní nesilniční mobilní zdroje. Výstupy aktualizované bilance spotřeby pohonných hmot zahrnují korekce emisí všech skupiny zdrojů včetně výrazného snížení emisí ostatních nesilničních vozidel (stavebních strojů). V návaznosti na tyto změny byly provedeny přepočty emisí nejprve zpětně do r. 2002 a v letošním roce, po upřesnění některých položek, do r. 2000. Nově zpracovávaná inventura emisí tak zahrnuje od r. 2006 vedle již zmiňovaných druhů silniční a nesilniční dopravy také specificky vypočítávané emise:

- ze spotřeby nafty vozidel armády (pro sektor nesilničních vozidel)
- ze spotřeby nafty vozidel ve stavebnictví (pro sektor nesilničních vozidel)
- ze spotřeby leteckých pohonných hmot armády
- z odhadu spotřeby benzínu pro těžbu dřeva
- z odhadu spotřeby benzínu pro údržbu zeleně (veřejné i soukromé).

Emisní inventura sestavovaná pro veškerou spotřebu (prodej) pohonných hmot na území ČR (tj. včetně odhadu převisu prodeje nafty v rámci přeshraniční kamionové dopravy) je rovněž prováděna pro emise TK a POPs. Samostatnou kapitolou, v tomto příspěvku však nezahrnutou, jsou výpočty emisí skleníkových plynů, od r. 2006

prováděné s využitím shodných podkladů o spotřebách pohonných hmot a jejich rozdělení mezi jednotlivé skupiny mobilních zdrojů.

Součástí emisích inventur jsou v souladu s mezinárodními metodikami také emise z otěrů pneumatik, brzd a vozovek. Od r. 2000 se provádějí výpočty emisí z údajů o počtech vozidel a dopravních výkonech s využitím emisních faktorů specifických pro jednotlivé skupiny silničních vozidel [5]. Vedle emisí TZL jsou součástí výpočtu také odhady emisí jemných frakcí PM 10 a PM 2.5.

V tabulce 4 jsou prezentovány údaje o emisích mobilních zdrojů za roky 1990 a 2000 jednak jako výsledky v době vzniku příslušných bilancí a jednak jako výsledky přepočtené, vzniklé po aktualizacích metodik, resp. jejich kompletních změnách.

Tab. 4 Výstupy emisích bilancí mobilních zdrojů za roky 1990 a 2000 (v t/rok)

OA – osob. autom.; NA – nákl. aut.; ZEM - zeměděl. stroje; LES – lesní stroje; STAV – staveb. stroje

¹⁾ vč. motocyklů

²⁾ vč. traktorů v rámci silniční dopravy

³⁾ železniční, vodní a letecká doprava

⁴⁾ pouze emise ze zprávy CDV (silniční a nesilniční³⁾ doprava)

⁵⁾ odhad emisí z nesilniční dopravy ve stavebnictví a z vozidel armády

ROK	DRUH	TZL*	SO ₂	NO _x	CO	CxHy**
ČHMÚ / TECO - Bilance REZZO 4 (prosinec 1991) [2]						
1990	OA + dodávky ¹⁾			52 849	115 924	37 884
	NA + BUS ²⁾			99 865	26 157	13 322
	<i>Celkem silniční</i>			152 714	142 081	51 206
	ZEM + LES			25 215	26 638	7 070
	STAV			6 636	6 592	1 791
	ostatní ³⁾			18 763	5 273	1 252
	CELKEM			203 328	180 584	61 319
ČTIO - Bilance emisí za rok 1990 (srpen 1991)						
1990	CELKEM			210 356	210 269	72 465
CDV - Vliv dopravy na ŽP (červen 1995) [3]						
1990	Celkem silniční	5 751	3 952	137 653	264 545	17 886
	ostatní ³⁾	2 046	1 307	29 225	23 519	3 795
	<i>CELKEM Doprava ⁴⁾</i>	7 797	5 259	166 878	288 064	21 681
CDV / VÚZT - podklady pro Zprávu o ŽP (duben 1997) <i>korigované údaje</i>[3] + [4]						
1990	OA + dodávky ¹⁾	1 340	1 310	89 056	261 228	61 259
	NA + BUS	5 427	3 317	69 592	38 236	9 020
	<i>Celkem silniční</i>	6 767	4 627	158 648	299 464	70 279
	ZEM + LES	4 191	2 146	38 324	42 313	11 326
	STAV	195	209	4 333	4 619	1 195
	ostatní ³⁾	6 744	4 160	88 846	54 851	11 803
	CELKEM	12 871	8 070	225 693	365 831	86 248

* emise TZL bez otěrů pneumatik, brzd a vozovek

** emise uhlovodíků vč. Methanu

ROK	DRUH	TZL*	SO ₂	NO _x	CO	VOC**
CDV / VÚZT / ČHMÚ - Podklady pro Zprávu o ŽP (červen 2001)						
2000	OA + dodávky ¹⁾	311	853	64 887	144 959	46 177
	NA + BUS	2 523	3 000	103 891	86 203	22 974
	<i>Celkem silniční</i>	<i>2 834</i>	<i>3 853</i>	<i>168 778</i>	<i>231 162</i>	<i>69 151</i>
	ZEM + LES	4 125	2 004	37 128	38 896	10 313
	STAV	774	1 283	16 491	30 034	8 516
	ostatní ³⁾	288	363	11 821	11 953	1 655
	CELKEM	8 022	7 503	234 218	312 045	89 635
ČSÚ / CDV / VÚZT / ČHMÚ - Podklady pro Zprávu o ŽP (srpen 2008)						
2000	OA + dodávky ¹⁾	861	804	41 543	182 409	36 607
	NA + BUS ²⁾	4 047	807	49 217	93 257	19 506
	<i>Celkem silniční</i>	<i>4 908</i>	<i>1 611</i>	<i>90 760</i>	<i>275 666</i>	<i>56 113</i>
	ZEM + LES	1 656	392	40 248	15 589	1 360
	STAV ⁵⁾	196	73	4 347	4 554	1 173
	ostatní ³⁾	285	116	6 031	2 716	841
	CELKEM	7 045	2 191	141 386	298 525	59 487

* emise TZL bez otěrů pneumatik, brzd a vozovek

** emise nemetanových těkavých organických látek

Uváděné emisní údaje vykazují při použití různých metodik poměrně významné rozdíly. Za nimi je však zapotřebí vidět nejen změny vstupních aktivitních údajů (např. úprava rozdělení spotřeby motorové nafty mezi jednotlivé skupiny vozidel s využitím údajů ČSÚ pro poslední prezentované emise), ale také často velmi významné aktualizace poznatků o skladbě vozového parku (i nesilničních vozidel), průběhu jednotlivých tříd vozidel a také úpravy používaných vstupních emisních faktorů (např. při změnách obsahu síry v naftě). Rovněž je zapotřebí zmínit, že poslední velký přepočítaný údajů o emisích byl vyvolán částečně zvenčím, a souvisel s porovnáváním údajů bilance ČR s údaji jiných zemí Evropy v rámci aktualizace podkladů pro projekce emisí (model RAINS/GAINS).

4. Emisní bilance mobilních zdrojů

Prezentace výsledků emisní bilance v rámci REZZO 4 je prováděna na úrovni jednotlivých krajů a zahrnuje vedle silniční dopravy také odhady pro všechny výše vyjmenované skupiny nesilničních zdrojů. Členění zdrojů vykazovaných podle mezinárodních požadavků odpovídá struktuře, uvedené v tabulce 3. V blízké době by mělo dojít k doplnění poslední zatím nezahrnuté kategorie – odparů emisí VOC z vozidel. Podle předběžných studií a porovnání s jinými zeměmi se však nebude jednat o nijak významné množství, které by ovlivnilo celkovou emisní bilanci VOC.

Podle nové zprávy EEA zůstávají emise z osobních a nákladních automobilů hlavním zdrojem znečištění ovzduší v Evropě. Doprava je největším zdrojem NO_x, CO i VOC a druhým největším zdrojem prachového znečištění. Zpráva obsahuje základní data o znečištění ovzduší v EU od roku 1990 do roku 2006. V úhrnu mají emise znečišťujících látek tendenci klesat. Podle zprávy jsou emise oxidů dusíku oproti roku 1990 nižší o více jak 35 % a emise oxidu siřičitého o 70 %. Znečištění ovzduší však stále zůstává významným problémem pro lidské zdraví, zejména v městských aglomeracích. Zpráva je součástí závazku EU v rámci CLRTAP (viz http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2008_7/en).

Přehled emisí mobilních zdrojů za ČR ve struktuře NFR podle posledního ohlášení v rámci CLRTAP (únor 2008) uvádí tabulka 5.

Tab. 5 Emise mobilních zdrojů za rok 2006 ve struktuře NFR (v tis. t/rok)

NFR	Main Pollutants					Particulate Matter		
	NOx	CO	NMVOC	SOx	NH ₃	TSP	PM 10	PM 2.5
	Gg NO ₂	Gg	Gg	Gg SO ₂	Gg	Gg	Gg	Gg
1 A 2 f	1,903	0,616	0,276	0,005	0,000	0,089	0,089	0,089
1 A 3 a ii (i)	0,008	0,026	0,005	0,000				
1 A 3 a ii (ii)	0,061	0,231	0,048	0,000				
1 A 3 b i	15,314	80,923	11,390	0,245	2,136	0,679	0,679	0,679
1 A 3 b ii	3,435	11,852	1,730	0,053	0,294	0,278	0,278	0,278
1 A 3 b iii	70,429	116,975	28,661	0,266	0,039	5,147	5,147	5,147
1 A 3 b iv	0,470	0,761	0,285	0,001	0,001			
1 A 3 b v			.					
1 A 3 b vi						7,774	0,979	0,621
1 A 3 b vii						14,505	0,600	
1 A 3 c	2,848	1,657	0,394	0,008	0,001	0,220	0,220	0,220
1 A 3 d ii	0,203	0,118	0,028	0,001	0,000	0,016	0,016	0,016
1 A 4 b ii	0,008	7,035	3,810		0,000			
1 A 4 c ii	33,622	23,991	7,222	0,032	0,000	1,384	1,384	1,384
1 A 5 b	0,494	0,677	0,167	0,001	0,000	0,016	0,016	0,016
1 A 3 a i (i)	0,562	0,124	0,074	0,009				
1 A 3 a i (ii)	6,640	1,223	0,878	0,082				

Pozn: Hodnota „ 0,000“ znamená emisí nižší než 500 kg/rok

5. Závěr

Vykazování emisí z mobilních zdrojů prováděné podle metodik, konsistentních s požadavky mezinárodních závazků a povinností, má velký význam nejen z hlediska aktuálních přehledů a vývoje zátěže ovzduší z provozu mobilních zdrojů, ale také pro projekce emisí, vytvářené jednotným způsobem v rámci CLRTAP i EU. Současný stav emisní bilance v ČR lze pro účely „kalibrace“ prognózních modelů považovat za vyhovující, respektující náležitosti požadované mezinárodními standardy. Přesto bude spolupráce všech zapojených subjektů (ČSÚ, CDV, MD, VÚZT, MZe, MO, MPO a ČHMÚ) na rozvoji metodik a zpřesnění podkladových údajů pokračovat.

Literatura

- [1] BRETSCHNEIDER, B., KURFÜRST, J. *Technika ochrany ovzduší*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1978. 258 s.
- [2] ČHMÚ odbor TECO. *Znečištění ovzduší ze zdrojů REZZO IV za rok 1990*. prosinec 1991, ČHMÚ Praha.
- [3] NOVOTNÝ, Z. *Vliv sektoru dopravy na životního prostředí*. červen 1995, CDV Brno.
- [4] JELÍNEK, A., PLÍVA, P. *Emise z provozu zemědělských a lesních vozidel a strojů za rok 1996*. duben 1997, VÚZT Praha
- [5] MACHÁLEK, P. a kol. *In: Závěrečná zpráva k řešení projektu SM/9/9/04 „Omezování emisí znečišťujících látek do ovzduší“ pro rok 2005*. prosinec 2005, ČHMÚ Praha

Imunologické aspekty expozice dopravním emisím

Jitka Petanová*, Vladimír Bencko**, Milan Tuček**,
Ladislav Novotný**, Vladimír Adamec***

*Ústav imunologie a mikrobiologie 1. LF UK a VFN,
Studničkova 7, 128 00 Praha 2

**Ústav hygieny a epidemiologie 1. LF UK a VFN,
Studničkova 7, 128 00 Praha 2

***Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jitka.petanova@lf1.cuni.cz

Abstract

The transport emissions can influence not only the respiratory system but the all human health. The authors were concentrated to the study of transport emissions impact upon the immune system functions of occupationally over exposed individuals (traffic policemen, messengers) and normally exposed persons (bank office holders). The study was based on allergological and immunological anamnesis and laboratory tests. We found no significant difference in results of laboratory tests in humoral and cellular immunity between the studies groups. Athopy was found in the range 20-40 % as in normal populations' studies. Clinical signs and subjective feeling of allergic inflammation was more severe in the groups of traffic policemen and messengers. This result can be related to higher exposure to transport emissions in these groups.

1. Úvod

Dopravní emise zatěžují nejen dýchací systém exponovaných osob, ale ovlivňují i celkový zdravotní stav organismu, jehož odrazem bývá změna imunitních funkcí [3, 9]. Inhalovaná xenobiotika se stávají podnětem pro aktivaci alveolárních makrofágů v dýchacích cestách, kde jsou tyto částice následně pohlceny, metabolizovány a „neodbouratelné“ tuhé částice – pokud nejsou odstraněny mukociliárním výtahem – jsou retinovány v lymfatických uzlinách nebo adventicii velkých cév. Dalším důsledkem je i aktivace prozáněťové odpovědi a aktivace celého imunitního systému, jeho humorálních i buněčných součástí. Imunitní systém člověka je pokládán za jeden z nejdůležitějších systémů organismu, který zajišťuje jeho homeostázu. Jeho funkce dělíme v souvislosti s imunitní odpovědí na nespecifickou imunitu (vrozenou) a specifickou (získanou) imunitu. Obě tyto části se skládají z humorálních a buněčných složek, které spolu navzájem spolupracují. Součástími nespecifické imunity jsou především makrofágy, přirození zabijedci (NK buňky – nature killers) a z humorálních složek například komplementový systém, specifickou imunitní odpověď zajišťují kromě T lymfocytů (producentů velké řady cytokinů) i B lymfocyty, které po přeměně na plazmatické buňky produkují specifické protilátky – imunoglobuliny. V naší práci jsme se zaměřili na sledování vlivu dopravních emisí na imunitní systém ve skupinách profesionálně exponovaných osob v porovnání s výsledky vyšetření provedených u osob neexponovaných. V rámci imunologických vyšetření jsme sledovali anamnézu zaměřenou na projevy alergických onemocnění, funkce imunitního systému vyšetřované osoby a jeho případné změny ve smyslu

imunodeficitu v humorální či buněčné imunitě, rozvoj autoimunitní reakce a autoimunitního onemocnění, alergie.

2. Soubor vyšetřovaných osob a metodika

Provedená vyšetření byla rozložena do roků 2005 a 2006-7. V průběhu roku 2005 bylo provedeno jako pilotní studie imunologické vyšetření 20 osob (dopravní policisté, pracovníci v bance, věkové rozpětí 32-55 let, průměrný věk 41,65 roku). V průběhu roku 2006 pokračovalo řešení výzkumného projektu imunologickým vyšetřením další skupiny celkem 45 osob. Klinické a laboratorní vyšetření bylo provedeno u 30 zaměstnanců firmy Messenger service s.r.o. (věkové rozpětí 21-59 let, průměrný věk 29,75 roků). Porovnávací skupina byla tvořena zaměstnanci bankovního sektoru v počtu 15 osob (věkové rozpětí 40-54 let, průměrný věk 44,60 roků). Imunologické vyšetření zahrnovalo klinické a laboratorní vyšetření. V rámci humorální imunity byly vyšetřeny nefelometricky hladiny imunoglobulinů IgG, IgA, IgM a IgE, koncentrace složek komplementu C3 a C4, stanovení cirkulujících imunokomplexů metodou PEG-IKEM, hladina CRP nefelometricky a imunofluorescenční stanovení antinukleárních autoprotilátek ANAb. V rámci vyšetření buněčné imunity bylo po stanovení krevního obrazu s leukocytárním diferencíálem určeno procentuální a absolutní zastoupení jednotlivých subpopulací lymfocytů prostřednictvím určení exprese jejich různých povrchových antigenů průtokovou cytometrií (T lymfocyty, aktivované T lymfocyty, B lymfocyty, NK buňky).

3. Výsledky

V rámci provedených imunologických vyšetření v průběhu roku 2005 v rámci pilotní fáze výzkumu byla zjištěna atopická dispozice u 8 osob z celkového počtu 20 vyšetřovaných (40 %). V rámci sledování klinického stavu vyšetřovaných osob byly projevy alergického zánětu a alergické obtíže zjištěny ve větší míře ve skupině dopravních policistů. Ostatní výsledky neprokázaly u sledovaných osob výraznější rozdíly mezi skupinou exponovaných osob a osobami bez zvýšené expozice dopravním emisím. Ve skupině nadměrně exponovaných osob sledovaných v letech 2006-2007 byly udávány subjektivní možné projevy alergie u 66,6 % osob, pozitivní alergologická anamnéza byla u 23,3 % osob. Kromě klinických projevů, které je možné řadit k projevům alergického onemocnění (rhinitida, konjunktivitida, ekzém), si sledované osoby také nejčastěji stěžovaly na bolesti kloubů a paterě, chronický kašel. Tyto subjektivní obtíže pravděpodobně souvisejí také s jejich pracovním zatížením a pohybem v prašném prostředí dopravních komunikací. U některých ze sledovaných osob se subjektivní projevy obtíží vzájemně kombinovaly. Přehled klinických projevů je uveden v tabulce č.1. Výsledky laboratorního vyšetření prokázaly v humorální imunitě u jedné osoby protilátkový imunodeficit IgG zároveň se snížením C4 složky komplementového systému (3,3 %). U 40 % osob byla zjištěna vyšší koncentrace imunoglobulinu IgE a u 15 osob (50 %) vyšší procentuální zastoupení eosinofilních leukocytů. Současné zvýšení IgE a eosinofilů bylo detekováno u 20 % osob. Zvýšená hladina IgG, IgA a IgM byla zjištěna vždy izolovaně u jedné osoby (3,3 %). V buněčné imunitě bylo zjištěno snížené relativní zastoupení CD8⁺ lymfocytů u 10 % osob, zvýšený poměr CD4/CD8 nad 2,5 u 16,6 % osob. U 6 osob byla prokázána polyvalentní alergie s laboratorním nálezem pozitivního specifického imunoglobulinu IgE (specifický IgE proti pylům směsi trav, směsi obilovin, směsi časných a pozdních stromů, plevelů, specifický IgE proti roztočům *Dermatophagoides farinae* a *Dermatophagoides pteronyssimus*, specifický

IgE proti alergenům kočky). Do porovnávací skupiny byly vybírány osoby bez klinických projevů inhalační alergie a jiných atopických onemocnění. V porovnávací skupině nebyl u žádné z vyšetřovaných osob zjištěn laboratorním vyšetřením protilátkový imunodeficit, zvýšení hladin protilátek bylo zjištěno v izotypu IgG u 13,3 % osob, zvýšení IgA a IgM samostatně vždy u 1 osoby (6,6 %), současné zvýšení IgA a IgM u jedné osoby (6,6 %). Vyšší hladiny imunoglobulinu IgE byly nalezeny u 33,3 % osob, relativní zvýšení eosinofilních leukocytů u 26,6 % osob. Současné zvýšení IgE a eosinofilů bylo detekováno u 20 % osob. U jedné osoby byla vyšší hodnota CRP (6,6 %) a u 2 osob zvýšení cirkulujících imunokomplexů sledovaných metodou CIK-PEG (13,3 %). V buněčné imunitě bylo u 13,3 % osob nalezeno relativní snížení CD3+ lymfocytů, snížení CD8+ lymfocytů u 26,6 % osob. U jedné osoby bylo zjištěno snížení NK buněk. Poměr CD4/CD8 byl u 26,6 % osob nižší než 1,0. U 20 % osob překračoval poměr CD4/CD8 hodnotu 2,5. Výsledky imunologického vyšetření v obou skupinách sledovaných osob neprokázaly nález pozitivní autoprotilátky. Přehledné znázornění procentuálního nálezu osob s hodnotami vybraných imunologických parametrů mimo normální hodnoty je v grafu č. 1. V obou vyšetřovaných skupinách jsme zjistili stejné procentuální zastoupení osob se současným zvýšením hladiny imunoglobulinu IgE a procenta eosinofilních leukocytů v krevním obraze (20 %).

4. Diskuse

Znečištění ovzduší, které se zvyšuje úměrně s postupně se zvyšující se intenzitou silniční dopravy, představuje v současné době problém rostoucí z hlediska veřejného zdravotnictví. Látky obsažené ve výfukových plynech spolu s abrazí uvolňovanými materiály ze silničních povrchů a pneumatik spolu s emisemi hluku mají vliv na zdraví osob, které v blízkosti frekventovaných silničních tahů žijí nebo pracují. Dochází tak ke zvýšení zátěže profesionální i neprofesionální. Při sledování látek, které jsou ve znečištěném ovzduší přítomny, je velice obtížné stanovit všechny tyto součásti a jejich potenciální vliv na lidský organismus, ať samotných jednotlivých izolovaných látek či jejich výsledného působení ve vzájemných interakcích. Tyto emise zahrnují nejenom samotné plynné emise oxidů dusíku (NO_x), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) a oxid uhelnatý (CO), ale i tuhé částice (PM – particulate matter), „road dust“ (vznikající z opotřebení pneumatik, brzdového obložení, katalyzátorů a abrazí silničního povrchu) a emise hluku. V organismu dochází k jejich xenotransformaci, při které vznikají další potenciálně škodlivé látky [1, 5, 6]. V některých případech se stává xenobiotický materiál podnětem pro dlouhodobou aktivaci imunity. Vdechnuté látky působí po stránce imunologické jako antigen (případně alergen) nebo po stránce chemické jako možný mutagen. Výsledným efektem jejich působení je ovlivnění celého organismu, ve kterém se tak propojí možné prozánětlivé účinky spolu s chemickými. Známé jsou informace o emisích oxidu siřičitého, olova a uhlíkových partikulů působících po inhalaci také na dýchací a kardiovaskulární systém, centrální nervový systém. Z hlediska imunologie je pak snaha o hlubší poznání vedena směrem ke zjištění možných faktorů vnějšího prostředí, které mohou imunitní odpověď ovlivnit, a které nesouvisejí jenom s rozvojem alergické reakce, ale například s možným navozením autoimunitní reakce a vznikem autoimunitního onemocnění. Působení různých faktorů vnějšího prostředí může také docházet ke změnám ve smyslu navození imunodeficitu. Výsledné změny jsou důsledkem interakce genetické dispozice a vnějších vlivů působících na daného jedince. Jejich výsledky se projeví často až v důsledku dlouhodobé aktivace imunitního systému při chronickém systémovém zánětu, stejně tak k nim může vést

dlouhodobé lokální dráždění neodobratelnou látkou, která má za následek rozvoj granulomatozního zánětu. Obdobné změny imunitního systému a jeho funkcí se mohou projevit i v důsledku dlouhodobého působení dopravních emisí. Jejich složky mají vliv na zvýšenou nemocnost a zvýšení frekvence onemocnění především dýchacího systému osob exponovaných vyšším hodnotám dopravních emisí. Vyvolaná onemocnění mohou být nejenom nealergické povahy, ale často také dochází ke zhoršení alergických onemocnění a astmatu včetně možné exacerbace astmatického záchvatu [8]. Lokální zánět a následný rozvoj systémové reakce je předpokládán na základě zjištěné zvýšené in vitro produkce TNF- α a IL-1 β endoteliálními buňkami ovlivněnými emisemi vznikajícími při spalování v naftových motorech [2]. Působením složek dopravních emisí dochází k aktivaci slizniční imunity, stimulaci alveolárních makrofágů a epitelálních buněk; ke zvýšení sekrece interleukinů IL-1 β , IL-6, IL-8 v mukóze nosní dutiny po expozici městskému prachu [10]. U sledovaných exponovaných osob bylo v biopických vzorcích bronchiální mukózy zjištěno zvýšené zastoupení neutrofilních leukocytů, T lymfocytů CD4+ i CD8+ [11]. V rámci vysoké míry expozice dopravním emisím může dojít i k rozvoji alergického zánětu. Při možné vazbě alergenu na pevné částice dochází ke změně jeho následné depozice v organismu, navázané částice mají často ještě adjuvantní efekt na vyvolanou imunitní odpověď organismu. Některé složky dopravních emisí se podílejí na modifikaci působení alergenu změnou například povrchu pylového zrna, a tím dochází následně i ke změně alergické reakce na původní i nově vzniklý alergen u senzibilizovaných osob. Nález zvýšené hladiny α -1-antitrypsinu byl v předcházející práci prokázán u celníků v jednom termínu provedeného vyšetření u 18 % vyšetřených [12].

V místech velkého dopravního zatížení dochází často k velké akumulaci látek vznikajících přímo spalováním fosilních paliv či v důsledku použití zařízení k jejich spalování. Známé jsou informace o emisích oxidu siřičitého, olova a uhlíkových partikulí působících po inhalaci na dýchací a kardiovaskulární systém, centrální nervový systém, ale i na lokální imunitní procesy probíhající v plicích, které následně ovlivňují i celkový imunitní stav jedince. V souvislosti se změnami využívání těchto problematických zdrojů se v současné době objevují ve zvýšené míře i prvky vyskytující se dříve v minimálním množství jako například paladium, které jsou schopné navodit alergickou reakci u senzitivních osob. Jiné z těžkých kovů, které jsou emitovány do ovzduší, mohou naopak ovlivnit rozvoj autoimunitní reakce či přímo autoimunitního onemocnění. V souvislosti s rozšiřujícími se poznatky o těchto těžkých kovech a jejich možném působení na složky a funkce imunitního systému stojí nyní v popředí výzkumu zájem o podrobnější studium působení těchto látek na lidský organismus a jeho imunitní systém [4, 7]. V rámci spalování pohonných hmot i přes používání automobilových katalyzátorů dochází k uvolňování čtených látek do ovzduší. Některé prvky, například platina, se ve vyšších koncentracích objevují až se zvýšeným používáním vozidel s katalyzátory, ze kterých se tento kov uvolňuje. Spolu s partikullemi prachu se tak těžké kovy dostávají do dýchacího systému, působí na kůži lidí vystavených jejich zvýšeným koncentracím. V dýchacím traktu sice dochází k využití samočisticích mechanismů řasinkového epitelu a produkovaného hlenu, který je schopen zachytit část nečistot, které byly obsaženy ve vdechovaném aerosolu, ale na základě rozdílných velikostí mohou některé částice doputovat až do plicních alveolů. Kritickou velikostí částic z hlediska jejich možné retence v plicích je rozměr 1-2 μ m. V případě zachovaných funkcí plicních (alveolárních) makrofágů jsou zde tyto částice následně pohlceny a odbourány. Vzhledem k nemožnosti přenášet veškeré poznatky získané v experimentech prováděných na laboratorních zvířatech

na člověka je nutné zaměřit se na podrobnější studium působení těchto látek na lidský organismus a jeho imunitní systém, a to především formou podrobného vyšetření osob, které jsou exponovány částicím v aerosolu ve vdechovaném vzduchu. Vhodná vyšetření představují vyšetření jak humorální, tak i buněčné imunity, jelikož při rozvoji lokální a následně systémové zánětlivé odpovědi dochází k zapojení a aktivaci všech složek imunitního systému. Výsledky imunologických laboratorních testů nás mohou informovat o probíhající akutní nebo chronické zánětlivé reakci organismu, případném protilátkovém či buněčném imunodeficitu, o změnách organismu v rámci nespecifické imunity i autoimunitní reakce, ukázat možnou atopickou dispozici sledované osoby. Vzhledem k těmto známým faktům jsme zvolili jako vhodnou metodu monitorování zdravotního stavu exponovaných osob formu vyšetření jak humorální, tak i buněčné imunity, jelikož při rozvoji lokální a následně systémové zánětlivé odpovědi dochází k zapojení a aktivaci všech složek imunitního systému. Při využití výše zmíněných vyšetření je možné sledovat v souladu s klinickým stavem funkce imunitního systému vyšetřované osoby, jeho případné změny ve smyslu imunodeficiency, rozvoje autoimunitní reakce a autoimunitního onemocnění, alergie. Právě zaměření alergologie na faktory, které mohou ovlivnit průběh alergických nemocí, je charakteristickým rysem posledních několika let. Ověřování platnosti „hygienické hypotézy“ v rámci rozvoje alergie u malých dětí je zatím však věnována větší pozornost než možnému ovlivnění projevů alergie u dospělých osob.

Ačkoli jsme ve skupinách vyšetřovaných osob s různou mírou expozice dopravním emisím zjistili stejné procentuální zastoupení osob (20 %) se současným zvýšením hladiny imunoglobulinu IgE a procenta eosinofilních leukocytů v krevním obraze, subjektivní obtíže spojené s projevy alergického zánětu byly vnímány vyšetřovanými osobami v různé intenzitě. Tyto výsledky nás vedou směrem k předpokladu možného vlivu dopravních emisí na potenciální rozvoj alergických reakcí u zvýšeně exponovaných osob. V souboru dopravních policistů se výsledky vyšetření humorální i buněčné imunity nelišily od výsledků vyšetření bankovních úředníků, atopická dispozice byla zjištěna u 40 % osob, klinické projevy alergického zánětu a alergické obtíže byly subjektivně výrazněji pocítovány ve skupině dopravních policistů. Tento závěr naznačovala již pilotní fáze výzkumu, výsledky jeho pokračování v letech 2006-7 jej potvrzují. Provedená imunologická vyšetření ve všech skupinách sledovaných osob nezjistila výrazné rozdíly mezi skupinami vyšetřovaných osob (zvýšeně exponovaných i srovnávacích). Zjištěné výsledky vyšetření stavu humorální a buněčné imunity se kromě výše zmíněných nálezů nelišily od normy. Je však nutné rozšířit počet vyšetřených osob i vzhledem k dosud relativně malému množství dostupných literárních údajů věnovaných vlivu dopravních emisí na imunitní systém člověka. Projevy alergií u sledovaných nadměrně exponovaných osob nemůžeme ale jednoznačně dát do souvislosti pouze s profesní expozicí, protože laboratorní data korelují s anamnestickými údaji o dřívějších událostech (významné reakce na bodnutí hmyzem, astmatický záchvat v anamnéze, pozitivní testy na průkaz specifického IgE). Kontrolní osoby byly vybírány s ohledem na zdraví, takže frekvence alergických projevů je u nich menší než u nadměrně exponovaných osob. Pro rozhodnutí, zda se expozice prašnému prostředí a výfukovým plynům odrazí na funkcích imunitního systému, je potřeba provést dlouhodobé sledování, které by mohlo ukázat dynamiku změn i v mezích, které považujeme klinicky za normální.

Poděkování

Práce byla podporována grantem GA MD ČR č. 1F54H/098/520 a VZ MSM 0021620812.

Věnování

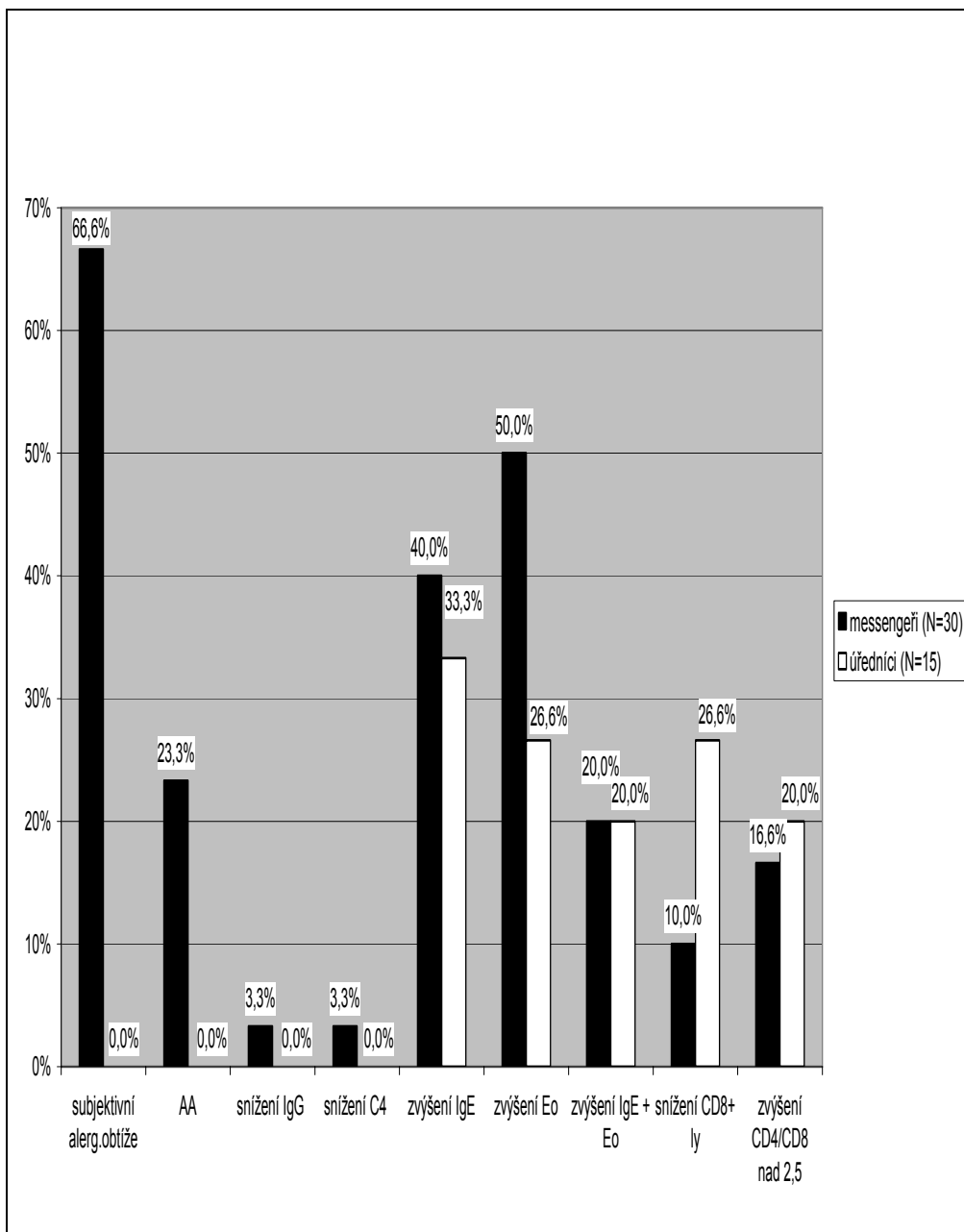
Autoři věnují tuto stať světlé památce Prof. MUDr. Vladimíra Wagnera, CSc., zakladatele naší ekoimunologie. Zemřel 2. března 2008 ve věku nedožitých 97. narozenin (* 10. května 1911). Jeho snad nejvýznamnějším dílem byla monografie „Ekoimunologie“ (Avicenum, Praha, 1988), ve kterém shrnul své bohaté zkušenosti ze studia nepříznivého vlivu rizikových faktorů prostředí na zdraví člověka se zvláštním zřetelem k imunologickým aspektům v uvedeném kontextu.

Tab. 1 Subjektivní obtíže osob nadměrně exponovaných dopravním emisím

Subjektivní obtíže	Počet osob
Rhinitida	11
Konjunktivitida	7
Ekzém	3
Astma	1
Chronický kašel	5
Arthralgie a dorsalgie	4

Zdroj: [13]

Graf 1 Porovnání výsledků vybraných imunologických parametrů ve sledovaných skupinách (osoby s nálezem mimo normální hodnoty v %)



Zdroj: [13]

Literatura

- [1] ADAMEC, V., BENCKO, V., DUFEK, J., JEDLIČKA, J. Persistent organic pollutants in transport emissions and health. The Czech Republic experience. *Epidemiology*, 2005, 16, No. 5, p. 146.
- [2] AUGER, F., GENDRON, M.C., CHAMOT, C., ET AL. Responses of well-differentiated nasal epithelial cells exposed to particles: role of the epithelium in airway inflammation. *Toxicol Appl Pharmacol*, 2006 15, 215(3), p. 285-294.
- [3] BENCKO, V., REICHRTOVÁ, E. Immunological aspects of exposure to exhaust gases. In: *International Workshop on Human Health and Environmental Effects of Motor Vehicle Fuels and their Exhaust Emissions*. Sydney, Australia, 1992, p. 185-191.
- [4] BENCKO, V., SLÁMOVÁ, A. Imunotoxicita olova. In: *Sborník 14. pracovní imunologické konference. Působení zevních faktorů na imunitu a možnosti prevence a reparace*. Praha: Česká imunologická společnost, 1997, s. 71-79.
- [5] BENCKO, V., ŠUTA, M., TUČEK, M., VOLNÝ, J. Health aspects of human exposure to oxidants and exhaust pipe gases. In: *Indoor Air 1996*. Nagoya, Japan, 1996, p. 1137 – 1142.
- [6] BENCKO, V., TUČEK, M., VOLNÝ, J. Health aspects of human exposure to exhaust gases. *XIV. Asian Conference on Occupational Health*. Beijing, China, 1994, Vol. V, p. 423.
- [7] BENCKO, V., WAGNER, V., WAGNEROVÁ, M., ONDREJČÁK, V. Immunological profiles in workers occupationally exposed to inorganic mercury. *J. Hyg. Epidem.*, Praha, 1990, 34, No. 1, p. 9-15.
- [8] KRZYZANOVSKI, M, KUNA-DIBBERT, B, SCHNEIDER, J. (EDS). *Health effects of transport-related air pollution*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2005, 195 s.
- [9] REICHRTOVÁ, E., BENCKO, V. Immune response to exhaust gases derived from two cycle combustion engine following experimental exposure. *Centr. Eur. J. Publ. Hlth*, 1996, 4, p. 7-10.
- [10] RIECHELMANN, H., RETTINGER, G., LAUTEBAACH, S., ET AL. Short-term exposure to urban dust alters the mediator release of human nasal mucosa. *J Occup Environ Med*, 2004, 46(4), p. 316-322.
- [11] RUDELL, B., BLOMBERG, A., HELLEDAY, R., ET AL. Bronchoalveolar inflammation after exposure to diesel exhaust: comparison between unfiltered and particle trap filtered exhaust. *J Occup Environ Med*, 1999, 56(8), p. 527-534.
- [12] TUČEK, M., BENCKO, V., VOLNÝ, J., PETANOVÁ, J. Příspěvek k odhadu zdravotních rizik expozice výfukovým plynům u celníků na hraničních přechodech. *České prac. Lék.*, 2006, roč. 7, č. 2, s. 76-83.
- [13] PETANOVÁ, J., BENCKO, V., TUČEK, M., NOVOTNÝ, L. Vliv dopravních emisí na imunitu člověka. *Prakt. Lék.*, 2008, 88, No. 5, s. 284-287.

Hodnocení možného rizika předčasných úmrtí obyvatel města Brna z dlouhodobé expozice jemné frakci prašného aerosolu s důrazem na rizika karcinogenní

Andrea Krumlová*, Bohumil Pokorný*, Radoslava Vyskočilová*, Dagmar Nováková*, Jitka Kytarová*, Roman Ličbinský**, Jiří Huzlík**, Vladimír Adamec**

**Zdravotní ústav se sídlem v Brně*

Gorkého 6, 602 00 Brno

***Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.,*

Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: andrea.krumlova@zubrno.cz

Abstract

Exposure to PM₁₀ is leading, as results of many studies indicate, to wide range of acute and chronic health problems. Both, short-term but especially long-term exposures of fine fraction PM_{2.5} is strongly associated with the mortality mostly from cardiovascular and pulmonary cause. However, the exposure is suspected to contribute to a cancer development which may results to immature deaths as well. It is mainly due to an inorganic and organic carcinogenic content of PM.

The health risk assessment due to particulate matter exposure, especially to the fine fractions PM_{2.5} and PM₁, applied to the inhabitants of chosen Brno localities differently influenced by transport is presented in this article. The cancer risk assessment due to exposure to PM₁ selected inorganic and organic content (As, Ni, Cd, Pb, PAH) expressed as the Individual Lifetime Cancer Risk (ILCR) was established.

1. Úvod

Výsledky mnoha epidemiologických studií [1] prokázaly, že jak krátkodobá, tak i dlouhodobá expozice prašnému aerosolu PM₁₀ je spojována s širokým spektrem zdravotních problémů. Nicméně nejzávažnější zdravotní důsledky vyplývající z expozice prašnému aerosolu, zejména antropogenního původu (doprava, průmysl, energetika, lokální topeniště), jsou připisovány především jemné frakci PM_{2.5}, respektive PM₁. Právě tato frakce proniká hlouběji do dýchacích struktur a částice menší než 1 μm se tak mohou z velké části deponovat v plicních alveolách.

Nejzávažnější zdravotní účinky, které jsou s expozicí prašnému aerosolu spojovány, se projevují především na úrovni dýchacího a kardiovaskulárního systému. Ve zdravotním dopadu a následcích expozice se jako mnohem důležitější jeví dlouhodobá expozice jemné frakci prašnému aerosolu, která je signifikantně spojovaná s nárůstem předčasné úmrtnosti, nejčastěji z důvodů kardiovaskulárního selhání. Dlouhodobá expozice toxickému obsahu prašného aerosolu, zvláště jeho jemné frakci, je však též spojována s rizikem vzniku onkologických onemocnění. Negativní účinek dlouhodobé expozice prašnému aerosolu, zejména jemné frakci, se samozřejmě musí projevit i na úrovni dýchacího systému. Dlouhodobě zvýšená koncentrace prašného aerosolu vede k redukci plicní funkce u dětí i dospělých, k urychlení a zhoršení chronické obstrukční plicní nemoci CHOPN a astmatu.

Vazba expozice a účinku se opírá o epidemiologické studie, které jsou v poslední době doplňovány laboratorními studiemi, zaměřujícími se na vysvětlení mechanismu možného působení prašných částic pomocí analýzy krevních a tkáňových vzorků. Na základě epidemiologických studií [1] byla expozice jemné frakci $PM_{2.5}$ silně spojována s ischemickou nemocí srdeční, dysrytmií, srdečním selháním a srdeční zástavou. V důsledku jisté existence vazby mezi dlouhodobou expozicí prašnému aerosolu a kardiovaskulárním onemocněním byly hledány a nalezeny možné vazby mezi znečištěním ovzduší prašným aerosolem a krevními markery spojovanými s kardiovaskulárním rizikem jako jsou hladina fibrinogenu v krvi, množství krevních destiček a bílých krvinek či mezi znečištěním a chronickou zánětlivou reakcí v plicní tkáni a nebo příspěvkem expozice ke vzniku či prohloubení aterosklerózy.

Je zřejmé, vzhledem k závažnosti diagnóz, že dlouhodobá expozice především jemné frakci $PM_{2.5}$ je silně a signifikantně asociována se zkrácením střední délky života či zvýšenou úmrtností, ať už celkovou nebo z příčin kardiovaskulárního a respiračního selhání, a pravděpodobně i na následky onkologického onemocnění respiračního systému.

2. Experiment

Cílem experimentu bylo získat informace o koncentracích jemných frakcí prašného aerosolu PM_1 a $PM_{2.5}$ na lokalitách s rozdílnou intenzitou dopravy charakterizující dlouhodobé imisní zatížení obyvatel, a to nejen z pohledu částic samotných, ale také z pohledu jejich toxického a především karcinogenního obsahu. Pro přesnější odhad expozice obyvatel žijících v blízkosti dopravou přetížených komunikací byla na jedné z lokalit (Kotlářská), v učebně Obchodní akademie, měřena „indoorová“ koncentrace jemné frakce PM_1 a její organický a anorganický obsah. Na obou lokalitách byly v průběhu roku též proměřovány jednotlivé frakce prašného aerosolu PM_1 , $PM_{2.5}$ a PM_{10} přístrojem EnvironCheck 107 (Grimm Aerosol Technik) pro znalost zastoupení jednotlivých frakcí a jejich vzájemného poměru.

Ve frakcích PM_1 a $PM_{2.5}$ bylo stanovováno široké spektrum polyaromatických uhlovodíků (27 PAH). Anorganický obsah, zastoupený 17 prvky, byl stanovován pouze ve frakci PM_1 . Z pohledu karcinogenních rizik bude v této práci věnována pozornost niklu, arsenu, kadmiumu a olovu.

2.1 Výběr lokalit

Měření jemné frakce prašného aerosolu PM_1 a $PM_{2.5}$ probíhalo v souladu s legislativou doporučeného scénáře, tj. v 8 sedmidenních kampaních, tak aby expozice mohla být považována za průměrné celoroční imisní zatížení. Měření bylo provedeno na dvou lokalitách s různou dopravní zátěží. Lokalita „Kotlářská“, typická svým kaňonovým uspořádáním, představuje oblast s vysokou dopravní zátěží s intenzitou dopravy 32 500 průjezdů za 24h, z toho 3% těžkých vozidel (rok 2006), zatímco lokalita „Kroftova“ měla představovat oblast s nižší intenzitou dopravy, tj. 8 000 průjezdů, z toho 9 % těžkých vozidel v roce 2006. V druhé polovině měření však došlo k nezjistitelnému navýšení průjezdů vozidel na této lokalitě z důvodů uzavření komunikaci Hradecká.

Odběrová zařízení na měření koncentrace jemné frakce $PM_1/PM_{2.5}$ ve venkovním ovzduší na lokalitě „Kotlářská“ byla umístěna cca 3 m od křižovatky ulic Kotlářská/Kounicová, v areálu Přírodovědecké fakulty MU, v těsné blízkosti stanice AIM Brno-Střed spadající do správy ČHMÚ. Odběrové zařízení pro zjištění indoorové koncentrace PM_1 na této lokalitě bylo umístěno v přízemí budovy Obchodní

Akademie v prázdné, během měření nevětrané učebně vzdálené cca 40 m od odběrového zařízení outdoorových koncentrací, 3m od komunikace. Odběrové zařízení na měření koncentrace jemné frakce $PM_1/PM_{2,5}$ ve venkovním ovzduší na lokalitě „Kroftova“ bylo umístěno v areálu ČHMÚ, v těsné blízkosti stanice AIM, cca 5m od silnice.

2.2 Odběry a stanovení

Odběry ovzduší v jednotlivých kampaních byly prováděny vzorkovači typu Leckel MVS6 po dobu 24h, resp. EnvironCheck 107, se začátkem odběrů v 8,00 h. Zachycení suspendovaných částic frakce PM_1 pro gravimetrické stanovení s následným stanovením obsahu kovů byly použity membránové filtry PRAGOPOR o průměru 47 mm. Pro zachycení suspendovaných částic frakce PM_1 a $PM_{2,5}$ s následným stanovením PAH byly použity křemenné filtry. Měření koncentrace rizikových kovů bylo po mineralizaci filtrů mikrovlnným systémem speed ware MW-3+ v prostředí kyseliny dusičné a peroxidu vodíku provedeno na hmotnostním spektrometru s indukčně vázanou plazmou ICP-MS THERMO X seriesII. PAH ve frakcích $PM_1/PM_{2,5}$ byly po extrakci z křemenných filtrů dichlormethanem a oddělení rušivých látek analyzovány na plynovém chromatografu SHIMADZU QP 2010 s hmotnostní detekcí.

3. Expozice

Pro odhad dlouhodobé expozice jemné frakci prашného aerosolu a jejího anorganického (pouze Ni, As, Cd, Pb) a organického (PAH) obsahu byly použity geometrické průměry naměřených hodnot. Získané hodnoty naměřených koncentrací nepředstavují soubor s normálním rozdělením a právě geometrický průměr lépe odpovídá expoziční zátěži obyvatel než průměr aritmetický. Odhad dlouhodobé (roční) expozice jemné frakci prашného aerosolu je založen na souběžném měření frakce PM_1 na obou venkovních lokalitách a ve vnitřním prostředí. Prezentované a k výpočtu zdravotního rizika použité průměrné roční koncentrace $PM_{2,5}$ jsou získány přepočtem založeným na znalosti vzájemných poměrů frakcí PM_1 a $PM_{2,5}$ získaných z hodnot naměřených na přístroji Grimm v 6 kampaních (duben, květen, červenec, říjen, listopad a leden) na lokalitě Kotleářská. Výsledný faktor 0,87 vyjadřuje poměr průměrných ročních koncentrací $PM_1/PM_{2,5}$ naměřený na lokalitě Kotleářská a tento faktor byl použit i pro přepočet koncentrací v lokalitě Kroftova.

3.1 Vývoj prašnosti

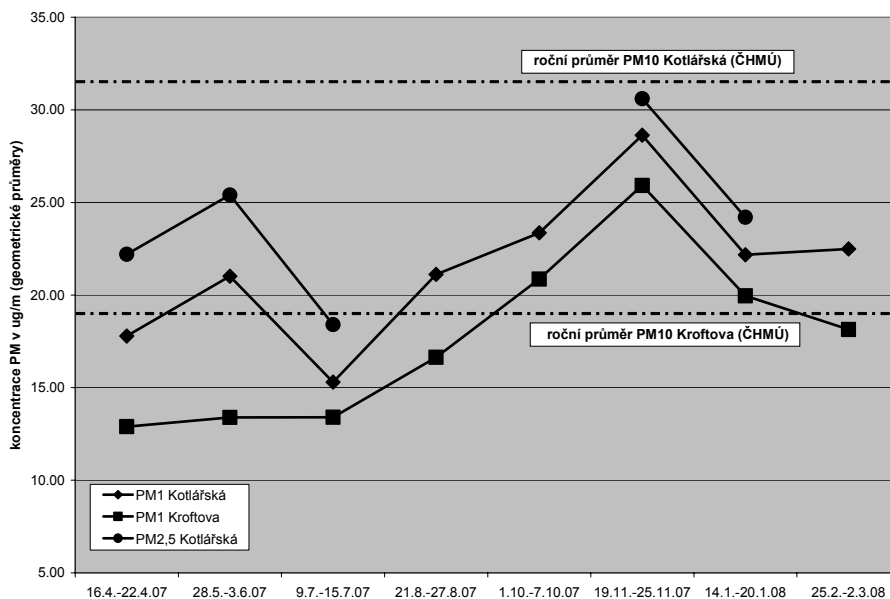
Typický vývoj jemné frakce prашného aerosolu ovlivněný meteorologickými, ale i jinými podmínkami na měřených lokalitách (např. topná sezóna), je zřejmý z grafu 1. Během pozdně jarních a letních kampaní se poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ pohyboval kolem hodnoty 0,46, zatímco v období podzimní a zimní kampaně se poměr zvýšil ve prospěch jemné frakce na hodnotu 0,6. Výsledný poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ získaný z přepočtených koncentrací jemných frakcí platný pro sledované období 2007/2008 je pak roven přibližně hodnotě 0,51. Je to poměr nižší, než by se v dopravou zatížené lokalitě očekávalo a není vyloučeno, že poměr $PM_{2,5}/PM_{10}$ bude ve skutečnosti vyšší. Vzhledem k servisu přístroje ENVIRONCheck 107 a poruše čerpadla byly totiž provedeny s tímto zařízením pouze 4 kompletní týdenní měření.

Současně je z grafu 1 zřejmé, že v chladnějším období roku je téměř veškerá frakce $PM_{2,5}$ tvořena frakcí PM_1 (poměr $PM_1/PM_{2,5}$ na lokalitě Kotleářská je roven

0,93), přičemž poměr $PM_1/PM_{2,5}$ pro období celého roku s hodnotou 0,87 hovoří též ve prospěch faktu, že frakce $PM_{2,5}$ je převážně tvořena frakcí PM_1 .

Dále si lze v grafu 1 všimnout strmějšího nárůstu PM_1 na lokalitě Kroftova (téměř k hodnotám podobným na ulici Kotlářská) v období od října 2007, kdy se na této lokalitě z důvodů uzavření komunikace Hradecká zvýšila intenzita dopravy.

Graf 1 Vývoj jemné frakce $PM_1/PM_{2,5}$ během období duben 2007 – únor 2008



3.2 Expoziční zatížení obyvatel lokalit Kotlářská a Kroftova

Odhad expozičního zatížení obyvatel žijících na lokalitách Kotlářská a Kroftova, jenž jsme použili pro hodnocení zdravotních rizik je přehledně popsán v tabulce 1. Průměrné roční koncentrace, jak již bylo výše řečeno, jsou vyjádřeny jako geometrické průměry.

Tab. 1 Průměrné roční koncentrace jemné frakce prašného aerosolu a jeho obsahu

lokality	PM_1 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	$PM_{2,5}$ ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	PAHs v PM_1		PAHs v $PM_{2,5}$		Kovy v PM_1			
			$\sum TEQ_{BaP}/BaP$ ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	$\sum TEQ_{BaP}/BaP$ ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	$\sum TEQ_{BaP}/BaP$ ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	$\sum TEQ_{BaP}/BaP$ ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Ni ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	As ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Cd ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Pb ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)
Kotlářská	21,2	24,4	0,95 / 0,28	0,96 / 0,24	1,76	0,50	0,36	7,30		
Kotlářská INDOOR	13,8	-	0,62 / 0,10	-	1,29	0,76	0,30	9,70		
Kroftova	17,2	19,8	0,86 / 0,22	0,84 / 0,19	1,58	0,49	0,34	6,78		

Tabulka 1 potvrzuje předpoklad, že frakce $PM_{2,5}$ je v podstatě tvořena částicemi s průměrem do 1 μm . Je to zřejmé nejen z koncentrací samotných frakcí PM_1 a $PM_{2,5}$, ale také z obsahu polyaromatických uhlovodíků, který je prakticky pro obě frakce stejný. V rámci experimentu bylo stanoveno 27 PAH s celkovou koncentrací 9,59 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v PM_1 (v indooru 6,02 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$) a 10,59 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ v $PM_{2,5}$ na lokalitě Kotlářská

a s celkovou koncentrací $7,73 \text{ ng.m}^{-3}$ v PM_1 a $7,84 \text{ ng.m}^{-3}$ v $\text{PM}_{2,5}$ na lokalitě Kroftova. Pro hodnocení karcinogenních rizik je však nutné zohlednit různý karcinogenní potenciál jednotlivých polyaromatických sloučenin směsi. Proto se koncentrace 27 PAH přepočítá na koncentraci vyjádřenou jako $\sum \text{TEQ}_{\text{BaP}}$, kde jsou jednotlivé polyaromatické sloučeniny převáděny pomocí toxických faktorů (TEF, resp. PEF), jejichž velikost je úměrná násobku karcinogenního potenciálu vzhledem k benzo(a)pyrenu (BaP) a takto získané ekvivalenty benzo(a)pyrenu (BaP) jsou sčítány. Tímto postupem se směs analyzovaných polyaromátů převede na hypotetickou koncentraci BaP s jeho karcinogenním potenciálem. Pro výpočet toxických faktorů TEF/PEF jsme použili prací tří kolektivů autorů, tj. Nisbet a LaGoye z roku 1992, Karberlaha z roku 1995 [2] a Collinse z roku 1998 [3], s cílem obsáhnout a převést co nejširší spektrum polyaromatických sloučenin. Je nutno poznamenat, že tento přístup není zcela ideální, neboť velikosti toxických faktorů jednotlivých polyaromatických sloučenin vycházejí z experimentů, kdy byly látky pro odhad karcinogenního potenciálu posuzovány izolovaně. Polyaromatické sloučeniny se však mohou ve směsi navzájem ovlivňovat a směs pak může vykazovat menší či vyšší karcinogenní potenciál v závislosti na složení směsi [3]. Jiný nástroj však není k dispozici. Převážná většina polyaromatických uhlovodíků je vázána na jemnou frakci, jak vyplývá z experimentu i z literatury [4] a námi kvantifikovatelné riziko vzniku onkologického onemocnění vycházející z expozice PAH je tedy založeno na detailní analýze reálné expozice.

Pro expozici kovy však tuto úvahu nelze použít. Expoziční koncentrace uvedené v tabulce 1 se vztahují k frakci PM_1 . Jakkoliv je tato frakce nositelem pravděpodobně nejvyššího rizika, a to z důvodů své vlastnosti pronikat hluboko do plicních struktur a v případě nanočástic s obsahem kovů se dokonce úspěšně translokovat přes membrány k dalším cílovým orgánům než částice s organickým obsahem [5], přesto zůstává jistá část námi analyzovaného expozičního zatížení neidentifikována, neboť část obsahu kovů v PM_{10} (Ni, As, Cd, Pb) je vázána i na hrubou frakci prašného aerosolu $\text{PM}_{2,5-10}$. Do jaké míry se může toxický obsah této hrubé frakce podílet na zvýšení karcinogenního rizika je otázka zajímavá, nicméně v této práci tato problematika sledována nebyla. Expoziční koncentrace kovů uvedené v tabulce 1 jsou tedy do jisté míry podhodnoceny. Míra podhodnocení expozice studovaným anorganickým prvkům s karcinogenním potenciálem se může pohybovat kolem 40%.

Další zajímavé zjištění vyplývající z experimentu je, že indoorová koncentrace PM_1 se od PM_1 měřené ve venkovním prostředí příliš neliší a zvláště pak koncentrace prvků jsou prakticky stejné. Tento poznatek nám dovoluje při hodnocení zdravotního rizika použít při znalostech outdoorových imisních koncentrací rozšířené expoziční doby, kterou lze prodloužit až na 24 h expozici. Tento aspekt se významně projeví v kvantifikaci karcinogenního rizika.

4. Hodnocení zdravotních rizik z expozice $\text{PM}_{2,5}$

Hodnocení zdravotního rizika z expozice prašnému aerosolu vychází z epidemiologických studií, které prozatím sledovaly převážně účinky pouze frakcí polétavého prachu PM_{10} resp. $\text{PM}_{2,5}$. Nárůst rizika úmrtí vlivem působení prašného aerosolu je nejčastěji vyjadřován relativním rizikem RR, které dovoluje odhadnout, kolikrát je pravděpodobnost předčasného úmrtí (nebo jiné hodnocené diagnózy) u exponované populace vyšší než u populace neexponované (v případě hodnocení morbidity se více využívá poměr šancí odds ratio - OR). Další veličinou vystihující sílu účinku škodliviny je atributivní podíl AP, vycházející ze znalosti relativního rizika a vyjadřující, za jaký podíl z celkového počtu např. úmrtí je odpovědná zjištěná

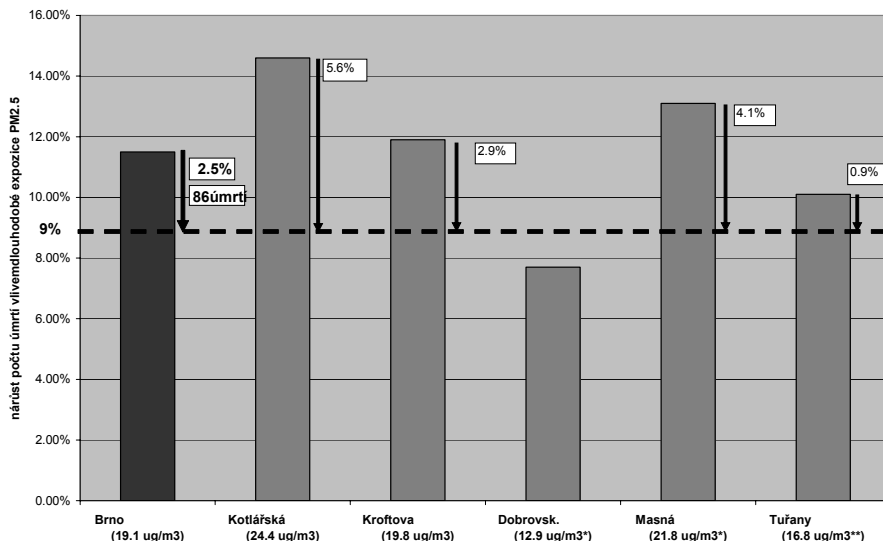
koncentrace škodliviny, v našem případě expoziční koncentrace prašného aerosolu, resp. jeho frakce $PM_{2.5}$. Na základě řady epidemiologických studií vedených často ve Spojených Státech Amerických, ale i v Evropě [1] byla prokázána signifikantní vazba mezi jak krátkodobou, tak především dlouhodobou expozicí PM_{10} , resp. $PM_{2.5}$ a předčasným úmrtím či zvýšenou morbiditou. Tyto epidemiologické studie byly podrobovány řadou statistických metod, reanalyzovány a posléze rozšiřovány při současné aplikaci kontroly individuálních odlišností sledovaných objektů jako věk, pohlaví, BMI, dosažené vzdělání a především kouření tak, aby výsledky studií poskytovaly co nejobektivnější obraz.

Nejsilnější a nejprokazatelnější vazba dávka-účinek byla nalezena mezi dlouhodobou expozicí jemné frakci prašného aerosolu $PM_{2.5}$ a předčasnou úmrtností. Proto byla pro účely hodnocení zdravotního dopadu prašnosti na sledovanou populaci zvolena úmrtnost jako spolehlivý zdravotní indikátor a jemná frakce $PM_{2.5}$ jako indikátor znečištěného ovzduší, a to především pro městskou aglomeraci, kde jsou hlavními zdroji znečištění doprava, průmysl, případně lokální topeniště. Současné hodnocení zdravotního dopadu dlouhodobé expozice prašnému aerosolu vychází z výsledků jedné z největších kohortových studií [6], jejíž závěry byly ověřeny a doporučeny pro použití HIA (Health Impact Assessment) v rámci evropských měst a aglomerací Světovou zdravotnickou organizací [7]. Z výsledků studií vyplývá, že *s každým navýšením dlouhodobé koncentrace $PM_{2.5}$ o $10 \mu g \cdot m^{-3}$ se může zvýšit počet předčasných úmrtí o 6%*. Tohoto závěru využívají i evropské informační systémy vytvořené WHO, které se zabývají sledováním a zdravotním dopadem znečištěného ovzduší APHEIS (Air Pollution and Health: A European Information System) a ENHIS (European Environment and Health Information System).

Model pro hodnocení zdravotního dopadu v důsledku expozice prašnému aerosolu vychází ze dvou předpokladů. Předpokládá se, že funkce dávka-účinek má v podstatě lineární tvar ale současně není možno jednoduše definovat žádnou bezpečnou koncentraci těchto frakcí PM_{10} , resp. $PM_{2.5}$. Jelikož je prakticky nemožné dosáhnout při snižování prašnosti jejich nulové koncentrace, pak dlouhodobá, resp. roční koncentrace $PM_{2.5}$ s hodnotou $15 \mu g \cdot m^{-3}$ [8] reprezentuje dosažitelnou a dlouhodobě udržitelnou koncentraci s právě akceptovatelnou hranicí rizika. Nad touto koncentrací by byla případná rizika, vázaná s touto frakcí, označena jako zvýšená nad přijatelnou míru. Hodnota průměrné roční koncentrace $15 \mu g \cdot m^{-3}$ je dle výše popsané vazby dávka-účinek spojovaná s nárůstem rizika předčasné úmrtnosti o 9% ve srovnání s rizikem úmrtnosti prašností neexponované populace. Je však pravda, že průkaznost a signifikantnost vazby dávka-účinek s klesající koncentrací $PM_{2.5}$ pod $10 \mu g \cdot m^{-3}$ klesá, a proto je třeba odhad 9% nárůstu předčasných úmrtí vlivem dlouhodobé expozice $PM_{2.5}$ rovnou $15 \mu g \cdot m^{-3}$ chápat s jistou nejistotou.

4.1 Hodnocení dopadu dlouhodobé expozice $PM_{2.5}$ na zdraví obyvatel žijících v blízkosti lokalit Koltářská a Kroftova

Hodnocení zdravotního rizika vyjádřeného jako nárůst počtu předčasných úmrtí z expozice $PM_{2.5}$ vychází z výše popsaného a prakticky lineárního vztahu dávka-účinek, kdy se předpokládá s každým navýšením roční koncentrace $PM_{2.5}$ se zvýší počet předčasných úmrtí o 6%. Pro výpočet odhadu počtu předčasných úmrtí ve městě Brně bylo použito informací z databáze ÚZIS, kdy celková úmrtnost v JmK v roce 2006 se pohybovala kolem 934 úmrtí na 100 000 obyvatel, přičemž město Brno čítá přibližně 366 680 obyvatel.

Graf 2 Nárůst počtu předčasných úmrtí vlivem expozice PM_{2,5} ve městě Brně

*koncentrace PM_{2,5} získané přepočtem (faktor 0,7) z frakce PM₁₀ naměřené na stanicích AIM

** měřená koncentrace PM_{2,5} na stanici AIM Brno-Tuřany

Graf 2 dokumentuje zdravotní rizika, vyjádřená jako nárůst celkové úmrtnosti, obyvatel žijících v blízkosti lokalit Kotlářská a Kroftova. Pro doplnění a srovnání jsou v grafu 2 znázorněna také rizika předčasných úmrtí vázaná na průměrnou roční koncentraci PM_{2,5} města Brna a vztažená na celou brněnskou populaci, případně na imisní zatížení dalších lokalit. Koncentrace PM_{2,5} na lokalitách Dobrovského, Masná a Brno-Tuřany odpovídají průměrným ročním koncentracím z roku 2007 získaným z měření na stanicích AIM [9], průměrná roční koncentrace vztažená na město Brno je pak vypočtena jako průměrná hodnota těchto pěti lokalit.

Z grafu 2 je patrné, že kromě ulice Dobrovského, je zbytek lokalit dlouhodobě zatížen koncentracemi PM_{2,5}, které přinášejí nárůst rizika předčasných úmrtí nad akceptovatelnou úroveň. Nejvíce je ze sledovaných lokalit zatížena lokalita Kotlářská, kdy průměrná roční koncentrace 24,4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ přináší pro místní populaci nárůst rizika předčasných úmrtí o 14,6% ve srovnání s neexponovanou populací, což je asi 5,6% nad akceptovatelnou úroveň. Jinými slovy, přibližně o 5,6% z celkového počtu úmrtí by mohla být současná úmrtnost snížena, pokud by se podařilo zredukovat dlouhodobou koncentraci PM_{2,5} na úroveň 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podobně je tomu na lokalitě Kroftova, kdy by mohlo dojít k redukci úmrtnosti o 2,9%, na ulici Masná o 4,1% a Brno – Tuřany o 0,9%. Lokalita Dobrovského představuje vzhledem k expozici prašností ideální lokalitu, kde se rizika předčasných úmrtí v blízkosti žijících obyvatel pohybují pod úrovní akceptovatelnosti. Pokud bychom vyjádřili riziko nárůstu předčasných úmrtí vztaženou na celou brněnskou populaci, pak s jistou dávkou nejistoty, vyplývající mimo jiné i z pojetí expozice jako průměrné hodnoty PM_{2,5} vypočtené z koncentrací výše uvedených lokalit, lze odhadnout, že průměrná roční koncentrace PM_{2,5} (19,1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) může přispět k celkové úmrtnosti 11,5-ti %, což představuje asi 394 úmrtí ročně, převážně na kardiopulmonární příčiny. Snížila-li by se dlouhodobě koncentrace PM_{2,5} na úroveň 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, pak by mohlo dojít k redukci počtu předčasných úmrtí o přibližně 86 úmrtí ročně. Je však nutno

poznámenat, že na výše uvedené údaje lze pohlížet jen jako na přibližné odhady, neboť kvantifikace rizika předčasných úmrtí je provázána nejistotami spojenými jak se samotnou expozicí, tak i z nejistoty závěrů použitých epidemiologických studií. Není vyloučeno, že počet předčasných úmrtí v důsledku expozice $PM_{2,5}$ je vyšší, neboť směrnice přímky dávka – účinek může mít i strmější tvar. Někteří autoři uvádějí nárůst rizika předčasných úmrtí s každým navýšením dlouhodobé koncentrace $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ až 18%, zvláště pak pro obyvatele žijící v blízkosti frekventovaných komunikací [1].

5. Hodnocení karcinogenních rizik

Hodnocení karcinogenních rizik vychází z představy bezprahového působení, tzn., že jakákoliv nenulová koncentrace látky s karcinogenním účinkem je schopna vyvolat negativní odezvu v podobě maligního bujení buněk, přičemž se zvyšující se koncentrací látky se zvyšuje pravděpodobnost vzniku onkologického onemocnění [10]. Prezentovaný model hodnocení je založen na lineární funkci, tedy přímky extrapolované do oblasti nízkých koncentrací, mezi dávkou a pravděpodobností vzniku onemocnění. Dávkou se rozumí celoživotní denní příjem (LADD), který se vypočte z expoziční koncentrace (průměrné roční) použitím expozičních scénářů umožňujících charakterizovat možnou vnitřní nabídku noxy organismu. Karcinogenní potenciál sledované škodliviny je vyjádřen velikostí směrnice (slope factor, SF) lineární funkce dávka–účinek. Hodnoty SF námi sledovaných škodlivin byly vyhledány v databázi CAL EPA [11]. Celoživotní individuální riziko vzniku rakoviny (ILCR) v důsledku expozice karcinogenní látky, tedy nad její přirozený výskyt v populaci, vyjadřuje maximální míru rizika, a je tedy označován jako odhad konzervativní. Jako přijatelná míra rizika vzniku rakoviny se v rámci hodnocení regionálních vlivů (nad 100 exponovaných osob) udává hodnota ILCR 1×10^{-6} , tedy pravděpodobnost vzniku jednoho onkologického onemocnění na milion exponovaných obyvatel.

5.1 Vyhodnocení karcinogenních rizik obyvatel lokalit Kotlářská a Kroftova z expozice polyaromatickým uhlovodíkům (PAHs) a anorganickým prvkům (Ni, As, Cd, Pb) analyzovaným ve frakci PM_1

Výsledky možného rizika vzniku zhoubného onemocnění v důsledku expozice jemné frakci prašného aerosolu jsou souhrnně uvedeny v tabulce 2. Je nutné si uvědomit, že hodnoty zde uvedené odpovídají expozici niklu, kadmiu, arsenu a olovu přítomném pouze v analyzované frakci PM_1 . Pokud bychom hodnotili karcinogenní riziko z PM_{10} , bylo by vyšší v závislosti na podílu kovů v hrubé frakci. Z dřívějších analýz vzorků na lokalitě Kotlářská vyplývá, že přibližně 40% obsahu těchto prvků je přítomno v hrubé frakci PM_{1-10} . Nicméně jemná frakce představuje z hlediska expozice a vstupu do organismu frakci daleko nebezpečnější. Míra karcinogenního rizika nemusí být totiž striktně vázána pouze na dávku, ale též na další fyzikálně-chemické vlastnosti prašného aerosolu. Diskuse o možném karcinogenním působení toxického obsahu jemné a hrubé frakce je však nad rámec tohoto příspěvku.

Na základě výsledků analýz toxického obsahu frakce PM_1 získané odběrem vzorku ve vnitřním prostředí (v nevětrané místnosti Obchodní akademie, v přízemí budovy) se ukázalo, že frakce PM_1 je schopna pronikat i do uzavřených místností a nalezené koncentrace jak PM_1 , tak zejména jejího toxického profilu jsou velice podobné.

Lze tedy také upravit příslušný expoziční scénář pro obyvatele trvale žijícího v předmětné lokalitě na 24 hodinovou expoziční dobu. Výsledky uvedené v tab. 2 jsou vyjádřením tohoto 24hodinového expozičních scénáře.

Tab. 2 Karcinogenní rizika vyjádřená jako ILCR na lokalitách Kotlářská a Kroftova

lokality	ILCR _{děti} / ILCR _{dospělí}		ΣILCR _{děti}	ΣILCR _{dospělí}
	PAH	Kovy (Ni, Cd, As, Pb)		
Kotlářská	1,83E-06 / 4,33E-07	6,49E-06 / 1,55E-06	8,32E-06	1,99E-06
Kroftova	1,65E-06 / 3,94E-07	6,27E-06 / 1,50E-06	7,92E-06	1,90E-06

Z výsledku kvantifikace karcinogenních rizik uvedených v tabulce 2 je zřejmé, že je to právě dětská populace, která je více ohroženou skupinou exponované populace. Celkové karcinogenní riziko jako suma příspěvků polyaromatických uhlovodíků a toxických kovů se pohybuje pro dětskou populaci na obou lokalitách nad hranici akceptovatelnosti. Hodnoty 8,32E-06, resp. 7,92E-06 vychází z expozice toxického obsahu obsaženého v PM₁, je tedy více než pravděpodobné, že by míra karcinogenního rizika spojená s obsahem frakce PM₁₀ překročila díky navýšení expozice kovy obsažených v hrubé frakci PM₁₋₁₀ neakceptovatelnou hodnotu 1x10⁻⁵.

Dále je zajímavé zjištění, že není prakticky rozdíl mezi mírou karcinogenního rizika v lokalitě významně exponované dopravní zátěži a lokalitě jen mírně vytižené (i když je nutné mít na paměti neočekávaný nárůst dopravy v druhé půli kampaní). Lze tedy důvodně předpokládat, že k riziku přispívají i dálkové přenosy a lokální topeniště.

6. Nejistoty

Pro objektivizaci hodnocení zdravotních rizik z expozice jemné frakci prašného aerosolu je vždy žádoucí zmínit nejistoty, které mohou konečný výsledek kvantifikace rizika ovlivnit. Zasahují do všech fází hodnocení a není možné se na tomto místě věnovat všem detailně.

Nelze však nezmínit nejistoty, které jsou svázány s expozicí. Určení expozice je nejcitlivějším bodem hodnocení. Námi použitý geometrický průměr ročních koncentrací se opírá o data z osmi sedmidenních kampaní, tedy z 56 dní v roce. Je dosti pravděpodobné, že data mohou být ovlivněna i časovým výběrem jednotlivých kampaní, jakkoliv je výběr ve shodě s legislativou, a nemusí tak zcela odpovídat průměrným ročním koncentracím. Meteorologickými parametry jsou podobně ovlivněny i vzájemné poměry mezi jednotlivými frakcemi. Dále pak je třeba se na vypočítané průměry ročních koncentrací sloužících jako podklad ke kvantifikaci rizika dívat jako na koncentrace, jejichž skutečné hodnoty se pohybují v jistém intervalu, tedy že každé stanovení je zatíženo chybou tohoto výpočtu nejméně 20%. Také použití toxických faktorů k převedení směsi PAH na toxicitu benzo(a)pyrenu je zatíženo nejistotou použitých faktorů, neboť není možné zcela přesně popsat karcinogenní potenciál proměnlivé směsi látek, které se navzájem ovlivňují. Zcela jistě je zde počítaná kvantifikace karcinogenního rizika z expozice prašnému aerosolu podceněna z důvodu neznalosti koncentrace kovů v hrubé frakci, v případě PAH se zdá být tento aspekt nevýznamný, neboť se tyto látky, vznikající spalovacími procesy, přednostně váží (nebo tvoří) na jemné frakce PM_{2,5}, resp. PM₁. Nelze též pominout fakt, že hodnocení karcinogenních rizik vychází pouze z omezeného výběru škodlivin. Je známo, že i další organické látky jako benzen, 1,3-butadien, PCB, PCDD/F a další, které jsou v ovzduší městských aglomerací přítomny ve vyšších koncentracích, mohou výsledné karcinogenní riziko ještě zvýšit.

I samotná kvantifikace rizika předčasných úmrtí z expozice $PM_{2,5}$ je ovlivněna nejistotami, které vycházejí z použité metody. Některé epidemiologické studie uvádějí závislost dávky a účinku $PM_{2,5}$ strmější než námi použitá hodnota nárůstu úmrtnosti o 6% se zvýšením dlouhodobé koncentrace o $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, takže výsledné riziko předčasných úmrtí může být až 3x vyšší [1]. Karcinogenní riziko vyjádřené jako ILCR představuje z důvodů konzervativního přístupu hodnocení maximální možné riziko.

7. Závěr

Závěrem lze konstatovat, že riziko spojované s dlouhodobou expozicí jemné frakci prašného aerosolu je pro obyvatele nejen sledovaných lokalit, ale de facto celého Brna zvýšené. Proto je třeba systematicky uplatňovat opatření, která by vedla ke snížení její expozice. Dále se ukazuje užitečné věnovat pozornost frakcím menším než $PM_{2,5}$, neboť je pravděpodobné, že nejmáznější zdravotní dopady budou mnohem pevněji asociovány právě s jemnými a ultrajemnými frakcemi částic polévatého prachu.

Literatura

- [1] POPE, C.A. III., DOCKERY, D.W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect, *J. Air & Waste Management Assoc.*, 2006, 56:709-742.
- [2] <http://www.inchem.org>
- [3] COLLINS, J.F., BROWN, J.P., ALEXEEFF, G.V., SALMON, A.G. Potency Equivalency Factors for Some Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Derivatives, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 28, 1998, 45-54.
- [4] JOINT WHO/CONVENTION TASK FORCE ON THE HEALTH ASPECTS OF AIR POLLUTION, Health Risks of Persistent Organic Pollutants from Long-Range Transboundary Air Pollution, 2003, WHO, Copenhagen.
- [5] BUZEA, C., BLANDINO, I.I.P., ROBIE, K. Nanomaterials and Nanoparticles: Sources and toxicity, *Biointerphases*, vol. 2, issue 4, 2007, MR17-MR172.
- [6] POPE, C.A. III, BURNETT, R.T., THUN, M.J., CALLE, E.E., KREWSKI, D., ITO, K., THURSTON, G.D. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality and Long-Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution, *J. Am. Med. Assoc.*, 287, 2002, 1132-1141.
- [7] JOINT WHO/CONVENTION TASK FORCE ON THE HEALTH ASPECTS OF AIR POLLUTION, Health Risks of Particulate Matter from Long-Range Transboundary Air Pollution, 2006, WHO, Copenhagen.
- [8] ENHIS, Health Impact Assessment of Outdoor Air Pollution-Methodological guidelines for HIA (<http://www.enhis.org>)
- [9] <http://www.chmi.cz>
- [10] <http://www.epa.gov>
- [11] <http://www.oehha.ca.gov>

Problematika pevných částic z pohledu dopravy

Vladimír Adamec*, Roman Ličbinský*, Jiří Huzlík*,
Vladimír Bencko**, Jiří Jedlička*

*Centrum dopravního výzkumu, v.v.i

Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

**Ústav hygieny a epidemiologie 1. LF UK a VFN,
Studničkova 7, 128 00 Praha 2

e-mail: vladimir.adamec@cdv.cz

Abstract

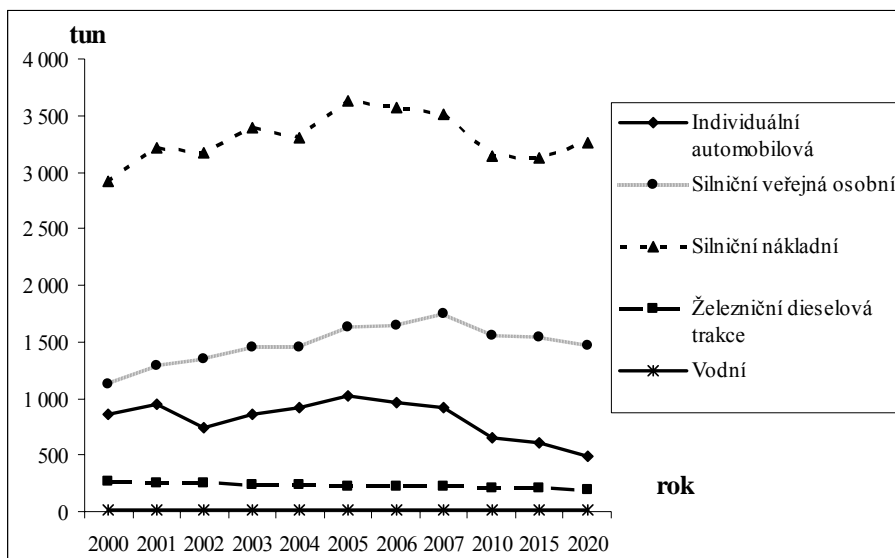
Traffic become in the last decade important factor that both negatively and positively influence environment and human health. Air pollution with emissions is the most important issue especially due to their significant negative effects on human health. Recently more and more studies try to demonstrate significant effect of transport related emissions on human mortality especially in large cities. Particulate matter became the field of research, because their concentration in the ambient air increased notably in the last years. Mainly road transport is an important source of these particles, especially fine particles. These particles are very hazardous due to their negative effects because many organic and inorganic pollutants, mostly with carcinogenic effects, are adsorbed on the particle surface. The article presents recent knowledge about particulate matter and their effects of on human health.

Mezi nejzávažnější škodliviny emitované dopravou, s prokazatelnými negativními účinky na zdraví člověka, zejména ve velkých městech s intenzivní dopravou, patří emise pevných částic (PM) suspendovaných v ovzduší, vznikající při provozu motorových vozidel. Zdrojem nejsou jen spalovací procesy dopravních prostředků, ale i celá řada dalších procesů jako je obrušování různých namáhaných součástí (brzdové a spojkové obložení), kdy se do ovzduší uvolňují např. měď, antimon, baryum, železo, hliník, zinek, molybden, mangan, hořčík, kadmium. Abraze pneumatik, obsahujících různé druhy pryží, je zdrojem především zinku, železa a elementárního uhlíku. Celá řada kovů se do životního prostředí dostává rovněž při mechanické separaci z rezivějící karoserie automobilů a pouličního příslušenství (koše, dopravní značení, osvětlení, svodidla apod.). Významnou zátěž ovzduší představuje také zvíření (resuspenze) PM deponovaných na vozovce a v jejím blízkém okolí, iniciovaného projíždějícími vozidly či vířením proudícím větrem. Vozovkový prach zahrnuje částice převážně větších frakcí na jejichž složení se podílí kovy jak geologického původu z okolní půdy, tak uvedené výše z provozu automobilů. Nezanedbatelnou roli hrají také částice chemického (sůl) i inertního materiálu (písek, šterk, struska) pro posyp silnic v zimním období, opadávající nečistoty z vozidel a ztráty převáženého materiálu (nespalovací emise). Další neméně významné škodlivin vznikající při spalování pohonných hmot jsou polyaromatické uhlovodíky a volatilní látky (benzen, toluen, xyleny, 1,3-butadien), z nichž některé jsou karcinogenní pro člověka. Nezanedbatelným zdrojem PM v ovzduší je také regionální a dálkový

transportu, který může ovlivnit koncentrace těchto částic a tím i zkreslit podíl dopravy na celkovém znečištění. Z tohoto důvodu je nutné studovat podrobně fyzikální a chemické vlastnosti částic emitovaných z dopravy a metody jejich identifikace.

PM zahrnují částice pevného a kapalného materiálu o velikosti od 1nm až po 100 μm , setrvávající po určitou dobu v ovzduší. V atmosféře se s nimi setkáváme v podobě složité heterogenní směsi z hlediska velikosti částic a jejich chemického složení. PM se vyznačují svými specifickými fyzikálními (tvar, velikost, elektrický náboj, povrch částic a rozpustnost) a chemickými vlastnostmi (anorganické a organické složky), které závisejí na jejich zdroji, mechanismu vzniku a dalších podmínkách, které ovlivňují jejich vznik (vzdálenosti od zdrojů, meteorologické podmínky). Z fyzikálních vlastností je pro emitované částice rozhodující zejména zastoupení jednotlivých velikostních frakcí částic, které zahrnují velmi jemné, jemné i hrubé frakce. Z celkového množství suspendovaných pevných částic (TSP) v ovzduší tvoří 60 – 65 % částice frakce PM₁₀, tedy částice s aerodynamickým průměrem menším než 10 μm . Přitom frakce PM₁₀ je tvořena ze 72 % částicemi s rozměry pod 2,5 μm (frakce PM_{2,5}) a menší částice ve frakci PM_{1,0} (aerodynamický průměr pod 1 μm) tvoří 52 % [1]. Na celkovém obsahu částic v ovzduší se vedle částic emitovaných přímo z primárních zdrojů (doprava, průmysl) podílí významným způsobem také resuspenze pevných částic. Tento proces významně přispívá ke zvýšení jejich obsahu v ovzduší a podle různých zdrojů může být zdrojem až 60 % částic ve frakci PM₁₀ [2]. Zvýšení PM závisí především na specifických lokálních podmínkách, tj. na kvalitě povrchu silnice, na rychlosti jízdy, na hmotnosti automobilů a na vlhkosti vzduchu. Nebezpečnost resuspendovaných částic spočívá zejména v sorpci dalších škodlivin na jejich povrch v případě delšího setrvání na vozovce nebo v jejím okolí. Graf na obr. 1 uvádí množství PM produkovaných dopravou (spalovací procesy) v České republice, vč. „optimistické“ prognózy do roku 2015.

Obr. 1 Vývoj a prognóza emisí pevných částic jednotlivými druhy dopravy



Částice vznikající v dopravě zahrnují jak částice hrubé tak i jemné frakce. Vznik částic hrubé frakce, které jsou přítomny v ovzduší v okolí frekventovaných silnic, je z hlediska mechanismu vcelku jednoduchým procesem. Je spojen zejména s mechanickým otěrem povrchů, který zahrnuje obroušování povrchu vozovky, pneumatik, brzdových destiček či opětovným vířením částic deponovaných na povrchu vozovky v důsledku turbulentního proudění vyvolaného projíždějícími vozidly či větrným počasím. Částice hrubé frakce však mohou vznikat i při spalování nafty, kdy jsou do ovzduší emitovány částice sazí. Tvorba těchto částic je spojována s neúčinným spalováním paliva při jeho nadbytku a nedostatku kyslíku.

Vznik částic jemné frakce v dopravě je mnohem složitější a zahrnuje několik procesů, které lze rozdělit na primární a sekundární. Primární procesy vzniku částic jsou omezeny na spalovací prostor. K primárním procesům vzniku jemných částic patří kondenzace par v emisích (nanočástice) a následná koagulace částic za vzniku větších částic (accumulation mode). Vznik může být spojen i s nukleací, která představuje proces přeměny látky z plynné fáze v pevnou za vzniku ultrajemné frakce částic ($PM_{0.1}$). Zvětšování částic je spojeno s reakčními procesy na povrchu vznikajících částic, kondenzací na povrchu částic či srážkami částic. Na vzniku částic se podílejí nejrůznější anorganické (zejména kovy) i organické látky (polyaromatické uhlovodíky, organochlorové látky, uhlíkaté částice paliva, popel, saze) včetně de novo syntetizovaných látek při spalování. Distribuce velikostí emitovaných částic z jednoho zdroje často vykazují multimodální charakter, který je však ovlivňován podmínkami spalování. Vznik těchto částic a jejich emise ze spalovacích procesů závisí na složení paliva, podmínkách spalování (teplota, poměr palivo : kyslík, doba setrvání, rozměry spalovacího prostoru, rychlost ochlazení) a účinnosti čištění emisí. Výše zmíněné faktory ovlivňují velikost a složení částic. Naopak sekundární procesy zahrnují děje spojené se vznikem a transformacemi částic v atmosféře. Sekundárními zdroji částic jsou přeměny spojené s konverzí polutantů z plynu do částic nukleací v atmosféře. Nejznámějším příkladem je přeměna plynných prekurzorů oxidu siřičitého (SO_2) a oxidů dusíku (NO_x) na sulfáty a nitráty, které tvoří významný podíl ultrajemných suspendovaných částic. Sekundární částice vznikají i postupným agregováním velmi jemných částic. Se vznikem sekundárních částic jsou spojeny i procesy kondenzace plynných látek či chemické reakce na povrchu existujících částic.

Celkové emise a vlastnosti emitovaných částic jsou významně ovlivňovány faktory jako je typ auta, váha, rychlost, použité palivo, seřízení motoru, účinnost odstraňování částic z výfukových plynů (přítomnost katalyzátoru, částicového filtru), stáří, stav vozovky a celkový terén a údržba. Při sledování vlivu optimalizace řízení vstřikování paliva na snížení emisí částic byl pozorován vznik aglomerátů ultrajemných částic ($0,02 \mu m$) při rychlosti pod $60 km \cdot h^{-1}$, jejichž vznik nebyl zjištěn při vyšší rychlosti. Avšak celkově při vyšší rychlosti vzrůstal počet emitovaných částic a to například o 3 řády při vzrůstu rychlosti ze 40 na $120 km \cdot h^{-1}$. Tyto částice jsou převážně tvořeny nespáleným palivem a organickým i elementárním uhlíkem. Dalším faktorem ovlivňujícím emise částic z dopravy je startování „za studena“ v zimním období.

Při srovnání dieselových a benzínových motorů se na celkových emisích významně podílejí právě dieselové vozidla. Tato skutečnost se týká zejména oblastí s vysokou koncentrací autobusové a nákladní dopravy. Avšak vzhledem k množství benzínových aut patří i tato vozidla k významnému zdroji částic

z hlediska celkových emisí částic. V případě benzínových vozidel je třeba dále zdůraznit jejich emise NO_x jako prekurzorů pro vznik sekundárních částic. Na základě tunelových studií byla prokázána 24x vyšší produkce jemných částic a 37x vyšší produkce sazí na jednotku spáleného paliva u těžkých nákladních aut ve srovnání s lehkými vozidly.

Benzínové motory emitují do ovzduší mnohem menší množství částic než dieselové a velikost částic je menší a pohybuje se zejména pod $0,1 \mu\text{m}$. Emise částic jemné frakce z benzínových motorů obsahují $33 \pm 6 \%$ sazí z celkového množství částic, což je mnohem méně než v případě dieselových vozidel. Z hlediska obsahu organického uhlíku je naopak vyšší obsah, 30 až 50 %, zjišťován pro benzínové automobily, zatímco v případě dieselových automobilů je to 30 až 40 %. Emise částic jsou v případě benzínových motorů výrazně proměnlivé a jsou závislé na kvalitě paliva a poměru palivo/vzduch ve spalovacím prostoru. Hlavní složky emitovaných částic tvoří saze, popel, prvky (platina, paladium, železo, brom a další). Emise obsahují také široké spektrum organických látek s převahou vyšších polyaromatických uhlovodíků (pyren, chrysen, benzo[a]pyren), které jsou výhradně vázány v ultrajemné frakci. Dále je to pak benzo[ghi]perylen, cyklopenta[cd]pyren a koronen, které jsou považovány za indikátory automobilové dopravy.

Z ovzduší mohou být PM odstraněny mokrou depozicí při dešti, kdy dochází k „vymývání“ zejména větších částic s rozměry nad $5 \mu\text{m}$, nebo výměnou vzdušných mas, kdy se do dané oblasti dostává „čistý“ vzduch. Dalším mechanismem odstraňujícím částice z městského ovzduší je jejich depozice, kdy dojde k odloučení částice ze vzduchu v důsledku jejího kontaktu s povrchem tuhé nebo kapalné fáze. Velmi významně je tento děj podporován přítomností vegetace, která svojí přítomností silně ovlivňuje proudění v mezní vrstvě u povrchu terénu. V městských oblastech s hustou zástavbou hrají důležitou roli v zachycování částic zatravněné plochy, které jsou v těchto místech často jedinou možností trvalé depozice částic. Obecně je možné konstatovat, že snadněji jsou zachytávány částice menších rozměrů (pod $1 \mu\text{m}$), zatímco částice větší než $5 \mu\text{m}$ mají tendenci se od povrchů odrážet.

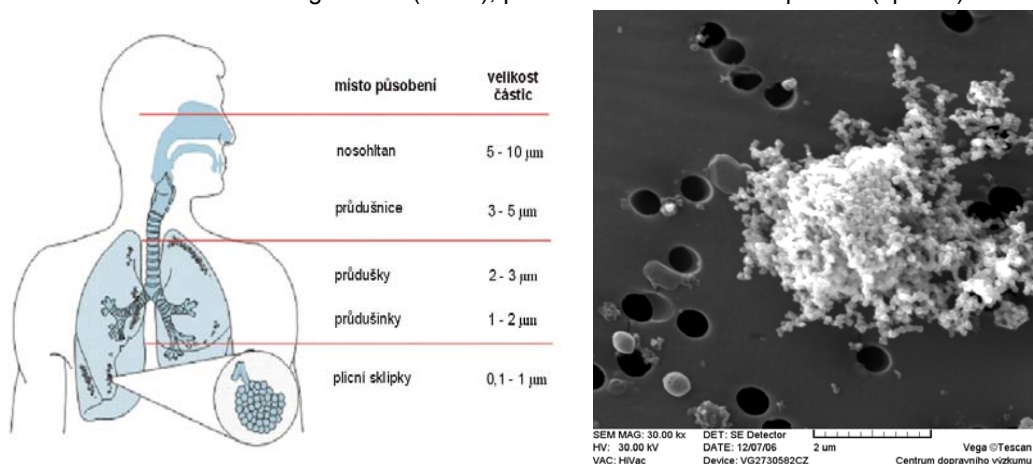
V současné době se velmi rychle rozvíjí výzkum v oblasti nanočástic, tedy částic s rozměry pod 100 nm , které mají některé specifické vlastnosti, jako bioperzistenci, adsorpci nebo difúzi. Nanočástice vznikají jak přirozenými procesy (erozí), tak antropogenní činností člověka (spalování fosilních paliv, těžba, výroba nanomateriálů, apod.) a uvolňují se do životního prostředí. Zde podléhají nejrůznějším biologickým, chemickým a fyzikálním přeměnám a dostávají se do kontaktu s živými organismy. V současnosti jsou koncentrace ultrajemných částic v ovzduší městských aglomerací z důvodu velmi nákladného přístrojového vybavení monitorovány a analyzovány na pouze na několika stanicích v Evropě.

Velmi důležité pro pochopení chování PM a zejména pro odhad zdravotních rizik je znalost distribuce jednotlivých velikostních frakcí PM, tj. zastoupení jednotlivých částic v rozsahu velikostí $2,5$ až $10 \mu\text{m}$, 1 až $2,5 \mu\text{m}$ a 0 až $1 \mu\text{m}$ v celkovém obsahu částic menších než $10 \mu\text{m}$.

Zatímco biologické účinky a zdravotní rizika plyných škodlivin (např. NO_x , CO , SO_2) jsou na základě jejich nebezpečnosti (tj. závislosti dávka-odpověď) a vcelku snadného zjištění expozičních koncentrací dobře definovatelné, aplikace tohoto přístupu není pro PM nejvhodnější, poněvadž stejná koncentrace částic na dvou různých lokalitách nemusí představovat stejné riziko vzhledem k často velmi odlišnému chemickému složení škodlivin na ně vázaných. Vedle koncentrace

celkových suspendovaných částic (TSP), částic menších než 10 mikrometrů (PM_{10}) či sazí, vzrostl ve světě zájem o zastoupení jednotlivých velikostních frakcí, zejména $PM_{2.5}$, $PM_{1.0}$ a stanovení jejich složení. Navíc poznatky z posledních několika let ukazují, že i nižší koncentrace než jsou stanovené limity mohou vyvolávat poškození zdraví člověka, a to zejména při dlouhodobé expozici. Proto dnes již není tato skupina škodlivin vnímána jako inertní masa částic, která může zanášet plíce a tak poškozovat organismus, ale jako heterogenní směs částic s různými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, které jsou závislé na zdroji a mechanismu vzniku částic a předurčují jejich biologické účinky.

Obr. 2 Distribuce PM v organismu (vlevo), příklad PM emitované dopravou (vpravo)



Řada studií ve svých závěrech jednoznačně prokazuje spojitost mezi znečištěním ovzduší PM a výskytem respiračních onemocnění a astmatu, které mohou vést, podle studie WHO, až k případům úmrtí zejména dětí mladších 5 let. Nejvíce ohroženou skupinou jsou právě obyvatelé žijící v blízkosti silničních komunikací se zvýšenou intenzitou dopravy. Možným důsledkem zvýšených koncentrací PM v ovzduší je také nárůst počtu úmrtí následkem chronické bronchitidy, která je na páté příčce celosvětové úmrtnosti. Některé studie poukazují dokonce i na možné riziko vzniku rakoviny, zejména respiračních orgánů. Univerzita Provo v Utahu (USA) provedla velmi rozsáhlý výzkum [3], jehož výsledky jsou alarmující. Po dobu 16 let vědci sledovali 500 000 lidí žijících ve velkých městech s velkým zatížením jemným prachem. Během sledovaného období 22 % lidí zemřelo, z toho téměř polovina následkem srdeční zástavy. Studie uvádí, že zvýšení obsahu pevných částic o 10 $\mu g.m^{-3}$ prokazatelně způsobilo 12% nárůst srdečních onemocnění a současně 18% nárůst ischemických onemocnění, která mohou vést až k infarktu. Podle dalších zdrojů byl rovněž pozorován 40% nárůst rakoviny plic při dlouhodobé expozici vysokým koncentracím výfukových plynů dieselových motorů [4]. Podrobná studie o dopadech znečištění ovzduší na zdraví obyvatel byla zpracována v osmi největších městech Itálie, kde byly zjištěny průměrné koncentrace PM_{10} za roky 1998 – 1999 vyšší než 45 $\mu g.m^{-3}$, přitom snížením obsahu na 40 $\mu g.m^{-3}$ by bylo možné předejít 2 000 úmrtím [5]. APHEIS (Air Pollution and Health: a European Information System) uvádí, že pokles úrovně PM_{10} o 5 $\mu g.m^{-3}$ může zabránit předpokládanému úmrtí 1 560 lidí a jestliže se

úroveň PM_{10} sníží na $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ může dojít ke snížení úmrtí až o 11 855 [6]. Švýcarsko, Francie a Rakousko řešilo koncem devadesátých let minulého století společný projekt o dopadech znečištění ovzduší na obyvatele. Počet úmrtí vztažených ke znečištění ovzduší v těchto zemích byl v roce 1996 přibližně 40 000, přičemž asi polovina je důsledkem znečištění pocházejícího přímo z dopravy. Ohroženi jsou především lidé s oslabeným imunitním systémem, astmatici, kardiaci a děti, které inhalují výfukové plyny téměř „přímo“ z výfuků. S produkcí emisí je přímo spojeno téměř 135 000 astmatických záchvatů a 300 000 záchvatů bronchitidy u dětí mladších 15 let oproti 25 000 záchvatů bronchitidy u dospělých starších 25 let [7]. Podle různých zdrojů [4, 6, 8, 9, 10] na následky znečištění ovzduší zemře v Evropě ročně 102 000 - 368 000 lidí, z toho 36 000 - 129 000 úmrtí může být vnímáno jako důsledek dlouhodobé expozice vůči znečištění způsobeném dopravou v evropských městech. Z toho ještě přibližně 35 % úmrtí může být přímo vztaženo ke znečištění pevnými částicemi [4]. Podle nejnovějších průzkumů provedených Evropskou unií (EU) zemřelo v celé unii na nemoci související se znečištěním ovzduší pevnými částicemi v roce 348 000 lidí a jemný prach v průměru snižuje délku života každého Evropana o devět měsíců [9].

Aktuálnost zájmu o tuto problematiku a hledání řešení v ČR dokládá skutečnost, že na základě hodnocení kvality ovzduší žije v současnosti v oblastech, kde limity pro PM_{10} jsou překračovány více než 25 % české populace [11]. Podle směrnice EU platné ve všech členských zemích může obsah jemného prachu v ovzduší, částice o rozměrech do $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}), překročit maximální hranici $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pouze 35 dní v roce, přičemž je stanoven roční průměrný limit $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [12]. Vzhledem ke zhoršující se kvalitě ovzduší vypracovala EU studii, ve které jsou vymezeny nejvíce znečištěné oblasti, kde jsou limitní hodnoty častěji překračovány než je povoleno. Mezi ně patří i některé oblasti ČR jako jsou Praha, Brno, Ústí nad Labem, Karviná a Ostrava kde dochází k překročení koncentrací polévatého prachu více než stokrát do roka. Uvedené limitní hodnoty, jak vyplývá z některých studií jsou ale překračovány již během prvních tří měsíců. Obdobná situace panuje i v některých oblastech Evropy [13].

Výše uvedené platí převážně pro částice s rozměry do $10 \mu\text{m}$, jejichž obsahy se pravidelně v ČR monitorují od roku 2002 na základě Zákona o ochraně ovzduší [12]. V současné době se velmi reálně uvažuje o rozšíření monitoringu a imisních limitních koncentrací pro jemnější částice s rozměry pod $2,5 \mu\text{m}$ ($PM_{2.5}$) do legislativy, jelikož pronikají dýchacími cestami až do plic, kde se kumulují a jsou proto daleko nebezpečnější než doposud sledované PM_{10} .

V životním prostředí bylo identifikováno několik tisíc různých chemických látek často s mutagenními a karcinogenními účinky, z nichž celá řada pochází z dopravy. Koncentrace řady z nich jsou pravidelně sledovány a jejich obsahy má ČR podle svých přijatých závazků v rámci členství v EU snížit. Přesto se množství škodlivých látek uvolňovaných do životního prostředí antropogenní činností neustále zvyšuje. Tato nepříznivá situace je evidentní především ve velkých městských aglomeracích s vysokou intenzitou dopravy, kde dochází k významnému zhoršení zejména kvalita ovzduší a tím i ovlivnění zdravotního stavu obyvatel, zejména dětí a starších občanů. Z tohoto pohledu je nezbytně nutné věnovat této problematice odpovídající pozornost, což znamená blíže se zajímat o osud škodlivin produkovaných dopravou a s nimi spojenými případnými zdravotními a environmentálními riziky.

Doprava, především silniční a letecká, je hospodářským sektorem, který v celosvětovém měřítku roste ve většině sledovaných ukazatelů (spotřeba energie, počet vozidel, přepravní objemy apod.) podstatně rychleji než příslušné hodnoty HDP. Úměrně tomu se zvyšují i škody na životním prostředí a zdraví obyvatel. Množství automobilů, i přes snahy různých redukčních opatření, ve světě rok od roku stoupá a tím dochází k nárůstu emisí z dopravy. Emise z dopravních prostředků obsahují celou řadou nebezpečných chemických škodlivin se všemi prokazatelnými negativními důsledky na zdraví člověka, zejména při dlouhodobé expozici. Obdobné účinky, často i převyšující účinky emisí mají i další negativní rysy dopravy jakou jsou např. hluk, inaktivita nebo dopravní nehody.

Jak je z výše uvedeného patrné, nabývá problematika negativního vlivu dopravy na zdraví člověka na aktuálnosti a stává se tak jednou z priorit výzkumu nejen u nás, ale i ve světě. O této skutečnosti svědčí i řada mezinárodních akcí, které směřují k řešení této problematiky jako např. Charta o dopravě, životním prostředí a zdraví, Regionální konference EHK/OSN o dopravě a životním prostředí, THE PEP apod.

Literatura

- [1] BOGO, H., OTERO, M., CASTRO, P., OZAFRÁN, M.J., KREINER, A., CALVO, E.J., NEGRI, R.M.: Study of atmospheric particulate matter in Buenos Aires city. *Atmos. Environ.* 2003, 37, p. 1135–1147.
- [2] VALLIUS, M., JANSSEN, N.H.N., HEINRICH, J., HOEK, G., RUUSKANEN, J., CYRYS, J., VAN GRIEKEN, R., DE HARTOG, J.J., KREALING, W. G., PEKKANEN, J.: Sources and elemental composition of ambient PM_{2.5} in three European cities. *Sci. Total Environ.* 2005, 337, p. 147 – 162.
- [3] POPE, C.A. III, BURNETT, R.T., THUN, M.J., CALLE, E.E., KREWSKI, D., ITO, K., THURSTON, G.D. Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality and Long-Term Exposure to Fine Particulate Air Pollution, *J.Am.Med.Assoc.*, 287, 2002, 1132-1141.
- [4] DORA, C., PHILLIPS, M. (eds.) *Transport, environment and health* (WHO Regional Publication, European series, Nr. 89). Copenhagen (Denmark): WHO, 2000, 81 p.
- [5] MARTUZZI, M., GALASSI, C., OSTRO, B., FORASTIERE, F., BERTOLLINI, R.: Health impact assessment of air pollution in the eight major Italian cities. Rome (Italy), WHO, 2002, 61 p.
- [6] *Transport-related Health Effects with a Particular Focus on Children, THE PEP* [on-line]. Vienna (Austria): Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2004. 68 p. ISBN 3-902 338-31-8. [cit. 2007-05-16]. Dostupný z < <http://www.euro.who.int/Document/trt/PEPSynthesis.pdf> >
- [7] FILLIGER, P., POYBONNIEUX-TEXIER, V., SCHNEIDER, J. (eds.) *Health costs due to road-traffic related air pollution*. Geneve (Switzerland): WHO and Federal Department of Environment, Transport, Energy and Communications, Bureau for Transport Studies, 1999, 128 p.
- [8] *Averting The Three Outriders Of The Transport Apocalypse: Road Accidents, Air and Noise Pollution : WHO Press Release Nr. 57* [on-line]. Geneve (Switzerland): WHO, 1998. [cit.2006-08-08]. Dostupný z < <http://www.who.int/inf-pr-1998/en/pr98-57.html> >
- [9] WATKISS, P., PYE, S., HOLLAND, M. *CAFE CBA: Baseline analysis 2000 to 2020*, CAFE Programme. 2005, 168 p.

- [10] KRZYŻANOWSKY, M., KUNA-DIBBERT, B., SCHNEIDER, J. (eds.) *Health effects of transport-related air pollution*. Copenhagen: WHO Europe, 2005, 205 p., ISBN 92-890-1373-7.
- [11] MŽP: Zpráva o stavu životního prostředí v ČR v roce 2003. Ministerstvo životního prostředí ČR, 2004.
- [12] Nařízení vlády 597/2006 Sb. o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší. Praha: MŽP, 2006.
- [13] MŽP Statistická ročenka znečištění životního prostředí v roce 2006, MŽP, Praha, 2007.
- [14] Zákon č. 86/2002 Sb. O ochraně ovzduší, Sbírka zákonů 2002.

Hodnocení vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk

Rudolf Cholava, Michal Matysík
Centrum dopravního výzkumu, v.v.i
Líšeňská 33a, 636 00 Brno
e-mail: rudolf.cholava@cdv.cz

Abstract

Noise caused by vehicle operation on roads is greatly influenced by the technical condition of roads and especially by the condition of their surfacings. Particularly at higher speeds, most of traffic noise is generated today by the tyre/road interaction. In the paper there are presented and analyzed approaches to the evaluation of the influence of road surfaces on traffic noise which are relevant for the solution of the issues in relation to controlling noise burden.

1. Zdroje automobilového hluku

Zdroje hluku vozidla jsou především:

- hnací jednotka vozidla (motor, chladič, převodová soustava, výfuk),
- pneumatiky vozidla (odvalování pneumatik po povrchu vozovky),
- aerodynamika vozidla (obtékání vzduchu kolem vozidla),
- brzdy vozidla,
- karoserie vozidla,
- náklad vozidla.

V minulosti se snaha o snížení hlučnosti automobilů zaměřila především na snížení hlučnosti motoru. Pokrok v této oblasti byl poměrně výrazný, proto se v současnosti, zejména při vyšších rychlostech, stávají dominantním zdrojem hluku vozidel pneumatiky. Při nízkých rychlostech (cca do 40 km/h u osobních vozidel a cca do 65 km/h u nákladních vozidel) je u vozidel vybavených spalovacím motorem dominantním zdrojem hluku hnací jednotka. [1] Při vyšších rychlostech začíná převládat hluk od pneumatik, způsobený jejich odvalováním po vozovce. Aerodynamický hluk, zapříčiněný obtékáním vzduchu kolem vozidla, se stává dominantním při rychlostech nad 200 km/h. [2]

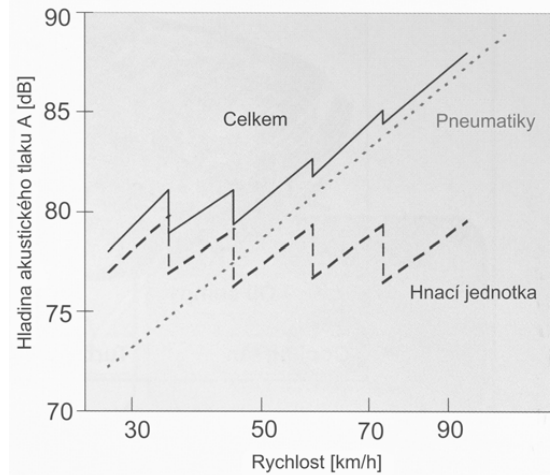
2. Mechanismus vzniku a zesilování hluku od pneumatik

Hluk pneumatika/vozovka je způsoben kombinací různých fyzikálních procesů, které rozdělujeme do tří hlavních skupin [3]:

- nárazy a ořesy způsobené změnami interakčních sil mezi běhounem pneumatiky a povrchem vozovky,
- aerodynamické procesy mezi běhounem pneumatiky a vozovkou a v běhounu pneumatiky,
- adheze a drobné pohyby (micro-movement) pryžového běhounu na povrchu vozovky,
- vibrace pneumatiky [4].

Podíl jednotlivých mechanismů na celkovém hluku pneumatika/vozovka se liší podle typu vozidla (osobní, nákladní, motocykl, ...) a pneumatiky.

Obr. 1 Hluk motoru, hluk od pneumatik a celkový hluk v závislosti na rychlosti [5]



2.1 Vlastnosti vozovek ovlivňující jejich akustickou výkonnost

2.1.1 Textura povrchu

Zvýšení vlnové délky textury v rozmezí 0,5 až 10 mm redukuje hluk zejména ve frekvenční oblasti nad 1 kHz. Zvýšení vlnové délky textury způsobuje, že vzduch uvězněný mezi pneumatikou a vozovkou uniká méně prudce.

Zvýšení vlnové délky textury na 10 až 500 mm zvyšuje hluk zejména v oblasti pod 1 kHz. Čím delší je vlnová délka textury, tím intenzivnější jsou nárazy bloků běhounu do povrchu vozovky.

Náhodná textura povrchu je z akustického hlediska příznivější než podélná textura. Síly působící na pneumatiku jsou při přejíždění podélné textury více synchronizovány což má za následek její intenzivnější vibraci. [3]

Z akustického hlediska je také důležité, zda je textura povrchu pozitivní či negativní. Pozitivní textura povrchu způsobuje intenzivnější vibrace pneumatiky, zatímco negativní textura přispívá ke snižování hluku. [3]

2.1.2 Pórovitost

Zvýšení pórovitosti povrchu vozovky redukuje stlačování a rozpínání vzduchu ve vzorku pneumatiky, čímž se omezí aerodynamický hluk. Pórovitost je také důležitá pro absorpci zvukové energie a snižuje horn efekt. Pórovitost však není jediným parametrem který ovlivňuje absorpci zvuku. Další důležité parametry jsou [3]:

- tloušťka pórovité vrstvy. Zvyšující se tloušťka posouvá vlastní frekvenci a její násobky (oblasti kde je zvuková pohltivost nejvyšší) směrem k nižším frekvencím. Sandberg a Ejsmont [5] doporučují tloušťku alespoň 40 mm.
- odpor proti proudění vzduchu. Vysoký odpor proti proudění vzduchu zlepšuje disipaci zvukové energie, ale příliš vysoký odpor zabraňuje proniknout zvukovým vlnám do svrchní vrstvy vozovky. Optimální odpor závisí na tloušťce vrstvy.
- křivolakost dráhy vzduchu v pórovité vrstvě. Prakticky vzduch prochází systémem propojených pórů. Čím víc bude komplikovaná cesta vzduchu, tím nižší bude frekvence maximální absorpce.

2.1.3 Tuhost

Vlastnost vozovky nazývaná tuhost nebo někdy mechanická impedance (mechanical impedance) má vliv zejména na hluk způsobený nárazy prvků běhounu do vozovky. Snížení tuhosti redukuje sílu jejich nárazů a tím omezuje vibrace pneumatiky.

3. Přehled používaných metodik pro měření hlučnosti vozovek

Používané metodiky pro měření akustických vlastností vozovek:

- Statistical Pass-By (SPB)
- Close-proximity (CPX)
- Controlled Pass-By (CPB)
- Coast By (CB)
- On Board Sound Intensity (OBSI).

Tab. 1 Stručný popis metod používaných pro měření akustických vlastností vozovek

Název metody	Princip metody
CB (Coast-By)	Testovací automobil s testovanými pneumatikami má mikrofon s motorem vypnutým při různých rychlostech. Obvykle se měří maximální hladina zvuku, pomocí regrese se zjišťuje hladina hluku pro referenční rychlosti (80 km/h pro osobní, 70 km/h pro nákladní).
CPB (Controlled Pass-By)	Dva vybrané automobily (jeden malý a jeden velký) s vybranými pneumatikami (na každé auto dvě sady) mají mikrofon se zapnutým motorem. Měří se maximální hladina hluku, dále se počítá průměrná hodnota pro konkrétní rychlosti.
SPB (Statistical Pass-By)	Normální vozidla v dopravním proudu mají postranní mikrofon. Zjišťuje se typ vozidla, jeho rychlost a maximální hladina hluku. Za použití více než 100 osobních a 80 nákladních vozidel a následně regrese se počítá normalizovaná hladina hluku pro 50, 80 a 110 km/h (osobní vozidla), 50, 70 85 km/h (těžká vozidla). Podle rychlosti rozeznává 3 kategorie silničních komunikací: nízká (45-64 km/h), střední (65-99 km/h), vysoká (100 a více km/h). Konečným výsledkem je Statistical Pass-By Index (SPBI).
CPX (Close-Proximity)	Testovaná pneumatika osazená na přívěsu taženém za automobilem (případně namontovaná na měřicím automobilu) se nechá odvalovat po testované dráze s mikrofony připevněnými v její blízkosti. Pro referenční rychlosti 50, 80 a 110 km/h zaznamenává se průměrná hladina akustického tlaku pro každý dvacetimetrový segment silnice, výsledkem je index CPXI.
OBSI (On Board Sound Intensity)	Podobná CPX metodě, používá však místo mikrofonů sondy akustické intenzity => není citlivá na okolní hluk, nepotřebuje speciální přívěs.

U metod CB, CPB a SPB se používají postranní mikrofony vzdálené 7,5 m od středu testované dráhy, u metody CB navíc po obou stranách. Pro měření akustických vlastností vozovek jsou v Evropě nepoužívanější metody SPB a CPX.

3.1 Metoda SPB (Statistical Pass-By) - Statistická metoda při průjezdu

SPB metoda je podrobně popsána v normě ISO 11819-1 - Acoustics - Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: The statistical pass-by method (česká verze: ČSN ISO 11819-1 - Akustika - Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk - Část 1: Statistická metoda při průjezdu). Stručná charakteristika viz tab. 1.

ČSN ISO 11819-1 popisuje SPB jako metodu provznávání dopravního hluku na různých površích vozovek pro různé složení silniční dopravy sloužící k vyhodnocení různých typů povrchů vozovek. Určitému povrchu vozovky se přiřadí hladiny akustického tlaku, reprezentující lehká nebo těžká vozidla jedoucí zvolenými

rychlostmi. Metoda je použitelná pro neomezovaný dopravní proud, pohybující se konstantní rychlostí, při povolených rychlostech 50 km/h a vyšších. Pro jiné jízdní podmínky, kdy dopravní proud je omezován, např. na křižovatkách a při dopravních kongescích, je povrch vozovky méně významný. Normovaná metoda pro porovnávání hlukových charakteristik povrchů vozovek dává orgánům státní správy v oblasti komunikací a životního prostředí nástroj k zavedení běžné praxe nebo limitů pokud jde o použití povrchů splňujících určitá hluková kritéria. ISO 11819 však takováto kritéria nenavrhuje. Statistická metoda při průjezdu (SPB) je určena k užívání pro dva hlavní účely. Za prvé se smí užít při klasifikaci povrchů, v obvyklém a dobrém stavu jako typu, podle vlivu na dopravní hluk (klasifikace povrchu), za druhé se smí užít k vyhodnocení vlivu různých povrchů na dopravní hluk v jednotlivých místech bez ohledu na stav a stáří. Druhý typ použití může být užitečný např. tehdy, když má být povrch obnoven a pro ohodnocení změn dopravního hluku následujících po položení nového povrchu jsou požadována měření "před" a "po". Vzhledem k přísným požadavkům na akustické okolí místa se však nemůže metoda obecně užít pro schválení prací na žádném konkrétním místě. [6]

3.1.1 Měřicí princip

Při statistické metodě při průjezdu (SPB) se současně měří maximální hladiny akustického tlaku A statisticky významného počtu jednotlivých vozidel při průjezdu na určeném místě vozovky spolu s jejich rychlostí. Každé vozidlo se zařadí do jedné z kategorií:

- osobní vozidlo,
- dvounápravové těžké vozidlo,
- vícenápravové těžké vozidlo.

Pro každý ze tří rychlostních rozsahů (nízká jízdní rychlost: 45-64 km/h, střední jízdní rychlost: 65-99 km/h, vysoká jízdní rychlost: 100 a více km/h), stejně jako pro každou ze tří kategorií vozidel je navržena maximální referenční rychlost (50, 80 a 110 km/h osobní vozidla, 50, 70 85 km/h těžká vozidla). Zaznamená se každá jednotlivá hladina při průjezdu spolu s příslušnou rychlostí vozidla a vypočte se regresní přímka závislosti maximální hladiny akustického tlaku A na logaritmu rychlosti pro každou kategorii vozidel. Z této přímky se určí průměrná maximální hladina akustického tlaku A pro referenční rychlost. Tato hladina se nazývá hladina akustického tlaku vozidla a značí se L_{veh} . Pro účely protokolu o akustickém provedení povrchu vozovky se L_{veh} pro osobní vozidla, dvounápravová těžká vozidla a vícenápravová těžká vozidla výkonově sečtou, za předpokladu určitého poměru těchto kategorií vozidel tak, aby se celkový výsledek mohl uvést jako jeden index. Tento index se nazývá statistický index při průjezdu (SPBI) a lze ho použít pro porovnání povrchu vozovek tak, že může být určen jejich vliv na hladinu akustického tlaku pro smíšený silniční provoz. Není vhodný pro určování skutečných hladin dopravního hluku.

3.1.2 Výhody a nevýhody SPB

Výhody SPB:

- poměrně velmi přesná metoda,
- bere v úvahu nejenom hluk způsobený odvalováním pneumatiky, ale i další vlivy (např. absorpci hluku motoru vozovkou),
- dobře zahrnuje vliv všech typů vozidel (lehkých i těžkých).

Nevýhody SPB:

- pouze bodová metoda,
- velmi náročná na volbu měřicího místa,
- při měření se zaznamená maximální hladina hluku při průjezdu vozidla – i náhodná událost může způsobit maximální hladinu hluku (zejména u nákladních vozidel),
- skladba dopravního proudu nemusí být vždy konstantní (může být závislá na čase a místě – např. u velkých průmyslových závodů či staveb může být více zastoupen jistý druh nákladních vozů),
- v některých státech se používají jiné pneumatiky v létě a v zimě => rozdílné výsledky v zimě a v létě,
- v budoucnosti se nemusí používat stále stejné pneumatiky (proto např. stejný dopravní proud může dát jiné výsledky v roce 2007 a 2015); podle výzkumů však tato změna nebyla v minulosti velká a nepředpokládá se to ani v blízké budoucnosti.

3.2 Metoda CPX (Close proximity) – Metoda malé vzdálenosti

CPX metoda je podrobně popsána v návrhu normy ISO/CD 11819-2 - Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close Proximity method. Finální verze normy zatím nebyla vydána.

3.2.1 Princip měření

Při metodě CPX jsou zaznamenávány hladiny akustického tlaku A emitované dvěma nebo čtyřmi testovacími referenčními pneumatikami na testovaném úseku společně s rychlostí testovaného vozidla. Hladiny akustického tlaku snímají minimálně dva mikrofony u každého kola. Pro měření je používáno speciální vozidlo s vlastním pohonem nebo přívěs tažený za jiným vozidlem. Testovací pneumatiky mohou být montovány na vozidlo po jedné nebo několika najednou. Tato norma zavádí čtyři typy testovacích referenčních pneumatik. Z důvodů ekonomických i praktických není používána pneumatika pro těžká vozidla. Je známo, že akustická charakteristika závisí na typu pneumatiky, proto CPX metoda nejlépe popisuje podmínky, kdy je většina hluku emitována lehkými vozidly (podíl těžkých vozidel v dopravním proudu pod 10 %). Nicméně jedna z referenčních pneumatik má podobné akustické vlastnosti jako pneumatiky pro těžká vozidla, přestože je určena pro vozidla lehká, čímž je akustický vliv těchto pneumatik brán v potaz.

Měření jsou prováděna se záměrem určení hladiny hluku pneumatika/vozovka L_{tr} na jedné nebo více z referenčních rychlostí (50, 80 a 110 km/h). To se může provést měřením při rychlosti blízké referenční rychlosti nebo měřením v širším rychlostním rozsahu a použitím vhodného normalizačního přepočtu pro rychlostní odchylky. Maximální povolené odchylky jsou v kapitole 8.7.3 ISO/CD 11819-2.

Pro každou referenční pneumatiku a každou měřicí jízdu s touto pneumatikou jsou zaznamenávány průměrné hladiny hluku spolu s rychlostí vozidla na každý testovací segment dlouhý 20 m. Hladina hluku pro každý segment je normalizována na referenční rychlost jednoduchým přepočtem. Průměrování je pak provedeno dle účelu měření (měření jednotlivého segmentu nebo několika navazujících segmentů – úseku). Výsledná průměrná hladina hluku pro každý z měřících mikrofonů na dané referenční rychlosti je nazývána hladina hluku pneumatika/vozovka a značí se L_{tr} . Tím pádem bude pro každou referenční pneumatiku a rychlost jedna L_{tr} .

CPX metoda má dvě varianty podle použitých referenčních pneumatik a účelu měření:

- Vyšetřovací metoda (Investigatory method) – preferovaná metoda – měření je provedeno s referenčními pneumatikami A, B, C i D. Jde o přesnější variantu, zabere však více času.
- Průzkumná metoda (Survey method) – měření je provedeno pouze s referenčními pneumatikami A a D. Je jednodušší, tím pádem může být vhodnější pro mapování dlouhých úseků silnic a dálnic.

Pro účely protokolu o akustickém provedení povrchu vozovky mohou být L_{tr} pro jednotlivé typy referenčních pneumatik přepočítány na jednočíselný index nazývaný CPX index (CPXI). CPXI může být použit k porovnávání akustických vlastností různých povrchů vozovek.

3.2.2 Výhody a nevýhody CPX

Výhody:

- oproti SPB rychlá metoda,
- dají se s ní měřit i dlouhé úseky komunikací.

Nevýhody:

- měří pouze hluk vzniklý odvalováním pneumatiky, nebere v potaz další akustické vlastnosti vozovky (např. absorpci hluku motoru vozovkou),
- poměrně problematicky postihuje vliv těžkých vozidel.

4. Měření metodou SPB

Pracovníky CDV byla sestavena měřicí aparatura pro SPB metodu. Ta se skládala ze zvukového analyzátoru Norsonic typ N 110, mikrofonního kalibrátoru Norsonic typ N 1251, mikrofonu Norsonic typ N 1220, zařízení na měření rychlosti projíždějícího vozidla a teploty. Měření probíhala na dálnici D2, na dvou typech povrchů (asfaltová vozovka a CB kryt). Na obr. 2 uvádíme pro ilustraci regresní přímku závislosti maximální hladiny akustického tlaku A na logaritmu rychlosti pro kategorii osobních vozidel na jednom z měřících míst.

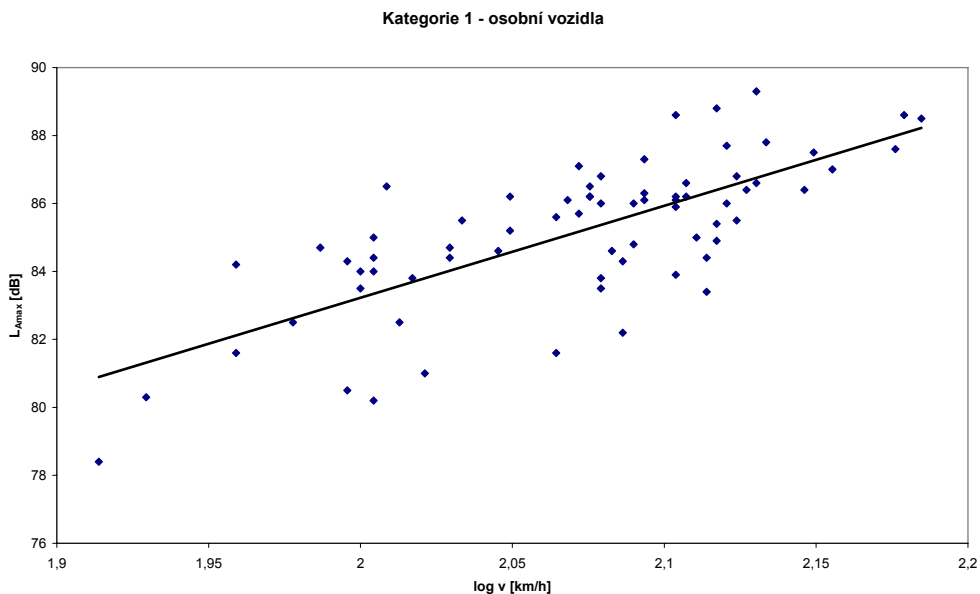
Tab. 2 CB kryt – hladiny akustického tlaku vozidel

HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU VOZIDEL			
Kategorie silniční komunikace podle jízdní rychlosti: vysoká			
Referenční rychlost pro osobní automobily: 110 km/h			
Referenční rychlost pro těžká vozidla: 85 km/h			
Referenční teplota: 20 °C (vzduch)			
	Kategorie vozidel 1	Kategorie vozidel 2a	Kategorie vozidel 2b
Hladina akustického tlaku vozidla před teplotní korekcí [dB]	89,3	89,7	92,9
Hladina akustického tlaku vozidla po teplotní korekci [dB]	88,1	88,5	91,7

Tab. 3 CB kryt – statistický index při průjezdu

STATISTICKÝ INDEX PŘI PRŮJEZDU - SPBI	
Kategorie silniční komunikace podle jízdní rychlosti: vysoká	
Podíl vozidel (váhové činitele W_x): standardní	
SPBI zkoušeného povrchu (nekorigováno na teplotu):	91,0
SPBI zkoušeného povrchu (korigováno na teplotu):	89,8

Obr. 2 Ukázka regresní přímky závislosti maximální hladiny akustického tlaku A na logaritmu rychlosti pro kategorii osobních vozidel



V následujících tabulkách jsou uvedeny ukázky naměřených hodnot pro sledované typy povrchů.

Tab. 4 Asfaltová vozovka – hladiny akustického tlaku vozidel

HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU VOZIDEL			
Kategorie silniční komunikace podle jízdní rychlosti: vysoká			
Referenční rychlost pro osobní automobily: 110 km/h			
Referenční rychlost pro těžká vozidla: 85 km/h			
Referenční teplota: 20 °C (vzduch)			
	Kategorie vozidel 1	Kategorie vozidel 2a	Kategorie vozidel 2b
Hladina akustického tlaku vozidla před teplotní korekcí [dB]	84,3	86,5	88,8
Hladina akustického tlaku vozidla po teplotní korekci [dB]	83,2	85,3	87,6

Tab 5 Asfaltová vozovka – statistický index při průjezdu

STATISTICKÝ INDEX PŘI PRŮJEZDU - SPBI	
Kategorie silniční komunikace podle jízdní rychlosti: vysoká	
Podíl vozidel (váhové činitele W_x): standardní	
SPBI zkoušeného povrchu (nekorigováno na teplotu):	86,6
SPBI zkoušeného povrchu (korigováno na teplotu):	85,4

5. Závěr

V příspěvku jsou prezentovány a analyzovány přístupy k hodnocení hlučnosti povrchů vozovek, které jsou směrodatné pro řešení problematiky povrchů silničních komunikací v souvislosti se snižováním hlukové zátěže. Aplikace výstupů z řešení vytvoří předpoklad pro zvýšení akustické kvality životního prostředí obyvatel.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl na základě aktivit finančně podpořených v rámci projektů Ministerstva dopravy č. CG712-102-120, č. 4499457501 a č. 1F55B/090/120.

Literatura

- [1] SCHGUANIN, G. Nové rámcové podmínky pro sanaci silničního hluku ve Švýcarsku. In *Strasse und Verkehr*, č. 1-2/06, pp. 6 – 11, Německo 2006.
- [2] LEEUWEN, H. The Sound of Cars and Trucks or Road Traffic Noise. In *Traffic noise - Traffic Technology International*. 2003.
- [3] *Guidance Manual for the Implementation of Low-Noise Road Surfaces*. SILVIA Project Report. FEHRL, 2006, Brussels, Belgium, ISSN 1362-6019.
- [4] BERNHARD, R., J., WAYSON, R. L. *An Introduction to Tire/Pavement Noise*. Final Research Report Number: SQDH 2005-1, Purdue University, USA, 2005.
- [5] SANDBERG U., EJSMONT J. A. *Tyre/road Noise Reference Book*. Informex, Schweden, 2002, ISBN 91-631-2610-9.
- [6] ČSN ISO 11819-1 - *Akustika - Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk - Část 1: Statistická metoda při průjezdu*. Český normalizační institut, 2000.

Přístupy k ekonomickému hodnocení hluku z dopravy

Vojtěch Máca, Jan Melichar

Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy

U Kříže 8, 158 00 Praha 5

e-mail: vojtech.maca@czp.cuni.cz, jan.melichar@czp.cuni.cz

Abstract

Economic assessment of transport noise is of particular importance for the evaluation of noise abatement measures proposed in action plans drafted as a part of implementation of the EC Environmental Noise Directive. The paper aims at discussing most prominent methods used for the valuation of noise effects based either on revealed or stated preferences, their strengths and limits. Further, the research on valuation of transport noise using stated preference approach in the ongoing project for Ministry of Transport is presented. Then preconditions for benefit transfer of available estimates for use in cost-benefit analysis are discussed.

1. Úvod

Expozice hluku je ve společnosti vnímána jako nepříjemný prožitek. Hluk může narušovat psychickou a fyzickou aktivitu a pro většinu jedinců představuje obtěžování, kterého by se rádi zbavili. Jedním z nejvýznamnějších zdrojů komunitního hluku je doprava. Dostupné odhady hovoří o tom, že až 30 % obyvatel EU je vystaveno hluku ze silniční dopravy, který překračuje hladinu 55 dB(A) [1]. Tyto okolnosti byly jedním z důvodů, které vedly k přijetí směrnice o hodnocení a řízení hluku v životním prostředí [2]. Hlavním cílem směrnice je – vedle zmapování míry expozice hluku ve venkovním prostředí a zpřístupnění těchto informací veřejnosti – vypracování akčních plánů, které budou zajišťovat předcházení a snižování hluku ve vnějším prostředí.

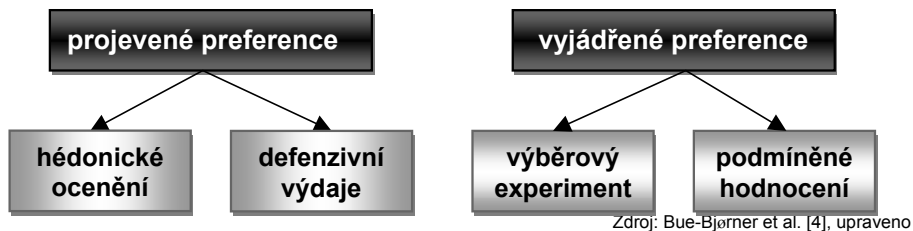
To fakticky znamená zaměření jak na současný stav, tak i různé budoucí aktivity, které mohou vést k nárůstu hlukové zátěže. Vedle identifikace stávajících oblastí s expozičními úrovněmi hluku, které mohou mít negativní dopady na lidské zdraví, bude nezbytné i důkladné posuzování vývoje hlukové zátěže z plánované výstavby nebo rozšiřování dopravní infrastruktury, organizačních dopravních opatření i jiných aktivit, které výrazně ovlivní poptávku po dopravě. Logickým důsledkem této politiky je rostoucí poptávka po peněžním vyjádření působení hluku, které by mohlo být zahrnuto do mechanismů posuzování investic do dopravní infrastruktury [3].

Cílem příspěvku je představit hlavní metody oceňování dopadů hluku, jejich výhody a omezení; přiblížit využití jedné z těchto metod v probíhajícím dotazníkovém šetření výzkumného projektu „Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách ČR“ a diskutovat způsob přenosu hodnot pro využití v analýze nákladů a přínosů protihlukových opatření.

2. Přístupy k oceňování hluku

V hlavním proudu ekonomické teorie existuje několik způsobů jak ocenit hluk. Následující schéma znázorňuje jedno z běžně používaných dělení metod oceňování (v tomto případě těch, které jsou relevantní pro oceňování hluku).

Obr. 1 Členění ekonomických metod používaných k oceňování hluku



Metody založené na projevených preferencích pracují s aktuálním chováním a rozhodováním aktérů na trhu, a to buď přímo s oceňovaným statkem (tržní cena) nebo s jinými statky, z nichž je možné hodnotu oceňovaného statku odvodit (hédonické ocenění, defenzivní výdaje). Naproti tomu metody založené na vyjádřených preferencích pracují s hypotetickým scénářem, v němž je uměle vytvořena kvazi-tržní situace. Jednotlivci nebo domácnosti je zde nastíněna situace, ve které se má rozhodnout, jak si cení oceňovaného statku ve srovnání s nutností obětovat výdaje na uspokojování jiných potřeb.

Určujícím faktorem volby metody oceňování je především to, že hluk jako takový není předmětem tržních vztahů, tj. nemá přímou ekonomickou hodnotu vyjádřenou tržní cenou. Proto je potřeba zvolit jinou metodu, kterou lze zjistit, jaká je ochota jednotlivce (domácnosti) zaplatit za vyhnutí se určité úrovni hluku, resp. jakou částku je ochoten akceptovat za strpění takové expozice. V praxi jsou dominantně využívány metody hédonického ocenění a rovněž metody založené na vyjádřených preferencích. Metoda defenzivních výdajů není v oblasti oceňování hluku příliš využívána, neboť nevyjadřuje přímo ztrátu blahobytu. Navíc do značné míry závisí na subjektivním vnímání efektivnosti realizovaných zábranných opatření, která často mění i další charakteristiky (např. dvojitá okna chrání nejen před hlukem, ale také před prachem a rovněž zabraňují úniku tepla).

2.1 Hédonické ocenění

Teoretické základy modelu hédonické ceny položil Rosen [5]. Podle něj je rovnovážná hédonická funkce ceny průnikem spotřebitelských preferencí a atributů poptávaného statku. Tato funkce přitom nemusí být lineární, což znamená, že ochota platit za stejně velkou změnu u jednoho atributu nemusí být stejná při různých počátečních hodnotách daného atributu.

Hédonický model pro odhad hodnoty hluku je obvykle založen na regresní analýze trhu s realitami. To je zároveň i největší přednost modelu, neboť vychází z pozorování reálného trhu. Východiskem tohoto přístupu je předpoklad, že transakce realizované na tomto trhu odrážejí preference kupujících pro různé atributy poptávaných nemovitostí. Při znalosti kupních cen nemovitostí, jejich charakteristik a charakteristik okolí – dostupnosti a dalších atributů okolního prostředí – je možné odvodit mezní cenu jednotlivých atributů, a tedy i hluku. V posledních letech roste obliba metody hédonického ocenění díky možnosti využívat při konstrukci modelu podrobné prostorové charakteristiky z obsáhlých databází a vrstev GISu.

Odvozená hodnota hluku je obvykle uváděna jako procentuální snížení hodnoty nemovitosti při zvýšení hladiny hluku o 1 dB a nazývá se index hlukové deprecie (noise sensitivity depreciation index – NSDI).

Funkce hédonické ceny může být dále kombinována s daty o příjmu a dalšími socioekonomickými charakteristikami obyvatel, což umožňuje odvození inverzní poptávky, která vyjadřuje funkci ochoty platit za ticho. Realizace druhého stupně modelu odvozujícího ochotu platit však není příliš častá kvůli nedostupnosti dat o příjmu domácností [6].

Nelson [7] vyjmenovává řadu kritických aspektů provázejících užití modelu hédonické ceny k odhadu hodnoty hluku. Patří sem:

- prostorová heterogenita a segmentace trhu s realitami,
- prostorová autoregrese a autokorelace,
- modely přizpůsobení trhu s realitami,
- omezení vyplývající z použití hlukových indexů,
- srovnatelnost mezi odhady založenými na hédonickém modelu a odhady přístupem vyjádřených preferencí.

Problém prostorové heterogenity hédonické ceny nejčastěji nastává v případě nízké cenové elasticity poptávky po specifickém atributu a sdílení této preference relativně významnou částí potenciálních vlastníků (případně nájemců) nemovitostí. Rostoucí velikosti analyzovaných vzorků tržních transakcí, umožněné zapojením geografických informačních systémů snižují omezení způsobená malou velikostí vzorku a jeho nedostatečnou variabilitou. Úzce souvisejícím problémem je existence regulace trhu v podobě sociálních bytů s regulovaným nájmem či jiného pokřivení trhu s bydlením. V takovém případě může docházet k potlačení významu určitých atributů, jak ukazuje studie realizovaná v Amsterdamu [8].

Problém autoregrese a autokorelace se týká především vzájemné provázanosti některých atributů v téže geografické lokaci, tedy případu, kdy nemovitosti v blízkém okolí sdílejí společné strukturální a jiné charakteristiky. Částečně lze tento problém odstranit zvýšením počtu proměnných lokality, problém vzájemné provázanosti některých charakteristik (např. působení hluku a znečištění ovzduší) to nicméně neodstraní.

Pro praktické využití při hodnocení investičních záměrů je atraktivní možnost použití modelů přizpůsobení trhu s realitami. To může alespoň teoreticky poskytnout lepší odhad vývoje tržních cen nemovitostí v oblastech s plánovanou výstavbou dopravní infrastruktury (typicky nové dráhy letiště). Proces přizpůsobení trhu je však značně komplikovaný, neboť v něm figurují i další těžko kvantifikovatelné faktory jako jsou transakční náklady či informační asymetrie mezi prodávajícími a kupujícími.

Indikátory působení hluku, které jsou definovány pro určité časové období (typicky den-večer-noc nebo noc), představují průměr akustické hladiny hluku za uvedené časové období. Tím však dochází ke ztrátě určitých informací o rozložení tohoto hluku, které může podstatným způsobem ovlivňovat pohodu člověka, a tedy i korelaci mezi hlukem a cenou nemovitosti. Některé studie přitom ukazují, že citliví jedinci považují za více obtěžující větší počet hlukových událostí s nižší hladinou hluku než menší počet s vyšší hladinou [9]. Nedávná studie Baranziniho a Ramireze [10] se snaží takové zkraslení snížit vytvořením subjektivního indexu obtěžování. Ten zjišťují dotazníkovým šetřením mezi uživateli bytů v Ženevě. Z tohoto indexu pak pomocí křivky závislosti expozice hluku a subjektivního obtěžování (annoyance) odvozuji index vnímané hladiny decibelů, což umožňuje porovnat objektivní expozici a subjektivní vnímání hluku.

Zajímavým tématem je otázka srovnatelnosti mezi odhady hodnoty hluku získanými hédonickým modelem a metodami založenými na přístupu vyjádřených preferencí. V případě, že není odhadován druhý stupeň hédonického modelu, tj. inverzní funkci poptávky (vyjádření ochoty platit za decibel), je nezbytné odhadnutý index hlukové deprecie převést na roční hodnotu investice (a tedy i zvolit životnost investice).

Existující srovnání těchto odhadů nicméně poskytují velmi různorodé výsledky, jejichž interpretace je nejednoznačná, zejména proto, že obě metody mají řadu implicitních omezení.

Následující tabulka ukazuje hodnoty indexu hlukové deprecie nemovitostí odhadnuté v několika studiích realizovaných v posledních letech v Evropě.

Tab. 1 Změna ceny nemovitostí při změně hladiny hluku ze silničního provozu o 1 dB(A)

Studie	Lokalita	Práh (dB(A))	Index hlukové deprecie (NSDI)
Wilhelmsson (2000)	Stockholm	56 (implicitně)	0.60
Lake et al. (1998, 2000)	Glasgow	54	0.20
		68	1.07
Rich and Nielsen (2004)	Kodaň	50	0.54 (domy)
			0.47 (byty)
Bjørner et al. (2003)	Kodaň	55	0.49
Bateman et al. (2004)	Birmingham	55	0.21–0.53

Zdroj: Nellthorp et al. [3]

2.2 Metody založené na přístupu vyjádřených preferencí

Z metod založených na přístupu vyjádřených preferencí jsou k oceňování hluku nejčastěji využívány metoda podmíněného hodnocení (contingent valuation) a různé podoby výběrového experimentu (choice experiment/stated choice). Oproti hédonické metodě mají výhodu v tom, že umožňují ocenit hluk přímým dotazováním na ochotu platit za změnu hlukové expozice. To je ovšem zároveň i jejich nevýhodou, neboť k tomu využívají hypotetický scénář, který je více či méně vzdálený realitě. S hypotetickou povahou přístupu vyjádřených preferencí jsou spojeny tři klíčové problémy týkající se prezentace scénáře, platebního mechanismu a potenciálního zkreslení.

K získání hodnověrných odhadů ochoty platit je nezbytně nutné představit respondentům věrohodný a srozumitelný scénář popisující oceňovanou změnu úrovně hluku. To bývá vyčítáno dřívějším studiím, neboť změna expozice hluku v nich byla nejčastěji prezentována v decibelech, což však je pro většinu respondentů obtížně představitelné. Novější studie se pokouší tento problém vyřešit tím, že respondentům představují srozumitelnější popis změny jako je „snížení hluku o polovinu“, „snížení na úroveň nedělního rána“, „úplná eliminace hluku“. Takový kvalitativní popis změny hlukové zátěže je však poměrně problematické převést na obecný denominátor (decibely) – např. Navrud ve své přehledové studii předpokládá, že snížení hluku o polovinu odpovídá snížení o 8 dB, a odstranění hluku že odpovídá snížení o 10 dB [11].

Poměrně propracovanější je oceňování jednoho z dopadů hluku na pohodu nazývaného obtěžování nebo rozmrzelost (annoyance). Pro hodnocení subjektivního vnímání obtěžování hlukem již existuje standardizovaná 5-ti stupňová škála [12]. Pomocí epidemiologických modelů distribuce obtěžování hlukem (někdy nazývaných jako Schulzova křivka) lze vyjádřit procentuální zastoupení jednotlivých úrovní obtěžování při expozici konkrétní hladině hluku. V současnosti je v Evropě nejvíce používán model se 3 stupňovou škálou obtěžování [13].

Věrohodnost scénáře také výrazně ovlivňuje zvolený způsob eliminace nebo snižování hluku. Pro respondenta musí být představený způsob realistický a přijatelný. U řady opatření přitom zároveň dochází ke změnám i v jiných attributech ovlivňujících

ochotu platit (typicky omezení výhledu protihlukovými stěnami), což je obdobný problém jako autokorelace u modelu hédonické ceny.

Druhý významný problém se týká platebního mechanismu, který by neměl v respondentech vyvolávat negativní reakce. S tím se často potýkaly dřívější studie, které jako platební mechanismus používaly opatření, jako jsou příspěvky majitelům vozidel na pořízení nízkohlučných pneumatik nebo omezovačů hluku z motoru. Respondenti obvykle odmítali přistoupit na tento způsob platby s poukazem na to, že takové náklady by měli nést uživatelé vozidel. Novější studie se pokouší tento problém řešit volbou jiných platebních mechanismů, jako jsou poplatky nebo místní daně, jejichž výnosy budou použity na financování nákladných protihlukových opatření (položení nízkohlučného asfaltu apod.). Bohužel ani tyto platební mechanismy nejsou ideální, neboť řada respondentů vyjadřuje nedůvěru k hospodaření státu a místních samospráv a zpochybňuje, že vybrané peníze budou skutečně použity na deklarovaný účel.

Výhoda metod založených na přístupu vyjádřených preferencí v jejich přímém dotazování na hodnotu oceňovaného atributu je zároveň potenciální příčinou zkreslení získaných hodnot. Obtěžování hlukem totiž často představuje externalitu, přitom z jejího zamezení mají prospěch všichni dotčení bez ohledu na jejich příspěví, což může vést k výskytu tzv. černého pasažérství (free-rider problem) nebo naopak strategických postojů s uváděním přehnaně vysoké ochoty platit. Riziko takového zkreslení je největší u podmíněného hodnocení, kdy je snížení hluku jediným oceňovaným statkem. U výběrového experimentu je toto riziko závislé na dalších attributech zahrnutých do hodnocených scénářů.

Uvedené problémy přispívají k tomu, že v dotazníkových šetřeních se objevuje nezanedbatelný podíl nulových hodnot ochoty platit. Ty mohou vyjadřovat buď to, že respondent není ochoten za změnu hluku platit nebo také to, že respondent nesouhlasí se scénářem a/nebo platbou (tzv. protestní odpověď). V dotazníkovém šetření realizovaném v evropském projektu HEATCO v 6 zemích byl pouze ve Švédsku podíl nulových odpovědí menší než 50 %, v ostatních se pohyboval v rozmezí 68-86 %, přitom převážná část nulových odpovědí byla vyjádřením protestu proti scénáři, resp. platebnímu mechanismu [14]. Další problémy však vyvolává otázka, zda nulové hodnoty započítávat při odhadování výše ochoty platit.

Následující tabulka ukazuje hodnoty ochoty platit za eliminaci obtěžování hlukem ze silniční dopravy při různých úrovních obtěžování získané ve třech různých studiích.

Tab. 2 Srovnání studií odhadujících ochotu platit za snížení obtěžování hlukem ze silniční dopravy [v EUR₂₀₀₅]

Úroveň obtěžování	Lambert et al. [15]	Bjørner et al. [4]	HEATCO [14]
Vůbec ne	49	45	8
Lehce	63	85	37
Středně	81	198	85
Hodně	105	257	84
Extrémně	135	361	81

3. Oceňování hluku v projektu TranExt

Autorům příspěvku není známo žádné původní ekonomické hodnocení hluku realizované v českých podmínkách. V současnosti Ministerstvo dopravy vychází ze studie SUDOP z roku 1996, která udává hodnotu 2 281 až 3 955 Kč osobu (v cenách

roku 2004), základní hodnota v modelu HLUK je 80 Kč/osobu/rok/dB, což je hluboko pod hodnotami používanými v zahraničí. Původ těchto hodnot přitom není zřejmý, s největší pravděpodobností byly převzaty ze zahraničí, není přitom jasné do jaké míry byla testována jejich použitelnost v podmínkách ČR, což do značné míry limituje jejich vypovídací schopnost.

Snaha o nápravu tohoto stavu vedla k tomu, že v rámci projektu VaV „Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách ČR - TranExt“ nyní probíhá dotazníkové šetření ke zjištění ochoty platit za eliminaci obtěžování hlukem ze silniční a železniční dopravy. Pro toto šetření byla zvolena výše popsaná metoda podmíněného hodnocení.

Při konstrukci dotazníku jsme vycházeli z realizovaných zahraničních šetření na oceňování hluku [4, 14, 16], včetně formulace otázek na zjištění subjektivní úrovně obtěžování hlukem odpovídající výše zmíněné 5-ti stupňové škále.

Navržený dotazník byl opakovaně testován v různých lokalitách v Praze a ve Znojmě. Cílem bylo ověřit srozumitelnost otázek, vhodnou strukturu nabízených odpovědí u uzavřených otázek, věrohodnost hypotetického scénáře a jeho akceptaci respondenty.

Výsledná struktura dotazníku je následující – na úvod jsou zařazeny obecné otázky na kvalitu života, zdravotní obtíže, a vnímání rušivého působení dopravy. Další část je zaměřena na individuální a veřejná opatření proti hluku, po které následuje představení hypotetického scénáře a otázky zjišťující ochotu platit. Potom jsou zařazeny otázky týkající se charakteristiky bytu nebo domu a nakonec i samotného respondenta a jeho domácnosti. Poslední část představují otázky pro tazatele, zjišťující jak vážně respondent dotazování bral a jak rozuměl pokládaným otázkám. Dotazníkové šetření probíhá od října do listopadu na celkovém vzorku přibližně 600 respondentů. V následujících měsících bude probíhat vyhodnocení získaných dat a modelování funkce ochoty platit za eliminaci obtěžování hlukem ze silniční a železniční dopravy. První výsledky by měly být k dispozici na jaře příštího roku.

4. Využití výsledků

Akční plány předpokládají realizaci různých typů protihlukových opatření, které se liší jak mírou zabránění hluku, tak i potřebnými náklady na jejich realizaci. Přínos opatření je přitom místně specifický, tj. přináší prospěch v podobě konkrétního snížení hlukové zátěže obyvatelům konkrétní lokality. I když akční plány identifikují počet obyvatel zasažených určitými hladinami hluku, nic to však neříká o tom, zda je při existujícím rozpočtovém omezení lepší větší snížení hluku prospívající menšímu počtu exponovaných obyvatel nebo naopak menší snížení prospívající většímu počtu obyvatel.

Ekonomické ocenění hluku (resp. části jeho dopadů) takové srovnání umožňuje a napomáhá tím k dosažení společensky optimální úrovně výdajů na snížení hluku. Stejným předpokladem rutinního využití peněžního ocenění hluku je přenositelnost hodnot, ať už v čase nebo v prostoru. Důvodem jsou možné změny ochoty platit jak v závislosti na úrovni hluku, tak i na příjmu jednotlivce či domácnosti a v případě odhadů z hédonického modelu i na úrovni cen nemovitostí.

V současnosti ovšem nepanuje shoda o optimálním způsobu přenosu hodnot ocenění. V zásadě tak lze uvažovat buď o přenosu samotných hodnot nebo celé funkce vyjadřující vztah mezi velikostí změny oceňovaného statku, úrovní příjmu a dalšími uvažovanými atributy. V prvním případě je hodnota často upravována na

základě usuzovaného vztahu závislosti ochoty platit a výše příjmu. Přenos funkčního vztahu má výhodu v tom, že by alespoň teoreticky měl umožňovat i zohlednění určitých místních specifik, pokud jsou takové specifické atributy součástí funkčního vztahu.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl jako součást řešení projektu VaV CG712-111-520 „Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách ČR“ podpořeného Ministerstvem dopravy ČR.

Literatura

- [1] BERGLUND, B., LINDVALL, T., SCHWELLA, H. D. Guidelines for Community Noise, Geneva: World Health Organization, 1999. 161 p.
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí, *Úřední věstník*, L 189/12.
- [3] NELLTHORP, J., BRISTOW, A. L., DAY, B. Introducing Willingness-to-pay for Noise Changes into Transport Appraisal: An Application of Benefit Transfer, *Transportation Reviews*, Vol. 27, No. 3, 2007, p. 327-353.
- [4] BUE-BJØRNER, T., LUNDHEDE, T., KRONBAK, J. Valuation of Noise Reduction – Comparing results from hedonic pricing and contingent valuation. AKF Forlaget, October 2003, Copenhagen, Denmark, 2003, 148 pp.
- [5] ROSEN, S. Hedonic prices and implicit markets: production differentiation in pure competition. *J Polit Econ*, Vol. 82. 1974. p. 34–55.
- [6] BATEMAN, I. J., DAY, B., LAKE, I. The Valuation of Transport-Related Noise in Birmingham; Non-Technical Report to the DfT; Centre for Social and Economic Research on the Global Environment & Centre for Environmental Risk; School of Environmental Sciences, University of East Anglia, UK., 2004
- [7] NELSON, J. P. Hedonic Property Value Studies of transportation Noise: Aircraft and Road Traffic, in: Baranzini, A., Ramirez, J., Schaerer, C., Thalmann, P. (eds.) Hedonic Methods in Housing Market Economics, Springer, 2008.
- [8] VAN PRAAG, B. M. S., BAARSMA, B. E. Using Happiness Surveys to Value Intangibles: the case of airport noise, *The Economic Journal*, Vol. 115 (January 2005), p. 224-246.
- [9] ALBEE ET AL. (2006) cit. in op. sub [6]
- [10] BARANZINI, A., RAMIREZ, J. V. Paying for Quietness: The Impact of Noise on Geneva Rents, *Urban Studies*, Vol. 42, No. 4, 2005, p. 633-646.
- [11] NAVRUD, S. The Economic Value of Noise Within the European Union – A Review and Analysis of Studies, paper presented at Acústica 2004 Conference, Guimarães, Portugal.
- [12] ISO/TS 15666:2003. Acoustics. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, Geneva: ISO.
- [13] MIEDEMA, H. M. E., OUDSHOORN, C. G. M. Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109, No. 4, 2001, s. 409-416.
- [14] NAVRUD, S., TRÆDAL, Y., HUNT, A., LONGO, A., GRESSMANN, A., LEON, C., ESPINO, R., MARKOVITS-SOMOGYI, MESZAROS, F. Economic values for key impacts valued in the Stated Preference surveys, Deliverable four, HEATCO – Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project

Assessment, projekt 6. rámcového programu Evropské komise, IER University Stuttgart, 2006, dostupné na <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de>.

- [15] LANBERT, J., POISSON, F., CHAMPLOVIER, P. Valuing benefits of a road traffic noise abatement programme: a contingent valuation study. INRETS-LTE, Bron, France. Paper presented at the 17th International Congress on Acoustics, Rome, September 2-7, 2001.
- [16] NAVRUD, S. Economic benefits of a program to reduce transportation and community noise – A contingent valuation survey. In Proceedings of Internoise 2000, Nice, France. 2000.

Kvalita a kvantita povrchového odtoku z pozemních komunikací

Danuše Beránková*, Jiří Huzlík**

**Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i., pobočka Brno
Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno*

***Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., divize dopravní infrastruktury a životního prostředí
Křižíkova 70, 612 00 Brno*

e-mail: danuse_berankova@vuvv.cz, jiri.huzlik@cdv.cz

Abstract

This contribution brings information about research project supported by Ministry of Transport of Czech Republic VaV 1F54G/011/120. The project dealt with qualitative and quantitative parameters of roads rainfall – runoff. This investigation was realized on several sampling points situated on the highway D1 Praha - Brno in the period 2005 – 2007. Monitoring of water quality was focused mainly on priority dangerous substances (heavy metals and PAHs), monitoring of water quantity was aimed on derivation of outflow coefficients. Obtained results show only moderate pollution caused by toxic element, problems with chlorides and in some cases positive toxicity testing.

1. Úvod

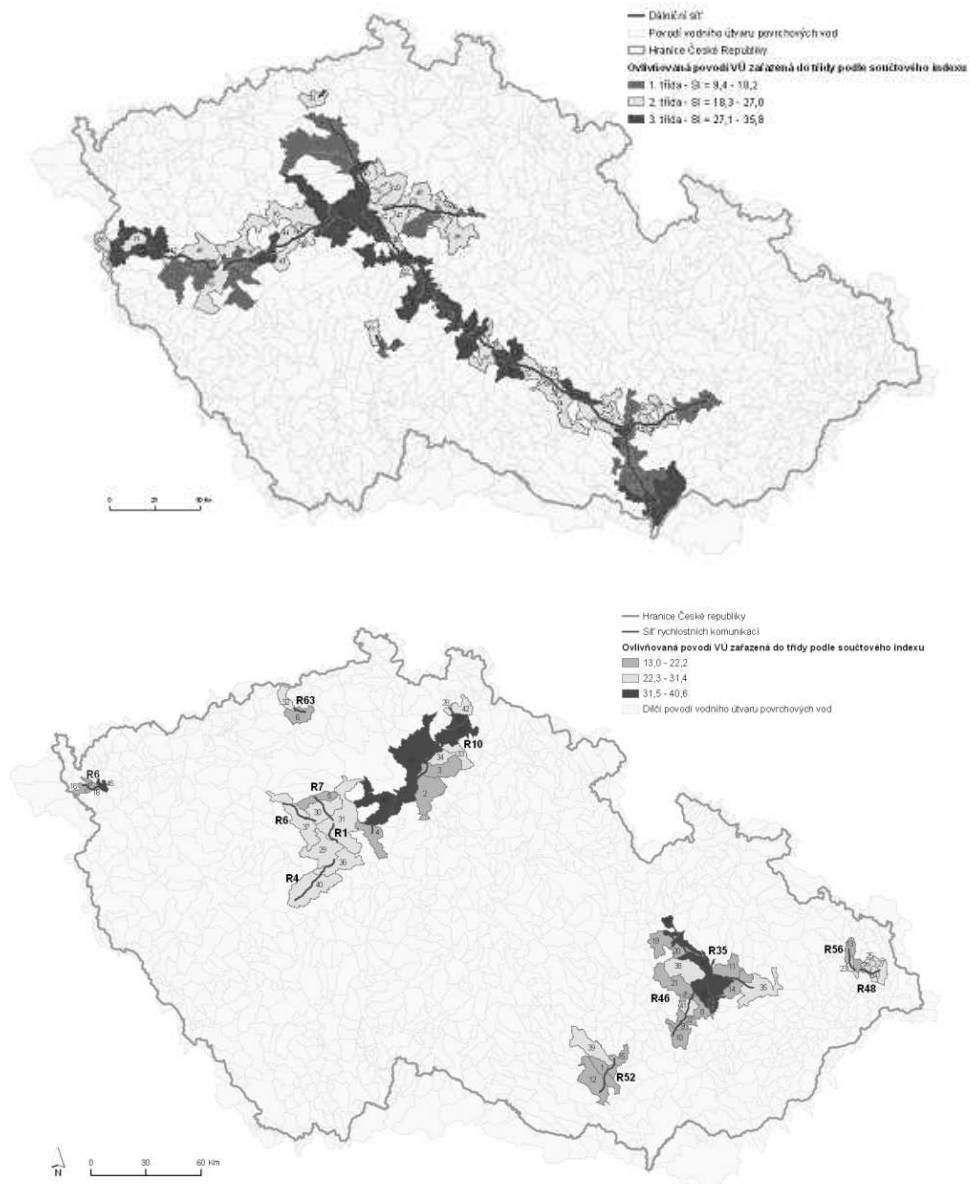
Vlivem provozu automobilů dochází k uvolňování řady škodlivin, které potenciálně ohrožují složky životního prostředí i zdraví člověka. Tento aspekt nabývá v posledních letech na významu se stále rostoucí intenzitou a rozvojem automobilové dopravy. Dopadem tohoto znečištění na povrchovou vodu se zabýval tříletý výzkumný projekt pro Ministerstvo dopravy VaV 1F54G/011/120, který byl ukončen v roce 2007 [1]. Výsledky řešení měly pomoci zodpovědět následující otázky: Jaký je dopad provozu dálnic a rychlostních komunikací na recipienty a vodní útvary? Jaké jsou hlavní kontaminanty? Do jaké míry jsou tvořeny prioritními nebezpečnými látkami? Jak jsou potenciálně ohroženy všechny typy vodních útvarů v ČR? Jaká jsou doporučení a návrhy opatření?

2. Metodika a řešení

Zahájení prací předcházelo zpracování rozsáhlé rešerše, která pomohla nalézt základní tématické okruhy k problematice znečištění z komunikací a přiblížila současnou úroveň poznání v jiných státech.

Metodicky byl dopad na vodní recipienty řešen dvěma postupy. Prvním postupem bylo zpracování analýzy potenciálního ohrožení vodních útvarů s využitím prostředků GIS. Tato multikriteriální analýza zahrnovala proměnlivé ovlivňující faktory jako jsou srážky, nadmožská výška, intenzita dopravy, existence ochranných pásem aj. a umožnila vybrat potenciálně ohrožené vodní útvary. Výsledky jsou znázorněny na obr. 1.

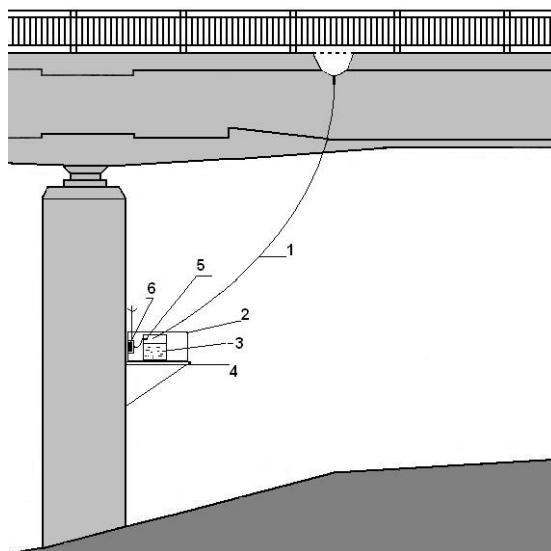
Obr. 1 Potenciální ohrožení vodních útvarů povrchových vod: dálnice a rychlostní komunikace



Druhým postupem pak bylo samotné měření a provádění rozborů vody. Terénní šetření zaměřené na jakost a množství povrchového odtoku bylo realizováno v letech 2005–2007 na dálnici D1. Odběrná místa reprezentovaly jak frekventované úseky této komunikace mezi 61,5 až 81,5 km, tak i dosud málo zatížené nově zprovozněny

dálniční úsek u Kroměříže na 233,0 km. Na 149,5 km u Velkého Meziříčí byl odběr prováděn za využití automatického odběrného zařízení. Schéma tohoto odběrného zařízení je na obr. 2

Obr. 2 Schéma umístění odběrného zařízení s dálkovým hlášením provedeného odběru



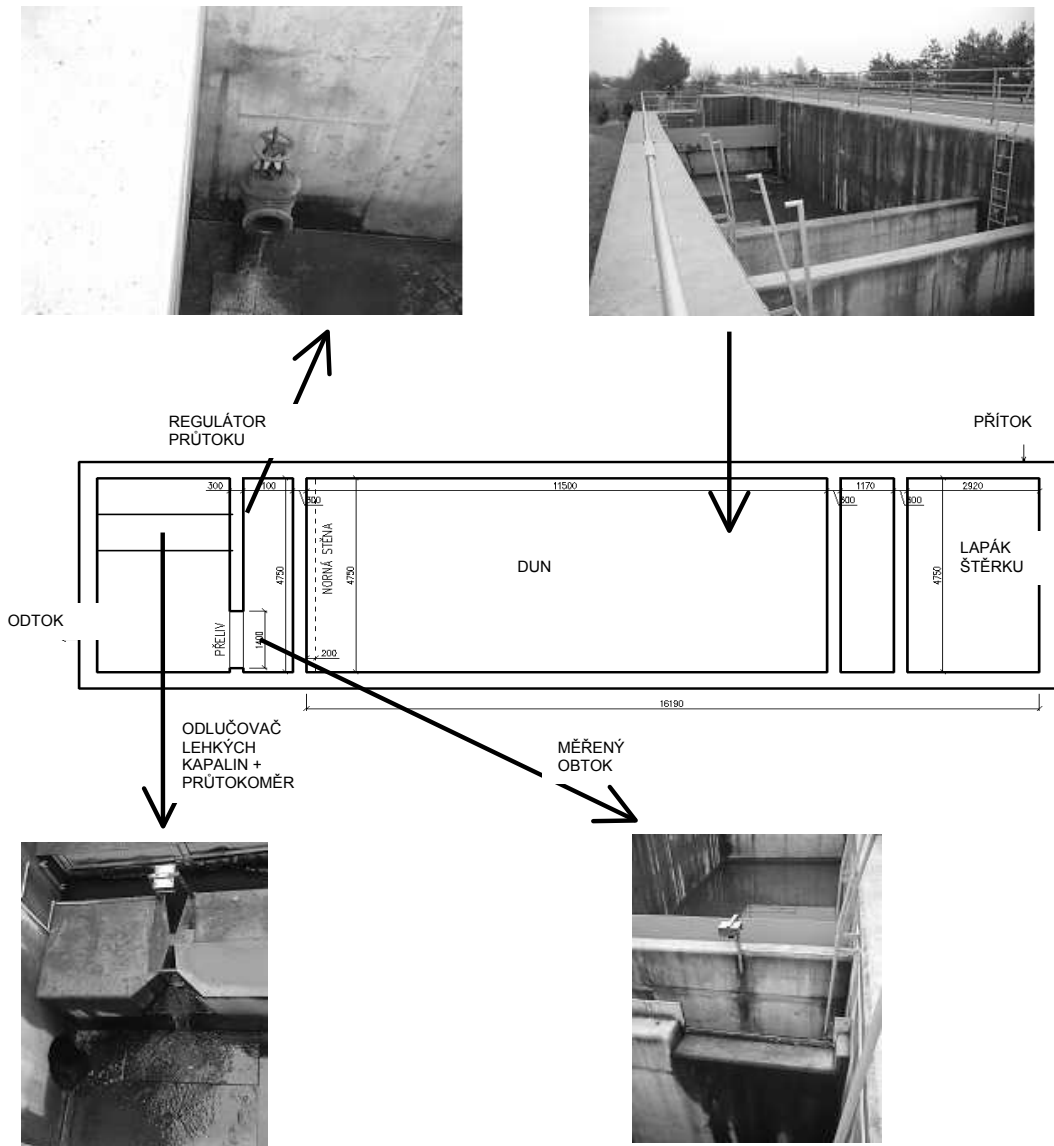
Legenda:

1. hadice
2. plastový kontejner
3. odběrová nádoba
4. konzola
5. hladinový spínač
6. vysílací modul

Opakované odběry vody byly prováděny na přítoku dešťových usazovacích nádrží (DUN) a v přilehlých recipientech. K doplnění informací o akumulaci škodlivin byly odebrány a analyzovány vzorky sněhu a půdy z krajnic a také kal usazený na dně DUN. Ve vzorcích vody a vodných výluzích kalů byly prováděny analýzy široké škály chemických ukazatelů, nebezpečných a prioritních nebezpečných látek a testy ekotoxicity.

Pro měření a vyhodnocení srážkoodtokových poměrů byl vybrán objekt DUN na 72,1 km dálnice D1 s 5,375 ha odvodňované zastavěné plochy [1]. Průběh srážkové činnosti byl zaznamenáván pomocí člunkových srážkoměrů, k měření průtoku a obtoku v DUN bylo využito Parshalova žlabu, Ponceletova přelivu a stávajícího zařízení s možností automatické registrace a dálkového přenosu naměřených dat. Schéma DUN se znázorněním měřicích prvků je na obr. 3. Pro naměřené srážkové epizody byly následně odvozeny průměrné odtokové součinitele, udávající poměr mezi objemem odtoku a srážky, které se pohybovaly v rozmezí 0,53 – 0,87. Následně byl odvozen specifický povrchový odtok z jednotky plochy, který byl dále využit pro modelování povrchového odtoku a dopadu na recipienty v povodí nádrže Švihov [1].

Obr. 3 Schéma dešťové usazovací nádrže instalované na odvodňovacích systémech dálnic



3. Výsledky měření

Řada látek, zjišťovaných ve splachu z dálnic se vyskytovala v koncentracích na úrovni mezi stanovitelnosti používaných analytických metod, jiné látky byly nalézány v měřitelných a vyšších koncentracích. Ty byly následně označeny jako signifikantní pro dopravu a byly navrženy hodnoty pro jejich kontrolu. Z prioritních látek se jedná se zejména o zástupce PAU (benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, benzo[ghi]perylen, indeno[1,2,3-cd]pyren, fluoranthen) z kovů Pb, Cd, Ni, Hg. Z ostatních byly navrženy Cu, Cr, Zn, C10-C40 a chloridy. Bylo potvrzeno, že

specifické znečištění charakteristické extrémně vysokými koncentracemi chloridů vzniká v souvislosti se zimní údržbou silnic, kdy se používají k zajištění sjízdnosti posypové soli a solné roztoky. Z dosavadních výsledků vyplynulo, že kontrolní úsek s minimálním provozem vykazoval ve sledovaných parametrech výrazně nižší koncentrace sledovaných látek.

Při dešťových srážkách a v období tání sněhu, kdy dochází k povrchovému splachování z komunikace jsou koncentrace chloridů ve vodě mnohonásobně vyšší oproti přirozenému obsahu ve vodě a podílí se na zvyšování toxicity. To bylo prokázáno zejména na zástupci řas *Scenedesmus quadricauda*, který se projevil jako nejcitlivější organismus v testech toxicity. K vyplavování zvýšených koncentrací chloridových iontů z podloží však dochází v těchto úsecích dálnice celoročně.

Rada organických látek i kovů je vázaná na nerozpuštěné látky a přítomné jílovité částice, které postupně sedimentují v různých odvodňovacích zařízeních a recipientech. Byla potvrzena vysoká akumulace v kalech z dešťových usazovacích nádrží, což vede až k jejich kategorizaci jako nebezpečného odpadu a nastoluje otázku potřeby pravidelné údržby. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Ukazatele kvality vod odtékajících z dálnic a rychlostních silnic

Ukazatel kvality vody	Jedn.	Průměr	Medián	Q90	Nař. vl. 229/2007 Sb.	Prac. cíl 2005
Pb	µg.l ⁻¹	3,82	2,40	6,10	14,4	5
Cd*	µg.l ⁻¹	0,406	0,190	0,770	0,7	0,2
Ni*	µg.l ⁻¹	45,3	21,8	132	40	5
Hg	µg.l ⁻¹	0,199	0,140	0,270	0,1	0,1
Cr*	µg.l ⁻¹	4,83	4,50	6,80	35	2
Cu	µg.l ⁻¹	19,0	13,7	52,8	25	2
Zn	µg.l ⁻¹	142	69,0	400	160	10
Cl	mg.l ⁻¹	1 095	726	1 510	250	
C10-C40	mg.l ⁻¹	0,145	0,145	0,88	0,1	
benzo[b]fluoranten	ng.l ⁻¹	7,66	3,75	20,4	60	30
benzo[k]fluoranten	ng.l ⁻¹	5,87	3,65	15,7	60	30
benzo[a]pyren	ng.l ⁻¹	5,63	2,10	11,8	100	50
benzo[ghi]perylen	ng.l ⁻¹	6,29	3,33	13,1	30	16
indeno[1,2,3-cd]pyren	ng.l ⁻¹	5,69	3,25	15,5	30	16
fluoranten	ng.l ⁻¹	21,2	9,80	63,0	200	90
Σ 6 PAU	ng.l ⁻¹	7,66	3,75	20,4	200	

*vyskytují se statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými lokalitami

Q90 90% percentil ze všech stanovení

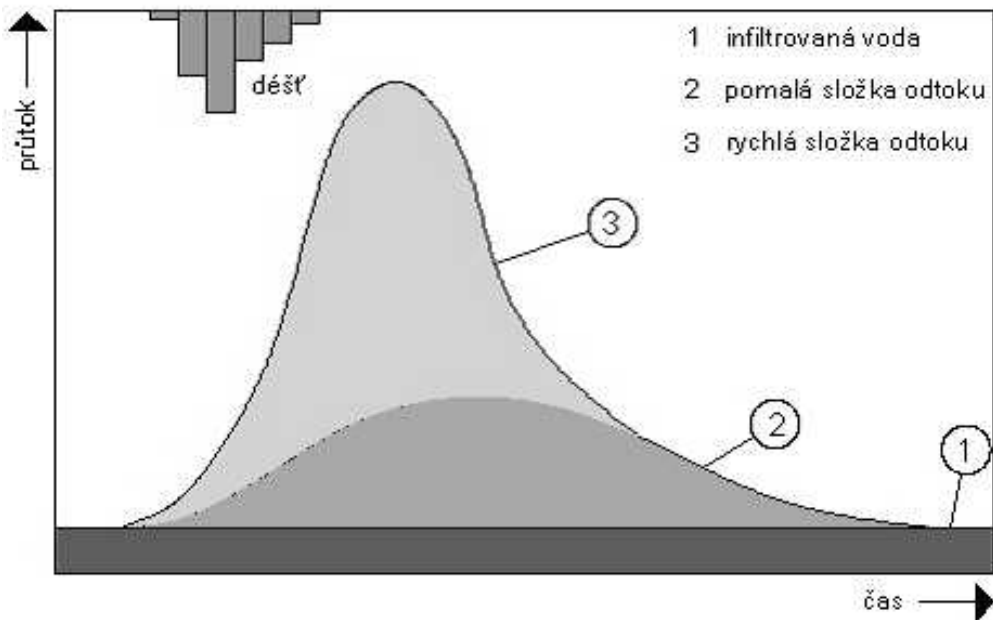
Q90 překračuje Prac. cíl 2005

Q90 překračuje nař. vl. 229/2007 Sb.

Cenné výsledky přinesla etapa zabývající se kvantitou srážkoodtokového procesu a modelováním dopadu na recipienty. V rámci kontinuálního měření byl na zájmové ploše zaznamenán úplný hydrogram reálného přítoku z dálnice, kdy byly zaznamenány i vysoké povodňové stavy na přilehlých recipientech. Obecně je naznačen hydrogram na obr. 4. Provedená klasická analýza hydrologických podkladů s odvozováním průměrných odtokových součinitelů má však s ohledem na dobu sledování malou vypovídací schopnost, proto bylo přistoupeno k odvození specifického odtoku z povodí rychlostní komunikace třídy D27,5. Takto vyhodnocený specifický odtok zahrnoval i průměrnou hodnotu infiltrované vody, která se podílí na naředování vod odtékajících z povrchu komunikace. Základní parametry povodí

odvodňovaných do jednotlivých DUN, včetně maximálního specifického bezdeštného odtoku jsou uvedeny v tab. 2.

Obr. 4 Schéma fází hydrogramu povrchového odtoku

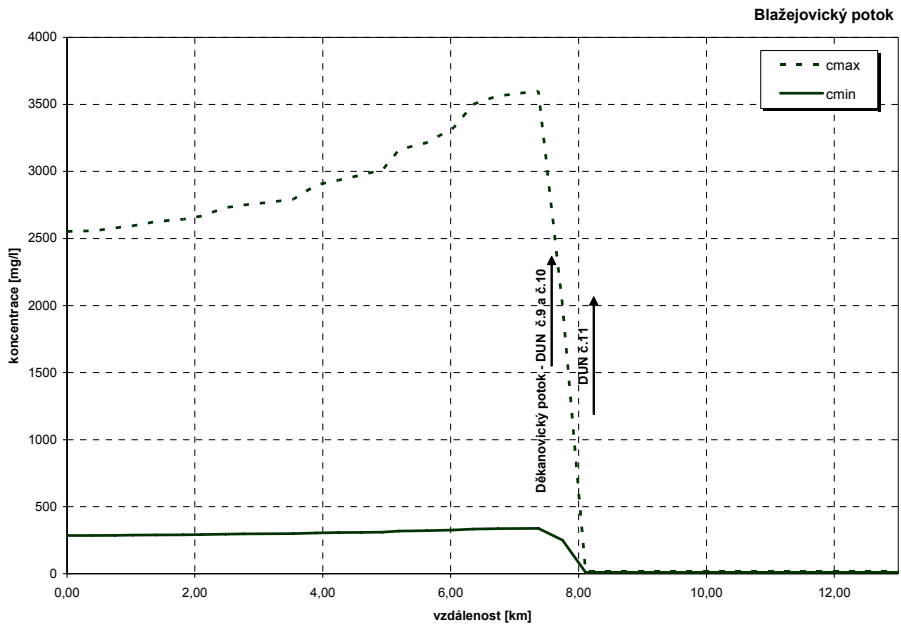


Tab. 2 Základní parametry sledovaných povodí na dálnici D1

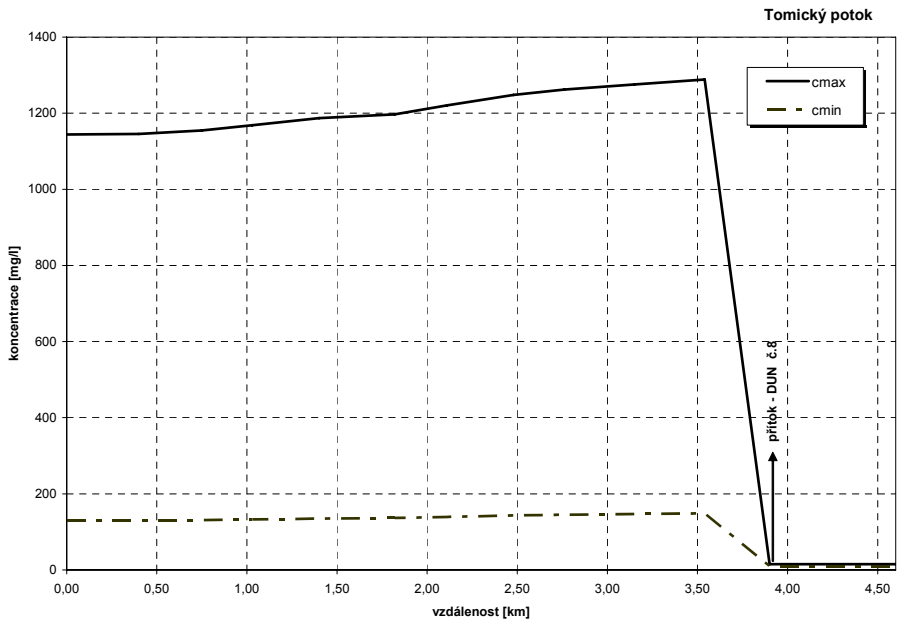
Označení povodí	Délka sběrného úseku L [m]	Šířka zpevněné plochy zájmového území B [m]	Celková zpevněná sběrná plocha zájmového území $F = L \cdot B$ [ha]	Retenční objem nádrže (bez trubní retence) [m ³]	Max. specifický bezdeštný odtok q_p [l.s ⁻¹ .ha ⁻¹]
DUN č. 7	1500	25,0	3,750	174	0,19
DUN č. 8	1500	25,0	3,750	159	0,06
DUN č. 9	2100	25,0	5,250	356	0,10
DUN č. 10	2150	25,0	5,375	143	0,09
DUN č. 11	1600	25,0	4,000	291	0,15

Jednoduchým bilančním modelem bylo odvozeno množství a koncentrace zvolené znečišťující látky (chloridy) ve vybraných recipientech pro různé varianty průtoku a koncentrací v zimním a letním období. Pro příklad jsou na obr. 5. a 6. uvedeny grafy znázorňující modelovaný tok koncentrací chloridů v podélném profilu recipientů, do kterých ústí vody vytékající z DUN. I když bylo pro dané scénáře koncentrací (léto, zima) a průtoků (vyšší, nižší stav) použito různého stupně zjednodušení, mohou být získané výsledky vhodným podkladem i posouzení havárií, pro předpovědi efektu nápravných opatření a pro vyhodnocení výsledků zásahů do povodí.

Obr. 5 Blažejovický potok – vyšší průtoky, zimní konc. chloridů



Obr. 6 Tomický potok - nižší průtoky, letní konc. chloridů



Z pohledu vodohospodářské legislativy v ČR není problém znečištěných srážkových vod a případných limitů dosud obecně dořešen. Z tohoto důvodu je nutné zabývat kvalitou těchto vod, získávat další data a doplňující údaje. Kromě návrhu monitorovací sítě byla jako výstup projektu navržena metodika pro monitorování, která umožní zainteresovaným subjektům provádět sledování a vyhodnocování srážkoodtokového procesu na úsecích dálnic a rychlostních komunikací.

Na ni by měla navazovat další etapa realizace opatření, která se bude zabývat možnostmi dočišťování a eliminací přísunu škodlivých látek do vodního prostředí a celého ekosystému podobně jak je možno vidět na příkladech z okolních států.

4. Závěr

Poznatky, které vyplývají z tohoto výzkumného projektu, lze heslovitě shrnout následovně:

- Negativní vliv dálničních splachů na recipienty a vodní útvary zvyšuje také určité množství znečišťujících látek, které Evropská unie řadí do kategorie prioritně nebezpečných.
- Samostatným problémem zůstávají vysoké koncentrace chloridů ze zimní údržby, které přispívají k toxicitě vodního prostředí prokázaného testováním na řasách.
- I při nízkých hodnotách odtokových koeficientů dálničního území dochází v období intenzivních srážek k rozvodnění malých toků, naředění a odnosu znečištění navázaného na sedimenty dále do povodí.
- Obdobně jako v ostatních evropských státech je třeba tuto potenciální zátěž nejen monitorovat a kontrolovat, ale současně také vykonávat tzv. nejlepší provozní praxi při údržbě (BMP), projektovat a realizovat účinná ochranná opatření, která spočívají v půdních filtrech, protékaných mokřadech aj.

Literatura

- [1] BERÁNKOVÁ, D., BRTNÍKOVÁ H., HUZLÍK, J., JULÍNEK, T., KUPEC, J., MLEJNKOVÁ, H., POSPÍŠIL, Z., PRAX, P., SEDLÁČEK, P. Vliv srážkoodtokových poměrů dálnic a rychlostních komunikací a jejich dopad na vodní útvary ve smyslu Směrnice 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. (Závěrečná zpráva projektu VaV 1F54G/011/120 za roky 2005 až 2007). Brno: VÚV T.G.M., 2008, 53 s.
- [2] Monitorování srážkoodtokových poměrů dálnic a rychlostních silnic (Návrh textu Technických podmínek MD ČR). Příloha č. 4 Závěrečné zprávy projektu VaV 1F54G/011/120 za roky 2005 až 2007. Brno: VÚV T.G.M., 2008, 27 s.

Vliv dopravy na změny v krajině

Marek Havlíček

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

Lidická 25/27, 602 00 Brno

e-mail: marek.havlicek@vukoz.cz

Abstract

The Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, v.v.i. deals among others with long-term changes in the landscape. The research is based on the study of old and contemporary topographic maps. Transportation can be considered as one of main socio-economic driving forces that influence use and shaping of the landscape. In the past, it was mainly railways, especially localization of main railway lines and significant junctions that influenced landscape most. Present landscape changes are connected especially with localization of main roads (motorways, express ways).

1. Úvod

Dlouhodobé změny v krajině jsou v posledních letech předmětem řady odborných prací u nás i v zahraničí. Studium dlouhodobých změn v krajině vychází především z historických pramenů, topografických map, leteckých a družicových snímků. Brněnské pracoviště Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. se podílí na výzkumném záměru MSM 6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky a její fragmentace. Jedna ze tří hlavních částí tohoto projektu je věnována změnám v krajině v České republice na základě studia starých a současných topografických map. Cílem projektu je vyhodnotit změny v krajině na území celé ČR v několika základních časových horizontech. Dostupnost a kvalita mapových zdrojů umožňuje sledovat vývoj krajiny v ČR od období I. rakouského vojenského mapování (1763–1783). Toto období je poznamenáno významnými zásahy člověka do krajinného rázu. Pozornost je věnována všem socioekonomickým faktorům, zejména rozvoji zemědělství, průmyslu, rekreačního ruchu. Značný význam při změnách v krajině má také rozvoj dopravy a lokalizace dopravních tras a uzlů.

2. Metodika

Pro podrobný vývoj krajiny je na oddělení aplikací GIS využíván bohatý mapový archiv digitálních topografických map, které jsou kromě polohopisně problematického I. rakouského vojenského mapování převedeny do souřadného systému S–JTSK a jsou zpracovávány v geografických informačních systémech.

Seznam mapových zdrojů:

- 1. rakouské vojenské mapování v měřítku 1:28 800 (1763–1783),
- 2. rakouské vojenské mapování v měřítku 1:28 800 (1836–1852),
- 3. rakouské vojenské mapování v měřítku 1:25 000 (1876–1880),
- 3. rakouské vojenské mapování reambulované Vojenským zeměpisným ústavem v měřítku 1:25 000 (1921–1951),
 - do tohoto období dále spadají nedokončené sady prozatímního a definitivního mapování Vojenského zeměpisného ústavu v měřítku 1:10 000 a 1:20 000, Messtischblätter Moravy v měřítku 1:25 000 a

mapy území Protektorátu Čech a Moravy v měřítku 1:50 000 (1921–1944)

- 1. československé vojenské mapování v souřadnicovém systému S–1952 v měřítku 1:25 000 (1952–1956)
- 2. a 3. obnova československého vojenského mapování v měřítku 1:25 000 (1971–1986),
- 4. obnova československého a českého vojenského mapování v měřítku 1:25 000 (1988–1995),
- vrstva ZM 10 v měřítku 1:10 000 (2002–2006). [2]

Pro potřeby tohoto příspěvku byly navíc využity i nejnovější letecké snímky a jako doplňkový zdroj posloužil Historický lexikon obcí České republiky 1869–2005 a databáze Historie železničních tratí ČR 2007 z internetové stránky <http://historie-trati.wz.cz> a údaje za Atlasu drah České republiky 2006–2007.

3. Vliv železniční dopravy na změny v krajině

Od poloviny 19. století byly na území České republiky budovány železniční tratě a železniční stanice, jejichž lokalizace a význam často výrazně ovlivnily vývoj kulturní krajiny. Budování železnic vedlo obecně k rozvoji těžkého a strojírenského průmyslu, průmyslových aglomerací k dynamickému růstu měst, rozvoji zemědělství (např. cukrovarnictví), potravinářského průmyslu, hnojení a výsadby nových plodin.

„Nastává obrovský rozvoj a města praskají ve svých švech – hradbách. Ty přestaly být funkční a byly zbořeny. Vznikaly tak uprostřed městské zástavby pásy volných ploch a ty byly buď zastavěny, nebo byly využity k ozdravení města formou okružních tříd s parky.“ [2]

„Na hlavních trasách a jejich křižovatkách se rozvíjela velká města – Praha, Brno, Plzeň, Liberec, Přerov, Ústí nad Labem, ale i hornická a hutnická města Ostrava a Kladno. V těchto centrech se velmi rychle rozvíjí hromadná doprava (v první fázi na bázi příměstské železnice, s nádražím v centru města), která umožňuje poprvé v historii aglomerační růst a suburbanizaci.“ [2]

„Při železnicích dochází poprvé k porušení statické sídelní struktury (sídel panství), rozvíjí se tak dynamická struktura osídlení, založená na dopravních rozvojových osách.“ [2]

Na vývoj v krajině má v této době vliv i nárůst počtu obyvatel, během 19. století se počet obyvatelstva českých zemí zvýšil 1,7krát.

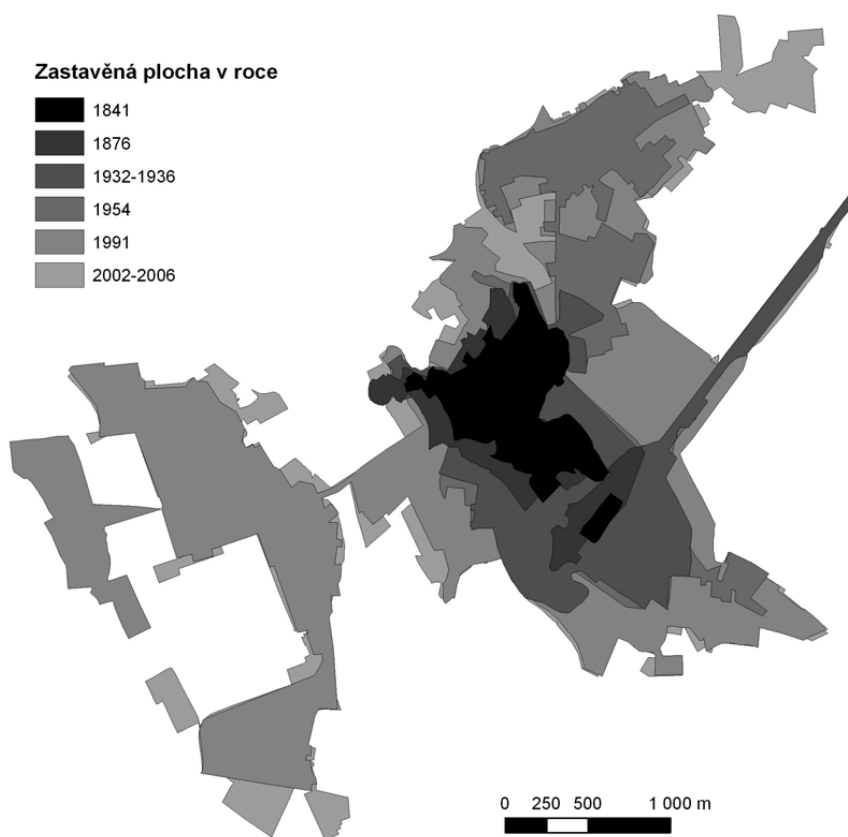
Lokalizace hlavních železničních tratí a železničních uzlů se často stala impulzem pro prudký rozvoj měst, průmyslových aglomerací a zásadní změny v administrativním členění. Naopak neexistence těchto významných dopravních tras a uzlů u mnoha sídel vedla k úpadku jejich významu a ztrátě administrativních funkcí. Pro konkrétní případy je vhodným zdrojem dat mapování našeho území na dostupných topografických mapách.

3.1 Posílení významu města Břeclav a ztráta některých administrativních funkcí u města Mikulov

Mikulov získal městská práva již v roce 1414 a patřil po dlouhé období k přirozenému centru v dané oblasti. Mikulov byl významným panským sídlem a od roku 1850 do roku 1960 i okresním městem. Naopak Břeclav získala městská práva až v roce 1872 a okresním městem se stala v roce 1950. Železniční stanice byla v Břeclavi vybudována již v roce 1839, kdy byl dokončen úsek dnešní železniční trati č. 250 Břeclav–Brno, v roce 1841 již byl otevřen úsek trati č. 330 Břeclav–Staré Město–

Přerov. V roce 1872 byla otevřena železniční trať ve směru na Hrušovany nad Jevišovkou, v roce 1900 místní trať na Kúty (od roku 1929 součást hlavní tratě Brno–Bratislava) a v roce 1901 trať do Lednice. Tehdejší vesnice Břeclav se během krátkého období stala významnou železniční křižovatkou na hlavních železničních trasách. To se výrazně projevilo na dynamice růstu počtu obyvatel a růstu zastavěné plochy sídla. Na základě mapy 2. rakouského vojenského mapování z roku 1841 byla vypočtena zastavěná plocha Břeclavi na 67,24 ha, na mapě z následujícího období (1875–1876) došlo k nárůstu zastavěné plochy na 85,50 ha. K dynamickému nárůstu zastavěné plochy došlo pak zejména v období mezi 50. léty 20. století a 90. léty 20. století. Město Břeclav se stalo průmyslovým a administrativním centrem regionu, od roku 1950 se stalo okresním městem, v roce 1961 vznikl „velký okres“ Břeclav, jehož součástí se stalo i Mikulovsko a Hustopečsko a Břeclav tak definitivně převzala administrativní funkci a význam města Mikulov. Za celé sledované období 1841–2006 se plocha zastavěného území u města Břeclav zvětšila celkem 11,5krát. Souběžně s růstem zástavby docházelo také k dynamickému růstu počtu obyvatel. V roce 1869 žilo v Břeclavi 4 597 obyvatel, v roce 1900 9 126 obyvatel, v roce 1930 13 689 obyvatel, v roce 1950 11 010 obyvatel, v roce 1980 23 987 obyvatel a v roce 2001 26 713 obyvatel. Růst byl částečně pozastaven pouze v období po 2. světové válce z důvodu odsunu německého obyvatelstva.

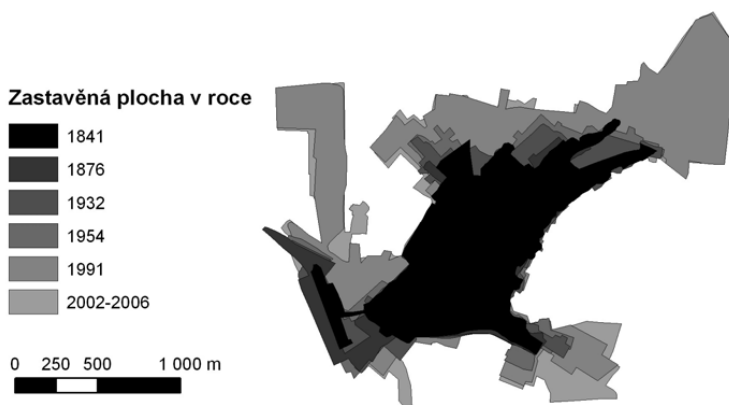
Obr. 1 Vývoj zastavěné plochy území u města Břeclav v období 1841–2006



Město Mikulov vykazovalo na mapě z roku 1841 vyšší výměru než Břeclav (104,60 ha), v 30. a 50. letech 20. století se výměra pohybovala okolo 125 ha, v roce 1991 činila 251,49 ha a v roce 2006 270,15 ha. Celkově se výměra města zvětšila za celé sledované období 1841–2006 pouze 2,5krát. V roce 1869 žilo ve městě Mikulov 7 173 obyvatel (o 2,5 tis. obyvatel více než v Břeclavi), v roce 1900 8 092, v roce 1930 7 790 obyvatel, v roce 1950 5 337 obyvatel, v roce 1980 7 614 obyvatel a v roce 2001 7 683 obyvatel. Počet obyvatel v tomto městě po celé období víceméně stagnoval, pouze po 2. světové válce byl zaznamenán výrazný pokles kvůli odsunu německého obyvatelstva.

Hospodářský a administrativní význam města Mikulov poklesl, jako jeden z možných důvodů lze zmínit i lokalizaci města na železniční trati regionálního významu. Současná podoba města s historickým jádrem působí velmi esteticky a Mikulov je atraktivním turistickým lákadlem. Naopak město Břeclav prodělalo bouřlivý vývoj, za který vděčí bezesporu lokalizaci hlavních železničních tratí a jednoho s nejvýznamnějších železničních uzlů u nás. Město Břeclav se stalo administrativním a průmyslovým centrem oblasti.

Obr. 2 Vývoj zastavěné plochy území u města Mikulov v období 1841–2006



3.2 Rozdílný vývoj u krajských měst Chrudim a Pardubice

Město Chrudim získalo městská práva v roce 1263, do roku 1850 bylo správním centrem Chrudimského kraje. Železnice zde byla budována od roku 1871 – železniční trať Havlíčkův Brod–Chrudim–Rosice nad Labem, v roce 1899 byly otevřeny další místní železniční trasy Chrudim–Moravany–Borohrádek a Chrudim město–Heřmanův Městec.

Z analýz starých topografických map vyplývá, že v roce 1852 činila celková plocha města 108,42 ha, v roce 1876 rostla pouze pozvolně a k dynamickému nárůstu došlo v období po 2. světové válce (391,52 ha v roce 1955). V současnosti činí zastavěná plocha města Chrudim 609,14 ha a od roku 1852 se do roku 2006 znásobila 5,5krát. V roce 1869 žilo v Chrudimi 6 556 obyvatel, v roce 1900 13 113 obyvatel, v roce 1930 13 373 obyvatel, v roce 1950 14 136 obyvatel, v roce 1980 20 517 obyvatel a v roce 2001 23 898 obyvatel. Počet obyvatel města se od roku 1869 znásobil 3,6krát a po období stagnace v letech 1900–1950 opět plynule narůstal.

Město Chrudim přišlo postupně o svůj administrativní význam, ze sídla kraje se stalo okresním městem.

Pardubice získaly městská práva v roce 1340 a dlouhodobě patřily pod správu Chrudimského kraje. V roce 1845 zde byl dokončen úsek významné železniční trasy z České Třebové na Prahu, poté další úseky ve směru na Hradec Králové, Liberec, Chrudim, Havlíčkův Brod. Vybudování významného železničního uzlu a vynikající napojení na hlavní město českých zemí a významná krajská města vedlo k dynamickému růstu města, rozvoji průmyslu a posílení administrativních funkcí města, které se od poloviny 19. století stalo krajským městem. V letech 1960–1999 byly Pardubice pouze okresním městem, protože patřily do Východočeského kraje, jehož krajským městem byl Hradec Králové. Od roku 2000 jsou Pardubice opět sídlem Pardubického kraje. V roce 1852 činila zastavěná plocha Pardubic 82,37 ha, tedy méně než u města Chrudim, ovšem v roce 1876 byla výměra města již dvojnásobná (156,03 ha) a v následujících mapových obdobích došlo k dynamickému nárůstu výměry města Pardubice – v roce 1955 909,50 ha, v roce 1990 2 248,61 ha, v roce 2006 2 596,16 ha. Za celé sledované období došlo k nárůstu zastavěného území Pardubic na 31,5násobek. Podobný trend byl zaznamenán u počtu obyvatel. V roce 1869 žilo v Pardubicích 8 197 obyvatel, v roce 1900 17 031 obyvatel, v roce 1930 28 846 obyvatel, v roce 1950 38 332 obyvatel, v roce 1980 70 633 obyvatel, v roce 2001 90 668 obyvatel. Od roku 1869 do současnosti zvýšily Pardubice počet obyvatel přibližně 11krát.

Odlišný vývoj dvou měst, které byly v polovině 19. století téměř na stejné výchozí pozici má základy v brzkém napojení Pardubic na jednu z nejvýznamnějších železničních tratí v Čechách a v pozdějším budování železnice s regionálním významem ve městě Chrudim. Ztráta správních funkcí u města Chrudim vedla k pozastavení růstu města a stagnaci počtu obyvatel, zejména v období kolem roku 1900–1950.

3.3 Odlišný vývoj u měst Česká Třebová a Moravská Třebová

Městu Česká Třebová byla udělena městská práva v roce 1292, nikdy nebylo sídlem okresního úřadu. Železnice zde byla zbudována již v roce 1845 a město se stalo nejen jedním z nejvýznamnějších železničních uzlů u nás, ale zároveň poskytlo zázemí pro údržbu, opravy železničních tratí a drážních vozidel. To se projevilo i v nárůstu zastavěné plochy města. Studium starých topografických map bylo zjištěno, že v roce 1852 činila zastavěná plocha 86,00 ha, v roce 1955 již 221,56 ha a postupně narostla až na 6,5 násobek (562,68 ha). Počet obyvatel ve městě od roku 1869 plynule narůstal. V roce 1869 žilo v České Třebové 5 141 obyvatel, v roce 1900 6 050 obyvatel, v roce 1930 9 629 obyvatel, v roce 1950 9 571 obyvatel, v roce 1980 15 675 obyvatel a v roce 2001 17 036 obyvatel. Město Česká Třebová má výrazný průmyslový charakter a železnice je zde výrazným fenoménem.

Moravská Třebová získala městská práva v roce 1250. Do roku 1960 byla okresním městem. Železnice dorazila do města až v roce 1889, město leží na regionální trati Chornice–Česká Třebová. Zastavěná plocha města Moravská Třebová byla v roce 1852 téměř totožná jako u České Třebové (89,61 ha), v 50. letech 20. století byla o něco vyšší (251,66 ha), v roce 2006 činila 384,51 ha, což je o přibližně 180 ha méně než u České Třebové. V případě Moravské Třebové došlo k nárůstu zastavěné plochy ve sledovaném období na 4,3násobek. I výchozí stav v počtu obyvatel byl u obou měst podobný, u Moravské Třebové byl však postupný růst pozvolný a v období po 2. světové válce byl navíc poznamenán odsunem

německého obyvatelstva. V roce 1869 žilo v Moravské Třebové 5 192 obyvatel, v roce 1900 7 733 obyvatel, v roce 1930 8 167 obyvatel, v roce 1950 6 436 obyvatel, v roce 1980 10 966 obyvatel a v roce 2001 11 586 obyvatel.

Město Moravská Třebová má zachovalé historické centrum a je jednoznačně turisticky atraktivnější než Česká Třebová. Město Česká Třebová má spíše průmyslový a dopravní charakter a vyniká velmi dobrou dopravní dostupností, která mohla být jedním z důvodů k vyšší koncentraci obyvatelstva do tohoto města.

4. Vliv silniční dopravy na změny v krajině

Vedení starých obchodních stezek a tras dalo již ve středověku základ hlavní sítě dopravních pozemních komunikací u nás. Již tehdy byla zvýhodněna sídla v jejich bezprostřední blízkosti. S rozvojem průmyslu a urbanizačními procesy došlo k dalšímu stupni vývoje, kdy dopravní síť byla přizpůsobována růstu měst a požadavkům na propojení mezi významnými administrativními a průmyslovými centry.

Na dostupných vojenských topografických mapách z 18. a 19. století patřily mezi nejvýznamnější pozemní komunikace císařské silnice, poštovní a obchodní silnice, později nazývané jako říšské silnice a zemské silnice. V průběhu 20. století začaly v České republice vznikat dálnice a rychlostní komunikace, jejichž síť ještě zdaleka není dokončena. Kolem významných městských aglomerací a i v jejich zastavěných částech vznikla řada obchvatů a okružních tras. Mezi významné pozemní komunikace s vysokou hustotou dopravy se řadí ještě silnice I. třídy a některé silnice II. třídy.

Při sledování změn v krajině na základě studia starých topografických map je zřejmé, že největší vliv trasování významných pozemních komunikací, obchvatů a dopravních uzlů se projevuje po roce 1990. Kolem dálničních těles, rychlostních komunikací, obchvatů a hlavních tras zejména v těsném okolí měst vznikají areály obchodních, nákupních, administrativních, průmyslových a logistických center. V blízkém okolí těchto pozemních komunikací vznikají často satelitní městečka a čtvrtě, jako projev suburbanizačních procesů. Dochází k velkému záboru orné půdy, trvalých travních porostů, rušení zahrádkářských kolonií. V posledních letech se mluví o České republice jako o významném logistickém centru Evropy, v terminologii běžné mluvy spíše jako o překladišti střední Evropy.

V rámci studia změn krajiny byly tyto významné změny v krajině vázané na těsné okolí dopravních pozemních komunikací sledovány především u našich největších měst – zejména v Praze a okolí, v okolí Brna, Ostravy, Plzně, Olomouce, Liberce Hradce Králové, Českých Budějovic, Ústí nad Labem, Pardubic, ale i u dalších krajských a některých okresních měst. Intenzita a rychlost procesů je v těchto případech velmi různá a nestačí ji postihnout ani aktualizace mapování našich zemí v měřítku 1:10 000, případně 1: 25 000. V těchto oblastech je proto vhodným zdrojem pro sledování změn krajiny aktuální sada leteckých snímků, které jsou u nás aktualizovány každé 2 či 3 roky.

Pro konkrétní posouzení může posloužit studie změn krajiny v okolí Brna. Byly sledovány změny krajiny v administrativním území města Brna a jeho bezprostředním zázemí vzdáleném 8 km od hranic města. Na základě porovnání topografických map z roku 1991, 2002 a současných leteckých snímků z let 2006–2007 bylo zjištěno, že zastavěná plocha v administrativní hranici města Brna narostla o více než 620 ha a v těsném zázemí města pak o 742 ha. V rozmezí let 1991 až 2002 byl nárůst zastavěných ploch ve městě Brně i jeho okolí téměř totožný (424 ha

a 481 ha). V následujícím pětiletém období mezi roky 2002–2007 byl zaznamenán vyšší růst zastavěných ploch u zázemí Brna – 261 ha, v administrativních hranicích města Brno to bylo 196 ha. Největší změny jsou lokalizovány jižně od Brna, kde v bezprostřední blízkosti dálnice D2 nedaleko Dolních Heršpic, Přízřenic a Modřic vznikla největší nákupní střediska v Brně a okolí, další obchodní a administrativní areály se nacházejí u křižovatky dálnice D2 a rychlostní komunikace R52 v blízkosti Moravan u Brna, nové logistické areály vyrostly podél pozemní komunikace R52 u Modřic. Obchodní a administrativní centra pak vznikla i podél rychlostní komunikace R43 ve směru na Svitavy v okolí Mokré Hory a Ivanovic. Nejvýznamnější nový průmyslový areál byl vybudován ve Slatině v těsné blízkosti dálničního sjezdu na dálnici D1. I nově budované obytné areály (rodinné domy a bytové domy) jsou nejčastěji lokalizovány do sídel v bezprostřední blízkosti významných pozemních komunikací (Moravany u Brna, Bosonohy, Kuřim). Obecně lze však zaznamenat projevy suburbanizace téměř ve všech obcích v blízkosti Brna.

5. Vliv ostatních druhů dopravy na změny v krajině

Z ostatních druhů dopravy, které mohou ovlivnit využívání krajiny u nás lze jmenovat ještě leteckou dopravu a vodní dopravu. Civilní letecká doprava se v posledním období i u nás dynamicky rozvíjí a v naší krajině se projevuje zábořem další orné půdy, případně trvalých travních porostů za účelem rozšiřování přistávacích ploch a odbavovacích hal. Okolní pozemky mohou posloužit jako výhodná logistická centra. Ve svém důsledku to tedy vede k dalšímu růstu zastavěných ploch v těsném okolí měst. Podobný proces byl zaznamenán při studiu topografických map i u vojenských letišť, která byla budována především v 50. až 70. letech 20. století. Jejich lokalizace ovšem nebyla jednoznačně vázána na větší sídla.

Loďní doprava má zásadní vliv především na podobu vlastních vodních toků a říční ekosystémy. Při sledování využití území jsou podstatná hlavně přístaviště, která jsou většinou lokalizována v průmyslových částech měst (Kolín, Mělník, Lovosice, Děčín, Ústí nad Labem). Nákladní loďní doprava je u nás provozována na řekách Labe a Vltava a slouží k vnitrostátní přepravě a obchodní výměně se Spolkovou republikou Německo.

6. Závěr

Při studiu dlouhodobých změn v krajině na základě porovnávání topografických map byla diskutována i problematika vlivu dopravy, jako jednoho ze socioekonomických činitelů podílejících se na formování krajiny. Při studiu starých topografických map z období 2. rakouského vojenského mapování (1836–1852) a 3. rakouského vojenského mapování (1876–1880) bylo zjištěno, že značnou roli ve vývoji krajiny měla lokalizace významných železničních tras a uzlů. Jak bylo doloženo na příkladech měst Břeclav a Mikulov, Pardubice a Chrudim či Česká Třebová a Moravská Třebová, brzké napojení města na hlavní železniční trasu se mohlo stát výrazným impulsem k dynamickému rozvoji města. Naopak umístění na železniční trati regionálního významu a pozdější zavedení železnice mohlo vést ke stagnaci měst a úpadku jejich administrativních funkcí. Živelný rozvoj měst a průmyslových areálů vedl v naší krajině především k úbytku zemědělsky využitelných ploch, původních přírodních ploch a celkově ovlivnil kvalitu životního prostředí. V dnešní době již železniční doprava nemá takový vliv na změny využití krajiny a s odstupem času lze polemizovat o nevýhodách neexistence významného železničního uzlu v některých našich městech. Zachovaná historická jádra měst, kvalita životní

prostředí, turistická atraktivita Mikulova, Moravské Třebové a Chrudimi ostře kontrastují s průmyslovou podobou měst Břeclav a Česká Třebová.

V posledních letech mají z hlediska dopravy výraznější vliv na vývoj kulturní krajiny lokalizace významných pozemních komunikací, především dálnic, rychlostních komunikací, silnic I. třídy, obchvatů měst a jejich křížení. V jejich těsné blízkosti vznikají živelně obchodní, administrativní, průmyslové a logistické areály. Dochází tak ke značnému úbytku zemědělsky využívaných ploch, především orné půdy a trvalých travních porostů. V některých případech se střetávají ekonomické aspekty se zájmy ochrany přírody a krajinného rázu. Suburbanizační procesy v okolí větších měst vedou ke změně venkovského charakteru krajiny, úbytku ploch kvalitní orné půdy, případně rušení zahrádkářských kolonií. Vyšší koncentrace těchto procesů je vázána na blízkost významných pozemních komunikací.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl na základě výzkumných aktivit finančně podpořených výzkumným záměrem MSM 6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace a projektem GA ČR 205/06/1024 Geomorfologie údolí střední Svatky – kvartérní vývoj a enviromentální aspekty.

Literatura

- [1] HUDEC, Z. a kol. (2006): *Atlas drah České republiky 2006-2007*. Dopravní vydavatelství Malkus, Praha, 310 s.
- [2] LÖW, J., MÍCHAL, I. (2003): *Krajinný ráz*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 552 s.
- [3] MACKOVČIN, P., DEMEK, J. & HAVLÍČEK, M. (2006): *Význam historických map pro studium vývoje krajiny ČR za posledních 250 let*. Geografická revue 2, 2, s. 159–171.
- [4] NĚMEC, J., POJER, F. (Eds.) (2007): *Krajina v České republice*. Konsult, Praha, 400 s.
- [5] SEKERA, P. (2007): *Historie železničních tratí ČR 2007*. <http://historie-trati.wz.cz>.
- [6] SKOKANOVÁ, H., HAVLÍČEK, M. & SVOBODA, J. (2008): *Průběžné výsledky výzkumného záměru MSM6293359101, části kvantitativní analýza dynamiky vývoje krajiny ČR*. In: Pešková K. (ed.): Sborník symposia GIS Ostrava 2008, TANGER spol. s r.o. – vydáno na CD.
- [7] RŮŽKOVÁ, J., ŠKRABAL, J. a kol. (2006): *Historický lexikon obcí České republiky 1869–2005. I. díl a II. díl*. Český statistický úřad v Praze, 760 s. a 624 s.

Vývoj fragmentace krajiny dopravou v ČR a další perspektivy

Petr Anděl, Leoš Petržílka, Ivana Gorčicová, Václav Hlaváč
EVERNIA s.r.o., Tř.1. máje 97, 460 01 Liberec
e-mail: andel@evernia.cz

Abstract

Landscape fragmentation is a serious and complex problem of nature conservation and in the future may have catastrophic consequences for flora, fauna and ecosystems. The article presents the development of the landscape fragmentation in the Czech Republic in the period 1980 – 2005. The methodology of unfragmented area by traffic (UAT) was used. The results demonstrate the rapid increase of the landscape fragmentation in all parameters.

1. Úvod

Fragmentace krajiny dopravou patří k základním problémům ochrany přírody. Pojem fragmentace pochází z latinského slova fragmentum, které znamená, úlomek, zlomek, kousek. Fragmentace je tedy proces, který celek rozbíjí na dílčí kus, zlomky. Fragment je zde vnímán, jako určitý odpad, který již nemá plnohodnotné vlastnosti původního celku. V krajině působí proces fragmentace obdobně. Krajinné celky (biotopy) se dělí vytvářením bariér na dílčí části, které postupně ztrácí potenciál k vykonávání původních funkcí.

Z hlediska negativních vlivů dopravy na volně žijící živočichy bývají jako nejzávažnější označovány: (i) ztráta biotopu, (ii) fragmentace biotopů, (iii) mortalita způsobená kolizemi s dopravními prostředky, (iv) disturbance (narušování životního prostředí a životních podmínek).

Z uvedených faktorů je to právě fragmentace populací, která může mít do budoucna nejzávažnější vliv. Problémem při řešení tohoto faktoru je obtížná definice samotného procesu a jeho kvantifikace. Předkládaný příspěvek přináší výsledky jedné z možných metodik pro hodnocení fragmentace.

2. Metodika

Metodika hodnocení fragmentace krajiny je podrobně popsána v metodické příručce „Hodnocení fragmentace krajiny dopravou. – AOPK 2006“ [1]. Je založena na principu, že určité části krajiny jsou relativně málo zasaženy silnicemi s vysokou intenzitou dopravy a na základě toho jsou považovány za nefragmentované. Označují se jako UAT (unfragmented area by traffic) a jsou definovány následovně: Jedná se o území v krajině, které je ohraničeno dálnicemi a silnicemi s vyšší intenzitou dopravy než 1000 vozidel/den a má vnitřní rozlohu větší než 100 km². Takto vymezené oblasti pak mohou být použity pro územní plánování a pro hodnocení vlivů různých činností na fragmentaci krajiny. Vychází se přitom z principu, že celistvost těchto dosud zachovaných území by měla být zajištěna i v budoucnosti.

Uvedená metodika byla poprvé aplikována v SRN [2], a to k vymezení oblastí vhodných pro rekreaci a dále pak byla úspěšně aplikována pro hodnocení vlivu na

živé organismy [3]. Ukazuje to tedy, že zájem na celistvosti krajiny je jak z hlediska ochrany přírody, tak z hlediska životních podmínek obyvatelstva. Uvedené polygony UAT jsou dále kategorizovány podle své kvality. Ta byla hodnocena ze dvou hledisek:

- a) kvalita biotopu uvnitř UAT - hodnoceno podle modelové veličiny efektivní plocha (EA). Efektivní plocha reprezentuje plochu uvnitř polygonu, která pro daný druh skutečně využitelná. Její stanovení je založeno na analýze vhodnosti různých typů biotopů pro různé savce aplikaci geografických informačních systémů.
- b) riziko další fragmentace – hodnoceno je podle modelové veličiny potenciační bariéry (velký PB). Hodnotí se jak silnice zasahující dovnitř polygonu UAT, tak jeho tvar.

Výsledná kvalita polygonů v kategoriích vynikající – velmi dobrý – dobrý vzniká kombinací výše uvedených hledisek.

3. Výsledky

3.1 Vývoj fragmentace

Uvedená metodika umožňuje na základě výsledků sčítání dopravy hodnotit vývoj fragmentace v pětiletých intervalech, které souhlasí s prováděným celostátním sčítáním dopravy. Přestože se vyskytují samozřejmě dílčí metodické problémy z hlediska vývoje metodiky sčítání dopravy, celkové výsledky jsou dostatečně reprezentativní a názorně ukazují na postupnou fragmentaci krajiny. Na obr. 1, 2 a 3 jsou uvedeny polygony UAT v letech 1980, 2000, 2005 [4]. Základní statistické charakteristiky polygonů v jednotlivých letech jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Charakteristika polygonů UAT v jednotlivých letech

parametr	jednotky	roky			
		1980	2000	2005	2025
počet	-	207	228	232	225
rozloha - průměr	km ²	307	236	218	198
- 1. kvartil	km ²	142	130	126	127
- medián	km ²	221	176	167	163
- 3. kvartil	km ²	397	274	246	225
pokrytí území ČR	%	80,7	68,2	64,2	55,1

Z předložených výsledků vyplývá, že od roku 1980 do roku 2005 došlo k výrazné fragmentaci krajiny v České republice dopravou. Všechny parametry ukazují, že klesá celková velikost jednotlivých polygonů UAT a současně i celkové pokrytí České republiky oblastmi, které můžeme považovat za nefragmentované. Za uvedené období to byl pokles z cca 81 na 64 procent.

3.2 Prognóza

Pomocí výše uvedené metodiky lze vytvořit rámcovou prognózu dalšího vývoje fragmentace. Jako podklad je ale nezbytné znát vývoj silniční a dálniční sítě (především výstavba nových komunikací) a vývoj intenzity dopravy, který je pravidelně prognózován publikováním růstových koeficientů. Uvedená prognóza je ale značně nejistá vzhledem k měnícímu se harmonogramu výstavby silniční a dálniční sítě a vzhledem k tomu, že předpokládané koeficienty nárůstu dopravy bývají většinou v reálu překračovány. Jako příklad je na obr. 4 uvedená prognóza pro

rok 2025 založená pouze na hodnocení nárůstu dopravy bez zahrnutí nových dostavěných komunikací. I při tomto předpokladu je zřejmé viz. tab. 1, že pouhým nárůstem dopravy by došlo k poklesu pokrytí České republiky nefragmetovanými oblastmi na cca 55 %. Realita bude ale mnohem horší a při započtení všech vlivů lze celkový pokles odhadnout až na cca 40 %.

4. Závěr

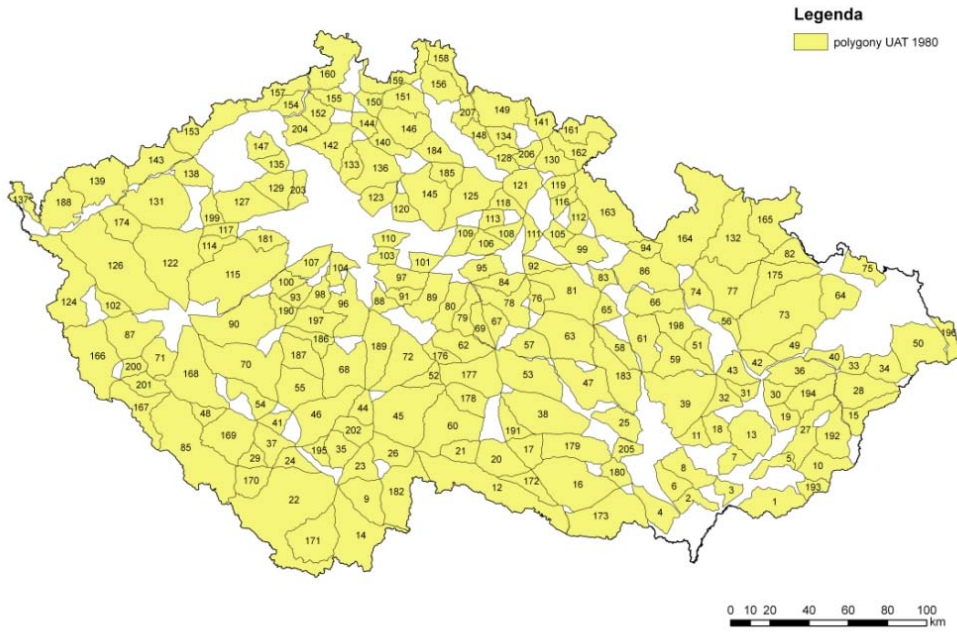
Fragmentace krajiny dopravou se stává i v České republice významným fenoménem a přesto, že v současné době je situace mnohem příznivější než v západních státech Evropy (především Nizozemsko, Belgie, SRN), celkový trend do budoucna není optimistický. Zde je třeba připomenout, že fragmentaci krajiny nevytváří pouze dopravní struktura, ale ve svém důsledku mnohem závažnějším faktorem je rozvoj rozptýlené zástavby obytných i průmyslových objektů ve volné krajině mimo intravilány obcí. Řešení celé problematiky vyžaduje zařadit otázku fragmentace krajiny mezi klíčové faktory při přípravě územně plánovacích dokumentací všech stupňů.

Literatura

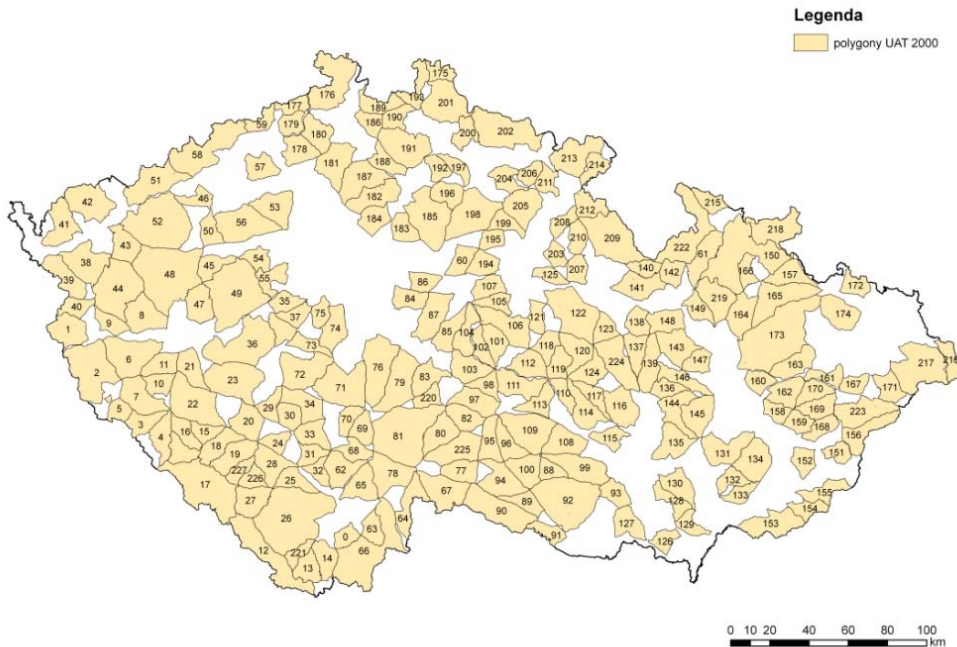
- [1] ANDĚL, P., GORČICOVÁ I., HLAVÁČ, V., MIKO, L., ANDĚLOVÁ, H.: *Hodnocení fragmentace krajiny dopravou*. Praha 2005 : Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 99 s. ISBN 80-86064-92-1.
- [2] GAVLAK, CH.: *Unzerschnittene Verkehrsarme Räume in Deutschland*. 1999.: Natur und Landschaft, 76, Heft 11, s. 481-484.
- [3] BINOT-HAFKE, M., ILMANN, J., SCHÄFFER, H.J., WOLF, D. /edl/: *Nature Data 2002*: Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 284 s.
- [4] ANDĚL, P., GORČICOVÁ, I., PETRŽÍLKA, L.: *Atlas vlivu silniční dopravy na biodiverzitu*: 1. vyd. Liberec, Liberec 2008, Evernia s.r.o., ISBN978-80-903787-1-1.

Příspěvek vznikl za podpory projektu VaV-SP/2d1/11/07 Zvyšování účinnosti migračních objektů na dálniční a silniční síti v ČR.

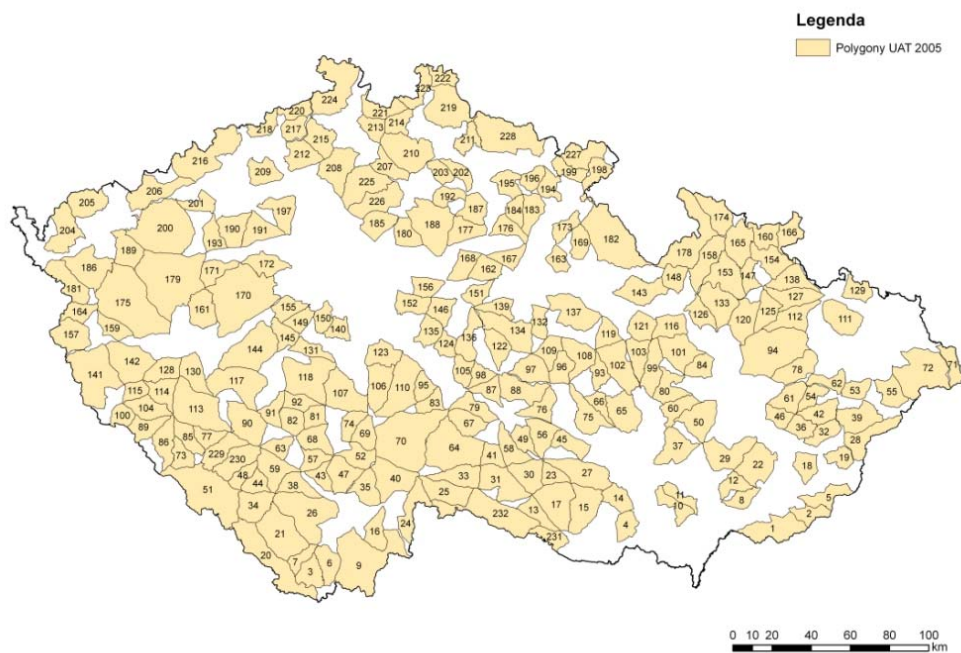
Obr. 1 Polygony UAT v letech 1980



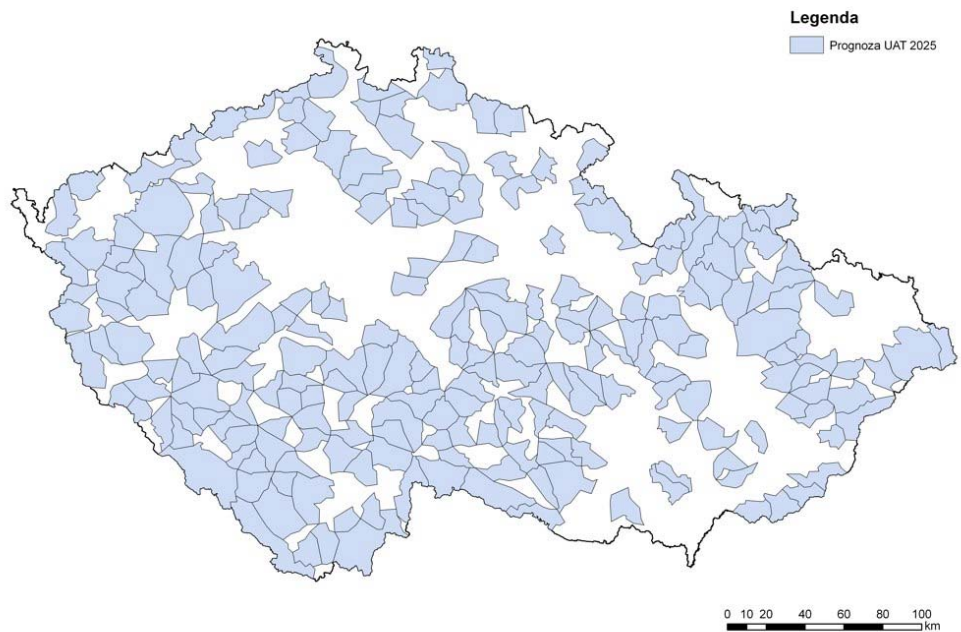
Obr. 2 Polygony UAT v letech 2000



Obr. 3 Polygony UAT v letech 2005



Obr. 4 Polygony UAT -prognóza 2025



Mortalita živočichů na silnicích ČR

Václav Hlaváč^{*}, Petr Anděl^{**}

^{*}AOPK ČR

Husova 2115, 580 01 Havlíčkův Brod

^{**}EVERNIA s.r.o.

tř. 1. máje 97, 460 01 Liberec

e-mail: vaclav.hlavac@naure.cz, andel@evernia.cz

Abstract

Fast development of new transportation infrastructure and grow of the intensity of traffic brings new impacts on nature. A fragmentation of habitats and mortality of fauna on roads belong to the most serious factors. The goal of our study was to bring first estimate of numbers of animals which are killed by traffic in the whole country per year. The chosen section on different road levels (highways, 1st class roads, local roads) were checked periodically and all dead vertebrates were recorded. The number of killed animals in the whole country was calculated from these data.

1. Úvod

Automobilová doprava je významným fenoménem současnosti. Výstavba dopravní infrastruktury je podmínkou ekonomického rozvoje, tento rozvoj sám pak přináší rychlý růst přepravních výkonů a růst intenzity provozu na komunikacích. Rychlý rozvoj dopravy má zásadní vliv na krajinu, ale také na přežívání populací volně žijící živočichů v takto ovlivněné krajině. Za nejzávažnější dopad automobilového provozu je dnes obecně pokládána fragmentace prostředí. [1] Dálnice a silnice vytvářejí pro živočichy v krajině obtížně prostupné bariéry, což způsobuje rozčlenění původních areálů a vznik malých, z dlouhodobého hlediska neživotaschopných, populací. [2] Vliv fragmentace prostředí se v krátkém časovém úseku velmi obtížně kvantifikuje, obecně se ale dnes tento faktor v celé Evropě považuje za hlavní příčinu ohrožení existence mnoha druhů. V našich podmínkách může fragmentace prostředí způsobená výstavbou nových dálnic způsobit již v nejbližších letech například ohrožení další existence populace losa evropského. Současná populace tohoto druhu v jižních Čechách čítá pouze 20-30 jedinců a její existence je závislá na každoročním příchodu několika jedinců z Polska. Tyto migrace se dnes sice ještě sporadicky odehrávají, díky budování nových dálnic a rostoucí hustotě provozu jsou však stále obtížnější a jejich četnost klesá. [3] Obdobně ohrožené jsou i populace velkých šelem. Rostoucí fragmentace prostředí ohrožuje na různých úrovních řadu dalších skupin živočichů, například sysla obecného, některých druhů obojživelníků a mnoha dalších. Jak ukazují zkušenosti ze zemí s hustší dopravní sítí, bude i u nás s rostoucí hustotou dopravy do budoucna ohrožených druhů rychle přibývat.

Kromě fragmentace prostředí má doprava i další významné ekologické dopady. Jde např. o likvidaci biotopů při výstavbě nové infrastruktury, hlukovou a imisní zátěž atd. Velmi zřetelným a významným dopadem autoprovozu je také usmrcování živočichů v důsledku kolizí s motorovými vozidly. Zbytky usmrcených živočichů patří neodmyslitelně ke každodennímu obrazu našich silnic, kvantifikace počtů usmrcených živočichů a tedy i zhodnocení vlivu silniční mortality na vývoj populací jednotlivých druhů však dosud nebyl proveden. Problém střetů zvěře s vozidly je

úzce spojen také s dopravními nehodami a tedy s bezpečností silničního provozu. Cílem tohoto příspěvku je pokusit se o rámcovou kvantifikaci mortality živočichů na silnicích v ČR.

2. Metodika

Mortalitu fauny na silnicích lze zjišťovat řadou metod, z nichž každá má své nedostatky. Za základní způsoby zjišťování dat mohou sloužit například policejní statistiky dopravních nehod způsobených zvěří, dotazníkové akce mezi řidiči nebo vlastní terénní šetření prováděné na silnicích. [4] V rámci této studie jsou porovnány údaje zjištěné z policejních statistik s údaji zjištěnými vlastním systematickým celoročním průzkumem.

2.1 Policejní statistiky

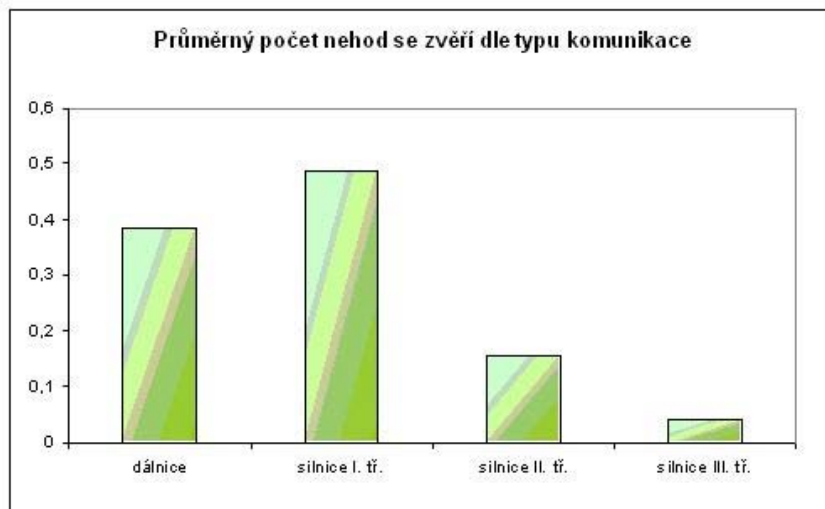
Jedním z výchozích zdrojů informací o počtech usmrcených živočichů mohou být policejní statistiky shrnující příčiny dopravních nehod. Dle údajů, které poskytla policie ČR za roky 2003 – 2006, je každoročně evidováno cca 6200 – 8500 nehod se zvěří.

V následující tabulce je uvedeno rozdělení dopravních nehod se zvěří podle typu komunikace a hodnoceny jsou dálnice a silnice I., II., III. třídy. Pro možnost srovnání jsou počty nehod přepočteny na 1 km délky silnice dané kategorie.

Tab. 1 Porovnání nehod se zvěří dle typu komunikace (počet nehod/1 km komunikace/rok)

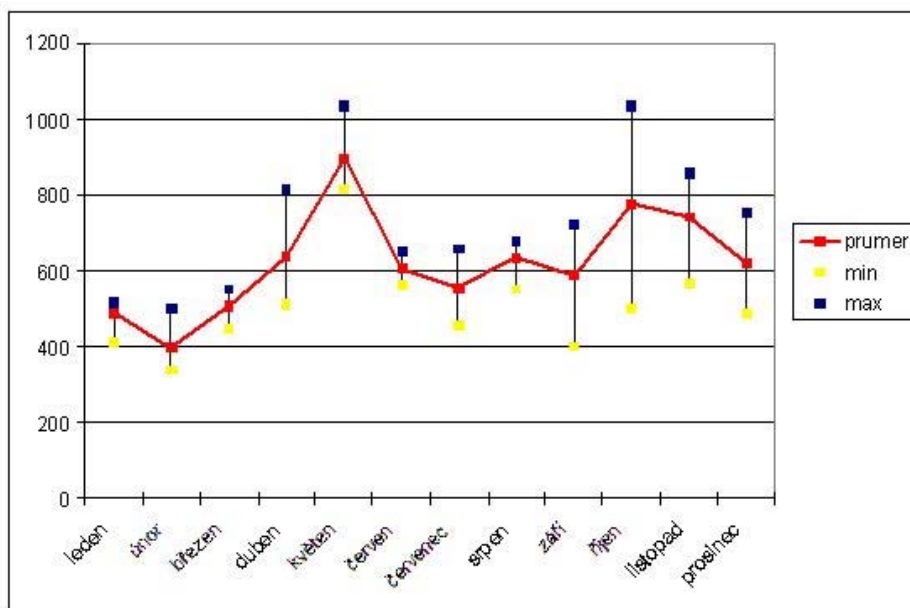
rok	2003	2004	2005	2006	min.	průměr	max.
dálnice	0,334	0,502	0,392	0,316	0,316	0,386	0,502
silnice I. tř.	0,488	0,575	0,488	0,41	0,41	0,49	0,575
silnice II. tř.	0,16	0,174	0,162	0,132	0,132	0,157	0,174
silnice III. tř.	0,043	0,045	0,041	0,036	0,036	0,041	0,045

Obr. 1 Počet nehod se zvěří dle typu komunikace (počet nehod/1km komunikace/rok). Průměr za sledované období (2003 – 2006)



Dopravní statistiky umožňují dobře hodnotit rozdělení nehod se zvěří v průběhu roku (obr. 2) Je zde patrné jarní a podzimní zvýšení počtu nehod a zimní minimum.

Obr. 2 Nehody se zvěří v jednotlivých měsících za období 2003 – 2006



Pro potřeby zoologického hodnocení mortality mají policejní statistiky několik základních nevýhod:

- nahlášený a evidovaný jsou pouze větší dopravní nehody, při kterých byla způsobena újma na zdraví nebo významná ekonomická škoda. Z toho již vyplývá, že se jedná pouze o část nehod s velkými savci (jelen, srnec, prase divoké).
- nejsou evidovány druhy zvěře, které nehodu způsobily.

Je tedy zřejmé, že tyto statistiky jsou pro odhady celkových ztrát u jednotlivých druhů nevyužitelné, mohou však podat obraz o rozložení mortality v jednotlivých měsících, přehled o mortalitě na jednotlivých typech komunikací o dlouhodobějších časových trendech apod. Proto je vhodné i do budoucna tento zdroj informací průběžně sledovat a vyhodnocovat.

2.2 Vlastní terénní sledování mortality

V rámci výzkumného projektu VaV 1F54L/007/120 Hodnocení vlivu silnic a dálnic na biodiverzitu okolí ve spolupráci s projektem MSM 6293359101 Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace byl na vybrané síti silnic a dálnic proveden podrobný peší průzkum, při kterém po dobu jednoho roku byla zaznamenávána všechna uhynulá zvířata nalezená na silnici, krajnici a v silničních příkopech.

Sledování bylo prováděno pěší kontrolou silnic a zaznamenávány byly všechny usmrčené kusy obratlovců. Vzhledem k tomu, že část živočichů bývá nalézána na krajnicích či v silničním příkopu, byly všechny úseky kontrolovány po obou stranách, tedy cestou tam a zpět. Sledování probíhalo od 1.dubna 2006 do 30.dubna 2007. Úseky ke sledování byly vybrány tak, aby odrážely co nejširší spektrum přírodních podmínek (Českomoravská vysočina, Polabí, Jižní Morava). V různých oblastech byly pak každý měsíc kontrolovány rovnoměrně dálnice a rychlostní silnice, a silnice I., II. a III. třídy. Během průzkumu bylo zkontrolováno pěší pochůzkou oboustranně (tam a zpět) 1282 km silnic a dálnic, z toho 321 km dálnic a rychlostních silnic, 302 km silnic I.tříd, 355 km silnic II.tříd a 304 km silnic III.tříd. Během pochůzky byl u každého nálezu zaznamenáván druh, přesná poloha na silnici (silnice, krajnice, příkop), kilometráž, popis okolí nálezu a odhad stáří zbytků.

Za 12 měsíců sledování bylo nalezeno 2149 ks obratlovců ve 103 druzích. Z tohoto počtu bylo nejvíce savců (54 %), dále ptáků (25 %), obojživelníků (17 %) a nejméně plazů (4 %). Rozdělení nalezených druhů podle četnosti nálezů je uvedeno v následujících tab. 2

Tab. 2 Četnost nálezů vybraných živočichů během ročního průzkumu

Počet nálezů	Savci
1 - 2	jezevec lesní, norek americký
3 - 6	ondatra pižmová, tchoř tmavý, vydra říční, prase divoké, veverka obecná,
7 - 14	křeček polní, pes, lasice hranostaj, kuna lesní, liška obecná,
15 - 30	krtek obecný, rejsek obecný, lasice kolčava, srnec obecný, netopýr (všechny druhy)
31 a více	potkan, kočka domácí, jezek (oba druhy), myšice (všechny druhy), hraboš polní, kuna skalní, zajíc polní

Počet nálezů	Ptáci
1 - 2	bramborníček hnědý, brhlík lesní, čejka chocholatá, konopka obecná, krutihlav obecný, lejsek černohlavý, pěnice pokřovní, pěnice slavíková, pěnice vlašská, racek chechtavý, sedmihlásek hajní, skřivan polní, sova pálená, strakapoud malý, žluna zelená, čížek lesní, hrdlička zahradní, kachna divoká, konipas bílý, křepelka polní, mlynařík dlouhoocasý, rehek zahradní, straka obecná, strakapoud velký, strnad luční, sýkora babka, sýkora uhelníček, špaček obecný, ůhýk šedý, vrána obecná,
3 - 6	budníček menší, drozd brávník, drozd kvíčala, holub hřivnáč, koroptev polní, krahujec obecný, lyska černá, pěnice hnědokřídla, zvonohlík zahradní, jjiřička obecná, sojka obecná, sýkora koňadra, ůhýk obecný, vlaštovka obecná, pěnice černohlavá, stehlík obecný
7 - 14	poštolka obecná, sýkora modřínka, zvonek zelený, kalous ušatý, vrabec domácí, holub domácí, káně lesní, rehek domácí, vrabec polní,
15 - 30	červenka obecná, drozd zpěvný
31 a více	pěnkava obecná, strnad obecný, bažant obecný, kos černý,

Počet nálezů	Plazi	Obojživelníci
1 - 2	užovka hladká, zmije obecná	rosnička zelená, skokan hnědý, kuňka obecná
3 - 6		
7 - 14	ještěrka obecná	
15 - 30	slepýš křehký	
31 a více	užovka obojková	ropucha obecná

Pro zhodnocení vlivu silniční mortality na populace jednotlivých druhů je nejdůležitější odhad celkové mortality na silnicích v ČR. Tyto odhady je možné provádět pouze pro druhy nalezené v početnějších souborech. Z odhadů byly zcela vyloučeny obojživelníci, u kterých hraje rozhodující roli mortalita ve specifických oblastech v krátkém období jejich migrací. Použitá metoda nemůže tato specifika odpovídajícím způsobem podchytit.

Při odhadech celkové mortality jednotlivých druhů je nutné brát v úvahu nedostatky použité metody. Jde zejména o tyto skutečnosti:

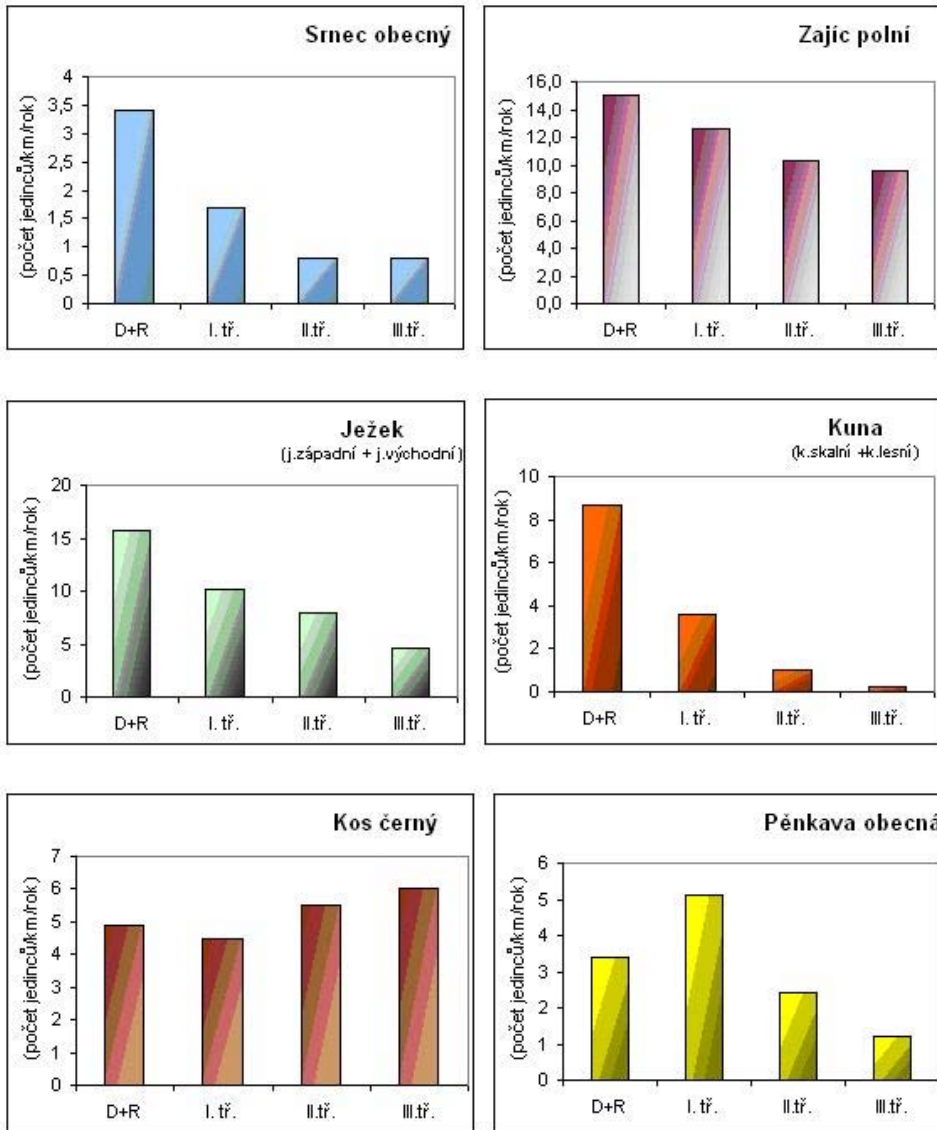
- pro výpočet celkové mortality je nutné co nejpřesnější stanovení stáří kadaverů zvířat nalezených na silnici. V reálných podmínkách je velmi obtížné tuto dobu přesně určit.
- část usmrcených jedinců je vozidlem odhozena zcela mimo silnici nebo jsou zbytky projíždějícími vozidly zlikvidované tak rychle, že jsou v krátké době nezaznamenané
- část jedinců je po střetu poraněna a umírá až následně mimo silnici. Tito jedinci nemohli být při pochůzce zaznamenáni a zahrnuti do statistiky. Na silnicích nižších tříd se obdobně projevuje i skutečnost, že řidič často přejeté zvíře sebere a odveze (zajíc, bažant a další)

Odhady byly provedeny především pro vybrané druhy savců a ptáků. Výsledky jsou shrnuty v tab. 3 a na obr. 3. Uvedeno je srovnání relativní mortality vztažené na 1 km komunikace za rok pro různé kategorie silnic a dále odhad celkové roční mortality na celé silniční síti ČR.

Tab. 3 Relativní mortalita na různých kategoriích komunikací a odhad celkové mortality na silniční síti ČR za rok

skupina, druh	Mortalita podle kategorie silnic (počet usmrcených/km/rok)				Celková mortalita v ČR (počet / rok)
	D + R	I. tř.	II. tř.	III. tř.	
srnec obecný	3,4	1,7	0,8	0,8	51 900
zajíc polní	15,0	12,6	10,3	9,6	566 400
jezek (j.západní + j.východní)	15,7	10,1	7,9	4,6	346 800
kuna skalní	8,7	3,6	1,0	0,2	49 700
kos černý	4,9	4,5	5,5	6,0	316 400
pěnkava obecná	3,4	5,1	2,4	1,2	109 400

Obr. 3 Relativní mortalita vybraných druhů na jednotlivých kategoriích komunikací (počet usmrcených jedinců na jednom km komunikace za rok)

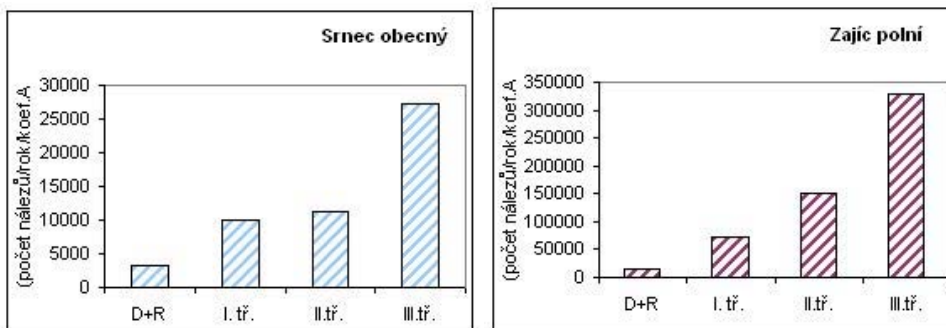


U uvedených druhů savců je nejvyšší relativní mortalita (tedy počet usmrcených jedinců na 1km) na dálnicích a rychlostních silnicích. S nižší kategorií silnic potom relativní mortalita klesá. Je zajímavé, že podle policejních statistik je počet dopravních nehod způsobených zvěří na 1km vyšší na silnicích I.třídy než na dálnicích. Příčina může být v tom, že mortalita na dálnici je působená především nočním provozem kamionů. Tato vozidla zůstávají obvykle po srážce se zvířetem velikosti srnce nepoškozená, řidič tedy událost nehlásí a ta se pak v policejních statistikách neobjeví.

Z hlediska bilance celkových ztrát je však třeba vycházet spíše z absolutních čísel pro jednotlivé kategorie komunikací. Po přepočtu na celkovou délku jednotlivých

typů silnic je zřejmé, že nejvíce zvířat hyne na silnicích nižších tříd a celkově nejméně jich uhynie na dálnicích. Z obr. 4 je patrné rozložení celkových počtů usmrčených srnců a zajíců na různých kategoriích silnic v rámci celé ČR. Tato skutečnost je zásadní při úvahách o přijímání konkrétních opatření na snižování mortality. Vyplývá z toho, že pozornost je třeba věnovat nejen dálnicím a rychlostním komunikacím, ale i opatřením na silnicích nižších kategorií.

Obr. 4 Celkový počet usmrčených srnců a zajíců na jednotlivých kategoriích komunikací v ČR za rok



Výsledné počty usmrčených živočichů na silnicích jsou překvapivě vysoké. U druhů, které jsou zároveň zvěř podle předpisů o myslivosti, je možné porovnat mortalitu na silnicích s údaji mysliveckých statistik. Jako příklad lze uvést dva modelové druhy – srnce obecného a zajíce polního.

Tab. 4 odhad mortality, jarní kmenové stavy a roční odstřel zajíce a srnce

druh	Odhad mortality na silnicích za rok	Jarní kmenové stavy (k 31.3.2007)	Roční odstřel (r. 2006)
Zajíc polní	566.400	304.720	66.569
Srnc obecný	51.900	294.608	98.811

U zajíce odhad mortality překračuje téměř dvakrát udávané jarní kmenové stavy. Přestože mortalita postihuje nejen dospělé jedince zahrnuté do jarních kmenových stavů, ale i tohoroční přírůstek, je zřejmé, že z hlediska populační ekologie by takovýto stav nebyl udržitelný a jediné vysvětlení spočívá v tom, že údaje o jarních kmenových stavech zajíce jsou výrazně podhodnocené. Přesto je zřejmé, že pro zajíce je mortalita na silnicích faktorem výrazně ovlivňujícím populační vývoj tohoto druhu. U srnce představují ztráty na silnicích cca polovinu ročního odstřelu a cca 1/6 jarních kmenových stavů. I u tohoto druhu je tedy nutné považovat zjištěnou mortalitu na silnicích za faktor, který má z hlediska populačního vývoje významný vliv. Druhem, jehož populační vývoj může být výrazně ovlivňován silniční mortalitou, je také vydra říční. Počet nalezených jedinců (4ks) v rámci studie není sice dostatečný pro výpočet celkových ztrát, údaje získávané průběžně Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR a Českým nadačním fondem pro vydru však potvrzují, že ztráty na silnicích jsou hlavní příčinou mortality vydry a snadno může nastat situace, kdy silniční mortalita ovlivní populační vývoj tohoto druhu.

3. Závěr

Výsledky průzkumu potvrdily závažnost vlivu automobilového provozu na volně žijící živočichy. Pro přesnější kvantifikaci bude třeba provést ještě řadu výzkumů různými metodickými postupy. Při tom je ale třeba si uvědomit, že veškeré studie mají význam pouze tehdy povedou-li k návrhům a realizaci praktických opatření pro snižování mortality živočichů na silnicích. Tento příspěvek považujeme tedy především za podnět k zahájení diskuse a uvítáme jakékoliv poznatky, údaje a náměty pro další řešení.

Literatura

- [1] IUELL, B. & col. 2003 Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflict and Designing Solutions
- [2] HLAVÁČ V., 2002: Jaké jsou perspektivy populace losa v České republice. Ochrana přírody, 57 (1): 16-17.
- [3] HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. 2001: Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící živočichy, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha
- [4] SEILER, A. 2003: The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria 295ISSN Uppsala ISBN 91-576-6529-X

Indikátory hodnocení udržitelného rozvoje na regionální úrovni

Jiří Jedlička*, Vladimír Adamec*, Petr Anděl**

**Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.*

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.jedlicka@cdv.cz

***Evernia, s.r.o.*

tř. 1. máje 97, 460 01 Liberec

e-mail: andel@evernia.cz

Abstract

The paper describes results of the first year solving project period including especially following outputs: proposal of indicators set for assessment of regional development according to sustainable transport and the selection of regions for proposed indicators set verification. These outputs serve as the initial basis for guideline elaboration.

1. Úvod

Udržitelný rozvoj je rámcem strategie civilizačního rozvoje, která vychází z klasické definice přijaté na zasedání Komise OSN pro životní prostředí a rozvoj v roce 1987, která považuje rozvoj za udržitelný tehdy, pokud naplňuje potřeby současné generace, aniž by ohrozil možnosti naplnit potřeby generací příštích. Konference OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED) v Rio de Janeiro roku 1992 poprvé deklarovala udržitelný rozvoj jako hlavní princip rozvoje lidstva a ve svém stěžejním dokumentu Agenda 21 předložila návod pro implementaci myšlenek a principů udržitelného rozvoje [1]. Národní strategie udržitelného rozvoje implementuje Agendu 21 na úrovni státu, přitom zohledňuje specifické podmínky dané země. Další z velkých setkání, Světový summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu v roce 2002, dále potvrdil, že cílem je takový rozvoj, který zajistí kromě rovnováhy mezi třemi základními pilíři: ekonomickým, sociálním a environmentálním pilířem, také rovnováhu mezi zeměmi, různými společenskými skupinami, dneškem a budoucností apod. Po tomto summitu se čím dál víc začalo hovořit o uplatňování principů udržitelného rozvoje na místní regionální úrovni, jehož cílem by mělo být vytvoření udržitelných společenství v městských a venkovských oblastech, v nichž lidé žijí a pracují a společně usilují o vysokou kvalitu života. Nejen z těchto důvodů je proto třeba dále posilovat a podporovat přístupy místní Agendy 21 (MA 21) a další procesy za účasti široké veřejnosti. Česká republika se jako signatář Agendy 21 zavázala programy místní Agendy 21 uplatňovat. Mezi strategické cíle Strategie udržitelného rozvoje ČR je zařazena podpora udržitelného rozvoje obcí a regionů. Mezi dílčí cíle pak náleží v oblasti regionálního rozvoje vytváření podmínek pro zmírnění až odstranění regionálních ekonomických disparit a zároveň využívání možností pro podporu přeshraniční spolupráce regionů a realizaci místní Agendy 21. Prosazování konceptu udržitelného rozvoje na regionální úrovni je v souladu s politikou Evropské unie, která klade důraz na to, aby integrovaná politika rozvoje krajů přispívala k ekonomickým, sociálním a environmentálním aspektům udržitelného rozvoje. Evropská unie (EU) stanovila udržitelný rozvoj jako své horizontální téma ve finanční

perspektivě pro období 2007 – 2013 a pro jeho uplatňování jsou plánovány finanční prostředky ze strukturálních fondů EU [2].

Jak již bylo řečeno udržitelný rozvoj je novým přístupem pro chování lidské společnosti ve vztahu k přírodním a životním podmínkám. Ale jak si můžeme být jisti, že chování lidské společnosti je právě v souladu s principy udržitelného rozvoje? Pro toto zhodnocení potřebujeme vhodný a vypovídací indikátor. Indikátory představují ukazatele vývoje určitého vybraného jevu získané průběžným sledováním, zaznamenáváním a vyhodnocováním souboru přesně stanovených údajů. Vzhledem k tomu, že je řeč o udržitelném rozvoji, jde o jevy, které s tímto tématem úzce souvisí. Indikátor životního prostředí nebo udržitelného rozvoje je druh kvantitativní informace (není však podmínkou) odvozený od primárních údajů, poskytující ucelenou a základní informaci o určitém jevu, který se týká životního prostředí nebo/a udržitelného rozvoje (ovzduší, vody, přírody, krajiny, průmyslu, zemědělství, dopravy, sociální sféry aj.). Indikátory, tak aby byly vypovídající, mají mít následující vlastnosti:

- politicky významný a adresný (indikátory mají být policy relevant, tedy mají mít přímou vazbu na danou politiku či opatření)
- analyticky dobře podložený a zdůvodněný
- snadno měřitelný, stanovitelný, vypočitatelný, a to s dostatečnou přesností a s přijatelnými finančními náklady
- uspořadatelný do vhodné časové řady
- srovnatelný v mezinárodním měřítku.

Nalézt vhodný indikátor popřípadě sadu indikátorů charakterizujících udržitelný rozvoj z pohledu měst, regionů, států popřípadě celého světa není jednoduchý úkol. Vývoj indikátorové problematiky byl v mezinárodním kontextu zahájen především po konferenci UNCED v Rio de Janeiro v červnu 1992 (kapitola 40 Agendy 21). Neaktivnějšími centry zde jsou OECD, UN CSD (Komise OSN pro udržitelný rozvoj), EEA (Evropská environmentální agentura), EUROSTAT (Statistický úřad Evropské komise) a další mezinárodní vládní i nevládní organizace, např. World Resource Institute. Mezi neaktivnější státy sdružené v OECD a EU rozvíjející indikátorovou problematiku patří, Finsko, Švédsko, Velká Británie, Nizozemí, Maďarsko a další. V České republice má problematika indikátorů týkajících se životního prostředí již téměř patnáctiletou tradici. Oficiálním a hlavně viditelným způsobem byla zahájena publikací „Zprávy o stavu životního prostředí v ČR v roce 1993“, a to zahrnutím systému indikátorů založených na základní indikátorové sadě (tzv. core set) životního prostředí používané předtím již v OECD. Od této doby se různě obměňované soustavy indikátorů používají v celé řadě publikací, ročenek, státních politik a strategií, vědeckých a výzkumných zpráv, sborníků z konferencí apod. Hlavními pracovišti v České republice, která rozvíjejí indikátorovou problematiku je Ministerstvo životního prostředí, Centrum pro otázky životního prostředí UK, CENIA (dříve Český ekologický ústav), Český hydrometeorologický ústav, Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Ministerstvo zdravotnictví, Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo pro místní rozvoj, Ústav pro ekopolitiku a v neposlední řadě také Centrum dopravního výzkumu.

Indikátory místního udržitelného rozvoje hrají v rozhodovacích procesech dvojí roli:

- a) umožňují hodnocení úspěšnosti procesů vzhledem k udržitelnému rozvoji;
- b) poskytují komunikační nástroj – základ pro diskusi o směřování komunity mezi různými podílníky, především mezi regionem a veřejností.

Správně zvolený indikátor místního/regionálního udržitelného rozvoje by měl splňovat obě role, tj. hodnotit směřování regionu k/od udržitelného rozvoje a usnadňovat zapojování veřejnosti do rozhodování o tomto rozvoji. Vhodný indikátor odráží

hlediska sociální spravedlnosti, zájmy místní ekonomiky a ochrany životního prostředí, ale také snahu o posílení role místní samosprávy nebo zabezpečování místních potřeb na místní úrovni. Indikátory umožňují vidět problematické oblasti a ukázat cestu k jejich nápravě. Obvyklým přístupem k využití indikátorů v rámci procesů je sledování indikátorových sad, např. složkově nebo sektorově pojaté soubory. Jednotlivé indikátory, jakkoli komplexní (typu ekologické stopy města či hodnocení spokojenosti občanů) jsou dobře využitelné, ale obvykle postihují pouze vybraný rys místní udržitelnosti. Proto je vhodnější sledovat sadu vzájemně se doplňujících indikátorů, které poskytují komplexnější obraz ekonomického, sociálního a environmentálního rozvoje regionu a navíc umožňují hodnotit vzájemné vazby a souvislosti mezi různými aspekty rozvoje. Uplatnění jednotné sady zvolených indikátorů umožní mimo jiné posoudit, jak si daný region vede ve srovnání s jinými a usnadňuje poznání jejích silných a slabých stránek. Indikátory, které si společnost vybere, aby mohla vydávat zprávy o sobě pro sebe, mají překvapivou moc. Odráží společně sdílené hodnoty a formují společná rozhodnutí. Společnost, která např. řeší bezpečnost na svých ulicích, volí jiné možnosti rozvoje než společnost která věnuje pozornost pouze růstu ekonomiky, měřeném pomocí HDP [2].

2. Metodika výběru a hodnocení indikátorů

Výběr vhodných indikátorů pro hodnocení trvale udržitelné dopravy na regionální úrovni je složitý proces vzhledem k tomu, že se do něj zapojuje řada sociálních a politických faktorů. V souladu s přístupem aplikovaným na evropské úrovni vychází námi navržený postup z následujícího schématu. Jako základní metodický postup navržený v rámci projektu COST 350 „Integrated Assessment of Environmental Impact of Traffic and Transport Infrastructure“ tzv. DPSIR, který zahrnuje rozdělení celého procesu na následující části: D – Driving Force – popisuje základní hnací sílu; P – Pressure – popisuje tlaky na životní prostředí; S – State – vyhodnocuje stav životního prostředí; I – Impact – charakteristika základního vlivu; R – Response – výsledná odpověď na přijatá opatření

Z uvedeného přístupu vyplývá, že navržené indikátory musí zahrnovat všechny uvedené kroky.

Praktický postup při výběru indikátorů

Pro výběr indikátorů byl navržen následující postup:

- rešerše a shromáždění maximálního množství relevantních indikátorů
- výběr kritérií pro hodnocení indikátorů
- provedení výběru indikátorů pomocí expertního hodnocení
- ověření vybraných indikátorů na modelových oblastech

Zpracování databáze relevantních indikátorů

V průběhu prací na rešerši bylo zjištěno, že mnoho indikátorů je s jistými úpravami používáno v různých národních či regionálních indikátorových sadách. Relevantní indikátory byly shromážděny z různých podkladových materiálů z ČR a zahraničních zdrojů.

Kritéria

Výběr kritérií pro hodnocení indikátorů je obtížným úkolem, protože se zde prolíná celá řada úkolů. Kritéria hodnocení lze rozdělit na dvě skupiny – na obecná kritéria a specifická kritéria. Obecná kritéria popisují a hodnotí celkové cíle z hlediska ochrany životního prostředí. Specifická kritéria jsou zaměřena na specificky definovaný cíl.

V tomto případě na udržitelnou dopravu v regionálním měřítku. Pro toto hodnocení bylo zvoleno pět obecných (významnost, kompletnost, jednoduchost a použitelnost, vědecká platnost, přenosnost) a dvě specifická (vazba na dopravu, vazba na regionální úroveň) kritéria.

Charakteristika vybraných kritérií je následující:

Významnost

Toto kritérium je zaměřené na hodnocení vazby daného indikátoru k cílům základních plánů a projektů. Silný vztah ať už přímý nebo nepřímý mezi indikátorem a cíli hodnocených plánů je zásadní a je ho možné upřesnit následujícími otázkami:

- Jak dobře vytváří indikátor základ pro hodnocení vztahu činnosti a plánů?
- Jak důležitý je daný indikátor pro životní prostředí?
- Jak dobře je indikátor schopen popsat čerstvě vznikající a potencionální problémy?
- Jak dobře indikátor demonstuje posun směrem k a od udržitelnosti?

Kompletnost

Toto kritérium zahrnuje hodnocení, na kolik daný indikátor komplexně popisuje danou problematiku. Pomocné otázky:

- Jak dobře indikátor pokrývá různé parametry systému DPSIR?
- Jak dobře postihuje celkové impakty projektu na životní prostředí?
- Jaký je vztah mezi jinými indikátory, otázka nadbytečnosti?

Jednoduchost a použitelnost

Toto kritérium hodnotí indikátor podle toho, na kolik je jeho vyjádření jednoduché a srozumitelné pro odbornou i laickou veřejnost a tím na kolik je použitelné pro prezentaci a praktickou demonstraci provedených hodnocení. Pomocné otázky:

- Jak dobře může být indikátor vypočten na základě jednoduchých nástrojů?
- Jak snadno lze indikátor upravit a zhodnotit na základě jednotlivých dat a postupů?
- Je indikátor vyjádřen v jednotkách, které jsou přehledné a srozumitelné laické veřejnosti?

Vědecká platnost

Vztah mezi indikátorem a podstatou skutečnosti, kterou popisuje, musí být vědecky zdůvodnitelný a prokazatelný. Indikátor musí převádět odpovídající vědecké postupy do zjednodušené praktické podoby. Pomocné otázky:

- Jak efektivně popisuje indikátor daný impakt?
- Jak přesně popisuje indikátor daný impakt?
- Existuje shoda mezi odborníky o platnosti tohoto indikátoru?

Přenosnost

Toto kritérium popisuje skutečnost, na kolik je daný indikátor schopen vyjádřit změny v časových a prostorových trendech, tzn. přenést daný typ hodnocení do jiného časového období nebo jiné oblasti. Pomocné otázky:

- Jak dobře může být indikátor použit v různých časových periodách?
- Jak dobře indikátor postihuje změny mezi časovými periodami?
- Jak dobře může být indikátor použit v různých geografických oblastech?

Vazba na dopravu

Toto specifické kritérium popisuje, na kolik indikátor vystihuje problematiku dopravy, která je zde zadána jako základní cíl. Indikátor musí mít schopnost odrážet specifické impakty dopravy a odlišovat je od jiných obecných antropogenních vlivů. Pomocné otázky?

- Jak dobře indikátor postihuje specifické impakty dopravy?
- Jak dobře indikátor popisuje trendy vedoucí k udržitelné dopravě?

Vazba na regionální úroveň

Tento specifický indikátor je zaměřen na popis zadané hierarchické rozhodovací úrovně, kterou je v tomto zadání úroveň regionální. Pomocné otázky:

- Na kolik daný indikátor postihuje specifiku regionální problematiky?
- Na kolik je daný indikátor schopen odlišit regionální úroveň od úrovně celorepublikové a lokální?

Jako příklad uvádíme srovnání několika indikátorů ve dvou krajích, které jsou předmětem výzkumného úkolu včetně porovnání se situací v ČR.

Tab. 1 Emise hlavních znečišťujících látek [t]

Kraj	2001	2002	2003	2004	2005	2006
pevné částice						
Liberecký	2 415	2 325	3 072	2 775	2 080	1 810
Jihomoravský	2 492	3 166	4 949	5 328	4 750	4 510
ČR	53 851	58 746	78 583	75 495	65 114	58 900
SO ₂						
Liberecký	6 678	4 946	4 687	4 307	3 710	3 060
Jihomoravský	4 385	4 216	4 500	4 655	4 270	4 150
ČR	250 932	237 384	231 387	227 923	219 014	206 800
NO _x						
Liberecký	8 799	8 503	8 462	8 169	5 650	5 110
Jihomoravský	21 461	20 802	21 994	21 353	20 220	19 090
ČR	331 821	318 178	332 636	326 128	277 390	284 800
CO						
Liberecký	22 682	18 623	19 405	18 891	13 660	11 600
Jihomoravský	40 315	37 260	38 847	37 674	33 450	30 790
ČR	648 601	546 065	575 897	570 569	497 206	458 200
VOC						
Liberecký	5 185	8 425	8 183	7 901	6 770	6 340
Jihomoravský	9 174	18 169	20 314	37 674	18 230	17 260
ČR	129 193	203 000	203 856	197 547	180 001	169 200

Tab. 2 Počet vozidel dle emisní normy platné v roce zařazení do provozu k 1. 1. 2008

Kraj	konvenční	EURO1	EURO2	EURO3	EURO4	celkem
osobní vozidla a dodávky						
ČR	1 514 809	496 919	1 149 656	1 019 735	558 624	4 739 743
Liberecký	67 201	19 415	42 989	33 150	14 743	177 498
Jihomoravský	142 077	50 074	116 318	96 000	37 595	442 064
těžká vozidla a autobusy						
ČR	101 494	10 981	24 425	49 345	22 649	208 894
Liberecký	6 218	1 860	4 030	8 065	4 322	24 495
Jihomoravský	14 765	5 415	12 147	25 368	16 078	73 773
motocykly						
ČR	676 785	16 487	41 189	63 042	54 591	862 094
Liberecký	25 041	663	1 685	2 667	3 142	33 198
Jihomoravský	79 000	1 847	4 557	7 247	7 051	99 702

3. Závěr

Doprava je jedním z klíčových faktorů v moderních ekonomikách. S jejím postavením se stala i významným faktorem ovlivňujícím životní prostředí člověka a to jak v pozitivním, tak k negativním vlivům patří např. produkce emisí ze spalovacích procesů, hluk, vibrace nebo kontaminace půd, horninového prostředí a vody v důsledku úniků škodlivých látek z dopravních prostředků nebo při haváriích. Působením dopravy se mění vzhled a morfologie krajiny, dopravní sítě představují bariéry pro migrující volně žijící živočichy. Přesto že poptávka po dopravě neustále roste, nemůže se rozvoj omezit pouze na budování nové infrastruktury. Je třeba optimalizovat dopravní systém tak, aby splňoval požadavky udržitelného rozvoje a doprava směřovala k naplnění zásad udržitelné dopravy vytvářející podmínky pro takové přemísťování osob a nákladů, které je na jedné straně funkční, bezpečné a ekonomické a na druhé straně není v rozporu s udržitelnou spotřebou přírodních zdrojů. Cílem projektu, jehož dílčí výsledky jsou v tomto příspěvku prezentovány, je metodický pokyn pro hodnocení rozvoje regionů z hlediska udržitelné dopravy. Jako reálný přínos lze očekávat, včetně praktického ověření na modelových lokalitách.

Příspěvek vznikl za podpory projektu VaV CG712-093-520 financovaného ministerstvem dopravy.

Literatura

- [1] *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*. New York: United Nations, 2007, 93 s. ISBN 978-92-1-104577-2.
- [2] KAŠPAR, J., PETROVÁ, M. *Místní agenda 21 – informace, postupy, kritéria*. Praha: MŽP ČR, 2006, 55 s. ISBN 80-7212-435-8.
- [3] MOLDAN, B., HÁK, T., KOLÁŘOVÁ, H. *K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek*. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK, 2002, 1852 s. ISBN 80-238-8378-X.
- [4] ADAMEC, V. a kol. *Doprava a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008, 176 s. ISBN 987-80-247-2156-9.
- [5] ADAMEC, V., DOSTÁL, I., DUFEK, J., EFFENBEREGER, K., JEDLIČKA, J., SMÉKAL, P. *Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí v České republice za rok 2007*. Brno: CDV, 2008, 116 s.

Uplatnění tribotechnické diagnostiky při snižování zátěže životního prostředí dopravou

Jaroslava Machalíková, Marie Sejkorová, Marcela Livorová
*Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera,
katedra dopravních prostředků a diagnostiky,
Studentská 95, 532 10 Pardubice
e-mail: jaroslava.machalikova@upce.cz*

Abstract

Tribotechnical diagnostics contribute to the effective utilization of lubricants. Their rigorous application leads to significant economical, material and energetic savings. Therefore, their application in the operation of transport vehicles has an overall positive impact in the area of decreasing the harmful effects of transport on the environment. The paper presents the possibilities of using selected advanced instrumental methods (FTIR spectrometry, analytical ferrography, scanning electron microscopy and energy dispersive electron microanalyses) for evaluating the process of wearing out the oils as well as components lubricated by them.

1. Úvod

Působení dopravy na životní prostředí úzce souvisí s technickým stavem dopravních prostředků. Z ekonomických důvodů jsou kladeny stále vyšší nároky na prodloužení jejich dobrého technického stavu, na zabezpečení vysoké provozní spolehlivosti, na snižování spotřeby paliv i dalších provozních hmot. Růst kvality a efektivnosti údržby pozitivně ovlivňuje tribotechnická diagnostika (TTD), která může při důsledném uplatňování přinést snižování nákladů a současně přispívat ke snižování škodlivých vlivů dopravy na složky životního prostředí.

2. Význam TTD pro praxi

V současné době se velmi intenzivně rozvíjejí fyzikální a fyzikálně-chemické instrumentální zkušební metody pro posuzování stupně opotřebení provozních kapalin, zejména olejů. Získané analytické údaje poskytují kromě diagnostické informace i informaci prognostickou, tj. dovolují předvídat případné havarijní situace a předcházet jim. Optimalizace výměny olejových náplní je velmi závažným problémem z hlediska ekonomického, provozně-bezpečnostního i environmentálního; právě v této oblasti nachází TTD stále širší uplatnění. Uplatňují se jak expresní metody jednoduché provozní diagnostiky, tak i standardní laboratorní zkoušky podle příslušných norem i jiných předpisů a náročné instrumentální metody.

V souvislosti se snižováním negativních účinků dopravy na životní prostředí i s minimalizací provozních nákladů je žádoucí dosáhnout co nejvyšších úspor ropných produktů. V hospodaření s mazivy jich lze docílit využitím nejnovějších poznatků TTD v rámci provozní péče o vozidla. Uplatňování TTD přispívá k šetření energiemi, ropnou surovinou, pohonnými hmotami, mazivy, konstrukčními materiály i lidskou prací. Podílí se na prevenci havarijních stavů zařízení i na snižování spotřeby maziv, tedy i na omezování vzniku nebezpečných odpadů – to vše se promítá do snížení zátěže životního prostředí dopravou.

Optimalizace výměny olejových náplní mechanismů souvisí zejména se stanovením rychlosti znehodnocování olejové náplně, s úrovní kvality mazání a s rychlostí opotřebením mazaných prvků. Jedním z předpokladů zabezpečení optimálních výměnných lhůt je zjištění stavu maziva a strojního zařízení, z něhož bylo mazivo odebráno jako reprezentativní vzorek. Metodami TTD se sledují změny, ke kterým dochází při stárnutí oleje v provozu účinkem nepříznivých vlivů způsobujících zhoršení jeho fyzikálních a chemických vlastností.

Zkušenosti z provozu dokazují, že výměnné lhůty pro oleje i jiné provozní kapaliny v mnoha případech neodpovídají optimálním. Při striktním dodržování předepsaných lhůt může být vyměňovaný olej nadměrně opotřebený a svými vlastnostmi nesplňuje požadavky, které jsou kladeny na kvalitní mazivo; v jiném případě může být vyměňován olej, který ještě mohl plnit svou funkci a výměna je tedy nevýhodná zvláště z ekonomického hlediska – není-li provedena analýza, vyměňuje se olej, aniž jsou známy jeho momentální vlastnosti. Tyto problémy je možné účelně řešit právě využitím TTD, která vychází z individuálního posouzení stupně degradace oleje v konkrétním motoru, převodovce či jiném mechanismu na základě analýzy použitého oleje. Využívá mazivo jako zdroj informací o dějích a změnách jak v technických systémech, v nichž jsou maziva aplikována, tak i v samotném mazivu. Vhodná interpretace výsledků rozborů umožňuje nejen včas upozornit na příznaky blížící se poruchy stroje, ale v řadě případů umožňuje i určení místa vzniku mechanické závady.

Zvýšené namáhání klade nároky i na kvalitu používaných olejů. Jejich jakost výrobci olejů neustále zvyšují. Tento vývoj však přináší i zvýšení cen, což uživatele nutí neustále hledat možnosti optimálního využití olejů. Problematika diagnostiky a výměny zejména motorových olejů je proto významná z hlediska provozně-technického, ekonomického i environmentálního.

Degradace oleje je především důsledkem jeho reakcí se vzdušným kyslíkem; rozsah a rychlost změn závisí na řadě faktorů, zejména na teplotě a na chemickém složení oleje včetně přítomnosti aditiv. Sledování chemických a fyzikálních změn, ke kterým v průběhu těchto složitých dějů dochází, poskytuje poměrně přesnou představu o aktuálním stavu maziva a o možnostech jeho dalšího používání v provozu. Východiskem pro hodnocení dynamiky změn jednotlivých parametrů jsou jejich hodnoty pro nepoužitý olej.

Laboratorní metody hodnocení vlastností maziv lze rozdělit do dvou základních skupin:

a) metody pro hodnocení fyzikálně-chemických vlastností oleje (nejčastěji stanovení viskozity, obsahu vody, celkového čísla kyselosti (TAN) a čísla zásaditosti (TBN) aj.; stále častěji se používá FTIR spektrometrie, v posledních letech také diferenciální skenovací kalorimetrie (PDSC) a další pokročilé instrumentální metody);

b) metody pro kvalitativní a kvantitativní charakterizaci otěrových částic (zejména ferrografie s navazující obrazovou analýzou, lokální elektronovou mikroanalýzou apod.; dále jsou využívány např. analýzy s využitím čítačů částic, ke stanovení celkové koncentrace kovů pak atomová absorpční spektrometrie (AAS), emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP), roentgenová fluorescence (XRF), elektrochemické metody aj.).

Na Univerzitě Pardubice je proto od r. 1997 ve Společné laboratoři Univerzitního ekologického centra postupně budováno pracoviště zaměřené na tribotechnickou diagnostiku, orientované na činnost pedagogickou i vědecko-výzkumnou.

Na tomto pracovišti byly analyzovány oleje motorové a převodové (odebrané z autobusů, hnacích vozidel Českých drah, osobních automobilů, těžkých nákladních

vozidel a tahačů, z traktorů, zemědělských strojů a motocyklů), oleje hydraulické, kompresorové a oleje pro průmyslové převodovky.

V tomto příspěvku jsou prezentovány některé výsledky aplikace vybraných metod v oblasti TTD dopravních prostředků.

3. Experimentální práce a jejich výsledky

V rámci provedených prací byly využívány kombinace metod, umožňujících sledovat a hodnotit jak stav oleje a průběh jeho degradace v provozních podmínkách, tak charakter a aktuální stav opotřebení mazaných ploch.

3.1 FTIR spektrometrie

Tato analytická technika je vhodná především pro identifikaci a strukturní charakterizaci zejména organických sloučenin. Je založena na měření absorpce infračerveného záření o různé vlnové délce analyzovaným materiálem. Vlastní analýzy jsou prováděny na FTIR spektrometru Vector 22 (Bruker) ve spektrálním rozsahu $600\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$, s rozlišením 4 cm^{-1} a s počtem scanů 32. V této práci byla používána metoda zeslabené úplné reflektance (horizontální ATR), založená na principu násobného úplného odrazu záření na fázovém rozhraní měřeného vzorku a měřicího krystalu z materiálu o vysokém indexu lomu (ZnSe).

Ke sledování degradace oleje, jeho znečištění a úbytku aditiv lze využívat sledování změn hodnot absorpance v infračervených spektrech: ztráty základních protiotěrových a antioxidačních přísad se projevují úbytkem absorpance v oblasti $1050\text{--}950\text{ cm}^{-1}$. Oxidace uhlovodíků v oleji se projevuje přírůstkem absorpance v oblasti kolem 1710 cm^{-1} . Znečištění oleje způsobené průnikem spalin obsahujících saze kolem pístu může být pozorováno v oblasti kolem 2000 cm^{-1} (způsobuje posun celého spektra směrem k vyšším hodnotám absorpance). Nárůst absorpance mezi $1650\text{--}1580\text{ cm}^{-1}$ svědčí o přítomnosti organických nitrosločenin z profuku spalných plynů ze spalovacího prostoru; tyto jevy jsou ukazatelem opotřebení písní skupiny. Přítomnost vody se ve spektru projevuje širokým pásem v oblasti $\sim 3600\text{--}3300\text{ cm}^{-1}$, vnikání paliva do oleje zvýšením absorpance v oblasti $815\text{ až }800\text{ resp. }750\text{ cm}^{-1}$.

Na základě analýz téměř jednoho tisíce vzorků je možno konstatovat, že představa o ekonomických úsporách dosažených na základě prodloužení výměnných lhůt maziva je v některých případech ne zcela opodstatněná. Okamžité úspory, které jsou dosaženy nadměrně dlouhými výměnnými lhůtami, jsou jen zdánlivé a později se projeví ve vysokých nákladech na údržbu, popř. opravu motorů. Nová olejová náplň je navíc ihned po výměně nadměrně znehodnocena původním opotřebeným olejem, který zůstal v mazacím systému motoru, a výměnná lhůta následující po příliš dlouhém výměnném intervalu je tedy výrazně zkrácena.

3.2 Ferrografie

Ferrografie je tribodiagnostická metoda, založená na oddělení cizorodých částic obsažených v olejové náplni mazacích soustav strojů od vlastního oleje [1, 2]. Využívá sedimentace částic na speciální podložce při průtoku vzorku oleje v silném nehomogenním magnetickém poli. Zachycené částice, které obíhaly společně s olejem, popisuje a přiřazuje je jednotlivým mechanismům opotřebení. Tato bezdemontážní diagnostická metoda umožňuje na základě částicové analýzy objektivně určit režim opotřebení mazaného stroje, na základě analýzy morfologie a počtu otěrových částic pak umožňuje odhalit blížící se poruchu stroje. V některých

případech lze určit i místo vzniku otěrových částic, což má pro posuzování opotřebenosti strojního zařízení mimořádný význam.

V současnosti se v praxi používá především analytická ferrografie. V bichromatickém mikroskopu lze zkoumat tvar, barvu, charakter povrchu a další morfologické charakteristiky částic sedimentu, které nesou významnou informaci o převládajícím druhu tření a opotřebenosti strojních součástí mazaných analyzovaným olejem. Analytická ferrografie vypovídá o skutečném technickém stavu mazací soustavy a mazaných dílů i o způsobu opotřebenosti jednotlivých třecích dvojic. Umožňuje hodnotit průběh a intenzitu opotřebenosti součástí, které jsou analyzovaným olejem mazány, a to na základě izolace částic tvořených kovovým otěrem, vlákny z filtračních materiálů, kontaminanty z vnějšího prostředí aj. Na toto hodnocení pak může navázat popis jejich vlastností, např. celkové plochy částic v obrazu, jejich morfologie, rozdělení velikostí a řady dalších charakteristik.

Pro tyto účely je vhodné analytickou ferrografii (případně i ve spojení s rastrovací elektronovou mikroskopií) kombinovat s následnou obrazovou analýzou.

Použití obrazové analýzy na jedné straně umožňuje usnadnit a automatizovat ferrografické hodnocení, na straně druhé dovoluje podstatně rozšířit počet a druh hodnocených parametrů a kvantifikovat výsledky analýzy.

V rámci prováděných komplexních analýz mazacích olejů bylo u vybraných vzorků provedeno ferrografické hodnocení, pro které byl používán ferrograf Reo 1 (ReoTrade Ostrava) v sestavě s bichromatickým trinokulárním mikroskopem H 6000 (Intraco Micro Tachlovice) a digitální kamerou Micrometrics 318-CU s propojením na PC. Pozorování na rastrovacím elektronovém mikroskopu VEGA TS 5130 (TESCAN Brno) v laboratoři elektronové mikroskopie DFJP bylo u vybraných vzorků doplněno energiově-disperzní analýzou. Ke zpracování obrazu je používán systém LUCIA G v. 4.82 (Laboratory Imaging, Praha).

Na základě výsledků studia částic nalézáných na ferrogramech lze konstatovat, že se ve vzorcích analyzovaných olejů poměrně často vyskytuje otěr, jehož výskyt souvisí především s únavovým a abrazivním opotřebením; v olejích ze záběhové etapy jsou početně zastoupeny částice vznikající řeznými procesy (obr. 1). Nekomové částice mají původ zejména v nečistotách z okolního prostředí a v opotřebenosti těsnicích konstrukčních prvků, filtrů apod.

V převodových olejích byly opakovaně nalézány částice vznikající kombinací valivého a kluzného tření (vytvářejí se při odvalování zubů ozubených kol; rýhy na povrchu jsou výsledkem působení smykových napětí na konci odvalování). V důsledku vysokých kontaktních tlaků na povrchu zubů a velkých kluzných rychlostí dochází k mikrosvarům zubů; vytrháváním svařených mikromůstek se pak vytvářejí charakteristické částice s hluboce rozbrázděným povrchem [3, 4].

3.3 Rastrovací elektronová mikroskopie, lokální elektronová mikroanalýza a obrazová analýza

Interpretaci výsledků klasické ferrografické analýzy principiálně komplikuje proces filtrace analyzovaného oleje. V rámci dříve prováděných experimentálních prací byla proto navržena a ověřena metodika uvolňování zachycených částic z filtrační vložky [3, 4, 6–9]. Morfologie separovaných částic byla pak u jednotlivých vzorků zkoumána na bichromatickém světelném mikroskopu a v rastrovacím elektronovém mikroskopu, u vybraných částic byla provedena lokální elektronová mikroanalýza.

Pro studium morfologie byly vybrány typické částice, izolované z jednotlivých filtrů. Projevem závažných změn a zhoršení stavu oleje i povrchu mazaných ploch je vznik globulárního otěru, jehož výskyt souvisí podobně jako u ferrograficky

analyzovaných olejů především s únavovým opotřebením, a částice doprovázející abrazivní opotřebení (výběr z fotodokumentace je uveden na obr. 2 a 3).

Při detailním studiu na REM byly nalezeny sférické útvary o průměru $<20 \mu\text{m}$, vytvářející se podle autorů [1, 2] v důsledku únavového opotřebením. Vznikají dlouhodobým opakovaným zatěžováním povrchu součástí, kdy v materiálu dochází ke vzniku smykového napětí. Pod povrchem se začnou tvořit jemné mikrotrhliny ve směru rovnoběžném s povrchem; po propojení trhlin dochází ke složitým jevům uvolňování a zaoblování částic za cyklického působení vysokých hydrodynamických tlaků při otevírání a stačování trhliny [5]. Jednotlivé sféroidy mají různou strukturu povrchu (některé zcela hladkou, jiné pravidelně dendritickou), jejíž charakter zřejmě souvisí s chemickým složením materiálu třecích ploch a s výší teplot v mikrolokalitách. Za příčinu výskytu sféroidů s dendritickou strukturou povrchu lze považovat i místní přehřátí kovových povrchů a částic z nich uvolněných při nedostatečném mazání (např. v důsledku vyčerpání mazivostních přísad při překročení výměnné lhůty oleje).

3.4 Praktické aplikace

Jako příklad využití ferrografie, REM a energiově-disperzní mikroanalýzy v praxi lze uvést:

- Obr. 1: Přítomnost sférických částic (obr. 1 a) o průměru nejčastěji $10\text{--}50 \mu\text{m}$ je výsledkem únavových procesů. Nárůst počtu velkých částic (obr. 1 b, c, obr. 3) je varovným příznakem možné havárie. Mezi částicemi z filtru tahače Volvo FH 12.500, provozovaného za extrémně náročných podmínek a s překračováním výměnných lhůt oleje, se vyskytovaly i laminární částice s výraznou dendritickou strukturou (obr. 3). Podle výsledku energiově-disperzní mikroanalýzy lze usuzovat na jejich původ z povrchové vrstvy přehřátých pístních kroužků.
- Obr. 4 a, b: Program LUCIA lze využít při kvantitativním hodnocení otěrových částic, které je založeno na devíti morfologických parametrech a umožňuje posoudit typ převládajícího opotřebením. K výpočtu byl používán programový modul, vytvořený na DFJP.
- Vybrané typické otěrové částice byly analyzovány na REM s energiově-disperzním analyzátozem Zkoumané částice lze podle chemického složení rozdělit do pěti skupin:
 - Typ 1 – C (55–85 %_{at}), O (30–40 %_{at}):
porézní drobné částice zpravidla zaoblených tvarů, špatně vodivé – nejčastěji karbon; nedominantní prvky (Fe, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca) mohou být zbytky aditiv, nečistoty zvenčí apod.;
 - Typ 2 – Sn (~80 %_{at}), subdominantně je zastoupeno Pb, Cu, O, P, Fe (stopy):
lesklé částice, často s hlubokými rýhami, s plasticky deformovanými okraji; hlavní složkou je Sn – nejčastěji částice z ložiskové výstelky;
 - Typ 3 – Zn (30–45 %_{at}), O (40–47 %_{at}), Al (~15 %_{at}), v nízkých koncentracích jsou zastoupeny Fe, Si, S, Cl, Ca, Cr:
ploché tenké ostrohranné částice (Zn, Al; slitiny se zvýšenou odolností proti korozi a otěru) – částice z povrchových vrstev součástí motoru;
 - Typ 4 – Fe (60–70 %_{at}), O (30–40 %_{at}), stopově Cr, Mn:
slitinné částice tvořené převážně železem, na povrchu oxidická vrstva – materiál základního konstrukčního prvku;
a – kulovité částice o průměru nejčastěji $10\text{--}50 \mu\text{m}$; sféroidy jsou výsledkem únavových procesů

- b – úzké ploché až jehlicovité částice nebo spirálově stočené, plasticky deformované částice řezného opotřebení
- c – velké ploché částice (často rozválcované), které mají na povrchu trhliny a stopy korozního napadení; vznikají odlupováním Beilbyho vrstvy;

Typ 5 – Si (20–30 %_{at}), O (60–70%_{at}), Al (6,46 %_{at})

nevodivé částice oxidu křemičitého nebo křemičitanů (do mazacího systému se mohou dostat zvenčí spolu s nasávaným vzduchem).

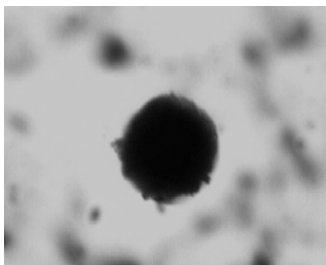
Vyšetření otěru, založené na kombinaci několika metod, vytváří předpoklady pro získání komplexních informací o průběhu provozního opotřebení jak olejů, tak jimi mazaných mechanismů. Podrobnější výsledky a jejich diskuse byly publikovány např. v pracích [6–9].

4. Závěr

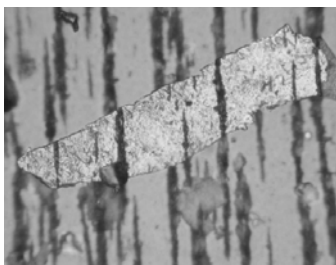
V současné době se intenzivně rozvíjejí fyzikálně-chemické instrumentální metody včetně FTIR spektrometrie, ferrografie s navazující obrazovou analýzou, elektronové mikroskopie v kombinaci s lokální elektronovou mikroanalýzou i další, které mohou přinést řadu údajů o průběhu a stupni opotřebení olejů pro dopravní prostředky. Velmi cenná je skutečnost, že analytické údaje získané prostřednictvím těchto metod poskytují kromě diagnostické informace i informaci prognostickou, tj. dovolují předvídat havarijní situace a předcházet jim. Optimalizace výměny olejových náplní je velmi závažným problémem nejen technickým a ekonomickým, ale úzce souvisí i s ochranou životního prostředí. Právě v této oblasti nacházejí pokročilé metody tribotechnické diagnostiky stále širší uplatnění.

Obr. 1 Typické částice ferrograficky separované z olejů

- a–Únavová částice typického kulovitého tvaru (průměr cca 20 μm)
- b–Laminární částice s patrnými stopami abrazivního opotřebení (délka cca 150 μm)
- c– Členitá částice řezného opotřebení (max. rozměr cca 100 μm)



a

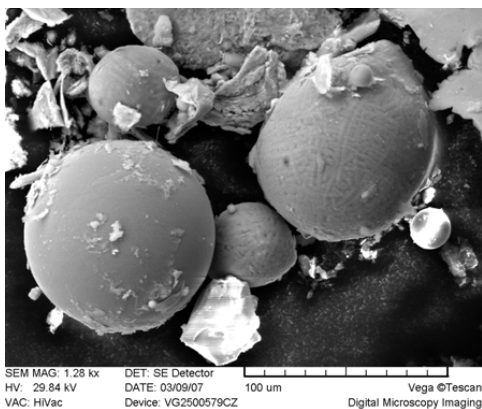


b

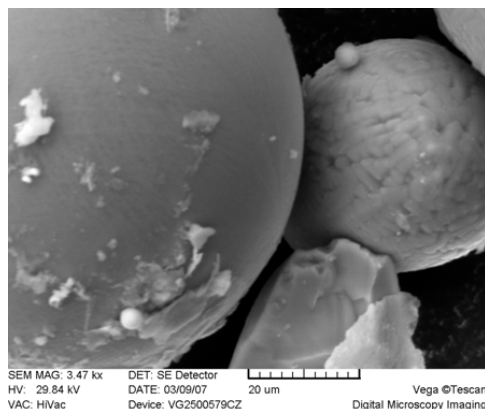


c

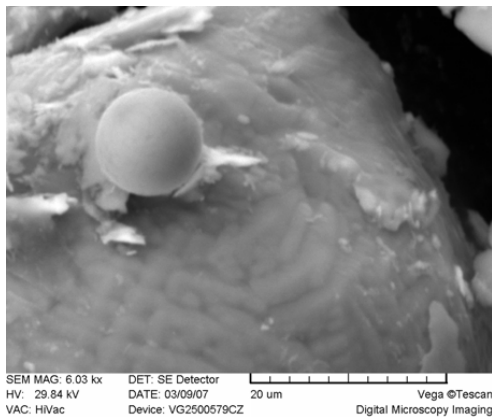
Obr. 2 a Sférické částice (Volvo FH 12.500)



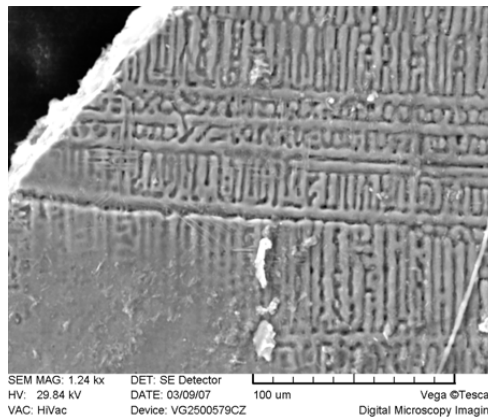
Obr. 2 b Detail obr. 2 a – sférické částice různé velikosti



Obr. 2 c Detail obr. 2 b – sférické částice s různou strukturou povrchu



Obr. 3 Detail povrchu ploché částice s dendritickou strukturou



Obr. 4 a Originální snímek ferrogramu (1 dílek ~ 10 μm)



Obr. 4 b Vyhodnocení typu opotřebení



Literatura

- [1] STRAKA, B. Motorové oleje a tribotechnická diagnostika naftových motorů. Praha: NADAS, 1986.
- [2] KRETHER, R.: Possibilities and frontiers of ferrography. *Tribologie und Schmierungstechnik*. Vol. 48, no. 4, pp. 48-54. July-Aug. 2001.
- [3] MACHALÍKOVÁ, J., FADRNÁ, R., CHÝLKOVÁ, J., DUSZKOVÁ, H. Tribotechnical diagnostics of engine and gear oils for vehicles using advanced instrumental techniques. *Proceedings of The Second International Conference Reliability, Safety and Diagnostics of Transport Structures and Means*. 2005. 7 – 8 July 2005 Pardubice. Pardubice: University of Pardubice. pp. 200 – 208. ISBN 80 – 7194 – 769 – 5.
- [4] MACHALIKOVA J., CHYLKOVA J., SELESOVSKA R. Advanced Instrumental Techniques In Tribotechnical Diagnostics. INTERNATIONAL JOURNAL „MACHINES, TECHNOLOGIES, MATERIALS“, ISSUE 2-3 / 2007, 165 – 168, ISSN 1313-0226.
- [5] ROYLANCE B. J., RAADNUI S. The morphological attributes of wear particles – their role in identifying wear mechanisms. *Wear* 175 (1994), pp. 115–121.
- [6] MACHALÍKOVÁ, J., SCHMIDOVÁ, E. Morfologie otěrových částic. *Sborník 13. mezinárodní konference REOTRIB 2007 – Kvalita paliv a maziv*. Velké Losiny 30. května-1. června 2007. Praha: VŠCHT Praha, 2006, str. 87-95. ISBN 987-80-7080-011-9.
- [7] MACHALÍKOVÁ, J., SOUKENKA, M. Otěrové částice z filtrů motorových a hydraulických olejů. *Sborník konference s mezinárodní účastí TECHMAT 07 – Perspektivní technologie a materiály pro technické aplikace*. Univerzita Pardubice, DFJP a Asociace strojních inženýrů, MI – Pardubice. 15. 11. 2007, Svitavy – hotel Schindlerův háj. Str.129-132. ISBN 978-80-7395-013-2.
- [8] MACHALÍKOVÁ, J., SCHMIDOVÁ, E., SEJKOROVÁ, M., ČORNÝ, Š. Morphology of wear particles from motor oils and oil filters. *Proceedings of the 5th Russian Science and Technical Conference POLYTRANSPORT SYSTEMS*. Krasnoyarsk, 21-23 November 2007: in 2 parts. Editor: V. N. Katargin. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, Polytechnic Inst., 2007. Part I – 398. Str. 21-30. ISBN 987-5-7638-0766-0.
- [9] ČORNÝ, Š., MACHALÍKOVÁ, J., KRTIČKA, F. Monitoring of the wear process and wear quantity. In: BORKOWSKI, S., BENEŠ, L. (editors). *Improvement of machines exploitation and quality products*. Saint-Petersburg: Saint-Petersburg Polytechnical University Publishing House, 2008. Str. 24-32. ISBN 978-5-7422-1784-8.

Omezení negativních vlivů dopravy rozvojem kombinované přepravy

Václav Cempírek, Jaromír Široký, Petr Nachtigall
Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra technologie a řízení dopravy
Studentská 95, 532 10 Pardubice

E-mail: vaclav.cempirek@upce.cz, jaromir.siroky@upce.cz

Abstract

In present time is intermodal transport one of the most significant systems of transport of goods. In most cases are used containers, swap bodies, semi trailers and abroll containers. Best part of the transport leads by railroad transport, which is environmentally friendly. In the paper are shown some considerations about intermodal transport systems.

1. Úvod

Dopravní systém v rámci Evropy v současnosti už nepostačuje požadavkům na přepravu, a to hlavně v nákladní dopravě. Nedostatečná kapacita dopravních koridorů způsobuje kongesci, nehody a celkové znečištění životního prostředí exhalacemi. Proto se Evropská dopravní politika orientuje na hledání nových, environmentálně přijatelnějších druhů dopravy. Řešením této situace je zavádění intermodálních přepravních systémů. Na efektivní fungování intermodálních přepravních systémů je nevyhnutelné vybudovat kvalitní síť center, ve kterých se budou jednotlivé přepravní toky zboží soustřeďovat, kompletovat a přepravovat do dalších center. Víze Evropské dopravní politiky, shrnuté v Bílé knize, jsou v tomto směru jednoznačné: podporovat a rozvíjet tyto přepravní systémy. Problematickým bodem se však stává jejich realizace. Většina plánů a projektů ztroskotá při hledání finančních prostředků na jejich realizaci a tím pak celé rozvojové trendy končí.

Nezbytnou podmínkou fungování systému kombinované přepravy (dále jen KP) v evropském kontextu je vlastní systém přímých ucelených nebo skupinových vlaků pravidelně provozovaných mezi terminály kombinované přepravy či přístavy, orientovaný především na režim nočního skoku a Just in Time (s garantovanou dobou dodání). Nejsilnější zátěžové proudy kombinované přepravy směřují z/do severoevropských přístavů, zejména z/do severoněmeckých (Hamburk, Bremerhaven), což souvisí s neustálým růstem maritimních přeprav kontejnerů ze zámoří do Evropy. Na tyto relace pak navazují v České republice dále do terminálů v jiných státech střední, případně východní Evropy. Železniční spojení s těmito přístavy je velmi důležité, neboť více jak třetina přeložených kontejnerů je dále do vnitrozemí přepraveno železniční dopravou. Krátké vzdálenosti a krátké doby přepravy do sousedních států jako je Polsko, Česká republika, Slovensko, Maďarsko a Rakousko, ale také celý východní prostor, učinily severoněmecké přístavy ideální vstupní branou pro zahraniční obchod pro tyto země.

Je proto na snaze jednotlivé systémy kombinované přepravy dále podporovat a rozvíjet, neboť v nich je možno spatřovat budoucnost nejen silniční či námořní dopravy, ale zejména kontinentální dopravy železniční.

2. Ekologie a kombinovaná přeprava

Spojováním jednotlivých druhů dopravy a především převedením části objemu přímé silniční nákladní dopravy na železniční dopravu přispívá KP ke snížení negativního dopadu dopravy na životní prostředí. Doprava je součástí nejen hospodářství, ale i samotného životního prostředí. Každý druh dopravy zapříčiňuje určitý stupeň znečištění, které ovlivňuje především ovzduší, vodu, porosty, půdu a ostatní ekosystémy. Závažné jsou i důsledky dopravy na faunu a především na člověka. Zejména se jedná o exhalace oxidu uhelnatého a uhlíkatého, oxidů dusíku, těkavých organických látek, prachové částice, přízemní vrstvu ozónu, poly cyklické aromatické uhlovodíky. Emise v silniční dopravě se podílejí na vzniku kyselého deště a skleníkového efektu. Na živé tvory negativně působí i hluk a vibrace. Silniční dopravu dále omezují, komplikují a ovlivňují i klimatické podmínky a to především v podzimním a zimním období v důsledku mlh, sněhových kalamit, náledí, nesjízdnosti silničních úseků hlavně v příhraničních horských úsecích.

Současný způsob vyčíslování nákladů v jednotlivých druzích dopravy je nekomplexní a tím i neporovnatelný. Nedostatečně či vůbec nejsou zahrnovány tzv. externí náklady (např. náklady vznikající z titulu poškozování životního prostředí, v důsledku dopravních nehod apod.). Tato skutečnost relativně daleko více znevýhodňuje ekologicky příznivější druhy dopravy (železniční, vodní) a systémy KP. Míra externích nákladů je v jednotlivých druzích dopravy různá. Provozovatel je nehradí, zpravidla jsou hrazeny z celospolečenských prostředků (státního rozpočtu, rozpočtu krajů a obcí a dotací od EU). Tento stav vytváří na trhu dopravních služeb nerovné výchozí podmínky jednotlivých druhů dopravy. Harmonizace těchto podmínek je velice důležitá. Znamená to rozsáhlou identifikaci externích nákladů a jejich následnou internalizaci (započtení do zpoplatnění jednotlivých druhů dopravy).

Ekologický význam KP spočívá v tom, že vytvářením těchto systémů za využití předností jednotlivých druhů dopravy se současně omezují negativní dopady jednotlivých druhů dopravy na životní prostředí. Rozhodující část přepravní trasy by se měla realizovat po železnici či vnitrozemské vodní cestě, kde je velká volná kapacita dopravních tras a tím se může nahradit významný podíl jízdy silničních vozidel. Při dodržení zásad platných pro nedoprovázenou KP dochází ke:

- snižování emisí;
- snižování hladiny dopravního hluku;
- hospodaření s odpady ve správném režimu;
- zvyšování bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích;
- snižování energetické náročnosti.

2.1 Negativní dopady dopravy na životní prostředí

Na životní prostředí má z pohledu dopravy negativní vliv zejména [2]:

Exhalace

Ke znečištění ovzduší dochází vlivem nedokonalého spalování v motoru. Nespálené či částečně spálené palivo a oxid uhelný jsou emitovány do ovzduší. Jednotlivé složky exhalací je možné charakterizovat následovně:

- Oxid uhelný: Neohrožuje přírodu, ale živé organismy. Je jedovatý. Způsobuje zpomalení reflexů, zbavuje tělo kyslíku a zvyšuje výskyt bolestí hlavy.

- Oxid uhličitý: Nemá vliv na lidské zdraví, ale jde o nejdůležitější skleníkový plyn, způsobující asi z 50 % celkové oteplování atmosféry.
- Uhlovodíky: Některé uhlovodíky jsou karcinogenní (benzen - patří do PAH), jiné způsobují ospalost, dráždění očí a kašel.
- Oxidy dusíku: Tyto plyny hrají spolu s oxidy síry hlavní roli při tvorbě kyselých dešťů. Způsobují i snížení odolnosti vůči virovým onemocněním, bronchitidě a zápalu plic.
- Ozón: v přízemní vrstvě ničí vegetaci a poškozuje některé druhy materiálů. Ovlivňuje rovněž zdraví lidí. Přízemní ozón dle EU způsobuje v Evropě 22.000 úmrtí/rok, z toho polovina je způsobována silniční dopravou.
- Olovo: je vysoce toxické, ohrožuje zejména děti a těhotné ženy (dnes emise olova z dopravy jsou zanedbatelné, což je v důsledku používání bezolovnatého benzínu).
- Prachové částice: Jejich hlavním zdrojem jsou naftové motory. Jde o různorodou směs organických a anorganických látek (uhlík, olej, sírany, nespálené palivo a další). Škodí mnoha způsoby, mimo jiné jsou potenciálně karcinogenní.

Kyselý déšť

Jde o následek znečištění ovzduší způsobené oxidem siřičitým a oxidy dusíku a dalšími škodlivinami, vytvořenými jejich reakcemi v atmosféře. Doprava je především zdrojem oxidu dusíku a v menším měřítku oxidu siřičitého. Kyselý déšť způsobuje destrukci evropských jezer, řek a ostatních povrchových vod, kde okolní soli nemohou neutralizovat kyselost. V důsledku kyselého deště odumírají lesy a snižují se výnosy z půdního fondu.

Skleníkový efekt

Některé plyny v atmosféře brání infračervenému záření unikat do vesmírného prostoru a proto má atmosféra tendenci se ohřívat. Nejdůležitějším „skleníkovým“ plynem je oxid uhličitý, vznikající spalováním fosilních paliv. I při započtení exhalací z výroby elektřiny pro elektrickou trakci železniční dopravy, zdaleka nejvíce exhalací produkuje silniční doprava.

Exhalace z aut jsou rozloženy vzhledem k síti pozemních komunikací prakticky na celém území ČR, zejména v hustě obydlených oblastech (sídlech) a v okolí hlavních silničních tahů. Kromě škod na lidském zdraví poškozují exhalace z dopravy výrazně zemědělskou i lesní půdu, resp. rostlinnou výrobu a lesy, fasády domů apod.

Hluk

Vysokému hluku z dopravy je podle odhadů vystavena asi jedna pětina obyvatelstva. Na zastavěném území sídel nad 20.000 obyvatel je vyšší hlukové hladině vystaveno okolo 40% obyvatel. Hluk na lidský organismus působí v oblasti sféry psychické, fyziologické a sluchového poškození. Počet obyvatel zasaženým nadměrným dopravním hlukem se jen odhaduje. Nadměrný dopravní hluk poškozuje sluchové ústrojí, zvyšuje celkovou nemocnost a vyvolává blíže nespecifikované subjektivní potíže postiženým.

Vibrace

Projevují se škodlivě a vedou k poškození či až k destrukcím (především na budovách i dopravní infrastruktuře). Účinky na člověka, zvířata a půdu jsou menší a projevují se obdobně jako v případě účinků hluku.

Znečištění vody

V rámci dopravy je znečištění vody způsobováno přímým či nepřímým vypouštěním chemických látek a nebezpečných biologických látek. Důsledkem je kontaminace, změna kvality nebo povahy podzemních či povrchových vod, ovlivnění zdraví obyvatel a stavu flóry a fauny. Zvláště nebezpečné jsou dopravní nehody a havárie spojené s únikem přepravovaného nebezpečného nebo škodlivého zboží.

Dopravní nehody

Jsou zdrojem velkých ztrát. Zdaleka nejnebezpečnějším druhem dopravy je silniční doprava. Největší podíl má na svědomí individuální automobilismus. Dopravní nehody způsobují:

- ztráty vlivem pracovní nečinnosti usmrcených, zmrzačených nebo zraněných osob v produktivním věku;
- náklady na lékařskou záchrannou službu, hasičský záchranný sbor a na policii, která střeží bezpečnost a to zejména silniční dopravy;
- náklady na léčení zraněných a zmrzačených osob;
- náklady na soudnictví, vězeňství a ostatní složky zejména státní správy při řešení odpovědnosti a zavinění dopravních nehod a plnění sankcí za způsobené nehody;
- ztráty v důsledku usmrcení zvířete;
- škody na dopravních prostředcích;
- ztráty poškozením ostatního majetku při nehodách.

Zábor půdy

Zdaleka největší zábor půdy vykazuje silniční doprava. Mnohem menší zábor půdy vykazuje železniční doprava.

3. Rozvoj kombinované přepravy

Kontejnerová přeprava v námořních evropských přístavech prochází v posledních letech velikým rozvojem. To dokládá skutečnost, že mezi 25 největšími kontejnerovými terminály na světě se umístily 4 významné evropské terminály (Rotterdam, Hamburg, Antverpy a Bremerhaven). Ovšem mezi giganty patří terminály ležící v Asii, kterých je v první pětadvacítce úctyhodných 18. V severní Americe to jsou 3 terminály (Los Angeles, Long Beach a New York/New Jersey). Tento stav je dán vývojem kontejnerové dopravy celosvětově. Během let 1995 až 2006 expandovala kontejnerová doprava v celém světě v průměru o 10 % meziročním nárůstem. V následujících 10 letech se tento nárůst očekává meziročně na 9 %. Je třeba počítat s nárůstem relací zejména mezi terminály v Asii a severní Amerikou a Evropou. S rozvojem této dopravy souvisí i gigantický nárůst výstavby kontejnerových terminálů. V letech 2006 až 2008 postupně dochází k rozšíření plošné kapacity terminálů o 50 %.

Rozmach dálného východu a rozvoj regionů východní Evropy způsobují již několik let nárůst námořního obchodu. Z celkové světové překládky kontejnerů je 25 % kontejnerů přeloženo v Číně. Právě levné zboží se dá převést při příznivě nízké

ceně dopravou po moři nejen do Evropy, ale i do severní Ameriky. V průměru každý kilogram hmotnosti zboží přepravený po moři stojí 2,7 dolarů, ve srovnání s leteckou dopravou, kde kilogram čítá přes 100 dolarů, je to několikanásobně levnější. Celosvětově překládka zboží v námořní dopravě přesáhla v roce 2006 dle odhadů britské makléřské společnosti Clarkson 7,5 miliard tun. Přitom podíl kontejnerové dopravy nadále stoupá. Do roku 2010 předpokládají experti z poradenské firmy Drewry roční nárůst kontejnerové překládky o necelých 10 % na 630 mil. TEU.

V České republice je v porovnání se západoevropskými státy relativně nižší podíl KP na celkových přepravních výkonech a objemech železniční nákladní dopravy. To souvisí zejména s nevyhovujícím technicko-provozním a technologickým vybavením stávajících terminálů a s rozdílnými cenami v jednotlivých druzích dopravy. Oproti evropským standardům mají terminály v ČR nedostatečné parametry zejména pokud se týká jejich umístění a napojení na silniční a železniční síť, počtu a užitečných délek kolejí a umístění úložných ploch pro přepravní jednotky. Nedostatečný je rovněž park speciálních železničních vozů kombinované přepravy. V současné době existuje v ČR pouze nedoprovázená kombinovaná přeprava¹ a to prakticky pouze systém přepravy kontejnerů a to v souvislosti s navazující námořní přepravou (někdy se také užívá pojem "maritimní přeprava"). Naproti tomu pro uplatnění výměnných nástaveb a silničních návěsů chybí na přepravním trhu konkurenceschopná nabídka s odpovídajícím poměrem kvality a ceny přepravy po železnici.

4. Význam kombinované přepravy

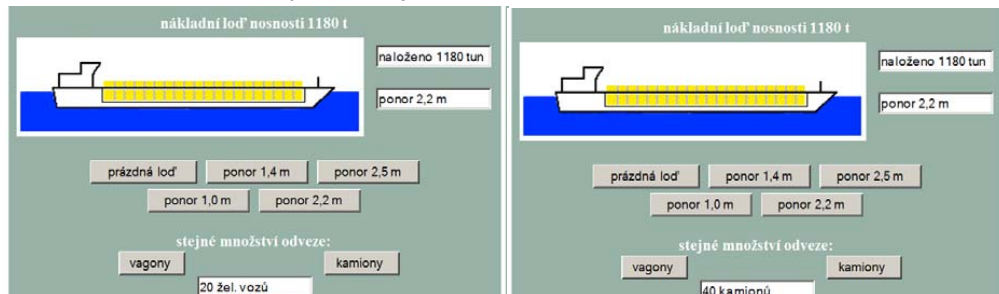
Při porovnání různých druhů dopravy vyplývá, že systém kombinované přepravy využívá výhod jednotlivých druhů dopravy. Jedná se zejména o využití železniční, popřípadě vodní dopravy. V podmínkách České republiky je markantní využití železniční dopravy. Z hlediska pohledu celoevropského či světového je pak v popředí využití námořní popřípadě vnitrozemské vodní dopravy. Následující schéma uvádí, jaká je přepravní náročnost při přepravě cca 1 200 tun zboží. V tomto případě se jedná o přepravu 40 kontejnerů ISO řady 1 A, které mají celkovou hmotnost 30 tun (možno přepravit až 26 tun zboží v jednom kontejneru). Velikost kontejneru ISO řady 1A odpovídá dvou jednotkám TEU². Při použití vnitrozemské vodní dopravy postačí k přepravě tohoto množství jedna nákladní loď, u železniční dopravy je potřeba 20 železničních vozů (šestinápravové kloubové železniční vozy Sggmrs pro přepravu kontejnerů ISO řady 1) nebo 40 silničních souprav (tahač a kontejnerový návěs). Už tohoto porovnání je patrné, že z hlediska energetické náročnosti je vodní doprava (v podmínkách Evropy vnitrozemská vodní doprava) nejvýhodnější (viz Obr. 1). Ovšem při stavu vodních cest, zejména v České republice, se více využívá železniční

¹ Podle doprovodu členíme kombinovanou přepravu na nedoprovázenou a doprovázenou. Při doprovázené KP je v osobním železničním voze (lehátkovém či lůžkovém) zařazeném ve vlaku přepravována osádka silničních vozidel a jízdních souprav (systém Ro-La). Ostatní systémy KP, kde nejsou přepravovány osádky silničních vozidel a jízdních (silničních) souprav se označují jako nedoprovázené. Výrazný podíl na vývoji objemu přeprav měla v letech 1993 až 2004 doprovázená KP (přeprava silničních vozidel i s osádkou po železnici). První linka systému Ro-La byla provozována na trase České Budějovice - Villach od září 1993 do května 1999. Druhá linka Ro-La byla provozována na trase Lovosice - Drážďany od září 1994 do června 2004

² TEU (Twenty Foot Equivalent Unit) - normalizovaná statistická jednotka kombinované přepravy, odpovídající kontejneru délky 20 stop (kontejner ISO 1C), pro počítání kontejnerů různé délky a pro popis kapacity dopravních prostředků (především plavidel) nebo terminálů. Jeden kontejner ISO řady 1 o délce 40 stop (cca 12 m) se rovná 2 TEU.

dopravy. Nutno podotknout, že pro plánovanou přepravu postačí u železniční dopravy jen jedno hnací vozidlo, což má význam při měrné spotřebě energie.

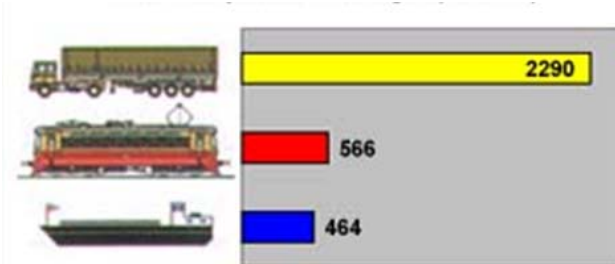
Obr. 1 Porovnání přepravy 40 kontejnerů ISO 1 A (vodní, železniční, silniční)



Zdroj: [3]

S touto přepravou souvisí i měrná spotřeba energie. Zde je možno uvést schéma, které popisuje měrnou spotřebu u vodní, železniční a silniční dopravy. Z daného schématu je energeticky nejnáročnější silniční doprava, která je 4 x vyšší než železniční a skoro 5 x vyšší než vodní doprava (viz Obr. 2).

Obr. 2 Měrná spotřeba energie [kJ/tkm]



Zdroj: [3]

Ovšem nelze jen brát jako směrodatné hledisko spotřeby energie. Z hlediska časové náročnosti a operativnosti se ovšem do popředí dostává silniční doprava. A to i po určitých omezeních vlastního provozu jako je například zavedení mýtného systému v České republice či hodně diskutovanému zákazu jízd nákladních vozidel nad 7,5 tun. Proto se právě využívá systém kombinované přepravy, který využívá pro svozy a rozvozy do terminálů silniční dopravu a na delší vzdálenosti mezi jednotlivými terminály či námořními přístavy železniční dopravu. V současnosti je zajímavé i porovnání cen za použití dopravní cesty, neboť významnou úlohu zde hraje právě mýtný systém.

Při modelové přepravě výše zmiňovaných kontejnerů ISO 1 A je zajímavá cena za poskytnutí dopravní infrastruktury u železniční a silniční dopravy. Vezmeme-li v úvahu, že na vzdálenost 300 km převezeme dané množství kontejnerů ve vlakové soupravě o délce 514 m a normativu 1868 t (hmotnost kontejnerů a šestinápravových železničních vozů a hnacího vozidla), je cena za poskytnutí dopravní cesty na dráze celostátní mezinárodního významu cca. 54 000,- Kč. Tato cena je ještě zvýhodněná, neboť se jedná o ucelený vlak kombinované přepravy, který má 40 % slevu z ceny trasy vlaku [4]. U silniční dopravy, kde počítáme s přepravou 5-nápravové závěsové

soupravy s EURO IV a tato souprava jede po dálnici, je sazba na mýtném na jednu soupravu 1 260 Kč, což při přepravě 40 kontejnerů je cena cca. 50 400,- Kč [5]. Tedy nepatrně nižší u železniční dopravy. Ovšem potřeba hnacích vozidel u železniční dopravy je jen jedna, kdežto u silniční dopravy se jedná (při samostatných jízdách) o 40 tahačů. S tím souvisí i potřeba řidičů, což se odvíjí ve variabilních nákladech na mzdy řidičů a pohonné hmoty.

5. Závěr

I přes výhody a nevýhody, které souvisí s využitím železniční a silniční dopravy u systému kombinované přepravy je třeba zdůraznit, že pro budoucnost přepravy zboží je systém kombinované přepravy velice významný, ačkoliv její podíl na celkovém přepravním trhu je cca 1 %. Lze očekávat, že v následujících letech toto číslo poroste a dojde tak ke zvýraznění úlohy kombinované přepravy na celém trhu.

Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu MŠMT 0021627505 – Teorie dopravních systémů.

Literatura

- [1] ADAMEC, V. a kolektiv Doprava, zdraví a životní prostředí, Grada Publishing, a.s. Praha, 2008, 160 stran, ISBN 978-80-247-2156-9.
- [2] NOVÁK, J, CEMPÍREK, V., NOVÁK, I., ŠIROKÝ, J. *Kombinovaná přeprava*, monografie Institut Jana Pernera, o.p.s., Pardubice, březen 2008, 320 stran, ISBN 978-80-86530-47-5.
- [3] Plavba.cz - Informační systém o vodní dopravě v České republice, dostupné z:<<http://www.plavba.cz/plavba/>>.
- [4] Cenový věstník Ministerstva financí: Výměr MF č. 01/2008 ze dne 29. listopadu 2007, kterým se vydává Seznam zboží s regulovanými cenami - Maximální ceny a určené podmínky za použití vnitrostátní železniční dopravní cesty celostátních a regionálních drah při provozování drážní dopravy, Ročník XXXV, částka 14, Praha, 6.12.2007.
- [5] Premid.cz – internetový portál Mýto v České republice, dostupné z:<<http://www.premid.cz/>>.

Doprava v environmentálním vzdělávání na PdF MU

Boris Rychnovský

Pedagogická fakulta MU, kat. biologie

Poříčí 7, 603 00 Brno

e-mail:rychnovsky@ped.muni.cz

Abstract

This paper describes problems of traffic in educational process on Fac. of Education Masaryk's University, Brno.

1. Úvod

Environmentální vzdělávání a výchova se stalo nedílnou součástí primárního a sekundárního vzdělávání celé populace i v ČR [1]. Na základních i středních školách je realizováno jako průřezové téma s povinností učitelů všech předmětů environmentální problematiku vhodným dílčím způsobem ve výuce řešit. K tomu směřují mnohé pomocné vzdělávací aktivity nejen specializovaných pracovišť (Domy nebo střediska ekologické, resp. environmentální výchovy – příklady Lipka, Chaloupky, Sluňákov aj. sdružení Pavučina), ale i profesních organizací (např. KEV, jehož členem je např. CDV, v. v. i.) realizujících doplňkové vzdělávání učitelů v dané oblasti (specializační studium školních koordinátorů environmentálního vzdělávání a výchovy, ale i dílčí vzdělávací celky jako seminář „Životní prostředí a dopravní výchova“ pořádaný Klubem ekologické výchovy ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. a Pedagogickou fakultou MU v Brně).

V rámci realizace ekologicko-environmentálního vzdělávání a výchovy (problematika nomenklatury má historické a jazykové kořeny) mají nezastupitelné místo realizátoři primárního vzdělávání na ZŠ – tedy 1. (1. – 5. třída ZŠ) i 2. stupni (6. – 9. třída ZŠ) – tedy učitelé ZŠ. Systém řešení dodatečného vzdělávání učitelů je náhradním – jsou vzdělávání pouze učitelé se zvýšeným zájmem o problematiku, tj. převážně učitelé mající vztah k environmentálním otázkám. Na 1. stupni se rekrutují převážně z učitelů s užším zaměřením na přírodovědu a vlastivědu, na 2. stupni převážně z učitelů přírodovědných předmětů jako je přírodopis, zeměpis, chemie a fyzika, méně občanská výchova a dalších. Je realizován finančními vícenáklady a časovými dotacemi (lidských zdrojů tj. učitelů se zájmem a ochotou absolvovat náročné rozšiřující vzdělávání v předepsaném rozsahu 250 hodin), což výrazně ztěžuje běžný provoz ve škole.

2. Výchozí stav

ČR se přihlásila k principům trvale udržitelného rozvoje (TUR) a jeho programového prohlášení – Agenda 21 jeho následující definici: „*Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů*“, zakotvením v právním řádu státu [2]. Současně definuje vzdělávání, výchovu a osvětu v oblasti životního prostředí: *Výchova, osvěta a vzdělávání se provádějí tak, aby vedly k myšlení a jednání, které je v souladu s principem trvale udržitelného rozvoje, k vědomí odpovědnosti za udržení kvality životního prostředí a jeho jednotlivých složek a k úctě k životu ve*

všech jeho formách [2]. Pro realizaci vypracovala meziresortní skupina při MŽP „Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v ČR“ [1] a následně vláda ČR usnesení [3], ve kterém pověřila Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) funkcí gestora odpovědného za environmentální vzdělávání, výchovu a osvětu Státního programu. EVVO je řazena do základů všeobecného vzdělání, které získáváme výchovou v rodině, ve školách, celoživotním vzděláváním, vlastními zkušenostmi a citem.

Stěžejním cílem Státního programu environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v ČR je zvýšení povědomí a znalostí obyvatel o životním prostředí. Předpokládá (kromě jiného) „zabezpečit systematickou a komplexní implementaci environmentálních aspektů do vzdělávacích programů na všech úrovních školství, včetně vysokých škol“. Při hodnocení tehdejšího stavu poukazuje „Program“ na nedostatečnou připravenost pedagogických pracovníků. Zatímco do primárního (ZŠ) a sekundárního (SŠ) vzdělávání implementaci environmentálních aspektů může MŠMT zajistit přímo, do vzdělávacích programů VŠ pouze nepřímo a s určitými obtížemi. Jako nejschůdnější, ale ne nejrychlejší a neúčinnější cesta byl zvolen systém akreditací s podmínkou zařazení environmentálního vzdělávání.

Nejvýznamnějším úkolem Akčního plánu EVVO na léta 2001 – 2003 [4], který byl konkretizací zaměřenou na úroveň regionů (krajů a okresů) a obcí, je úkol č. 4, tj. „Iniciovat vznik funkčních regionálních a místních systémů EVVO v úzké spolupráci pracovníků veřejné správy, škol, center a středisek ekologické výchovy, neziskových nevládních organizací a dalších partnerů činných v EVVO“. Z toho důvodu byly v každém kraji zpracovány krajské koncepce EVVO [5].

Pro výuku na ZŠ je podstatné, že povinnost realizace nového tématu environmentálního vzdělávání jako integrovaného celku zakotvuje tzv. Bílá kniha z roku 2001 [6] a dále prohlubuje Rámcový vzdělávací program ZV [7]. Ten definuje Environmentální výchovu jako jedno z šesti *průřezových témat*. Každá škola na základě RVP vypracovává svůj Školní vzdělávací program (ŠVP).

Průřezová témata reprezentují v RVP ZV okruhy aktuálních problémů současného světa a stávají se významnou a nedílnou součástí základního vzdělávání. Jsou důležitým formativním prvkem základního vzdělávání, vytvářejí příležitosti pro individuální uplatnění žáků i pro jejich vzájemnou spolupráci a pomáhají rozvíjet osobnost žáka především v oblasti postojů a hodnot.

Všechna průřezová témata mají jednotné zpracování. Obsahují *Charakteristiku průřezového tématu*, v níž je zdůrazněn význam a postavení průřezového tématu v základním vzdělávání. Dále je vyjádřen vztah ke vzdělávací oblasti a *přínos průřezového tématu k rozvoji osobnosti žáka* jak v oblasti vědomostí, dovedností a schopností, tak v oblasti postojů a hodnot. Obsah průřezových témat doporučený pro základní vzdělávání je rozpracován do *tematických okruhů*. Každý tematický okruh obsahuje nabídku *témat* (činností, námětů). Výběr témat a způsob jejich zpracování v učebních osnovách je v kompetenci školy. *Tematické okruhy průřezových témat* procházejí napříč vzdělávacími oblastmi a umožňují propojení vzdělávacích obsahů oborů. Tím přispívají ke komplexnosti vzdělávání žáků a pozitivně ovlivňují proces utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků. Žáci dostávají možnost utvářet si integrovaný pohled na danou problematiku a uplatňovat širší spektrum dovedností.

Průřezová témata tvoří *povinnou součást základního vzdělávání*. Škola musí do vzdělávání na 1. stupni i na 2. stupni zařadit všechna průřezová témata uvedená v RVP ZV10. Všechna průřezová témata však nemusí být zastoupena v každém ročníku. V průběhu základního vzdělávání je povinností školy nabídnout žákům postupně všechny tematické okruhy jednotlivých průřezových témat, jejich rozsah

a způsob realizace stanovuje ŠVP. Průřezová témata je možné využít jako integrativní součást vzdělávacího obsahu vyučovacího předmětu nebo v podobě samostatných předmětů, projektů, seminářů, kurzů apod. Podmínkou účinnosti průřezových témat je jejich propojenost se vzdělávacím obsahem konkrétních vyučovacích předmětů a s obsahem dalších činností žáků realizovaných ve škole i mimo školu. V etapě základního vzdělávání jsou vymezena tato průřezová témata:

- Osobnostní a sociální výchova
- Výchova demokratického občana
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- Multikulturní výchova
- *Environmentální výchova*
- Mediální výchova

2.1 Charakteristika průřezového tématu Environmentální výchova

Environmentální výchova vede jedince k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí, tj. k pochopení nezbytnosti postupného přechodu k udržitelnému rozvoji společnosti a k poznání významu odpovědnosti za jednání společnosti i každého jedince. Umožňuje sledovat a uvědomovat si dynamicky se vyvíjející vztahy mezi člověkem a prostředím při přímém poznávání aktuálních hledisek ekologických, ekonomických, vědeckotechnických, politických a občanských, hledisek časových (vztahů k budoucnosti) i prostorových (souvislostí mezi lokálními, regionálními a globálními problémy), i možnosti různých variant řešení environmentálních problémů. Vede jedince k aktivní účasti na ochraně a utváření prostředí a ovlivňuje v zájmu udržitelnosti rozvoje lidské civilizace životní styl a hodnotovou orientaci žáků. Na realizaci průřezového tématu se podílí většina vzdělávacích oblastí. Postupným propojováním, rozšiřováním, upevňováním i systematizací vědomostí a dovedností získávaných v těchto oblastech umožňuje environmentální výchova utváření integrovaného pohledu. Každá z oblastí má svůj specifický význam v ovlivňování racionální stránky osobnosti i ve vlivu na stránku emocionální a volně aktivní. Ve vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět poskytuje průřezové téma ucelený elementární pohled na okolní přírodu i prostředí. Učí pozorovat, citlivě vnímat a hodnotit důsledky jednání lidí, přispívá k osvojování si základních dovedností a návyků aktivního odpovědného přístupu k prostředí v každodenním životě. V maximální míře využívá přímých kontaktů žáků s okolním prostředím a propojuje rozvíjení myšlení s výrazným ovlivňováním emocionální stránky osobnosti jedince. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda zdůrazňuje pochopení objektivní platnosti základních přírodních zákonitostí, dynamických souvislostí od nejméně složitých ekosystémů až po biosféru jako celek, postavení člověka v přírodě a komplexní funkce ekosystémů ve vztahu k lidské společnosti, tj. pro zachování podmínek života, pro získávání obnovitelných zdrojů surovin a energie i pro mimoprodukční hodnoty (inspiraci, odpočinek). Klade základy systémového přístupu zvýrazňujícího vazby mezi prvky systémů, jejich hierarchické uspořádání a vztahy k okolí. Ve vzdělávací oblasti Člověk a společnost téma odkrývá souvislosti mezi ekologickými, technicko-ekonomickými a sociálními jevy s důrazem na význam preventivní obezřetnosti v jednání a další principy udržitelnosti rozvoje. Ve vzdělávací oblasti Člověk a zdraví se téma dotýká problematiky vlivů prostředí na vlastní zdraví i na zdraví ostatních lidí. V souvislosti s problémy současného světa vede k poznání důležitosti péče o přírodu při organizaci masových sportovních akcí. Ve vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie umožňuje průřezové téma aktivně využívat výpočetní techniku (internet) při zjišťování aktuálních informací o stavu

prostředí, rozlišovat závažnost ekologických problémů a poznávat jejich propojenost. Komunikační technologie podněcují zájem o způsoby řešení ekologických problémů, možností navazovat kontakty v této oblasti a vyměňovat si informace v rámci kraje, republiky i EU a světa. Vzdělávací Oblast Umění a kultura poskytuje Environmentální výchově mnoho příležitostí pro zamýšlení se nad vztahy člověka a prostředí, k uvědomování si přírodního i sociálního prostředí jako zdroje inspirace pro vytváření kulturních a uměleckých hodnot a přispívá k vnímání estetických kvalit prostředí. Propojení tématu se vzdělávací oblastí Člověk a svět práce se realizuje prostřednictvím konkrétních pracovních aktivit ve prospěch životního prostředí. Umožňuje poznávat význam a role různých profesí ve vztahu k životnímu prostředí.

2.2 Přínos průřezového tématu k rozvoji osobnosti žáka

V oblasti vědomostí, dovedností a schopností průřezové téma je rozpracováno do 17 bodů. Na základě vztahů v biosféře rozvíjí porozumění vztahům lidské činnosti a životního prostředí jak na lokální, tak i globální úrovni. Kromě toho informuje o modelových příkladech jednání a formuje budoucí chování jak k biosféře samé, tak i v rámci společnosti.

2.3 Tematické okruhy průřezového tématu

Environmentální výchova je členěna do tematických okruhů, které umožňují celistvé pochopení problematiky vztahů člověka k životnímu prostředí, k uvědomění si základních podmínek života a odpovědnosti současné generace za život v budoucnosti.

Tematické okruhy:

Ekosystémy – les (les v našem prostředí, produkční a mimoprodukční významy lesa); pole (význam, změny okolní krajiny vlivem člověka, způsoby hospodaření na nich, pole a jejich okolí); vodní zdroje (lidské aktivity spojené s vodním hospodářstvím, důležitost pro krajinnou ekologii); moře (druhová odlišnost, význam pro biosféru, mořské řasy a kyslík, cyklus oxidu uhličitého) a tropický deštný les (porovnání, druhová rozmanitost, ohrožování, globální význam a význam pro nás); lidské sídlo – město – vesnice (umělý ekosystém, jeho funkce a vztahy k okolí, aplikace na místní podmínky); kulturní krajina (pochopení hlubokého ovlivnění přírody v průběhu vzniku civilizace až po dnešek)

Základní podmínky života – voda (vztahy vlastností vody a života, význam vody pro lidské aktivity, ochrana její čistoty, pitná voda ve světě a u nás, způsoby řešení); ovzduší (význam pro život na Zemi, ohrožování ovzduší a klimatické změny, propojenost světa, čistota ovzduší u nás); půda (propojenost složek prostředí, zdroj výživy, ohrožení půdy, rekultivace a situace v okolí, změny v potřebě zemědělské půdy, nové funkce zemědělství v krajině; ochrana biologických druhů (důvody ochrany a způsoby ochrany jednotlivých druhů); ekosystémy – biodiverzita (funkce ekosystémů, význam biodiverzity, její úroveň, ohrožování a ochrana ve světě a u nás); energie (energie a život, vliv energetických zdrojů na společenský rozvoj, využívání energie, možnosti a způsoby šetření, místní podmínky); přírodní zdroje (zdroje surovinové a energetické, jejich vyčerpatelnost, vlivy na prostředí, principy hospodaření s přírodními zdroji, význam a způsoby získávání a využívání přírodních zdrojů v okolí)

Lidské aktivity a problémy životního prostředí – zemědělství a životní prostředí, ekologické zemědělství; *doprava a životní prostředí (význam a vývoj, energetické zdroje dopravy a její vlivy na prostředí, druhy dopravy a ekologická zátěž, doprava a globalizace)*; průmysl a životní prostředí (průmyslová revoluce a demografický vývoj, vlivy průmyslu na prostředí, zpracovávané materiály a jejich působení, vliv právních a ekonomických nástrojů na vztahy průmyslu k ochraně životního prostředí, průmysl a udržitelný rozvoj společnosti); odpady a hospodaření s odpady (odpady a příroda, principy a způsoby hospodaření s odpady, druhotné suroviny); ochrana přírody a kulturních památek (význam ochrany přírody a kulturních památek; právní řešení u nás, v EU a ve světě, příklady z okolí, zásada předběžné opatrnosti; ochrana přírody při masových sportovních akcích – zásady MOV) změny v krajině (krajina dříve a dnes, vliv lidských aktivit, jejich reflexe a perspektivy); dlouhodobé programy zaměřené k růstu ekologického vědomí veřejnosti (Státní program EVVO, Agenda 21 EU) a akce (Den životního prostředí OSN, Den Země apod.)

Vztah člověka k prostředí – naše obec (přírodní zdroje, jejich původ, způsoby využívání a řešení odpadového hospodářství, příroda a kultura obce a její ochrana, zajišťování ochrany životního prostředí v obci - instituce, nevládní organizace, lidé); náš životní styl (spotřeba věcí, energie, odpady, způsoby jednání a vlivy na prostředí); aktuální (lokální) ekologický problém (příklad problému, jeho příčina, důsledky, souvislosti, možnosti a způsoby řešení, hodnocení, vlastní názor, jeho zdůvodňování a prezentace); prostředí a zdraví (rozmanitost vlivů prostředí na zdraví, jejich komplexní a synergické působení, možnosti a způsoby ochrany zdraví); nerovnoměrnost života na Zemi (rozdílné podmínky prostředí a rozdílný společenský vývoj na Zemi, příčiny a důsledky zvyšování rozdílů globalizace a principy udržitelnosti rozvoje, příklady jejich uplatňování ve světě, u nás)

3. Problematika dopravy na ZŠ a PdF MU

Problematiku dopravy obecně řeší na ZŠ převážně předměty prvouka, vlastivěda a zeměpis, okrajově i jiné (např. chemie, fyzika, občanská výchova). Problematika se ve vzdělávací oblasti „Člověk a jeho svět“ zaměřuje na orientaci v místě bydliště a školy, bezpečné zvládnutí cesty do školy a zpět, poznání dopravních značek, dopravní kázně včetně MHD. Seznámí se s dopravou v regionu. Na druhém stupni ve vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ poznají žáci dopravu jako fenomén moderní doby a také její vlivy na životní prostředí.

Obecné otázky dopravy shrnuje na PdF MU studijní obor zeměpis, realizovaný na katedře geografie. Okrajově se obecných otázek dopravy dotýkají i jiné oborové předměty.

3.1 Problematika Environmentálního vzdělávání na PdF MU

Předmět „Environmentální vzdělávání“, s kódem SZ7BP_BiEV je na PdF přednášen jako povinný pro všechny studenty učitelství 2. stupně bakalářského prezenčního studia v 1. ročníku s dotací 1/0/0, tj. 1 h přednášky týdně, což za podzimní semestr reprezentuje 12 (-14) hodin. Předepsané ukončení je kolokvium – rozprava. Jako součást Integrovaného vědního základu přednášíme environmentální problematiku i pro prezenční studenty učitelství 1. stupně (ZS1BP_IVZ4). Shodné předměty jsou vypisovány i pro studenty kombinovaného studia (SZ7BK_BiEV, resp. ZS1BK_IVZ4). Náplň předmětu odpovídá prezenčnímu studiu, časová dotace je však nižší a je zaměřena na konzultace a samostudium. S obdobnou problematikou seznamujeme i

studenty akreditovaných programů kombinovaného studia profesních specializací tam, kde je pravděpodobnost neabsolvování žádného environmentálního vzdělávání (povinný předmět navazujícího Mgr. programu Sociální pedagogika SZ2MP_Bi10, povinně volitelný předmět Bc. programu učitelství praktického vyučování OP3BK_BEEV). V rámci oborových studií (katedry biologie, chemie, geografie, občanské výchovy, didaktických technologií, sociální pedagogiky, případně i jiné) si přednášející jednotlivých předmětů řeší environmentální problematiku dle svých potřeb včetně spolupráce s Lipkou, domem ekologické výchovy – konkrétně v případě k. biologie se jedná např. o předmět Ochrana přírody. Lze tedy konstatovat, že všichni naši studenti se s environmentální problematikou během studia setkají. To je důležité pro uplatnění environmentálního vzdělávání i v tématicky vzdálenějších předmětech (jazyky, výchovy s důrazem na hudební, a tělesnou, matematika a další).

Základní předmět Environmentální vzdělávání SZ7BP(K)_BiEV i ZS1BP(K)_IVZ4 je naplňován jako integrovaný, tj. na jeho výuce se podílí čtyři katedry s blízkým vztahem k problematice: *k. biologie, chemie, fyziky a geografie*. Časová dotace je velmi nízká a neumožňuje postihnout problematiku v plném rozsahu. Tím je také omezena problematika environmentálních aspektů dopravy na stručnou a informativní. Dle sylabu předmětu a konzultací s vyučujícími jsou environmentální aspekty dopravy řešeny okrajově za předměty chemie (zdravotní rizika zplodin automobilové dopravy) a fyziky (spotřeba energií dopravou). Větší rozsah věnují environmentální problematice dopravy vyučující ze zbývajících kateder, tj. k. biologie a geografie – viz tab. 1.

I když se jedná o předkládání jednotlivých faktů, je výhodné podmiňování a hledání souvislostí: rozvoj dopravy (v prostředí trop. dešť. lesa) – kácení – snižování bioverzity – pěstování plodin - další redukce lesa – snižování fotosyntetické aktivity a tím spotřeby CO₂ a naopak produkce O₂ hlavní produkční oblastí Země. Nízká časová dotace a obsáhlost tématu nutí vyučující často ke zkratce formou zobecňování. Tato schopnost však studentům činí potíže. Zde se výrazně negativně projeví zařazení předmětu do počátku studia.

Doprava - faktor šíření organismů (+ i -) je brána jako

- a) činitel nezáměrného šíření nežádoucích organismů do nových míst rozšíření
- b) jako překážka migrace živočichů (dálnice a široké komunikace) – současný zákon pamatuje na stavbu přechodů pro zvířata, moderní dálnice musí mít i přemostění upravené (výsadbou, šířkou atd.) pro přechod zvířat – např. u nás dálnice na Ostravu, železnice Česko – Slovensko.

Problematika dopravy je obsažena i v tématickém celku Environmentální výchovy pro ZŠ „Lidské aktivity a problémy životního prostředí“ – viz výše, zvláště. Integrované pojetí rozkládá problematiku do více předmětů. Přesto máme i v osnově našeho předmětu zařazeny obdobné celky, kde se hlouběji věnujeme vlivům na prostředí a ekologické, lépe environmentální zátěži jednotlivých druhů dopravy i ve spojení s globalizací.

Téma dopravy je skryto i v dalších celcích, jako jsou:

- změny okolní krajiny vlivem člověka
- význam hlavních ekosystémů
- čistota ovzduší, půdy, vod
- ochrana biodiverzity a doprava
- vyčerpatelnost přírodních energetických zdrojů, hospodaření
- odpady a příroda
- změny v krajině
- náš životní styl

- prostředí a zdraví
- globalizace a TUR

4. Zhodnocení výsledků

Považujeme za úspěch zařazení předmětu ve společném základu pro všechny studenty učitelství 2. stupně pro akreditaci 2003 a zvýšení kreditové hodnoty pro reakreditaci 2008. Je nutné konstatovat, že ne všechny pedagogické fakulty vzdělávající budoucí učitele obdobný předmět mají zavedený a naplňují tak závěry SPEVVO v ČR. Diskutabilní zůstává rozsah environmentálního obrazu dopravy. Paradoxně vysoká míra hodnocení dopravy je obsažena v příspěvku k. biologie (globální ekologické problémy, ekologie domácnosti), což je odrazem spíše garance. Nejen já, ale i ostatní přednášející se snažíme o co nejvyváženější základní obraz problémů environmentalistiky. Vlastní rozsah však nedovolí podrobnější popisy. Přesto budu vděčný za každou připomínku a radu vás jako odborníků – k tomu slouží slepé formuláře tabulky, písemné i ústní sdělení, ale i mailový kontakt v úvodu práce.

5. Závěr

Téma dopravy je v environmentálním vzdělávání studentů PdF MU zastoupeno ve všech základních kurzech rozdílnou měrou. Ta závisí na časové dotaci. Z hlediska životního prostředí se jedná spíše o negativní působení a tedy i hodnocení. Nejrozsáhlejší environmentální obraz dopravy je předkládán většině studentů PdF MU v základním kurzu.

Všechny připomínky a rady budou vzaty v potaz.

Literatura

- [1] KOL. Státní program EVVO. In Černá, M., Křížová, M. *Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v ČR*. MŽP Praha, 2000. ISBN 80-7212-151-0
- [2] Zákon č. 17/1992 Sb. (o životním prostředí)
- [3] Usnesení vlády ČR č.1048/2000
- [4] KOL. Akční plán státního programu environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty v České republice na léta 2001 – 2003. In Černá, M., Křížová, M. *Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v ČR*. MŽP Praha, 2000. ISBN 80-7212-151-0
- [5] KOL. Koncepce environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty Jihomoravského kraje. Lipka - DEV, 2002
- [6] KOTÁSEK, J. a kol. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice, Bílá kniha*. MŠMT Praha 2001. ISBN 80-211-0372-8
- [7] JEŘÁBEK, J., TUPÝ, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program ZV*. VÚP a MŠMT Praha, (2005) 2007. ISSN 1802-4785

Tab. 1 Problémové okruhy dopravy v environmentálním vzdělávání PdF MU (v závorce za kódy předmětů počty studentů)

Tématické okruhy	Kódy přednášených předmětů			
	SZ7BP_BiEV (700) SZ7BK_BiEV (200)	ZS1BP_IVZ4 (120) ZS1BK_IVZ4 (100)	SZ2MP_Bi10 (200)	OP3BK_BEEV (50)
Úvod, úkoly a cíle environmentalistiky, zákon. normy				
Základní ekol. pojmy (populace, společenstva, ekosystém, faktory)				
Toky látek a energií, antropogenní změny	- mortalitní faktor živočichů			- mortalitní faktor živočichů
TUR (předpoklady), globální envi problémy, environmentalistika ve škole, „ekologie“ domácnosti	- produkce a) skleníkových plynů b) NO ₂ za vzniku fotochemického smogu c) karcinogenů - zábor půdy - doprava - faktor šíření organismů (+ i -) - výhodnost některých druhů dopravy (MHD,...	- produkce a) skleníkových plynů - výhodnost některých druhů dopravy (MHD,...	- produkce a) skleníkových plynů b) NO ₂ za vzniku fotochemického smogu c) karcinogenů - zábor půdy – - výhodnost některých druhů dopravy (MHD,...	- produkce a) skleníkových plynů b) NO ₂ za vzniku fotochemického smogu c) karcinogenů - zábor půdy – - výhodnost některých druhů dopravy (MHD,...
Regionální ekologie a chemie				
Polutanty, toxicita, prevence	- zdravotní rizika zplodin automobilové dopravy	- zdravotní rizika zplodin automobilové dopravy		
Odpadní látky				
Energie	- spotřeba energií dopravou			- spotřeba energií dopravou
Životní prostředí obecně – úvod	Doprava jako prostředek globalizace		Doprava jako prostředek globalizace	
Životní prostředí České republiky	Doprava jako výrazný znečišťovatel	Doprava jako výrazný znečišťovatel	Doprava jako výrazný znečišťovatel	Doprava jako výrazný znečišťovatel
Krajina	Místní k. jako výsledek činnosti člověka (včetně dopravy)	Místní k. jako výsledek činnosti člověka (včetně dopravy)	Místní k. jako výsledek činnosti člověka (včetně dopravy)	

Chůze v urbánních oblastech - neekologičtější mód dopravy

Karel Schmeidler

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

tel.: +420 724027356, fax: +420 543211215

e-mail: schmeidler@cdv.cz

Abstract

Right from the beginning of car transport development pedestrians have been paid little attention; with the growing number of vehicles and roads for these vehicles their position is becoming even worse. Unequal position of pedestrians is also emphasized by their significantly greater vulnerability in the road traffic as compared to other road users. These circumstances have been highlighted more frequently only in recent years, when suitable solutions have been searched on the worldwide scale particularly with regard to making especially the roads in towns safer and friendlier to pedestrians. The objective of COST 358 Action is to map bases for searching optimum outputs within the limits of the Czech urban space. We also consider our obligation to mitigate a special legal regime of walking away from roads, i.e. pedestrian rules for the movement in protected natural areas and in the countryside.

In conclusion it should be stated, even in view of the above facts that the regulations regarding the position of pedestrians in the Czech Republic are at the level of the European standards both in the sphere of active and passive safety. Particularly recently it has become obvious in the whole society that each road user is starting to understand in a better way the importance of enhanced safety of pedestrians. This was mainly helped to by relatively new legal regulations encompassing some essential elements of pedestrian protection, such as the introduction of an absolute right of way of pedestrians, decreased speed limits of vehicles in towns, and also reduced tolerance to drinking and driving. This work has introduced a certain legal framework, which defines a mutually relatively well-balanced system of rights and obligations of road users increasingly focused on the protection of pedestrians as relatively most vulnerable road users. Nevertheless, any legal arrangement only provides a certain degree of formal protection, and to achieve the highest possible safety of pedestrians a strong appeal to each individual is necessary.

1. Systémový přístup k posouzení požadavků pěších na kvalitu urbánního prostředí

Současný stav

Chůze je tak základní formou pohybu, že se zapomíná na její důležitost. Zapomíná se na ni tím spíše, pokud existuje dostupná infrastruktura a pokud jsou tyto infrastruktury adekvátní pro tzv. „normální“ osoby. Pouze v případě (dočasně) hendikepu si člověk uvědomí, jak důležité je být schopen chodit, a že kvalita není tak dobrá, jak by se mohlo očekávat.

Chůzi lze chápat jako centrální část multimodálního dopravního systému. Bez ní nemůže systém fungovat. Chůze a pěší však nejsou spjati s komerčními zisky. Není to byznys s mnohamiliardovými obraty jako automobilový průmysl, který je schopen vydávat velké sumy na výzkum a vývoj. Ačkoliv existuje shoda o důležitosti chůze pro fungování dopravního systému, výzkum chůze a kvalitativních potřeb pěších se ukázal být komerčně

neatraktivním. Zajištění potřeb pěších je všeobecně vnímáno jako veřejný úkol, kterému věnuje pozornost a finance vláda.

Všichni souhlasí s tím, že je důležité mít infrastrukturu pro pěší, téměř žádný to nemá jako svůj prioritní úkol. Za více urgentní jsou většinou považovány jiné (dopravní) záležitosti. Veřejnost považuje starost o pěší za veřejný úkol, necítí se nucena dělat planý poplach z pozice slabšího. Vláda chápe chůzi jako úkol lokálních úřadů. Ale i na lokální úrovni musí záležitosti pěších bojovat s dalšími důležitými dopravními záležitostmi. Starost se o pěší zůstává nízká, s výjimkou veřejných míst, v nichž je dominantní ekonomický či sociální důvod starat se o pěší, jako je tomu v případě obchodních ulic, obchodních mallů a hypermarketů, či monumentálních parků.

2. Dopravní politika

Až dosud se rozvoj dopravní politiky, plánování a věd o dopravě zaměřoval zejména na usnadnění motorizovaného provozu. Kdykoliv se objeví problém pro nemotorovou dopravu, výzkumníci, politici a designéři obecně hledají taková řešení, která neovlivní motorizovaný provoz více než je nezbytně nutné. Až na některé speciální projekty se má za to, že potřeby pěších a cyklistů mohou být uspokojeny vylepšeními původní situace či designu. Tato praxe nevede k optimální situaci pro pěší a cyklisty – cesty v rámci sítě se velmi liší v kvalitě, a to dokonce do té míry, že někteří pěší a cyklisté se s nimi nedokážou vypořádat.

Až dosud byla chůze považována za nerelevantní pro technologický rozvoj ve srovnání s ostatními mody. Proto nemohlo být dosaženo takového pokroku, jako u ostatních účastníků silničního provozu. Průmyslové společnosti se zaměřovaly na takové dopravní problémy, které mohly být snadno řešeny pomocí průmyslových přístupů a postupů. V důsledku toho se technologický rozvoj a výzvy průmyslu projevují mimo sféru pěších. Proto je péče o zájmy pěších mnohem více závislá na takových oblastech, jako je urbanismus, městské plánování, silniční design a kontrola dopravy. Avšak zlepšování silnic může mít potenciál i pro bezpečnost pěších a kvalitu jejich života. Podobně mohou mít pozitivní vliv také pokročilá technologická zařízení. Potenciál technologie pro uspokojování kvalitativních potřeb pěších je ještě zapotřebí prozkoumat.

Podmínky pro pěší v různých zemích velmi liší. Existují odlišnosti v podnebí, v geografických a prostorových charakteristikách, v kvantitě a skladbě provozu, legálních podmínkách, kultuře chůze a pohybu ve veřejných prostorech atd. To vyžaduje odlišná řešení pro odlišné země. Pozice pěšího ve společnosti a v dopravním systému se také mění v čase. V západoevropských zemích je současná situace pěších výsledkem postupného adaptačního procesu mnoha desetiletí. V zemích střední a východní Evropy je proces nárůstu motorizace mnohem násilnější. Adaptace je v takových podmínkách mnohem obtížnější a může vést k mnohem vážnějším problémům, než jaké prožily západoevropské země, které jsou již velmi motorizované. Mezinárodní spolupráce může pomoci poskytnout těmto zemím poznatky, které usnadní řešení problémů.

V Evropě dosud motorizace nevedla k rozdělení společnosti, v níž chůze již nepředstavuje běžný způsob dopravy. Existuje ale možnost, že trendy jako vzrůstající závislost na automobilu a individualizace k takové situaci povedou. Lepší infrastruktura pro pěší může působit kompenzačně.

3. Trendy dopravního systému

Zdraví

Otázky zdraví se dnes stávají univerzálními. Pro moderní lidi již fyzický výkon není přirozenou součástí každodenního života. Technická zařízení jako automobily, výtahy,

bicykly činí život jednodušší, avšak vytvářejí také nové problémy. Chůze je řešením mnohých zdravotních problémů. Je to jednoduchá a zdravá forma cvičení. Podpora chůze je efektivní strategie k udržení zdraví populace a zároveň efektivním opatření ke zmírnění typicky civilizačních chorob, jako jsou kardiovaskulární a respirační onemocnění, obezita, rakovina, choroby spjaté se stářím apod. Zdravotní sektor zdůrazňuje již nějakou dobu důležitost pohybu a cvičení a propaguje alespoň 30 minut chůze denně. Lékaři stále častěji předepisují pohyb namísto léků.

Rovněž mentální zdraví souvisí s environmentálními aspekty a životním stylem, a je pozitivně ovlivňováno pravidelnou chůzí, zatímco používání automobilu a trávení hodin v dopravních zácpách představuje důležitý stresový faktor, jenž ovlivňuje jak mentální tak i fyzickou pohodu.

Stárnutí populace

Téměř všechny evropské země čelí stárnutí populací. Pro rozvoj politik týkajících se chůze to má tyto důsledky:

- Senioři chodí více než ostatní skupiny. Pro starší osoby představuje pěší prostředí specifické problémy – vyžadují větší kvalitu pěší infrastruktury.
- Stárnutí populací povede k nárůstu veřejných výdajů. Bude tak mnohem obtížnější nalézt dostatečné zdroje pro pěší infrastrukturu.

V důsledku vzrůstající závislosti na automobilu a z ní vyplývajících sociálních změnách, změnách ve využití území a ve vnímání, se vyvíjí povaha chůze. Ubývá chůze od domu k domu („door-to-door“), zatímco narůstá podíl chůze k jiným dopravním prostředkům. Celkově se dá říci, že množství chůze na osobu poněkud klesá, avšak v důsledku populačního růstu se celková distance uražená pěší chůzí udržuje konstantní. Také se dá říci, že druhá forma chůze (k ostatním dopravním prostředkům) je statisticky méně viditelná než první, což vytváří falešný dojem, že chůze se stává méně důležitou. Tento falešný dojem je dále podporován méně intenzivním využíváním pěší infrastruktury, protože stále více území je „urbanizováno“ a počet obyvatel na bytovou jednotku klesá – to vede menšímu počtu pěších na jeden čtvereční metr chodníku.

4. Výzkum chůze v urbánního prostředí

V rámci sektoru městského plánování existuje urbanistické hnutí (rozhodně však ne převažující) s dlouhodobou tradicí zaměřené na tzv. „pedestrian-friendly“ design. To je inspirováno faktem, že kvality a nedostatky fyzického prostředí vnímají pěší mnohem intenzivněji než ostatní osoby, které projíždějí auty či dokonce na kolech. Klasicko je v tomto směru studie „The image of the city“ od Kevina Lynche. V nedávné akci COST C6 „A city for pedestrians: policy making and implementation“ (Závěrečná zpráva 2002) je zdůrazněna pozice pěších v městském prostředí i v současném stavu vývoje. Akce COST C11 „Green structure and urban planning“ (Závěrečná zpráva 2005) nabízí další vhled do problematiky designu přátelského k pěším.

V devadesátých letech vzrostla v mnoha zemích pozornost k otázkám udržitelného rozvoje. V tomto kontextu bylo vyvinuto úsilí o propagaci chůze a cyklistiky. Hlavními studiemi na evropské úrovni byly EU projekty WALCYNG (How to enhance WALKing an CycliNG instead of shorter trips and to make these modes safer; Závěrečná zpráva 2005) a ADONIS (Analysis and Development of New Insights into Substitution of short car trips by cycling and walking; Závěrečná zpráva 1999), po kterých následoval výzkum v rámci 5. rámcového programu „City of Tomorrow and Cultural Heritage“, tzv. PROMPT studie.

A dále byly v mnoha zemích publikovány příručky pro budování infrastruktury pro pěší a hendikepované.

Studie zaměřené na populační stárnutí ukazují, že vyhovující pěší infrastruktura bude jedním ze zásadních faktorů, které umožní starším zestárnout doma. Je realizován výzkum v rámci integrovaného přístupu THE PEP „Transport, Health, Environment – Pan-European Programme“.

Potřeba propagace chůze roste, stejně jako rostou a mění se potřeby pěších. Existuje tedy také rostoucí potřeba pro vědění v těchto otázkách. Něco již bylo provedeno na evropské úrovni v projektu 5. rámcového programu „City of tomorrow“ a v akci COST C6 „A city for pedestrians: Policy-Making and Implementation“.

Společné ECMT/OECD, Centrum dopravního výzkumu plánuje se účastnit na vytvoření pracovní skupiny Bezpečnost pěších, městský prostor a zdraví (Programme of Work 2007-2009). Tento projekt bude ukončen v roce 2009. Studie se bude zabývat identifikací klíčových faktorů, benchmarkingem, inovacemi a důsledky opatření na národní úrovni.

5. Systémové myšlení na regionální a urbánní úrovni

Pro motorizovanou dopravu se systémové myšlení stalo víceméně normou. Zatímco v dřívějších dobách byly politiky vytvářeny čistě reaktivně („máme problém a chceme jej řešit“), dnes je cílem plánovat bezchybný systém, v němž je provoz tak bezpečný a tak svobodný, jak je jen možné. Politiky založené na výzkumu, jako např. Udržitelná silniční bezpečnost v Nizozemí, či Vize nula ve Švédsku, jsou příklady nového směřování. JRTC vytvořilo pracovní skupinu „Achieving Ambitious Road Safety Targets“, která bude publikovat zprávu o současném stavu vývoje řízení bezpečnosti. V otázkách pěší dopravy je však systémové myšlení hudbou budoucnosti. Většina veřejných autorit dosud nerozpoznala důležitost systematického uspokojování kvalitativních potřeb pěších. Výzkum a dopravní inženýrství jsou dosud většinou omezeny na specifické problémy. Městští plánovači, urbanisté a architekti se všeobecně soustřeďují na estetiku a investiční náklady a nemyslí v intencích funkcionálního či univerzálního designu (designu pro všechny). Příspěvky disciplín jako psychologie, sociologie, filozofie, ergonomie, historie, geografie a právo jsou stále spíše vzácné na téma chůze.

Ve vztahu k systémovému myšlení je současné poznání fragmentované, nekompletní a do značné míry zastaralé. Statisticy, biologové a etologové neposkytují komplexní obraz chůze, jejích výhod a rizik. Většina základního výzkumu byla provedena již před desítkami let, v situacích, které se naprosto liší od současných. Neexistuje systematický přehled.

V západním světě, včetně středoevropských zemí, se filozofie volného trhu stává dominantní. Politika je zaměřena na ekonomický růst, jehož má být dosaženo svobodnou aktivitou participantů na trhu, nikoliv činností a vedením vlády. Doprava je zásadním faktorem pro ekonomický růst. Z tohoto pohledu v ní však chůze hraje jen marginální roli. Přední politikové souhlasí s tím, že sociální problémy nejlépe vyřeší svobodný trh a role vlády je tedy velmi omezená. V důsledku toho vlády opouští sektory politiky, v nichž byly dříve dominantní silou. V této situaci musí být požadavky na podporu pěší chůze dobře podloženy (ekonomickými) argumenty.

6. Vymezení přístupu

Proč akce o kvalitativních potřebách pěších?

Ačkoli existují mnohé dobré příklady ulic a území přátelských pro pěší, obecná situace a kontext je vzdálena ideálu a nezlepšuje se automaticky. Tyto dobré příklady jsou spíše vyjímečné. Je zapotřebí mnohem hlubšího přístupu, který bude brát v úvahu také

sociální, ekonomické, ekologické a politické trendy. Z pohledu systémového přístupu však v současném vědění existují mezery.

Ve většině zemí neexistují významnější obecné interdisciplinární studie založené na systémovém přístupu. Ačkoli se o tuto problematiku zajímá mnoho výzkumníků a tvůrců politik, je stále obtížné na národní úrovni vytvořit a hlavně finančně zabezpečit výzkum a vývoj politik.

Evropská situace

Studie se zaměřuje na současnou situaci v Evropě a pokusí se poskytnout užitečné informace o vývoji politik v evropských zemích. Závěry pak mohou být validní i pro ostatní kontinenty.

Lidské potřeby

Studie se zaměřuje na pěší jako na lidské bytosti a na jejich roli v dopravě a provozu. Fyzické a sociální prostředí tu jsou od toho, aby podporovaly potřeby pěších. Bezpečná mobilita a pobyt na veřejném prostoru jsou základními potřebami.

Každodenní chůze

Pěší je každý, kdo chodí nebo stojí ve veřejném prostoru. Studie pojedná o každodenní chůzi, tj. o „funkcionální“ či utilitární chůzi: chůze na místo určení, kterým může být i automobil či zastávka veřejné dopravy. Zahrnuta bude rovněž volnočasová chůze či postávání ve veřejném prostoru, jako např. rozhovor se sousedy, užívání si slunce apod., ale využívání veřejných prostranství pro sportovní aktivity (např. jogging) či přehlídky bude vyloučeno z analýzy. Vyloučen bude rovněž pohyb na skateboardech, kolečkových bruslích či na tzv. segways. Na druhé straně budou do analýzy zahrnuty pohyby s pomůckami, jako jsou vozíčky či elektrické skútry. Studie se zaměřuje explicitně na multimodální chůzi. Chůze k ostatním modům či od nich je chápána jako základní dopravní spojení.

Chůze ve veřejném prostoru

Veřejný prostor je prostor, který je otevřený všem občanům a zahrnuje silniční infrastrukturu, chodníky, přístupové prostory k soukromým prostorům. Nepatří však do něj soukromé pozemky, interiéry budov a nákupní střediska.

Identifikace základních potřeb

Studie se zaměřuje na identifikaci minimálních kvalit z hlediska ergonomie, vnímání a trvanlivosti, které jsou potřebné pro bezpečnou mobilitu a bezpečné pobývání na veřejných prostranstvích většinou pěších – tj. pokusí se definovat „základní kvalitu“.

7. Ochrana chodců v legislativě Evropské unie

Jakkoli se diskuse na téma zvýšení bezpečnosti chodců vedou napříč celým civilizovaným světem, je třeba konstatovat, že problematika úpravy právního postavení chodců je dosud téměř výlučně otázkou národní legislativní úpravy, tedy výstupy z takových odborných jednání mají většinou charakter návrhů a doporučení jednotlivým zákonodárným sborům na úrovni jednotlivých států, které pak tato doporučení mohou aplikovat při legislativním procesu.

Jestliže se pak zaměříme na nadnárodní právní úpravu postavení chodců, tedy v našem případě předpisy patřící do legislativy Evropské unie, zjistíme že tato

ponechává bližší podrobnosti na národní úpravě jednotlivých členských států s tím, že přijetím Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/102/ES ze dne 17. listopadu 2003, o ochraně chodců a ostatních nechráněných účastníků silničního provozu před střetem a v případě střetu s motorovým vozidlem a o změně směrnice Rady 70/156/EHS, se příslušné orgány shodly na potřebě následujících opatření :

1. Za účelem snížení počtu obětí silničních nehod je nutné zavést opatření pro zlepšení ochrany chodců a ostatních nechráněných účastníků silničního provozu před střetem a v případě střetu s přední částí motorového vozidla.
2. V rámci akčního programu pro bezpečnost silničního provozu je naléhavě nutné stanovit soubor aktivních a pasivních opatření pro zlepšení bezpečnosti nechráněných účastníků silničního provozu, jako jsou chodci, cyklisté a motocyklisté (zabránění nehodám a zmenšení následků zklidněním provozu a zlepšením infrastruktury).
3. Vnitřní trh zahrnuje prostor bez vnitřních hranic, v němž je zajištěn volný pohyb zboží, osob, služeb a kapitálu, a k tomuto účelu se uplatňuje systém ES schvalování typu motorových vozidel. Technické předpisy pro schvalování typu motorových vozidel z hlediska ochrany chodců by měly být harmonizovány, aby se zabránilo přijetí požadavků lišících se v jednotlivých členských státech a aby se zajistilo řádné fungování vnitřního trhu.
4. Cílů ochrany chodců se může dosáhnout kombinací opatření aktivní a pasivní bezpečnosti; doporučení Evropského výboru pro zvýšení bezpečnosti vozidel (dále jen "EEVC") z června 1999 jsou předmětem široké shody v této oblasti; tato doporučení navrhuje zavést funkční požadavky na přední části u některých kategorií motorových vozidel s cílem snížení jejich nebezpečnosti. Tato směrnice uvádí zkoušky a mezní hodnoty podle doporučení EEVC.
5. Komise by měla přezkoumat možnost rozšířit oblast působnosti této směrnice na vozidla s maximální hmotností nepřevyšující 3,5 t a sdělit své poznatky Evropskému parlamentu a Radě.
6. Tato směrnice by se měla považovat za jeden článek širšího souboru opatření vůči účastníkům silničního provozu, vozidlům a infrastruktuře, která by Společenství, průmysl a příslušné orgány členských států měly přijmout, na základě výměny správné praxe, s cílem zlepšit bezpečnost chodců a ostatních nechráněných účastníků silničního provozu ve fázích před střetem (aktivní bezpečnost), při střetu (pasivní bezpečnost) a po střetu.
7. Vzhledem k rychlosti technického vývoje v této oblasti může průmysl navrhnout alternativní opatření přinejmenším rovnocenná s požadavky této směrnice ve smyslu skutečné účinnosti – pasivní opatření nebo kombinaci aktivních a pasivních opatření – a taková opatření budou posouzena v návaznosti na studii proveditelnosti vypracovanou nezávislými odborníky do 1. července 2004; zavedení alternativních opatření přinejmenším rovnocenných ve smyslu skutečné účinnosti by vyžadovalo úpravu nebo změnu této směrnice.
8. Se zřetelem k probíhajícímu výzkumu a technickému pokroku v oblasti ochrany chodců je v této otázce vhodná určitá míra pružnosti. Proto by měla směrnice stanovit základní ustanovení na ochranu chodců ve formě zkoušek, jimž by musely nové typy vozidel a nová vozidla vyhovět. Technické požadavky pro provádění takových zkoušek by měly být přijaty rozhodnutím Komise.
9. Díky rychle se rozvíjející technologii aktivní bezpečnosti mohou systémy pro zmírnění a prevenci střetů přinášet větší výhody pro bezpečnost, např. ve snížení rychlosti nárazu a změně směru nárazu. Vývoj takových technologií by měl být touto směrnicí povzbuzen.

10. Asociace zastupující evropské, japonské a korejské výrobce motorových vozidel se zavázaly zahájit používání doporučení EEVC týkajících se mezních hodnot a zkoušek nebo dohodnutých alternativních opatření s přinejmenším stejnou účinností od roku 2010 a první sady mezních hodnot a zkoušek od roku 2005 u nových typů vozidel a používání první sady zkoušek u 80 % všech nových vozidel od 1. července 2010, u 90 % všech nových vozidel od 1. července 2011 a u všech nových vozidel od 31. prosince 2012.
11. Tato směrnice by měla také přispět k dosažení vysoké úrovně ochrany v souvislosti s mezinárodní harmonizací právních předpisů v této oblasti, která byla zahájena v rámci dohody Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů z roku 1998 o přijetí jednotných technických pravidel pro kolová vozidla, zařízení a části, které se mohou montovat nebo užívat na kolových vozidlech.
12. Tato směrnice je jednou ze zvláštních směrnic, které musí být dodrženy, aby se zajistil soulad s postupem ES schvalování typu zavedeným směrnicí Rady 70/156/EHS ze dne 6. února 1970 o sblížování právních předpisů členských států týkajících se schvalování typu motorových vozidel a jejich přípojných vozidel.

8. Závěr

I s ohledem na výše uvedené skutečnosti je třeba závěrem konstatovat, že právní úprava postavení chodců v České republice je na úrovni evropských standardů, a to jak v oblasti aktivní, tak i pasivní bezpečnosti. Zejména v poslední době je celospolečensky patrné, že každý účastník provozu na pozemních komunikacích začíná lépe chápat význam zvýšené ochrany chodců. Tomuto napomohla hlavně relativně nová právní úprava, zakotvující některé podstatné prvky ochrany chodců, jako např. zavedení absolutní přednosti chodců, či snížení rychlostních limitů pro vozidla v obci a nově také snížená tolerance vůči požívání alkoholu řidičů. Tato práce představila určitý právní rámec, který vymezuje vzájemně poměrně vyvážený systém práv a povinností účastníků provozu na pozemních komunikacích, zaměřený ve zvýšené míře na ochranu chodců, jako relativně nejzranitelnějších účastníků. Jakákoli právní úprava však poskytuje pouze určitý stupeň formální ochrany, proto je zřejmá potřeba co nejdůraznějšího apelu na každého jednotlivce, má-li být postavení chodce co nejvíce bezpečné.

Literatura:

- [1] ADONIS final report 1999
- [2] COST C11 final report,
- [3] COST C6 final report, Brussels 2001
- [4] COST C6 State-of-the-art report, Brussels 2000
- [5] Fischer, D. Risser, R & Ausserer, K., Thesenpapier zur Förderung des Fußgängerverkehrs - Psychologische und sozialwissenschaftliche Überlegungen zum Thema Gehen, FACTUM, Vienna 2005
- [6] HOTEL - How to analyse quality of life - State-of-the-art report, Vienna 2003
- [7] Methorst, R., Vulnerable Road Users - Report on the knowledge base for an effective policy to promote the safe mobility of vulnerable road users, AVV Transport Research Centre, Rotterdam 2003
- [8] Mollenkopf, H. c.s. Ageing and outdoor mobility - a European study, IOS press, Amsterdam 2005
- [9] NHTSA reports
- [10] OECD, Ageing and Transport - Mobility and safety issues, Paris 2001

- [11] PROMPT - New means to PROMote Pedestrian Traffic in cities, Helsinki/Roma/Brussels 2005
- [12] SCHMEIDLER, K. Asi Project: Asses Implementations In The Frame Of The Cities Of Tomorrow (s Doc. R. Risserem, Prof. L. Martincigh, L. Steg), AESOP Congress Vienna: The Dream of Greater Europe, Track 7: European Programmes, Round table, Wien, July 13th-17th 2005
- [13] SCHMEIDLER, K. Environmentální dopad dopravní politiky České republiky, EKO – Ekologie a společnost, strana 10-12, 5 fotografií, číslo 1, 2005, ročník XVI.
- [14] SCHMEIDLER, K. Kvalita života starších spoluobčanů ve vztahu k jejich mobilitě, URBANISMUS A ÚZEMNÍ ROZVOJ, strana 29-33, 1 tabulka, 3 grafy
- [15] SCHMEIDLER, K. SIZE – Life Quality of Senior Citizens in Relation to Mobility Conditions, ID 184, AESOP Congress Vienna: The Dream of Greater Europe, Track 7: European Programmes, Wien, July 13th-17th 2005
- [16] SCHMEIDLER, K. Urban form and structure of Czech cities and growing mobility, Mezinárodní konference Chalmers univerzity Göteborg, Švédsko, „Life in the Urban Landscape“, sekce „Accessibility and Urban Quality“, 29. května – 2. června 2005
- [17] SCHMEIDLER, K. Vliv dopravy na sociální vztahy, EKO – Ekologie a společnost, číslo 4., ročník XVI., strana 22, 7 fotografií
- [18] SCHMEIDLER, K. Změna chování k ekologickým formám dopravy, EKO – Ekologie a společnost, strana 8-11, 5 fotografií, 2 tabulky, číslo 3, 2005, ročník XVI.
- [19] SCHMEIDLER, K. Trendy rozvoje individuální automobilové dopravy v ČR, 8. mezinárodní konference „Traffic and Technologies for Sustainable Development, STUŽ Karlovy Vary a Technologické centrum Akademie věd ČR, 14. až 16. září 2005, strana 203 – 212 sborníku konference, 2 tabulky
- [20] SCHMEIDLER, K., PLÍŠKOVÁ, R. Mobility Management - příspěvek k řešení ekologické problematiky dopravy. Silniční obzor, 2005, roč. 66, č. 12, s. 314-316. ISSN 0322-7154.
- [21] SCHMEIDLER, K. Město zítřka - Zaručuje dopravní a urbanistické plánování trvale udržitelnou dopravu a zvýšení kvality života? EKO - ekologie a společnost. roč. XVII., č. 1, s. 12-13.
- [22] SCHMEIDLER, K. Mobilita pro seniory a pro lidi se zhoršenou pohyblivostí. *Doprava*, 2005, roč. 47, č. 4, s. 23-25.
- [23] SCHMEIDLER, K. Udržitelná mobilita a sociální inkluze v dopravě. *Horizonty dopravy*, 2005, roč. XIII., č. 3, s. 23-28., vydává Výzkumný ústav dopravný, a.s. Žilina, Slovensko.

Práva a povinnosti chodců v ČR jsou upraveny zejména v následujících právních předpisech:

- [24] vyhláška č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů,
- [25] vyhláška č. 369/2001 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace,
- [26] WALCYNG final report, Lund 1998
- [27] zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů
- [28] zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů,
- [29] zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů,
- [30] zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Možnosti zmírnění negativních vlivů dopravy v městských aglomeracích

Jiří Dufek

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.dufek@cdv.cz

Abstract

The first task in the field of transport impact on the environment is to accept measures that can eliminate or at least mitigate negative impacts. This is a task not only for a country but namely for regions and especially cities. It is necessary to realize that negative transport impacts are a result of travel behaviour of the people: a decision on doing a trip and a selection of trip destination, mode and route. Many factors influence these types of decisions: namely socioeconomic character of inhabitants and attributes of available transport systems (travel time, comfort, safety). Thus, the next objective of the measures is to influence travel behaviour towards environmentally friendly transport systems.

1. Úvod

Opatření můžeme rovněž rozdělit na nabídková – tj. např. výstavba nových komunikací s bezpečnostními a ekologickými prvky, kvalitnější dopravní prostředky a řízení dopravních systémů – a poptávková, která by měla vést k omezení poptávky po škodlivých druzích dopravy. Mezi poptávková opatření patří zejména řízení mobility, zvyšování poplatků za parkování, omezení provozu aut v městských centrech, přiblížení zdrojů a cílů dopravy v rámci dopravního plánování, apod. Mimo toto členění patří tzv. "měkká" opatření, tj. zapojení veřejnosti do rozhodování o dopravních projektech, environmentální vzdělávání obyvatel, "ecodriving", apod..

2. Opatření na komunikacích

Opatření na komunikacích jsou velmi různorodá, neboť postihují rozdílné vlivy dopravní infrastruktury na zdraví obyvatel a na životní prostředí. Komunikace představuje zdroj hluku při provozu dopravních prostředků, způsobuje znečištění okolního prostředí splachovými vodami a v neposlední řadě funguje jako bariérový efekt, který vede k omezení pohybu volně žijících živočichů .

2.1 Protihlukové stěny

Protihlukové clony se zřizují za účelem ochrany zdraví obyvatel před účinky hluku. Cílem je snížení hluku z dopravy na pozemních komunikacích na hodnoty předepsané příslušnými hygienickými předpisy. Jsou rozlišovány následující typy clon: protihlukové stěny, stavby (domy, garáže), zemní valy (přírodní nebo umělé) a pásy zeleně. Správně dimenzovaná stěna přináší v průměru snížení hluku o cca 4 a více dB(A) v závislosti na podmínkách (geometrii) šíření dopravního hluku. Obecně platí, že požadovaná účinnost je zajištěna, není-li ze žádného místa příjemce vidět zdroj hluku; pak proniká pouze energie po ohybu nebo odrazu zvukových vln. K zajištění maximální akustické účinnosti se mají protihlukové stěny umísťovat co nejbližší ke zdroji hluku. Dále je žádoucí, aby charakter stěny vyloučil nežádoucí

odrazy zvuku a aby stěna pokud možno splynula s prostředím. Pozornost je třeba věnovat i ukončení zdi, aby vozidla na komunikaci nebyla ohrožena náhlou změnou dynamiky proudění větru [1].

Často se uplatňuje urbanistické řešení s využitím bariérových domů, patrových garáží a jiných „clonových objektů“. Zemní valy jsou oproti stěnám náročnější na půdorysnou plochu a vzhledem k větší vzdálenosti vrcholu svahu od komunikace mají i menší tlumící účinky. Osázení svahu zelení však může tyto účinky velmi příznivě ovlivnit. Nevýhodou zemních valů je plošná náročnost. Pásky zeleně plní funkci bioklimatickou, hygienickou, architektonickou a estetickou. Při šíření hluku zelení dochází k jeho útlumu pohltivostí listů stromů i zemského povrchu a mnohonásobným rozptylem na kmenech a větvích. Zeleň (nejen) podél komunikací pozitivně působí i na kvalitu ovzduší a zdraví obyvatel, neboť zachytává prachové částice a přeměňuje oxid uhličitý na kyslík fotosyntetickými procesy. Protože vnímání hluku je značně individuální a závisí i na aktuálním psychickém stavu člověka, může zeleň škodlivý dopad na zdraví člověka výrazně snížit, přestože se hluk objektivně nezmění.

2.2 Nízkohlučné povrchy komunikací

Nízkohlučné povrchy mají významnou roli uvnitř obcí a měst, ve kterých často nelze vybudovat protihlukové stěny z důvodu nedostatečného prostoru, nutnosti zabezpečit příjezd nebo z estetických důvodů. Snižování hluku prostřednictvím povrchové vrstvy vozovky snižující představuje reálné opatření na straně zdroje. Současně se každý silniční povrch v průběhu svého využívání zhoršuje z důvodu poruch způsobených provozem vozidel, což může vést ke zvýšení hlučnosti až o 3 dB. Problematikou hluku mezi pneumatikou a vozovkou se zabývá mimo jiné rozsáhlý evropský výzkumný projekt SILENCE [2]. Na základě experimentálního měření hlučnosti povrchů metodou CPX (Close Proximity Method) byla v rámci tohoto projektu navržena akustické hodnocení stavu vozovky třemi třídami stupně poškození: dobrý stav (+0 dB), přijatelný stav (+1 dB) a nepřijatelný stav (+2 dB a více).

Z důvodu nedostatečně vyjasněného hodnocení hlučnosti jednotlivých povrchů, bylo rovněž definováno 5 tříd hlučnosti povrchu vozovky: velmi hlučný (referenční povrch + 3 dB a více), hlučný (referenční povrch + 1 až 2 dB), normální (referenční povrch), tichý (referenční povrch – 1 až 2 dB) a hluk snižující (referenční povrch – 3 dB a více). Referenčním povrchem je uvažován asfaltový beton s maximální zrnitostí kameniva 11 mm až 12 mm nebo silniční povrch s podobně jemnou povrchovou strukturou.

2.2 Ochrana před kontaminací vody a půdy

K ochraně před případnou kontaminací vod a půdy splachovanými vodami z komunikací slouží sedimentační nádrže, do kterých jsou zaústěny sběrné kanalizace odvádějící dešťovou vodu z povrchu vozovek. Odváděná voda je gravitačně zbavena jednak suspendovaných částic těžších než voda, jednak kapalných částic lehčích než voda. V průběhu sedimentace a zdržení vody v nádrži může také docházet k částečnému odbourávání organické hmoty vlivem působení mikroorganismů. Proces biologického čištění splachových vod odtékajících z povrchu vozovky je také využíván v retenčních nádržích. Sedimentační i retenční nádrže jsou v naší republice realizovány zejména podél dálnic a rychlostních komunikací s vysokou intenzitou dopravy.

3. Podpora druhů dopravy šetrných k životnímu prostředí

Jedním z významných nástrojů zmírnění negativních vlivů dopravy je změna dělby přepravní práce ve prospěch ekologicky příznivějších druhů dopravy. Mezi tyto druhy dopravy se řadí především železniční, veřejná a nemotorová doprava. Veřejná doprava by měla být dostatečně atraktivní aby motivovala obyvatele k častějšímu používání tohoto druhu dopravy. Existuje několik možností zvýšení atraktivity, avšak ne vždy je každý z nich vhodný pro konkrétní situaci. V závislosti na místních podmínkách je nutné tyto způsoby citlivě kombinovat.

3.1 Zavádění systémů integrované dopravy (IDS)

Integrovaná doprava je zajišťování dopravní obslužnosti území veřejnou osobní dopravou jednotlivými dopravci v silniční dopravě společně nebo dopravci v silniční dopravě společně s dopravci v jiném druhu dopravy nebo jedním dopravcem provozujícím více druhů dopravy. Jednotliví dopravci a druhy doprav si tedy v IDS nekonkurují, naopak se snaží spolupracovat s cílem získat nové zákazníky z řad uživatelů osobních automobilů. Jednotná pravidla pro provozování IDS nejsou dána a liší se případ od případu, vždy se ale jedná o dobrovolnou dohodu dopravců. Obvykle zřízení tohoto systému zahrnuje prosazení jednotné tarifní politiky (na jeden jízdní doklad je možné cestovat po celé síti s různými přepravci), vzájemné provázání jízdních řádů integrovaných dopravců a vytvoření nových přestupních vazeb, odstranění souběhů linek více dopravců a sestavení taktového jízdního řádu dopravy (spoje jezdí v pravidelných intervalech). V ČR v současnosti je provozováno 13 IDS s různou mírou integrace. Mezi největší a nejpropracovanější systémy patří Pražský, Ostravský a Jihomoravského kraje.

3.2 Zvýšení komfortu pro cestující MHD

Pro zvýšení pohodlnosti při cestování jsou do provozu nasazována moderní nízkopodlažní vozidla umožňující snadnější výstup a nástup cestujících a jsou také vhodná pro přepravu handicapovaných osob a matek s kočárky. Nezbytným standardem v městské hromadné dopravě je vybavení kvalitními informačními systémy pro cestující. Pro jednodušší přestupy probíhá výstavba nebo modernizace přestupních terminálů se zaváděním přestupů hrana-hrana (návazné spoje odjíždějí z různých stran jednoho nástupiště a cestující tak nemusí složitě přecházet na jiná nástupiště pomocí podchodů, nadchodů nebo dokonce přímo přes vozovku komunikace) a dostatečnou údržbou z hlediska kultury cestování. Mezi další prvky zvyšující komfort cestování veřejnou dopravou patří např. klimatizace, čistota a design vnitřního prostředí, apod.

3.3 Preference vozidel veřejné dopravy

Ve městech jsou vozidla veřejné dopravy zpomalována automobilovou dopravou. Jedním z předpokladů atraktivní veřejné dopravy je dostatečná cestovní rychlost. Proto jsou zaváděna preferenční opatření – např. zavádění vyhrazených pruhů pro autobusy a trolejbusy v přepravně exponovaných místech nebo preference vozidel MHD na světelně řízených křižovatkách.

3.4 Zavádění systému "Park and Ride"

Systém "Park and Ride" (P&R) znamená, že řidič ujede automobilem část své cesty od bydliště k záchytnému parkovišti, kde přeseďne na vozidlo veřejné dopravy a v něm pokračuje až k cíli cesty. Tento systém by měl být zkombinován se zvýšením sazeb parkovného v lokalitách které mají být zklidněny (především městská centra), případně se zavedením poplatků za vjezd do těchto lokalit. Nezbytný předpoklad realizace tohoto systému je vybudování parkovacích domů nebo záchytných parkovišť. Ve městech je doporučeno vybudovat záchytné parkoviště ve vnějších zónách, v místech významných přestupních uzlů městské hromadné dopravy (MHD). Mimo městské oblasti je doporučeno budovat záchytná parkoviště především u významných zastávek železničních tratí směřujících do spádového města daného regionu. Parkovací politika by měla více odradit řidiče od vjezdů do městských center např. zvýšením sazeb a současně je motivovat k multimodálnímu uskutečnění cesty, tj. část autem a část MHD.

Při realizaci P&R je nutno zabezpečit přehledné naváděcí dopravní značení (značky parkoviště se symboly „P&R“) a také posílit spoje MHD na vytypovaných lokalitách. Platba za parkovné by měla být promítnuta do ceny jízdného. Pro zajištění maximálního využívání záchytných parkovišť by lokality měly být vybrány na základě socioekonomických průzkumů dopravního chování a poptávky po P&R a následném modelování širších dopravních vztahů dané oblasti [3].

Určitá překážka v realizaci (účinnosti) tohoto opatření je psychika řidičů automobilů, kteří jsou dosud zvyklí dojet autem až k cíli cesty. Bude pravděpodobně trvat delší dobu než budou alespoň někteří z nich ochotni opustit vozidlo, být na hlídaném parkovišti, a pokračovat k cíli veřejnou dopravou. K tomuto opatření by tedy řidiči měli mít finanční motivaci, např. v podobně sloučení parkovacího lístku s jízdenkou MHD.

3.5 Bike and Ride

Systém "Bike and Ride" (B&R) je podobný systému "P&R", pouze se místo automobilu uplatňuje jízdní kolo, v části od zdroje cesty (bydliště) k záchytnému parkovišti nebo k objektu pro úschovu kol. Po zaparkování kola přeseďne cyklista na vozidlo veřejné dopravy a pokračuje až k cíli cesty. Zatímco řidiči automobilu většinou nic nebrání. zaparkovat auto na vhodném místě a pokračovat do cílového místa veřejnou dopravou, cyklista obvykle nemá možnost kolo nechat bez dozoru u zastávky MHD. Tento systém by měl zajistit úschovu a bezpečné parkování kol především na konečných stanicích a významných přestupních uzlech MHD. Přednostně by měly být využity stávající parkovací plochy nebo veřejná prostranství v majetku města. Objekty pro úschovu a parkování kol mohou mít např. tvar „klece“, nebo speciálních stojanů, s oplocením a uzamykatelnými dveřmi, do kterých je možno řešit přístup např. pomocí karty nebo mince. Opatření má ztraktivnit cyklistickou dopravu i pro obyvatele méně fyzicky zdatné, kteří by rádi kolo používali k dojížděce do práce, ale pro které znamená absolvování celé trasy bydliště – pracoviště na kole velkou fyzickou zátěž. Další možností je kombinace systému B&R se systémem P&R v lokalitách kde dojde k souběhu těchto možností. Úschovna kol by v tomto případě byla umístěna přímo v prostorách záchytného parkoviště.

3.7 Kombinovaná přeprava zboží

Multimodálně lze uskutečnit nejen přepravu osob ale rovněž přepravu zboží. Z hlediska zmírnění dopadů na zdraví obyvatel by zboží mělo být přepravováno v co nejvyšší míře po železnici. Za "ekologickou" přepravu nákladů je považována také vodní doprava, což je však diskutabilní vzhledem k negativním dopadům na vodní ekosystémy. Za nejhorší je v tomto ohledu považována silniční nákladní doprava. Železniční doprava není ale schopna zajistit veškerou přepravu zboží až na místo určení - tedy "ode dveří ke dveřím" ("door to door"). Proto není převedení celé nákladní dopravy ze silnice na železnici reálné.

Část přepravní práce přepravy vybraných komodit však je možno na železnici převést, s pomocí vybudování logistických center ve významných železničních stanicích. V nich by měly být vytvořeny prostory pro sklady zboží odesílané odtud nákladními vlaky do cílových míst. Tato kombinovaná možnost nákladní přepravy by měla být poté nabídnuta provozovatelům kamionové dopravy, kteří mají o tyto služby zájem zejména při přepravě do zahraničí. Lokality pro umístění logistických center musí mít přímou návaznost na hlavní železniční tahy. Příjezdové trasy pro nákladní automobily by měly vést mimo osídlené oblasti. Výhodné je vybavení stanice vlečkovým areálem. Vybudování logistického centra může být jedním ze způsobů jak revitalizovat nevyužité areály "brownfields" (bývají obvykle zavlečkovány, existují zde skladovací a nakládací prostory, apod.). Každé navržené řešení logistických center by mělo být ověřeno dopravním modelem nákladní dopravy.

3.8 Další opatření

Z dalších opatření lze zmínit např. územně plánovací opatření a s tím související aktivity (SEA, EIA, zapojení veřejnosti, využití výpočetních modelů pro snižování přepravní náročnosti území), tzv. ekologické řízení neboli ecodriving a řízení mobility.

4. Překážky v realizaci opatření

Jedním z důvodů stálého růstu objemů a výkonů dopravy a jejich negativních vlivů je nerealizace plánovaných redukčních opatření. Příčiny je možno vidět jednak v jejich přijatelnosti pro veřejnost a jednak rovněž v "průřezovém charakteru" souboru opatření, vyžadující zapojení mnoha složek městské státní správy jejichž koordinace je extrémně náročná.

4.1 Přijatelnost opatření pro veřejnost

Mnoho lidí používá k veškeré přepravě pouze osobní automobil. Opatření, která nějakým způsobem omezují automobilovou dopravu mohou být přijímána touto částí veřejnosti velmi negativně. Jedná se především o zpoplatnění vjezdů do městských center, zvyšování poplatků za parkování, ekologické daně za pohonné hmoty, apod. V tomto smyslu je prosazování opatření, zejména na úrovni měst, velmi nepopulární a tudíž politicky málo průchodné. Například v oblasti ovzduší jsou města i kraje ze zákona povinny zpracovat programy pro zlepšení kvality ovzduší, vymezit oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší a zde navrhnout a realizovat nápravná opatření. Nepopularita opatření, které automobilovou dopravu omezují, bývá příčinou neplnění těchto programů - navržená opatření zůstávají často pouze "na papíře".

Jiná opatření bývají naopak veřejností přivítána, např. cyklostezky, nové linky veřejné dopravy nebo autobusy s pohonem na zemní plyn. Další opatření mohou

vyvolat rozdílné reakce: např. část veřejnosti příznivě reaguje na výstavbu nové komunikace, jiná část tutéž výstavbu kritizuje.

4.2 Průřezový charakter souboru opatření

Opatření navržená v krajských a městských programech mají většinou průřezový charakter, a proto jejich realizaci nemůže zvládnout jediný odbor příslušného zodpovědného úřadu. Problematika se týká útvarů životního prostředí, dopravy, územního plánování i financí. Často mají jednotlivé odbory zcela odlišné názory na to, jaká opatření by se měly v dané lokalitě realizovat (to platí především pro odbory dopravy a životního prostředí). Řešení tohoto problému není jednoduché. V každém případě by pro realizaci opatření (programů) měly být vytvořeny pracovní skupiny složené se zástupců všech zainteresovaných útvarů. Pracovní skupina by měla naplánovat konkrétní akce a jejich časový harmonogram, vybírat dodavatele, monitorovat pokrok v realizaci opatření, apod. Je vhodné, aby zpracovatelé programů a generelů obsahující návrhy opatření, byli v dané pracovní skupině zastoupeni.

5. Závěr

Na tom, zda se podaří snížit negativní vlivy dopravy na zdraví a životní prostředí, závisí právě na úspěšnost realizace správně navržených redukčních opatření, přičemž pro eliminaci těchto vlivů je téměř vždy nutné přijmout více opatření. V takovém případě mluvíme o souboru opatření, která jsou vzájemně provázána a jejich účinnost se tím zesiluje. Jako příklad je možné uvést zvýšení pozitivního vlivu nové linky MHD na redukci automobilové dopravy zároveň s vybudováním záchytného parkoviště ve vhodné lokalitě na její trase. Od návrhu opatření k jejich realizaci bývá často velmi daleko proto by soubory opatření měl vždy navrhovat tým odborníků, kteří umějí posoudit účinnost různých variant a následně navrhnout optimální řešení.

Literatura

- [1] ADAMEC, V. a kol. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2007, 176 s. ISBN 978-80-247-2156-9
- [2] BENDTSEN, H., SCHMIDT, B. Integrating noise in pavement management system for urban areas. *Nordic Road and Transport Research*, 2006, 3, pp. 26 - 27. ISSN 1101-5179.
- [3] LEE-GOSSELIN, M., DOHERTY, S. *Integrated land use and transportation models: behavioural foundations*. Amsterdam: Elsevier, 2005, 306 p. ISBN 0 08 044669 8.

Aplikace mobilního analyzátoru ECOPROBE 5 při hodnocení kontaminace ovzduší těkavými složkami motorových paliv

Jaroslava Machalíková*, Jaromíra Chýlková**,
Martin Stuchlík**, Marie Sejkorová*, Marcela Livorová*
Univerzita Pardubice

* *Dopravní fakulta Jana Pernera – katedra dopravních prostředků a diagnostiky,
Studentská 95, 532 10 Pardubice*

** *Fakulta chemickotechnologická – Ústav ochrany životního prostředí
Doubravice 41, 53353 Pardubice 19*

e-mail: jaroslava.machalikova@upce.cz

Abstract

The ECOPROBE 5 portable analyzer of volatile organic substances was used at a fuel station to monitor the leakage of VOC to the air. Furthermore, a possibility of utilizing it for determining the volatile ratios of diesel fuel as the contaminant of soil on the premises of a former heating plant of steam engines where the Railway Museum Výtopna Jaroměř is currently being run was proven. Other possibilities of utilizing the analyzer are summarized in brief and the results of monitoring the sources of methane in the environment are presented.

1. Úvod

Významnými kontaminanty životního prostředí jsou těkavé organické látky (TOL), které mohou svými úniky znečistit půdu, vodu a zejména ovzduší. Mezi TOL je zahrnován velký počet látek, vykazujících při teplotě 20 °C tenzi páry vyšší než 133,3 Pa. V oblasti dopravy jsou zdrojem TOL především motorová paliva – k únikům dochází při jejich distribuci, skladování i nedokonalém spalování. Dalšími zdroji znečišťování životního prostředí těmito látkami jsou výroba, provoz a údržba dopravních prostředků, s nimiž úzce souvisí i používání různých přípravků obsahujících TOL (mrazuvzdorných směsí, brzdových kapalin, autokosmetiky, opravárenských materiálů, nátěrových hmot, čisticích prostředků, odmašťovadel, rozpouštědel apod.).

V terénních a provozních podmínkách je možné pro stanovení TOL volit vhodný postup ze dvou variant. Jednou z nich je odběr reprezentativního vzorku v místě kontaminace a následná analýza v laboratoři některou z běžných technik, např. plynovou chromatografií. Tento přístup má určité nevýhody: je spojen s časovou prodlevou mezi odběrem a vyhodnocením vzorků, v řadě případů může vyžadovat i jejich časově náročnou či nákladnou úpravu. Při mapování rozsáhlých ploch je nutné dopravovat do laboratoře velké množství vzorkovnic; mnohdy jsou analyzovány i vzorky, které již sledovaný kontaminant neobsahují, což stanovení zbytečně prodražuje. Tyto laboratorní výsledky jsou však přesné a spolehlivé.

Druhou variantou, v současné době stále využívanější, jsou analýzy in-situ s využitím mobilních analyzátorů, s nimiž může operátor snadno provádět měření v terénu. Vyhodnocení koncentrace kontaminantu je velmi rychlé – na základě výsledku obsluha přístroje posoudí, kde je třeba odebrat vzorek pro případné laboratorní stanovení. Naměřené hodnoty se ukládají do paměti přístroje nebo jsou

přímo zobrazovány na displeji. Pokud pracovník zjistí přítomnost kontaminantu vyšší, než povoluje norma, mohou být neprodleně uskutečněny patřičné kroky k nápravě, případně může být vyhlášen poplach. Na trhu jsou k dispozici mobilní přístroje nejrozličnějších tuzemských i zahraničních výrobců; jsou konstruovány tak, aby byly snadno přenosné a použitelné pro práce v terénu. Jejich výhodou je (i za cenu nižší přesnosti a spolehlivosti) dobrá mobilita zařízení, rychlost měření a ovládací software, který usnadňuje obsluhu.

Jedním z mobilních analyzátorů tohoto typu je přístroj ECOPROBE 5 (RS Dynamics s. r. o., Praha [1, 2]), který byl použit pro experimentální práce uváděné v tomto příspěvku. Jejich první část byla zaměřena na stanovení TOL v ovzduší na čerpacích stanicích pohonných hmot; cílem druhé části provedených experimentů bylo prakticky ověřit možnost použití analyzátoru ECOPROBE 5 při hodnocení kontaminace půdy těkavými organickými látkami, které jsou součástí motorové nafty jako paliva pro vznětové motory hnacích kolejových vozidel. Analyzátor lze rovněž využít pro stanovení kontaminujících látek i v mnoha jiných případech – příklady jsou uvedeny v závěru tohoto příspěvku.

2. Popis analyzátoru ECOPROBE 5

Mobilní analyzátor ECOPROBE 5 (obr. 1) umožňuje detekci a kvantitativní analýzu těkavých organických látek přímo v místě vzniku. Je vybaven dvěma nezávislými detektory:

- fotoionizačním detektorem, který měří celkovou koncentraci TOL,
- infračerveným detektorem, umožňujícím oddělené měření obsahu methanu, uhlovodíků a CO₂.

Dále jsou v analyzátoru umístěna čidla pro měření teploty odebíraného plynu, atmosférického tlaku, vlhkosti vzduchu a obsahu kyslíku. Přístroj je vybaven softwarem pro komunikaci s počítačem, zpracovává naměřená data, umožňuje určovat a zaznamenávat souřadnice příslušné lokality pomocí satelitního navigačního systému GPS.

Obr. 1 Mobilní analyzátor ECOPROBE 5



Zdroj: www.rsdynamics.com [1]

Veškeré funkce přístroje jsou ovládány pomocí tlačítek na horním panelu a na rukojeti analyzátoru. Podle nastavených parametrů metody analyzátor buď provádí jednotlivá měření, nebo může fungovat jako monitorovací stanice, která měří

požadované údaje po zvolených časových úsecích zcela samostatně bez zásahu obsluhy.

Standardní měřicí proces se skládá ze tří fází:

1. čištění analytické jednotky a automatické nastavení nuly na referenční (čistý) plyn,
2. nasávání plynu do přístroje bez zaznamenávání dat (při této operaci se potlačuje vliv kondenzace měřených par na vnitřním povrchu sondy),
3. vlastní měření (během této doby přístroj zobrazuje měřená data na obrazovku ve čtyřech grafech – pomocí kanálu PID se zobrazuje souhrnný obsah všech TOL, použitím IR detektoru se měří methan, celkový obsah uhlovodíků a CO_2 ; na konci měřicího cyklu se zobrazí výsledné hodnoty v jednotkách ppm nebo v mg/m^3).

3. Stanovení těkavých organických látek v ovzduší čerpací stanice pohonných hmot

3.1 Kontrolní testy analyzátoru

První etapa experimentů byla zaměřena na zjištění, jak závisí odezva přístroje ECOPROBE 5 na skutečné koncentraci konkrétní látky. Jako reprezentativní sloučenina byl zvolen hexan, který byl stanovován plynovou chromatografií jako nezávislou metodou. Bylo zjištěno, že v oblasti nízkých koncentracích se s rostoucím obsahem hexanu odezva IR detektoru jen nepatrně zvyšuje. Střední část závislosti v rozsahu koncentrací $5\ 000\ \text{mg}/\text{m}^3$ až $33\ 500\ \text{mg}/\text{m}^3$ lze považovat za lineární. Od koncentrace cca $34\ 000\ \text{mg}/\text{m}^3$ se křivka od lineární závislosti odchyluje; v její další části pak hodnoty, stanovené ECOPROBE 5, vykazují postupně se snižující přírůstek při vzrůstající koncentraci hexanu [3].

Za předpokladu, že ve vzorku nebude přítomna jiná organická látka, může zjištěná kalibrační závislost sloužit k určení skutečné koncentrace par hexanu. Toto konstatování bylo ověřeno experimentálně. Mobilním přístrojem byly analyzovány modelové plynné vzorky hexanu se vzduchem o koncentracích, odpovídajících lineární části křivky. Následně byly odečteny koncentrace z kalibrační závislosti a tyto hodnoty byly porovnány s výsledky, stanovenými plynovou chromatografií. Vykazují velmi dobrou shodu (chyba nepřesahuje 9 rel. %).

V reálné praxi se však jen ojediněle vyskytuje v plynném vzorku pouze jediná látka – obvykle se jedná o složité směsi organických sloučenin. Vzhledem k tomu, že IR analyzátor přístroje ECOPROBE 5 je kalibrován na methan, byla ověřována shoda experimentálně určených a skutečných koncentrací. V práci [3] byly za modelové směsi organických látek, následně proměřované testovaným analyzátozem, zvoleny různé druhy benzínů (Natural 95, Natural 98, Special 91, Special 100, Shell V-Power Racing) a motorová nafta.

Analyzátozem naměřené hodnoty se neshodovaly se skutečnou koncentrací stanovenou plynovou chromatografií. Příčinou je kalibrace IR detektoru na methan. Bylo proto nezbytné pro určení správných koncentrací provést kalibraci přístroje konkrétní benzínovou směsí.

Pro každý benzín byla při laboratorní teplotě ($25 \pm 2\ ^\circ\text{C}$) sestrojena kalibrační závislost odezvy detektoru (v režimu ppm) na koncentraci, která byla mocninnou funkcí. Protože mezi jednotlivými závislostmi byly u benzínů velmi malé rozdíly, byla

ze všech naměřených bodů vytvořena souhrnná kalibrační křivka, jejíž rovnice je $y = 0,3767x^{1,246}$. Ta může sloužit k vyhodnocení praktických vzorků.

Motorová nafta je tvořena uhlovodíky se širokým rozmezím bodů varu (180 až 370 °C). Na kontaminaci ovzduší se budou podílet jen těkavé složky, které především ovlivňují údaje poskytované ECOPROBem 5. Experimentálně byl zjištěn obsah těchto těkavých složek v naftě, který činil 80 % z nadávkovaného množství. Tento poznatek byl dále využíván k výpočtům koncentrací připravovaných standardů.

Z odezvy IR analyzátoru na koncentraci těkavých složek nafty (TSN) byla sestrojena závislost – mocnná funkce, jejíž rovnice je $y = 3,348 x^{0,716}$. Závislost byla proměřena v rozsahu koncentrací od 1 235 mg TSN/m³ do 11 580 mg TSN/m³.

Chyba nepřekročila 11 rel. % u benzínů (v ojedinělých případech do 18,12 %) a 12 rel. % u nafty, což lze u analýzy plynů považovat za uspokojivé.

Dále byl na benzínu Natural 95 studován vliv teploty na odezvu IR detektoru; plynné směsi byly připraveny při teplotách 25 ± 2 °C, 60 ± 2 °C a 85 ± 3 °C. Pro každou teplotu byly získány odlišné kalibrační závislosti mocnného charakteru. Je nutno konstatovat, že odezvy analyzátoru jsou teplotou analyzované plynné směsi výrazně ovlivňovány [3].

3.2 Analýza ovzduší na čerpací stanici pohonných hmot

Přístroj ECOPROBE 5 byl prakticky použit na čerpací stanici pohonných hmot při sledování úniku těkavých látek během čerpání pohonných hmot do nádrží automobilů.

Nastavení základních parametrů:

Group measurement: NO	Pump speed:	2,0 l/min
Sampl. interval: 0,5 s	Reset period:	AUT
IR on/off: ON	Preint. period:	5 s
Continuous mode: ON	Integr. period:	20 s
Units: ppm (mg/m ³)	Oxygen:	ON
PID on/off: ON	Range:	Standard

Přístroj byl nejprve vynulován mimo čerpací stanici a poté bylo změřeno pozadí v blízkosti výdejního stojanu. Odezva IR detektoru byla nulová. Proto bylo možné nadále analyzátor nulovat přímo v areálu čerpací stanice, což zjednodušilo a časově zkrátilo celý postup. K sání analyzovaného plynu do přístroje byla použita 30cm pryžová hadička. Jedním koncem byla připojena na sací olivku přístroje, druhým byl nasáván plyn ve vzdálenosti cca 10 cm od ústí hrdla palivové nádrže sledovaného vozidla.

Získaná data byla automaticky uložena do paměti. Po vynulování byl analyzátor připraven pro další měření.

Bylo zjištěno, že pokud je výdejní pistole správně zasunuta do hrdla nádrže automobilu, dochází k účinnému zpětnému odtahu benzínových par a únik těkavých látek je velmi nízký. Naproti tomu v průběhu čerpání paliva do kanystru bylo množství unikajících par natolik vysoké, že překračovalo měřicí rozsah přístroje ECOPROBE 5. Při dalším experimentu – simulaci situace, kdy hrdlo nádrže zůstane po určitou dobu otevřené nebo do něj čerpací pistole není zasunuta na doraz, se potvrdilo, že dochází k významnému úniku par. Naměřené hodnoty jsou přitom silně závislé na volbě odběrového místa a na meteorologických podmínkách.

Na základě výsledků provedených měření [3, 4] lze mobilní přístroj ECOPROBE 5 doporučit k analýzám praktických vzorků v terénu (pokud možno po

předchozí kalibraci v laboratoři). V případech, kdy je analyzovaná látka neznámého původu a přístroj nemůže být nakalibrován, lze ze zjištěných údajů vyhodnocovat relativní změny koncentrací při měření v různých místech lokality, případně usuzovat, zda je místo kontaminované či nikoliv.

4. Analýza TOL v areálu Výtopny Jaroměř

Měření byla provedena v areálu bývalé výtopny parních lokomotiv (později lokomotivní depo) v Jaroměři, lokalizovaném na jižním zhlaví železniční stanice Jaroměř. V současné době je zde umístěno železniční muzeum Výtopna Jaroměř, která částečně zachovává provoz parních i motorových lokomotiv.

Na podloží jílovitého charakteru byl v minulosti navezen a zhutněn štěrk s pískem ve čtyř- až šestimetrové vrstvě. V kolejišti mezi točnou a budovou výtopny je na povrchu průměrně 25 cm vysoká vrstva škváry a štěrku, plochy mezi ostatními kolejemi jsou porostlé trávou. Mapová dokumentace je spolu s podrobnějšími údaji uvedena v práci [5].

Výtopna parních lokomotiv byla používána od roku 1899. V letech 1899 až 1981 zde byly ošetřovány a odstavovány parní lokomotivy, ve stavu výtopny jich bylo 20. V letech 1970 až 2003 zde byly ošetřovány a odstavovány motorové lokomotivy v počtu do 10 kusů, během provozního ošetření se do lokomotiv doplňoval olej a ve výzbrojní stanici se doplňovala motorová nafta. Od roku 1970 až do roku 1981 byl v depu současný provoz motorové i parní trakce. Od roku 1995 je v části výtopny (depa) udržován provoz muzejních parních a motorových lokomotiv, od roku 2003 je muzejní provoz v celém prostoru depa. Areál je lokálně znečištěn ropnými látkami.

V šedesátých letech došlo k úniku motorové nafty z provizorního výzbrojního zařízení pro motorové lokomotivy umístěného mezi kolejemi č. 111 a 113. Motorová nafta unikla v množství řádově tisíce litrů (přesnější údaj není k dispozici) z podzemní cisterny. Tento únik znečistil hlubší vrstvy půdy, proto bylo provedeno čerpání kontaminované spodní vody (ukončena v roce 1995) a následné oddělení ropných produktů. Kontaminovaná zemina byla v roce 2000 do hloubky cca 3 m vytěžena a odvezena na skládku nebezpečného odpadu.

Na sousedících pozemcích byly umístěny sklady bývalého státního podniku Benzina, v nichž byly z železničních cisteren stáčeny oleje. Vzhledem ke složení půdy mohlo dojít k průsakům až do prostoru depa. K průniku ropných produktů docházelo i kanalizační stokou, která má spád směrem k depu. Aby se zabránilo další kontaminaci splaškových vod, jejichž čištění zajišťovaly tehdejší Československé státní dráhy, byla kanalizační stoka v šedesátých letech přerušena. V prostoru bývalého státního podniku Benzina a zejména na hranici s pozemkem depa byla provedena sanace.

Depo patřilo Československým státním dráhám, později Českým dráhám. Vrtvy pro odběr spodních vod se zachovaly a současný uživatel (Společnost železniční výtopna Jaroměř) zvažuje rozbor vzorků vody ze zachovaných vrtů.

4.1 Experimentální podmínky

V prostoru areálu železniční výtopny Jaromeř byly na 23 místech vyhloubeny sondážní jámy o hloubce 0,40 m, ve kterých bylo provedeno měření analyzátozem ECOPROBE 5. Při ověřovacím měření v hloubce 0,10 m od horního okraje sondážní jámy bylo jisté, že se zde uhlovodíky v měřitelné koncentraci nevyskytují. V sondážních jamách byla provedena dvě měření – první v hloubce 0,20 m od horního okraje sondážní jámy, druhé na dně jámy.

Nastavení základních parametrů:

Pump speed	2,0 l/min	Units:	ppm
Sampl. interval:	0,5 s	Evaluation:	MAX
Reset period:	AUT	IR on/off:	ON
Preint. period:	5 s	Continuous mode:	ON
Integr. period:	20 s	Probe depth:	0,5 m
Oxygen:	ON	Range:	Standard

4.2 Výsledky měření

Většina výsledků měření leží v oblasti velmi nízkých koncentrací, kde je strmost odezvy přístroje nízká (viz kap. 3). Při hodnocení výsledků je rovněž třeba brát v úvahu, že přístroj je pro měření celkového obsahu uhlovodíků kalibrován na methan.

Vzhledem k těmto skutečnostem jsou výsledky zatíženy určitou chybou (podle [3] až 18 %). Za lokality s reálně významnou zvýšenou koncentrací lze proto považovat 15 měřicích míst z 23, z nichž však pouze jediné (oblast kolejového paprsku č. 3) vykazuje celkový obsah uhlovodíků $1,3 \cdot 10^2$ ppm.

Měření (zejména v podpovrchové vrstvě) je značně ovlivňováno aktuálními meteorologickými podmínkami, především okamžitou rychlostí a směrem větru.

Vzhledem k tomu, že IR analyzátozem přístroje ECOPROBE 5 je kalibrován na methan, že konkrétní naměřené hodnoty leží v řadě měření na hranici detekce a že jsou v daném uspořádání ovlivňovány i prouděním vzduchu, je třeba zjištěné výsledky považovat za semikvantitativní. Poskytují však dobrou orientaci v tom, která část areálu je nejvíce znečištěná, kde se jedná pouze o náhodnou kontaminaci a kde jsou dobré výsledky sanace.

4.3 Interpretace výsledků

V několika lokalitách byla prokázána zvýšená kontaminace půdy těkavými organickými látkami. Jedná se o ty části areálu, kde dlouhodobě docházelo k únikům ropných produktů, a o části, kde došlo k náhodné kontaminaci terénu při manuálním přenášení nádob s naftou. Ve všech případech se jedná o velmi nízké koncentrace kontaminujících látek (většina naměřených hodnot je blízká detekčnímu limitu). Lze předpokládat, že působením přirozených biologických a klimatických procesů dojde postupně k jejich dalšímu poklesu. Vzhledem k tomu, že podle dostupných informací není plánováno využití areálu pro jiné než technické účely a nejsou ohroženy zdroje pitných vod, lze situaci považovat za vyhovující stávajícím požadavkům na úroveň kontaminace.

Z hlediska obsahu těkavých organických látek ve sledovaných lokalitách proto není nutno doporučovat další sanace. Bylo by však vhodné zajistit stanovení nepolárních extrahovatelných látek v odebraných vzorcích půdy.

5. Další možnosti použití mobilního analyzátoru ECOPROBE 5

Závažným problémem znečištění ovzduší jsou antropogenní zdroje methanu, které výrazně zvyšují jeho obsah v atmosféře. Lze mezi ně zařadit především chov domácích zvířat, těžbu a zpracování fosilních paliv, skládky odpadů, kompostárny, fermentační provozy, některé chemické výroby a čistírny odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu, v oblasti dopravy např. úniky zemního plynu související s provozem vozidel poháněných tímto alternativním palivem. Methan se rovněž podílí na poškozování ozonové vrstvy Země. Nezanedbatelným rizikem v blízkosti zdrojů emisí methanu je i nebezpečí výbuchu, které hrozí ve směsích se vzduchem v rozmezí koncentrací 5 až 15 objemových procent.

Monitorování koncentrací methanu v nejrůznějších emisích – v bioplynu, v důlním plynu apod. má velký význam nejen z bezpečnostního hlediska, ale také z hlediska ekonomického. Dosáhne-li obsah methanu v plyné fázi dostatečné koncentrace, může být využit jako palivo jednak přímým spalováním, jednak v plynových motorech pro výrobu elektrické energie.

Další sloučeninou, jejíž produkce je monitorována, je oxid uhličitý; nárůst jeho obsahu v atmosféře je považován za hlavní příčinu globálního oteplování. Vzniká především při spalování fosilních paliv, ale také během kompostování.

Provedené experimentální práce byly zaměřeny na výskyt methanu v oblasti zatížené důlní činností, dále na emise skleníkových plynů ze skládky komunálního odpadu a z provozu zpracovávajícího biologicky rozložitelný odpad. Byly realizovány tři případové studie sledování výskytu methanu a oxidu uhličitého v lokalitách na území České republiky s cílem ověřit možnosti praktického nasazení mobilního analyzátoru ovzduší a kvantifikovat produkci methanu a oxidu uhličitého v hustě osídlené oblasti, kde byla ukončena důlní činnost (Orlová), dále na skládce komunálního odpadu (Nasavrky) a v kompostárně (Dražkovice). Měření [6] prokázala, že realizovaná technická opatření výrazně zlepšila situaci – úniky methanu byly v oblasti pozastavené důlní činnosti prakticky úplně eliminovány a zvýšila se zde kvalita života obyvatel. Skládka i kompostárna přispívají z hlediska emisí methanu ke znečištění životního prostředí minimálně a nehrozí zde při běžném provozu nebezpečí výbuchu.

Na všech měřicích stanovištích na skládce komunálního odpadu i v kompostárně byl zjištěn zvýšený obsah oxidu uhličitého. Vzhledem k tomu, že se jedná o dlouhodobé kontinuální zdroje CO₂, lze konstatovat, že přispívají ke zvýšení koncentrace tohoto skleníkového plynu v atmosféře.

Další možnosti využívání analyzátoru ECOPROBE 5 jsou uvedeny v pracích [7–11].

6. Závěr

Mobilní analyzátor těkavých organických látek ECOPROBE-5 (RS-Dynamics Praha, ČR) je velmi efektivní při lokalizaci a zjišťování koncentrace látek kontaminujících ovzduší. Využití přístroje umožňuje zásadním způsobem zlevnit průzkumné a dekontaminační práce.

Vytvoření tohoto příspěvku bylo podpořeno z prostředků projektů FG/DFJP/2008/7-2 a FG/DFJP/2008/1-4.

Literatura

- [1] *ECOPROBE 5 – the complete solution for in-situ soil contamination surveys*. [online]. [cit. 2008-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.rsdynamics.com/main.php?s1=products&s2=soilcont&s3=ecoprobe5>>.
- [2] *Soil Contamination Survey System* [online]. [cit. 2008-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.canprobe.com/ecoprobe5.pdf>>.
- [3] STUHLÍK, M. *Stanovení těkavých organických látek v ovzduší pomocí analyzátoru ECOPROBE 5*. Diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008.
- [4] BAKEŠ, L. *Analýza složek životního prostředí s využitím analyzátoru ECOPROBE 5*. Bakalářská práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007.
- [5] MALÁ, J. *Průzkum kontaminace půdy v areálu železniční výtopny Jaroměř*. Bakalářská práce. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008.
- [6] CHÝLKOVÁ, J., MACHALÍKOVÁ, J., ŠELEŠOVSKÁ, R. Stanovení těkavých organických látek v ovzduší pomocí mobilního analyzátoru ECOPROBE 5. Sborník konference *Emise organických látek z technologických procesů a metody jejich snižování*. Pardubice 13.–14. června 2007. Pardubice: ČSVTS – Dům techniky Pardubice, 2007. str. 88-92. ISBN: 978-80-02-01936-7.
- [7] KONDERLOVÁ, M., ŠKVAREKOVÁ, E. Kontaminácia lokalít Slovenska ropnými látkami. *Acta Montanistica Slovaca*, ročník 11 (2006), č. 1, 84-87.
- [8] KOSAŘ, K. *Ověření možnosti lokálního měření amoniaku*. [online]. [cit. 2008-09-10]. Dostupné z WWW: <www.cbks.cz/sbornikRackova01/contrib/s2/Kosar1.doc>.
- [9] MARES, S. et al. *New Ways in Detecting LNAPL Plumes in Granular Sediments Using Geophysical and Atmogeochemical Methods*. [online]. [cit. 2008-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.containment.fsu.edu/cd/content/pdf/204.pdf>>.
- [10] LEBRUN, V. et al. *Biogas fugitive emission on landfill surface -comparative test of "on site" gas analysis devices*. [online]. [cit. 2008-09-10]. Dostupné z WWW: <http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/00intro/pdf/Art.Sardinia2007-Ecoprobe_abstract.pdf>.
- [11] LEBRUN, V. et al. *Landfill gas (LFG) fugitive emissions on landfill surface - comparative test of on site analysis devices*. Dostupné z WWW: <<http://environnement.wallonie.be/data/dechets/cet/00intro/pdf/Art.Sardinia2007-Ecoprobe.pdf>>.

Výuka problematiky doprava a životní prostředí na FD ČVUT

Kristýna Neubergová, Iva Smejkalová

Ústav dopravních systémů ČVUT Praha, Fakulta dopravní

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

e-mail: neubergova@fd.cvut.cz, xismejkalova@fd.cvut.cz

Abstract

This contribution aims at teaching of transport and environment. At the beginning this paper are mentioned the impacts of transport on environment and the historical context of the constitution of the Faculty of Transportation Science. Next parts of this contribution present subjects from the transport and environmental branch. Last but not least is made a remark about equipment for field labour.

1. Úvod

Doprava provází člověka od nepaměti, přesto její prudký růst v průběhu minulého století přinesl mnohé problémy a otevřel diskusi na téma její budoucnosti. Dnes na jednoho obyvatele Země připadá průměrně 200 cest za rok, přičemž jejich průměrná délka tvoří zhruba 30 km.

Kromě nezanedbatelných přínosů, kdy doprava působí jako stimulátor sociálně ekonomického rozvoje a má významný podíl na zvyšování životní úrovně, sebou však doprava přináší celou řadu negativ. Mezi nejvýznamnější negativní vlivy dopravy patří především emise, hluk a vibrace, či fragmentace krajiny. Vzhledem k výše uvedeným vlivům je více než nutné, aby dopravní odborníci měli přehled také v environmentální oblasti.

2. Historie vzniku FD ČVUT

Dopravní fakulta je jednou ze sedmi fakult ČVUT, vysoké školy založené jako Stavovská inženýrská škola na základě iniciativy Josefa Christianna Willenberga již v roce 1707. Za zmínku stojí fakt, že k významným osobnostem Stavovské inženýrské školy patřil v 19. století také „dopravní odborník“ František Josef Gerstner, profesor matematiky a mechaniky, astronom a také autor projektu koněspřežní železnice z Českých Budějovic do Lince z roku 1828, kterou poté stavěl jeho syn František Antonín Gerstner.

František Josef Gerstner, který se inspiroval známou pařížskou École Polytechnique, navrhl v roce 1798 koncept přetvoření inženýrské stavovské školy na polytechniku. V roce 1803 byl návrh schválen císařem Františkem I. a svou činnost tak zahájila nová polytechnika, první svého druhu ve střední Evropě. Studenti si mohli vybrat jeden ze čtyř různých oborů, studovat mohli nejen pozemní stavitelství, strojnictví, technickou lučbu (chemie), ale také vodní a silniční stavitelství.

V roce 1920 byla tato vysoká škola technická přejmenována na dnešní České vysoké učení technické a v září roku 1952 začala výuka na nově zřízené fakultě železniční. Již v roce 1953 však byla na jejím základě založena samostatná Vysoká škola železniční, která pod obecnějším názvem Vysoká škola dopravní v roce 1960 přesídlila do Žiliny. Po rozdělení Československa v roce 1993 byla na ČVUT opět zřízena fakulta dopravní.

3. Výuka problematiky doprava a životní prostředí

Informace o dopadech dopravy na životní prostředí získávají studenti v celé řadě odborných předmětů z oblasti dopravy. Nicméně pro hlubší porozumění některých environmentálních problémů slouží předměty zaměřené právě na dopravu a životní prostředí. V rámci bakalářského stupně studia se studenti oboru „DS - Dopravní systémy a technika“ v rámci povinného předmětu „Ekologie“ seznamují mimo jiné se základními vztahy probíhajícími v ekosystémech. V povinně volitelném předmětu „Posuzování dopravních staveb“ se studenti dozvídají o vlivech dopravy na životní prostředí a metodách jejich hodnocení a v předmětu „Hluk v dopravě“ získávají potřebné znalosti o dopravním hluku.

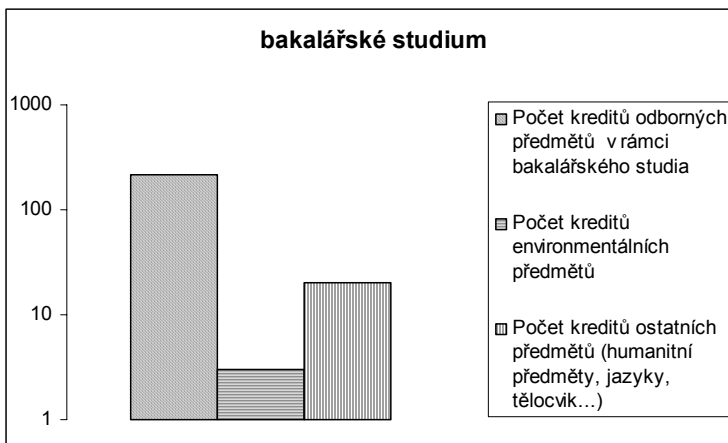
V navazujícím studiu magisterském je, opět pouze pro studenty oboru DS, vyslán povinný předmět Ekologie v dopravě, v jehož rámci jsou vlivy dopravy na životní prostředí probírány podrobněji. Studenti zde probírají jednotlivé druhy dopravy a jejich vlivy (globální, regionální i lokální) na životní prostředí. Velký prostor je pak věnován problematice hluku a vibrací, kdy se studenti podrobně seznamují s metodikou výpočtu a sami si vyzkouší měření hlukoměry v terénu. K dalším důležitým tématům patří například problém emisí, smogu, příspěvku dopravy ke globálnímu oteplování, fragmentace krajiny a problematika migrace. V neposlední řadě je v rámci přednášek zmíněna také dopravní bezpečnost. Závěr přednášek je pak věnována trvale udržitelnému rozvoji a jeho vztahu k dopravě. V povinně volitelném předmětu „Krajinná ekologie“ se studenti seznamují se základy tohoto oboru a jeho interakci s dopravou.

Zastoupení předmětů s environmentální tematikou zachycují následující tabulky a grafy.

Tab.1 Kreditní zastoupení povinných předmětů – bakalářský stupeň

Předměty	Počet kreditů
odborné	217
environmentální	3
ostatní (humanitní předměty, jazyky, tělesná výchova...)	20
celkový počet kreditů za celou dobu studia	240

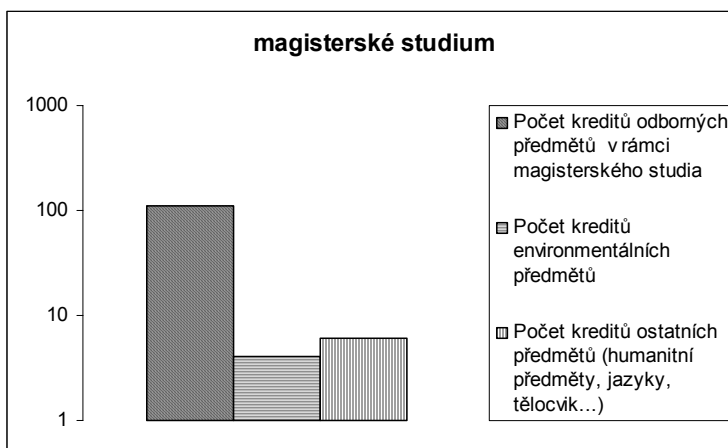
Obr.1 Zastoupení environmentálních předmětů v rámci předmětů povinných



Tab.2 Kreditní zastoupení povinných předmětů – magisterský stupeň

Předměty	Počet kreditů
odborné	110
environmentální	4
ostatní (humanitní předměty, jazyky, tělesná výchova...)	6
celkový počet kreditů za celou dobu studia	120

Obr. 2 Zastoupení environmentálních předmětů v rámci předmětů povinných



4. Vybavení pro výuku v oblasti doprava a životní prostředí

Nedílnou součástí výuky budoucích dopravních inženýrů je práce v terénu. V rámci cvičení z předmětu Ekologie v dopravě měří studenti například hluk z tramvajové dopravy. Pro seminární, ale též diplomové a disertační práce mají studenti k dispozici dva hlukoměry, hlukoměr Brüel & Kjær a hlukoměr Norsonic 140 (viz obr. 3), potřebný software a samozřejmě jsou také radary pro měření rychlostí a další nezbytné vybavení pro práci v terénu.

Obr. 3. Hlukoměry Brüel & Kjær a Norsonic 140

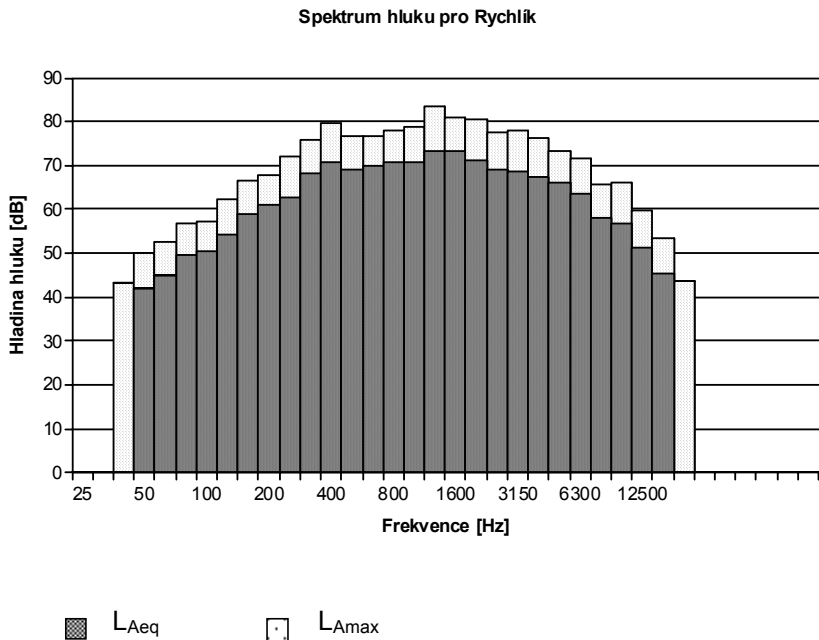


5. Projekt, diplomové a disertační práce

Na dopravní fakultě probíhá projektově orientovaná výuka, kdy si studenti na konci druhého ročníku volí projekt, v jehož rámci poté pracují na své bakalářské a následně diplomové práci. Zaměření projektů je různorodé a pokrývá celou škálu dopravní tematiky v níž nechybí ani ekologické aspekty dopravy.

V roce 1999 byl otevřen projekt „Vztah dopravy ke krajině“. V rámci tohoto projektu vznikla celá řada zajímavých diplomových prací. Z oblasti posuzování dopravních cest z hlediska vlivů na životní prostředí to byly například práce „Multikriteriální posouzení vedení dopravních tras“, kdy byly, na základě metody Totálního ukazatele kvality prostředí (TUKP), zhodnoceny varianty vedení rychlostní silnice R35 na území pardubického kraje nebo „Vliv přeložky silnice v Roztokách na životní prostředí“. Mezi zajímavé práce řešící problematiku migrace živočichů patřila práce s názvem „Propustnost dopravních komunikací pro volně žijící živočichy“ zaměřená na propustnost dálnice D5. Další obhájené diplomové práce se zabývaly dopravním hlukem, jako první to byla práce s obecným názvem „Protihluková opatření na dopravních cestách“, v jejímž rámci bylo provedeno měření a hodnocení ekvivalentní hladiny hluku na železniční trati č. 171 v úseku Černošice – Černošice Mokropsy (ukázka z práce viz obr.4 [2]), dále např. „Doprava v klidu na sídlišti Praha 8, Ďáblice a její ovlivnění akustické situace“ nebo „Řešení hlukové zátěže z Chodovské radiály v Praze v oblasti Kateřinek“. Zajímavé pohledy na problematiku externích nákladů přinesla práce „Internalizace externích nákladů silniční dopravy“.

Obr. 4 Ukázka z diplomové práce - spektrogram pro rychlík měřeno ve vzdálenosti 15,8 m od osy kolejí



Zdroj: [2]

V letošním roce zahájil svou činnost nový environmentální projekt s názvem „Doprava a životní prostředí“. V rámci tohoto projektu budou zpracovávána témata

zaměřená především na problematiku dopravního hluku, fragmentace krajiny a posuzování vlivů dopravních staveb na životní prostředí.

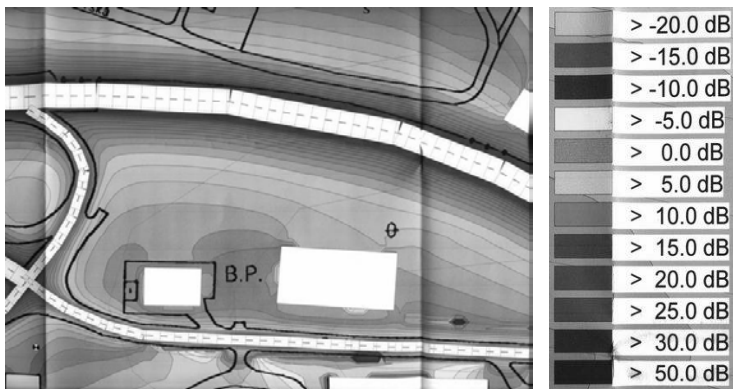
Obr. 5 Měření hluku z tramvajové dopravy v rámci výuky studentů



Obr. 6 Ukázka hlukové mapy z diplomové práce studentů



Obr. 7 Ukázka hlukové mapy z diplomové práce studentů



Zdroj: [1]

Stranou zájmu nezůstávají ani studenti doktorského studia, v rámci ústavu dopravních systémů jsou v současnosti zpracovávány dvě práce s environmentální tematikou a to:

- Problematika hluku v intravilánu
- Funkce zeleně podél cest

6. Závěr

Na závěr je třeba konstatovat, že přestože je ekologickým aspektům na dopravní fakultě věnována značná pozornost, jsou povinné environmentální předměty vypsány pouze pro studenty již zmiňovaného oboru DS. Studenti ostatních oborů nemají z této oblasti jediný povinný předmět a záleží jen na jejich zájmu, zda se budou dané problematice hlouběji věnovat, či nikoli.

Literatura

- [1] HOUŽVIČKA, J. *Modelové měření hluku ze silniční dopravy*. Diplomová práce 2003, ČVUT v Praze fakulta dopravní
- [2] LOCHMAN, J. *Protihluková opatření na dopravních cestách*. Diplomová práce 2003, ČVUT v Praze fakulta dopravní
- [3] NEUBERGOVÁ, K. *Environmentální výuka na Fakultě dopravní ČVUT a její změny s přechodem na strukturované studium*. Elektronický recenzovaný časopis *Envigogika* 3/2007, COŽP UK, ISSN: 1802-3061, <http://cozpz.cuni.cz/>
- [4] PISTORIUSOVÁ, Ž. *Posouzení dopravní cesty z hlediska hluku a návrh protihlukových opatření*. Diplomová práce 2007, ČVUT v Praze fakulta dopravní

„Zpracováno za podpory výzkumného záměru MSM 6840770043 Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace“

Funkce zeleně podél dopravních cest

Kristýna Neubergová, Iva Smejkalová

*Ústav dopravních systémů ČVUT Praha, Fakulta dopravní
Konviktská 20, 110 00 Praha 1*

e-mail: neubergova@fd.cvut.cz, xismejkalova@fd.cvut.cz

Abstract

This contribution aims at transport and environment, particularly relation between the roads and greenery. At the beginning this paper the historical context of the tree-lined avenue genesis is mentioned. The article mainly focuses the impact of greenery on air quality, transport noise and animal migration. Last but not least is mentioned impact of greenery on transport safety.

1. Úvod

Zeleň je nedílnou součástí naší krajiny, stejně jako se její nedílnou součástí stala doprava. Kromě estetické funkce, kdy zeleň zlepšuje začlenění komunikace do krajiny a poskytuje zástin, můžeme u zeleně podél komunikací vymezit funkce další. Zeleň je významným producentem kyslíku (O_2), je schopná absorbovat oxid uhličitý (CO_2), zachycuje prachové částice, olovo (Pb) a další škodliviny emitující z dopravního provozu do ovzduší. Za určitých podmínek působí také jako protihluková bariéra, dále zpevňuje násypy i zářezy, zachycuje sníh, snižuje nebezpečí oslnění od protijedoucích vozidel. Vzrostlé stromy opticky vedou řidiče, pomáhají při odhadu vzdáleností a usnadňují orientaci v mlze a za tmy, vysoké stromy naznačují případnou zatáčku za kopcem. Doprovodná zeleň také udržuje pozornost řidiče a brání případnému zřícení aut.

2. Historický vývoj zeleně podél komunikací

Kořeny alejí a stromořadí vysazovaných podél cest sahají na našem území až do 13. a 14. století, kdy se výrazně měnila tvář krajiny. V tomto období také Karel IV. začíná budovat zpevněné silnice a již tenkrát byly kolem cest vysazovány stromy. Nicméně zejména z bezpečnostních důvodů, aby zde nemohli číhat lapkové na poctivé pocestné, byly stromy naopak na nepřehledných místech odstraňovány. Teprve v 17. století se začínají v naší krajině objevovat aleje a stromořadí takové, jaké je známe dnes. V roce 1632 nechal Albrecht z Valdštejna vysázet čtyřřadou lipovou alej kolem silnice z Jičína do Libosadu (viz obr. 1 [10]). Tato alej, dlouhá téměř 2 km a široká 20,5 m byla součástí barokní krajinné kompozice, kterou zde navrhoval italský architekt Giovanni Battista Pieroni, a která vedla od sídla panství Albrechta z Valdštejna do Libosadu, k rodinnému letohrádku. Vysázeno v ní bylo 1140 lip, z nichž některé se dochovaly do současnosti. V roce 1752 bylo vydáno nařízení vysazovat stromy u všech nových silnic, a to jak z důvodů hospodářských tak i z důvodů estetických. Mezi doporučené druhy patřily lípy, moruše, ořešáky, apod. a vzdálenost mezi nimi byla stanovena na 6 sáhů, což představuje zhruba 11 m.

V minulém století byla stromořadí kolem silnic zakládána po celé Evropě a mnohde na přímé nařízení správních orgánů. Tato stromořadí se však bohužel zakládala těsně u silničního tělesa a tak, zatímco cestujícím v koňských povozech

zpříjemňovala cestu, dnešnímu hustému dopravnímu provozu překáží. Nutnost rozšíření stávajících silnic často vedla k odstranění těchto starých alejí.

Obr. 1 Alej z Jičína do Libosadu



Zdroj: [10]

Dnes se však názory na stromořadí podél komunikací začínají měnit. Jen je důležité při jejich plánování a výsadbě dodržovat určitá pravidla, aby nedocházelo ke zhoršení dopravní situace z hlediska bezpečnosti provozu.

3. Vliv doprovodné zeleně na kvalitu ovzduší

Zeleň podél dopravních cest zlepšuje kvalitu ovzduší, kromě již zmiňované produkce O₂ a absorpce CO₂, má značný vliv také na prašnost prostředí. Závislost mezi zelení a prašností orientačně nastiňuje následující tabulka (tab. 1 [8]).

Tab. 1 Vliv zeleně na snižování prašnosti v ovzduší Hamburku

Lokalita	Množství prachových částic v 1 dm ³ vzduchu (v objemových %)		
	ráno	poledne	večer
park	7	3	6
ulice bez stromů	26	24	23

Zdroj: [8]

Účinek stromové a keřové zeleně na snižování prašnosti závisí na celé řadě faktorů [8]:

- absolutní povrch listové plochy (čím jsou drobnější listy a hustší koruna, tím je větší listová plocha)
- kvalita povrchu listů (čím jsou plochy listů drsnější - zvrásněné, ochlupené, popř. lepkavé - tím více vážou sedimenty)
- umístění listů (zejména na jejich sklonu k proudění vzduchu; lístky kolměji postavené zachycují prachové částice více)
- pohyblivost listů (účinnější jsou dřeviny s méně pohyblivými listy, tj. ty, které mají kratší listové řapíky (tzv. stopky))
- tvar koruny (větší účinnost mají dřeviny s kulovitou korunou než s korunou jehlancovitou)
- charakter sedimentu (kdy větší částice ulpívají méně než menší)

Spolu s prachem zachycuje zezeň také významnou škodlivinu – olovo. Tento pro lidské zdraví nebezpečný prvek se používá jako antidektonátor do benzínu a přestože ho s rozšiřováním používání bezolovnatých benzínů ubývá, není jeho množství v prostředí zdaleka zanedbatelné.

A právě pásy zeleně – tzv. biofiltry – mohou koncentraci olova výrazně snížit. Zatím v otevřené krajině byl zjištěn zvýšený obsah olova v rostlinách ještě ve vzdálenosti 40 m od komunikace, řada nízkých keřů tento obsah o polovinu snížila. Plášť dřevin vysoký 6 metrů a široký 10 metrů je schopen výrazně snížit množství této škodliviny. Měření ukázala, že v rostlinách za tímto pásem dosahovalo množství olova 10 % obsahu olova v rostlinách navazujících na komunikaci.

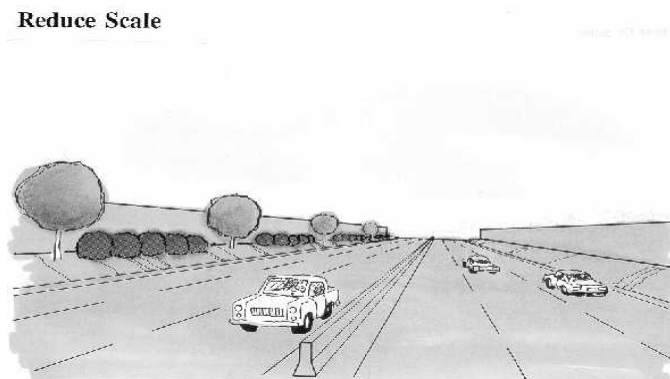
4. Vliv doprovodné zeleně na dopravní hluk

Zeleň se také využívá jako protihluková ochrana podél komunikací, byť její účinek není tak velký a záleží především na šířce a struktuře zeleného pásu a na charakteru olistění. Při šíření hluku zelení dochází k jeho útlumu především pohltivostí listů a terénem a dále pak rozptylem na větvích a kmenech stromů. Podle metodiky pro výpočet hluku ze silniční dopravy se protihluková ochrana zelení výrazněji projeví až od souvislých kompaktních pásů o minimální šířce 20 m. Funkce zeleně je tedy v tomto případě spíše krajinnotvorná a slouží především k dotváření vzhledu protihlukových bariér.

Využití zeleného pásu jako protihlukové bariéry je vzhledem k požadavkům na jeho šířku a strukturu minimální. Důležitá je především vhodná kombinace různých druhů dřevin a křovin. V zeleném pásu musí být zastoupeny jak stromy jehličnaté tak i neopadavé listnaté, aby byla jeho funkčnost zaručená po celý rok. Doporučená výška stromů se udává nejméně 5 m a měla by být rovnoměrně zastoupena všechna výšková patra. Jedná se například o křovinaté patro po obvodě zeleného pásu, čímž by mělo být docíleno dostatečné hustoty lesního porostu i při zemi. Navrhování účelových zelených pásů sebou přináší i některá rizika, a to je především doba, ze kterou bude docíleno požadovaného efektu než stromy vyrostou (řádově desítky let). Proto se doporučuje využívat zeleň především v kombinaci s protihlukovou bariérou.

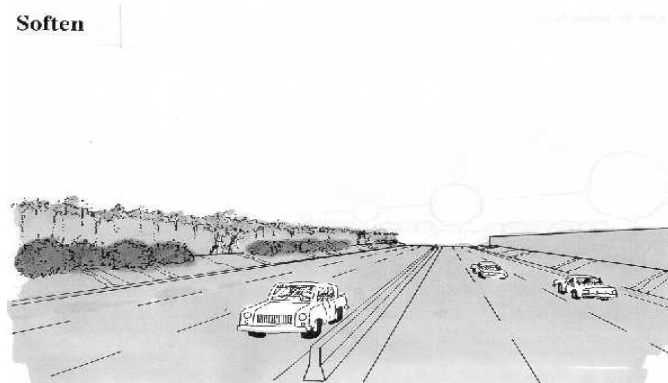
Mezi hlavní úkoly při návrhu protihlukové bariéry patří její začlenění do okolního prostředí. Využití vegetace má velký vliv na její estetické vnímání a zároveň působí příznivě na psychiku lidí zejména v zastavěném území, kde často bariéra prochází v těsné blízkosti zástavby. Dá se využít jak vzrostlé vegetace tak nízkých keřů, vhodné je i využití popínavých rostlin, kde kromě „změkčujícího“ efektu protihlukové clony můžeme docílit i zamezení vandalismu v podobě výzdoby graffiti. Nevýhodou je, že takto upravené protihlukové stěny vyžadují i občasnou údržbu.

Obr. 2 Vliv zeleně na měřítko protihlukové bariéry



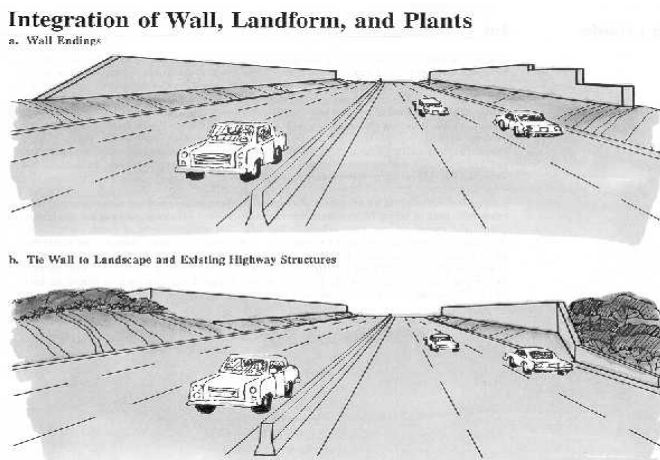
Zdroj: [5]

Obr. 3 Využití popínavých rostlin pro bariéry „změkčující“ efekt protihlukové bariéry



Zdroj: [5]

Obr. 4 Užití vegetace při ukončení stěny



Zdroj: [5]

V neposlední řadě nesmíme opomenout druhotný vliv zeleně na snižování hluku. Vegetace příznivě působí na psychiku lidí a potažmo tedy i na jejich zdraví. Jedná se o subjektivní pocit lidí, že zeleň snižuje hluk i přesto, že ve skutečnosti k žádnému snížení hluku nedojde a nebo tak malému, které je z hlediska vnímání nepostřehnutelné. Lidé často věří, že když zdroj hluku nevidí, tak ho vnímají jako tišší než když s ním mají přímý oční kontakt.

5. Vliv doprovodné zeleně na živočichy a jejich migraci

Doprovodná zeleň je jedním s představitelů významné krajinné složky - rozptýlené zeleně. Ta je typická především pro zemědělsky využívanou kulturní krajinu a vznikla třemi možnými způsoby. Buď ústupem lesů nebo naopak dalším

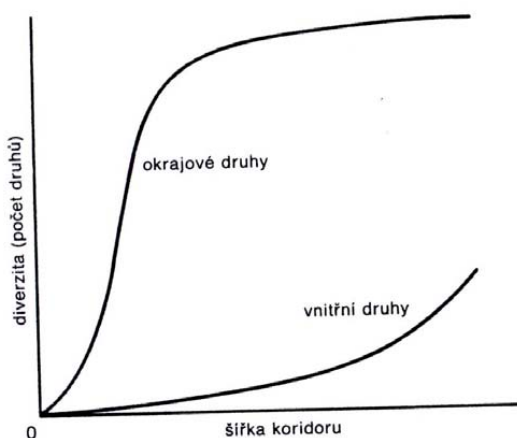
šířením lesních porostů náletem, třetím způsobem je pak výsadba člověkem a tak také, jak již bylo zmíněno v úvodu, vznikla stromořadí podél dopravních cest.

Rozptýlená zeleň plní v krajině celou řadu funkcí a zejména prostorově dělí krajinu. Stromořadí podél cest plnila dříve především úlohu produkční a v zimě pak neméně důležitou úlohu orientační. Zanedbatelná však není ani její úloha coby větrolamů.

Mezi výrazné přínosy zeleně podél komunikací patří tedy bezesporu její vliv na estetiku prostředí, na tvář krajiny. Neméně důležité je však její působení na živočichy, kteří se pohybují v blízkosti dopravních cest. Zeleň podél komunikací často tvoří jediný vhodný biotop pro celou řadu živočichů v určitém území a vytváří spojení s okolní krajinou, které výrazně zlepšuje podmínky pro jejich migraci. Například hraboš pensylvánský se prostřednictvím doprovodné zeleně rozšířil až do vzdálenosti 90 km [3]. Doprovodná zeleň je také v zemědělsky využívané krajině pro celou řadu živočichů jediným úkrytem v období sklizně.

V pásech doprovodné zeleně tak nacházejí své útočiště jak ptáci, kteří zde nejen hledají potravu ale také hnízdí, tak i celá řada savců, především hrabošů, svišťů, králíků, ježků apod., žije zde ale také celá řada bezobratlých. Mnohé zdroje dokonce udávají [3], že díky heterogenitě mikrostanovišť uvnitř zelených pásů, je zde dokonce vyšší druhová bohatost než na polích, například v Anglii byla druhová diverzita hmyzu v zeleném koridoru větší než na přilehlém bobovém poli a pastvině [3]. Druhová diverzita doprovodné zeleně se liší v závislosti na způsobu obhospodařování i šířce zeleného koridoru. Hypotetický vliv šířky úzkých koridorů na okrajové i vnitřní druhy ukazuje následující obrázek [3].

Obr. 5 Vliv šířky koridorů na okrajové i vnitřní druhy



Zdroj: [3]

6. Závěr

Kromě celé řady zmíněných kladů, které zeleň vysázená podél dopravních cest do naší krajiny přináší, nelze závěrem opomenout ani její zápory. Mezi často diskutovaná negativa patří především vliv na bezpečnost dopravního provozu, kdy

srážka vozidla se stromem končí často tragicky. Problémem také často bývá stav vzrostlých stromů, kdy hrozí pád větví nebo celého stromu do vozovky a v horším případě pak pád přímo na projíždějící automobil. V neposlední řadě je třeba zmínit také problém nevhodně vysazovaných druhů. Není vhodné používat dřeviny trpící vylamováním větví (pajasan), častými vývraty (smrk, bříza) - přednost se dává naopak dřevinám s bohatou kořenovou soustavou a výmladností, aby bylo zajištěno dokonalé zpevnění náspů i svahů terénních zářezů - nebo dřeviny s plody, které mohou ohrozit dopravu a být příčinou smyku vozidla (jírovec koňský – kaštan). Dříve se také velice často vysazovaly kolem cest a silnic stromy ovocné (jabloně, hrušně, třešně, švestky apod.), které v některých oblastech tvořily dokonce 80 až 90 %. V této souvislosti nelze opominout aspoň zmínku o rostoucí oblibě v Evropě exotických bambusů, které jsou v Asii běžně využívány v městské výsadbě i podél silnic. Mezi největší výhody této dřeviny patří to, že listí zůstává po celý rok, dále odolnost vůči mrazu, kdy se udává odolnost i při $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1] a zanedbatelná není ani jejich nízká pořizovací hodnota a finančně nenáročná další péče.

Závěrem je možné konstatovat, že doprovodná zeleň plní celou řadu funkcí a pokud jsou při jejím návrhu brány v potaz hlediska bezpečnosti dopravy i následné údržby stromořadí, pak nelze než ji jako vhodný krajinnotvorný prvek vřele doporučit. V Japonsku dokonce zelené pásy navrhují a vysazují o 10 let dříve, než je komunikace uvedena do provozu, a to proto, aby ihned plnila své funkce.

Literatura

- [1] *Bambusy v městské zeleni a krajinářství* [in: http://www.oprins.com/bambooselect/CZ/Bambusy_%20mestske.htm]
- [2] BOHÁČ, J. *Automobilismus, fragmentace krajiny a biodiverzita*. Životní prostředí, 36 číslo 6, 2002 [in: <http://www.seps.sk/zp/casopisy/zp/2002/zp6/bohac.htm>]
- [3] FORMAN, R.T.T., GODRON, M. *Krajinná ekologie*. Academia, 1993
- [4] LIBERKO, M. *Novela metodiky pro výpočet hluku silniční dopravy*. Odborný časopis pro životní prostředí Planeta č. 2/2005, MŽP, ISSN 1213-3393
- [5] *Noise Barrier Design Guidelines*. Center for Urban transportation studies. [in: <http://www.uwm.edu/Dept/CUTS//Noiseb.htm>]
- [6] NOVÁČEK, J. *Podíl zeleně na snižování hluku*. Nerecenzovaný článek. Juniorstav 2004, VUT v Brně, Fakulta stavební, díl 1, s. 15-18, ISBN 80-214-2560-1.
- [7] ONEYAMA, H., KAWAKAMI, A., IMAI, R., KOSUQE, T. *A Possibility of Establishing the Ecological Network Using Road Space*. Infrastructure and Transportation in the 21 Century, PIARC, 1999
- [8] ROHON, P. *Tvorba a ochrana krajiny*. ČVUT, 1995
- [9] SKLENIČKA, P. *Základy krajinného plánování*. Nakl. Skleničková, Praha, 2003
- [10] www.mesto-jicin.cz/lodzije-a-alej.php.

Zpracováno za podpory výzkumného záměru MSM 6840770043 Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace“

Nebezpečné účinky nejčastěji přepravovaných látek

Kamil Bednář^{*}, Josef Kellner^{**}, Josef Navrátil^{**}, Alena Langerová^{**}

^{*} 13.db Jince

e-mail: kamil.bednar@seznam.cz

^{**} *Fakulta ekonomiky a managementu, Univerzita obrany*

Kounicova 65, 612 00 Brno

e-mail: josef.kellner@unob.cz, josef.navratil@unob.cz,

alena.langerova@unob.cz

Abstract

Transport of hazardous materials poses a risk for the population and the environment. The paper deals with the methods for defining their dangerousness. The methodology has been applied on the territory of a selected region. The first part of the paper describes properties of chemicals which affect the impacts of accidents. In the second part, the calculated dangerousness coefficients for particular chemicals have been compared.

Úvod

Přeprava nebezpečných látek v silniční dopravě je v současnosti jedním z velmi vážných rizikových faktorů. Uvolněná nebezpečná látka představuje značné riziko pro obyvatelstvo, kritickou infrastrukturu a životní prostředí. Abychom mohli odhadnout a zmírnit následky těchto havárií, musíme znát vlastnosti těchto látek a jejich nebezpečnost.

Nebezpečná látka (NL), která se při havárii uvolňuje do prostředí, může být ve skupenství pevném, kapalném i plynném. Největší nebezpečí přitom představují úniky látek plyných a dále těkavých kapalných látek. Páry a plyny mohou být hořlavé, mohou tvořit výbušné směsi se vzduchem, nebo mohou člověka ohrožovat svými toxickými účinky. Na rozdíl od nedispergovaných pevných látek či netěkavých kapalin, jejichž únik je většinou prostorově omezený, se mohou šířit ve směru větru až do značných vzdáleností. Proto je možné říci, že největší ohrožení pro člověka představuje únik plynů nebo par látek, které jsou hořlavé, výbušné nebo jedovaté.

Výrazně se při haváriích uplatňují rovněž další nebezpečné vlastnosti, jako jsou reaktivita nebo oxidační schopnosti látek, které souvisejí s jejich chemickými vlastnostmi. Konečným efektem uplatnění těchto vlastností je některý z výše uvedených nebezpečných účinků, který se však může projevit až po reakci dané látky s jinou látkou, jako např. vodou, nebo s organickými rozpouštědly.

Mezi základní průmyslové toxické látky, s kterými se můžeme setkat v běžném životě a představují nejvyšší riziko patří zejména amoniak, chlor, kyanovodík, sirouhlík, fluorovodík, formaldehyd, fosgen, chlorovodík, chlorkyan, sulfan či oxidy dusíku, síry a uhlíku. Všechny tyto látky jsou značně reaktivní a může z nich vznikat řada dalších chemických sloučenin, mnohdy se značně nebezpečnými vlastnostmi.

1. Nebezpečné vlastnosti nejčastěji přepravovaných NL

Charakteristickými znaky, které vypovídají na místě nehody o přítomnosti nebezpečných látek jsou především:

- označení přepravního prostředku nebo obalu výstražnými tabulemi, výstražnými identifikačními tabulemi, bezpečnostními tabulemi a manipulačními značkami
- změna barvy nebo odumírání vegetace, úhyn drobných živočichů v blízkém okruhu havárie
- zvláštní průvodní jevy při hoření a rozvoji požáru (neobvyklá barva plamene, kouře, zápach)
- v místě se tvoří mlha, vlní se vzduch, je slyšet sykot unikajícího plynu nebo praskot konstrukcí
- přítomnost zvláštních obalů, skleněných nádob, tlakových lahví nebo mohutných izolací na nádobách.

V tabulce 1 jsou uvedeny koeficienty nebezpečných vlastností nejčastěji přepravovaných látek dle jejich stupně nebezpečnosti.

Kritéria hodnocení rizika přepravovaných látek vychází z hodnocení nejvýznamnějších fyzikálních, chemických a nebezpečných vlastností přepravované látky. Z tabulky je patrná souvislost mezi výbušností a hořlavostí látky u většiny nebezpečných látek a dále mezi toxicitou a reaktivitou jednotlivých látek. Mezi nejnebezpečnější látky pak můžeme zařadit amoniak a dusičnan amonný, což jsou látky, které se vyznačují nejen značnou toxicitou, ale při splnění určitých podmínek také snadnou výbušností.

Tabulka 1 Kritéria rizika nejčastěji přepravovaných NL

Látka	skupenství	výbušnost	hořlavost	toxicita	rozpustnost	reaktivita	poznámka
Propan-butan	Plyn	4	5	2	1	1	Těžší než vzduch
Benzín	Kapalina	3	4	2	2	1	Plave na hladině
Motorová nafta	kapalina	3	3	2	1	1	Plave na hladině
Methan	Plyn	5	5	2	1	2	Lehčí než vzduch
Amoniak	Plyn	3	3	4	4	4	Žíravý, dráždivý
Kyselina chlorovodíková	Plyn	1	1	4	4	4	nebezpečný vodám, páry těžší než vzduch
Kyselina sírová	Kapalina	1	1	4	4	5	Žíravá
Kyselina dusičná	Kapalina	1	2	4	3	5	Žíravá
Kyselina fluorovodíková	Kapalina	1	1	4	3	4	nebezpečná vodám
Chlor	plyn	1	1	4	3	4	Těžší než vzduch
Oxid uhličitý	Plyn	1	1	1	1	3	
Zkapalněný dusík	Kapalina	3	3	1	2	1	
Dusičnan amonný	Pevná látka	4	3	4	3	3	dráždivý
Hydroxid sodný	Kapalina	1	1	4	4	4	žíravá
Rtuť	Kapalina	1	2	5	2	3	Velmi toxická látka

Kritéria

5 – velmi vysoké riziko

4 – vysoké riziko

3 – střední riziko

2 – mírné riziko

1 – bez rizika

2. Mapování a monitorování zdrojů rizik

Při analyzování území Jihomoravského kraje z hlediska možného vzniku mimořádné události byly zvoleny jednotlivé faktory, které mají za úkol vyhodnotit zdroje ohrožení rizika z hlediska možnosti vzniku krizové situace metodou expertních odhadů. Mezi základní kritéria pak byly vybrány:

- faktor frekvence výskytu mimořádné události,
- faktor závažnosti maximálních ztrát osob,
- faktor závažnosti maximálního možného poškození životního prostředí,
- faktor teritoriálního působení následků,
- faktor účinnosti odborných opatření,
- faktor maximální doby působení následků.

Faktor frekvence výskytu mimořádné události – expertní odhad, jak často lze předpokládat vznik dané mimořádné události s maximálními ztrátami.

Tabulka 2 Faktor frekvence výskytu mimořádné události

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhadovaná frekvence
Minimální	1	Častěji než jedenkrát za rok
Nízká	2	1 x ročně
Střední	3	1 x pololetně
Vysoká	4	1 x měsíčně
Maximální	5	1 x týdně

Faktor závažnosti maximálních ztrát osob – expertní odhad rozsahu postižení obyvatelstva vlivem působení zdroje ohrožení v maximální možné míře v okruhu 1 km

Tabulka 3 Faktor závažnosti maximálních ztrát osob

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhad velikosti následků
Minimální	1	Lehká zranění
Nízká	2	Těžká zranění
Střední	3	Smrtelné zranění
Vysoká	4	Více smrtelných zranění
Maximální	5	Velký počet úmrtí

Faktor závažnosti maximálního možného poškození životního prostředí – expertní odhad rozsahu postižení životního prostředí vlivem působení zdroje ohrožení v maximální možné míře v okruhu 1 km.

Tabulka 4 Faktor závažnosti maximálního možného poškození životního prostředí

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhadovaná frekvence
Minimální	1	Velmi mírné následky
Nízká	2	Závažné následky
Střední	3	Ohrožení složky ŽP
Vysoká	4	Ohrožení více složek ŽP
Maximální	5	Ohrožení ekosystému

Faktor teritoriálního působení následků – expertní odhad rozsahu postižení daného teritoria po kvantitativní i kvalitativní stránce vlivem působení zdroje.

Tabulka 5 Faktor teritoriálního působení následků

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhadovaná frekvence
Minimální	1	0 – 100 m
Nízká	2	101 – 500 m
Střední	3	501 – 999 m
Vysoká	4	1 – 3 km
Maximální	5	Více než 3 km

Faktor účinnosti odborných opatření – jde o maximálně možná realizovatelná odborná věcná opatření, která mohou cíleným použitím zamezit nebo snížit negativní dopad zdroje ohrožení na objekty ohrožení (možnost evakuace, možnost záchytu atd.)

Tabulka 6 Faktor účinnosti odborných opatření

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhadovaná frekvence
Minimální	1	80 – 100 %
Nízká	2	60 – 80 %
Střední	3	40 – 60 %
Vysoká	4	20 – 40 %
Maximální	5	0 – 20 %

Faktor maximální doby působení následků – expertní odhad časového úseku, po který působí a odeznívají následky působení zdroje ohrožení v maximální možné podobě.

Tabulka 7 Faktor maximální doby působení následků

Slovní charakteristika	Koeficient	Odhadovaná frekvence
Minimální	1	Minuty
Nízká	2	Hodiny
Střední	3	Dny
Vysoká	4	Týdny
Maximální	5	Měsíce

3. Vyhodnocení nebezpečnosti přepravy nejčastěji přepravovaných látek v Jihomoravském regionu

Na základě sledování přeprav pak byly vyhodnoceny nejčastěji přepravované nebezpečné látky a na základě této metodiky byla vyjádřena koeficientem jejich nebezpečnost pro území Jihomoravského kraje. Výsledný koeficient byl dále ovlivněn:

- hustotou obyvatelstva na konkrétním místě
- množstvím uniklé nebezpečné látky
- charakterem biotopu v blízkém okolí (druh půdy, blízkost vodních zdrojů)
- meteorologickými podmínkami (teplota, směr větru, charakter podnebí, stabilita ovzduší)
- terénem (údolí, zastavěná oblast, lesní porost atd.)

V následující tabulce 8 jsou vypočteny hodnoty koeficientu nebezpečnosti pro střední únik (10 – 50 t), v průměrně zalidněném území (80 obyvatel/km²), za průměrného počasí (teplota 15°C, polojasno), v průměrně zastavěném terénu (zastavěná oblast 35%, zeleň 25%, vodní plocha 10%, zemědělská půda 20%, ostatní 10%).

Tabulka 8 Koeficient nebezpečnosti jednotlivých nebezpečných látek

Látka	Faktor frekvence výskytu	Faktor závažnosti max. ztrát – osob	Faktor závažnosti max. ztrát – ŽP	Faktor teritoriálního působení následků	Faktor účinnosti odborných opatření	Faktor doby působení následků	Koeficient nebezpečnosti
Propan-butan	3	3	1	2	2	1	12
Benzín	5	1	2	2	2	2	14
Motorová nafta	5	1	2	2	2	2	13
Methan	2	3	1	2	3	1	12
Amoniak	1	4	4	3	4	3	19
Kys. chlorovodíková	1	4	4	4	4	3	20
Kyselina sírová	1	5	4	5	5	3	23
Kyselina dusičná	1	4	3	4	4	3	19
Kyselina fluorovodíková	1	4	4	4	4	3	20
Chlór	1	5	4	5	4	3	22
Oxid uhličitý	1	2	1	2	2	2	10
Zkapalněný dusík	1	2	1	1	2	2	9
Dusičnan amonný	1	2	3	2	2	3	13
Hydroxid sodný	1	1	2	1	1	2	8
Rtuť	1	5	5	3	3	5	22

Tabulka udává koeficient nebezpečnosti, na jehož základě můžeme porovnat nebezpečnost jednotlivých látek pro dané prostředí za předpokladu průměrných hodnot (střední únik, průměrná hustota zalidnění – viz. výše). Z tabulky je patrné, že mezi nejnebezpečnější látky patří zejména kyselina sírová, chlór a rtuť. Podle rozdělení dle ADR pak mezi nejnebezpečnější patří úniky látek třídy 8, 2 a 6. Relativně nejméně nebezpečné, ale o to častější, jsou pak úniky látky třídy 3, které většinou nezasahují velké území a tento únik je lépe kontrolovatelný a zvládnutelný při zásahu.

4. Závěr

Hustota přepravy nebezpečných látek v ČR v posledních letech rapidně roste, což představuje zvyšující se riziko vzniku dopravní nehody s možnými velmi vážnými následky jak pro účastníky silničního provozu, tak pro ostatní obyvatelstvo, živou přírodu, infrastrukturu. Cílem bylo odhalit nebezpečné vlastnosti nejčastěji přepravovaných látek a odhadnout míru jejich nebezpečnosti.

Literatura

- [1] *Databáze vybraných nebezpečných chemických látek „Chemdat“* (elektronická verze). Brno: UO Brno, 2005.
- [2] Oddělení krizového řízení a obrany kanceláře hejtmána JmK, *Rozbor dopravních nehod ADR*.
- [3] *Emergency Response Guidebook ERG 2004* [on-line]. Dostupné na WWW: <www.canutec@tc.ca>.
- [4] Centrum dopravního výzkumu. *Problematika silniční přepravy nebezpečných věcí*. Brno: CDV, 2003.
- [5] ŠENOVSKÝ, M., BALOG, K., HANUŠKA, Z., ŠENOVSKÝ, P. *Nebezpečné látky II*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 190 s. ISBN 80-86634-47-7.

Automatizace přípravy dat pro modelování imisí některých PAHs z dopravy pomocí GIS v rámci rozptylové studie provedené rozptylovým modelem SYMOS'97 pro město Valašské Meziříčí

Ondřej Sánka, Alice Dvorská, Pavel Čupr

*Výzkumné centrum pro chemii životního prostředí a ekotoxikologii RECETOX,
Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Kamenice 3, 62500 Brno
e-mail: o.sanka@recetox.muni.cz*

Abstract

The procedure of modelling emissions from traffic is introduced. The accurate and precise use of geographic information system was stressed for preparing input data for the dispersion model SYMOS'97, especially for generating the irregular network of reference points. An approach with user-specific parameters which can also help other users with similar task was developed. Acquired network of reference points is suitable for spatial interpolation and subsequent cartographic visualization of gained results.

Úvod

Modelování imisí ze zdrojů dopravy bylo součástí diplomové práce zaměřené na srovnání výsledků rozptylového modelu SYMOS'97 a hodnot naměřených metodou pasivního vzorkování ovzduší. Rozptylová studie byla zpracována pro město Valašské Meziříčí a jeho blízké okolí. Důvodem výběru této lokality byl předpoklad výraznějšího znečištění ovzduší emisemi z průmyslových zdrojů, vytápění obytných objektů, ale také z dopravy. S tímto faktem souvisí také rozmístění čtyř pasivních vzorkovačů v okolí Valašského Meziříčí, které byly v práci použity jako zdroj koncentračních dat porovnaných s výsledkem modelu. Sledovanými polutanty byly čtyři polycyklické aromatické uhlovodíky (PAHs): benzo(a)pyren (BaP), benzo(b)fluoranten (BbF), benzo(k)fluoranten (BkF) a indeno(123cd)pyren (IP).

Postup modelování imisí z dopravy

1. Vektorizace komunikací a získávání údajů o intenzitě dopravy v zájmovém území

Ve zvoleném zájmovém území byla nad podkladem DMÚ 25 (digitální model území 1:25000) provedena vektorizace všech komunikací se zpevněným povrchem.

Údaje o intenzitě provozu na sledovaných komunikacích (obr 1) a složení vozového parku byly v podobě počtu vozidel projíždějících na sledovaných komunikacích za 24 hodin zjištěny následujícím způsobem: pro některé významnější komunikace jsou tato data poskytována v podobě jednoduchých map ve formátu *.jpg na internetových stránkách Ředitelství silnic a dálnic [6]. Takto získaná data byla v podobě atributů přiřazena příslušným vektorizovaným komunikacím. Ostatním méně významným komunikacím pak byly údaje o intenzitě provozu přiřazeny na základě následujících pomocných informací:

- šířka komunikace (zjištěna pomocí ortofoto snímku)
- hustota obytné zástavby v okolí hodnocené komunikace (zjištěna pomocí ortofoto snímku)
- případný výskyt supermarketu nebo hypermarketu v blízkosti hodnocené komunikace [3]
- případný výskyt významného podniku v blízkosti hodnocené komunikace
- výsledky osobně provedeného krátkodobého sčítání provozu
- porovnání se známými hodnotami intenzity dopravy na hlavních silničních tazích ve Valašském Meziříčí

Obr. 1 Hodnoty intenzity dopravy v zájmové oblasti



Výsledky byly po osobní konzultaci schváleny zaměstnancem Centra dopravního výzkumu [2].

2. Zohlednění složení vozového parku a používaného paliva na různých třídách silnic

Informace o složení vozového parku byly získány ze zprávy zadané ŘSD. Jejím zpracovatelem byla firma Ateliér ekologických modelů ATEM. [5]. Obsahem průzkumu bylo zjištění poměrného zastoupení různých druhů vozidel na různých typech komunikací. Podnětem k zadání této studie byl fakt, že k dispozici byly pouze údaje o statické skladbě vozového parku, které však nevypovídají o skutečném zastoupení vozidel na komunikacích. Podobný průzkum zaměřený na zjištění dynamické skladby vozového parku do té doby nebyl proveden. Z deseti reprezentativních úseků silniční sítě, na kterých byla studie ATEM provedena, byl pro tuto práci vybrán profil vozového parku získaný průzkumem v okresním městě (Česká Lípa), které námi bylo vyhodnoceno jako Valašskému Meziříčí nejpodobnější. V závislosti na dynamické skladbě vozového parku odvozené z této studie pro vybraný úsek silniční sítě zahrnutý do rozptylového modelu pak bylo provedeno i vyhodnocení skladby emisí na něm.

Tab. 1 Podíly vozidel na provozu a jejich rozdělení podle typu paliva v České Lípě

	podíl na provozu [%]	olovnatý b.	bezolovnatý b.	nafta	plyn
osobní automobily	69	24	53	23	0
dodávky	6	5,1	27	68	-
nákladní a autobusy	25	0,3	0,2	99,1	0,1

UPRAVENO PODLE: Píša et al.[5]

3. Tvorba bodů z linií a jejich implementace do rozptylového modelu SYMOS´97

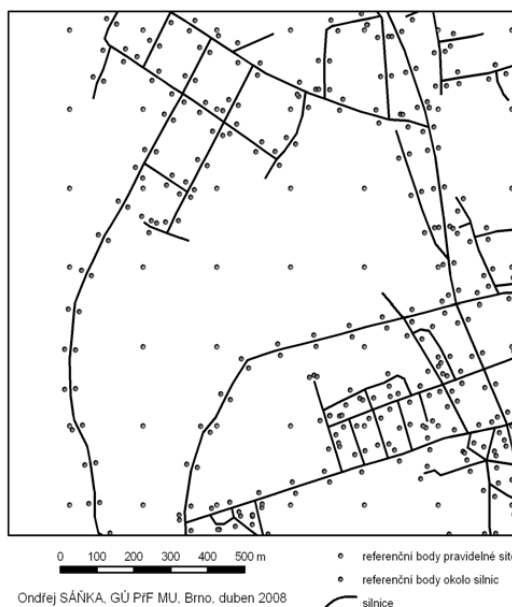
Vektorová vrstva linií zastupujících silnice s přidáním atributem hustoty provozu na jejich jednotlivých úsecích byla pomocí programu ArcGIS 9.2 [7] pro zájmové území zpracována následujícím způsobem. V prvním kroku byla použita funkce „Divide“ rozdělující linie do segmentů o totožné, předem stanovené délce. Výsledkem byla nová vektorová vrstva obsahující elementy o maximální zadané délce 50 m. Součástí této vrstvy však již nebyl potřebný atribut s hodnotami hustoty provozu. Nově vytvořené segmenty byly zkonvertovány do nové vektorové vrstvy bodů, které zastupují liniové segmenty ve středu jejich původní délky. Funkcemi „Add XY coordinates“ a „Extract values to points“ pak byly do atributové tabulky vloženy údaje o souřadnicích bodů a jejich nadmořské výšce, získané z rastrové vrstvy výškopisu pro malou variantu zájmového území. Z takto připravených dat pak byl vytvořen soubor se seznamem a polohou liniových zdrojů.

Funkcí „Spatial join“ pak byly k vrstvě bodů připojeny hodnoty o hustotě provozu z původní vrstvy nedělených silnic, které byly následně použity za účelem tvorby souboru s popisem liniových zdrojů.

Souřadnice počátečního a koncového bodu liniového elementu byly získány funkcí „Add X, Y, Z coordinates“, která je součástí extenze „XTools Pro“ do programu ArcGIS [8]. Parametr šířky úseku byl nastaven v závislosti na třídě silnice. Pro komunikace III. třídy byla šířka pomocí expertního odhadu nastavena na 5 m, pro silnice II. třídy 7 m a pro silnice I. třídy 10 metrů. Parametr výšky exhalací byl po konzultaci s pracovníkem firmy Idea-Envi, která vyvinula uživatelský software modelu SYMOS´97, u všech silnic v zájmovém území nastaven na hodnotu 2 m na základě předpokladu, že rychlost jízdy na silnicích v obci by neměla spadat do kategorie vyšší rychlosti jízdy. Relativní roční využití maximálního výkonu bylo u všech liniových elementů nastaveno na 0,417. Důvod je následující: podle [1] jsou emise z dopravy v dopravní špičce 2,4 krát vyšší, tato hodnota by odpovídala relativnímu využití maximálního výkonu 1, tedy 100%. Protože hodnoty intenzity provozu jsou charakteristikou průměru, je třeba hodnotu relativního využití maximálního výkonu vydělit 2,4. Výsledná hodnota je 0,417. Počet hodin za den, kdy je zdroj v činnosti, byl u všech liniových elementů z logických důvodů nastaven na 24.

Obr. 2 Ukázka sítě referenčních bodů

UKAZKA SITE REFERENCNIH BODU



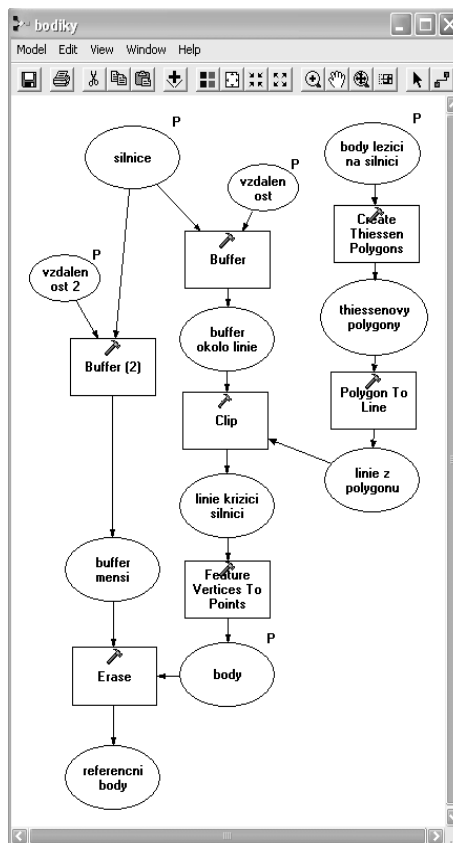
Ondřej SÁNKŮ, GÚ PíF MU, Brno, duben 2008

4. Tvorba nepravidelné sítě referenčních bodů okolo silnic

Pomocí pravidelné sítě referenčních bodů v zájmovém území by při zvoleném kroku sítě 200 m nebylo možno postihnout a co nejreálněji namodelovat imise pocházející z liniových zdrojů. Důvodem je různá vzdálenost bodů pravidelné sítě od komunikací. V případě výskytu referenčního bodu v místě, kterým prochází komunikace, by došlo k vytvoření nepravého maxima koncentrací. Aby byl při interpretaci výsledků dobře vystižen příspěvek zdrojů z dopravy k celkovému znečištění, bylo nutno vytvořit samostatnou skupinu referenčních bodů pokud možno ve stejné vzdálenosti od bodů zastupujících liniové zdroje znečištění, a tedy i od sebe navzájem (obr 2). Jediným potřebným vstupem pro tento postup je vektorová vrstva pro tento postup je vektorová vrstva sítě silnic, pro které je nutno vygenerovat referenční body. V prvním kroku bylo nutno prvky vrstvy rozdělit na segmenty o stejné délce pomocí funkce „Divide“. Před dělením je vhodné pomocí funkce „Dissolve“ prvky v liniové vrstvě sjednotit do jednoho prvku, protože funkci „Divide“ lze použít pouze na jeden prvek. Délka těchto segmentů byla zvolena 100 m. Dále musely být tyto segmenty převedeny na body pomocí funkce „Feature to point“.

Z těchto bodů byly pomocí funkce „Create Thiessen polygons“ vytvořeny tzv. Thiessenovy polygony, tedy polygony vymezující okolo původních bodů oblast, ze které je v jakémkoli jejím místě blíže do jejího původního bodu, než do jiného. Funkcí „Polygon to line“ byly tyto polygony převedeny na linie. Okolo linií původní vrstvy silnic byl vytvořen obal funkcí „Buffer“ ve vzdálenosti 15 m od linie. Pomocí funkce „Clip“ pak byla liniová vrstva vytvořená z Thiessenových polygonů bufferem oříznuta. Výsledkem v této fázi tedy byla liniová vrstva obsahující krátké segmenty křížící vrstvu silnic v přibližně pravidelných vzdálenostech. Pomocí funkce „Feature vertices to points“ byly lomové body segmentů nově vzniklé liniové vrstvy převedeny na body. Vznikly tím však také některé body, které nebyly žádoucí z důvodu jejich blízkosti k linii zastupující silnici. Okolo vrstvy silnic byl proto vytvořen opět obal, tentokrát pouze ve vzdálenosti 14 m. Všechny body vzniklé konverzí z lomových bodů linií, které ležely uvnitř tohoto obalu, byly pomocí funkce „Erase“ odstraněny. Výsledkem bylo 2677 referenčních bodů ve vzdálenosti 14 – 15 m okolo liniové vrstvy silnic. Pro případ potřeby použít posloupnost těchto funkcí k tvorbě referenčních bodů opakovaně, byly tyto sestaveny do modelu pomocí funkce „Model builder“. Schéma popsaného postupu (vyjma prvních tří kroků) znázorňuje obr. 3.

Obr. 3. Schéma postupu tvorby referenčních bodů okolo silnic v programu ArcGIS 9.2.



5. Prostorové interpolace

Výsledné referenční body s vypočtenými emisními koncentracemi sledovaných polutantů byly exportovány do programu ArcGIS 9.2. Pomocí interpolační metody kriging pak byl z pole referenčních bodů vytvořen spojitý povrch. Pro snadnější interpretaci byl tento výsledný povrch klasifikován podle tříd.

Interpretace výsledků a diskuze

Z dosažených výsledků (obr 4) je patrné, že nejvyšší koncentrace sledovaných polutantů byly modelovány v oblasti centra města, konkrétně podél hlavního tahu Hranice – Vsetín, kde denně projíždějí až desetitisíce vozidel. Vyšší koncentrace jsou již z mapy jasně identifikovatelné také v blízkosti vlakového nádraží. V této oblasti se nachází také autobusové nádraží a jeden z největších supermarketů ve Valašském Meziříčí, jehož vliv byl ve studii také zohledněn. Směrem dále od centra města lze sledovat klesající koncentrace, způsobené jednak nižší intenzitou provozu, ale také otevřenějším terénem, který umožňuje rychlejší rozptyl emisí.

Na konkrétním případě bylo ověřeno, že použitý postup může podávat relevantní výsledky. Další výzkum by měl být směřován ke zjištění vzdálenosti od komunikace pro tvorbu referenčních bodů tak, aby namodelované výsledky co nejvěrněji reprezentovaly skutečnost. Nejlepší cestou bude pravděpodobně měření koncentrací polutantů v různých vzdálenostech od komunikací a následné srovnání těchto hodnot s modelovanými daty pro různé vzdálenosti referenčních bodů od komunikace.

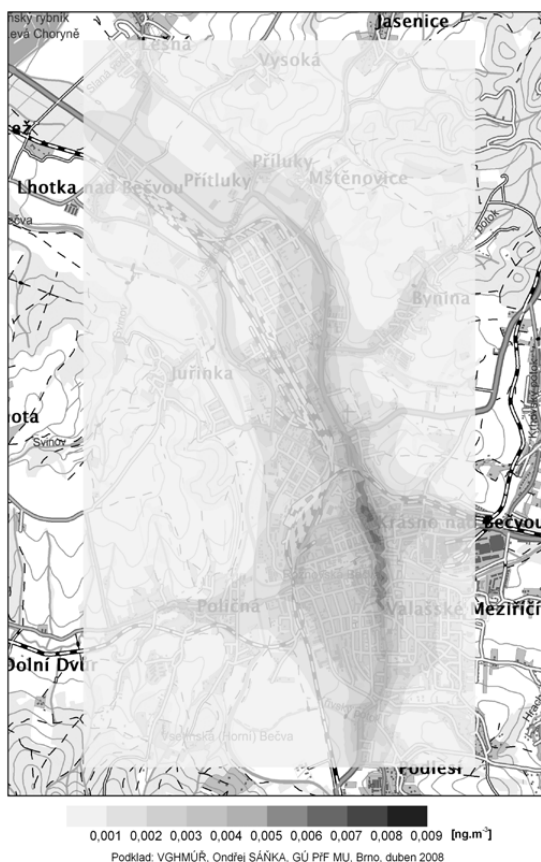
Další možností, jak dosáhnout lepších výsledků modelování by pravděpodobně byla tvorba referenčních bodů ve více vzdálenostech od komunikace, což by znamenalo přesnější vystižení gradientu úbytku modelovaných koncentrací polutantů se vzrůstající vzdáleností od komunikace. Nevýhodou tohoto postupu by však bylo jisté zpomalení výpočtu vlivem většího počtu referenčních bodů.

V neposlední řadě má na výsledky modelování do značné míry vliv také typ použité prostorové interpolace. Relevance všech zmíněných postupů na výsledek modelování bude ověřena na podobné studii pro oblast města Liberec.

Rozptylová studie byla provedena pro 13 období dlouhých 28 dní souvisle pokrývajících období jednoho roku, přičemž parametry modelování (např. větrné růžice)

Obr. 4. Příklad výsledku modelování

PRŮMĚRNÉ KONCENTRACE BaP V OBDOBÍ 27.12.2005 - 24.1.2006
ZPŮSOBVENÉ DOPRAVOU VE VALAŠSKÉM MEZIRÍČÍ



0,001 0,002 0,003 0,004 0,005 0,006 0,007 0,008 0,009 [ng·m⁻³]

Podklad: VGHMÚŘ, Ondřej ŠÁŇKA, GÚ PIF MU, Brno, duben 2008

byly pro každé období znovu nastavovány. Tato období se shodují se vzorkovacími intervaly kampaně pasivního vzorkování, proto bylo možné provést srovnání měřených a modelovaných hodnot. Podobně jako v jiných srovnávacích studiích [4], se výsledky rozptylového modelu SYMOS'97 ukázaly jako podhodnocené oproti koncentracím naměřeným. Protože v městských lokalitách však nebyly nesoulady porovnávaných hodnot tak markantní, byla vyslovena hypotéza, že v mimoměstských lokalitách mají na celkových koncentracích sledovaných polutantů vysoký podíl náhodné zdroje emisí, jako je pálení biomasy, či topení dřevem, uhlím a jinými palivy.

Závěr

Podrobně byl popsán postup, který byl použit pro zpracování emisních dat pomocí GIS. Pomocí rozptylového modelu SYMOS'97 pak byla emisní data přepočtena na koncentrace v ovzduší a ty pomocí GIS vizualizovány. Důraz byl kladen na precizní tvorbu sítě referenčních bodů, která do značné míry ovlivňuje výsledky modelování a následné vizualizace. Bylo též upozorněno na možné nedostatky použitého postupu a na další kroky, které by mohly vést k odsazení relevantnějších výsledků.

Poděkování

Na tomto místě je vhodné poděkovat Českému hydrometeorologickému ústavu za poskytnutí dat, bez kterých by tato studie nemohla vzniknout, zaměstnancům subjektů Idea-envi R. Směnskému a P. Beňovi a CDV, v.v.i., J. Dufkovi za jejich konzultace a podnětné rady. Dík však patří také kolegům z výzkumného centra RECETOX MU za provedení kampaně pasivního vzorkování, jejíž data byla v práci také použita. Tento projekt vznikl za podpory výzkumného záměru MŠMT 0021622412.

Literatura

- [1] BUBNÍK, J. ET AL.: SYMOS'97 – Systém modelování stacionárních zdrojů, Metodická příručka. Nakladatelství ČHMÚ, Praha, 1998. 60 s. ISBN 80-85813-55-6
- [2] DUFEK, J.: osobní konzultace a korespondence, 2007-2008.
- [3] Firmy.cz: Hypermarkety a supermarkety [online]. ©2008, poslední revize 4.4.2008 [citováno 2008-04-07]. Dostupné z: <<http://www.firmy.cz/Obchody-a-obchudky/Hypermarkety-supermarkety-a-obchodni-domy/Hypermarkety-a-supermarkety/reg/kraj-zlinsky>>.
- [4] JEDLIČKA, J. – ADAMEC, V. – DUFEK, J. – HUZLÍK, J. – ZÁBRŽ, L.: Analýza vztahů mezi produkcí emisí z dopravy a imisními koncentracemi polutantů v ovzduší [online]. Centrum dopravního výzkumu, 2003 [citováno 2008-03-23]. Dostupné z: <www.cdv.cz/text/szp/13904/zprava13904/DU03.pdf>.
- [5] PÍŠA, V. – JAREŠ, R. – KAREL, J. – ŘÍHA, M. – ŠTYCH, P.: Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku a jeho emisních parametrů. Praha, ŘSD, 2001. 86 s. [online]. Dostupné z: <[http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/8285cc8d8ddd79828c1256dbf002ccf09/\\$FILE/vozovy_park.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/a3eda25d005dc6bec125737e0045602e/8285cc8d8ddd79828c1256dbf002ccf09/$FILE/vozovy_park.pdf)>.
- [6] Ředitelství silnic a dálnic: Sčítání dopravy v roce 2005 [online]. ©2005 poslední revize 4.4.2008 [citováno 2008-04-07]. Dostupné z: <http://www.scitani2005.rsd.cz/html/1_zl.htm>
- [7] ArcGIS [počítačový program]. Ver. 9.2. Redlands (California, USA): ESRI, 2006 [citováno 2008-03-31].
- [8] XTools Pro: [počítačový program]. Ver. 5.1.0. Data East, LLC: 2007 [citováno 2008-04-09]. Dostupné z: <<http://www.xtoolspro.com/>>.

Vliv silniční sítě na složení rostlinných společenstev: výskyt a šíření halofilního druhu zblochance oddáleného, *Puccinellia distans*

Jana Nováková, Martin Škopán

Katedra ekologie krajiny FŽP ČZU v Praze, Náměstí Smiřických 1,
281 63 Kostelec nad Černými lesy

e-mail: jnovakova@fzp.czu.cz

Abstract

Roads play an important role for the wildlife and the environment, acting as a barrier, corridor, and species habitat. Unique environment caused by the road maintenance enables the spread of halophilous species along roads.

We documented the relation between chemical scavenging intensity and the density of *Puccinellia distans* stands. At the newly opened section of the highway D8, the rapid colonization (not exceeding 6 years) by *Puccinellia* was also found.

As an easily determinable species, *Puccinellia distans* can serve as a rough bioindicator of raised soil salinity, which can already be toxic for sensitive species and can markedly affect the environment.

1. Úvod

Cestní síť má od dob svého vzniku vliv na biotu ve svém okolí. S jejím rozvojem se tento vliv stává stále výraznějším. Projevuje se

- Bariérovým efektem a fragmentací krajiny s důsledky zejména na populace živočišných společenstev a jejich genetickou strukturu [1,2],
- Podporou migrace určitých živočišných i rostlinných druhů [3,4,5,6],
- Přímým ovlivněním sousedních biotopů do větší či menší vzdálenosti prostřednictvím znečištění, zasolování apod. [7]. Tento vliv některé druhy tolerují, avšak některé jsou vůči němu citlivé, jsou postupně poškozovány, hynou a následně se mění druhové složení celého společenstva.
- Silniční okraje jsou tedy specifickým biotopem pro růst adaptovaných druhů rostlin. Vlastnosti prostředí se přitom liší hloubkou půdního profilu, chemismem substrátu, vlhkostním režimem, mikroklimatickými charakteristikami aj. [8].

2. Bioindikace zasolení půd

Prostřednictvím tzv. bioindikátorů můžeme sledovat komplexní vliv určitého faktoru na organismy. V praxi tedy lze bez laboratorních zjištění na základě stupně poškození organismu, výskytu určitého druhu nebo složení celého společenstva odhadnout intenzitu působení vlivu, např. zasolení. Odolnost k zasolení je schopnost rostliny přetrvat přítomnost nadbytku solí (zejména Na⁺, Cl⁻ aj.), aniž by byly vážně narušeny jejich životní funkce. Druhy bývají na takovéto podmínky zpravidla specificky adaptovány [9].

2.1 Botanická charakteristika trávy *Puccinellia distans*

Zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*, *Poaceae*) je vytrvalá, 15 – 20 cm vysoká, řídce trsnatá tráva, s přímými nebo obloukovitě vystoupavými stébly. Čepele jsou ploché nebo žlábkovité, 1,5-4 mm široké a až 10 cm dlouhé, často s kápovitě zakončenou špičkou. Laty jsou otevřené, řídké, spodní větve ve svazcích po 25, v době květu vodorovně odstálé, po odkvětu se sklánějí. Celé rostliny mají charakteristicky šedo zelenou barvu, umožňující poměrně snadnou determinaci. Kvete od května do září [10].

2.2 Charakteristické biotopy *Puccinellia distans*

Zblochanec oddálený je primárně rozšířen na slaniscích v celé Evropě, západní Asii, severozápadní Africe a v Severní Americe. Tato stanoviště však patří v nejsilnější antropicky ovlivňovaných oblastech k výrazně ohroženým biotopům vlivem intenzivního zemědělství, těžební činnosti a urbanizace. [11]. Některé konkurenčně silnější slanomilné druhy, a rovněž *Puccinellia distans*, se mohou uplatnit i v druhotných společenstvech. Výskyt *P. distans* byl doložen např. v okolí chemických provozů [12] a na rekultivovaných výsypkách Mostecká a Sokolovska [13]. Odtud pak *P. distans* může dále migrovat v širším krajinném měřítku. S rozvojem automobilové dopravy a silniční sítě se zblochanec rychle šíří podél silnic ošetřovaných odpovídajícími posypovými materiály.

3. Modelové území a metodika

Výskyt zblochance byl mapován podél silnic ve východní části CHKO České středohoří, v oblasti vymezené obcemi Velké Březno – Třebošín – Ploskovice – Litoměřice – Sebusín - Ústí nad Labem v červenci až září 2007 a v červnu a červenci 2008 (Obr. 1). Celková délka studovaných silničních okrajů byla cca 66 km. Všechny silnice v modelovém území jsou III. třídy.

Navíc byl sledován nově zprovozněný úsek dálnice č. 8 u Lovosic, a to od 48,3. kilometru (nynější konec dálnice) po benzínovou stanici na 44. km (v srpnu a září 2007 a v červenci 2008) [14].

Pro potřeby mapování byla vytvořena stupnice četnosti výskytu druhu v jednotlivých úsecích silnic, resp. dálnice:

- 0 – druh se v úseku nevyskytuje
- 1 – rostlina je přítomna ojedinele (1-10 rostlin/10m silnice)
- 2 – rostlina roste ojedinele až v malých skupinách (10-200 rostlin/10m silnice)
- 3 – rostlina tvoří úzký přerušovaný pás podél krajnice
- 4 – rostlina tvoří souvislý porost podél krajnice

Ze zákona je používání chemického posypu v chráněných krajinných oblastech v České republice zakázáno. Existují však výjimky pro určité oblasti, mezi které patří i CHKO České středohoří. Na Správě a údržbě silnic Ústeckého kraje (provoz Litoměřice) bylo zjištěno, ve kterých úsecích silnic je možno ve výjimečných situacích chemický posyp použít. Rozšíření zblochance pak bylo vyhodnoceno ve vztahu k tomuto údaji.

Obr. 1 Studované úseky silnic v modelovém území



Zdroj: Škopán [14]

Tab. 2 délka studovaných úseků silnic

Úsek	Číslo silnice	Délka sledovaného úseku	Celková vzdálenost
1	24721	4,44 Km	4,44 Km
2	24719	5,96 Km	10,40 Km
3	2611	7,96 Km	18,36 Km
4	2613	0,76 Km	19,12 Km
5	2614	1,20 Km	20,32 Km
6	25847	11,34 Km	31,66 Km
7	2617	0,65 Km	32,31 Km
8	26027	10,55 Km	42,86 Km
9	2618	1,69 Km	44,55 Km
10	26015	3,76 Km	48,31 Km
11	2616	1,56 Km	49,87 Km
12	26017	0,98 Km	50,85 Km
13	26016	1,07 Km	51,92 Km
14	25841	11,47 Km	63,39 Km
15	25845	1,58 Km	64,97 Km
16	2612	1,00 Km	65,97 Km

Zdroj: Škopán [14]

4. Kvantifikace rozšíření *Puccinellia distans* podél dopravních komunikací ve východní části CHKO České středohoří

4.1 Silnice III. třídy

Přítomnost zblochance oddáleného přesně kopíruje místa, kde je v rámci chráněné krajinné oblasti povoleno použití chemického posypu. Přitom, pokud je přítomen, roste zblochanec až do vzdálenosti 30 centimetrů od vozovky. Obecně lze říci, že nejvyšší hustota výskytu zblochance oddáleného byla zaznamenána

- na křižovatkách,
- v úsecích delších a výrazných stoupání,
- v ostrých zatáčkách uvnitř oblouku, v místech kam se dostává většina povrchového odtoku z tajícího sněhu či dešťových srážek.

Naopak minimální až nulový výskyt zblochance byl zjištěn v zastíněných úsecích, v lesích a v lemech silnic s dobře vyvinutým keřovým patrem.

Na ostatních silnicích, kde není povolen chemický posyp, nebyla prokázána přítomnost tohoto druhu. Stejná závislost byla pozorována v jiných chráněných krajinných oblastech, např. na Třeboňsku [13], ale i v jiných modelových oblastech (např. na Černokostecku) [15].

Tab. 1 Četnost výskytu *Puccinellia distans* v jednotlivých úsecích silnic

Četnost výskytu	%	Celková délka (km)
0	53	35,18
1	8	5,18
2	15	9,89
3	22	14,14
4	2	1,58

Zdroj: Škopán [14]

4.2 Dálnice D8

Studovaný úsek dálnice D8 se začal stavět v roce 1996 a zprovozněn byl v říjnu 1998 (s výjimkou 800 metrů při křižovatce Doksany).

Výskyt *Puccinellia distans* byl zaznamenán v celém sledovaném úseku, a to v úsecích bez odvodňovacích kanálků v průměrné hustotě porostu 200 rostlin/100 m délky dálnice. V drenážovaných úsecích (mezi obcemi Lovosice a Sířejovice, celková délka drenážované části 0,9 km), kde je voda kontaminovaná chemickým posypem rychle odváděna mimo tento biotop, je výskyt minimální.

Ze sledování na dálnici D8 ve vybraném úseku je rovněž patrné, že *Puccinellia distans* osidluje nová stanoviště poměrně rychle (do 6 let od výstavby).

5. Shrnutí

Silniční síť je významným ekologickým faktorem v krajině. Kromě bariérového efektu a funkce biokoridoru pro určité druhy organismů rovněž může představovat biotop se specifickými vlastnostmi.

Vliv má, kromě charakteru povrchu vozovky, zejména použití posypových solí. Tento antropogenní faktor je používán maximálně několik měsíců v roce, a tudíž oproti pachu a hluku je obvykle podceňován. Posypové soli jsou rovněž mobilizovány dešťovými srážkami a tajícím sněhem. Chemický posyp tak ovlivňuje kvalitu podzemních vod a urychluje korozi kovových konstrukcí a dopravních prostředků.

Po kontaminaci půdy dochází ke změnám v druhovém složení společenstev a zhoršení zdravotního stavu citlivých halofobních druhů. Některé rostlinné druhy jsou naopak přizpůsobené vyšší hladině solí v substrátu a mohou se naopak šířit. Kromě zblochance se z druhů pravidelně doprovázejících silniční okraje jedná zejména o merlíky (rod *Chenopodium*), lebedy (*Atriplex*), laskavce (*Amaranthus*), jitrocely (*Plantago*), mochnu husí (*Potentilla anserina*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*) aj.

Neustále se zvyšující hustota silničního provozu klade stále větší nároky na údržbu a sjízdnost komunikací. S ohledem na životní prostředí je nutné neustále hledat a prosazovat do praxe nové technologie, které snižují negativní dopad na okolní krajinu.

Z hlediska krajinného managementu je důležité brát v úvahu odolnost dřevin, vysazovaných podél silnic a v ulicích, a vysévaných bylinných druhů, vůči posypovým materiálům (zejm. NaCl , MgCl_2 a CaCl_2).

Výskyt zblochance oddáleného (*Puccinellia distans*) může pomoci vizuálně poukázat na zvýšené množství solí v půdě, které již zpravidla bývá toxické pro citlivé rostlinné druhy, zejm. dřevinné.

Poděkování

Prezentace výsledků je finančně podpořena z grantu NPV 2B 08006.

Literatura

- [1] BENNETT, A.F. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In *Nature Conservation 2. The Role of Corridors*. Eds. Saunders, D.A. a Hobbs, R.J., Surrey Beatty et Sons, Chipping Norton, NSW, 1989, s. 99-118.
- [2] SPELLEBERG, I.F. Ecological effects of road and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7, 1998, 317-333
- [3] VERMUELLER, H.J.W., OPDAM, P.F.M. Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small ground-dwelling animals. *Landscape and Urban Planning* 31(1-3), 1995, 233-248.
- [4] SCHMIDT, W. Plant dispersal by motor cars. *Vegetatio* 80, 1989, 147-152.
- [5] KOPECKÝ, K. Die Straßenbegleitenden Rasengesellschaften im Gebirge Orlické hory (Adlergebirge) und seinem Vorlande. *Vegetace ČSSR, A10*, Praha: Academia, 1978.
- [6] WILCOX, D.A. Migration and control of Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) along a highway corridor. *Environmental Management* 13, 1989, 365-370.
- [7] VAN BOHEMEN, H.D., JANSSEN, VAN DE LAAK The influence of road infrastructure and tradic on soil, water and air quality. *Environmental Management* 31, 2003, 50-68.
- [8] FORMAN, R.T.T., ALEXANDER, L.E., Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29, 1998, 207-231.
- [9] LARCHER, W. *Fyziologická ekologie rostlin*, Praha: Academia, 1988
- [10] KUBÁT, K. a kol. *Klíč ke květeně České republiky*, Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0836-5
- [11] NOVÁKOVÁ, J. Retreat of halophytes in the Czech Republic: Agricultural, mining, and urbanization effects /The case of Dentated Melilot – *Melilotus debata* (Fabaceae) - *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 10, 1997, 69-78.

- [12] KOZŁOWSKI, S. Changes in the chemical composition of spreading meadow-grass (*Puccinellia distans* L. Parl.) against the influence of salinity as anthropogenical factor. 2004. <http://www.annales.umcs.lublin.pl/E/2004/235.pdf>
- [13] PECHAROVÁ, E. Ústní sdělení, 2008.
- [14] ŠKOPÁN, M. Rozšíření halofilního druhu *Puccinellia distans* podél silnic ve V části Českého středohoří. Diplomová práce FŽP ČZU Praha, 2008, 49 str., 5 příl.
- [15] NOVÁKOVÁ, J. Floristické materiály z Černokostelecka. *Muzeum a Současnost, Roztoky, Ser. Natur.*, 19, 2004, 91-100.

Vliv emisí a hluku z dopravy na zdraví obyvatelstva v okolí komunikace

Eliška Říčařová

Empla spol. s r.o.

Za Škodovkou 305, 503 11 Hradec Králové

e-mail: eia@empla.cz

Abstract

The source of air pollution at traffic is underburning of power fuel (benzine and diesel fuel). Impact assesment (to the environment air) is coming-out from modelling computations of the scattering studies, or from expecting immision supplies of the modelling substances in the interesting area.

The source of noise emission at traffic is roaring noise and noise evoced by rate of tires by the road. Impact assesment of noise from traffic, to total noise situation in the measuring locality, is coming-out from modelling computations of scattering studies, or from expecting immision supplies of noise level in the measuring locality.

Scattering and noise studies are base for HRA – Health risk assesment, when exploited the published relations, that are coming-out from the epidemiological studies and are reflecting dependence between concentration and presence assorted health difficulties.

1. Úvod

Dlouhodobý nárůst automobilové dopravy v ČR ale i na celém světě je významným negativním faktorem ovlivňujícím životní prostředí člověka. V současné době se hovoří v souvislosti s dopravou a zdravím člověka převážně o dopravních nehodách (okamžitý negativní jev). Pozvolným negativním jevem vedoucím velmi často k nevratným poškozením zdraví člověka je znečišťování životního prostředí (zejména ovzduší a hlukových emisí).

Pozvolným negativním důsledkem je nárůst zdravotních rizik spojených s expozicí naší populace škodlivým látkám obsažených s expozicí naší populace škodlivým látkám obsažených v automobilových emisích a hlukových emisích. Tato skutečnost se stává předmětem výzkumu celé řady předních pracovišť nejen v naší republice, ale i na celém světě.

2. Chemické škodliviny pocházející z dopravy

Z hlediska složení pohonných hmot je zřejmé, že kromě oxidu uhličitého obsahují spaliny i řadu dalších organických látek obsahujících kyslík, dusík, síru, případně další prvky (olovo).

Významnou roli v ovlivňování životního prostředí člověka hrají zejména oxidy dusíku a ozon, těkavé organické látky (benzen a jeho deriváty), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), nitrované polycyklické aromatické uhlovodíky (NPAU), různé aldehydy a další škodlivé látky, k jejichž výraznému nárůstu došlo v souvislosti se zavedením bezolovnatých paliv.

Tab. 1 Přibližná množství škodlivin emitovaných při provozu automobilu

Látka	Emitované množství g.km ⁻¹		Typická koncentrace v okolí dálnice
	Benzinový motor	Naftový motor	
CO	10	1	2 mg.m ⁻³
Σ uhlovodíků	1	0,3	1,5 mg.m ⁻³
NO _x	3	6	150 µg.m ⁻³
SO ₂	0,03	0,2	60 µg.m ⁻³
Pb	0,01	0	0,3 µg.m ⁻³
Benzo[a]pyren	7.10 ⁻⁷	2.10 ⁻⁶	2 ng.m ⁻³
Fluoranthen	2.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	10 ng.m ⁻³
1-Nitropyren	5.10 ⁻⁶	5.10 ⁻⁷	1 ng.m ⁻³

Zdroj: [5]

Sledovanými škodlivinami z automobilové dopravy jsou zejména *oxidy dusíku, pevné částice, oxid uhelnatý, uhlovodíky (benzen, benzo[a]pyren aj.)*.

2.1 Identifikace a charakterizace nebezpečnosti škodlivin pocházejících z automobilové dopravy

2.1.1 Oxidy dusíku

Jako oxidy dusíku (dříve nitrózní plyny) se označuje směs vyšších oxidů dusíku, zejména oxidu dusnatého a dusičitého, přičemž za normálních teplot oxid dusičitý ve volné atmosféře převažuje. V rámci spalovacích procesů je převážně emitován oxid dusnatý (NO), který se oxiduje na oxid dusičitý (NO₂). Ten může reagovat s organickými sloučeninami za vzniku nitroderivátů (např. nitovaných polycyklických aromatických uhlovodíků, které patří k nejsilnějším dosud testovaným bakteriálním mutagenům).

Oxidy dusíku patří mezi látky, které se mohou podílet na vzniku oxidačního smogu. Z hlediska toxicity a účinků na lidské zdraví je z této skupiny látek nejvýznamnější *oxid dusičitý (NO₂)*.

Hlavní účinek oxidu dusičitého je dráždivý (dráždí a ovlivňuje dýchací funkce a snižuje odolnost dýchacích cest a plic a zvyšuje riziko výskytu nemocí dolních cest dýchacích a astmatických záchvatů. Chronické působení může vyvolat vznik chronického zánětu spojivek, nosohltanu a průdušek.

Legislativou stanovený hodinový imisní limit je 200 µg/m³, s 18x možností překročení za rok. Stanovená průměrná roční imisní koncentrace je 40 µg/m³.

2.1.2 Prašný aerosol (tuhé znečišťující látky, pevné částice, PM₁₀, PM_{2,5})

Důležitým parametrem tuhých částic je (z hlediska průniku a depozice v dýchacím systému) jejich velikost. Tzv. PM₁₀ je torakální frakce s aerodynamickým průměrem částic do 10 µm, která proniká do spodních dýchacích cest a PM_{2,5} zahrnuje jemnější respirabilní podíl s aerodynamickým průměrem do 2,5 µm pronikající až do plicních sklípků.

Jemné částice jsou transportovány do velkých vzdáleností (až několik stovek kilometrů) od zdroje těchto látek a snadno pronikají do vnitřního prostředí budov.

Hrubší částice bývají zásaditého charakteru, méně rozpustné. Tyto částice poměrně rychle sedimentují a jsou transportovány cca do vzdálenosti několika kilometrů.

Prašný aerosol může způsobovat podráždění čichové sliznice a negativně ovlivňovat funkci i kvalitu řasinkového epitelu v horních cestách dýchacích, snižovat samočistící schopnosti a obranyschopnost dýchacího systému a tím vyvolat vhodné podmínky pro vznik bakteriálních či virových respiračních infekcí.

Akutní zánětlivé změny mohou přejít do chronické fáze za vzniku chronické bronchitidy (chronické bronchopulmonální nemoci) s následným postižením oběhového systému. Vyšší výskyt těchto změn je možno sledovat u citlivých skupin populace (děti, staří lidé a lidé s nemocemi dýchacího a srdečně cévního systému, kuřáci, aj.).

Dle Světové zdravotnické organizace WHO nelze na základě současných poznatků stanovit bezpečnou prahovou koncentraci v ovzduší.

Legislativou stanovený 24-hodinový imisní limit je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, s 35x možností překročení za rok.

Stanovená průměrná roční imisní koncentrace je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Oxid uhelnatý – vzniká při nedokonalém spalování, je jednou z nejběžnějších látek znečišťujících ŽP. V souvislosti s expozicí oxidu uhelnatému, který svou vazbou na hemoglobin snižuje vazebnou kapacitu krve pro kyslík jsou popsány 4 hlavní typy negativních účinků: srdečně-cévní, neuropsychické a účinky na srážlivost krve a na plod v těle matky.

Pro oxid uhelnatý je stanoven 8-hodinový imisní limit $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$.

2.1.3 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Polycyklické aromatické uhlovodíky jsou sloučeniny s velice rozmanitými rizikovými vlastnostmi. Vyznačují se značnou variabilitou v toxických vlastnostech a různými vlivy na jednotlivé organismy.

Společnou vlastností PAU je fotosensibilizace a dráždění pokožky. Podle míry těkavosti mohou dráždit dýchací cesty. Za nejzávažnější biologický účinek PAU je považována indukce nádorových procesů. V této velké skupině látek se vyskytují izomery, které nevykazují karcinogenní účinky, řada látek se slabými účinky, ale také karcinogeny (např. benzo(a)pyren).

Pro hodnocení zdravotních rizik využívá postup porovnání možných karcinogenních účinků zástupců polyaromatických uhlovodíků s potenci benzo(a)pyrenu. Karcinogenní potenciál směsi PAU v ovzduší je vyjadřován pomocí toxického ekvivalentu benzo(a)pyrenu TEQ BaP (*TEQ – toxic equivalency*).

Benzo(a)pyren je ve vysokých koncentracích převyšujících běžné pracovní expozice je dráždivý. B(a)P dráždí pokožku, byly popsány chronické poruchy kůže, hyperpigmentace a fotosensitivita, premaligní a maligní léze. Může dráždit také dýchací cesty a oči. Dále byla u profesionálních expozic těkavým látkám z dehtu pozorována poškození či poruchy funkce ústní dutiny, dýchacích cest, močového měchýře a ledvin.

B(a)P patří mezi prekarcinogeny - vlivem savčího biotransformačního systému může dojít k přeměně na silně reaktivní alkylační činidlo (reaktivní elektrofilní intermediáty), které pak reagují s makromolekulami buněk (především

proteiny a DNA). Expozice touto látkou také představuje významné riziko pro vyvíjející plod, je popisována také reprodukční toxicita. B(a)P může být přenášen do těla kojených dětí mateřským mlékem.

Benzo(a)pyren je klasifikován jako látka, která je pravděpodobně karcinogenní pro člověka - IARC (skupina 2A), US EPA (skupina B2). Pro B(a)P je stanoven cílový imisní limit $1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$.

2.1.4 Tělavé organické látky – benzen (*benzol, cyklohexatrien*) C_6H_6

Benzen je přímo uvolňován při nedokonalém spalování pohonných hmot (především u vozidel se zážehovým motorem) a dále vzniká uvolňováním z vyšších aromatických sloučenin. Významným zdrojem expozice ve vnitřním prostředí je tabákový kouř.

Do těla benzen proniká především při inhalační, ale také kožní expozici.

Benzen má vliv na imunitní systém (včetně poklesu T lymfocytů), snižuje odolnost těla vůči infekci, alergiím. Také má účinky hematotoxické. Ovlivňuje na orgány krvevotby - poškozuje kostní dřeň a způsobuje změny buněčných krevních elementů. Vzácněji může nepříznivě působit i na játra, ledviny a další orgány. Početné studie demonstrují vztah mezi expozicí benzenu a výskytem různých typů leukémií, rakovinou krvevotných orgánů. Působení benzenu a eventuelně jeho metabolitů může vést ke vzniku chromozomálních aberací.

Dle Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny (IARC) patří do skupiny 1 – látka je karcinogenní pro člověka.

Legislativou stanovený průměrný roční imisní limit pro benzen je $5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.2 Vyčíslení emisí z dopravy

Na základě předpokládaného množství emisí znečišťující látky a stanovených imisních limitů jsou v rozptylových studiích uvažovány zejména benzen, PM_{10} a oxidy dusíku.

Pro výpočet emisních faktorů pro záměr se využívá výpočetní program MEFA-06, který je stanoven nařízením vlády č. 597/2006 Sb. a kterým se stanoví imisní limity a podmínky a způsob sledování, hodnocení a řízení kvality ovzduší, v platném znění a věstníkem MŽP, částka 10, říjen 2002. Tento program umožňuje výpočet emisních faktorů v závislosti na typu vozidla, rychlosti jízdy, sklonu vozovky a výpočtovém roce.

V následující tabulce jsou uvedeny emisní faktory osobních a nákladních vozidel, které byly spočítány pomocí výpočetního programu MEFA-06. Výsledky jsou uvedeny v gramech na ujetý kilometr byl proveden pro rok 2010, podélný sklon vozovky 0 %, emisní úroveň osobních a těžkých nákladních vozidel EURO 1 až 4 a pro rychlosti 30, 40, 50, 70 a 90 km/h.

Tab. 2 Emisní faktory osobních a nákladních vozidel pro rok 2010, sklon vozovky 1 %, různé rychlosti a druhy vozidel

Emisní úroveň	Škodlivina	Emisní faktor [g/km]							
		Osobní vozidla				Nákladní vozidla			
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	90 km/h	30 km/h	50 km/h	70 km/h	90 km/h
EURO 1	Benzen	0,0105	0,0097	0,0102	0,0125	0,0829	0,0594	0,0463	0,0374
	NO _x	0,9459	0,8531	0,8135	0,9678	24,5654	17,6911	18,5136	23,3212
	PM ₁₀	0,0005	0,0005	0,0008	0,0014	2,1934	1,5364	1,3582	1,3258
EURO 2	Benzen	0,0044	0,0042	0,0044	0,0053	0,0296	0,0212	0,0166	0,0133
	NO _x	0,4036	0,3640	0,3426	0,40242	18,6465	13,4043	13,6665	17,1147
	PM ₁₀	0,0005	0,0005	0,0008	0,0014	0,5755	0,4027	0,3539	0,3565
EURO 3	Benzen	0,0030	0,0028	0,0030	0,0038	0,0238	0,0171	0,0134	0,0109
	NO _x	0,1723	0,1588	0,1553	0,2016	2,6564	1,8382	1,8897	2,2242
	PM ₁₀	0,0005	0,0005	0,0008	0,0014	0,3178	0,2227	0,1967	0,1920
EURO 4	Benzen	0,0021	0,0019	0,0021	0,0028	0,0104	0,0075	0,0059	0,0048
	NO _x	0,1250	0,1175	0,1143	0,1471	2,0664	1,4191	1,4632	1,7227
	PM ₁₀	0,0005	0,0005	0,0008	0,0014	0,0934	0,0659	0,0577	0,0579

Z vypočtených emisních faktorů je zřejmé, že dominantní vliv na hodnoty emisí znečišťujících látek má využívání nákladní automobilové dopravy.

2.3 Vyhodnocení stávajícího stavu znečištění ovzduší

Základním obecným podkladem pro hodnocení současného imisního zatížení uvažovanými škodlivinami jsou výsledky pozadového imisního měření. Pro posouzení úrovně znečištění ovzduší v dané lokalitě lze rovněž použít hodnoty uvedené v Rozptylové studii zpracované v rámci Krajského programu snižování emisí příslušného kraje (prezentuje stav pro rok 2001 a výhledový stav k roku 2010).

2.4 Vyhodnocení vlivu záměru na imisní pozadí (vlivu na ovzduší)

Výpočetním programem SYMOS jsou počítány příspěvky k imisním koncentracím posuzovaných škodlivin vyvolané provozem nového záměru. Hodnoty příspěvků imisních koncentrací byly vypočteny pro všech pět tříd stability přízemní vrstvy atmosféry a tři třídy rychlosti větru, s příspěvky po úhlových krocích 1°.

Následně se zpracovává rozptylová studie (autorizovanou osobou).

2.5 Výstupy rozptylové studie

- stanovení charakteristik znečištění v husté geometrické síti referenčních bodů pro výšku 1,5 metru (výška dýchací zóny člověka).
- výpočty imisních koncentrací (maximálních a ročních) ve zvolených referenčních bodech v obytné zástavbě v okolí záměru.
- grafické znázornění vypočtených příspěvků imisních koncentrací škodlivin se provádí formou izolinií.
- srovnání výsledků s platnými imisními limity (dle nařízení vlády č. 597/2006 Sb.)

3. Dopravní hluk

3.1 Identifikace a charakterizace nebezpečnosti hluku

Nadměrný hluk provokuje v lidském organismu řadu reakcí. Hluk má vliv na psychiku; může vyvolávat únavu, deprese, stres, pocity rozmrzelosti a nervozity, agresivitu, neochotu. Rušení a obtěžování hlukem je častou subjektivní stížností na kvalitu životního prostředí a může představovat prvotní podnět rozvoje neurotických, psychosomatických i psychických stresů u četných nemocných.

Je pravděpodobné, že snižuje obecnou odolnost vůči zátěži, zasahuje do normálních regulačních pochodů. Nadměrná hluková expozice pracujících snižuje pozornost a produktivitu a kvalitu práce. Významně je také ohrožena bezpečnost práce. Důsledkem zvýšené hladiny hluku může docházet také ke zhoršení komunikace řeči a tím ke změnám v oblasti chování a vztahů a k rušení spánku (zmenšením jeho hloubky a zkrácením doby spánku, k častému probouzení během spánku). Za dostatečně prokázané nepříznivé zdravotní účinky hluku je považováno poškození sluchového aparátu, vliv na kardiovaskulární systém, rušení spánku a nepříznivé osvojování řeči a čtení u dětí.

Ze závěrů WHO vyplývá, že v obydlích je kritickým účinkem hluku rušení spánku, obtěžování a zhoršená komunikace řečí. Noční ekvivalentní hladina akustického tlaku A by z hlediska rušení spánku neměla přesáhnout $L_{Aeq} 45$ dB (předpokládá se pokles hladiny hluku o 15 dB při přenosu venkovního hluku do místnosti zčásti otevřeným oknem) a denní ekvivalentní hladina hluku pak hodnotu $L_{Aeq} 55$ dB, měřeno 1 m před fasádou.

3.2 Vyhodnocení hluku modelovými výpočty

U nově projektovaných záměrů se hodnotí jejich vliv z hlediska možných nepříznivých vlivů na hlukové pozadí hlukovou studií, která využívá modelové výpočty.

Hluková studie hodnotí se vliv jak vliv stacionárních zdrojů hluku, tak dopravní hluk (silniční, železniční, letecký).

K modelovým výpočtům je v ČR používán program HLUK+, LIMA, případně CADNA.

Stávající akustická situace v území je v hlukové studii vyhodnocena buď měřením ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$, případně modelovým výpočtem a popsáno umístění chráněného venkovního prostoru a chráněného venkovního prostoru staveb včetně jeho typologie.

Pro vyhodnocení dopravního hluku jsou využívány údaje o stávající frekventovanosti dopravy na komunikacích (údaje z ŘSD, místní sčítání průjezdů vozidel). Zatížení území dopravou po realizaci záměru je převzato z výsledků sčítání dopravy dodaných ŘSD z roku 2005 navýšených o příslušné růstové koeficienty, dále z generelů dopravy pro dané území, případně z odborného odhadu frekventovanosti).

Počítá se přírůstek hladiny akustického tlaku A ve zvolených modelových bodech (přednostně situovaných na hranici chráněného venkovního prostoru a chráněného venkovního prostoru staveb umístěného v blízkosti posuzovaného záměru)

Vypočtené hodnoty se porovnávají se stávajícím stavem a s platnými hygienickými limity (nařízení vlády č. 148/2006 Sb. „O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“).

Grafickým výstupem modelového výpočtu jsou izofony.

Skutečnou hlukovou situaci v dotčené lokalitě po zprovoznění posuzovaného záměru je třeba ověřit přímým měřením.

4. Zdravotní rizika

4.1 Metodika hodnocení

V současné době je pro hodnocení vlivů jednotlivých konkrétních záměrů dle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, v platném znění používán postup hodnocení (analýzy) zdravotních rizik (*HRA – Health Risk Assessment*).

Pro hodnocení se využívá všech dostupných údajů (dle současného vědeckého poznání) pro určení faktorů, které mohou za určitých podmínek vyvolat nežádoucí zdravotní účinky. Hodnocení zdravotních rizik sestává ze čtyř kroků:

1. *Určení (identifikace) nebezpečnosti* – tj. jak a za jakých podmínek může faktor nepříznivě ovlivnit zdraví,
2. *Charakterizace nebezpečnosti* – popis kvantitativních vztahů mezi dávkou a rozsahem nepříznivého účinku,
3. *Hodnocení expozice* – cesty vstupu do organismu, popis velikosti, četnosti a doby trvání expozice dané populace sledovanému faktoru,
4. *Charakterizace rizika* – integrace dat získaných v předchozích krocích (určení pravděpodobnosti s jakou by došlo k některému z hodnocených poškození zdraví) a analýza nejistot celého procesu hodnocení.

Provádí se výpočet příspěvku míry rizika nekarcinogenního účinku posuzovaných škodlivin (např. NO₂, PM₁₀) i z hlediska karcinogenních účinků (benzen, B(a)P).

Hodnocení zdravotních rizik bývá v současné době nejčastěji realizováno jako součást hodnocení vlivů záměru na obyvatelstvo, resp. veřejné zdraví dle zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů a dále v některých specifických případech (posouzení rizika na žádost příslušné Krajské hygienické stanice, hodnocení oprávněnosti stížností občanů apod.).

Podkladem pro hodnocení zdravotních rizik jsou modelové výpočty rozptylové a hlukové studie.

Literatura

- [1] MŽP. *Hluk v životním prostředí*. 2. vyd. Praha : ročník XII, číslo 2/2005.
- [2] MARHOLD, J. (1986): *Přehled průmyslové toxikologie. Organické látky*. Avicenum, Praha 1986.
- [3] MARHOLD, J.: *Přehled průmyslové toxikologie. Organické látky*. Avicenum, Praha 1986.
- [4] PROVAZNÍK, K. a kol. (2000): *Manuál prevence v lékařské praxi, VII Základy hodnocení zdravotních rizik*. SZÚ, Praha 2000.
- [5] BAREK J., BENCKO V., CVAČKA J., ŠUTA M. Znečištění životního prostředí automobilovými emisemi. *Chemické listy* 92, 794 -798 (1998)
- [6] Nařízení vlády č. 597/2006 Sb.

Environmentální kapacita pozemních komunikací

Miloslav Řezáč

*Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-TU Ostrava
L. Podestě 1875, Ostrava*

e-mail: miloslav.rezac@vsb.cz

Abstract

This article deals with possibility of process procedure for the complex assessment of the negative effects of transport on the surrounding of line and surface traffic building, which it would be evaluate individual factors and their synergistic causation. The Integrated practice would be diagnosis for the specialists of construction scope (preparation, realization, mending), workers of the environment conservation, health protection, executive officer and others interested persons.

1. Teorie environmentální kapacity

Prudký nárůst dopravy přináší sebou i významné environmentální dopady na globální i lokální úrovni. Doprava na pozemních komunikacích představuje riziko překročení environmentální kapacity oblasti, kterou prochází. Na životní prostředí působí řada negativních vlivů, vyvolaných dopravou (hluk, vibrace, zplodiny, prašnost a další) a to jak jednotlivě, tak i spolupůsobením.

Environmentální kapacita závisí na typu krajiny a neměla by být překračována negativními vlivy např. z dopravy, ale ani v synergii s jinými zdroji. Je možno předpokládat hypotézu, že nepřekročí-li se environmentální kapacita každého jednotlivého prvku oblasti, nepřekročí se ani celková environmentální kapacita oblasti a bude zabezpečen její trvalo udržitelný rozvoj.

Pro stanovení environmentální kapacity dopravní infrastruktury daného území je potřebné definovat environmentální kapacitu pozemní komunikace (PK), železnice, letiště, světelně řízené křižovatky, parkoviště, atd. Kapacitu pozemní komunikace je možno obecně popsat hodnotou, do které je pozemní komunikace schopná umožnit dopravní pohyb za daných okolností.

Tato definice umožňuje různé použití slova „kapacita“

- ekonomická kapacita PK
- dopravní kapacita PK
- environmentální kapacita PK

Zatímco dopravní kapacita je pojem známý a jeho stanovení se věnuje relativně dostatečná pozornost, zejména termín environmentální kapacita není dosud u nás používán (i když není neznámý), protože pro něj nejsou stanovená kritéria a podmínky používání.

Koncepce environmentální kapacity vychází je v souladu se zásadou udržitelného rozvoje, že činnost, kterou tento rozvoj vyžaduje, nesmí přesáhnout únosnou kapacitu životního prostředí. Považujeme-li za tuto činnost v daném území dopravu po pozemních komunikacích, potom je cílem stanovit hranice, kdy nepřesáhneme jejich environmentální kapacitu.

Environmentální kapacita pozemní komunikace je pojem, který byl obvykle aplikovaný při plánování dopravních skeletů a tras komunikací, které ovlivňují převážně osídlené oblasti. Byla popisována jako schopnost komunikace přenést

dopravu dynamická a statickou s ohledem na potřebu udržet vybrané (zvolené) environmentální standardy.

Dopravní inženýr tak musí řešit problém zajistit na uvažované komunikaci kapacitu pro výhledovou velikost dopravního proudu vozidel a zároveň nepřekročit stanovenou kapacitu environmentální. Například [4] zahrnuje termín „ekologická kapacita komunikace“, definovaná jako „povolená maximální intenzita jejího výhledového zatížení za uvažovaných geometrických a dopravních podmínek (rychlost a skladba dopravního proudu vozidel apod.), při které ještě nejsou překročeny limitní hodnoty negativních účinků z dopravy (hluk, emise, vibrace) životního prostředí v okolí komunikace“.

Pojmy „ekologická kapacita PK“ a „environmentální kapacita PK“ je možno považovat za rovnocenné - jejich správné použití zatím není jednoznačné – v zahraniční literatuře převládá pojem environmentální kapacita.

Dále se uvádí, že „kapacita navrhované komunikace musí být větší než její předpokládané návrhové zatížení a nemá se při jejím dosažení překročit ekologická kapacita“.

Pro výpočet ekologické/environmentální kapacity neexistuje žádný postup, který by řešil komplexní hodnocení vlivu komunikace na její okolí zahrnutím většiny vlivů jedním algoritmem nebo sumární kritériální hodnocení.

2. Podklady pro výpočet environmentální kapacity

Z hlediska uvedené definice environmentální kapacity PK je zřejmé, že pro stanovení environmentální kapacity je potřebné určit i kritickou úroveň (limitní hodnoty) znečištění (příp. dalších negativních jevů), která je definovaná jako maximální povolená hladina znečištění - emisní standard - hluku, exhalátů, vibrací z hlediska bezpečnosti a pohody chodců a cyklistů a vizuálního rušení, jejichž zdrojem je pozemní komunikace - doprava na ní. Environmentální standardy přípustné v dané lokalitě se mohou podstatně měnit v závislosti na času, typu pozemní komunikace apod.

Na určení environmentální kapacity PK je tedy potřebné určit celkové emise znečištění, generované všemi faktory spojenými s pozemní komunikací, přičemž cílem je stanovit environmentální kapacitu různých typů pozemních komunikací - určit dopravní podmínky - kvantifikovat dopravní charakteristiky při kterých je dosažena environmentální kapacita pozemní komunikace. Obecně je možno formulovat:

$$EKPK = f(H, E, V, N) \quad (1)$$

kde

EKPK - environmentální kapacita PK - nejvyšší intenzita hodnocené pozemní komunikace (voz/h/profil) při které ještě nejsou překročeny limitní hodnoty hluku a zároveň exhalátů a zároveň vibrací v jejím okolí

H - hluk z dopravy

E - emise z dopravy

V - vibrace z dopravy

N - dopravní nehodovost

Praktické naplnění takto definované funkce environmentální kapacity pozemní komunikace si vyžaduje stanovení konkrétního matematického postupu. Výsledkem bude výpočet dopravního zatížení jako parametru ekologické/environmentální kapacity pozemní komunikace při stanovených kritériích.

3. Hluk jako jeden z limitujících faktorů environmentální kapacity pozemních komunikací

Jedním z faktorů je hluk, který byl vybrán jako představitel negativního působení dopravy na okolí liniových či plošných dopravních staveb. Popisem výskytu hluku ve venkovním prostoru – dopravního, průmyslového a komunálního - se zabývá urbanistická akustika. Akustická situace je dána znalostí o prostoru a času působení všech zdrojů akustické energie. Praktické možnosti omezují získat a ve výpočtu využít neúměrného množství informací, proto se akustická situace ve venkovním prostoru charakterizuje do modelově:

- A – v sídlech s vysokým stupněm motorizace dominuje v denní době silniční provoz, s výjimkou lokalit v blízkosti výrazných zdrojů hluku, respektive s výjimkou míst, jež jsou ovlivňována přelety letadel či jízdou dopravních prostředků kolejové dopravy.
- B – při zvětšující se vzdálenosti observačních míst od pozemních dopravních cest začínají převládat účinky lokální zdroje hluku – komunální aktivity, provoz průmyslových zařízení atd.
- C – v noční době dochází v důsledku poklesu intenzity provozu na pozemních dopravních cestách k přechodu od výskytu liniových zdrojů hluku (souvislý dopravní proud) ke zdrojům bodovým (jednotlivé dopravní prostředky).
- D – součtem (superpozicí) akustických účinků uváděných zdrojů akustické energie (hluků) vzniká akustická situace (pole), která je závislé na typech a době výskytu zdrojů hluku.

Závažnost zdrojů hluku z dopravy je dána možností působení v kterékoli denní či noční době, přičemž díky své mobilitě dostanou co nejbližší k místům pobytu lidí (bytům, školám, zdravotnickým zařízením).

Hladina hluku generovaného dopravou na PK závisí na mnoha faktorech a je možné ji vypočítat podle různých modelů s rozdílnou přesností. Je nutné vytvořit model, který by umožňoval výpočet hluku z dopravy pro všechny možné kombinace geometrických a dopravních podmínek všech typů PK.

Tento požadavek naznačuje, že najít takový, který by umožňoval přesný výpočet hluku na místních komunikacích (vliv na obyvatelstvo) je náročné, protože provoz na místních komunikacích zahrnuje různé režimy a jejich matematický popis je komplikovaný. Hladina hluku je přímo výsledkem vztahu hluku a dopravních charakteristik pozemních komunikací. Hladina hluku v okolí komunikací je výsledkem vztahu hluku a dopravních charakteristik pozemních komunikací.

Při stanovení environmentální kapacity pozemní komunikace z pohledu hluku budeme vycházet z u nás platného výpočtového modelu podle [2] ve smyslu novely metodiky a platné legislativy pro ochranu životního prostředí a zdraví obyvatel.

Pro základní dopravno-urbanistickou situaci můžeme stanovit:

1. environmentální kapacitu v referenční vzdálenosti 7,5 m od zdroje hluku
2. environmentální kapacitu v posuzované vzdálenosti se zahrnutím korekcí (útlumu hluku), které zohledňují
 - terén mezi zdrojem a referenčním bodem pohltivý/odrazivý,
 - šířku komunikace,
 - délku úseku komunikace,

- útlum hluku nízkou zástavbou,
- útlum hluku překážkou nebo konfigurací terénu,
- vliv přilehlé souvislé zástavby,
- narušování plynulosti dopravního proudu,
- vliv zeleně,
- případně další prokazatelné vlivy mohou měnit hladinu hluku ze zdroje

Vzhledem k odlišným limitním hodnotám hladin hluku v průběhu dne (den/noc), bude i environmentální kapacita PK odlišná pro den/noc. Výsledná hodnota environmentální kapacity PK je vždy nižší z nich - u řady typů PK jsou limitní hodnoty hluku překračovány v noční době. Problémem, který ve vztahu k výpočtu environmentální kapacity PK možno označit, je kvantifikování dopravních charakteristik pro výpočet environmentální kapacity a jeho sladění s postupy výpočtu (dopravní) kapacity PK. Hlavní problémy:

- stanovení hodinové intenzity dopravy – přepočty na intenzitu den/noc vychází z hodnoty ročního průměru denních intenzit (RPDI)
- přepočet přípustné intenzity v celém profilu pozemní komunikace (resp. pro jeden, více zatížený směr/jeden jízdní pruh)
- sladění výpočtu s požadavky na kvalitu pohybu dopravního proudu (DP) - funkční úroveň PK
- definování (kvantifikace) korekcí (útlumu hluku), které mohou při specifické dopravně-urbanistické situaci environmentální kapacitu PK zvýšit - změna jedné dopravní charakteristiky způsobí změnu všech ostatních a následně vyvolá i okamžitou změnu charakteru hluku.

Z hlediska efektivního využití investice na výstavbu PK při zachování její dopravně-technické úrovně by měl platit požadavek vyjadřující vztah mezi EKPK a kapacitou PK:

$$x_n > I_p \quad (2)$$

kde:

x_n - intenzita dopravy, při které se dosáhne v posuzovaném bodě limitní úrovně akustického tlaku,

I_p - hodinová dopravní kapacita PK

Když je podmínka dána vztahem (2) splněna, environmentální kapacita PK z hlediska hluku je dostatečná a posuzovaný rozsah dopravy na předemném úseku PK nebude nadměrně zatěžovat svoje okolí, v opačném případě budou přípustné hladiny hluku překročeny.

Při všech úvahách je třeba si uvědomit, že když hovoříme o dopravní kapacitě PK, máme na mysli její kapacitu za daných dopravních a geometrických podmínkách - to znamená rychlosti DP, skladby DP a podmínky samotné komunikace.

4. Další limitující faktory environmentální kapacity pozemních komunikací

Vibrace z dopravy na pozemních komunikacích patří mezi výrazně negativní účinky, které působí na bezprostřední okolí. Provozem dopravních prostředků jsou vyvolávány otřesy a vibrace jako důsledek změn dotykových sil mezi koly vozidel

a povrchem vozovky; vybuzují napěťové vlny, které se šíří do okolního prostředí. Výraznou charakteristikou vibrací (otřesů z dopravy) je, že:

- mají náhodný nepravidelný charakter s délkami vln v rozmezí od 2 až 10 m, při amplitudách posunutí 20 mikrometrů,
- člověk je pociťuje subjektivně jako nepříjemné a v některých případech se projevují nepříznivými účinky na lidském zdraví,
- v okolí komunikací dopravně zatížených těžkými vozidly působí prakticky nepřetržitě; při denní intenzitě 2000 vozidel lze roční zatížení okolí komunikace odhadnout podle podílu těžkých vozidel v dopravním proudu na 62 až 80.106 kmitů,
- zrychlení těchto otřesů dosahují takových hodnot, že vyvolávají vnitřní změny ve hmotách otřásaných objektů, snížení jejich pevností a krácení jejich životnosti, popř. až ohrožení jejich stability,

Účinky vibrací na okolí, vyvolané dopravou a jejich velikost, jsou dány skladbou dopravního proudu, stavem a konstrukcí vozovky (trati), kvalitou povrchu, podmínkami pro šíření vln půdou, stavebním uspořádáním objektů apod.

Nejvyšší přípustné vážené hodnoty zrychlení vibrací a otřesů ve stavbách stanoví nařízení vlády 502/2000 Sb. ve smyslu nařízení vlády č. 148/2006 Sb.

Emise - složení a množství výfukových plynů je závislé na druhu motoru (zážehový, vznětový), na dalších konstrukčních parametrech vozidel, na pracovním režimu motoru, na složení pohonných látek apod. Tyto škodliviny nepůsobí samostatně, ale v kombinaci jako vznikající spaliny ve spalovacím motoru. Z látek emitovaných motorovými vozidly se spalovacími motory je možno jmenovat oxid uhelnatý (CO), který se vytváří v průběhu spalování při nedostatku kyslíku. Vznik uhlovodíků (C_xH_y) je vyvolán neúplným spalováním paliva, případně oleje v motoru. Zkoumána je otázka karcinogenity některých emitovaných polycyklických uhlovodíků. Z oxidu dusíku (NO_x) emitují spalovací motory, především oxid dusnatý, jako produkt spalování paliva ve vzduchu při vysokých teplotách. Oxid dusnatý v ovzduší rychle reaguje na oxid dusičný, který je považovaný za jedovatý a působí dráždivě na sliznice očí a horních cest dýchacích.

Jako doporučení ke snížení absolutního množství emisí lze uvést plynulost dopravy (koordinace křižovatek), rovinnost tras a rozmístění a výšku zástavby.

Nehodovost – vyhodnocení celospolečenských ztrát způsobených nehodovostí v silničním provozu je prováděna technikou přímého zjišťování nákladů na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), vyšší sociální výdaje a hmotných škod. Pro ocenění ztrát na produkci bylo použito tzv. hrubého výnosu, tj. výše hrubého domácího produktu na obyvatele. Jsou to náklady přímé, které mají přímý dopad na výdaje státního rozpočtu.

Do ztrát nejsou zahrnuty subjektivní škody, mezi které patří bolest, utrpení, šok, ztráta naděje na dožití, ztráta životní pohody a obvyklého způsobu života, narušení rodiny a jiné, zpravidla nenahraditelné škody. Výše ocenění subjektivních škod je obtížně srovnatelná a monetárně nemůže být spolehlivě vyjádřena, i když je minimálně stejně závažnou stránkou tragédie dopravních nehod jako jejich ekonomické důsledky.

5. Závěr

Škála faktorů negativně ovlivňující okolí dopravních cest a staveb může být daleko širší, dokážeme-li vyjádřit zákonitosti působení na životní prostředí, případně jejich spolupůsobení s dalšími faktory, zhoršujícími životní prostředí. Právě tak může být výsledek přesnější, což vede ke zvýšení náročnosti řešení úkolu. Vzhledem k tomu, že v mnoho případech jde o prognózu řady prvků systému:

- trasa budoucího dopravního spojení
- budoucí dopravní zatížení dopravní cesty či plochy
- budoucími dopravními prostředky s kvalitativně lepšími technickými parametry

se domnívám, že by měl postup být úměrně náročný na rozsah a přesnost dat, jakož i na zpracování. Pro stanovení environmentální kapacity pozemní komunikace (a obecně jakékoli dopravní cesty či zařízení) by měla být sestavena jednoduchá pomůcka zahrnující v jednom postupu spektrum faktorů negativních vlivů na okolí těchto staveb. Její využití by mělo opodstatnění a využití pro odborníky stavební sféry (příprava, realizace, správa), pracovníky ochrany životního prostředí, ochrany zdraví, úředníky státní správy případně i pro zájemce z řad veřejnosti.

Literatura

- [1] SALAIOVÁ, B. Dopravno-inžinierske charakteristiky pre zvýšenie dopravno-technickej úrovne pozemných komunikácií. In *Habilitační práce, Technická univerzita, Stavebná fakulta* Košice, 2008.
- [2] LIBERKO, M. Metodické pokyny pro výpočet hladin hluku z dopravy. VÚVA Brno, 1991
- [3] KOZÁK, J., LIBERKO, M. Novela metodiky pro výpočet hluku ze silniční dopravy, MŽP 1996
- [4] STN 73 6110 Projektovanie miestných komunikácií
- [5] Zákon o péči o zdraví lidu č. 290/2002 Sb.
- [6] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- [7] Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod. Centrum dopravního výzkumu, Brno, 2001.

Lokality vážky hnědoskvrnné (*Orthetrum brunneum*) na upravených vodotečích u tělesa dálnice D11 Praha – Hradec Králové

Jiří Rejl

Městský úřad Přelouč, odbor životního prostředí

Masarykovo náměstí 25, 535 01 Přelouč

U Vodárny 46, 533 52 Srch

e-mail: jiri.rejl@mestoprelouc.cz, calopteryx@seznam.cz

Vážka hnědoskvrnná - *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837) je převážně nížinný, teplomilný druh s jihopalearktickým areálem, rozšířený od Středomoří a severní Afriky na východ po Kašmír a Mongolsko [1].

HANEL a ZELENÝ [2] jej hodnotí jako pionýrský druh, osidlující osluněné menší vodní plochy, zavodňovací kanály a pomalu tekoucí říčky.

Vážka hnědoskvrnná (*Orthetrum brunneum*) je v aktualizované verzi Červeného seznamu vážek ČR [2] vedena mezi ohroženými druhy. V rámci České republiky patří mezi vzácné druhy. Na území východních Čech respektive v Královehradeckém kraji byl její výskyt doložen teprve v roce 2001 [4], od té doby byla na území kraje zjištěna na více lokalitách [3]. Na území Pardubického kraje dodnes nebyl její nález popsán.

Dne 12.8.2008 při terénní exkurzi podél dálnice D11 Praha – Hradec Králové jsem pozoroval na upraveném korytě vodního toku Pamětník vážku (mapový čtverec 5859c). Jednalo se o vážku hnědoskvrnnou. Její determinace je nezaměnitelná: hruď i zadeček je modře ojiněn, plamka hnědá, čelo bílé.



Obr. 1 Vážka hnědoskvrnná (*Orthetrum brunneum*) - hruď a zadeček modře ojiněn, plamka hnědá, čelo bílé

Dalšími lokalitami, kde jsem uvedený druh ten den pozoroval, byl exit Lázně Bohdaneč – Chlumec nad Cidlinou a výtok z Chýštského rybníka (stejný mapový čtverec jako u první lokality 5859c).

Tok Pamětníku a výtok z Chýštského rybníka jsou upraveny vyspárovanou skládanou žulou, v případě exitu byly použity na dně betonové tvarovky břehy neshovány a ohumusovány. Ve všech případech byl na dně jemný nános bahna. Vážky byly pozorovány pouze v místech nových úprav.



Obr. 2 Výtok z Chýštského rybníka



Obr. 3 Upravené koryto Pamětníku severozápadně od obce Klamoš

Zjištěné lokality s výskytem vážky hnědoskvrnné (*Orthetrum brunneum*) odpovídají ekologickým nárokům tohoto druhu. Lokalita výtok z Chýštského rybníka je první lokalitou na území Pardubického kraje, kde byl tento druh nalezen. Zbývající dvě lokality se nacházejí na území Královéhradeckého kraje a jde o první nálezy v jeho západní části [3].

Literatura

- [1] ASKEW R.R. The Dragonflies of Europe. Colchester, Haley Books, 1988, 291 pp.
- [2] HANEL L., ZELENÝ J. *Vážky (Odonata): výzkum a ochrana*. Český svaz ochránců přírody, základní organizace Vlašim, 2000.
- [3] MOCEK B., MIKÁT M., ČÍP D. Významné a zajímavé nálezy vážek (Insecta, Odonata) z regionu východních Čech. In *Vážky 2005 : Sborník referátů VIII. celostátního semináře odonatologů ve Žďárských vrších*. [23.06.2005-26.06.2005]. ZO ČSOP Vlašim, 2006. ISBN 80-86327-52-3.
- [4] REJL J., MIKÁT M. Vážka hnědoskvrnná - *Orthetrum brunneum* (Fonscolombe, 1837) (Odonata, Libellulidae) – nový druh vážky pro východní Čechy. *Acta musei Reginaehradecensis* s.A., roč. 29, s. 81-82.

Mostní konstrukce na dálnici D11 Praha – Hradec Králové – nová hnízdní stanoviště pro některé druhy ptáků

Jiří Rejl

Městský úřad Přelouč, odbor životního prostředí

Masarykovo náměstí 25, 535 01 Přelouč

U Vodárny 46, 533 52 Srch

e-mail: jiri.rejl@mestoprelouc.cz, calopteryx@seznam.cz

Pro úspěšné hnízdění ptáků musí být splněny vždy dvě základní podmínky. První z nich je vhodné hnízdní stanoviště podle ekologických nároků jednotlivých druhů (keř, dutý strom, výklenek ve skále atd.). Druhou je dostatek potravní nabídky.

V případě oblasti, kterou byla vedena trasa dálnice D11, před výstavbou bylo dostatek malých vodotečí a účelových komunikací s doprovodnou zelení, které splňovaly druhou podmínku tj. potravní nabídku. K zahnízdění některých druhů ptáků chyběly vhodné hnízdní příležitosti, které byly vytvořeny výstavbou mostních konstrukcí právě přes vodní toky a účelové komunikace.

Při terénních exkurzích v trase dálnice D11 v hnízdní sezóně jsem svoji pozornost věnoval hnízdnímu výskytu ptáků na mostních konstrukcích v úseku Sedlice - Sány.

Mostní konstrukce mají velké množství dutin, polodutin, mostní konstrukce menších rozměrů imitují chodby nebo průjezdy.

Nejhojnějším hnízdním druhem byl konipas bílý (*Motacilla alba*), hnízdění bylo zjištěno na 8 místech. Druhým nejhojnějším hnízdním druhem byl konipas horský (*Motacilla cinerea*). Hnízdění bylo prokázáno na 4 lokalitách (přemostění Černské struhy u Osiček, most přes účelovou komunikaci jižně od obce Lučice, most přes meliorační příkop západně od Žiželic, most přes Sánskou Bačovku). Posledním zjištěným hnízdním druhem je vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*). Tři hnízda byla nalezena pod mostkem přes meliorační příkop jihovýchodně od Žiželic.

Mezi zajímavá ornitologická pozorování lze zařadit pozorování písíka obecného (*Actitis hypoleucos*) 8.7.2008 na bahnitých náplavech upravené Černské struhy u Osiček a pozorování volavek bílých (*Egretta alba*) 21.9.2008 při lovu cca 30 m od tělesa dálnice západně od Žiželic.

Literatura

- [1] ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., HUDEC K. *Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003*. Aventinum, Praha, 2006.



Obr. 1 Most přes Černskou struhu – jedna z hnízdních lokalit konipasa horského (*Motacilla cinerea*)



Obr. 2 Konipas horský (*Motacilla cinerea*) při sběru potravy na břehu usazovací nádrže u druhé hnízdní lokality (most přes účelovou komunikaci jižně od obce Lučice)



Obr. 3 Mostek s hnízdy vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) přes meliorační příkop jihovýchodně od Žiželic.



Obr. 4 Hnízdo vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*) pod mostkem přes meliorační příkop jihovýchodně od Žiželic

Kolik nehod způsobí únava a spánek za volantem?

Ing. Renata Fabelová

Poradna pro poruchy spánku a spánková laboratoř unimedis

Kubelíkova 43, Praha 3

e-mail: r.fabelova@seznam.cz

Odborníci varují před zvyšujícím se počtem nehod v důsledku únavy a mikrospánku. V policejních statistikách roku 2007 byla únava označena jako přímá příčina dopravních nehod v 856 případech. Ve skutečnosti se únava podílí i na jiných příčinách dopravních nehod, jakým je nevěnování se řízení vozidla 32.558 nehod za rok 2007, nedání přednosti v jízdě 32.179 nehod v roce 2007 a dalších.

Dle statistik amerického dopravního institutu National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) v rámci zjišťování 55 % dotazovaných řidičů odpovědělo, že v průběhu minulého roku řídili, i když byli unaveni. Pokud řidiči hodnotili celou dobu své řídičské praxe, tak 23 % řidičů za volantem usnulo, ale nehavarovalo; 3 % řidičů usnula a havarovala a u 2 % byla příčinou havárie ospalost.

Únava a ospalost při jízdě způsobuje v USA více než 100.000 havárií ročně, což má za následek 40.000 zranění a 1.550 úmrtí.

"Kromě nespavosti je hlavní příčinou denní únavy a mikrospánků obstrukční spánková apnoe (OSA), projevující se chrápáním a zástavami dechu během spánku. Obstrukční spánkovou apnoei trpí až 10 % populace, především muži." řekl MUDr. Martin Pretl, CSc., lékař Spánkové laboratoře unimedis.

Mnozí řidiči podceňují přípravu na jízdu. Odborníci doporučují odpočinout si především před delší jízdou, volit vhodný čas, ponechat si časovou rezervu a odpočívat i v průběhu delší jízdy.

Chrápáte a partner Vás upozornil, že občas během chrápání přestáváte dýchat? Jste přes den unaveni v důsledku nekvalitního spánku a klesá Vaše pracovní výkonnost?

1. Obstrukční spánková apnoe (OSA)

Výskyt, projevy onemocnění

Onemocnění postihuje cca 10% populace, více jsou postiženi muži. Ve středním a vyšším věku je toto onemocnění velmi časté, neoficiálně se udává, že jím trpí zhruba polovina mužů ve věku nad 50 let. OSA se projevuje zástavami dechu (apnoemi) během spánku, které jsou ukončeny hlasitým zvukem, zachrápáním. Pokud se tato situace opakuje minimálně 5x za hodinu, jedná se o onemocnění. Čím je počet apnoí větší, tím stoupá zdravotní riziko. Po ránu se dostavuje pocit nevyspalosti, sucha v ústech. Přes den dominuje snížená výkonnost, únava až poklímávání v klidu i při monotónní činnosti, u těžšího OSA jedinci usínají nečástečně i během aktivní činnosti (jednání, řízení auta). S uvedenými příznaky často souvisí i zhoršená nálada.

Příčina onemocnění, důsledky

OSA je spojena s nadváhou a obezitou. V jejím důsledku dochází ke zbytnění tkání v oblasti dýchacích cest, které během spánku ztrácejí přirozeně své napětí a dýchací cesty se zužují. Pokud je „tkání více“ zúžení je větší a může dojít až k úplnému uzávěru dýchacích cest na úrovni hltanu. Nastává apnoická pauza. Pokud neproudí vzduch do plic, nedochází k okysličení krve a to vede po určité době ke krátké (mikro)probouzecí reakci, spojené s hlubokým nádechem, zachrápáním a přechodným zvýšením srdeční frekvence. Po několika vteřinách pacient opět usíná, takže probouzecí reakci většinou nezaznamená. Protože se mikroprobuzení však opakují, nedochází k prohloubení spánku – je nutné k regeneraci organismu a pocitu osvěžení. Proto dominují stesky na neosvěženost, únavu a usínání. Hlavním důvodem, proč musí být OSA léčen, je však jeho příčinný stav k rozvoji vysokého tlaku a onemocněním srdce a cév (včetně cévních mozkových příhod).

Léčba

Podle počtu apnoických pauz připadá nejčastěji u lehčích případů v úvahu léčba chirurgická – zkrácení měkkého patra. U těžších případů je suverénní metodou léčba pomocí kontinuálního přetlaku v dýchacích cestách (CPAP) – pomocí přístroje a nosní masky je v dýchacích cestách vytvářen přetlak, v jehož důsledku nedochází k jejich uzávěru. Pacient se dobře vyspí a po celý den je prost dříve udávaných příznaků. Léčba je dobře tolerována i přes mnohdy prvotní negativní reakce pacienta.

Závěrem

Z předložených faktů vyplývá nutnost léčby OSA. Prvotní příčinou bývá nejčastěji nespokojenost ložnicového partnera s hlasitým chrápáním. Socioekonomické důsledky (únava, nevykonnost, usínání, špatná nálada) a zdravotní důsledky (kardiovaskulární riziko) předurčují onemocnění k bezodkladnému řešení, zvláště když nepatří k medicínsky nejsložitějším a nejnákladnějším a pro pacienta přináší rychlý efekt.

Máte potíže s usínáním, spíte přerušovaně nebo se brzy probouzíte?

2. Insomnie – nespavost

Výskyt, projevy onemocnění

S nespavostí se setkal téměř každý z nás. Chronickými problémy trpí kolem 10-15 % populace, poslední dobou toto číslo spíše narůstá. Insomnie se projevuje neschopností usnout, přerušovaným spánkem a časným probouzením. V důsledku uvedených skutečností jsou nespavci ráno nevyspalí a neodpočatí a tento stav přetrvává nebo se zhoršuje během dne. Typická je i předrážděnost, snížený výkon. Pokud si jdou přes den lehnout, neusnou, většinou však ospalost není dominujícím příznakem nebo se nevyskytuje vůbec.

Příčiny onemocnění, důsledky

Nespavost se může vyskytovat samostatně i být důsledkem jiného onemocnění (sekundární nespavost). Nejčastější příčinou nespavosti je stres, který působí buď krátkodobě nebo i po delší dobu. Často propuká nespavost i po bezvýznamném stresu, události, kterou za jiných okolností běžně zvládáme. To, že organismus reaguje na nepříjemnou událost nespavostí není neobvyklé. Po jejím odeznění by se však měl stav navrátit do normálních kolejí. Pokud k tomu nedojde, stává se člověk nespavcem. Dochází k zafixování nesprávných spánkových návyků, které ještě dále napomáhají dalšímu rozvoji nespavosti. Pokud je nespavost zapříčiněna jiným onemocněním (bolest, deprese, ...) je nutno odstranit vyvolávající příčinu. U části pacientů jsou příčiny jejich problémů kombinované.

Léčba

V terapii nespavosti se uplatňuje odstranění vyvolávajících příčin. Toho lze dosáhnout odpovídající léčbou daného problému. Psychické problémy, které vyvolávají nespavost jsou odstranitelné psychoterapií (kognitivně-behaviorální terapie), která se zaměřuje jednak na navození správných stereotypů chování, které jsou nutné k usnutí (spánkové hygieny), jednak na potlačení myšlenek a asociací, které zabraňují usnutí. Terapie může být kombinována ještě pomocí medikace (nebenzodiazepinová hypnotika, antidepressiva).

Závěrem

Nespavost je závažným zdravotním i socioekonomickým problémem. Nevyspalost negativně ovlivňuje jednak pracovní výkon a nepříjemnosti, které následně z uvedeného vznikají (socio-ekonomické důsledky), jednak působí na psychiku člověka a tím je dán její vliv zdravotní. Včasné řešení stavu napomáhá ke zmírnění uvedených důsledků.

ODBORNÉ OBLASTI VÝZKUMU



Divize rozvoje dopravy (D1)

- Oblast koncepce rozvoje dopravního sektoru
- Oblast silniční, integrované a kombinované dopravy
- Oblast dopravní informatiky a GIS
- Oblast dopravní telematiky
- Oblast nemotorové dopravy
- Oblast civilního letectví
- Oblast průřezových problémů v dopravě

Divize dopravní infrastruktury a životního prostředí (D2)

- Oblast systémů hospodaření, technologií a diagnostiky
- Oblast výzkumu, hodnocení a řízení rizik
- Oblast materiálů
- Oblast geotechniky
- Oblast environmentalních aspektů dopravy

Divize bezpečnosti a dopravního inženýrství (D3)

- Oblast politiky a strategie bezpečnosti SP
- Oblast statistických analýz a dopravních průzkumů
- Oblast dopravního inženýrství
- Oblast výchovy a vzdělávání v dopravě
- Oblast sociologie v bezpečnosti silničního provozu
- Oblast psychologie v bezpečnosti silničního provozu
- Oblast analýzy dopravních nehod
- Oblast právní

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

tel.: 548 423 711

e-mail: cdv@cdv.cz

WWW.CDV.CZ



DIVIZE ROZVOJE DOPRAVY (D1)



Divize provádí své hlavní činnosti výzkumné, expertní a servisní činnosti pro MD a další organizační složky státu nebo územní samosprávné celky. Provádí výzkum v oblasti koncepční činnosti při rozvoji dopravního sektoru, silniční, integrované a kombinované dopravy, dopravní informatiky a telematiky, nemotorové dopravy, civilního letectví a průřezových problémů v dopravě.



Ve své další činnosti poskytuje konzultační, informační poradenské a servisní činnosti ostatním subjektům působícím v odvětví dopravy:

- » tvorba dopravní politiky, expertní posudky rozvojových záměrů dopravy pro všechny její obory
- » zkoumání dopravní obsluhy regionů a navrhuje řešení této problematiky a její optimalizaci
- » zajišťování podkladů pro koordinaci státního a resortního statistického zjišťování MD
- » sleduje a vytváří nejnovější trendy vývoje na poli inteligentních dopravních systémů (ITS)
- » osvětový program praktických návrhů podpory nemotorové dopravy, ať už na úrovni státní správy, samosprávy či zájmové sféry
- » problematika civilního letectví a jeho postavením ve vztahu k ostatním druhům dopravy
- » řešení průřezových problémů ekonomiky dopravy a vyvíjí koncepční činnost při plánování výzkumu v této oblasti

Oblasti divize

- Oblast koncepce rozvoje dopravního sektoru
- Oblast silniční, integrované a kombinované dopravy
- Oblast dopravní informatiky a GIS
- Oblast dopravní telematiky
- Oblast nemotorové dopravy
- Oblast letecké dopravy
- Oblast průřezových problémů



PRACOVNÍSTĚ DIVIZE ROZVOJE DOPRAVY

Líšeňská 33a
636 00 Brno

Thámová 7
186 00 Praha

Krapkova 3
779 00 Olomouc

Ing. Pavel Šoukal, CSc.

Líšeňská 33a, Brno 636 00

tel.: 548 423 759

e-mail: pavel.soukal@cdv.cz

WWW.CDV.CZ



DIVIZE DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (D2)



Problematika dopravní infrastruktury

Činnost divize navazuje na více než padesátiletou tradici výzkumu v oblasti pozemních komunikací a letištních ploch. V současné době řeší výzkumné úkoly zaměřené na racionalizaci návrhu, výstavby, údržby a oprav pozemních komunikací, drážních staveb a mostních objektů. Zároveň zpracovává podklady pro technickou politiku, diagnostiku a hodnocení provozně technických podmínek. Věnuje se rovněž legislativě, standardizaci a technickým předpisům v oboru dopravní infrastruktury.



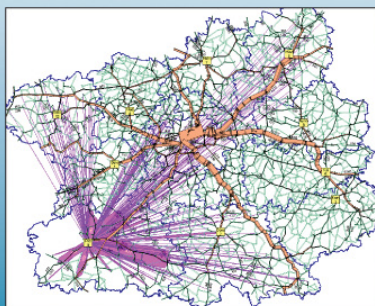
Součástí divize jsou **Laboratoře dopravní infrastruktury a životního prostředí** akreditované pro provádění souboru zkoušek testování betonu v čerstvém i ztvrdlém stavu, malt v ztvrdlém stavu a vybraných zkoušek zemin a povrchových vlastností vozovek.

Problematika životního prostředí

Navazuje na dlouholetou výzkumnou a odbornou činnost v oblasti hodnocení dopadů dopravy na životní prostředí. Je zaměřena především na řešení problematických oblastí jako jsou: komunikace s intenzivní dopravou, městské aglomerace a území se zvláštním režimem ochrany, systematický výzkum a trvalý monitoring zátěže životního prostředí dopravou, stanovení hodnot vybraných indikátorů, vyhodnocení jejich trendů, tvorbu metodických postupů a návrh konkrétních realizačních opatření, vedoucích ke snížení zátěže na jednotlivé složky životního prostředí a zdraví člověka, zpracovávání podkladů pro legislativu, politiku a standardizaci technických předpisů.

Pro komplexní hodnocení vlivů dopravy na životní prostředí jsou využívány Laboratoře analýz životního prostředí vybavené špičkovou přístrojovou technikou. Vybavení umožňuje stanovovat organické látky s nejzávažnějšími dopady na životní prostředí a zdraví člověka, zejména pevné částice suspendované v ovzduší a škodlivé látky na ně vázané, včetně vyhodnocení jejich toxických, genotoxických a karcinogenních účinků.

Oblasti divize



- Oblast materiálů
- Oblast geotechniky
- Oblast systémů hospodaření, technologií a diagnostiky
- Oblast modelování dopravy a emisí
- Oblast hodnocení a řízení rizik
- Oblast environmentální akustiky, alternativních paliv a pohonů

PRACOVISŤE DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURY

Olbrachtova 1740
666 03 Tišnov

PRACOVISŤE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Křížkova 70
660 89 Brno

Ing. Jiří Jedlička

Líšeňská 33a, Brno 636 00
tel.: 549 429 301
e-mail: jiri.jedlicka@cdv.cz

WWW.CDV.CZ

**CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU**

DIVIZE BEZPEČNOSTI A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ (D3)



Třetí divize CDV zahrnuje řadu odborných oblastí, jejichž integrujícím prvkem je bezpečnost dopravy.

Odborný tým složený z dopravních inženýrů, psychologů, sociologů, urbanistů i pedagogů, umožňuje multidisciplinární přístup k řešeným úkolům.

Divize pokrývá zejména následující problematiky:

- » řešení bezpečnosti silničního provozu na národní, regionální i místní úrovni
- » dopravně bezpečnostní expertízy a analýzy
- » bezpečnostní audity a inspekce včetně řešení nehodových lokalit
- » koncepce dopravních systémů
- » podpora pěší a cyklistické dopravy a osob s omezenou pohyblivostí
- » zklidňování dopravy
- » ekonomické rozborů (CEA, CBA) a vyčíslení škod z nehodovosti
- » dopravní průzkumy a měření charakteristik dopravního proudu
- » humánní aspekty v oblasti bezpečnosti silničního provozu
- » dopravní výchova a vzdělávání všech skupin řidičů včetně následného vzdělávání



Oblasti divize

- Oblast politiky a strategie bezpečnosti silničního provozu
- Oblast dopravního inženýrství
- Oblast statistických analýz a dopravních průzkumů
- Oblast analýzy dopravních nehod
- Oblast sociologie v bezpečnosti silničního provozu
- Oblast psychologie v bezpečnosti silničního provozu
- Oblast výchovy a vzdělávání v dopravě

PRACOVISŤE DIVIZE BEZPEČNOSTI A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Vinohrady 10

639 00 Brno

Ing. Jindřich Frič

Líšeňská 33a, Brno 636 00

tel.: 549 429 368

e-mail: jindrich.fric@cdv.cz

WWW.CDV.CZ

**CENTRUM
DOPRAVNÍHO
VÝZKUMU**