



V. česko-slovenská konference

Doprava, zdraví a životní prostředí

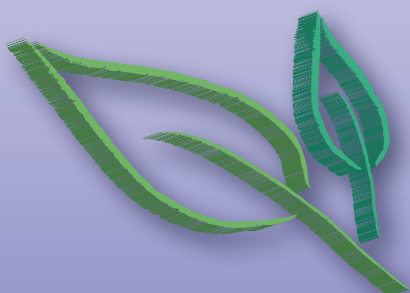
sborník příspěvků

redakce:

Roman Ličbinský

Vilma Jandová

Irena Zedková



Blansko - 31.10. - 2. 11. 2012

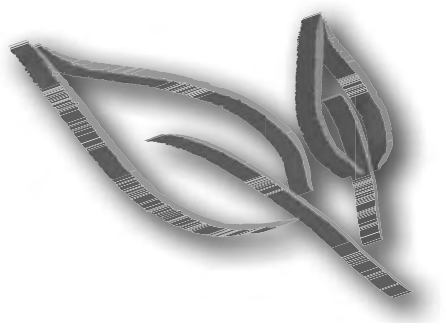
**Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera
České vysoké učení technické v Praze - Dopravní fakulta
Stavebná fakulta Žilinskej univerzity
Český hydrometeorologický ústav
Státní zdravotní ústav**

pod záštitou

**Ministerstva dopravy
Ministerstva zdravotnictví
Ministerstva životního prostředí**

V. česko-slovenská konference

Doprava, zdraví a životní prostředí



Blansko - 31.10. - 2. 11. 2012



Vědecký výbor:

Ing. Jiří Jedlička (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D. (Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.)

Mgr. Robert Spáčil, Ph.D. (Ministerstvo dopravy ČR)

RNDr. Jiří Bendl, CSc. (Ministerstvo životního prostředí ČR)

Doc. Ing. Daniela Ďurčanská, CSc. (Žilinská univerzita)

Ing. RNDr. Jaroslav Rožnovský, CSc. (Český hydrometeorologický ústav)

Doc. Ing. Kristýna Neubergová, Ph.D. (České vysoké učení technické)

MUDr. Jaroslav Volf, Ph.D. (Státní zdravotní ústav)

Doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc. (Univerzita Pardubice)

Autoři příspěvků jsou odpovědní za vědeckou a lingvistickou úpravu textů.

Všechny příspěvky byly zkontrolovány.

Organizační výbor:

Mgr. Ivo Dostál, Ing. Vilma Jandová, Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Mgr. Roman Ličbinský,

Mgr. Irena Zedková, Mgr. Jana Mazálková

Autoři mohou používat jakékoli části svých příspěvků pro budoucí použití bez omezení.

Citace:

LIČBINSKÝ, R., JANDOVÁ, V., ZEDKOVÁ, I., V. česko-slovenská konference „Doprava, zdraví a životní prostředí“. Blansko, 31. 10. - 2. 11., 2012. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2012, s. ISBN

V. česko-slovenská konference „Doprava, zdraví a životní prostředí“

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

Redakce: Roman Ličbinský, Vilma Jandová, Irena Zedková

Počet stran:

Náklad: 100 ks

© Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2012

ISBN

Obsah sborníku:

UDRŽITELNÝ ROZVOJ A DOPRAVA

ALI, H. Studie možností implementace „Hodnocení vlivů na dopravu“ (Traffic Impact Assessment) do procesu posuzování vlivů na životní prostředí v Česku	5
BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H. Analýza vztahu indikátorů aktivní dopravy a zdraví obyvatel v evropských městech	13
JEDLIČKA, J. Udržitelnost v dopravě jako součást hodnocení MA21	21
HAVLÍČEK, M. Vývoj využití krajiny v okrese Hodonín v kontextu vývoje dopravních sítí ...	31
SMEJKALOVÁ, I. Vliv jednotlivých druhů dopravy na utváření sídel v krajině z historického pohledu na příkladu obce Černošic	41
DUFEK, J. Výzkum optimálního rozmístění zachytných parkovišť s ohledem na dopravní vztahy v daném území	49

DOPADY DOPRAVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ZDRAVÍ

POSPÍŠIL, J. Výpočty polí imisního zatížení s využitím pokročilých nástrojů numerického modelování	55
ŘURČANSKÁ, D. Komplexný monitoring ovzdušia v meste	63
TOPINKA, J. Inovativní metody monitorování emisí z naftových motorů v reálném městském provozu (projekt MEDETOX)	71
HELLMUTH, T., POTUŽNÍKOVÁ, D. Věcný záměr zákona o hluku z pohledu regulace hluku z dopravy	77
KŘIVÁNEK, V. Měření hluku povrchu vozovky dynamickou metodou	85
VAŠICA, D. Měření hluku ze železniční dopravy v rámci projektu TAČR	93
BALATKA, M. Odhady rizik při přepravě nebezpečných kapalin	101
JAROŠOVÁ, A. Hodnocení esterů kyseliny ftalové v plastových materiálech	109

CHALOUPECKÝ, P. Krátkodobý monitoring venkovního ovzduší na Srí Lance	115
HUZLÍK, J. Těkavé organické látky v městském ovzduší	125
ROZKOŠNÝ, M. Sledování redukce znečištění povrchových smyvů parkovišť a komunikací retenčními a vsakovacími objekty	133

MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ NEGATIVNÍCH DOPADŮ

ŠPIČKA, L. Možnosti a environmentální dopady zavádění nízkoemisních zón	141
MÁČA, V. Kvantifikace přínosů zavedení nízkoemisní zóny v centrální části Prahy	151
MARTÍNEK, J. Aktualizovaná Cyklostrategie pro léta 2013 – 2020	159
ANDĚL, P. Zásady pro řešení problematiky fragmentace krajiny dopravou	165
KOTAJNÝ, D. Automatické parkovací systémy - ekologické a optimální řešení dopravy ..	171
MARUŠINEC, J. Restart elektromobility v roce 2012	179

Studie možností implementace „Hodnocení vlivů na dopravu“ (Traffic Impact Assessment) do procesu posuzování vlivů na životní prostředí v Česku

Hana Ali, Petr Hofhansl, Peter Súkeník
Společnost CityPlan spol. s r.o.
Jindřišská 17, 110 00 Praha 1
e-mail: hana.ali@afconsult.com

Abstrakt

Úkolem studie zadaným Ministerstvem dopravy byla analýza možností implementace TIA (Traffic Impact Assessment) nebo-li „Hodnocení vlivů na dopravu“ do českého právního i projekčního prostředí, a to především z pohledu posuzování vlivů na životní prostředí dle zákona č.100/2011Sb., v platném znění. Provéřeny byly různé zahraniční metodiky, a to jak v evropském, tak mezinárodním kontextu. Zkoumán byl především předmět, účel a návaznosti TIA na průběh správních řízení související s podrobností projekčních příprav záměrů, pro něž je TIA zpracovávána. Na základě této analýzy i současného stavu a praxe v ČR bylo zkoumáno, zda a pro jaké účely, by bylo možné TIA v České republice použít. Studie se dále zamýšlí i nad způsoby implementace do české legislativy, standardních postupů projekčních příprav i míry kvalifikace hodnotitelů TIA.

Ze závěrů studie jednoznačně vyplývá, že absence TIA je citelná jak v oblasti projekčních příprav, tak v oblasti posuzování vlivů na životní prostředí. Chybí zde minimální standard pro oblast dopravních studií a analýz, jež jsou podkladem pro další hodnocení a povinné/standardní studie, na jejichž základě se rozhoduje o změnách projektu, tak i o vlastní realizaci staveb. Minimální standard – metodika by udávala minimální počet kritérií, jejich strukturu a náplň tak, aby nedocházelo k disproporcím v podkladech mezi hodnocenými projekty, a tedy i k různorodé vypovídající schopnosti projekční dokumentace. Ta je v současnosti dána především na základě běžné praxe a požadavků příslušných orgánů. Na základě všech zjištění lze tedy konstatovat, že pro české prostředí by bylo nutné TIA přizpůsobit především předmětu a účelu posouzení. Zásadní změny a pohledy by nastaly především v případě dopravních staveb národního až mezinárodního významu, tedy strategické dopravní sítě. Avšak určitá specifika by se odrazila u hodnocení všech dopravních staveb. TIA dle zahraničního vzoru by v českém prostředí byla využitelná pouze pro tzv. developerské záměry, které vytvářejí nový zdroj a cíl dopravy.

1. Zadaný účel a struktura studie

Realizace dopravní sítě, nových dopravních tras, se v České republice za posledních několik let stala téměř pouhým snem a vizí projektantů, měst i jejich správců.

S těžkostmi a bariérami se dnes potýkáme nejen v oblasti financí, ale v samotné projekční fázi, ve které často ona vize výstavby skončí. Největší problémy nastávají v případě strategické dopravní sítě, která zasahuje a ovlivňuje nejširší území a je na očích veřejnosti. Veřejnost se dostává do popředí často ve fázi posuzování vlivů staveb – záměrů na životní prostředí, a pro některé stavby tak v důsledku tohoto

procesu končí jejich osud v projekční fázi. Dopravní stavby na lokální úrovni a jejich ovlivnění stávajících vazeb není často tak zásadní, protože nezasahuje tak velké území.

Otázkou však je, co je zásadní vliv pro danou úroveň, zda ho dnes definujeme, rozlišujeme a jakým způsobem ho popisujeme?

Zadaný úkol studie tak vychází ze zahraniční praxe, kde se praktikuje metodika TIA – Traffic Impact Assessment, jenž standardizuje kritéria a postupy, které mají informovat a jednoznačně specifikovat, jak plánované záměry ovlivní stávající dopravní síť a jejich vazby.

Studie zpracovaná pro Ministerstvo dopravy měla za úkol analyzovat v současnosti používané metodiky TIA v zahraničí, a dále určitě, zda by bylo možné tuto metodiku u nás použít v oblasti posuzování vlivů na životní prostředí.

Pro tyto potřeby byla provedena i souhrnná analýza současné praxe v oblasti posuzování vlivů dotýkající se dopravních staveb.

Dané analýzy byly poté v další části dokumentu podrobeny srovnání s modelovými záměry staveb strategické dopravní sítě.

Závěrem bylo shrnuto, zda implementace daných metodik do českého prostředí je potřebná, vhodná a v jaké formě by ji bylo možno dále aplikovat, vzhledem k disproporcím mezi zahraničním a českým přístupem.

2. Analýza metodik a současného stavu ČR, praxe

2.1. Analýza zahraničních metodik

Pro detailní analýzu byly vybrány 2 metodiky – Velká Británie a Irsko, a to díky obdobnému přístupu v rámci evropského kontextu, dále díky ucelenosti a podrobnosti metodik. Zkoumány byly i metodiky mimoevropských zemí se zažitou praxí včetně náhledu do jejich použití ve vybraných příkladech.

TIA je ve Velké Británii praktikována od roku 1994, kdy dnešní příručka „Guidance on Transport Assessment“, předcházela metodika „Guidelines for Traffic Impact Assessment“. Příručka stanovuje standardní postup hodnocení vlivů záměrů na dopravní síť. Prvním krokem je rozhodnutí, zda je posouzení, vzhledem k charakteru záměru, nutný. Posouzení provádí odborný orgán spolu s investorem a je provedeno na základě prahových hodnot. Ty jsou založeny na scénáři, který typicky generuje 30 obousměrných cest vozidlem ve špičkové hodině, a i když tato kapacita nemusí mít samostatně nepříznivý vliv, je brána jako vhodný bod pro zahájení diskuze – posouzení. Výstupem mohou být buď prohlášení – stanovisko (*Traffic Statement*) v případě malých vlivů nebo vlastní hodnocení (*Traffic Assessment*) v případě signifikantních dopravních důsledků.

Pro oba typy výstupu jsou stanovena kritéria, podklady a výstupy, které musejí obsahovat. Vlastní hodnocení je obsáhlejší nežli podklad pro stanovisko a zabývá se např. otázkami redukování potřeby cestovat, udržitelnou dostupností, vypořádáním residuálních cest, opatřeními ke zmírnění dopadů (zamezení nepotřebných úprav silnic, podpora udržitelných dopravních řešení). V rámci vlastní „TIA“ by měly být variantně hodnoceny i dopady na životní prostředí.

Metodika irská „Traffic and Transport Assessment Guidelines“ je britské velmi podobná. Rovněž i ona se zaměřuje na posuzování vlivů investičních záměrů na dopravu, nikoli vlivů návrhu vlastních dopravních staveb. Definuje kritéria a zásady pro určení potřebnosti posouzení, kdy v mezních situacích rozhodne příslušný orgán. Definuje minimální požadavky na obsah dokumentů. U obou

metodik je však nedostatkem, že mnoho z kritérií pro posouzení v rozhodné fázi není explicitně určeno, ale závisí na rozhodnutí úřadu. Rovněž vstupní formuláře – kritéria jsou pouze doporučena a lze je modifikovat. Metodiky dále pouze naznačují některé parametry, neříkají striktně množství variant a výhledového roku posouzení.

V souhrnu lze konstatovat, že je v ve většině TIA hodnoceno a zkoumáno:

- Jaké bude mít navrhovaný rozvoj nároky na dopravní síť;
- Jaké důsledky bude mít a jaké úpravy na síti budou nezbytné pro provoz a výstavbu daného rozvoje;
- Pro hodnocení je stanovena základní struktura, která je v některých případech rozšířena o formuláře, které jsou poté pomůckou pro úřady, které rozhodují o stavbě;
- Všechny metodiky se shodují, že TIA musí hodnotit více časových horizontů a zahrnovat nejen dotčenou komunikaci, ale i okolní navazující síť;
- Rozsah TIA se doporučuje upřesnit před jejím zpracováním na základě konzultace s příslušným úřadem, investorem, případně dalšími adekvátními subjekty;
- Kritéria, která jsou nárokována ve struktuře TIA:
 1. Varianty/scénáře
Pokud nejsou varianty stavby, je hodnocení prováděno pro současný stav, výhledový se záměrem a bez záměru, časové horizonty a další kritéria viz níže.
 2. Intenzity dopravy
Jsou standardně modelovány pro denní a noční provoz, pro různé druhy dopravy a dle dalších kritérií viz dále.
 3. Časové horizonty
Nejčastěji je požadováno hodnocení současného stavu, rok zprovoznění a dlouhodobější horizont, cca 15 – 20 let dle typu stavby, dále je sledováno i období výstavby.
 4. LOS – Level of Service
Tato veličina je zakomponována do téměř každé TIA metodiky a představuje jeden z klíčových ukazatelů o vlivech a kvalitě dopravy na zkoumané síti. Je to kvalitativní ukazatel, jež je klasifikován do 5 tříd A – F (ČSN již také hodnotí dopravní provoz dle funkční úrovně kvality ve stupních A až F).
 5. Zahrnutí širšího okolí stavby
 6. Zmírňující opatření
 7. Dodatečné dopady
 8. Propustnost křižovatek a pohyb na nich
 9. Bezpečnost
 10. Pěší a cyklistická doprava
 11. Další ukazatele
Často je v metodikách doporučeno zkoumat blíže i další dopravní ukazatele – osvětlení komunikací a jejich dopad, signalizace aj.

12. Pouze některé TIA doporučují zkoumání specifických veličin, jako např. zdržení v kolonách ve špičkách na křížení komunikací, bližší zkoumání ovlivnění bezpečnosti v širších vazbách, dopady na životní prostředí, hluk, vibrace, ovzduší.
13. V případě některých studií byla provedena dále i „ prostorová analýza“.

2.2. Současný stav v oblasti posuzování vlivů na životní prostředí

V České republice jsou dopravní stavby hodnoceny v rámci posouzení vlivů na životní prostředí na více úrovních a pohledů

- A) na projekční, B) strategické úrovni,
- A) samostatně, B) jako součást záměru nebo součást koncepce – strategie – politiky – územně plánovací dokumentace.

Projekční úroveň, tedy povinnost posouzení vlivů záměru na životní prostředí – EIA (Environmental Impact Assessment) vyplývá z rozsahu a typu dopravních staveb definovaného v příloze č.1 zákona č.100/2001 Sb., v platném znění:

Do kategorie I (záměry, které vždy podléhají posouzení) spadá:
9.3 Novostavby, rozšiřování a přeložky dálnic a rychlostních silnic
9.4 Novostavby, rozšiřování a přeložky silnic nebo místních komunikací o 4 a více jízdních pruzích, včetně rozšíření nebo přeložek stávajících silnic nebo místních komunikací o 2 nebo méně jízdních pruzích na silnice nebo místní komunikace o 4 a více jízdních pruzích, o délce 10km a více
Do kategorie II (záměry vyžadující zjišťovací řízení) spadá:
9.1 Novostavby, rozšiřování a přeložky silnic všech tříd a místních komunikací I. a II. třídy (záměry neuvedené v kategorii I).

V rámci strategického posuzování – SEA (Strategic Impact Assessment) mohou být dopravní stavby posuzovány jako součást dopravních koncepcí a generelů, územních plánů obcí, zásad územního rozvoje krajů, strategie rozvoje měst a krajů aj.. Tato úroveň však neodpovídá TIA, tedy zpracovaná studie se touto úrovní nezabývala.

Z dopravních studií jsou pro EIA klíčové informace o dopravních intenzitách, procentuelním podílu jednotlivých kategorií vozidel, rychlosti dopravního proudu, aj. Dopravní studie dále poskytují vstupy pro další odborné studie jako je posouzení fragmentace krajiny, dopadů na krajinný ráz, což je však poté nejen otázkou vedení trasy a výše dopravních intenzit, ale zasazení v reliéfu, technického provedení krajinou apod. Tyto podklady jsou součástí nikoli dopravních studií, ale vlastního projektu dopravní stavby. Z hlediska časového horizontu se pro potřeby posouzení nejčastěji používají informace o současném stavu území a ve výhledovém období s již zprovozněnou stavbou. U dopravních staveb se EIA zpracovává v různých stupních projektové přípravy, z čehož vyplývá i různorodost – podrobnost výstupů EIA i náročnost na její zpracování. Pro kvalitní a podrobné posouzení EIA, tedy co nejvíce objektivní posouzení, jež je založeno převážně na kvantifikaci vlivů, je nejvhodnější podrobnost projektové dokumentace v rozsahu dokumentace pro územní řízení. U významných staveb typu dálnic a rychlostních komunikací je standardním postupem zpracování těchto odborných studií již v první fázi posuzování, tj. Oznámení EIA, a to z důvodu, že lze předpokládat rozsáhlé dopady a ovlivnění nejen dotčené lokality, ale i širšího území. Povinnost zpracování těchto studií ukládají svými požadavky na posouzení EIA příslušné dotčené orgány

buď v rámci konzultací před vlastním zpracováním Oznámení, nebo až během této fáze, kdy se úřad k němu vyjádří a stanoví tak své podrobné požadavky na obsah a rozsah vyhodnocení vlivů v rámci jejich resortu a kompetence.

Záměry mimo vlastní dopravní stavby, které generují dopravu, a podléhají procesu posouzení dle zákona, obsahují vyhodnocení vlivů dopravy na dotčené území integrálně v rámci Oznámení či Vyhodnocení EIA. Tedy v případě výstavby např. obchodních areálů nebo obytných souborů je ve většině případů doprava řešena jako integrální součást projektu a tedy i procesu EIA. Standardním postupem je zpracování dopravní studie a následně rozptylové a hlukové studie v případech, že lze předpokládat, vzhledem k rozsahu a velikosti generované dopravy záměrem, zásadní ovlivnění životního prostředí a veřejného zdraví v dotčené lokalitě a jejím okolí. Jedná se především o rozsáhlé obchodní, komerční nebo výrobní areály mimo zastavěné území a i o méně rozsáhlé areály v rámci nebo těsně navazující na obytnou výstavbu. Tyto studie jsou zadány ke zpracování na základě zkušenosti zpracovatele, konzultace s příslušným úřadem nebo požadavku vzneseného během první fáze procesu posuzování vlivů na životní prostředí, tedy ve fázi Oznámení. Struktura ani obsah těchto studií nejsou standardizovány, vychází se ze zažitých postupů a potřeb pro dostatečnou podrobnost vyhodnocení vlivů na životní prostředí a veřejné zdraví, které musí prokázat míru ovlivnění a možnost překročení sledovaných limitů pro vybrané složky životního prostředí.

2.3. Modelový příklad

Pro modelové hodnocení byla vybrána studie proveditelnosti a účelnosti silnice R35 a komparativní studie dálnice D3 ve Středočeském kraji.

V obou případech jde o posouzení nově navrhované strategické silniční komunikace. Dopravně – inženýrské posouzení je tedy jiné, než v případě posuzování developerského záměru. Dodáním nové komunikace (nové kapacity) do komunikačního systému se nepřidává nový lokální zdroj/cíl dopravy, tudíž se neprovádí kvantifikace generované dopravy nebo např. posouzení možností zdrojového/cílového parkování. Je však možné (a potřebné) prognózovat intenzity dopravy v návrhovém stavu a kvantifikovat změny v intenzitách dopravy a směřování dopravy. Kromě výpočtu intenzit na nové komunikaci je velmi důležité stanovení poklesů (pozitivní vliv) a nárůstů dopravy (negativní vliv) na stávajících komunikacích. Tyto změny jsou vyjádřeny nejen v intenzitě dopravy ale také výkonových charakteristikách jako jsou vozohodiny a vozokilometry.

Obě hodnocení jsou založena na modelovém hodnocení, přičemž nadregionální dopravní model je založený na celorepublikovém modelu. Význam takového řešení je především ve schopnosti zohlednit infrastrukturní změny v celé republice – v některých případech i zdánlivě prostorově vzdálená infrastrukturní změna může mít významný vliv na intenzity dopravy v zájmové oblasti. Rovněž významný vliv mohou mít také změny v přeshraniční dopravě (např. vlivem otevření/uzavření hraničního přechodu nebo změna nákladových parametrů – např. mýtný poplatek).

3. Závěry a doporučení

3.1. Závěry

Je nutno rozlišovat mezi projekty strategické dopravní sítě a developerskými projekty. U developerských projektů je v TIA implementováno úsilí o co možno nejmenší dopady resp. změnu ve stávající dopravě a co nejmenší dopady

na strategickou síť. U projektů strategické dopravní sítě však obecně je naopak snaha o co největší (pozitivní) změnu jako např. přesměrování tranzitní dopravy na obchvat nebo nadřazenou dopravní síť. **TIA jako taková se nevěnuje přímo projektům výstavby strategické sítě, ale právě projektům developerským, které vytvářejí nový zdroj a cíl dopravy.** Výstavba strategické dopravní sítě nevytváří přímý zdroj nebo cíl dopravy, proto i její posuzování vyžadují v některých aspektech odlišný přístup.

- **Problematika „status quo“**

Legislativa napojena pouze na změny (rozšíření, novostavby) – v hodnocení chybí vazba na stávající stav!

- **V hodnoceních je potlačován pozitivní vliv nových komunikací.**

Nové komunikace musí projít procesem EIA, nesmí překračovat stanovené limity u sledovaných složek životního prostředí (např. akustická hladina tlaku, koncentrace látek v ovzduší aj.), tudíž musí být vždy environmentálně přijatelné. Snížení současné zátěže v širším okolí, kritéria bezpečnosti, nehodovosti nejsou v EIA metodicky zakotveny.

- **Problematika doprovodných komunikací – absence a jejich funkce, potřebnost.**

Za doprovodné komunikace lze považovat komunikace nižší kategorie (II./III. tř.), které „doprovázejí“ komunikace vyšší kategorie (D, R). Přínosem takového řešení je oddělení dopravních funkcí, minimalizace počtu křižovatek na nadřazené síti, což znamená menší počet konfliktních bodů a důsledku vyšší bezpečnost dopravy. Takto koncipovaná dopravní síť má také vyšší odolnost v případě výjimečných stavů (nehoda, uzavírka) díky možnosti objízdné trasy, což vede k menším ekonomickým (i ekologickým) ztrátám vlivem kongesce (stop&go provoz) a ztráty času.

- **Problematika přechodné fáze vývoje (etapová výstavba infrastruktury a její implikace)**

Je třeba vždy posuzovat reálné scénáře vývoje dopravní infrastruktury, což v dlouhodobém horizontu při trvalém neplnění stanovených cílů není jednoduché. Zde se může prokázat, že dílčí budování infrastruktury vyvolává negativní dopady.

- **Synergické aspekty**

Nová, dobře naplánovaná a správně trasovaná dopravní stavba má výrazné synergické efekty pro různé druhy cest, zdroje a cíle, dopravu osobní a nákladní.

- **Závady v postupech a procesech projekční přípravy vzhledem k posuzování EIA**

Není definovaná podrobnost dopravních studií – jak vlastních staveb, tak pro potřeby EIA.

Naopak do vyhodnocení EIA není zařazován často aspekt veřejného zdraví z pohledu ovlivnění dopravní nehodovosti, bezpečnosti, úrazovosti realizací záměru dopravní stavby (často nedostatek relevantních dat).

Není jednoznačně řečeno, v jaké fázi projektové přípravy se má EIA zpracovat – podrobnost požadavků EIA odpovídá často DÚR.

Dopravní studie/analýza je požadována jako nezbytná podmínka schvalování projektové dokumentace vlastní stavby z hlediska dopadů na dopravní systémy, není však řečeno v jaké fázi projekční přípravy ani s jakým obsahem, často nejsou dostupná data ani dopravního modelu.

Vizualizace pro hodnocení krajinného rázu často chybí – rozsah i vypovídající hodnota je tedy snížena, dále pak i návrh kompenzačních, minimalizačních či preventivních opatření.

V porovnání se zahraniční TIA se dopravní studie nezabývají a nenabízejí řešení z hlediska variantního dopadu na životní prostředí. Toto je až vlastním návrhem a závěry z fází EIA, na níž by zpětnou vazbou měl reagovat projekt stavby.

Ani další expertní analýzy (hluk, rozptyl aj.) standardní pro EIA nemají stanovený pevný rozsah ani strukturu.

Vzhledem k nejednoznačnému stanovení minima rozsahu jak dopravních studií, tak i podkladových expertních studií vstupujících do procesu EIA, je opomíjeno srovnání buď se stávajícím stavem nebo nulovým výhledovým stavem, a to v kvalitativním rozsahu.

Častý problém je definice a popis období výstavby. Ten není možné jednoznačně stanovit ve fázích před stavebním řízením, ale je v EIA vyžadován, a je i opodstatněný především u staveb, kde bude období výstavby probíhat delší období a může mít signifikantní až větší dopady nežli vlastní provoz stavby.

Významně je podceňována i nulová varianta u záměrů dopravních staveb – tedy neřešení narůstajícího dopravního problému, a to především na blízké, ale širší okolí, ovlivnění dopravních vazeb. Naopak proces EIA přispívá často ke značnému odkladu až znemožnění dopravních staveb, přičemž na závažné dopady tohoto stavu není brán zřetel.

3.1. Možnost implementace a doporučení

Obecné postupy jako i kvantitativní limity definované v metodikách TIA v Anglii nebo Irsku jsou aplikovatelné také v České republice. Mírné odlišnosti mohou nastat při kompetencích jednotlivých autorit a zainteresovaných osob, principiálně ale jde o transferovatelnou metodiku. Nutno podotknout, že **mnohé z atributů hodnocení dopravy v rámci TIA závisí na rozhodnutích příslušné autority nebo vychází z komunikace mezi developerem a dotčenými autoritami.**

V Německu je u posuzování developerských záměrů uplatňován jiný přístup – více podobný přístupu v České republice. **V Německu není k dispozici národní ani spolková příručka pro postup v hodnocení dopravy, kompetence je v tomto ohledu na straně komun (a místních autorit), které v některých případech definují vlastní příručky (např. Berlín).**

TIA jako taková není určena a ani vhodná pro posuzování vlivu strategické silniční sítě, ale pouze pro posuzování developerských záměrů. V případě posuzování strategických infrastrukturních projektů je potřeba věnovat pozornost kromě samotné navrhované trasy zejména dopadům na okolní síť a urbanizované území, kde má být dosaženo cíleného efektu jako např. snížení intenzit, zlepšení časové dostupnosti, snížení emisní a hlukové zátěže obyvatel.

Vzhledem k výše uvedenému **doporučujeme vypracovat metodiku, která by sloužila k posuzování projektů či záměrů silničních dopravních staveb (nové infrastruktury).** Měla by kromě jiného řešit tyto body:

- Problém tzv. nulové varianty ve výhledovém horizontu;
- Zhodnocení negativ současného stavu („nikomu nevádí současný nevyhovující stav“);

- Varianty/scénáře: výhledové horizonty a scénáře vývoje;
- Zájmové území;

Metodika by mohla být zpracována např. formou metodického doporučení, ale s povinností zpracování samotného hodnocení.

Literatura

- [1] Department of Transport: „Guidance on Transport Assessment“, London, UK, 2007;
- [2] National Roads Authority: „Traffic and Transport Assessment Guidelines“, Ireland 9/2007;
- [3] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: „Leitfaden zur verkehrlichen Standortbeurteilung und Verkehrsfolgenabschätzung für verkehrsintensive Vorhaben“, Berlin, Deutschland, 6/2007;

Tato práce vznikla jako výstup řešení projektu zadaného Ministerstvem dopravy ČR.

Possibilities of implementation TIA – Traffic Impact Assessment Guidelines into the process of environmental impact assessment in the Czech republic

Hana Ali, Petr Hofhansl,

Peter Súkeník

CityPlan Ltd.

Jindřišská 17, 110 00 Prague 1

e-mail: hana.ali@afconsult.com

Abstract

The aim of the study was to examine the possibilities of implementation the TIA “Traffic Impact Assessment” Guidelines into the Czech legislation and engineering environment, specifically into the environmental impact assessment process. Firstly were analyzed the TIA Guidelines within European and International context. Based on the analyses and the state of the art in the Czech Republic was examined whether TIA can be embedded into the EIA or engineering processes.

It was concluded that the absence of TIA Guideline – Standards is crucial in the engineering phases as well in the EIA process. The minimum standard is missing for the transport studies as they are the background for related expert studies on which bases are made decisions in the administration processes. Such a standard should give the base of the criteria, structure and content of the analyses so that there wouldn't arise the disproportions within the accessed projects. The content and structure is nowadays given just by the experience of the experts and the authorities requirements.

In the end we could say that TIA Guidelines would be valuable contribution to the Czech engineering environment but just with adjustment to the character of the accessed projects and their purpose. Significant differences would be found in the perspective of the strategic planning transport infrastructure and commercial projects that causes the transport changes as the secondary consequence. The TIA Guidelines in the international example could be used just for the commercial projects.

Analýza vztahu indikátorů aktivní dopravy a zdraví obyvatel v evropských městech

Hana Brůhová-Foltýnová, Jan Brůha

Kolínský technologický institut, o.s.

Okružní 703, 280 02 Kolín

e-mail:bruhova@koltech.cz

Abstrakt

Cílem článku je představit výsledky analýzy indikátorů veřejného zdraví a životního prostředí ve vztahu k dopravním politikám měst s využitím databáze Urban Audit.

V předkládaném článku analyzujeme následující indikátory veřejného zdraví: všeobecná úmrtnost osob mladších 65 let a úmrtnost osob mladších 65 let v důsledku kardiovaskulárních a respiračních onemocnění (v rozlišení pro ženy a muže). Zajímá nás efekt dopadů životního prostředí (především znečištění ovzduší) a dopravních politik (především podíl pěších a cyklistů na dělbě přepravní práce a délka cyklistické infrastruktury) na tyto indikátory očištěné o ostatní vlivy na zdraví (demografické, ekonomické).

Dopady charakteristik zkoumaných měst (demografické, geografické, ekonomické) a sledovaných efektů na indikátory veřejného zdraví analyzujeme s využitím statistických neparametrických metod. Tyto metody umožňují modelovat širokou třídu nelineárních efektů.

Naše závěry ukazují, že existuje nelineární vztah mezi kvalitou životního prostředí a zdravím obyvatel a dopravními indikátory. Významnější vliv se ukazuje u dopadů na zdraví mužů než žen, významnější je u emisí PM_{10} než u jiných druhů emisí.

1. Motivace a přehled literatury

Podpora aktivní dopravy – tj. cyklistiky a chůze – je vnímána jako relativně levný nástroj pro řešení řady problémů týkajících se veřejného zdraví, dopravy a životního prostředí. Cyklistika a chůze představuje zdroj pravidelného pohybu, zlepšuje fyzickou kondici a psychickou pohodu a tak zvyšuje kvalitu života, což dokazuje řada studií (přehled studií o dopadech cyklistiky na zdraví podává např. [1] nebo [2]). Aktivní doprava snižuje nadváhu, psychický stres (díky velkému relaxačnímu efektu), riziko kardiovaskulárních onemocnění (mimo jiné díky pozitivnímu vlivu na vysoký krevní tlak a obezitu) a celkově posiluje organismus proti civilizačním chorobám. Řada studií ukazuje, že pravidelná jízda na jízdním kole může snižovat míru úmrtnosti a nemocnosti, a to u úmrtnosti na všechny druhy příčin, diabetes typu 2, kardiovaskulárních nemocí, vysokého krevního tlaku a srdečních příhod. Cyklistika podporuje vytrvalost, posiluje imunitní systém a chrání klouby oproti jiným způsobům pohybu a sportu.

Také z pohledu dopravy a dopravního plánování může podpora aktivní dopravy vést k řadě společenských přínosů. Pokud je rozvoj cyklistiky a chůze spojen se současným snižováním motorové dopravy, dochází nejen k výše uvedeným pozitivním efektům na zdraví, ale i ke snížení emisí, hluku a vážných nehod z dopravy. Nemotorová doprava zabírá méně prostoru než individuální automobilová doprava a vytváří estetičtější městský prostor. Cyklistika je navíc často nejrychlejším dopravním prostředkem ve městech na krátké vzdálenosti. Z tohoto důvodu řada

měst, států i nadnárodních institucí (včetně Světové zdravotní instituce) vyvíjí řadu aktivit na podporu cyklistiky a chůze.

Vztah cyklistiky a zdraví začíná přitahovat stále větší pozornost výzkumníků. Tento výzkum můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupina studií se zaměřuje na vliv cyklistiky a chůze na zdraví v důsledku pravidelného pohybu. Obvykle se jedná o studie, které se snaží odhadnout vztah cyklistiky a zdraví na základě pozorování mnoha jednotek, přičemž jsou vzaty v úvahu další možné ukazatele – jedná se to tzv. *observational studies*¹. V těchto případech epidemiologové často pracují s velkými kohortami populace a srovnávají jejich charakteristiky a životní styl. Jednou z nejznámějších (a prvních větších) studií představuje práce Andersena a kolektivu z Dánska z roku 2000 [3]. Ti zkoumali na vzorku 783 žen a 6171 mužů, kteří používali na dojíždění do práce také jízdní kolo (v průměru 3 hodiny týdně) riziko úmrtí. Po zohlednění věku, pohlaví a vzdělání bylo relativní riziko² úmrtí těch, kdo jezdili na kole, 0,70 (95 % interval spolehlivosti: 0,55-0,89). Po dalším zohlednění fyzické aktivity ve volném čase, body mass indexu, úrovně lipidů v krvi a krevního tlaku bylo relativní riziko 0,72 (95 % interval spolehlivosti: 0,57-0,91).

Studie, které potom následovaly, se zaměřily nejen na mortalitu, ale i morbiditu (nemocnost) na kardiovaskulární nemoci, cukrovku typu 2 a mozkovou mrtvici. Například Hu a kolektiv [4] ukázali vztah mezi dojížděním s využitím aktivní dopravy a kardiovaskulárními chorobami a zjistili, že dojíždění s využitím cyklistiky a chůze bylo spojeno s nižší mírou kardiovaskulárních chorob u žen, ale tento vztah již nebyl signifikantní u mužů.

Druhá, podstatně menší, skupina studií se zaměřuje na vliv expozice znečištění na zdraví cyklistů, zvláště při zohlednění toho, že při aktivním pohybu dochází k větší respiraci (znečištěného) vzduchu. Některé z výzkumů popisuje např. de Nazelle v článku z roku 2010 [5]. Zde dochází ke sledování obvykle úzké skupiny (desítek) cyklistů, u kterých je bezprostředně po vykonání cesty na kole sledován jejich zdravotní stav, především množství znečišťujících látek v krvi, a základní zdravotní parametry jako tlak, tep apod. Dále je sledováno s využitím mobilních zařízení množství emisí, kterým jsou cyklisté vystaveni, a často (jako kontrolní skupina) na stejné trase také cestující osobním automobilem či prostředkem hromadné dopravy. Studie ukazují, že znečištění, kterému je vystaven cyklista, je menší než to, kterému čelí ostatní účastníci dopravy, i když jsou vystaveni vyšším úrovním znečištění, než ukazují měřicí stanice (více viz [5] a [6]).

Zajímavým počinem byl projekt Světové zdravotnické organizace (WHO), která se snažila přenést stávající poznatky o dopadech cyklistiky na zdraví do monetární podoby a pomoci tak „*decision-makers*“ při jejich rozhodování o vynaložených finančních prostředcích v dopravě. WHO takto podpořila vývoj modelu HEAT, který umožňuje jednoduše kvantifikovat dopady cyklistiky a chůze na zdraví a srovnat je tak s náklady, které jsou na podporu aktivní dopravy vydány z veřejných či soukromých rozpočtů. Model HEAT byl testován na datech z Plzně a publikován v [7].

¹Statistické analýzy mohou využívat buďto experimentálních dat, kdy mechanismus výběru pozorovaných jednotek je alespoň pod částečnou kontrolou výzkumníka (např. při experimentech). Nebo je možné využívat posbíraná data, která nebyla vytvořena v rámci experimentu (v anglické literatuře se označují takové studie jako *observational studies*, což pro účely tohoto článku překládáme jako observační studie).

²Relativní riziko je podíl pravděpodobnosti určitého jevu u dvou skupin. Relativní riziko 0,7 u cyklistů znamená, že podíl pravděpodobnosti úmrtí v daném intervalu bylo u cyklistů 0,7násobkem pravděpodobnosti úmrtí u zbytku populace.

Náš přístup popsany v tomto článku využívá agregovaná data na úrovni měst z databáze Urban Audit, jedná se tedy o observační studii (viz poznámka pod čarou 1 pro vysvětlení terminologie) a doplňuje tedy výzkum výše zmíněné první skupiny studií. Naším cílem je přispět k porozumění vztahu mezi cyklistikou, životním prostředím a úmrtností a nemocností populace.

Tento článek je jedním z dílčích výstupů mezinárodního výzkumného projektu TAPAS. Jeho cílem je popsat a kvantifikovat dopady nástrojů dopravních politik na zdraví městských obyvatel a klimatickou změnu. Výstupem by měly být mimo jiné informace, které mohou pomoci při formulování a hodnocení cílů a nástrojů politik v dopravě. Hlavní zaměření projektu je na politiky vedoucí k většímu podílu aktivní dopravy (chůze a cyklistiky) na dělbě přepravní práce v městských oblastech.

Struktura článku je následující: kapitola 2 popisuje použitý statistický model, kapitola 3 pak výsledky a poslední kapitola shrnuje klíčové závěry a popisuje další kroky v našem výzkumu.

2. Statistický model

Dopady charakteristik zkoumaných měst (demografické, geografické, socioekonomické) a sledovaných efektů na indikátory veřejného zdraví analyzujeme s využitím statistických neparametrických metod. Tyto metody jsou vhodné pro analýzu vztahu mezi skupinami proměnných, přičemž tyto vztahy mohou být nelineární. Data získáváme z databáze Urban Audit. Ta obsahuje údaje o 258 městech z 27 evropských zemí, skoro 300 statistických indikátorů o demografii, společnosti, ekonomice, životním prostředí, dopravě, informační společnosti a volném času. V předkládaném článku analyzujeme následující indikátory veřejného zdraví, které cyklistika pozitivně ovlivňuje: míry úmrtnosti pod 65 let a míry úmrtnosti pod 65 let na kardiovaskulární a respirační onemocnění pro obě pohlaví. Zvláště nás zajímá efekt životního prostředí (znečištění ovzduší) a aktivní dopravy (podíl cyklistiky a chůze na dělbě přepravní práce) na výše zmíněné indikátory veřejného zdraví.

Indikátory znečištění ovzduší jsou:

- Počet dní, kdy koncentrace ozonu přesáhne $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Počet hodin za rok, kdy koncentrace NO_2 přesáhnou $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Počet dní v roce, kdy koncentrace pevných částic (PM_{10}) přesáhnou $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Akumulované koncentrace ozonu přesahující $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Průměrná roční koncentrace NO_2
- Průměrná roční koncentrace PM_{10}

Námi použitý model podmíněného očekávání je odhadován s využitím zešikmeného normálního rozložení (*skewed-normal distribution*), viz např. Ma and Genton (2004), [8]. Toto rozložení je moderním nástrojem neparametrické statistiky, které začínají být v posledních letech velmi oblíbené. Zešikmené normální rozdělení je definováno následovně:

$$f(x|\mu, A, \mathcal{P}) = 2\phi(A(x - \mu))\Phi(\mathcal{P}(A(x - \mu))), \quad (1)$$

kde ϕ je hustota standardizovaného vícerozměrného rozložení, Φ je odpovídající kumulativní distribuční funkce, μ je parametr úrovně, A je parametr rozptylu a \mathcal{P} je

polynom, který obsahuje pouze liché členy. Toto rozložení je schopné modelovat širokou třídu rozložení: od normálního rozložení (které je formálně dosažitelné, pokud koeficienty polynomu v rovnici (1) budou rovny nule), až po rozložení multimodální, rozložení s nestandardní šikmostí apod. Čím vyšší je řád polynomu P v (1), tím složitější rozložení lze modelovat.

Pokud je odhadnuta sdružená hustota pravděpodobnosti (1) pro zkoumané veličiny, což v našem případě znamená pro vybrané indikátory zdraví, dopravní indikátory a indikátory znečištění ovzduší, je možné odvodit závislost jedné proměnné na ostatních proměnných. Tato závislost je obvykle modelována pomocí podmíněné střední hodnoty, tj. střední hodnoty určité veličiny, pokud jsou dány hodnoty ostatních veličin.

Podmíněná střední hodnota veličiny x_i za pozorování ostatních veličin x_{-i} je definována takto:

$$\mathbb{E}(x_i|x_{-i}) = \frac{\int x_i \hat{f}(x_i, x_{-i}) dx_i}{\int \hat{f}(x_i, x_{-i}) dx_i}, \quad (2)$$

kde \hat{f} je odhadnutá sdružená hustota pravděpodobnosti. V našem případě je \hat{f} získána jako odhad maximální věrohodnosti rovnice (1). Integrály rovnice (2) byly aproximovány pomocí lichoběžníkového pravidla.

Poznamenejme, že pokud by byla sdružená hustota pravděpodobnosti modelována pomocí vícerozměrné normální rozložení, odpovídala by podmíněná střední hodnota standardnímu lineárnímu regresnímu modelu. Vzhledem k tomu, že model (1) obsahuje vícerozměrného normálního rozložení jako speciální případ, obsahuje naše podmíněná střední hodnota také lineární regresní model jako speciální případ. Pokud ovšem budou data svědčit o netriviálním nelineárním vztahu mezi proměnnými, pak odhadnutá střední hodnota se bude lišit od lineární regrese právě o případné nelineární efekty.

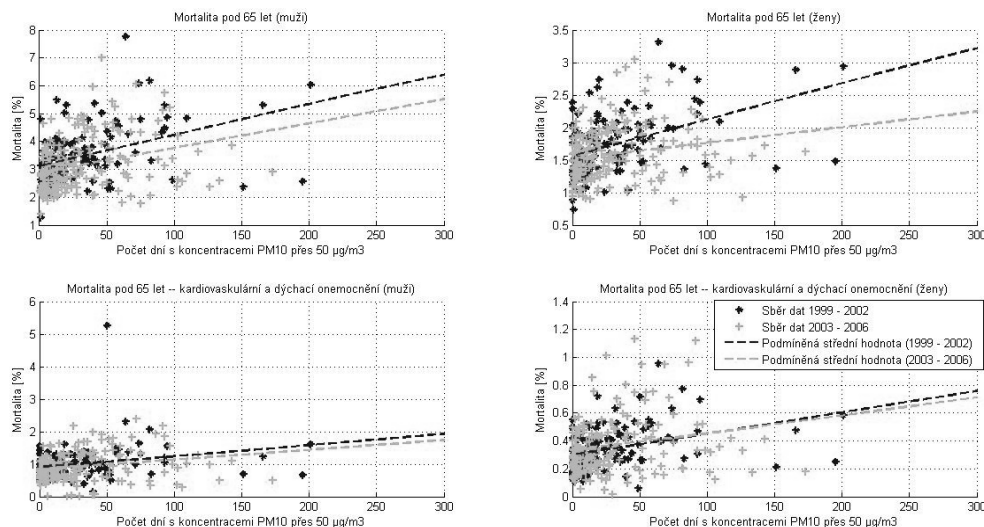
3. Výsledky

Data v databázi Urban Audit byly sbírány v několika vlnách. V našich odhadech používáme pouze poslední dvě vlny³, které se konaly v letech 1999-2002 a 2003-2006. Odhadli jsme model zvláště pro obě vlny, abychom zjistili, jestli v průběhu času došlo ke změnám. Zdá se nicméně, že rozdíly vznikly pouze z důvodu statistické variace.

S využitím dat z Urban Audit jsme zjistili, že jediný indikátor znečištění ovzduší ve městech, který významně ovlivňuje indikátory veřejného zdraví, je indikátor koncentrací PM_{10} . Odhad efektů dalších dvou typů emisí je obtížné získat a je nestabilní. Je to způsobeno faktem, že relativně málo měst v databázi vykazuje vysoké koncentrace těchto ostatních polutantů (např. koncentrace NO_2 přesahující $200 \mu g/m^3$), a proto by byly výsledky ovlivněny několika málo odlehlými pozorováními. To ukazuje, že s výjimkou PM_{10} není možné zkoumat vliv znečištění na úrovni měst a bylo by nutné zkoumat tento vliv na menších lokalitách, kde může být variace úrovně znečištění významnější. Na druhou stranu vliv PM_{10} je zřejmý a robustní (viz následující grafy 1 a 2) a ukazuje, že emise pevných částic zvyšují riziko úmrtí u mužů a žen.

³ Předchozí dvě vlny nepoužíváme, neboť ty obsahují příliš mnoho chybějících pozorování.

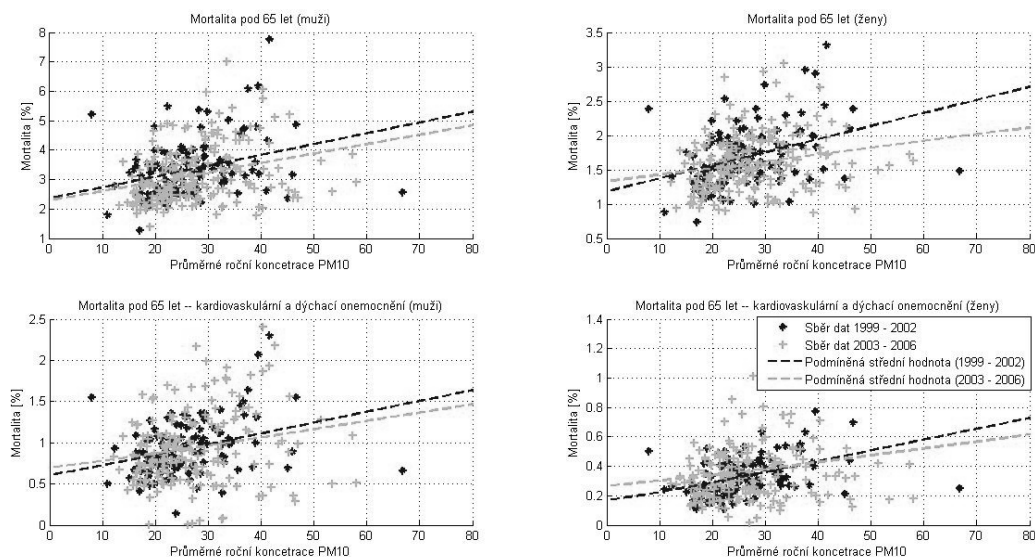
Obr. 1. Graf: Vztah koncentrací pevných částic a zdravotní indikátory (počet dní s přesáhnutými limity PM₁₀)



Zdroj: Vlastní výpočty

Následující obrázek zachycuje grafy vztahu průměrných ročních koncentrací PM₁₀ a zdravotních indikátorů. I tento indikátor znečištění ovzduší negativně ovlivňuje mortalitu u obou pohlaví.

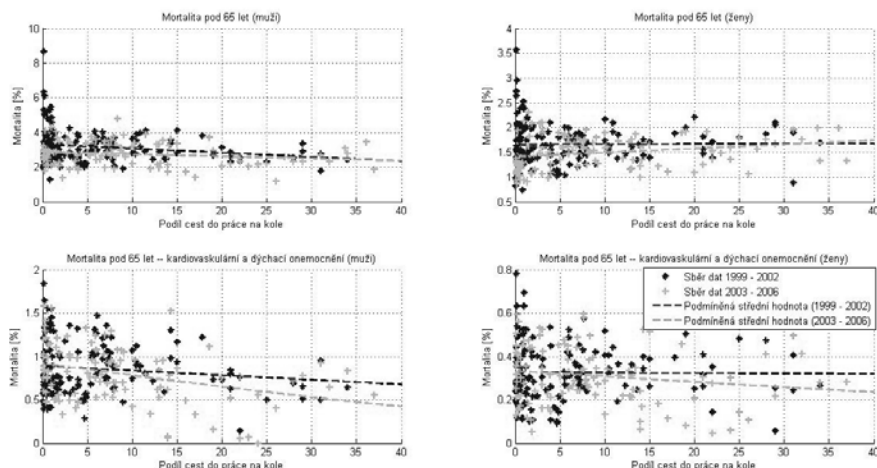
Obr. 2. Graf: Vztah koncentrací pevných částic a zdravotní indikátory (průměrné roční koncentrace PM₁₀)



Zdroj: Vlastní výpočty

Následující graf zachycuje odhad střední hodnoty zdravotních indikátorů podmíněné podílem cest do práce na kole. Výsledky ukazují pozitivní efekt jízdy na kole na zdraví u mužské populace, u žen je však tento efekt významně nižší. Tímto nepotvrzujeme výsledky studie [4]. Důvodem může být to, že muži spíše jezdí na kole více často a na delší vzdálenosti než ženy.

Obr. 3. Graf: Vztah podílu cest do práce na kole a mortality u obou pohlaví



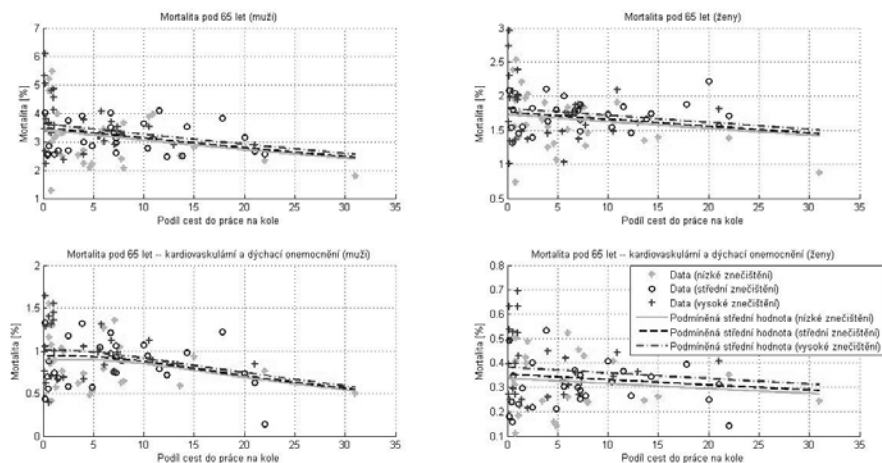
Zdroj: Vlastní výpočty

Nakonec jsme zkoumali společný efekt podílu cyklistiky a znečištění ovzduší. Výsledky naznačují zřetelnou interakci mezi cyklistikou a znečištěním ovzduší. Zdravotní dopad cyklistiky ve více znečištěných městech je snížen, ale celkový efekt je pozitivní. Vybrané a nejzajímavější výsledky ukazuje graf 4.

Na tomto grafu je znázorněn vztah mezi podílem cest do práce na kole a mortalitou pro tři různé podmíněné očekávané hodnoty koncentrací PM₁₀. Tyto tři podmíněné očekávané hodnoty odpovídají nízkému znečištění, které definujeme jako úroveň odpovídající 10% kvantilu v naší databázi, střední úrovni znečištění, což je úroveň odpovídající 50% kvantilu (tedy mediánu) a vysoké úrovni znečištění, která odpovídá 90% kvantilu. Dále v grafu barevně odlišujeme města s nízkou, střední a vysokou úrovní znečištění.

Ukazuje se, že mortalita klesá pro rostoucí podíl cest na kole, a zároveň úroveň mortality inverzně závisí na znečištění. Z grafu je také zřejmá nelinearita závislosti. Například mortalita u mužů z důvodu kardiovaskulárních a respiračních onemocnění klesá, teprve pokud počet cest na kole do práce přesáhne 5 %, do této úrovně je mortalita víceméně konstantní.

Obr. 4. Graf: Společný efekt podílu cyklistiky a znečištění ovzduší na mortalitu



Zdroj: Vlastní výpočty

4. Závěr, diskuse

Naše závěry ukazují, že existuje signifikantní a nelineární vztah mezi kvalitou životního prostředí a zdravím obyvatel a dopravními indikátory. Nejvýznamnější vliv se ukazuje u dopadů na zdraví mužů než žen, významnější je u emisí PM₁₀ než u jiných druhů emisí. Zhoršená kvalita ovzduší snižuje pozitivní dopady aktivní dopravy na zdraví, nicméně celkový vliv zůstává pozitivní.

Literatura

- [1] GRONAU, W., REITER, K., PRESSL, R. (Eds.). Transport and Health Issues. Studies on Mobility and Transport Research. Volume 3. Verlag MetaGISInfosysteme, 2011
- [2] FROBÖSE, I. "Cycling and Health". Compendium. WELLCOM / Selle Royal Project. Zentrum für Gesundheit der Deutschen Sporthochschule Köln, nedatováno
- [3] ANDERSEN, L.B., SCHNOHR, P., SCHROLL, M., HEIN, H.O. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med* (2000), 160, pp. 1621-8
- [4] HU, G., QIAO, Q., SILVENTOINEN, K., ERIKSSON, Jg, JOUSILAHTI, P., LINDSTRÖM, J. et al. Occupational, commuting, and leisure-time physical activity in relation to risk of type 2 diabetes in middle-aged Finnish men and women. *Diabetologia* 2003. 46, pp. 322-329
- [5] DE NAZELLE, A., NIEUWENHUIJSEN, M. Integrated health impact assessment of cycling. *Occup Environ Med*, 2010, 67, pp. 76-77
- [6] KAUR, S., NIEUWENHUIJSEN, M.J., COLVILE, R.N. Fine particulate matter and carbon monoxide exposure concentrations in urban street transport microenvironments. *Atmos Environ* 2007, 41, pp. 4781-810.
- [7] KAHLMEIER, S., RACIOPPI, F., CAVILL, N., RUTTER, H., OJA, P. "Health in All Policies" in Practice: Guidance and Tools to Quantifying the Health Effects of Cycling and Walking. *Journal of Physical Activity and Health*, 2010, 7(Suppl 1), pp. S120-S125
- [8] MA, Y., GENTON, M.G. Flexible Class of Skew-Symmetric Distributions. *Scandinavian Journal of Statistics* 31, pp. 459-468

Poděkování

The research was supported by the Coca-Cola Foundation supporting research project 'TAPAS – Transportation, Air Pollution and Physical Activities; An Integrated Health Risk Assessment Programme of Climate Change and Urban Policies'.

The analysis of public health using the Urban audit data

Hana Brůhová-Foltýnová, Jan Brůha

Kolin Institut of Technology

Okružní 703, 280 02 Kolín

e-mail:bruhova@koltech.cz

Abstract

The aim of the paper is to analyse selected public health indicators based using the Urban Audit database. The Urban Audit contains statistics for 258 cities across 27 European countries. There are almost 300 statistical indicators on demography, society, the economy, the environment, transport, the information society, public health, and leisure. In this paper, we analyse the following public health indicators: mortality rates under 65 and mortality rates under 65 from heart diseases and respiratory illness for both sexes. We are mainly interested in effects of the environment (air pollution) and active travel (the shares of walkers and bikers) on the above mentioned health indicators. Our model indicates that the high levels of concentration of PM_{10} have adverse effects on health indicators, that the shares of cycling and walking are associated with better health indicators, especially for men and that there is a non-trivial interaction between pollution and active transport: high levels of PM_{10} decrease the positive health effects of active transport, although the positive effects still dominate the adverse environmental effects.

Udržitelnost v dopravě jako součást hodnocení MA21

Jiří Jedlička, Ivo Dostál

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.jedlicka@cdiv.cz

Abstrakt

V souvislosti s přípravou či aktualizací územních plánů dle nového stavebního zákona vznikají v současné době plánovací dokumenty, které budou určovat rozvoj měst a obcí na následujících 15 let. V této souvislosti se velmi často bere v úvahu i pojem plánování udržitelného rozvoje. Na regionální a lokální úrovni se pro tyto aktivity vžil název místní Agenda 21. Nezbytnou součástí jakýchkoliv strategických plánů je i jejich hodnocení. Proces hodnocení MA21 by měl napomoci systematizaci sledování stavu a vývoje udržitelného rozvoje na místní úrovni v podmínkách ČR. Cílem příspěvku je prezentovat výstupy a závěry projektu, který se zabýval přípravou podkladů pro hodnocení naplňování MA 21 v oblasti dopravy.

1. Úvod

Dokument Agenda 21 byl přijat na summitu OSN v Rio de Janeiro v roce 1992. Jedná se o globální strategický a akční plán světového společenství, který stanovuje konkrétní kroky směrem k udržitelnému rozvoji. Jeho implementace na lokální úrovni, pro niž se žil název místní Agenda 21 (dále jen MA21), zapadá do širšího proudu snahy o kvalitní veřejnou správu, která je zahrnuta pod pojem „good governance“ („řádná správa věcí veřejných“ či „dobré vládnutí“). MA21 vychází z Charty měst směřujících k udržitelnému rozvoji (tzv. Aalborgská charta z r. 1994). Kvalitní správa věcí veřejných, musí být (z pohledu OSN i EU) otevřená, transparentní a odpovědná veřejnosti, efektivní, umožňující účast veřejnosti na rozhodování a plánování a založená na partnerské spolupráci s ostatními společenskými sektory a respektující odborný pohled na věc. A právě MA21 je procesem, jehož je udržitelný rozvoj základním cílem. V roce 2006 zařadilo Ministerstvo vnitra místní Agendu 21 mezi oficiální metody zvyšování kvality ve veřejné správě.

Nezbytnou součástí jakýchkoliv strategických plánů je i jejich hodnocení. Hodnocení kvality MA21 je souborem procesů nutných pro transparentní posuzování postupu municipalit v České republice při realizaci místní Agendy 21. Pracovní skupina pro místní Agendu 21 při Radě vlády pro udržitelný rozvoj (dále také „PS MA21“) garantuje pravidelné posuzování kvality a stanovuje zásady, podle kterých probíhá pravidelné hodnocení kvality MA21 v ČR. Jedná se o detailní rozpracování Kritérií MA21 schválených Radou vlády pro udržitelný rozvoj. Procesy a výsledky hodnocení jsou sledovány za využití Databáze MA21, veřejně přístupné na Internetu.

2. Kritéria a hodnocení procesu MA21 v ČR

Pro měření kvality procesů MA21 vznikla Kritéria pro hodnocení MA21, jejichž plnění umožňuje zařazení jednotlivých municipalit do čtyř základních kategorií „A“ (nejvyšší) – „D“ (nejnižší). Každá z kategorií má svá vlastní kritéria a měřitelné ukazatele,

kteří hodnotí úroveň realizace procesu MA21 v dané municipalitě. Předpokladem pro splnění celé kategorie je naplnění a zdokumentování všech v ní obsažených Kritérií.

K datu 8. října 2012 bylo v Databázi MA21 registrováno celkem 152 municipalit v rozdělení dle tab. 1. Vzhledem k rozdílnosti nároků kladených na kvalitní realizaci udržitelného rozvoje v různých typech obcí, jsou také kritéria pro hodnocení MA21 diferenciována pro různé typy subjektů:

1. *Malá obec* - obce s počtem obyvatel do 2000;
2. *Obec* - základní územní samosprávné společenství občanů; tvoří územní celek, který je vymezen hranicí území obce (dle § 1 Zákona č. 128/2000 Sb. o obcích)
3. *Statutární město s městskými obvody nebo městskými částmi* - Území statutárních měst se může členit na městské obvody nebo městské části s vlastními orgány samosprávy. Tato města se mohou registrovat jako celek (ve skupině Statutární město s městskými obvody) a současně se do systému MA21 mohou samostatně zapojit i jejich městské části (ve skupině obce). Hlavní město Praha a jeho městské části (ve smyslu zákona č. 131/2000 o hlavním městě Praze) se mohou rovněž registrovat ve stejném režimu jako statutární města. Ostatní statutární města, která nemají zřízené samostatné městské obvody, či městské části se mohou registrovat jako obce.
4. *Mikroregion* - Sdružení několika obcí za účelem dosažení společného cíle. Typickým rysem takového svazku je vznik z vlastní iniciativy směrem ze zdola, nikoliv příkazem nadřízeného orgánu nebo ze zákona.
5. *Kraj* - Vyšší územní samosprávné celky (územní společenství občanů, veřejnoprávní korporace), které ustanovuje ústavní zákon č. 347/1997 Sb., o vytvoření vyšších územních samosprávných celků.
6. *Ostatní* - Spřátelené organizace, soukromé, nevládní, neziskové organizace a firmy, které chtějí být registrované v databázi MA21

Tab. 1: Subjekty registrované v Databázi MA21 a jejich dosažená kategorie k 8. 10. 2012 [2]

Typ municipality	Kategorie			
	B	C	D	Zájemci
Malá obec	-	2	7	46
Obec	5	29	22	28
Statutární město	-	1	1	-
Mikroregion	1	-	-	9
Kraj	-	2	-	4
Celkem	6	29	30	87

V nejvyšší kategorii „A“ není prozatím zařazena žádná z municipalit, doposud nejvyšší dosaženou kategorií je „B“ u následujících obcí: Chrudim, Litoměřice, Vsetín, Kopřivnice, Praha-Libuš a u mikroregionu Dražanská vrchovina. Kategorie „A“ MA21 bude udělena těm uchazečům, kteří na základě hodnocení prokáží, že rozvoj obce probíhá v souladu s principy udržitelného rozvoje, a že dochází ke zlepšování stavu v jednotlivých tématech užitelného rozvoje, respektive že nedošlo ke zhoršení těch oblastí udržitelného rozvoje, ve kterých již bylo dosaženo uspokojivého stavu. Za účelem hodnocení municipalit žádajících o postup

z kategorie „B“ do kategorie „A“ (výhledově pak i pro obhajoby této kategorie) vznikla za spolupráce PS MA21 a expertní skupiny Metodika hodnocení kategorie „A“ místní Agendy 21 [3], která vyžaduje mj. zpracování podrobného auditu dané municipality v celkem 10 tématických oblastech udržitelného rozvoje. Tato témata vycházejí z mezinárodních Aalborgských závazků a patří mezi ně:

1. Správa věcí veřejných a územní rozvoj
2. Životní prostředí
3. Udržitelná spotřeba a výroba
4. Doprava
5. Zdraví obyvatel
6. Místní ekonomika a podnikání
7. Vzdělávání a výchova
8. Kultura a místní tradice
9. Sociální prostředí
10. Globální odpovědnost

Cílem systému hodnocení je vytvoření standardizovaného postupu hodnocení udržitelného rozvoje na místní/regionální úrovni, který umožní dlouhodobě sledovat a porovnávat kvalitu rozvoje municipalit z komplexního pohledu i v dílčích oblastech. Hodnocení lze chápat také jako zkoumání příspěvku municipality k prioritám a cílům Strategického rámce udržitelného rozvoje ČR.

Mezi hlavní principy hodnocení pokročilých kategorií MA21 patří:

- Jsou posuzovány stav a trendy v rámci jednotlivých témat UR.
- Uchazeč (municipalita) předkládá Audit UR shrnující důkazy kvality UR, které procházejí odbornou oponenturou.
- Standardními důkazy jsou tzv. klíčové a doplňkové indikátory dané metodikou, v odůvodněných případech (po dohodě s oponentem) mohou být jednotlivé indikátory zastoupeny jinou formou důkazu.
- Jako klíčové nejsou využívány indikátory a postupy, které jsou nedostupné z otevřených zdrojů a jejichž účelové zjišťování by bylo finančně příliš náročné.
- Metodika nestanovuje konkrétní cílové (či mezní) hodnoty pro jednotlivé indikátory, hodnocení bere v úvahu širší kontext (místní podmínky a situaci ve srovnatelných municipalitách), přičemž za jeho odbornou věrohodnost je zodpovědný jmenovaný oponentní expert.
- V rámci kategorie A je kvalita pokroku municipalit k UR odstupňována pomocí symbolu hvězd (od nejnižší A* až do A*****).
- V dlouhodobém výhledu se náročnost podmínek pro udělení kategorie A zvyšuje v závislosti na šíření standardů dobré praxe a zlepšování stavu v jednotlivých tématech UR ve srovnatelných municipalitách a regionech v ČR i v zahraničí.

3. Udržitelná doprava v hodnocení pokročilých MA21

Téma „Doprava“ je v rámci Metodiky rozčleněno do 5 dílčích oblastí, tak aby byly kompatibilní se strategiemi a dalšími metodikami pro hodnocení udržitelné dopravy [4,5]. Ke každé oblasti byla zpracována sada návodných otázek, na které by měly jednotlivé municipality při svém sebehodnocení odpovědět. Tato sada otázek je pak doplněna souborem doporučených indikátorů.

Dílčí oblast - 1
Podpora veřejné dopravy a dalších druhů alternativní dopravy (pěší, cyklo) /infrastruktura/

Návodné otázky

- Jakým způsobem probíhá budování infrastruktury (vyhrazené jízdní pruhy, přednost MHD na světelných křižovatkách, budování cyklostezek, chodníků, vyhrazených pruhů pro cyklisty, infrastruktury pro hendikepované spoluobčany, + dopravní značení cyklotras)?
- Jak je realizována podpora zvýšení výkonů MHD (počet přepravených, počet přepravených / obyvatele)?
- Jak je podporováno zvyšování komfortu MHD (nízkopodlažní vozidla, informační tabule, asistence při dopravě, informace pro nevidomé, dostupnost zastávek)?

Příklad indikátorů:

- Podíl nízkopodlažních vozidel ve veřejné dopravě - % podíl výkonů z celkových vzkm objednávaných obcí u dopravců (MHD, doplňkové spoje nad rámec základní dopravní obslužnosti, účelové spoje - např. školní).
- Bezbariérovost komunikací - sleduje vývoj činnosti obcí směřující k budování (revitalizaci) infrastruktury environmentálně šetrných druhů dopravy a infrastruktury pro občany se sníženou pohyblivostí, vyjadřujeme v km
- Vybavenost cyklistickými komunikacemi - Délka bezpečných komunikací v intravilánu vhodných pro cyklisty v poměru ku celkové délce komunikací v obci.
- Vybavenost veřejných budov infrastrukturou pro cyklisty - % podíl budov v majetku města a jím zřízených organizací.

Dílčí oblast - 2

Snižování nutnosti používat individuální automobilovou dopravu a podpora alternativních druhů dopravy

Návodné otázky

- Jsou realizovány aktivity k podpoře doprovodné infrastruktury (stojany na kola, uzamykatelné klece, cyklostezky a cyklotrasy, infrastruktury pro pěší, infrastruktury pro tělesně hendikepované, atd.)?
- Jak je řešena MHD na území města (vytvoření – zachování vazeb na jednotlivé druhy dopravy (terminály, přestupní uzly), zajištění potřeb občanů (doprava do škol, doprava do zaměstnání)?
- Jak je řešena doprava v klidu (pěší zóny, parkování, P&R, K&R, B&R)?
- Jak jsou využívány ekonomické nástroje (mýtné, parkovné, zpoplatněné vjezdy)?
- Jaké jsou využívány Integrované plány dopravy?

Příklad indikátorů:

- Přeprava cestujících ve veřejné dopravě - Počet cest na obyvatele za rok
- Dostupnost spojení veřejnou dopravou – hodnocení nabídky spojů veřejné dopravy pomocí známky (-2, -1, 0 +1, +2) samostatně za pracovní dny a za dny nepracovní
- Příprava a realizace komplexního plánu mobility, či obdobného strategického dokumentu - Binární kritérium ano/ne
- Zavedený systém regulace parkování a dopravy - Binární kritérium ano/ne

Dílčí oblast - 3

Nízkoemisní vozidla

Návodné otázky

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Jakou úlohu hrají environmentálně šetrné vozy v místní MHD? – Jaký je podíl takových vozů v majetku města nebo organizacích jím zřízených? – Jaká je situace ohledně infrastruktury čerpacích stanic pro alternativní pohony (elektřina CNG apod.)? – Dochází ke zohlednění využívání environmentálně šetrných vozidel při výběrových řízeních na zajištění služeb pro město? |
|--|

Příklad indikátorů:

- Podíl výkonů vozidel EEV na celkovém objemu objednávaných výkonů v rámci MHD a ostatní dopravní obslužnosti - % podíl výkonů z celkových vzkm objednávaných obcí u dopravců
- Podíl výkonů vozidel EEV na celkovém množství dopravního výkonu vozidel v majetku města a jím zřízených organizací - % podíl z celkové sumy kilometrů ujetých vozidly

Dílčí oblast - 4

Bezpečnost silničního provozu

Návodné otázky

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Jaká jsou realizována zklidňující opatření na infrastruktuře (osvětlené a bezpečné přechody pro chodce, ostrůvky, zúžení komunikace)? – Jak je zajišťována prevence (besedy s Městskou policií, dopravní policií, dopravní hřiště, bezpečné cesty do škol, mimořádná školení řidičů – mimo profesní zkoušky)? – Existuje pasport problémových míst na dopravní infrastruktuře? |
|--|

Příklad indikátorů:

- Podíl žáků I. stupně ZŠ zapojených do preventivních programů bezpečnosti dopravy - % žáků I. stupně ZŠ ve městě, kteří se v hodnoceném roce zúčastnili preventivní akce
- Odstranění krizových nehodových míst - % podíl odstraněných nehodových míst z celkového počtu identifikovaných nehodových míst
- Nehodovost v silniční dopravě - počet mrtvých a zraněných při dopravních nehodách na území města vztažený na 100 km

Dílčí oblast - 5

Snižování vlivu dopravy na životní prostředí a zdraví obyvatel
--

Návodné otázky

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Existuje plán dopravy a byl podroben vyhodnocení vlivů na životní prostředí? – Vyhodnocuje město zatížení životního prostředí dopravou? |
|--|

Příklad indikátorů:

- Strategický plán dopravy včetně vyhodnocení vlivu na ŽP - binární kritérium (ano/ne)
- Realizace opatření ke snížení zátěže z dopravy ve vazbě na strategické dokumenty obce - binární kritérium (ano/ne)

4. Pilotní testování metodiky v konkrétní municipalitě

Praktická ukázka vychází z pilotního hodnocení města Chrudim, které proběhlo během přípravy metodiky. Nejprve město připravilo vlastní audit UR, který následně byl posouzen expertem, který každou z odpovědí ocenil svým výrokem.

Tab 2a a 2b: Ukázka odpovědí z auditu UR předloženého městem Chrudim

<p>Oblast 4.1 Snižování nutnosti používat IAD a podpora alternativních druhů dopravy 4.1.1. Podíl nízkopodlažních vozidel ve veřejné dopravě.</p>
<p>Popis dosavadního vývoje a aktuálního stavu</p> <p>Od 1. 9. 2011 jsou autobusy plně nízkopodlažní, bezbariérové, splňují normu Euro 5, jsou všechny nové, připraveny i na komunikaci mezi autobusy a zastávkami. Uvažováno s elektronickými info panely na významnějších zastávkách.</p> <p>Výsledky ECI A3 http://www.chrudim.eu/public/File/ECI_Chrudim_%20A.3.pdf http://www.chrudim.eu/cs/download/zdrave-mesto/vysledky_a1_a3_cr_2010.pdf</p>
<p>Indikátory</p> <p>Společný evropský indikátor A3 Podíl bezbariérovosti autobusů – 100 % Podíl nízkoemisních vozidel – 100 % Počet linek MHD je 6. V roce 2009 ujeté km je 236 000 km. V roce 2010 ujeté km v MHD je 241 000 km. Počet přepravených cestujících 2009 – 570 000, rok 2010 – 568 000. Částka na MHD, rok 2009 – 5 020 000,- Kč, rok 2010 – 5 300 000,-Kč.</p>
<p>Hodnotící výrok experta a doplňující informace</p> <p>Postupně se zlepšující. Nově budou všechny autobusy nízkopodlažní a nízkoemisní.</p>
<p>Oblast 4.4 Bezpečnost silničního provozu 4.4.2. Odstranění krizových nehodových míst</p>
<p>Popis dosavadního vývoje a aktuálního stavu</p> <ul style="list-style-type: none"> – Provedena rekonstrukce ulic Široká – příčné prahy pro snížení rychlosti a zlepšení pohybu chodců – Snížení délky přechodů pro chodce na silnici III/340 25, ulice Rubešova a jejich nasvětlení, 2x – Ulice Střelecká – zúžení jízdních pruhů, zřízení široké zvýšené plochy křižovatky, umístění stromů ke zlepšení kvality veřejného prostranství – Školní náměstí – snížení šířky jízdních pruhů, zkrácení délek přechodů – Nový přechod pro chodce na silnici I/37, ulice Pardubická, Chrudim. Mezi sídlištěm a zastávkou BUS a státními a městskými úřady – Vytvoření místa pro přecházení na silnici I/37, ulice Pardubická, Chrudim u Elfry pro zajištění přístupu pěších a cyklistů do průmyslové zóny a cyklopěší stezky – Zřízení cyklopěší stezky mezi Chrudimí a Medlešicemi – Osvětlené přechody pro chodce budovány při rekonstrukcích komunikací nebo přechodů pro chodce. – Vybudování nového přechodu pro chodce s osvětlením u ZŠ Dr.J.Malíka. a na ulici Pardubická
<p>Indikátory</p> <p>Vývoj nehodovosti chodců a cyklistů. Finanční prostředky na úpravy komunikací 11 657 000 za rok 2010 Počet odlišně osvětlených přechodů 2009 - 5 ks, rok 2010 – 9 ks</p>
<p>Hodnotící výrok experta a doplňující informace</p> <p>Dobrý stav. Komunikace jsou při rekonstrukcích vybavovány zklidňujícími opatřeními. Přechody pro chodce jsou nasvětlovány</p>

Ke zpracovanému sebehodnocení municipality vytvoří expert „hodnotící formulář“, ve kterém vedle formálního posouzení auditu (komentář k přehlednosti

a srozumitelnosti odpovědí, ke kompletnosti auditu a k úrovni práce s doporučenými indikátory) shrne své expertní výroky ke stavu v jednotlivých oblastech (pomocí známky v rozmezí -2 pro velmi špatný stav řešení dané problematiky až po známku +2 pro vynikající výsledky) a hodnocení doplní jednoduchou SWOT analýzou a sadou doporučení.

Tab. 3: Celkové hodnocení UR v tématu doprava pro město Chrudim

<p>VNITŘNÍ PODMÍNKY Silné stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> – synergie přesvědčení a práce volených orgánů města a úředního aparátu MěÚ – odborně zdatný a silný aparát odboru dopravy a koordinačního pracoviště Zdravé město – pestrost forem a prostředků komunikace s veřejností – schopnost rozvíjet a postupně upravovat urbanistickou funkční strukturu města 	<p>VNITŘNÍ PODMÍNKY Slabé stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> – lepší provázanost spolupráce s odborem investic a financí
<p>VNĚJŠÍ PODMÍNKY Příležitosti</p> <ul style="list-style-type: none"> – vyšší využití prostředků z fondů EU – zlepšená spolupráce s krajem a obcemi v okolí při „sebepropagaci“ mikroregionu a jeho atraktivit ve vlastních – zvýšený zájem celé podnikatelské sféry o zlepšování podmínek života ve městě, kde působí, formou příspěvků na investice a sponzoringu akcí, pořádaných městem – zavedení integrovaného systému dopravy (při prosazení možné zlepšení obslužnosti) 	<p>VNĚJŠÍ PODMÍNKY Hrozby</p> <ul style="list-style-type: none"> – vady současné právní úpravy pro zadávání veřejných zakázek (povinná preference nejnižší ceny před kvalitou) – snižování příspěvků ze státního rozpočtu v důsledku hospodářské recese a vládního programu úspor – neřešení problémů vedení silniční sítě ve správě ŘSD a kraje pro životní prostředí města – zavedení integrovaného systému dopravy (při neprosazení možné snížení obslužnosti)

Závěry pro municipalitu – doporučení a návrhy hodnotitele:

Řízení a organizace aktivit spojených s projektem Zdravé město a MA21 je na velmi vysoké úrovni. Jednáními s funkcionáři a s Úřadem kraje, ŘSD a MD ČR se snažit zlepšit dopravní situaci v regionu i ve vlastním městě na silniční síti (zajistit realizace obchvatu obce). Pokusit se prosazovat změnu zákona o veřejných zakázkách tak, aby rozhodujícím kritériem nebyla nejnižší cena, ale nejlepší poměr získaného přínosu a kvality k ceně. Do doby, než se zákon změní, používat v zadávacích podmínkách jako kritérium technické parametry díla, nabízenou dobu záruky popřípadě jiné kvantifikovatelné parametry

Závěrem celého hodnocení je pak „hodnotící výrok“ za téma Doprava doplněný komentářem, který shrne výsledek celého auditu:

Uspokojivý stav tématu vůči UR – s připomínkami

„Je zřejmé, že město Chrudim je samo dostatečně sebekritické a objektivní ve svém sebehodnocení a je si vědomo svých silných i slabších stránek, takže připomínky mám shodné s předchozím výřtem.“

Zástupci obce velmi dobře komunikují s nevládními zájmovými organizacemi ve městě a občany, což přispívá k realizaci mnoha zdařilých akcí. Celkově lze hovořit o velkém zájmu obce úspěšně realizovat projekt Zdravé město a MA21, čemuž přispívá velmi dobrá spolupráce uvnitř MěÚ a velmi dobrá komunikace i vně úřadu. Z hlediska dopravy se jeví nejzávažnějším problémem absence obchvatu, který by převedl tranzitní dopravy mimo intravilán obce, což by výrazně zlepšilo mnohdy neudržitelnou dopravní zátěž ve městě. Tato aktivita ale leží na straně správce komunikace (ŘSD), s čímž město nemůže moc dělat. Naopak aktivity, které mají přímou vazbu na město, jsou realizovány hojně a ve velmi dobré kvalitě (bezpečnostní akce, strategické materiály, řešení kritických míst na infrastrukturu, podpora pěších a cyklistů).“

5. Závěr

Proces hodnocení kategorie A MA21 by měl napomoci systematizaci sledování stavu a vývoje udržitelného rozvoje (dále též „UR“) na místní úrovni v podmínkách ČR. Obce, regiony, případně další uchazeči, kteří získají kategorii A MA21, mají být srovnatelné s kvalitními obcemi či regiony v zahraničí z pohledu udržitelného rozvoje. Předkládaná metodika je doposud asi nejpodrobněji zpracovaným dokumentem pro hodnocení udržitelného rozvoje municipalit. Primárním cílem bylo nastavit jasnou metodiku pro hodnocení větších obcí, přičemž se v následujícím období předpokládá její aktualizace na základě prvních zkušeností z ostrých hodnocení, z nichž první proběhne již v roce 2013. Dalším námětem pro zlepšení metodiky je pak její modifikace pro kategorii malých obcí do 2000 obyvatel, neboť zpracování takto rozsáhlého auditu bude pravděpodobně nad jejich personální a finanční možnosti.

Literatura

- [1] *Charta měst směřujících k udržitelnému rozvoji*. Schválená účastníky Evropské konference těchto měst v Aalborgu, Dánsko, 27. května 1994. 7 s. Dokument dostupný na < http://sustainable-cities.eu/upload/pdf_files/ac_czech.pdf > (cit. 8. října 2012)
- [2] Databáze MA21 [online]. Dokument dostupný na < <http://ma21.cenia.cz/> >. (cit. 8. října 2012).
- [3] *Metodika hodnocení kategorie "A" místní Agendy 21*, verze 1.1. Praha: Integra Consulting & Národní síť Zdravých měst ČR, duben 2012, 28 s.
- [4] ADAMEC, V., ANDĚL, P., DOSTÁL, I., JEDLIČKA, J., GORČICOVÁ, I. *Metodický postup pro hodnocení rozvoje regionu při respektování zásad udržitelné dopravy*. Brno: CDV, 2010, 29 s.
- [5] JEDLIČKA, J., KORTANOVÁ, J., DOSTÁL, I. Implementace cílů Strategii udržitelného rozvoje do územního plánování. In: *Geografie pro život ve 21. století: Sborník příspěvků z XXII. sjezdu České geografické společnosti* Ostrava, 31. 8. - 3. 9. 2010. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2010, 537-540. ISBN 978-80-7368-903-2.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu COST TU0902 „Sustainable development of transport in urban areas“, financovaného MŠMT a projektu NSZM ČR „A-test“ podpořeného z Revolvingového fondu MŽP.

Sustainability in transport in local Agenda 21 assesment

Jiří Jedlička, Ivo Dostál

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.jedlicka@cdv.cz

Abstract

Concerning with the preparation/updating the development plans according the new act of building are currently planning documents, which will determine the development of towns and cities in the next 15 years. In this context, it is taking into account very often the concept of sustainable development planning. The term "local Agenda 21" was adopted for the activities on the regional and the local level. An essential part of any strategic plans is their evaluation. The evaluation process should assist the MA21 systematic monitoring of the status and trends of sustainable development at the local level in the conditions of the Czech Republic. The aim is to present the contribution of the outputs and conclusions of the project, which is responsible for assessing the achievement of preparing MA 21 in the area of transport.

Vývoj využití krajiny v okrese Hodonín v kontextu vývoje dopravních sítí

Marek Havlíček¹, Ivo Dostál²

¹Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
Lidická 25/27, 602 00 Brno

e-mail:marek.havlicek@vukoz.cz

²Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail:ivo.dostal@cdv.cz

Abstrakt

V příspěvku je hodnocen vývoj využití krajiny v okrese Hodonín v kontextu vývoje dopravních komunikací. Dlouhodobý vývoj využití krajiny byl sledován za pomoci starých topografických map z let 1836-41, 1876, 1953-5 a 1991. Na základě starých topografických map byl vyhodnocen i vývoj silniční a železniční sítě, přičemž bylo přihlíženo k významnosti a typu dopravní komunikace. V zázemí těchto dopravních komunikací byly hodnoceny procesy změn využití krajiny a byly srovnávány s intenzitou procesů v částech území bez významných dopravních komunikací. Byla také zkoumána vzájemná vazba trasování silnic a železnic a využití krajiny v celém okrese Hodonín. Na konkrétních příkladech obcí okresu Hodonín je doložena odlišná dynamika využití krajiny u sídel s významnou dopravní funkcí a u sídel na dopravně méně významných trasách či bez dopravní obslužnosti.

1. Úvod

Při zkoumání dlouhodobého využití krajiny jsou hojně využívány staré topografické mapy. Jde o velmi cenný informační zdroj, který umožňuje základní informaci nejen o historickém způsobu využití krajiny, vývoji sídelní struktury, ale i o vývoji dopravní infrastruktury [1]. Jsou-li vztahy mezi vývojem využití krajiny a fyzickogeografickými podmínkami poměrně častým tématem odborných článků, přičemž nejčastěji je věnována pozornost vztahu reliéfu či klimatických podmínek na využití krajiny [2], vzájemný vztah mezi rozvojem dopravních sítí a využitím krajiny je méně častým tématem odborných diskuzí [1]. Přitom tato těsná vazba je všeobecně známa a akceptována [6]. Vzájemná interakce mezi vývojem dopravy a vývojem sídel vedla v minulosti k dynamickému růstu sídel u některých významných dopravních uzlů, mohla mít ale i zásadní význam pro menší obce s velmi dobrou dopravní obslužností. Zároveň je zapotřebí vnímat i atraktivitu administrativních či průmyslových center právě pro lokalizaci uzlových bodů dopravních sítí.

2. Metodika

Změny v krajině byly analyzovány za použití vrstev prostorových objektů vytvořených vektorizací nad mapovými sadami starých map v prostředí ArcGIS. Bylo použito celkem 4 mapových sad: 2. rakouské vojenské mapování 1 : 28 800 (1836 až 1841), 3. rakouské vojenské mapování 1 : 25 000 (1876), československé vojenské topografické mapy 1 : 25 000 (1953–5) a československé vojenské topografické mapy 1 : 25 000 (1991). Při přípravě i analýzách prostorových dat byla použita

metodika Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., [5] a [7]. Tato metodika rozlišuje 9 základních kategorií využití krajiny: 1 – orná půda, 2 – trvalý travní porost, 3 – zahrada a sad, 4 – vinice a chmelnice, 5 – les, 6 – vodní plocha, 7 – zastavěná plocha, 8 – rekreační plocha, 0 – ostatní plocha.

Mezi jednotlivými po sobě následujícími obdobími byly rozlišovány tyto typy procesů změn využití krajiny: (1) zemědělská kultivace, tj. přeměna na ornou půdu, zahradu a sad nebo vinici, (2) zalesňování, tj. přeměna na les, (3) zatravňování, tj. přeměna na trvalý travní porost, (4) urbanizace a související antropogenní procesy, tj. zástavba plochy nebo její přeměna na rekreační areál či ostatní plochu, (5) vznik vodních ploch, tj. zatopení vybudováním či obnovou vodní nádrže. Ve všech těchto případech šlo vždy o přeměnu z jakékoliv jiné původní kategorie využití.

Změny využití krajiny v kontextu vývoje silniční a železniční dopravy byly zkoumány na základě hlavní silniční dopravní sítě a kompletní železniční dopravní sítě zachycených na starých topografických mapách okresu Hodonín. Pro rozvoj silniční dopravy a železniční dopravy byly vyhodnoceny topografické mapy z prvních tří sledovaných období, tedy z let 1836-41, 1876, 1953-5. V těchto obdobích se utvářela základní dopravní síť v okrese Hodonín, která částečně respektovala aktuální využití krajiny v území, ale zároveň měla vliv i na pozdější vývoj využití krajiny v bezprostřední blízkosti dopravních komunikací a dopravních uzlů. To platilo jak pro silniční, tak i pro železniční dopravu.

Při posuzování změn využití krajiny v zázemí železničních tratí a významných silničních komunikací v okrese Hodonín byly vyhodnoceny oblasti ve vzdálenosti do 1 km od železniční trati či silnice. Vznikl tím buffer o šířce 2 km s dopravní trasou v ose. Hodnoceno bylo území v zázemí těchto dopravních tras a ostatní území, které se nenacházelo v těsné blízkosti žádné dopravní komunikace.

3. Hodnocení vývoje dopravní infrastruktury a využití krajiny

3.1. Dopravní infrastruktura v okrese Hodonín v letech 1836-41

Nejstarší železniční dráhou v okrese Hodonín byla tzv. Severní dráha císaře Ferdinanda - železniční trať z Vídně do Bochnie s odbočkami do Brna, Olomouce, Opavy, Bílska-Bělé a ke skladům soli ve Dworech, Wieliczce a u Bochnie [3][4]. Se stavbou železnice z Vídně bylo započato v roce 1836, studovanou oblastí prochází stavební úsek z Břeclavi do Starého Města, který byl zprovozněn v květnu 1841 [4].

V prvním sledovaném období, tj. letech 1836-41, představovala řeka Morava významnou přírodní bariéru pro dopravní komunikace, což souviselo zejména s nedostatkem stabilních mostních konstrukcí v dané oblasti. Zatímco železniční trať z Břeclavi na Staré Město vedla jako pravobřežní komunikace podél toku Moravy, silniční doprava měla historické trasování od Hodonína na Strážnici, Veselí nad Moravou, Uherský Ostroh do Uherského Hradiště jako komunikace levobřežní. Oproti dnešnímu stavu navíc v tomto období procházela významným slovenským (tehdy uherským) městem Skalica. Tato silniční dopravní trasa je v mapách II. rakouského vojenského mapování označena jako císařská silnice hlavní. K hlavním císařským silnicím jsou dále zařazeny komunikace z Hodonína přes Čejč, Klobouky u Brna směrem na Brno a druhá variantní trasa z Hodonína na Brno přes Čejč a Slavkov u Brna. Vedlejší císařské silnice spojovaly Bzenec s Veselím nad Moravou a Bzenec s Uherským Hradištěm. Významná zemská silnice vedla

ze slovenského (uherského) města Myjava přes Velkou nad Veličkou, Blatnici do Uherského Ostrohu. Řeka Morava byla významnou bariérou, mezi městy Bzenec a Strážnice v tomto období fungoval přívoz, který se nacházel v místě dnešního Bzence-Přívozu.

3.2. Změny ve využití krajiny mezi roky 1836-1841 a 1876 v zázemí železničních tratí v okrese Hodonín z období 1836-1841

Železniční tratě měly v 19. století zásadní vliv na rozvoj sídel a byly hnacím motorem industrializace i rozvoje zemědělské výroby. Poloha na významných železničních tratích vedla k rozvoji konkrétních sídel a naopak lokalizace na trati regionálního významu, případně nepřítomnost železnice úplně, vedly ke zbrždění rozvoje sídla. Jelikož na mapě z roku 1836-41 byla zachycena pouze hlavní železniční trať z Břeclavi do Starého Města, rozvoj zastavěných ploch pro následující období se týkal především následujících sídel: Hodonín, Moravský Písek, Rohatec, Lužice, Mikulčice. Nejdynamičtěji se rozpínalo město Hodonín. Lokalizace železniční stanice v Hodoníně zásadně ovlivnila rozvojovou oblast města, v jejím okolí vznikaly četné průmyslové areály, obytné areály, administrativní areály a vojenské objekty.

V těsném zázemí železniční trati (do 1 km) bylo změněno mezi roky 1836-41 a 1876 využití krajiny na 39,5 % území, v ostatním území ve vzdálenosti větší než 1 km od železnice proběhla změna využití krajiny pouze na 19,0 % území. Podíl změněných ploch využití krajiny mezi roky 1836-41 a 1876 v zázemí železničních tratí tedy významně přesahoval podíl změněných ploch využití krajiny mimo toto zázemí.

Tab. 1: Procesy změn využití krajiny mezi roky 1836-41 a 1876 v zázemí železničních tratí a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí železniční trati		Území mimo zázemí železniční trati	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zalesnění	18,5	Zemědělská kultivace	12,7
Zemědělská kultivace	17,6	Zalesnění	3,3
Zatrávnění	1,9	Zatrávnění	2,4
Urbanizace a související procesy	1,6	Urbanizace a související procesy	0,5
Vznik vodních ploch	0,0	Vznik vodních ploch	0,0

V zázemí železniční trati nejvyšší podíl z procesů změn využití krajiny vykazoval proces zalesnění (18,5 %). Na tomto vysokém podílu měl vliv velkoplošného zalesňování oblasti tzv. „Moravské Sahary“. Mezi Rohatcem a Moravským Pískem v těsném okolí železniční tratě bylo úspěšně prováděno zalesňování v letech 1825 až 1848. Procesy zemědělské kultivace, urbanizace a související antropogenní procesy vykazovaly výrazně vyšší podíly v těsném okolí železničních tratí (Tab. 1). Potvrdil se tak předpoklad impulsu rozvoje sídla lokalizací významné železniční trati a zároveň i vliv železniční dopravy na intenzitu zemědělství v dopravně dostupných lokalitách. V zázemí železničních tratí vznikaly v tomto období v okrese Hodonín především průmyslové areály potravinářského průmyslu (zejména cukrovary), těžebního průmyslu a strojírenského průmyslu.

3.3. Změny ve využití krajiny mezi roky 1836-41 a 1876 v zázemí nejvýznamnějších silničních komunikací v okrese Hodonín z období 1836-41

V těsném zázemí silniční komunikace (do 1 km) bylo v období mezi roky 1836-41 a 1876 změněno využití krajiny na 23,2 % území, v ostatních oblastech mimo dosah významných silnic byla zaznamenána změna ve využití krajiny na 19,6 % území. Z těchto údajů vyplývá, že v těsném zázemí významných silničních komunikací byly změny ve využití krajiny a procesy změn využití krajiny intenzivnější než v ostatních oblastech okresu.

Tab. 2 Procesy změn využití krajiny mezi roky 1836-41 a 1876 v zázemí významných silničních komunikací a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí silniční komunikace		Území mimo zázemí silniční komunikace	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zemědělská kultivace	16,9	Zemědělská kultivace	12,2
Zatrávnění	2,8	Zalesnění	4,7
Zalesnění	2,0	Zatrávnění	2,4
Urbanizace a související procesy	1,5	Urbanizace a související procesy	0,4
Vznik vodních ploch	0,1	Vznik vodních ploch	0,3

Při porovnání podílů procesů změn využití krajiny mezi roky 1836-41 a 1876 v zázemí významných silničních komunikací a mimo toto zázemí byly zjištěny vyšší podíly procesů zemědělské kultivace, urbanizace a souvisejících antropogenních procesů v těsném okolí silničních komunikací (Tab. 2). V případě zemědělské kultivace může být tento vysoký podíl dán částečně vedením tras v příhodném terénu v zemědělsky významných oblastech okresu, nelze ovšem opomenout i samotnou atraktivitu lokalizace těchto silničních komunikací a snahu majitelů pozemků převádět v jejich těsné blízkosti trvalé travní porosty na ornou půdu. Využití těchto kvalitních a významných dopravních tras pro svážení zemědělských produktů bylo v tomto období impulsem pro zornění okolních pozemků. V případě urbanizace a souvisejících antropogenních procesů je vyšší podíl v zázemí významných silničních komunikací především snahou o propojení největších sídel v okrese, ovšem i zde lze uvažovat i o oboustranné interakci. Budování významných dopravních tras v tomto období vedlo k většímu rozvoji sídel na těchto trasách, v nich byla rozšiřována jak rezidenční zástavba, tak i zemědělská a průmyslová zástavba, a to zejména z logistických důvodů.

3.4. Dopravní infrastruktura v okrese Hodonín v roce 1876

Rozmach železniční dopravy v druhé polovině 19. století vedl k budování dalších železničních tratí, území okresu Hodonín se to však týkalo až v poslední čtvrtině století, neboť k roku 1876, ke kterému je datováno III. rakouské vojenské mapování v měřítku 1 : 25 000 byl oficiálně zprovozněn stále jen železniční úsek Břeclav – Staré Město [4]. Další železniční tratě byly zprovozněny až v následujícím blízkém období. Pravděpodobně tedy byly zakreslovány do map jako úseky rozestavěné, případně byly do map dokresleny dodatečně, jako do oficiálního aktuálního mapového podkladu. Na vojenských topografických mapách třetího vojenského

mapování jsou zakresleny následující železniční úseky (s datem zprovoznění): 1. 5. 1841 Břeclav - Staré Město, 20. 7. 1884 Moravský Písek - Bzenec – Kyjov, 1. 6. 1887 Bzenec - Veselí n/M – Kunovice, 10. 10. 1887 Kyjov – Brno, 10. 10. 1887 Veselí n/M – Sudoměřice, 17. 1. 1889 Hodonín - Hodonín tabáková továrna, 1. 10. 1889 Rohatec – Sudoměřice, 18. 06. 1891 Hodonín tabáková továrna – Holíč, 15. 11. 1893 Sudoměřice – Skalica [3].

Rozvoj železniční dopravy byl silným impulsem pro rozvoj sídel, průmyslových areálů, zároveň však respektoval také stávající sídelní strukturu, případně lokalizaci zdrojů surovin. Vedle nákladní železniční dopravy se silně rozvíjela i osobní železniční doprava, která umožňovala větší migraci za prací, obchodem i vzděláním.

Silniční síť se také dynamicky rozrůstala a snažila se plnit funkci středně vzdáleného i lokálního přesunu zemědělských komodit, stavebního materiálu, energetických surovin, průmyslových výrobků a částečně i funkci osobní dopravy.

Mezi nejvýznamnější císařské silnice v okrese Hodonín patřila opět spojnice mezi Hodonínem, Strážnicí, Veselím nad Moravou a Uherským Hradištěm, přičemž bylo změněno vedení trasy vybudováním mostu u obce Rohatec. Celá trasa této císařské silnice tedy vedla již územím Moravy. Byl tak mírně oslaben význam tras přes město Skalica na Slovensku (tehdy v Uhrách). K dalším významným císařským silnicím patřily spojnice mezi Hodonínem a Brnem, opět ve dvou variantách přes Klobouky u Brna a přes Slavkov u Brna. Mezi nově vybudované císařské silnice patřila trasa Hodonín – Dubňany, kde bylo žádoucí spojení do hornického a sklářského centra regionu. Taktéž byla budována císařská silnice mezi obcemi Čejč, Čejkovice a městem Břeclav. Tato dopravní komunikace však nebyla dokončena. Zemské silnice byly postaveny zejména na Kyjovsku a v oblasti Bílých Karpat. Za zemskou silnici byla označována i trasa mezi Hodonínem a Břeclaví.

3.5. Změny ve využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 v zázemí železničních tratí v okrese Hodonín z období 1876

V zázemí železniční trati (do 1 km) byla evidována změna využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 na 25,7 % území, v ostatním území více než 1 km od železnice proběhla změna využití krajiny na 19,0 % území. Plošný podíl změn využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 v zázemí železničních tratí opět přesahoval plošný podíl změn využití krajiny mimo toto zázemí.

Tab. 3: Procesy změn využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 v zázemí železničních tratí a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí železniční trati		Území mimo zázemí železniční trati	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zemědělská kultivace	11,1	Zemědělská kultivace	12,4
Urbanizace a související procesy	6,7	Zalesnění	3,2
Zalesnění	4,0	Urbanizace a související procesy	1,6
Zatravnění	3,4	Zatravnění	1,5
Vznik vodních ploch	0,4	Vznik vodních ploch	0,5

V těsném zázemí železničních tratí a v blízkosti železničních stanic docházelo v tomto období k výrazně intenzivnější urbanizaci a souvisejícím antropogenní

procesům než u oblastí mimo železnici (Tab. 3). Rozvoj sídel v okrese Hodonín byl umocněn rozmachem těžebního průmyslu, potravinářského průmyslu, stavebního průmyslu, strojírenského průmyslu a energetického průmyslu. Potvrdil se tak předpoklad dynamického růstu měst a sídel v těsné blízkosti železničních tratí a železničních stanic. Snahy o získání orné půdy v těsném zázemí železnic či přechod do zemědělských ploch vinic a sadů shrnutých v procesu zemědělské kultivace nebyly již tak velké jako v předchozím období. Procesy zemědělské kultivace byly mimo zázemí železnice plošně rozsáhlejší než v těsném zázemí železničních tratí.

3.6. Změny ve využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 v zázemí nejvýznamnějších silničních komunikací v okrese Hodonín z období 1876

Ve vzdálenosti do 1 km od silniční komunikace bylo změněno mezi roky 1876 a 1953-5 využití krajiny na 21,5 % území, v oblastech mimo dosah významných silničních komunikací byla zaznamenána změna ve využití krajiny na 19,3 % území. V těsném zázemí významných silnic byly změny ve využití krajiny a procesy změny využití krajiny opět intenzivnější než v ostatních oblastech okresu.

Tab. 4: Procesy změn využití krajiny mezi roky 1876 a 1953-5 v zázemí významných silničních komunikací a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí silniční komunikace		Území mimo zázemí silniční komunikace	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zemědělská kultivace	12,6	Zemědělská kultivace	11,9
Urbanizace a související procesy	4,6	Zalesnění	4,1
Zalesnění	2,2	Zatrávnění	1,8
Zatrávnění	1,8	Urbanizace a související procesy	1,0
Vznik vodních ploch	0,4	Vznik vodních ploch	0,5

Opětovně byly zjištěny vyšší podíly procesů zemědělské kultivace, urbanizace a souvisejících antropogenních procesů v těsném okolí silničních komunikací, přičemž výrazně vyšší rozdíl byl u urbanizace a souvisejících procesů (Tab. 4). V případě urbanizace a souvisejících antropogenních procesů ovlivnila vysoký podíl zázemí významných silničních komunikací jednak snaha o propojení největších sídel v okrese, tak i dopravní atraktivita daných sídel. V těchto sídlech byla rozšiřována jak rezidenční zástavba, tak i zemědělská a průmyslová zástavba. Značný vliv na rozvoj sídel měla i mobilita obyvatelstva za prací a vzděláním umožněná rozvojem hromadné autobusové dopravy v regionu.

3.7. Dopravní infrastruktura v okrese Hodonín v roce 1953-5

Dopravní síť v okrese Hodonín v letech 1953-5 se v případě silničních komunikací nejvyšší kategorie (I. třídy, dříve císařských silnic) neměnila nijak zásadně. Mezi nejdůležitější dopravní trasy nadále patřila spojnice z Hodonína přes Strážnici do Veselí nad Moravou a Uherského Hradiště. Další významnou dopravní komunikací byla silnice I. třídy z Hodonína do Brna v trase přes Čejč, Násedlovice, Slavkov u Brna. Novou komunikací I. třídy byla spojnice Bzenec – Veselí

nad Moravou – Uherský Brod. Částečně upadl význam silnice Hodonín – Čejč – Klobouky u Brna – Brno a Hodonín – Dubňany (převedení z císařské silnice na silnici II. třídy). Výrazně upadl význam a částečně bylo změněno i trasování komunikace Čejč – Čejkovice – Břeclav. Mezi nejvýznamnější silnice II. třídy, které svým trasováním navazovaly na původní zemské silnice, patřila trasa Bzenec – Kyjov – Žarošice (směr Brno) a spojení ze směru Velká nad Veličkou na Myjavu. Novou významnou silnicí byla spojnice mezi městy Bzenec a Strážnice (silnice II. třídy).

Železniční dopravní síť se v okrese Hodonín v téměř dnešní podobě zformovala již na přelomu 19. a 20. století. Železniční trať Hodonín – Zaječí byla zprovozněna v roce 1897, trať Mutěnice – Kyjov v roce 1900, Nemočice – Koryčany v roce 1908, stejně jako dráha Čejč – Ždánice. Jen trať Veselí nad Moravou – Lipov – Vrbovice byla uvedena do provozu až v roce 1927 [3]. Z hlediska nákladní železniční dopravy bylo zajištěno spojení s regionálními průmyslovými centry, oblastmi těžby nerostných surovin a převoz zemědělských komodit do zpracovatelských závodů. Z hlediska osobní železniční dopravy byly zpřístupněny regionálními tratěmi nejdůležitější administrativní centra regionu pro řadu okolních obcí.

3.8. Změny ve využití krajiny mezi roky 1953-5 a 1991 v zázemí železničních tratí v okrese Hodonín z období 1953-5

V zázemí železniční trati (do 1 km) byla změna využití krajiny mezi roky 1953-5 a 1991 zaznamenána na 22,1 % území, v ostatním území ve vzdálenosti více než 1 km od železnice proběhla změna využití krajiny na 17,7 % území. Plošný podíl změn využití krajiny mezi roky v tomto období v zázemí železničních tratí o 4,4 % přesahoval plošný podíl změn využití krajiny mimo toto zázemí.

Tab. 5: Procesy změn využití krajiny mezi roky 1953-5 a 1991 v zázemí železničních tratí a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí železniční trati		Území mimo zázemí železniční trati	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zemědělská kultivace	10,7	Zemědělská kultivace	10,9
Urbanizace a související procesy	6,4	Urbanizace a související procesy	2,3
Zalesnění	2,4	Zalesnění	2,2
Zatrávnění	2,3	Zatrávnění	2,1
Vznik vodních ploch	0,3	Vznik vodních ploch	0,2

V zázemí železničních tratí i mimo toto zázemí byl nejvýznamnější proces zemědělské kultivace, přičemž jejich plošný podíl byl téměř shodný (Tab. 5). Proces urbanizace a související antropogenní procesy vázané na vznik nových zastavěných ploch, vznik těžebních areálů, případně rekreačních ploch byl logicky opět výrazně intenzivnější v zázemí železničních tratí. Odráží se zde vliv vlastní lokalizace železničních tratí do stávajícího intravilánu měst a obcí spojených s přirozeným rozvojem rezidenčních, průmyslových a obslužných ploch. Je zde ale také stále silný impuls k rozvoji obcí a měst obsluhovaných železnicí oproti obcím bez železniční dopravy. Tuto skutečnost je možné doložit např. na odlišném vývoji sousedních obcí Čejkovice a Čejč, kdy v Čejkovicích díky nepřítomnosti železnice nebyla tak velká dynamika růstu zastavěných ploch a obec má převážně zemědělský charakter, zatímco železniční stanice v Čejči vedla k rozvoji průmyslu i obchodních zón v obci

a větší dynamice růstu zastavěných ploch. Velmi dynamicky se rozvíjela např. obec Rohatec na hlavní železniční trati Břeclav – Přerov.

3.9. Změny ve využití krajiny mezi roky 1953-5 a 1991 v zázemí nejvýznamnějších silničních komunikací v okrese Hodonín z období 1953-5

Mezi roky 1953-5 a 1991 v zázemí silničních komunikací I., II. a III. třídy bylo změněno využití krajiny na 20,5 % území, v oblastech mimo dosah významných silničních komunikací byla evidována změna ve využití krajiny na 16,5 % území. V zázemí významných silničních komunikací byly změny ve využití krajiny a procesy změn využití krajiny intenzivnější než v ostatních oblastech okresu.

Tab. 6: Procesy změn využití krajiny mezi roky 1953-5 a 1991 v zázemí významných silničních komunikací a mimo toto zázemí (podíl v %)

Zázemí silniční komunikace		Území mimo zázemí silniční komunikace	
Proces změn využití krajiny	Podíl	Proces změn využití krajiny	Podíl
Zemědělská kultivace	11,0	Zemědělská kultivace	10,6
Urbanizace a související procesy	5,1	Zalesnění	2,9
Zatrávnění	2,3	Zatrávnění	2,0
Zalesnění	2,0	Urbanizace a související procesy	0,8
Vznik vodních ploch	0,2	Vznik vodních ploch	0,2

Byl zjištěn velmi výrazný rozdíl u urbanizace a souvisejících procesů v zázemí významných silničních tras a mimo toto zázemí (Tab. 6). Za hlavní vliv lze považovat rozšíření dopravních silničních komunikací po úroveň III. třídy téměř do každé obce okresu Hodonín a řady průmyslových areálů. V případě urbanizace a souvisejících antropogenních procesů byl vysoký podíl v zázemí významných silničních komunikací jak snahou o propojení významných sídel v okrese, tak i projevem dopravní atraktivity daného sídla. V těchto sídlech byla rozšiřována jak rezidenční zástavba, tak i zemědělská a průmyslová zástavba. Značný vliv na rozvoj sídel měla i mobilita obyvatelstva za prací a vzděláním umožněná rozvojem hromadné autobusové dopravy v regionu.

V případě roku 1953-5 tedy byl z důvodů vysoké propojenosti obcí silniční sítě zkoumán vztah mezi vývojem využití krajiny v zázemí silnic I. třídy, II. třídy a III. třídy samostatně. Zatímco v zázemí silnic I. třídy a II. třídy změny ve využití byly vykazovány na 23,7 % a 24,3 % území, u silnic III. třídy to bylo jen na 19,7 % území. Urbanizace a související antropogenní procesy byly výrazně silnější v zázemí silnic I. třídy a II. třídy (6,8 % území a 6,9 % území). V zázemí silnic III. třídy tyto procesy byly evidovány na 4,5 % území. Procesy zemědělské kultivace vykazovaly vyšší podíly v zázemí silnic I. a II. třídy.

3.10. Vývoj měst a obcí s velmi dobrou a nedostatečnou dopravní obsluhovaností v okrese Hodonín

Odlišný vývoj obcí okresu Hodonín obsluhovaných železniční dopravou, případně na důležitých silničních tazích a naopak obcí s nízkou dopravní obsluhovaností lze doložit některými konkrétními případy. Zatímco obec Čejč, kterou dlouhodobě

procházela významná silniční trasa z Hodonína na Brno a od roku 1897 železniční regionální trať Hodonín – Čejč – Zaječí a později i Čejč – Ždánice, výrazně rostla v rozloze zastavěného území (nárůst od roku 1836-41 pětinasobný) a stávala se menším průmyslovým, obchodním a obslužným centrem, původní sídlo panství a městy Čejkovice bez významnějších dopravních komunikací zůstalo obcí se zemědělským charakterem s poměrně nízkou dynamikou růstu zastavěných ploch (nárůst na trojnásobek od roku 1836-41).

Výrazný vliv na rozvoj zastavěného území v katastru obce Rohatec měla lokalizace hlavní trati Břeclav – Hodonín – Přerov. Umístění železniční stanice, později i další železniční zastávky a blízkost města Hodonín dodala impuls nejen k výstavbě obytných ploch v zázemí města Hodonín, ale i rozvoji průmyslových zón (cukrovar, dřevařský průmysl), skladů (areál ZZN) apod. Celkově se na katastrálním území obce Rohatec zvýšila od roku 1836-41 zastavěná plocha devětkrát.

U větších měst okresu Hodonín se vliv dopravní obslužnosti na rozvoj sídel mísí s dalšími socioekonomickými podmínkami – např. administrativním významem daného sídla. I přesto nelze vyloučit zásadní vliv silniční dopravy a lokalizace železničních významných tratí např. na rozvoj města Hodonín (nárůst zastavěných ploch od roku 1836-41 na devítinasobek), Veselí nad Moravou (nárůst na pětinasobek). Nezanedbatelný vliv na lokalizaci průmyslových areálů a rozvoj obytných ploch měla dopravní obslužnost u měst Kyjov, Strážnice a Bzenec, kterými procházely původní císařské a zemské silnice, později silnice I. a II. třídy, případně železniční trati s dálkovou i regionální přepravou osob a nákladů. Rozvoj města Ždánice a jeho průmyslové zóny byl jednoznačně podpořen vybudováním železniční tratě Čejč – Ždánice.

Dalšími příklady původně významných obcí okresu, které nebyly dostatečně dopravně napojeny na systém významných silničních tras a neměly ani železniční dopravu, jsou obce Prušánky a Dambořice. Jejich atraktivita pro bydlení a lokalizaci průmyslu či obchodu se díky nedostatečné dopravní obslužnosti výrazně snížila.

4. Závěr

Vývoj využití krajiny v kontextu historického vývoje dopravních sítí v okrese Hodonín prokázal vliv lokalizace významných dopravních uzlů na rozvoj sídel nejen u významných měst a administrativních center, ale i u menších obcí. V prvních sledovaných obdobích byly větší rozvoj sídel a větší intenzita procesů změn využití krajiny vázány na rozvoj železniční sítě, v pozdějším období sílil vliv silniční dopravy a rozvoj sídel byl vázán na celkovou dopravní obslužnost sídla v oblasti osobní dopravy a dostupnost do administrativních center a průmyslových oblastí regionu.

Literatura

- [1] HAVLÍČEK, M. Vliv dopravy na změny v krajině. In: Adamec V., Dostál I. (eds.): *Sborník přednášek III. Česko-slovenské konference Doprava zdraví a životní prostředí*, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i. Brno, 2008: 119-126
- [2] HAVLÍČEK, M., CHRUDINA, Z., SVOBODA, J. Vývoj využití krajiny v geomorfologických celcích okresu Hodonín. *Acta Pruhoniana*, 2012 (100): 73-86.
- [3] HUDEC, Z. a kol. Atlas drah České republiky 2006-2007. Praha: Dopravní vydavatelství Malkus, 2006, 310 s.
- [4] KOTRMAN, J. *160 let Severní dráhy císaře Ferdinanda*. Ostrava: České dráhy, 2001, 146 s.

- [5] MACKOVČIN, P. Land use categorization based on topographic maps. *Acta Pruhoniciana*, no. 91, 2009: p. 5–13.
- [6] RODRIGUE, J-P, COMTOIS, C., SLACK, B. *The Geography of Transport Systems*, 2nd Edition, New York: Routledge, 2009. 352 pages. ISBN 978-0-415-48324-7.
- [7] SKOKANOVÁ, H. Application of methodological principles for assessment of land use changes trajectories and processes in South-eastern Moravia for the period 1836–2006. *Acta Pruhoniciana*, no. 91, 2009: p. 15–21.

Poděkování

Tato práce vznikla na VÚKOZ jako součást řešení projektu MSM 6293359101 „Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace“ a projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost EE2.3.20.0004 „Vytvoření a rozvoj multidisciplinárního týmu na platformě krajinné ekologie“. Na CDV byla její realizace podpořena z dotace MŠMT určené na rozvoj výzkumné organizace.

Land-use dynamics in the Hodonín region in the context of historical development of transport networks

Marek Havlíček¹, Ivo Dostál²

¹Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Ornamental Gardening, Publ. Res. Inst.

Lidická 25/27, 602 00 Brno

e-mail:marek.havlicek@vukoz.cz

²Transport Research Centre, Publ. Res. Inst

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail:ivo.dostal@cdv.cz

Abstract

The paper evaluates the dynamics of land-use changes in the Hodonín region in the context of historical development of railways and main roads. The long-term development of land-use was analysed on the basis of the old topographic maps from the years 1836-1841, 1876, 1953-1955 and 1991. The old topographic maps were used also for identification of the development of road and rail network, when the importance and type of road was also taken into account. The land-use change processes were assessed in the buffer zone of these roads and compared with the intensity of processes in parts of the territory with no major transport lines. There was also investigated relation between the roads and railways deployment and the overall land-use in the Hodonín region. The different dynamics of land-use in localities with significant transport function and the sites located on minor traffic routes or even without transport services is demonstrated on specific examples of several municipalities.

Vliv jednotlivých druhů dopravy na utváření sídel v krajině z historického pohledu na příkladě obce Černošice

Iva Smejkalová, Kristýna Neubergová

ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

e-mail: smejkalova@fd.cvut.cz, neubergova@fd.cvut.cz

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou dopravy a jejího vlivu na utváření sídel v krajině. V úvodu jsou zmíněny jednotlivé druhy dopravy ve vztahu k vývoji sídel. Následuje historický pohled na danou tematiku. Důraz je kladen především na rozdílný vývoj obcí podél železničních tratí a obcí rozvíjejících se v návaznosti na silniční síť. Celá problematika je demonstrována na konkrétním příkladě obce Černošice. Tato obec, ležící ve středočeském kraji, je typickou ukázkou sídla historicky se rozvíjejícího v závislosti na železniční trati. S nárůstem silniční dopravy se pak tato obec rozrůstala také v částech od trati vzdálenějších. Příspěvek dále reflektuje rozvoj suburbanizace, který k utváření dnešních sídel přispívá velkou měrou. Právě rezidenční suburbanizace je významným faktorem rozvoje obce Černošice v současné době. Závěrem je celá problematika shrnuta, jsou popsány historické paralely a formulovány závěry.

1. Úvod

Doprava má výrazný vliv na rozmístění sídel v krajině. Už první města vznikala na křižovatkách obchodních stezek a cest. V různých etapách rozvoje společnosti byl rozvoj sídel ovlivněn také druhem dopravy. Asi nejmarkantněji je tento vliv patrný u dopravy železniční, kdy řada měst, která železniční dopravu odmítla, začala upadat a naproti tomu města, jejichž osvětlení radní si „železného oře“ do města pustili, začala naopak vzkvétat. Jako příklad lze uvést dvojici měst Česká Třebová a Moravská Třebová. Byť do roku 1960 byla Moravská Třebová okresním městem a získala městská práva dříve než sousední Česká Třebová, zásadní zlom v rozdílném rozvoji novodobých podob měst přišel ve 2. polovině 19. století s rozvojem železniční dopravy. Železniční trať procházející městem Česká Třebová byla postavená již v roce 1845 a významně předurčila další rozvoj města. Železniční doprava do Moravské Třebové zavítala až roku 1889. Na rozdíl od České Třebové leží město Moravská Třebová pouze na regionální trati. Důsledkem této skutečnosti si udrželo město Moravská Třebová přirozený nárůst obyvatel a zachovalo si historické centrum města, o čemž dnes svědčí turistická atraktivnost lokality. Sídlu Česká Třebová naopak zaznamenalo výraznější nárůst nejen počtu obyvatel ale také zastavěné plochy. Město se postupně proměnilo ve významnou dopravní křižovátku a průmyslovou lokalitu.

Dalším příkladem města, jehož současný vzhled výrazně ovlivnil rozvoj železniční dopravy, je Jindřichův Hradec. Po husitských válkách patřilo město k největším v Českých zemích. Zlomový okamžik v růstu města nastal, když se městu vyhnula železniční trať vedená z Prahy do Vídně. Rozvoj města začal v porovnání s městy

ležícími na významných železničních tazích stagnovat. A tak si Jindřichův Hradec zachoval historický vzhled a patří dnes mezi turisty vyhledávaná místa.

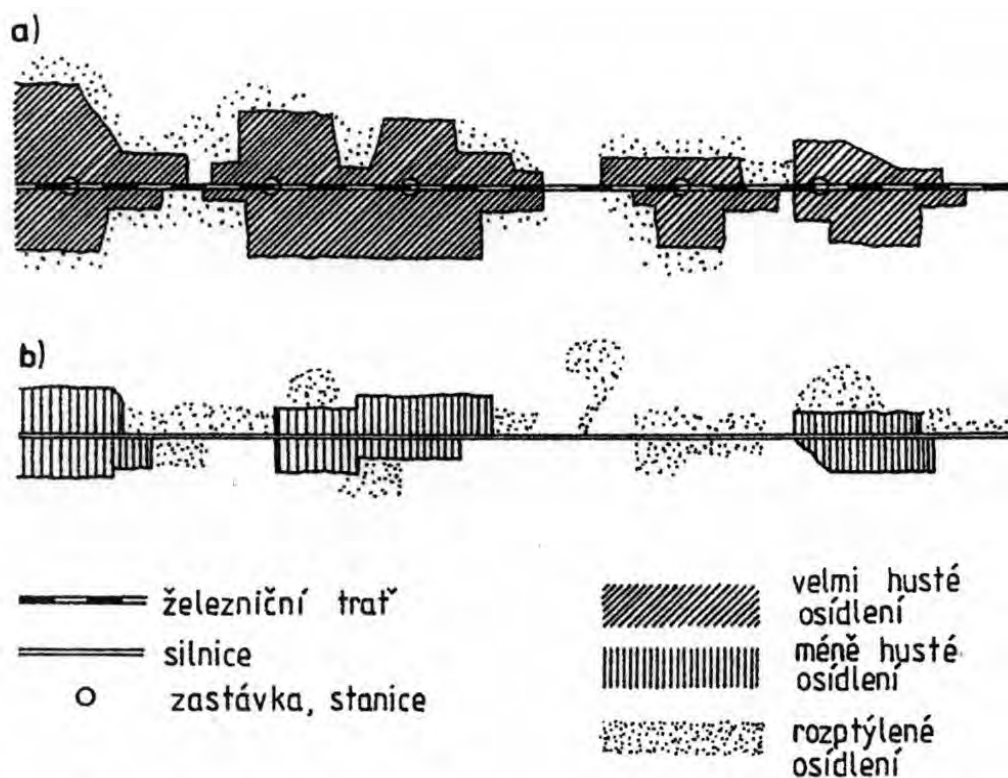
V následujícím textu je problematika rozvoje sídel v závislosti na druhu dopravy nejprve popsána obecně a poté je pro demonstraci uveden konkrétní příklad obce Černošice, která leží na třetím železničním koridoru a je obsluhována příměstskou železniční tratí Praha – Beroun. Doprava je také zcela zásadní pro rozvoj suburbanizace, a to jak suburbanizace rezidenční, o které je pojednáno v tomto příspěvku, tak také suburbanizace komerční.

2. Vliv druhu dopravy na rozmístění a rozvoj sídel v krajině

Nejenom rozmístění sídel v krajině, ale také samotná struktura a vzhled sídel, jsou do jisté míry ovlivněné druhem dopravy, který dané území obsluhuje. Neustálý rozmach zástavby způsobuje nárůst dopravy a zvýšení poptávky po veřejné dopravě a dopravní infrastruktury a naopak rozvoj jednotlivých dopravních systémů a dopravní infrastruktury sebou přináší další rozmach rezidenční a komerční výstavby.

Vliv různých dopravních systémů na rozmístění sídel v krajině a jejich rozvoj můžeme pozorovat u železniční a silniční dopravy. Zatímco podél železničních tratí vzniká většinou hustá zástavba ovlivněná především dostupností železničních stanic a zastávek (obr. 1a), osídlení podél silničních tahů se vyznačují roztroušenou, méně hustou strukturou závislou pouze na individuální nebo hromadné silniční dopravě (obr. 1b). V současné době se na mnoha místech rozdíl sídelní struktury podél železničních tratí a silničních tahů vlivem rozvoje individuální automobilové dopravy stírají a nezávisle na stanicích a zastávkách vzniká souvislá zástavba.

Obr. 1. Vliv druhu dopravy na charakter osídlení a) železniční trať b) silnice



Zdroj: [1]

3. Suburbanizace a její vliv na utváření sídel

Nejvýraznější vlna suburbanizace proběhla v České republice po roce 1990. V souvislosti se suburbanizačními procesy mluvíme o suburbanizaci rezidenční, kdy dochází k výstavbě nových domů a bytů v zázemí velkých měst, a suburbanizaci komerční, pro kterou je charakteristická výstavba obchodních, administrativních a logistických center podél hlavních silničních tahů. Jak v případě rezidenční, tak i komerční suburbanizace dochází často k nekoncepční výstavbě spojené se zábořem půdy, trvalou změnou krajinného rázu a častými dopravními komplikacemi souvisejícími s každodenním dojížděním obyvatel.

Z hlediska role dopravy v suburbanizačních procesech můžeme začít u dopravy železniční. Ta však, jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, neskýtala velké možnosti pro prostorovou expanzi obytných objektů a výstavbu soustředila především do okolí stanic a zastávek. O suburbanizaci v pravém slova smyslu tak můžeme mluvit až s rozvojem automobilismu a rozšířením silniční sítě, kdy došlo postupně ke zpřístupnění vzdálenějších lokalit od železničních tahů. Novodobá rezidenční suburbanizace, která započala na konci minulého století, byla vázaná především na stávající silniční síť. Rozkvět výstavby bytových i rodinných domů, který v následujících letech pokračoval a stále pokračuje, tak zpětně ovlivňuje nároky na dopravu a vyžaduje přestavbu a zkvalitnění stávající sítě a zvyšuje poptávku obyvatel po veřejné hromadné dopravě.

4. Role dopravy v rozvoji obce Černošice

Obec Černošice leží ve Středočeském kraji, na levém břehu řeky Berounky a sestává ze tří původně nezávislých částí – Horních Černošic, Dolních Mokropsů a Vráže. Obec má katastrální výměru 9 km² a žije zde 6 379 obyvatel (údaj k 31.12.2010). Historicky se jednotlivé části vyvíjely nezávisle a postupně docházelo k jejich spojení a to jak z hlediska administrativního, tak také z hlediska jejich zástavby.

První zmínky o obci Černošice, tedy o vsi lidí Černochoových, pochází z roku 999, kdy ji kníže Boleslav daroval ostrovskému klášteru. Nejstarší písemná zmínka je pak z roku 1115, tehdy byly Černošice majetkem kláštera v Kladrubech. Až do roku 1864 tvořily Horní i Dolní Černošice jednu obec, poté byly různě rozdělovány a opět spojovány, aby byly v roce 1974 rozděleny definitivně. Tehdy byly Dolní Černošice připojeny k Lipencům a staly se součástí Prahy.

Také Mokropsy, o nichž je první zmínka datována do roku 1088, kdy král Vratislav daroval vyšehradským kanovníkům dvoje popluží a rybáře Modlatu a Šumu, byly postupem doby rozděleny. Zatímco jejich dolní část, situovaná na levém břehu řeky Berounky, připadla v roce 1950 Černošicím, část horní, ležící na břehu druhém, se stala součástí obce Všenory.

Třetí, nejmladší, část dnešních Černošic - Vráž, je v historických pramenech zmiňována v roce 1361.

Obcí procházely také velmi důležité cesty, cesta Pražsko-bechyňská, což byla jedna z nejstarších komunikací slovanských Čech a dále pak cesta z Pražského hradu na Karlštejn. Až do roku 1930 stávala na Vráži stará lípa, která sloužila jako cestovní ukazatel a podle pověstí pod ní při svých cestách na Karlštejn, odpočíval sám král Karel IV.

Velkou roli hrála v minulosti také vodní doprava. Po řece Berounce se plavily vory a lodě především s dřívím, ale také s hrnčířským zbožím, kamením i jiným materiálem. Například v roce 1652 bylo touto cestou dopraveno velké množství

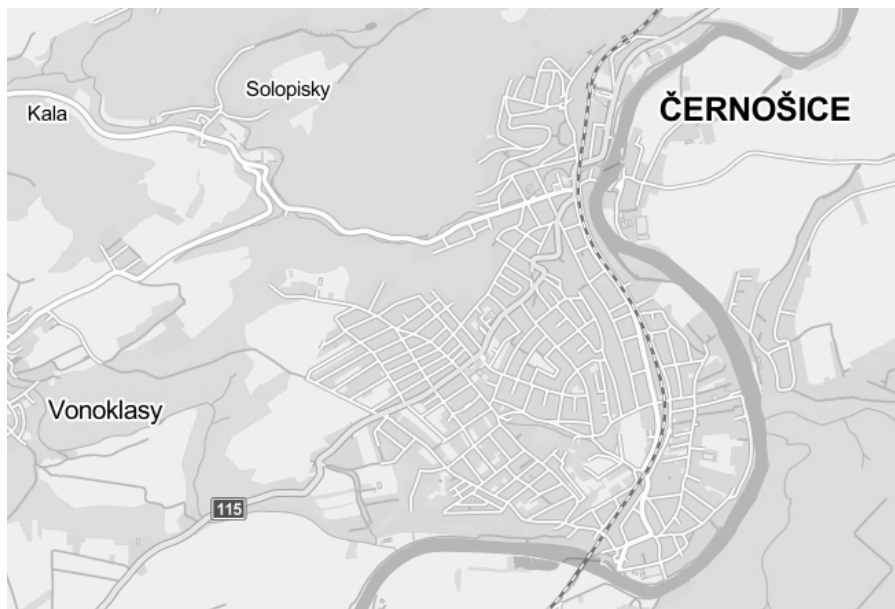
dřeva z křivoklátských lesů do Prahy na opravu Pražského Hradu. Dodnes jsou také v některých pražských ulicích známé „Řevnické kočičí hlavy“, jedná se o dlažbu z řevnických lomů, která byla do Prahy, dokud nebyla postavena dráha, dopravována právě po řece.

Obr. 2. Letecká mapa Černošic



Zdroj: [9]

Obr. 3. Mapa Černošic



Zdroj: [9]

Velký zlom v rozvoji obce pak nastal v roce 1862, kdy byla otevřena Česká západní dráha, jednalo se o jednokolejnou trať vedoucí z Prahy do Plzně. Tato dráha byla v roce 1908 zdvojkolejněna a v květnu roku 1972 pak byla spuštěna elektrická traktce.

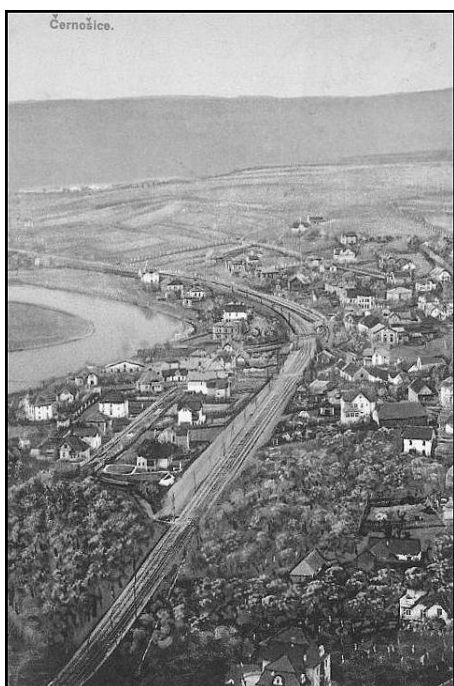
Obr. 4. Nádraží v Černošicích v roce 1914



Zdroj: [8]

Až do druhé poloviny 19. století si obec udržela zemědělský charakter zástavby i styl života. S nástupem železnice nastal její velký rozvoj. Černošice si oblíbili příslušníci střední i vyšší vrstvy pražské společnosti a začali si podél řeky budovat honosné vily, které sloužily jako letní byty pro jejich rodiny. Tyto vily byly situovány podél železniční trati a v jejím blízkém okolí (viz obr. 6). Postupem doby se tak výstavbou spojily Horní Černošice a Dolní Mokropsy, ve kterých byla železniční zastávka otevřena až v roce 1933.

Obr. 5. Dobové snímky – celkový pohled z roku 1915 a otevření zastávky Mokropsy v roce 1933



Zdroj: [8]

Obr. 6. První vily vznikající podél železniční trati v roce 1913



Zdroj: [8]

Podél řeky v té době také vznikala řada lázní a plováren, sloužících obyvatelům Prahy k rekreaci a dále se do této doby datuje vznik mnoha chatových osad, které na území Černošic vznikaly. Po skončení první světové války pak čilý stavební ruch propuká s ještě větší intenzitou a Černošice se tak stávají jedním z nejznámějších vilových a chatových satelitů první republiky.

Dalším zajímavým obdobím z hlediska rozvoje obce byla meziválečná léta. Mezi roky 1925 až 1929 probíhal na území obce čilý stavební ruch. Mnohé pozemky byly rozparcelovány a prodávány na výstavbu rodinných domků. Můžeme zde v podstatě mluvit o první vlně suburbanizace, kdy do roku 1928 vyrostla na Vráži zcela nová vilová čtvrť čítající sto nových popisných čísel. Kromě zdvojnásobení počtu obyvatel změnila tato výstavba zcela ráz původně zemědělské obce. Tato část obce byla vzhledem ke své větší vzdálenosti od železniční trati, vázána především na dopravu silniční.

Druhá vlna rezidenční suburbanizace začala v 90. letech a výstavba rodinných i bytových domů zde probíhá doposud.

Suburbanizační rozvoj v obci a nárůst obyvatel sebou přináší také stále rostoucí nároky na dopravní obslužnost. Jak již bylo řečeno v úvodu, Černošicemi prochází železniční trať, jedná se o trať č. 171 Praha – Beroun. Tato dvoukolejná elektrizovaná trať je součástí 3. železničního koridoru a obec je dnes obsluhována ze dvou železničních zastávek – Černošice a Černošice Mokropsy.

Další důležitou tepnou obce je silnice číslo II/115. Dopravní obslužnost kromě vlaků zajišťují také autobusové spoje. Obcí projíždí autobusové linky PID 313, 315, 414, 415 (odjezdy směr Dobřichovice, Choteč, Karlík, Kosoř, Kuchař, Roblín, Solopysky, Třebotov, Vonoklasy, Vráž) a také noční linka 601, která spojuje Černošice s pražskou čtvrtí Barrandov.

Kromě veřejné hromadné dopravy využívá mnoho obyvatel pro cesty po městě i pro cesty do Prahy, která je pro většinu obyvatel zdrojem pracovních příležitostí, dopravu individuální, která vnáší do relativně klidného prostředí rušivý ráz a obtěžuje rezidenty hlukem, znečištěným prostředím a dalšími negativními vlivy.

5. Závěr

Suburbanizace je významným fenoménem dneška, kdy výrazně mění tvář naší krajiny a ovlivňuje stávající sídelní strukturu. Přestože se nejedná o jev zcela neznámý, rozvoj suburbie byl popsán již v Mezopotámské říši, je současný subúrbánní rozvoj alarmující. Velkou roli v rozvoji suburbanizace jak rezidenční, tak také komerční, hraje právě doprava. Dopravní infrastruktura ovlivňuje dopravní dostupnost a umožňuje další rozvoj území. Zároveň je pak tímto rozvojem zpětně ovlivňována. Při další výstavbě je tak třeba tento fakt reflektovat.

Jako příklad pro demonstraci vztahu rezidenční suburbanizace a dopravy byla vybrána obec Černošice, na které je dobře patrný rozdíl v rozvoji obce v závislosti na dopravě, a to nejprve dopravě železniční a poté dopravě silniční. Zatímco v minulosti se sídlo rozvíjelo především podél železniční trati s ohledem na dostupnost zastávek, s rozvojem individuální dopravy dochází k rozvoji i v částech od železnice vzdálených.

Závěrem je třeba zmínit ještě jeden zajímavý jev, ke kterému v obci Černošice dochází. Černošice byly a stále jsou také významnou rekreační oblastí s velkým zastoupením rekreačních objektů. Na konci 20. století a především pak v prvním desetiletí století současného dochází k přestavbě těchto rekreačních objektů na objekty sloužící k trvalému bydlení. Původně chatové osady se tak postupně mění v malá satelitní městečka.

Literatura

- [1] HAVLÍČEK, M.: Vliv dopravy na změny v krajině. In *III. česko-slovenská konference Doprava, zdraví a životní prostředí: sborník příspěvků*. Litomyšl 4-5. 11. 2008. Centrum dopravního výzkumu, 2008, s. 119-126. ISBN 978-80-86502-54-0.
- [2] KUBÁT, B.: *Kolejová doprava v sídlech a regionech*. Skripta ČVUT. Praha, Vydavatelství ČVUT, 1995. 69 s. ISBN 80-01-01268-9.
- [3] MARHOLD, K.: *Sídla – urbanistická typologie II*. Skripta ČVUT. Praha, Vydavatelství ČVUT, 1996. 231 s. ISBN 80-01-01467-3.
- [4] NEUBERGOVÁ, K., SMEJKALOVÁ, I. Vliv jednotlivých druhů dopravy na utváření sídel v krajině. In *Venkovská krajina 2009*. Hostětín 22.-24. 5. 2009. Česká společnost pro krajinou ekologii, 2009, s. 166-171. ISBN 978-80-87154-65-6.
- [5] ŠILHÁNKOVÁ, V., KOUTNÝ J., ŠAVLOVÁ M.: *Urbanismus a územní plánování*. Skripta Univerzity Pardubice. Pardubice, Univerzita Pardubice, 2002
- [6] URBÁNKOVÁ, J. *Vliv suburbanizace na dopravu*. Ročníková práce. Praha, Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, 2005. (www.suburbanizace.cz)
- [7] www.cernosice.org/old/index.html
- [8] www.fotohistorie.cz/Stredocesky/Praha-zapad/Cernosice/Default.aspx
- [9] www.mapy.cz
- [10] www.suburbanizace.cz

Poděkování

„Zpracováno za podpory výzkumného záměru MSM 6840770043 Rozvoj metod návrhu a provozu dopravních sítí z hlediska jejich optimalizace“

The Effect of Different means of Transport on the Formation of Settlements in the Landscape from the Historical View of Town Černošice

Iva Smejkalová, Kristýna Neubergová

Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

e-mail: smejkalova@fd.cvut.cz,

neubergova@fd.cvut.cz

Abstract

The article deals with transport and its influence on the formation of settlements in the landscape. In the introduction different means of transport are mentioned in relation to the development of settlement. Then a historical view on the topic follows. The emphasis is placed on the different development of towns along railways and towns depending on a road network. The whole issue is demonstrated on the town Černošice. This town, situated in Central Region, is a typical example of settlement that was historically developing according to the railway line. With the increase of road transport the town started to grow also in parts further from railway. The article reflects the development of suburbanization that has been influencing the formation of today's settlements as well. Residential suburbanization is an important factor in expansion of town Černošice nowadays. Finally the whole problem is summarized, historical parallels are discussed and conclusions are formulated.

Výzkum optimálního rozmístění záchytných parkovišť s ohledem na dopravní vztahy v daném území

Jiří Dufek

MOTRAN Research, s.r.o.

Vranov 94, 664 32 Vranov u Brna

e-mail: jiri.dufek@motran.info

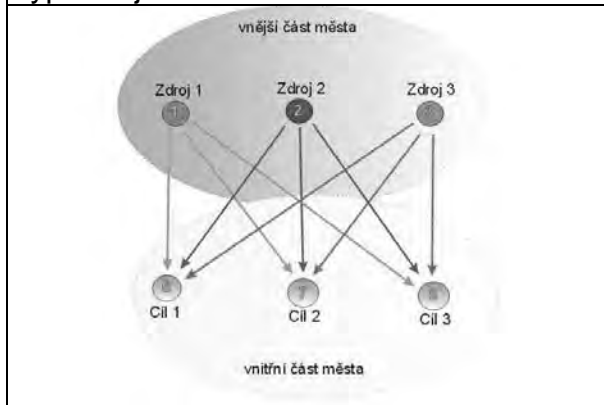
Abstrakt

Označení „Park and Ride“ bývá běžně používán pro multimodální přepravu osob, která je uskutečňována částečně osobním automobilem (zpravidla od zdroje cesty k záchytnému parkovišti). V této souvislosti vzniká otázky kde (v jakých lokalitách) záchytná parkoviště vybudovat (v daném regionu nebo městské aglomeraci), jaký by měl být jejich počet a velikost (kapacita). Tento problém byl řešen v rámci výzkumného projektu „Výzkum modelování systémů Park and Ride a jeho efektivní využití pro redukci automobilové dopravy“, k jehož řešení byly použity speciální techniky dopravního modelování – tzv. operace třetích zón. V příspěvku jsou prezentovány metody a výsledky řešení tohoto projektu.

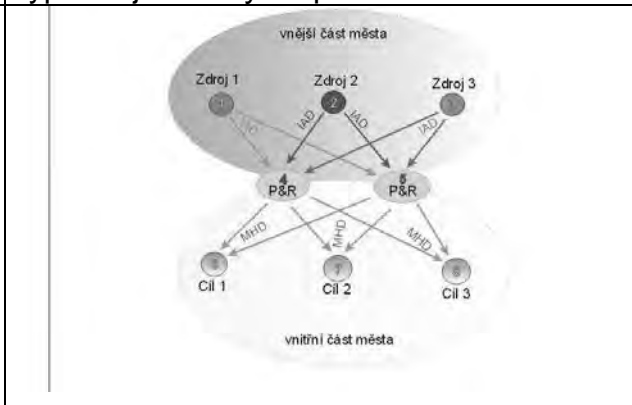
1. Přeprava Park and Ride a její promítnutí do klasifikace cest

Ride Pod pojmem "Park and Ride" (dále P&R) je označována osobní přeprava, kdy řidič ujede automobilem část své cesty, zpravidla od bydliště k záchytnému parkovišti, kde přesejde na vozidlo veřejné dopravy a v něm pokračuje až k cíli cesty. Nezbytný předpoklad realizace tohoto systému je vybudování parkovacích domů nebo záchytných parkovišť. V souvislosti s tím vzniká logicky otázka kam takové parkoviště umístit, jaký typ, rozměry a kapacitu zvolit, aby bylo co nejvíce využíváno a atraktivní a tím „přitáhlo“ co nejvíce cestujících. Atraktivitu celého systému ovlivňuje také nabídka rychlých a komfortních linek veřejné dopravy.

Obr. 1. Schéma nejjednodušších cest: typ zdroj - cíl



Obr. 2. Schéma přepravy Park and Ride: typ zdroj – záchytné parkoviště - cíl



2. Dopravní model a jeho přizpůsobení problematice Park and Ride

2.1. Výchozí scénář modelu a jeho nutné úpravy

Jako modelové území byla zvolena oblast brněnské aglomerace, která je z hlediska řešení přepravy P&R vysoce aktuální. Výstavba záchytných parkovišť je zde navržena v některých strategických dokumentech, např. v Programu snižování emisí a imisí města Brna. Žádné zařízení takového typu zde však dosud nebylo realizováno, mimo jiné z důvodu absence koncepce nebo metodiky rozmístění těchto zařízení, určení jejich optimálního počtu, kapacity, apod. Zóny v dopravně-emisním multimodálním modelu brněnské aglomerace a jejího okolí jsou tvořeny základními sídelními jednotkami (ZSJ) a dále vnějšími zónami, které představují vjezdy/výjezdy do/z modelového území. Celkem bylo v modelu definováno 320 zón (bez záchytných parkovišť, ta byla přidána až v další fázi projektu), které dávají vznik celkem 102400 OD párů (320^2), mezi kterými existují přepravní vztahy.

Modelové výpočty byly prováděny v období ranní a odpolední dopravní špičky. Modelování špičkových hodin má oproti 24hodinovému modelování několik výhod: především jsou v dopravní špičce zastoupeny cesty pravidelné (bydliště – pracoviště, pracoviště – bydliště, případně pracoviště – nákupní centrum – bydliště).

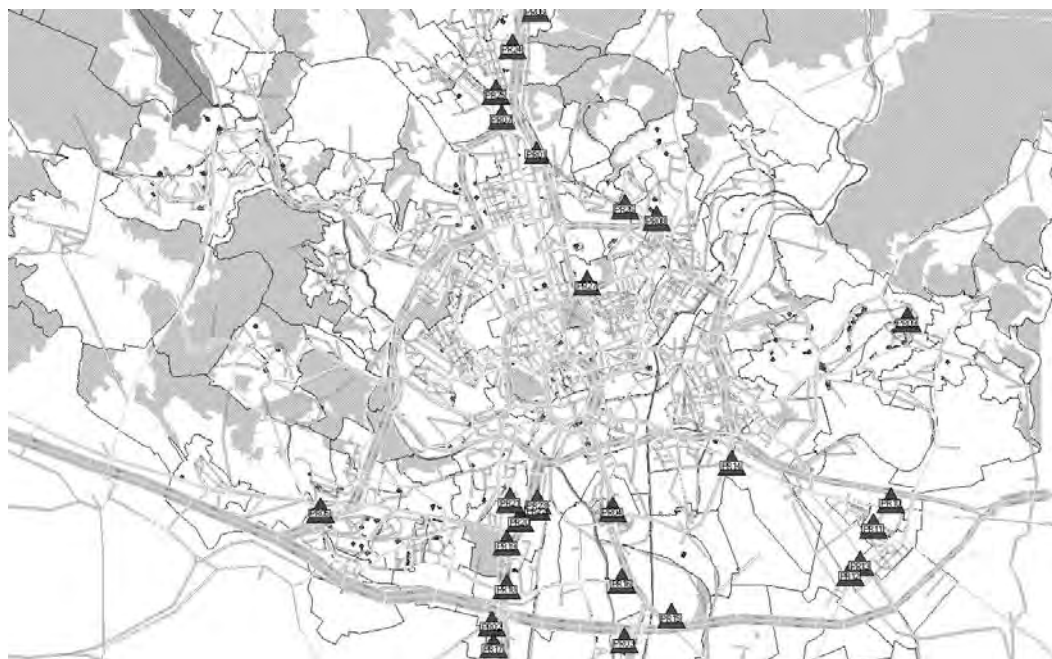
Výchozí scénář modelové dopravní sítě byl doplněn o nové lokality ve vnějších zónách města, které by potenciálně mohly sloužit jako záchytná parkoviště systému P&R. Kriteria výběru těchto lokalit byly následující: v současnosti je zřízeno parkoviště nebo parkovací dům (nebo alespoň vhodná plocha pro jejich zřízení), dále je nezbytná dobrá návaznost na linky veřejné dopravy a to především radiálních tramvajových linek vedoucích do centra města a v neposlední řadě by měly být lokality v blízkosti komunikací radiálního typu s vyšší intenzitou automobilové dopravy, vedoucí směrem do centra města. Rovněž byly při výběru lokalit zohledněny připravované záměry v silniční síti města.

Nové lokality byly přidány do sítě jako uzly, typ centroidy, tj. jsou to vlastně nové zóny v systému, charakteru tzv. intermediárních zón. Celkem bylo do modelu doplněno 27 lokalit pro potenciální záchytná parkoviště jako datový typ uzel – centroid, čímž byla odpovídajícím způsobem zvětšena matice vztahů $(320+27=347)^2$. Vzhledem k charakteru přepravy P&R obsahuje model jak mód automobilové, tak veřejné dopravy.

2.2. Výhledové scénáře

Při zpracování výhledových scénářů byly zohledněny tyto plánované dopravní stavby v modelovém městě Brně: dostavba Velkého městského okruhu (VMO), výstavba Severojižního tramvajového diametru (SJTD), přestavba železničního uzlu Brno (ŽUB).

Obr. 3. Potenciální záchytná parkoviště pro modelové testování



3. Postup modelování přepravy Park and Ride

3.1 Využití matematického nástroje pro operace třetích zón

Dopravní poptávka je v modelu reprezentována tzv. maticemi přepravních vztahů, které představují, formou tabulky, počty cest mezi zdrojovými a cílovými zónami. Při modelování cesty typu P&R nelze využít běžný kalkulátor matic. Kalkulátor matic provede vždy každou matematickou operaci pro každé číslo matice nacházející se na řádku p a v sloupci q . Naproti tomu – matematický nástroj pro provádění operací třetích zón provede každou matematickou operaci pro všechny údaje na řádku daného zdroje a ve sloupci daného cíle a potom z nich vybere (vypočítá) požadovanou hodnotu. Právě minimální hodnoty nás zajímají z hlediska nacházení minimálních impedancí cest přes třetí zónu, v našem případě přes záchytné parkoviště.

Schéma běžné matematické operace s maticemi. Příslušná matematická operace je provedena vždy ve stejné buňce.

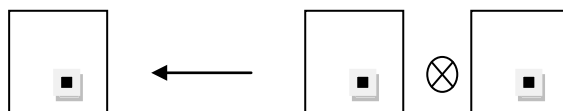


Schéma operace třetích zón. Příslušná matematická operace je provedena pro všechny údaje na příslušném řádku první matice a příslušném sloupci druhé matice. Následně je vybrána jedna hodnota (min., max., průměr, součet, apod.)



3.2 Aplikace operací třetích zón na modelování přepravy Park and Ride

S pomocí nástroje pro operace třetích zón byl vyvinut postup pro modelování přepravy Park and Ride, který se skládá z následujících kroků:

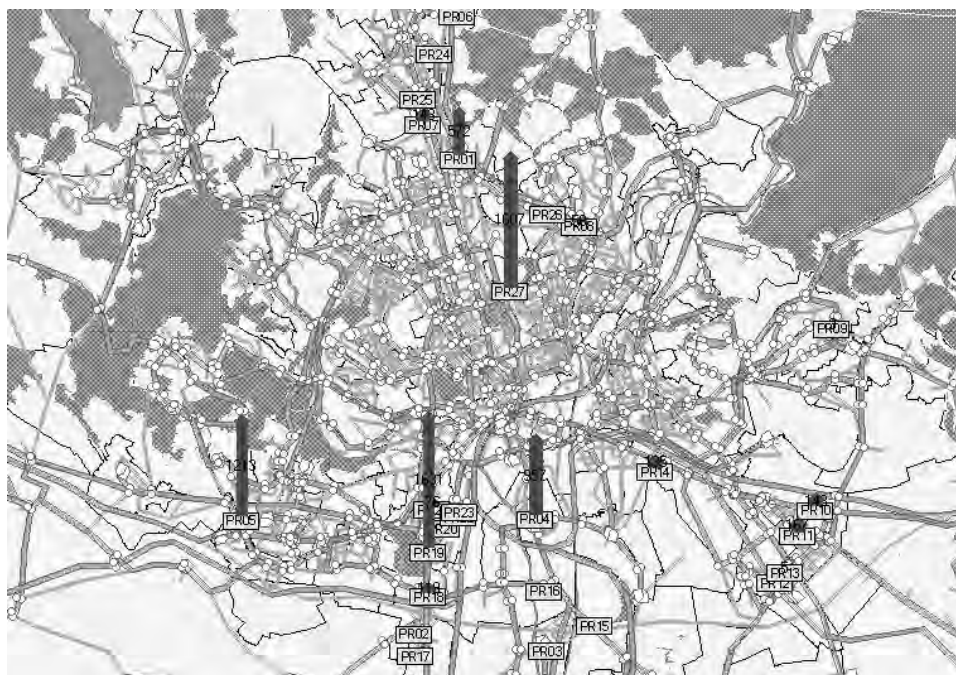
- nalezení intermediární zóny s minimálními celkovými náklady,
- výpočet času (impedance) cest IAD od zdroje cesty k záchytnému parkovišti,
- výpočet času (impedance) cest veřejnou dopravou od záchytného parkoviště k cíli cesty,
- stanovení matice poptávky po přepravě Park and Ride (z internetových průzkumů dopravního chování lidí),
- rozdělení poptávky po přepravě typu P&R na část IAD a veřejné dopravy,
- agregace: stanovení výhledové zátěže potenciálních záchytných parkovišť
- emisní výpočty a hodnocení kvality ovzduší.

4. Výsledky a závěry

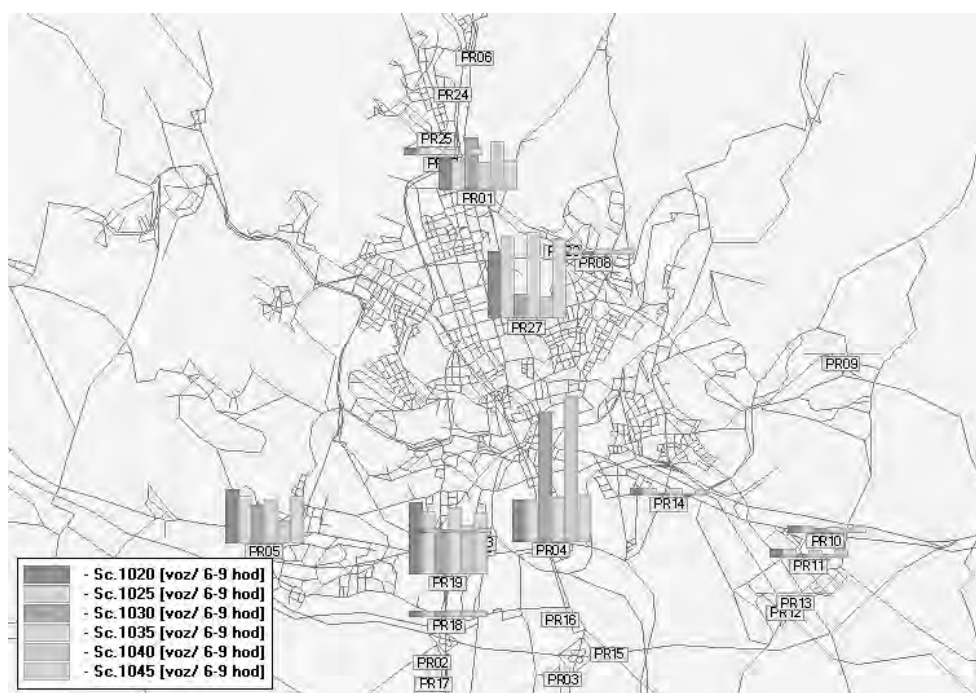
Přínos systému P&R ke kvalitě ovzduší vychází ze změn v dělbě přepravní práce – v nejexponovanějších částech města jsou omezeny cesty IAD a nahrazeny veřejnou dopravou. Každý automobilista, který se rozhodne využít pro cestu do centra systém P&R znamená dvojnásobné snížení intenzity na radiální komunikaci (cesta tam a zpět) v nejzatíženějším úseku. Efekt na emisní tok dopravy se navíc zvýší i tím, že dojde k vymístění emisně nejméně příznivé části cesty, tedy „studeného startu“, mimo centrum města.

Důležitý je ale i ekonomický aspekt – správná aplikace metodiky P&R může vést k úsporám finančních prostředků. Uvažujeme-li výstavbu záchytného parkoviště jako několikapatrového parkovacího domu, pohybují se náklady na jeho výstavbu v desítkách milionů Kč. Bez aplikace modelového řešení, které musí vycházet z přepravních vztahů v daném území, hrozí reálné nebezpečí nevyužívání parkovacího domu ve vnějších zónách města a tím i zmaření celé investice.

Obr. 4. Zátěž potenciálních záchytných parkovišť – základní scénář



Obr. 5. Zátěž potenciálních záchytných parkovišť – porovnání scénářů



Uplatnění pro výsledky vidíme zejména v oblasti dopravních koncepcí, a moderní environmentální politiky realizující opatření a nástroje ke snižování vlivů dopravy na životní prostředí. Na regionální a městské úrovni je metodika určena pro optimalizaci strategie parkování ve městech a krajích, včetně lepšího začlenění multimodální osobní přepravy P&R do těchto strategií.

Literatura

- [1] DUFEK, J., MANÍK, R., DOSTÁL, I. Výzkum modelování systémů Park and Ride a jeho efektivní využití pro redukci automobilové dopravy – závěrečná zpráva. Brno, 2011, 104 s.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Výzkum modelování systémů Park and Ride a jeho efektivní využití pro redukci automobilové dopravy“, č. 2B08012, spolufinancovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR.

The research of optimal deployment of Park and Ride facilities with respect to transport demand in a given area.

Jiri Dufek

MOTRAN Research, s.r.o.

Vranov 94, 664 32 Branov u Brna

e-mail: jiri.dufek@motran.info

Abstract

„Park and Ride“ is a multimodal passenger transport, done partly by car transport (from a trip origin to a parking lot) and partly by a public transport vehicle (from a parking lot to a trip destination). The possible procedure of Park and Ride transport modeling, with a help of specific calculations of traffic multimodal chaining and intermediate zones, is presented in this paper. The Canadian software EMME has been used for these calculations. The resulted modeling procedure was generalized to the Methodology of optimal selection of Parking and Ride facilities. The model has been tested in Brno city in the Czech Republic, for several future scenarios.

Výpočty polí imisního zatížení s využitím pokročilých nástrojů numerického modelování

Jiří Pospíšil, Miroslav Jícha

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství, Technická 2, 616 69 Brno

e-mail:pospasil.j@fme.vutbr.cz

Abstrakt

Příspěvek je věnován problematice detailních matematických modelů používaných pro řešení koncentračních polí v městských oblastech se zahrnutím detailní geometrie budov. Prezentován je vliv pohybujících se automobilů na podobu koncentračních polí znečišťujících látek. Příspěvek je doplněn ukázkami praktických aplikací detailního modelování koncentrací suspendovaných částic.

1. Úvod

Predikce koncentračních polí znečišťujících látek je nezbytná z hlediska nutnosti plošného hodnocení dopadu jednotlivých emisních zdrojů a souvisejících hodnocení expozice obyvatel znečišťujícím látkám. Primární informace o hodnotách okamžitých koncentrací znečišťujících látek jsou běžně získávány ze stanic imisního monitoringu a případných místních doplňkových měření. Všechna měření však poskytují informace o koncentracích sledovaných látek pouze v konkrétním měřicím bodě. Z hlediska dopadu na osoby přítomné v sledované oblasti je nutné vždy vytvořit mapy koncentračních polí jednotlivých znečišťujících látek, které mohou následně sloužit pro kvantifikaci přítomné populace a hodnocení zdravotních rizik. Právě pro stanovení prostorových koncentračních polí s využitím naměřených hodnot z lokálních monitorovacích stanic je možné využít odpovídajících matematických modelů šíření znečišťujících látek.

Zcela nenahraditelnou úlohu mají matematické modely rozptylu znečišťujících látek v případě rozhodovacího procesu souvisejícího s plánováním nové výstavby např. dopravních komunikací nebo změny organizace dopravy. V těchto případech umožňují rozptylové modely porovnávat imisní zatížení okolí dopravních komunikací v případě jednotlivých uvažovaných variant. Obecně rozptylové modely umožňují sledovat koncentrační pole plyných znečišťujících látek a suspendovaných částic (polétavého prachu). Suspendované částice jsou ve většině případů řešeny shodnými matematickými modely jako plyné emise s využitím odpovídajících korekčních vztahů. Korekční vztahy zohledňují především pádovou rychlost částic pohybujících se v atmosféře.

Pokud hovoříme o matematických modelech, dříve nebo později musíme řešit otázku přesnosti výsledků získaných matematickými modely. Na tomto místě je nutno říci, že přesnost matematickými modely předpověděných koncentrací znečišťujících látek se pohybuje v řádu desítek procent, což je zapříčiněno z velké míry nepřesností vstupních údajů a vysokou nestabilitou produkce a disperze znečišťujících látek. Tato přesnost je ale zcela dostačující pro užití predikovaných koncentračních map jako podkladu pro rozhodovací proces.

2. Rozptylové matematické modely

2.1. Typy používaných rozptylových modelů

Matematické modely používané pro řešení rozptylu znečišťujících látek využívají různé přístupy, které ovlivňují jejich přesnost, výpočetní náročnost a oblast vhodného použití. Základní typy používaných matematických modelů jsou:

- Gaussovské vlečkové modely
- Eulerovské modely
- Lagrangeovské modely
- Statistické modely.

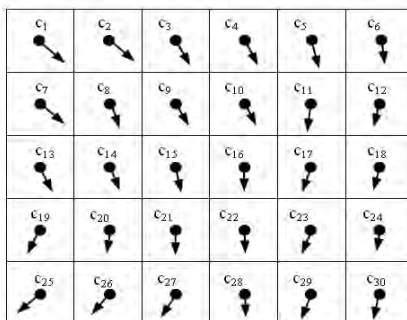
Gaussovské vlečkové modely využívají pro popis rozptylu emisí algebraické řešení rovnice turbulentní difúze a stabilitní klasifikace ovzduší. Výpočet je realizován jako stacionární, předpokládá neměnné meteorologické podmínky a konstantní produkci emisí. Emisní vlečka je unášena ve směru zadaného větru a dochází k jejímu postupnému rozptylu v rovině kolmé na směr větru. Hodnota koncentrace emise na příčném řezu kouřové vlečky odpovídá Gaussovu rozdělení s maximem v centrální ose. Popis geometrie řešené oblasti se omezuje na zahrnutí výškových souřadnic zdroje a receptoru, dále na ohodnocení vlnitosti terénu odpovídajícím koeficientem. Uvedené skutečnosti na jedné straně velmi zjednodušují řešení, na straně druhé neumožňují korektní popis rozptylu v geometricky složitých oblastech. Tyto modely reprezentují velmi jednoduché řešení využívající běžně dostupných vstupních parametrů, což je důvod jejich velké obliby a častého použití. Tento typ modelů není schopen korektního zohlednění detailní geometrie budov a jiných překážek. Model je vhodný pro řešení disperze znečišťujících látek na velké vzdálenosti v otevřeném prostoru.

Obr. 1. Gaussovský rozptyl emisní vlečky



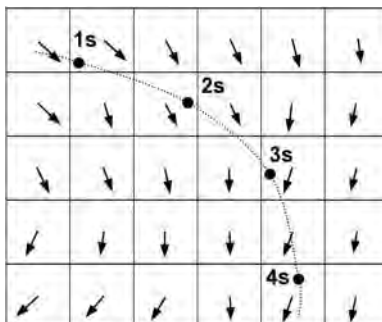
Eulerovské modely jsou založeny na numerickém řešení soustav diferenciálních rovnic popisujících proudění vzduchu a transport plyných znečišťujících látek nebo suspendovaných částic. Řešení může být obecně nestacionární. Korektnost vyřešeného rychlostního pole závisí na věrnosti zadané geometrie území. Neexistuje v tomto případě žádné principiální omezení a při řešení městských oblastí může být do výpočtu zahrnuta detailně geometrie jednotlivých budov. Informace o koncentraci znečišťujících látek je získávána v uzlových bodech modelové sítě na základě řešení rovnic popisujících přenos mezi jednotlivými objemovými elementy. Zmenšování velikosti použitých objemových elementů zvyšuje přesnost dosažených výsledků, ale podstatně zvětšuje výpočetní náročnost řešení. Tato skutečnost vede k nutnosti uvážlivé volby velikosti řešeného území a velikosti použitých objemových elementů.

Obr. 2. Ukázka podstaty Eulerovských modelů



Lagrangeovské modely jsou dalším typem modelů založeným na numerickém řešení soustavy diferenciálních rovnic, umožňující stacionární i nestacionární řešení pohybu částic v atmosféře. Rychlostní pole vzduchu považujeme v tomto případě za známé, a řešíme pohyb jednotlivých susendovaných částic v něm přítomných. Silové působení na částice je sledováno s ohledem na určení jejich přesné trajektorie. V takovém to případě hovoříme o „trasování“ částic, při kterém není rychlostní pole spojitě fáze (vzduchu) ovlivněno přítomností částic. Pokud dojde k vzájemnému propojení Lagrangeovského a Eulerovského řešení, je možné postihnout silové působení částic na spojitou fázi. Hovoříme potom o Eulerovském-Lagrangeovském řešení.

Obr. 3. Ukázka podstaty Lagrangeovských modelů



Statistické modely nevycházejí z matematického popisu fyzikální podstaty rozptylu částic, ale jsou založeny na statistickém vyhodnocení předchozích dlouhodobých měření provedených ve sledovaném území. Jedná se o „učící se modely“ založené na neuronových sítích a Kalmanově filtru. S výhodou jsou využívány pro aplikace, které jsou příliš náročné pro numerické řešení (např. předpověď vzniku smogových situací). Jejich nevýhodou však je využitelnost omezená pouze na oblast, pro kterou byl model vytvořen.

2.2. Prostorová vymezení použití matematických modelů

Znečišťující látky setrvávají v ovzduší velmi dlouhou dobu a jsou transportovány do vzdáleností až stovek kilometrů. Koncentrace emisí produkovaných silniční dopravou v městské zástavbě je nutné z hlediska hodnocení vlivu na zdraví obyvatel sledovat ve vzdálenosti desítek a stovek metrů od zdroje. Uvedené skutečnosti ukazují nutnost využívat pro popis transportu znečišťujících látek matematické modely různých měřítek, v závislosti na účelu použití modelu. Velikost sledovaného území zásadním způsobem ovlivňuje detailnost zahrnutí geometrie terénu, polohy

emisních zdrojů a ostatních objektů do matematického modelu. Dle velikosti modelové oblasti rozeznáváme:

- kontinentální modely
- regionální modely
- lokální modely
- mikro-modely.

Modely největších měřítek popisují transport suspendovaných částic na velké vzdálenosti a zahrnují území států až celé kontinenty. Tyto modely řeší transportní rovnice mezi oblastmi základní výpočetní sítě, které zahrnují území desítek až stovek kilometrů čtverečních. Takovéto modely umožňují sledovat dálkový transport částic, ale pro korektní hodnocení rizikových oblastí je nutné použít modely měřítek menších.

Městské aglomerace zahrnují oblasti desítek až stovek km² silně zatížené znečišťujícími látkami. Pro jejich řešení jsou využívány modely regionálních měřítek, které umožňují zahrnout jednotlivé bodové a liniové zdroje. Budovy nejsou v těchto modelech zadány detailní geometrií, ale využívá se zjednodušeného popisu budov a pokryvu terénu s využitím odpovídající parametrické drsnosti. Výsledky řešení umožňují posoudit zatížení jednotlivých městských oblastí a určit vliv významných zdrojů znečištění.

Pro určení zatížení okolí liniových nebo bodových zdrojů jsou využívány lokální modely, které zahrnují oblasti řádově jednotek km². Geometrie budov a ostatních překážek v modelované oblasti je detailně zahrnuta v okolí sledovaných zdrojů. Od jisté vzdálenosti je pak detailní popis geometrie nahrazen vhodnou parametrickou drsností. Tyto modely jsou schopny zahrnout do řešení vliv pohybu automobilů, který významným způsobem ovlivňuje rychlostní pole v blízkosti silničních tahů. Výsledky řešení poskytují informace o příspěvku místního zdroje k celkovému imisnímu zatížení lokální oblasti a mohou posloužit k vyhodnocení různých opatření.

V případech, kdy je nutné detailně sledovat koncentrace znečišťujících látek v konkrétním prvku městské zástavby, jako je uliční kaňon nebo křižovatka, je využíváno matematických modelů lokálních měřítek až mikro měřítek. V takovém případě je geometrie řešené oblasti zahrnuta do modelu co nejvěrněji. Zahrnutí vlivu pohybujících se automobilů je v tomto typu modelů nutností a velice pečlivě musí být použity vhodné okrajové podmínky. Výsledky umožňují zviditelnit toky emisí v řešeném elementu zástavby a detailně pochopit zákonitosti jejich šíření. Výsledky dále slouží například pro určení koncentrací částic vnikajících infiltrací do místností na jednotlivých podlažích přilehlých budov.

Pro řešení disperze suspendovaných částic v různě velkých oblastech jsou v ČR doporučeny následující modely:

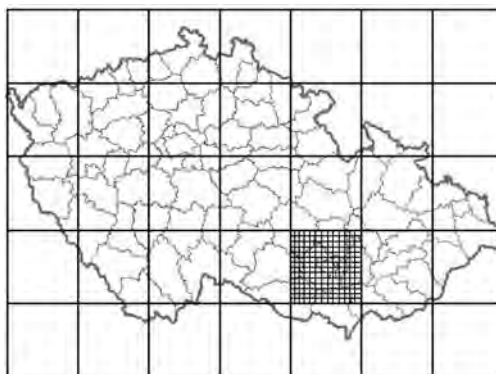
- SYMOS rozsáhlé venkovské oblasti do 100 km od zdroje
- ATEM městská území regionálních měřítek.

Oba uvedené modely byly primárně vyvinuty pro řešení rozptylu plyných polutantů a disperze suspendovaných částic je zde řešena vhodnou analogií popisu. Z tohoto důvodu uvedené modely řeší pouze primární antropogenní emise, které tvoří pouze část celkového imisního zatížení. Žádný z uvedených modelů není schopen postihnout skutečnou geometrii městské oblasti a jejich korektní použití je omezeno pouze na vrstvu vzduchu nad střechami budov.

2.3. Propojení modelů různých měřítek (nesting)

Pojmem nesting („vhnízdění“) je označováno funkční propojení matematických modelů různých měřítek. Využití tohoto propojení se uplatňuje při řešení rozsáhlých oblastí s požadavkem na detailní ohodnocení jistého vnořeného území. Druhým případem použití je řešení lokální oblasti jejíž okrajové podmínky je nutné získat z řešení rozsáhlejšího území. Jedná se tedy vždy o místní zjemnění sítě pracovních elementů, na které je oblast pro potřeby výpočtu členěna. Přenášení informací mezi oblastmi s různě hustou sítí se provádí prostřednictvím okrajových podmínek na styčných plochách modelů.

Obr. 4. Propojení výpočetních sítí dvou měřítek (nesting)



2.4. Uplatnění matematického modelování

Počítačové modelování představuje důležitý nástroj při studiu zdrojů znečišťujících látek, jejich disperzi a hodnocení následků jejich působení. Jeho předností je možnost zviditelňovat děje, které jsou běžně zrakem nepostihnutelné. Vždy ale zůstává modelováním (napodobením) reality, a tuto skutečnost je nutné mít obezřetně na vědomí. Jen takový přístup umožní plně využít možností, které tento nástroj poskytuje, za současného vyvarování se „slepého“ důvěřování v jeho bezchybnost. Při řešení problematiky zatížení městských oblastí znečišťujícími látkami nachází počítačové modelování využití v níže uvedených případech.

Stanovení zatížení chodců, řidičů a infiltrace budov

Pro stanovení zatížení chodců, řidičů a obyvatel přilehlých budov je nutné mít k dispozici přesné informace o koncentraci prachových částic v místech jejich pohybu. Modelování je v těchto případech provedeno s detailním zahrnutím geometrie. Jedná se především o řešení blízkého okolí významných komunikací a velkých křižovatek. Výpočet je proveden po úplném zadání emisních zdrojů. Je tedy nutné znát polohu zdrojů, ale i jejich vydatnost. Na kompletně zadaném numerickém modelu je následně provedena série výpočtů pro různé rychlosti a směry větru zahrnující běžně se vyskytující povětrnostní podmínky. Testovány jsou parametry popisující dopravní situaci tak, aby došlo k postihnutí všech běžně se vyskytujících situací. Získané výsledky jsou využity pro statistické zpracování větrné růžice a četnosti výskytu jednotlivých testovaných dopravních situací. Tímto postupem je získána objektivní informace o četnosti výskytu koncentrací za dlouhý časový interval. Pro ocenění zatížení osob prachovými částicemi je nutné získané údaje doplnit četností výskytu osob.

Stanovení resuspenze a místního koncentračního pozadí

Stanovení množství prachových částic opětovně zvednutých z povrchu vozovky vlivem pohybu automobilů je jedním z nejméně komplikovaných úkolů vlastního matematického popisu. Numerické modelování pro řešení tohoto úkolu využívá tzv. inverzní přístup (inverzní modelování). Modelována je oblast menších rozměrů, pro kterou jsou dostupné informace o množství projíždějících automobilů. Numerický model věrně zahrnující geometrii sledované lokality je doplněn okrajovými podmínkami odpovídajícími aktuální meteorologické situaci. Pozornost je věnována co nejdetailnějšímu zahrnutí vlivu pohybujících se automobilů. Řešení musí co nejdříve postihnout rychlostní pole a následný popis disperze prachových částic produkovaných automobily. Emisní zdroj v této fázi řešení zahrnuje pouze primární částice generované automobily. V několika místech modelové lokality je nutné vykonat měření koncentrace prachových částic. Z těchto měření vychází koncentrace prachových částic vyšší, než byly určeny počítačovou simulací. Tento rozdíl je přímým důsledkem nezahrnutí resuspenze v numerickém modelu. Kvantitativní ocenění hodnoty resuspenze je možné postupným zvětšováním hodnoty liniového zdroje reprezentujícího emisí produkovanou automobily, až do okamžiku vyrovnání naměřené a modelované hodnoty. Druhou možností je využití předpokladu lineární závislosti mezi intenzitou zdroje částic pocházejících z dopravy a koncentrací v místě měření. Tímto způsobem je možné na základě jediného provedeného výpočtu určit odpovídající hodnotu produkce liniového zdroje, která v numerickém modelu povede k dosažení naměřené koncentrace prachových částic. Navýšení původního zdroje je považováno za příspěvek resuspenze.

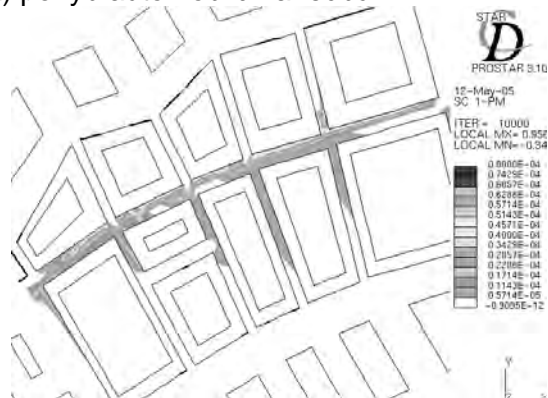
3. Ukázky výstupů detailního matematického modelování disperze suspendovaných částic

3.1. Vliv provozu na disperzi částic PM10 v městském prostředí

Automobily představují často nejvýznamnější zdroj suspendovaných částic v městské zástavbě. Jejich pohyb je v rozptylových modelech často zanedbáván, přitom vliv automobilů je pro řešení prostoru nad vozovkou a v těsném okolí komunikace ve většině případů dominantní (viz obr. 5). Obzvláště v situaci, kdy je přirozené vymývání nedostatečné (například v období bezvětří), rozhoduje pohyb automobilů o rychlosti šíření znečišťujících látek.

Obr. 5. Koncentrační pole v síti uličních kaňonů – horizontální řez, 1,5 m nad povrchem

a) pohyb automobilů zanedbán



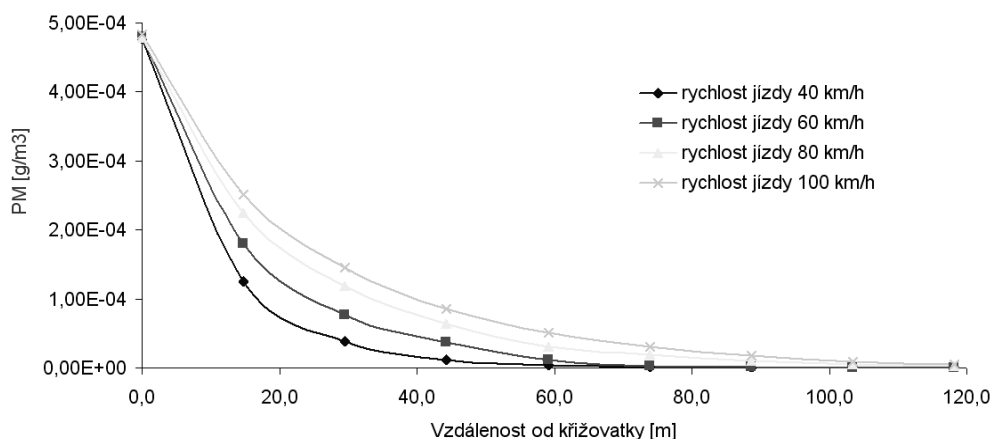
b) pohyb automobilů zahrnut



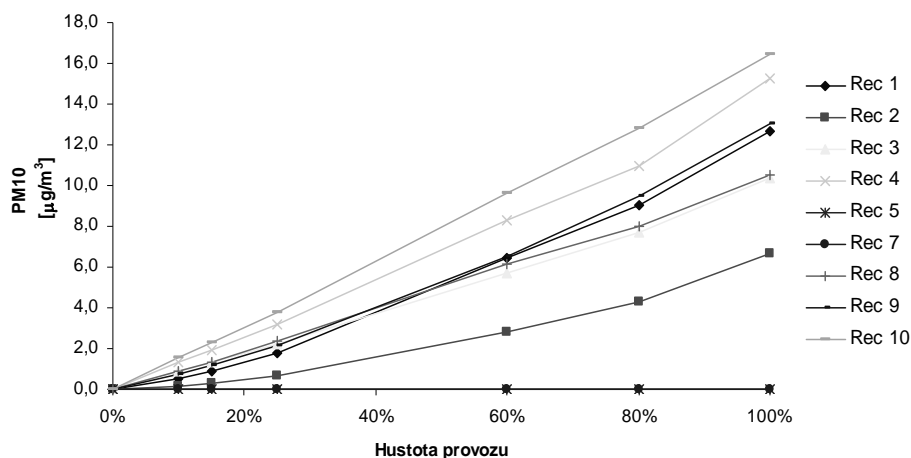
Jedoucí automobily podporují šíření částic ve směru jízdy - v blízkosti automobilů dochází k strhávání vzduchu ve směru jízdy. Společně se vzduchem je unášeno jisté množství částic v něm rozptýlených. Toto strhávání má pouze omezený vliv na koncentrační pole a projevuje se ve vzdálenostech řádu metrů. Dosažené výsledky nepotvrzují nárůst významu tohoto přenosu při zvýšení intenzity provozu na komunikaci.

Zahrnutí pohybu automobilů v numerických modelech obecně zvyšuje koncentrace částic v blízkém okolí dopravních komunikací - tato skutečnost souvisí s vlivem jedoucích automobilů na charakter proudění. Jedoucí automobily ve svém okolí generují velké množství vírů, které zintenzivňují turbulentní charakter proudění. Zvýšená kinetická energie turbulence ovlivňuje proudění podobně, jako by došlo k zvýšení viskozity vzduchu. Dochází ke zpomalení podélného i příčného proudění v uličních kařonech. Důsledkem pomalejšího proudění jsou zvýšené koncentrace částic rozptýlených ve vzduchu. Např. Jednosměrky v uličních kařonech vykazují nižší zatížení ovzduší částicemi než uliční kařon s protisměrným provozem.

Obr. 6. Vliv rychlosti automobilů na koncentrace PM10 zatažených z křižovatky do uličního kařonu



Obr. 7. Závislost koncentrace částic PM10 na intenzitě provozu



Studie zaměřená na hodnocení vlivu rychlosti automobilů na koncentraci částic PM10 „zatažených“ z křižovatky do uličního kařonu ukázala, že vyšší rychlost automobilů přispívá k vyšší koncentraci částic "zatažených" do uličního kařonu, viz obr. 6. Vliv změny rychlosti pohybu automobilů se projevuje intenzivněji při nižších rychlostech jízdy. Při vysokých rychlostech jízdy (nad 80 km/h) se změna rychlosti jízdy projevuje nevýrazně na hodnotě koncentrace částic, viz obr. 7. Uvedené skutečnosti jsou platné pouze v prvním nepřerušeném úseku uličního kařonu. Obecně platí, že vliv křižovatky na koncentrační pole v okolí komunikací je omezen pouze na desítky metrů od tohoto zdroje.

4. Závěr

Počítačové modelování představuje důležitý nástroj při studiu zdrojů znečišťujících látek, jejich disperzi a hodnocení následků jejich působení. Jeho předností je možnost zviditelňovat děje, které jsou běžně zrakem nepostihnutelné. Vždy ale zůstává modelováním (napodobením) reality, a tuto skutečnost je nutné mít obezřetně na vědomí. Jen takový přístup umožní plně využít možností, které tento nástroj poskytuje, za současného vyvarování se „slepého“ důvěřování v jeho bezchybnost. Při řešení problematiky zatížení městských oblastí znečišťujícími látkami, počítačové modelování nachází uplatnění zejména při tvorbě 3D koncentračních polí rozsáhlých oblastí, stanovení zatížení chodců, řidičů, infiltrace budov, určení intenzity resuspenze, koncentrace lokálního pozadí a testování různých opatření ke snížení koncentrací znečišťujících látek v ovzduší.

Výsledky numerického modelování, získané autorským kolektivem v průběhu provedených parametrických studií, byly upraveny a zařazeny do databáze TIMIS. Celkem bylo do databáze vloženo 3240 obrazů koncentračních polí a nastavena jejich funkční propojení na zadávané vstupní parametry. Tato databáze je volně přístupná a určena je pro rychlé hodnocení disperze suspendovaných částic v typických městských oblastech.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu č. 1F54H/098/520 financovaného Ministerstvem dopravy ČR.

Numerical calculation of air pollution concentration fields

Jiri Pospisil, Miroslav Jicha

Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering

Technicka 2, 616 69 Brno, Czech Republic

e-mail: pospisil.j@fme.vutbr.cz

Abstract

The paper is focused on detail numerical dispersion models convenient for prediction of air pollution concentration fields in urban areas with complex geometry. Influence of car motion on air pollution dispersion is discussed in the vicinity of traffic paths. The results of some studies are presented as example of dispersion of particulate matter in urban areas.

Komplexný monitoring ovzdušia v meste

Dušan Jandačka, Daniela Ďurčanská

Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

e-mail: dusan.jandacka@fstav.uniza.sk

daniela.durcanska@fstav.uniza.sk

Abstrakt

Tuhé častice (PM) majú podľa súčasných výskumov negatívny dopad najmä na obyvateľstvo (respiračné a kardiovaskulárne choroby). Obzvlášť pre veľké mestá je problémom tvorba tuhých častíc z cestnej dopravy. Vzhľadom k dominantnému používaniu spaľovacích motorov sú vo výfukových plynch obsiahnuté veľké množstvá plyných i pevných škodlivín. Tie zahŕňajú najmä veľké množstvo častíc najjemnejších frakcií, ktoré môžu dlhú dobu zotrvať v ovzduší, ľahko vstupovať do respiračného traktu a poškodzovať ľudské zdravie. Cieľom prezentovanej časti práce je sledovanie tvorby tuhých častíc pozdĺž cestných komunikácií a vyhodnotenie pomeru frakcií PM_{10} , $PM_{2.5}$ a $PM_{1.0}$ s prihliadnutím na sledované klimatické podmienky a intenzitu dopravy.

1. Úvod

Správanie sa pevných častíc v ovzduší je zaujímavý proces a nie sú ovplyvnené len ich zdrojmi. Jedným z hlavných zdrojov pevných častíc je práve cestná doprava, ktorá produkuje pevné častice hlavne v mestskom prostredí. Pevné častice v ovzduší sú vystavené rôznym vplyvom, ktoré môžu znížiť ich koncentráciu alebo naopak.

Práve meteorologické a klimatické podmienky veľmi ovplyvňujú koncentráciu pevných častíc v ovzduší [1]. Síce cestná doprava je primárnym zdrojom pevných častíc pochádzajúcich zo spaľovacích alebo nespäľovacích procesov na danom mieste v mestskom prostredí, ich koncentrácia v ovzduší nemusí byť na prvý pohľad priamo závislá od jej intenzity.

Zistiť, ktorý faktor, či už to je cestná doprava alebo niektoré klimatické podmienky, má výrazný vplyv na imisie pevných častíc v ovzduší, je cieľom tohto príspevku.

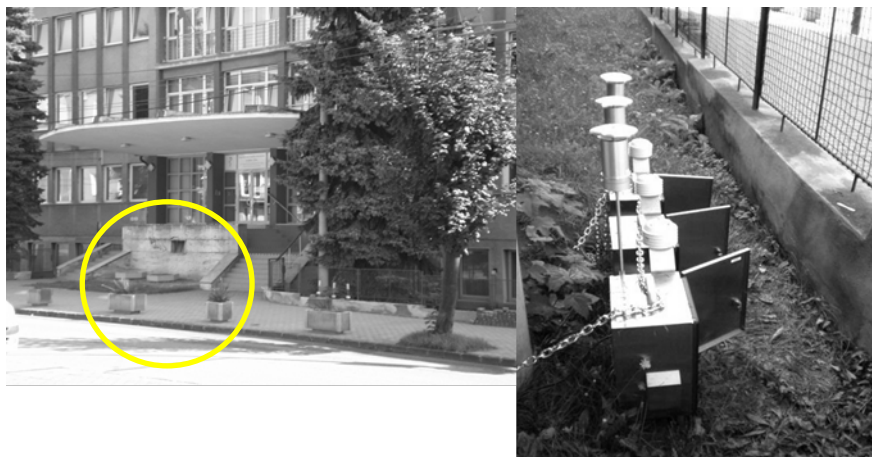
2. Meranie pevných častíc

Merania pevných častíc (PM) sú uskutočňované pri mestskej komunikácii v Žiline pravidelne 4-krát do roka. Tieto merania sú súčasťou doktorandského výskumu, ktorý je zameraný na oblasť vplyvu cestnej dopravy na výskyt tuhých častíc. Cieľom je dlhodobé sledovanie pomerného zastúpenia pevných častíc v ovzduší a ich správanie sa vzhľadom na okolité podmienky. V druhej fáze sledovania sa realizuje chemický rozbor pevných častíc a stanovenie ich možného zdroja.

Meracie stanovište v Žiline je umiestnené na ulici Vojtecha Spanyola pri Regionálnom úrade verejného zdravotníctva (RUVZ). Pre zisťovanie množstva pevných častíc v ovzduší je používaná referenčná metóda podľa STN EN 12341 [2] a STN EN 14907 [3]. Na meranie sú používané nízko objemové prietokové vzorkovače LECKEL LVS3 v počte 3 kusy. Súbežne sú merané tri frakcie pevných

častíc PM_{10} , $PM_{2,5}$ a $PM_{1,0}$. Pevné častice sú zachytávané na nitrocelulóзовé filtre priemeru 47 mm a gravimetricky vyhodnocované.

Obr. 1. Meracie stanovište – Žilina, mesto (RUVZ)



Obr. 2. Radarové sčítacie zariadenie SIERZEGA SR4 (vľavo) a meteorologická stanica WS 888 (vpravo).



Intenzita dopravy sa zaznamenáva kontinuálne automatickým detektorom pre sčítanie dopravy SIERZEGA SR4. Zároveň sa kontinuálne sledujú aj meteorologické podmienky (teplota, vlhkosť ovzdušia, množstvo zrážok a rýchlosť vetra) meteorologickou stanicou WS888 (Obr. 2.).

Monitorovanie ovzdušia pozdĺž komunikácie prebieha v týždenných cykloch. Filtre v zariadeniach sú menené dvakrát za 24 hodín, pre denný merací interval od 6:00 do 22:00 h a nočný merací interval od 22:00 do 6:00 h.

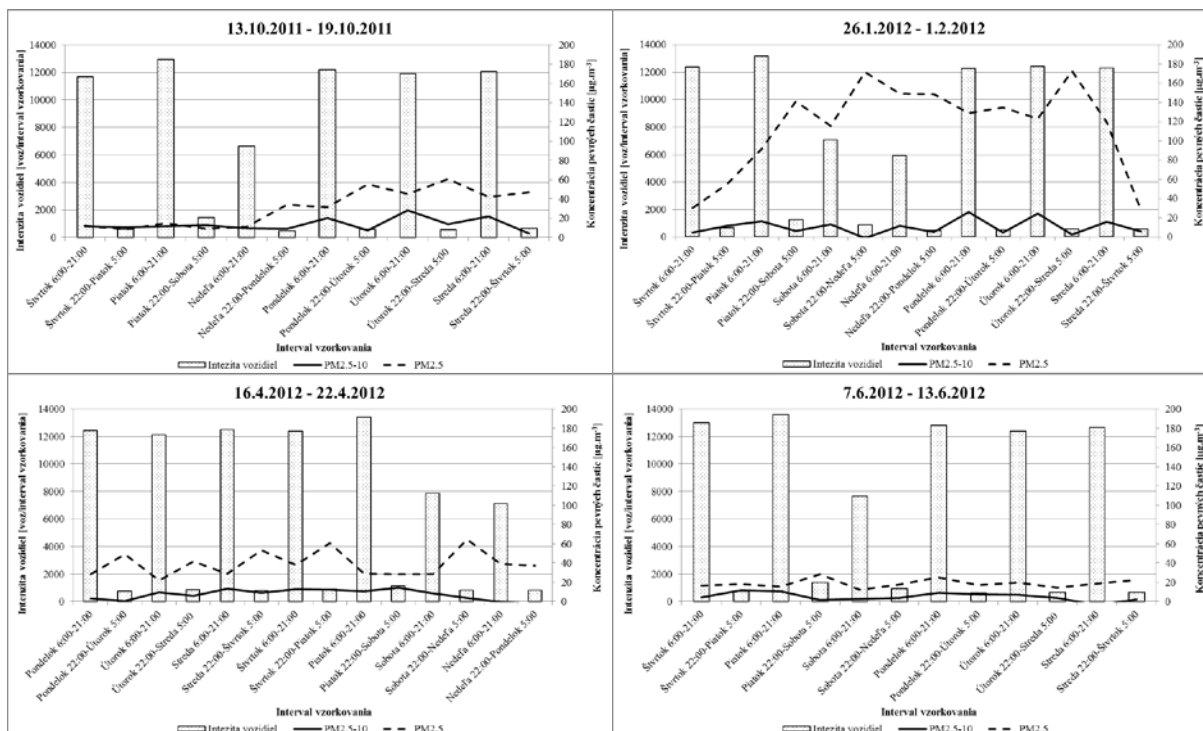
3. Zmena koncentrácií PM a jej príčiny

Frakcia PM_{10} je tvorená v priemere 70 – 90 % jemnou frakciou $PM_{2,5}$. Preto je aj najviac ovplyvnená touto zložkou. Pri skúmaní zmien koncentrácií PM, boli PM_{10} rozdelené práve na túto jemnú frakciu $PM_{2,5}$ a potom hrubú frakciu $PM_{2,5-10}$.

Na nasledujúcich grafoch (Obr. 3.) možno názorne vidieť, že tieto dve frakcie sa správajú úplne inak. Jemná frakcia $PM_{2,5}$ je v nočných hodinách vyššia, ako počas dňa, kedy je intenzita dopravy oveľa vyššia ako v noci. Preto by sa predpokladalo, keďže doprava je hlavným zdrojom PM na danom stanovišti, že práve v noci budú koncentrácie PM nižšie.

Nižšie koncentrácie v noci môžeme pozorovať práve pri frakcii $PM_{2,5-10}$, čo je hrubá zložka frakcie PM_{10} .

Obr. 3. Priebeh koncentrácií pevných častíc jemnej a hrubej frakcie počas meracích intervalov noc a deň za obdobie október 2011, január 2012, apríl 2012 a jún 2012



Na zmenu koncentrácií PM sme sa pozreli aj v širšom merítku, kde sme pozorovali priemerné koncentrácie počas meracieho cyklu a priemernú intenzitu dopravy.

Tab. 1: Meteorologické dáta v meracích obdobiach, koncentrácie pevných častíc a intenzita dopravy

PM	Priemerná koncentrácia PM za merací cyklus [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]								
	August 2010	Október 2010	Marec 2011	Apríl 2011	Júl 2011	Október 2011	Január 2012	Apríl 2012	Jún 2012
Priemerné meteorologické podmienky počas meracieho cyklu	Teplota ovzdušia 22,2 °C, vlhkosť vzduchu 64,4 %, rýchlosť vetra 0,38 m/s, úhrn zrážok 28,1 mm*	Teplota ovzdušia 5,9 °C, vlhkosť vzduchu 74,5 %, rýchlosť vetra 0,49 m/s, úhrn zrážok 2,5 mm*	Teplota ovzdušia 4,9 °C, vlhkosť vzduchu 53 %, rýchlosť vetra 0,8 m/s, úhrn zrážok 0,3 mm*	Teplota ovzdušia 6,7 °C, vlhkosť vzduchu 77,7 %, rýchlosť vetra 1,0 m/s, úhrn zrážok 13,7 mm*	Teplota ovzdušia 23,3 °C, vlhkosť vzduchu 63,6 %, rýchlosť vetra 0,4 m/s, úhrn zrážok 7,7 mm*	Teplota ovzdušia 5,1 °C, vlhkosť vzduchu 78,3 %, rýchlosť vetra 1,0 m/s, úhrn zrážok 8,0 mm*	Teplota ovzdušia -8,4 °C, vlhkosť vzduchu 72,0 %, rýchlosť vetra 0,1 m/s, úhrn zrážok 0,3 mm*	Teplota ovzdušia 8,6 °C, vlhkosť vzduchu 68,1 %, rýchlosť vetra 2,1 m/s, úhrn zrážok 5,7 mm*	Teplota ovzdušia 17,1 °C, vlhkosť vzduchu 77,8 %, rýchlosť vetra 0,2 m/s, úhrn zrážok 52,7 mm*
PM_{2,5}	18,27	35,71	54,31	23,82	24,87	27,48	112,58	36,29	17,23
PM_{2,5-10}	17,01	15,86	22,64	12,65	11,49	13,88	12,38	7,56	5,15
PM₁₀	35,28	51,57	76,95	36,47	36,36	41,36	124,96	43,85	22,38
Priemerná intenzita dopravy [voz/24 h]	11776	12395	11875	11837	11681	11488	11450	11988	12072

* Úhrn zrážok v mm za merací cyklus.

Ako je možné vidieť z predchádzajúcej tabuľky (Tab. 1.), priemerná intenzita dopravy za merací cyklus je vo všetkých obdobiach podobná, rozdiely

sú len v niekoľko sto vozidiel. Je teda zaujímavé, prečo sa koncentrácia PM₁₀ mení, v niektorých prípadoch až trojnásobne.

Preto boli dáta podrobené viacrozmernej regresnej analýze – krokovej doprednej, kde sa zahrnuli ako nezávislé premenné klimatické údaje a intenzita dopravy a ako závislá premenná vystupovala koncentrácia PM₁₀, PM_{2,5-10} a PM_{2,5}. Z modelu boli postupne vylúčené nevýznamné premenné a nakoniec bol zostavený model len z menšieho počtu významných premenných.

Viacrozmerná lineárna regresia sa týka skupiny techník slúžiacich k štúdiu lineárnej závislosti medzi dvoma či viacerými premennými. Určuje odhady parametrov β v regresnom modeli

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i,1} + \beta_2 x_{i,2} + \dots + \beta_m x_{i,m} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

kde x sú nezávislé premenné a y je závislá premenná. Index i označuje poradové číslo merania a β sú neznáme regresné parametre a b ich odhady o počte m . Absolútny člen β_0 je priesečník regresnej nadroviny s osou y . Odhady b_i sú smernice regresnej nadroviny zo smeru x_j a sú nazývané parciálne regresné parametre (alebo parciálne regresné koeficienty pre štandardizované premenné) [4].

Pre viacrozmernú regresnú analýzu boli použité priemerné dáta za 24 hodín, t. j. koncentrácie pevných častíc za 24 hodín, priemerné meteorologické údaje za 24 hodín a tiež intenzita dopravy za 24 hodín.

Výsledky viacrozmernej lineárnej regresie:

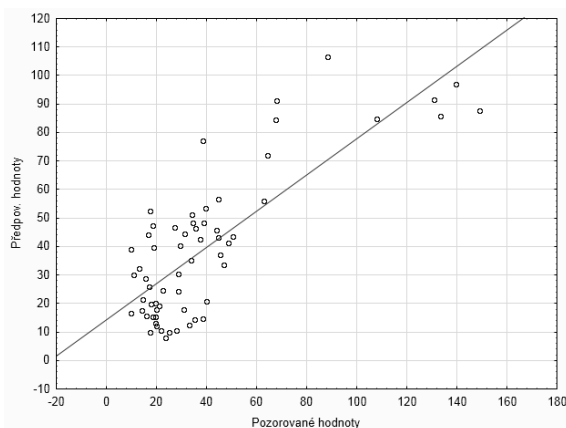
Významné premenné pre závislú premennú PM_{2,5}

1. Absolútny člen: $b=123,2193$, $p=0,000000$
2. Priemerná teplota: $b=-2,4995$, $p=0,000000$
3. Rýchlosť vetra: $b=-11,7102$, $p=0,000975$
4. Vlhkosť vzduchu: $b=-0,7407$, $p=0,002328$

Koeficient determinácie $R^2=0,62$.

Celkový model je štatisticky významný $p=0,000000$.

Obr. 4. Pozorované vs. predpovedané hodnoty, závislá premenná PM_{2,5}



Pre jemnú frakciu $PM_{2,5}$ vyšli ako významné premenné teplota, vlhkosť vzduchu, rýchlosť vetra. Model charakterizuje 62% pôvodného rozptylu dát, čo je celkom prijateľná hodnota.

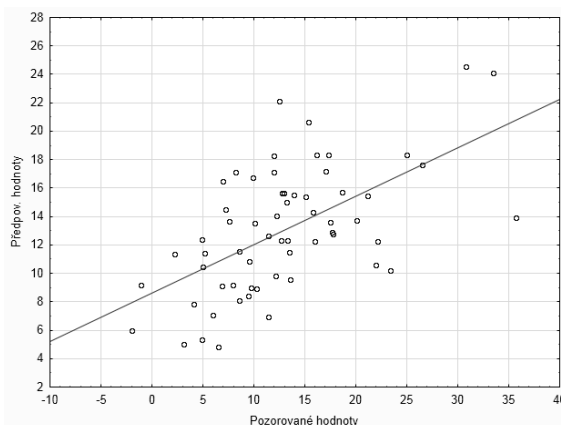
Významné premenné pre závislú premennú $PM_{2,5-10}$

1. Absolútny člen: $b=32,41281$, $p=0,000005$
2. Vlhosť vzduchu: $b=-0,36368$, $p=0,000007$
3. Priemerná teplota: $b=-0,18636$, $p=0,030658$
4. Intenzita dopravy: $b=0,00066$, $p=0,042590$

Koeficient determinácie $R^2=0,31$.

Celkový model je štatisticky významný $p=0,000021$.

Obr. 5. Pozorované vs. predpovedané hodnoty, závislá premenná $PM_{2,5-10}$



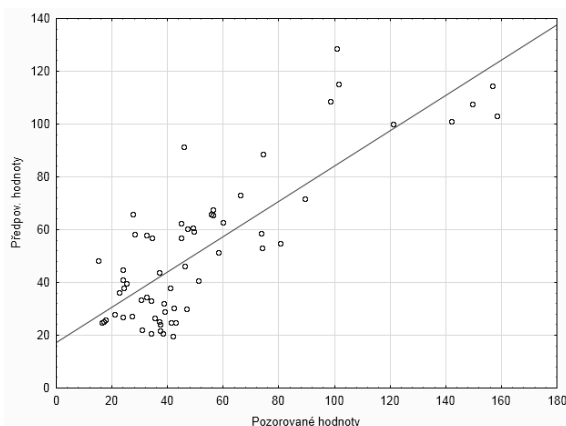
V prípade hrubej frakcie $PM_{2,5-10}$ vyšli významné premenné podobné ako pri frakcii $PM_{2,5}$, len s odlišnou významnosťou. V tomto prípade však nahradila premennú rýchlosť vetra intenzita dopravy. Model charakterizuje síce iba 31% pôvodného rozptylu dát, ale je stále významný.

Významné premenné pre závislú premennú PM_{10}

1. Absolútny člen: $b=164,5123$, $p=0,000000$
2. Priemerná teplota: $b=-2,6900$, $p=0,000000$
3. Vlhosť vzduchu: $b=-1,1051$, $p=0,000022$
4. Rýchlosť vetra: $b=-13,0140$, $p=0,000404$

Koeficient determinácie $R^2=0,65$.

Celkový model je štatisticky významný $p=0,000000$.

Obr. 6. Pozorované vs. predpovedané hodnoty, závislá premenná PM_{10} 

Celková frakcia PM_{10} , ktorá zahŕňa jemnú aj hrubú frakciu, je podobne ako jemná frakcia charakterizovaná rovnakými významnými premennými, a to teplotou, vlhkosťou a rýchlosťou vetra. Model charakterizuje v tomto prípade 65% pôvodného rozptylu dát.

Na obrázkoch (Obr. 4., 5., 6.) možno vidieť závislosť pozorovaných a predikovaných hodnôt modelom. K zlepšeniu modelov by pomohlo rozšírenie počtu pôvodných nameraných údajov pre jednotlivé premenné, z ktorých boli modely zostavované.

4. Diskusia k dosiahnutým výsledkom

Intenzita dopravy počas rôznych ročných období (meracích cyklov) je relatívne rovnaká, počet vozidiel počas meracieho cyklu sa veľmi nemení. V tomto prípade by mal byť aj jej príspevok ku koncentrácii pevných častíc PM_{10} približne rovnaký. Ak sa teda koncentrácie PM_{10} výrazne menia v rámci meracích cyklov (marec 2011 $76,95 \mu\text{g.m}^{-3}$, júl 2011 $36,36 \mu\text{g.m}^{-3}$, január 2012 $124,96 \mu\text{g.m}^{-3}$), pokiaľ nie sú v bezprostrednej blízkosti iné zdroje pevných častíc ako cestná doprava, je to spôsobené skutočnosťou, že nie vo všetkých meracích prípadoch sú rovnaké meteorologické podmienky (rýchlosť vetra, zrážky, vlhkosť a teplota ovzdušia).

Z výsledkov regresnej analýzy, ktorá bola vykonaná na priemerných dátach za 24 hodín vplynulo, že koncentrácie PM v ovzduší, sú ovplyvňované vo veľkej miere klimatickými podmienkami ovzdušia. Pri jemnej frakcii $PM_{2,5}$ je to predovšetkým teplota ovzdušia, kedy pri nízkych teplotách (január 2012) môže dochádzať ku kondenzácii plyných škodlivín v ovzduší na jemný aerosól. Taktiež počas chladnejších období je horšie prevetrávanie okolitého ovzdušia, čo môže ovplyvniť zotrvávanie PM v okolí mestskej komunikácie. Hrubá frakcia $PM_{2,5-10}$ je ovplyvňovaná hlavne vlhkosťou ovzdušia. $PM_{2,5-10}$ je počas dňa vírená dopravou a počas noci táto frakcia deponuje na okolitý terén. Taktiež pri vyššej vlhкости vzduchu je vlhkosť absorbovaná hrubou frakciou a deponuje na terén. Celková frakcia PM_{10} sa správa podobne ako jemná frakcia $PM_{2,5}$, čiže významne ju ovplyvňuje hlavne teplota ovzdušia. Je to z dôvodu, že frakcia PM_{10} pozostáva zo 70-90 % z jemnej frakcie $PM_{2,5}$.

Cestná doprava ako primárny zdroj pevných častíc produkuje tieto častice, ale klimatické podmienky natoľko ovplyvňujú ich koncentrácie v ovzduší, že nemožno zisťovať vplyv cestnej dopravy len na základe zmeny jej intenzity.

Literatúra

- [1] ADAMEC, V., et. al.: Doprava, zdravie a životné prostredie. Grada Publishing, a. s., 176 s., Praha, 2008. ISBN 978-80-247-2156-9.
- [2] STN 12341: Ochrana ovzdušia. Určenie frakcie PM₁₀ poletujúcich častíc. Referenčná metóda a skúšobné postupy v teréne na dôkaz referenčnej rovnocennosti meracích metód.
- [3] STN EN 14907: Ochrana ovzdušia. Vonkajšie ovzdušie. Štandardná gravimetrická metóda merania na zisťovanie hmotnostnej frakcie PM_{2,5} suspendovaných častíc
- [4] MELOUN, M., MILITKY, J.: Kompendium statistického zpracování dat. ACADEMIA. Praha 2006. 982 s. ISBN 80-200-1396-2.
- [5] DECKÝ, M., ĎURČANSKÁ, D.: Vplyv prevádzkovej spôsobilosti vozoviek na imisie od cestnej dopravy, Záverečná správa GÚ 1/0673/08

Pod'akovanie

Práca vznikla s podporou grantovej úlohy VEGA 1/0508/11 a vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt:

Centrum excelentnosti pre systémy a služby inteligentnej dopravy II., ITMS 26220120050 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

"Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ"



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

Comprehensive monitoring of urban air

Dušan Jandačka, Daniela Ďurčanská

University of Žilina, Faculty of civil engineering, Department of highway engineering

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

e-mail: dušan.jandacka@fstav.uniza.sk

daniela.durcanska@fstav.uniza.sk

Abstract

Particulate matter (PM) have negative impact on population (respiratory and cardiovascular diseases) according to current research. Formation of particulate matter from road transport is a problem especially for big cities. Exhaust gases contain large amounts of gaseous and solid pollutants considering the use of internal combustion engines. These include in particular large number of extremely fine particle fraction, which can long remain in the air, easily enter the respiratory tract and damage human health. The object of presentation is monitoring of creation particulate matter along of urban road and evaluation of fraction ratio PM₁₀, PM_{2,5} and PM_{1,0} with regard to meteorological conditions and traffic volume.

Inovativní metody monitorování emisí z naftových motorů v reálném městském provozu (projekt MEDETOX)

¹Jan Topinka, ²Michal Vojtíšek, ³Pavel Gruntorád

¹Ústav experimentální medicíny AV ČR, v.v.i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4

²Technická universita Liberec

³Ministerstvo životního prostředí ČR

e-mail: jtopinka@biomed.cas.cz

Abstrakt

V soutěži o projekty v rámci evropského programu LIFE Environment byl Evropskou komisí vybrán k podpoře čistě český projekt MEDETOX zaměřený na měření a toxicitu emisí z naftových motorů v reálném městském provozu se zaměřením na situaci na Pražském okruhu. Řešení projektu bylo zahájeno 1.9.2011 a je plánováno na dobu 5 let. Projektu se zúčastní Ústav experimentální medicíny Akademie věd České republiky (ÚEM), Technická universita v Liberci (TUL) a Ministerstvo životního prostředí České republiky (MŽP). Takto koncipované konsorcium účastníků projektu umožňuje komplexní přístup k problematice, neboť vedle odborných pracovišť z hlediska měření motorových emisí (TUL) a jejich toxicity (ÚEM) je aktivním účastníkem projektu i MŽP, které se bude podílet zejména na diseminaci výsledků projektu a promítnutí jeho výsledků do stávajících předpisů, které jsou v řadě směrů nevyhovující. Jde především o to, že standardní testovací cykly prováděné v laboratorních podmínkách neposkytují skutečný obraz emisí z vozidel v reálném provozu. V rámci projektu MEDETOX bude proto vytvořen prototyp mobilního testovacího zařízení, které bude jednak provádět měření základních složek emisí v reálném provozu a jednak bude emise vzorkovat pro následné biologické respektive toxikologické testy.

1. ÚVOD

Emise z dopravy a mobilních strojů jsou jedním z hlavních zdrojů znečištění ovzduší, kritické jsou zejména koncentrace velmi jemných částic v městských aglomeracích. Zpříšňující se emisní normy a nové technologie nepřinášejí očekávané snížení emisí, a v ČR nestačí ani kompenzovat nárůst emisí vlivem narůstající intenzity dopravy a změnám provozních parametrů motorů z nárůstu intenzity dopravy vyplývajících. Nepoměrně velké množství celkových emisí pochází z relativně malého počtu vozidel a relativně krátkých částí celkové doby provozu. Za takových podmínek je hodnocení vlivů různých opatření na reálné emise obtížné, nelze již vycházet z odhadů založených na malém množství orientačních laboratorních měření, ale je třeba měřit emise v reálném prostředí. Měření částic dle celkové hmotnosti se navíc ukazuje jako nedostačující pro stanovení zdravotního rizika, a bude jej nutno doplnit dalšími metodami. Mobilní aparatury pro měření emisí umístěné na palubě měřeného vozidla, průjezdní měřiče emisí, a mobilní laboratoře pro dynamické měření emisí jsou příklady nových metodologií měření emisí. Je též zřejmé, že hodnocení zdravotních rizik motorových emisí musí být založeno především na interakci emisí s modelovými biologickými systémy a nikoli pouze na chemické analýze jejich složek. Projekt MEDETOX proto využije existujících metod analýzy

toxicity komplexních směsí pro hodnocení motorových emisí v reálném provozu, konkrétně na Pražském okruhu. Aplikace výsledků projektu by měla vytvořit podklady pro zlepšení legislativy Evropské unie v oblasti regulace motorových emisí.

2. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY A INOVATIVNÍ ASPEKTY PROJEKTU

Pístové spalovací motory jsou – a patrně i v dohledné době zůstanou – hlavní hnací silou silničních motorových vozidel, některých druhů nesilničních dopravních prostředků, stavebních, zemědělských, a dalších pojízdných strojů. Jsou využívány v takové míře, že výfukové emise, uvolňované mnohdy v bezprostřední blízkosti populace, mají významný negativní dopad nejen na životní prostředí, ale zejména na lidské zdraví. Téměř veškeré palivo pro tyto motory je ropného původu (motorové benziny, motorová nafta). Pouze několik procent z celkového množství paliva tvoří zemní plyn a další oficiálně užívaná alternativní paliva, bioetanol přidávaný plošně do benzínu, bionafta přidávaná plošně do motorové nafty, a neznámé množství rostlinných olejů a různých převážně neoficiálně používaných paliv [1-3].

Spalováním ropy vzniká voda, oxid uhličitý, a znečišťující látky, mezi které jsou zahrnuty těkavé organické látky (VOC), oxid uhelnatý (CO), částice (PM) a oxidy dusíku (NOx). Dnes již jen v malé míře jsou emitovány oxidy síry a olovo, na významu však nabývají další složky, například částice o velikosti jednotek až desítek nanometrů (nanočástice) z kovů nebo jejich sloučenin. Spalovací motory jsou ve většině městských aglomerací největším zdrojem znečištění vzduchu z hlediska celkového množství vypuštěných emisí [3, 4]. Jedná se však o emise vypuštěné nikoliv z komínů, ale v bezprostřední blízkosti osádek vozidel, chodců, a osob přebývajících v budovách v blízkosti komunikací. Tyto emise představují vysoké zdravotní riziko.

Současné analýzy zdravotních rizik v důsledku expozice komplexním směsím jako jsou emise z naftových motorů vycházejí takřka výhradně z chemické analýzy těchto směsí. Takový přístup však má značná omezení: (A) Chemická analýza komplexní směsi zachytí pouze omezené množství component a tak některé látky mohou být opomenuty; (B) Chemická analýza nezohledňuje možné interakce složek. To znamená, že výsledná toxicita směsi může být výrazně vyšší či nižší než odpovídá součtu toxických účinků jejích složek. Naproti tomu projekt MEDETOX představuje inovativní přístup k hodnocení toxicity a z ní vyplývajících možných zdravotních rizik motorových emisí. Nový přístup spočívá v přímém hodnocení toxických vlastností organických látek vázaných na pevnou složku emisí odebranou za realistických provozních podmínek.

3. CÍLE PROJEKTU A JEHO OČEKÁVANÉ VÝSLEDKY

Hlavní cíle projektu jsou:

1. Demonstrovat inovativní metody k hodnocení možných zdravotních rizik spojených s expozicí obecné populace emisím z naftových motorů v podmínkách reálného provozu. Emise z mnoha tisíc nákladních aut projíždějících velká evropská města představují vážné zdravotní riziko pro obecnou populaci. To platí zvláště pro Prahu, kde hustota dopravy je taková, že nákladní auta stráví značnou dobu čekáním v dopravních zácpách se zapnutými motory. Na rozdíl od laboratorních testovacích cyklů použitých v řadě studií, tento projekt usiluje o stanovení toxicity

emisí typických pro městský provoz, kde jsou tyto emise nejdůležitější, neboť jejich celková dávka je nejvyšší.

2. Poskytnout tyto metody relevantním vládním a národním či mezinárodním regulačním úřadům a dalším potenciálním uživatelům (Ministerstvo zdravotnictví, Státní zdravotní ústav, Magistrát hlavního města Prahy, magistráty dalších velkých měst v ČR a jejich stavební úřady na různé úrovni, OECD, Mezinárodní agentura pro energii (IEA), EC DG SANCO, EC DG Industry).

3. Identifikovat zdravotní rizika spojená s použitím některých paliv a aditiv.

4. Vytvořit efektivní interdisciplinární tým zaměřený na komplexní posouzení zdravotního rizika motorových emisí v reálném provozu a monitorování důsledků různých politických rozhodnutí. Tohoto cíle je dosaženo sestavením vyváženého týmu odborníků na motorové emise (Technická universita v Liberci), měření jejich toxicity (Ústav experimentální medicíny AV ČR) a zastoupením veřejné instituce (Ministerstvo životního prostředí).

4. HLAVNÍ ETAPY PROJEKTU

4.1. Optimalizace monitorování emisí v reálném provozu a konstrukce vzorkovacího zařízení.

V první fázi projektu bude pozornost věnována konstrukci zařízení pro vzorkování emisí pro studie toxicity. Vzhledem ke specifickým podmínkám v pohybujícím se vozidle (zrychlení, vibrace, změny teploty, vlhkosti, omezenému elektrickému výkonu k napájení přístrojů atd.) nejsou standardní laboratorní přístroje pro tento účel vhodné. Vedle požadavku na on-line měření základních regulovaných polutantů musí systém umožňovat vzorkování miligramových množství částic pro studie toxicity prováděné v laboratoři. S tím je spojena řada technických problémů včetně zacházení se vzorky a jejich uchovávání a stanovení experimentálních chyb spojených s nestandardními podmínkami odběru. Navržený prototyp měřícího a vzorkovacího zařízení a měřící protokoly budou diskutovány s předními odborníky na mezinárodních konferencích.

4.2. Optimalizace metod stanovení toxicity a jejich přizpůsobení podmínkám vzorkování emisí v reálném provozu.

Z částic motorových emisí zachycených na filtrech s použitím speciálního zařízení pro vzorkování v reálném provozu budou připraveny extrakty organických látek (EOM). V těchto extraktech bude stanoven obsah polycyklických aromatických uhlovodíků, jako nejdůležitějších toxických látek zachycených na emitovaných částicích. EOM budou testovány s použitím testů toxicity a genotoxicity: (1) Test genotoxicity (adukty DNA) a oxidačního poškození DNA v nebuněčném modelu s nativní DNA [5]; (2) Test buněčné toxicity [6]; (3) Test genotoxicity (adukty DNA a kometový test) na lidských plicních embryonálních fibroblastech (HEL) [7, 8]; (4) Test oxidačního poškození DNA, protein a lipidů na buňkách HEL [9]; (5) Test klastogenních účinků na buňkách HEL – analýza mikrojadra [10]. Všechny tyto testy budou optimalizovány s použitím modelových toxických látek a směsí a následně pro EOM z filtrů se zachycenými částicemi motorových emisí navzorkovaných nově vyvinutým vzorkovacím zařízením (viz předchozí odstavec).

4.3. Srovnání laboratorních podmínek s podmínkami v reálném provozu

Měření motorových emisí za provozu a vyvinuté vzorkovací zařízení budou porovnány se standardními laboratorními podmínkami s použitím běžně používaného laboratorního vybavení a postupů. Cílem je verifikovat nové zařízení a metody a umožnit srovnání s výsledky jiných studií. Ke zjištění rozdílu daného rozdílnou instrumentací, bude nový systém pro měření emisí v reálném provozu použit souběžně se standardním laboratorním zařízením. Bude vybrán takový testovací cyklus, který může být snadno opakován jak v laboratorních podmínkách, tak v reálném provozu. Výsledky získané s mobilním zařízením v laboratorních podmínkách budou následně porovnány s výsledky v reálném provozu. Toto porovnání umožní objasnit rozdíly dané provozními podmínkami mobilního zařízení.

4.4. Měření toxických účinků motorových emisí za různých podmínek reálného provozu v Praze.

Tato část projektu bude demonstrovat použitelnost metod testování toxicity emisí na vzorcích odebraných v rámci porovnání stávajících laboratorních a nově vyvinutých zařízení plánovaných v předchozím odstavci. Testy toxicity budou srovnávat různé podmínky reálného provozu na pražském okruhu a též vzorky emisí odebraných v laboratorních podmínkách. Budou vybrány reprezentativní typy vozidel a technologií (např. EURO 3-5 autobusy, EURO 2-5 nákladní automobily).

4.5. Vliv vybraných palivových aditiv (biopaliv) na toxicitu motorových emisí v reálném provozu v Praze – pilotní studie

V rámci této pilotní studie bude demonstrována vhodnost optimalizovaných metod vzorkování a měření toxicity pro stanovení vlivu různých paliv a palivových aditiv na toxicitu motorových emisí. Bude vybráno cca 5 typů nejběžnějších paliv používaných v České republice a Evropské unii. Testy budou prováděny dle protokolů optimalizovaných v předchozích etapách projektu.

4.6. Spolupráce s dalšími projekty a diseminace výsledků

Použité postupy, včetně výběru analytických postupů a metod stanovení toxicity, konstrukce odběrového zařízení, přizpůsobení standardních testovacích postupů budou pravidelně porovnávány a konfrontovány s obdobnými projekty v dané oblasti. Byla identifikována řada projektů a skupin pro případnou spolupráci. Výsledky projektu jsou a budou pravidelně publikovány v domácí i zahraniční odborné literatuře, včetně mezinárodních impaktovaných časopisů. Kromě toho je k dispozici webová stránka projektu www.medetox.cz, kde jsou veškeré informace o projektu, o postupu jeho řešení včetně všech výstupů.

5. ZÁVĚR

Projekt MEDETOX je zaměřen na inovativní metody hodnocení motorových emisí v reálném provozu, které by měly sloužit jako podklad pro zlepšení legislativy v oblasti motorových emisí. Ve své počáteční fázi řešení se zaměřil na některé důležité aspekty standardizace monitorování, vzorkování a stanovení toxicity, zejména genotoxicity, látek vázaných na částice motorových emisí. Tyto pilotní studie jsou shrnuty v následujících 2 článcích: Vojtíšek et al., Nanočástice emitované spalovacími motory v městském provozu; Topinka et al., Genotoxický potenciál

organických extraktů z částic emisí motorů poháněných naftou a řepkovým olejem. Z těchto prací vyplynula řada poznatků, které budou použity při dalším řešení projektu.

Literatura

- [1] ČESKÁ STATISTICKÁ ROČENKA, 2001-2007. Český statistický úřad, online at http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/statisticke_rocenky_ceske_republiky.
- [2] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. http://www.mpo.cz/cz/energetika-a_suroviny/statistikyenergetika/ (staženo 14.3:2010)
- [3] STATISTICKÁ ROČENKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V ČR 2000-2007.. Ministerstvo životního prostředí ČR.
- [4] EPA National Air Quality and Emissions Trends Report. United States Environmental Protection Agency
- [5] TOPINKA, J., HOVORKA, J., MILCOVÁ, A., SCHMUCZEROVÁ, J., KROUŽEK, J., ROSSNER Jr., P., ŠRÁM, R.J. An acellular assay to assess the genotoxicity of complex mixtures of organic pollutants bound on size segregated aerosol. Part I: DNA adducts. *Toxicol.Lett.* 198, 2010, s. 304-311.
- [6] SEVASTYANOVA, O., NOVÁKOVÁ, Z., HANZALOVÁ, K., BINKOVÁ, B., ŠRÁM, R.J., TOPINKA, J. Temporal variation in the genotoxic potential of urban air particulate matter. *Mutat. Res.* 649, 2008, s. 179-186.
- [7] SEVASTYANOVA, O., BINKOVÁ, B., TOPINKA, J., ŠRÁM, R.J., KALINA, I., POPOV, T., NOVÁKOVÁ, Z., FARMER, P.B. In vitro genotoxicity of PAH mixtures and organic extract from urban air particles. Part II: human cell lines. *Mutat. Res. (Fund.)* 620, 2007, s. 122-134.
- [8] TICE, R.R., AGURELLI, E., ANDERSON, D., BURLINSON, B., HARTMANN, A., KOBAYASHI, H., MIYAMAE, Y., ROJAS, E., RYU, J.-C., SASAKU, Y.F. Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing. *Environ. Mol. Mutagen.* 356, 2000, s. 206-221.
- [9] HANZALOVÁ, K., ROSSNER, P. Jr., ŠRÁM, R. J. Oxidative damage induced by carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons and organic extracts from urban air particulate matter. *Mutat. Res. (Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.)* 69, 2010, s. 114- 121.
- [10] ROSSNEROVÁ, A., ŠPÁTOVÁ, M., ROSSNER, P., SOLANSKÝ, I., ŠRÁM, R.J. The impact of air pollution on the levels of micronuclei measured by automated image analysis, *Mutat. Res.* 669, 2009, s. 42-47.

Poděkování

Projekt MEDETOX (LIFE10 ENV/CZ/651) probíhá s podporou EU programu LIFE+ a Ministerstva životního prostředí.

Innovative Methods of Monitoring of Diesel Engine Exhaust Toxicity in Real Urban Traffic (MEDETOX Project)

¹Jan Topinka, ²Michal Vojtíšek, ³Pavel Gruntorád

¹*Ústav experimentální medicíny AV ČR, v.v.i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4*

²*Technická universita Liberec*

³*Ministerstvo životního prostředí ČR*

e-mail: jtopinka@biomed.cas.cz

Abstract

The Czech project MEDETOX was selected for support within the European programme LIFE Environment. The project is focused on the measurements and the analyses of toxicity of emissions of diesel engines in real urban traffic with special attention given to the situation on the Prague ring road. The project started on September 1, 2011 and is planned for 5 years. The MEDETOX project is coordinated by the Institute of Experimental Medicine of the Academy of Sciences of the Czech Republic (IEM). Other participants are Technical University of Liberec (TUL) and Ministry of the Environment of the Czech Republic (ME). Such a consortium of participants enables complex approach to the problem because together with laboratories specialized on the measurement of engine emissions (TUL) and their toxicity (IEM) the participation of ME will help to disseminate the results of the project and to incorporate them into the existing legislation which is unsatisfactory in many aspects. The problem is that standardized tested cycles performed in the laboratory conditions do not provide real picture of emissions from vehicles in real traffic. Therefore, the prototype of mobile testing instrumentation will be constructed within this project. This prototype will measure basic components of emissions under real traffic conditions. It will also sample emissions for subsequent biological and toxicity tests.

Věcný záměr zákona o hluku z pohledu regulace hluku z dopravy

Tomáš Hellmuth¹, Dana Potužníková²

¹*Národní referenční laboratoř pro komunální hluk*

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Jana a Jos. Kovářů 1412, 562 06

e-mail:tomas.hellmuth@zuova.cz

²*Ministerstvo zdravotnictví*

Palackého nám. 4

128 01 Praha 2

e-mail:dana.potuznikova@mzcr.cz

Abstrakt

Navrhovaný zákon má charakter kodexu, protože problematika regulace hluku v komunálním prostředí zasahuje do kompetence řady resortů. Účinné řešení této problematiky vyžaduje nejen komplexní legislativní přístup, ale i nutnost centrální koordinace. Je navržen vznik Národní rady pro hluk, která by fungovala při Úřadu vlády. Zákon dbá na maximální uplatnění principů subsidiarity a sdílené odpovědnosti. Pro regulaci dopadů hluku z dopravy ve venkovním prostoru se opouští systém právně vymahatelných pevných hygienických limitů. Hygienické limity by v tomto případě měly být používány, ve shodě s praxí v dalších evropských státech, pouze jako směrné hodnoty, které by měly být při regulaci hluku respektovány. Důraz v oblasti ochrany veřejného zdraví před hlukem je kladen na ochranu vnitřních chráněných prostor staveb pro bydlení, výuku, zdravotní a sociální účely. Míra zdravotního rizika je v tomto případě minimalizována stanovením závazného hygienického limitu hluku stejného pro všechny hlukové zóny a všechny zdroje hluku.

1. Úvod

Hluk je závažným škodlivým faktorem životního prostředí člověka. Hluk ruší, obtěžuje a může mít i škodlivé účinky na zdraví exponovaných osob [1,2,3].

Problematika ochrany zdraví a řízení hluku v životním prostředí je typickou mezioborovou záležitostí, jejíž řešení vyžaduje komplexní a koordinovaný přístup, vyžadující i komplexně pojatou právní úpravu, která dosud neexistuje.

Ministerstvo zdravotnictví zpracovalo a předložilo návrh věcného záměru zákona o ochraně veřejného zdraví před hlukem a řízení hluku v komunálním prostředí (zákon o hluku). Návrh je vypracován v souladu s Programovým prohlášením vlády České republiky a usnesením vlády č. 69 z 26. ledna 2011 a byl projednán v rámci vnitřního i meziresortního připomínkového řízení.

Protože problematika regulace hluku v komunálním prostředí zasahuje do kompetence řady resortů, má navrhovaný zákon charakter kodexu. Strategickým

cílem návrhu je nahrazení stávajícího překonaného systému ochrany obyvatelstva před hlukem v komunálním prostředí stanovením nových pravidel, která by umožňovala řešení problémů, které stávající právní úprava buď dostatečně neumožňuje, nebo vůbec neřeší. Především je důležité překonat stávající roztržitost v oblasti právních předpisů regulujících hluk v komunálním prostředí, navrhnout komplexní právní úpravu definující kompetence a povinnosti jednotlivých resortů v ochraně veřejného zdraví a regulaci hluku v komunálním prostředí, dále nahradit stávající paternalistický a centralizovaný přístup a přenést odpovídající pravomoci a odpovědnost na jednotlivé stupně státní a veřejné správy, včetně podílu občanů na základě principu sdílené odpovědnosti a subsidiarity. Účinné řešení této problematiky pak nutně vyžaduje komplexní legislativní přístup.

Praxe ukázala, že stávající legislativní pojetí neumožňuje vyhovujícím způsobem řešit problémy, jakými jsou např. otázka tzv. staré hlukové zátěže, hlukové kapacity území (zabránění vzniku tzv. součtového efektu), ojedinělé nebo krátkodobé expozice nadlimitnímu hluku. Zatím není možné ani zavést institut tzv. „akustického věcného břemene“, který by umožnil lépe řešit problém následného a podmíněného vstupu osob (stavebníků) do již exponovaného území.

Lze konstatovat, že vyhovujícím způsobem není ani vyřešeno propojení zákona s právními předpisy regulujícími územní plánování a výstavbu (stavební zákon a jeho prováděcí předpisy).

Nevyhovující je rovněž situace v dozoru nad hlukem z provozu komunikací a drah, kde překročení hygienických limitů hluku lze mnohdy řešit pouze ukládáním sankcí, což neřeší podstatu problému. Situace se často řeší vydáváním časově omezených povolení.

2. Základní dělení zdrojů hluku

Požadavky na regulaci hlukové zátěže v komunálním prostředí je třeba rozlišit podle charakteru a působení hluku na člověka. Jde jednak o *oblast ochrany veřejného zdraví*, tedy omezování případně eliminace zdravotních rizik expozice hluku, a jednak *oblast tzv. akustického komfortu*, tj. omezení obecných obtěžujících a rušivých účinků hluku, které sice nemají přímý zdravotní dopad, ale vedou ke zhoršení kvality života exponovaných osob.

Lze poměrně jasně oddělit zdroje hluku působící v uvedených oblastech. Pro ochranu veřejného zdraví je dominantní regulace tzv. technických zdrojů hluku, tj. hluku všech druhů dopravy a stacionárních zdrojů hluku, tj. strojů a zařízení.

Rušení a obtěžování hlukem v oblasti akustického komfortu je pak působeno především tzv. náhodnými (stochastickými) zdroji hluku, kterými jsou především hlasy lidí, zvukové projevy zvířat, sousedský hluk spojený s běžným užíváním bytu, veřejná produkce hudby, sportovní a kulturní a další volnočasové aktivity apod.

Návrh věcného záměru zákona odděluje regulaci technických zdrojů hluku, kterou podřizuje státnímu zdravotnímu dozoru, neboť jde o zdroje, které mohou svým působením ohrozit lidské zdraví, a náhodných zdrojů hluku, které způsobují zhoršování akustického komfortu obecným rušením a obtěžováním, které, jak je tomu všude ve vyspělé Evropě, svěřuje do kompetence obcí.

Důraz v oblasti ochrany veřejného zdraví před hlukem je kladen na ochranu vnitřních chráněných prostor staveb pro bydlení, výuku, zdravotní a sociální účely, vzhledem ke skutečnosti, že expozice hluku v těchto prostorech, především v prostorech pro bydlení, má rozhodující vliv na výsledné zdravotní účinky této expozice. Míra zdravotního rizika je v tomto případě minimalizována stanovením

závazného hygienického limitu hluku stejného pro všechny hlukové zóny a všechny technické zdroje hluku.

3. Hlavní cíle navrhované právní úpravy

Překonat stávající roztržičnost v oblasti právních předpisů regulujících hluk v komunálním prostředí.

Navrhnout komplexní právní úpravu definující kompetence a povinnosti jednotlivých resortů v ochraně veřejného zdraví a regulaci hluku v komunálním prostředí.

Nahradit stávající paternalistický a centralizovaný přístup.

Přenést odpovídající pravomoci a odpovědnost na jednotlivé stupně státní a veřejné správy, včetně podílu občanů, na základě principu sdílené odpovědnosti a subsidiarity.

Vyjmout ze státního zdravotního dozoru situace (expozice), kdy se nejedná o přímé ohrožení zdraví, neboť stát nemůže zaručovat regulaci hluku ve všech případech a ze všech možných zdrojů hluku, zejména v případě náhodných zdrojů, dobrovolné expozice apod.

Předat kompetence v regulaci v oblasti akustického komfortu obcím.

Akcentovat odpovědnost každého občana, projektanta i provozovatele zdroje hluku za obecné snižování hluku prostředí.

Zavést centrální koordinaci v oblasti snižování a managementu hluku.

Zřídit centrální odborný koordinační a poradní útvar vlády.

Zavést pravidelné plošné hodnocení zátěže obyvatel ČR hlukem z dopravy a odpovídajících zdravotních rizik jako podklad pro řízení politiky snižování a managementu hluku s dostupností výsledků on-line.

Kategorizovat zdroje hluku a stanovit kompetence státní správy a samosprávy v regulaci hluku v jednotlivých kategoriích.

Jednoznačně stanovit jednotlivé kategorie zdrojů hluku na základě jejich působení na člověka.

Na základě kategorizace zdrojů hluku jednoznačně stanovit příslušnost orgánů státní a samosprávy odpovědných za jejich regulaci a poskytnout odpovídající nástroje.

Regulaci technických zdrojů hluku ponechat i nadále v kompetenci orgánů ochrany veřejného zdraví. Regulace stacionárních zdrojů hluku jako např. stroje, zařízení, průmyslové areály apod. zůstává založena na pevných hygienických limitech, a to jak ve venkovním, tak ve vnitřním prostoru chráněných staveb.

Regulaci zdrojů hluku v oblasti udržení akustického komfortu bezesbytku přenést do kompetence obcím.

Definovat pojem ojedinělé nebo krátkodobé expozice hluku a svěřit jejich povolování a regulaci obcím.

Řešit regulaci hluku ze stavební činnosti souborem organizačních a technických opatření, přičemž by hygienické limity hluku ze stacionárních zdrojů sloužily jako směrné hodnoty.

Nahradit nefunkční systém regulace hluku z dopravy ve venkovním prostoru.

Pro regulaci hluku z dopravy ve venkovním prostoru opustit systém pevných, právně vymahatelných limitů a zavést systém hlukových zón v území reprezentujících intervaly společensky přijatelné míry zdravotního rizika.

Vytvořit systém pořízení, schvalování, vyhlášení a změn hlukových zón.

Provázat strategické a operativní přístupy k řízení hluku, včetně závaznosti akčních plánů dle směrnice END.

Začlenit strategické hlukové mapování do systému plošného hlukového mapování ČR.

Uložit povinnosti začlenit a realizovat akční plány v systému protihlukových opatření v kompetenci příslušných povinných osob.

Zavést nové přístupy, nástroje a postupy regulace hluku v komunálním prostředí.

Jednoznačně definovat pojem hygienický limit hluku.

Zavést v rámci státního zdravotního dozoru hodnocení zdravotních rizik podle doporučení Světové zdravotnické organizace (World Health Organization, WHO) a v analogii s postupy používanými ve vyspělých státech EU jako závazný nástroj regulace hluku.

Rozšířit trvalý monitoring hluku z leteckého provozu včetně dálkového přístupu.

Upravit resp. zavést nové nástroje do právní úpravy tak, aby bylo možné flexibilně řešit problémy spojené s akustickým věcným břemenem, eliminací součtového efektu, starou hlukovou zátěží, podílu majitelů nemovitostí na protihlukových opatřeních atd.

Fyzická osoba, majitel nemovitosti, může protihlukové opatření navržené povinnou osobou v souladu s tímto zákonem zčásti nebo zcela odmítnout, zakládá tím však akustické věcné břemeno na příslušnou nemovitost.

4. Návrh regulace hluku z dopravy

Nutnou podmínkou, umožňující snižování a řízení hluku v komunálním prostředí, je zavedení centrální koordinace v oblasti snižování a managementu hluku včetně pravidelného zjišťování zatížení obyvatelstva ČR hlukem z dopravy (který se podílí 80% na celkovém hlukovém zatížení obyvatel) a tomu odpovídajících zdravotních rizik. Toto zjišťování je rozšířenou variantou strategického hlukového mapování, které na základě implementované směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a snižování hluku ve venkovním prostředí (Environmental Noise Directive – END) probíhá již od roku 2005 [4]. Směrnice END implementovaná do zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů, sice zavedla strategické hlukové mapování a tvorbu akčních plánů protihlukových opatření, ale národní úprava již neřeší otázku závaznosti těchto plánů a postupů vedoucích k jejich realizaci. Zákon o hluku by měl provázat strategické a operativní přístupy k řízení hluku, včetně závaznosti akčních plánů podle směrnice END začleněním strategického hlukového mapování do systému plošného hlukového mapování ČR včetně povinnosti realizovat akční plány do systému protihlukových opatření příslušnými povinnými osobami.

Pro regulaci dopadů hluku z dopravy ve venkovním prostoru se opouští systém právně vymahatelných pevných hygienických limitů. Limity by v tomto případě měly být používány ve shodě s praxí v dalších evropských státech jako směrné hodnoty, které by měly být při regulaci hluku respektovány. Existuje však obava, že institut nezávazných směrných hodnot, který je v jiných zemích bez problému respektován

a úspěšně používán, nebude v našem právním a společenském prostředí funkční. Je tedy třeba formulovat povinnost regulace hluku z dopravy ve venkovním prostoru jiným způsobem. Zákon proto nově zavádí ve shodě s přístupem řady evropských zemí institut hlukových zón, které představují odstupňovanou míru zdravotního rizika. Navrhují se čtyři hlukové zóny (A, B, C, D) vždy pro každý dopravní zdroj hluku, vymezené pro denní a noční dobu. Hluková zóna A představuje nejnižší zátěž, zóna D zátěž nejvyšší. Hranice hlukových zón se volí v intervalu společensky přijatelné míry zdravotních rizik expozice hluku. V každé zóně jsou definovány požadavky na odpovídající stupeň protihlukové ochrany, přičemž odpovídající stupeň ochrany musí zajistit na své náklady osoba (stavebník), která do daného území se svým záměrem (stavbou) vstupuje jako druhá. Hlukové zóny jsou definovány na základě výpočtových hlukových map, jsou vyhlášovány příslušným orgánem státní správy a stávají se nedílnou součástí územně plánovací dokumentace obce, a to jako vrstva GIS. Návrh kategorie hlukových zón a jejich režim je uveden v tabulce č. 1.

Mění se institut ochranného hlukového pásma letiště a pravidla stanovení jeho hranic a režimu. Funkce ochranného hlukového pásma letiště je nahrazena koncepcí hlukových zón.

Návrh věcného záměru zákona o hluku předpokládá zavedení hodnocení zdravotních rizik podle doporučení Světové zdravotnické organizace (World Health Organization – WHO) jako závazného nástroje regulace hluku [5,6]. Metodiky jsou známy i v ČR a autorizované osoby pro hodnocení zdravotních rizik expozice hluku je standardně používají [7].

Tab. 1: Návrh kategorie hlukových zón a jejich režim

Označení	Popis hlukové zóny
A	Hluk nemusí být uvažován jako určující faktor pro udělení povolení plánovaného záměru výstavby chráněných staveb
B	Hluk musí být vzat úvahu při stanovení plánovaného záměru výstavby chráněných staveb nebo zdrojů dopravního hluku a, kde je to vhodné, musí být splněny stanovené podmínky (PHO mohou být uplatněna)
C	Vydání povolení plánovaného záměru není zaručeno . Tam, kde se uvažuje, že povolení bude vydáno, například proto, že nejsou dostupná žádná jiná vhodnější místa výstavby chráněných staveb nebo zdrojů dopravního hluku, musí být splněny stanovené podmínky, které zajistí odpovídající úroveň ochrany proti hluku (PHO musí být uplatněna)
D	Povolení plánovaného záměru výstavby chráněných staveb je běžně odmítnuto

4.1. Povinnosti provozovatelů zdrojů dopravního hluku

Vlastník pozemní komunikace, jde-li o hluk z provozu pozemní komunikace, a vlastník dráhy, jde-li o hluk z provozu dráhy, jsou povinni zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity v chráněných vnitřních prostorech staveb a nebyly narušeny hranice hlukových zón pro hluk z pozemních komunikací a drah

v intravilánu obcí. Provozovatel zdroje hluku je povinen obstarat na svůj náklad vypracování odborného posudku o úrovni zasažení hlukem chráněných prostor a o možných protihlukových opatřeních v hlukové zóně D. Tento posudek může být součástí akčního plánu.

Tato osoba je povinna na základě výše uvedeného odborného posudku jako akční plán navrhnout a realizovat opatření k minimalizaci územního rozsahu hlukové zóny D na základě principu rozumně dosažitelné míry tak, aby se maximálně snížil počet chráněných staveb nacházejících se v této hlukové zóně.

U bytových domů, rodinných domů, staveb pro výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb umístěných v hlukové zóně D je osoba uvedená v prvním odstavci na základě výše uvedeného odborného posudku povinna provést nebo zajistit provedení protihlukových opatření v takovém rozsahu, aby nebyly v chráněném vnitřním prostoru těchto staveb hygienické limity hluku překročeny, přitom se dává přednost urbanistickým a organizačním opatřením a dále PHO chránícím venkovní prostor před PHO na jednotlivých chráněných stavbách.

Povinnost výše uvedené vlastník zdroje dopravního hluku nemá u staveb pro bydlení, jejichž výstavba v území vymezeném příslušnou hlukovou zónou byla zahájena po vyhlášení hlukových zón. V těchto případech je povinnou osobou stavebník.

Pokud se prokáže, že původní normové hodnoty neprůzvučnosti již nevyhovují z důvodu špatného technického stavu obvodového pláště, je povinnou osobou vlastník nemovitosti.

Pokud po datu platnosti tohoto zákona dojde ke spontánnímu nárůstu intenzity dopravy vedoucí k nutnosti změny vyhlášených hlukových zón, resp. již nebudou vyhovovat původní normové hodnoty vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů chráněných staveb, podílí se na nákladech spojených s realizací následných protihlukových opatření společně s provozovatelem zdroje dopravního hluku i vlastník chráněné nemovitosti.

4.2. Povinnosti provozovatelů letišť

Osoba, která provozuje letiště, je povinna zajistit, aby hluk z leteckého provozu vztažený k charakteristickému letovému dni nepřekračoval hygienické limity v chráněných vnitřních prostorách staveb a nebyly narušeny hranice hlukových zón pro hluk z leteckého provozu v intravilánu obcí. Osoba uvedená ve výše uvedeném odstavci, která provozuje mezinárodní veřejné letiště a osoba, která provozuje vojenské letiště je povinna obstarat na svůj náklad vypracování akčního plánu protihlukových opatření na základě odborného posudku o úrovni zasažení hlukem chráněných prostor a o možných protihlukových opatřeních v hlukových zónách C a D. Náležitosti akčního plánu protihlukových opatření se použijí analogicky jako u výše uvedených provozovatelů dopravního zdroje hluku. U bytových domů, rodinných domů, staveb pro výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely a funkčně obdobných staveb umístěných v hlukových zónách C, D je povinná osoba na základě výše uvedeného akčního plánu povinna provést nebo zajistit provedení protihlukových opatření v takovém rozsahu, aby nebyly v chráněném vnitřním prostoru těchto staveb hygienické limity hluku překročeny. Zároveň je povinna navrhnout a realizovat opatření k minimalizaci územního rozsahu zóny D na základě principu rozumně dosažitelné míry tak,

aby se maximálně snížil počet chráněných staveb nacházejících se v této hlukové zóně.

Tuto povinnost nemá povinná osoba u staveb pro bydlení, jejichž výstavba byla zahájena po datu vyhlášení hlukové zóny. V těchto případech je povinnou osobou stavebník.

Pokud se prokáže, že původní normové hodnoty neprůzvučnosti již nevyhovují z důvodu špatného technického stavu obvodového pláště, je povinnou osobou vlastník nemovitosti.

V prostoru hlukové zóny D pro hluk z leteckého provozu není povolena nová výstavba staveb pro zdravotnické, sociální, výchovné a vzdělávací účely.

Osoba, která provozuje mezinárodní veřejné letiště zajišťující více než 20 000 vzletů a přistání ročně a osoba, která provozuje stanovené vojenské letiště, je povinna na svůj náklad zřídit a provozovat systém kontinuálního monitoringu hluku z leteckého provozu s možností dálkového přístupu veřejnosti (on-line).

Provozní řád letiště (letištní příručka), kde hluk z leteckého provozu je určován provozem sportovních létajících zařízení, projedná jeho provozovatel s obcemi dotčenými tímto hlukem (Svazek obcí dotčených leteckým hlukem), a to vždy před zahájením letní letecké sezóny. Ve sporných případech bude rozhodovat Úřad pro civilní letectví.

Literatura

- [1] WHO: Night Noise Guidelines for Europe. Denmark:WHO Regional Office for Europe; 2009. ISBN 978 92 890 4173 7.
- [2] Havránek J. a kol.: Hluk a zdraví, Avicenum Praha, 1990. ISBN 80-201-0020-2.
- [3] WHO, Burden of Disease from Environmental Noise, 2011. ISBN 978 92 890 02295 (dostupné na: <http://www.euro.who.int/pubrequest>)
- [4] Directive 2002/49/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise; Official Journal of the European Communities; L 189/12, 18.7.2002.
- [5] WHO, Methodological Guidance for Estimating Burden of Disease from Environmental Noise (ed. Hellmuth, T., Kim, R., Classen, T., pracovní návrh, dosud nepublikováno).
- [6] European Environment Agency: Good practice guide on noise exposure and potential health effects, technical report, No. 11/2010, ISSN1725-2237 WHO, Bonn, 14-15, October 2010.
- [7] POTUŽNÍKOVÁ, D., HELLMUTH, T., BEDNARČÍK, P., FIALA, Z. Zkušenosti z hodnocení zdravotních rizik expozice hluku ze silniční dopravy. Hygiena, 2012, 57(3), s. 100-104.

Pro článek byl použit text věcného záměru zákona o hluku a důvodové zprávy.

Legislative intention in terms of transportation noise control

Tomáš Hellmuth

NRL for environmental noise

Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě

Jana a Jos. Kovářů 1412, 562 06

e-mail:tomas.hellmuth@zuova.cz

Abstract

The proposed law has the character of the Code because the issue of environmental noise control affects the competence of many ministries. Effective solutions to this problem requires not only a comprehensive legislative approach, but also need central coordination. Founding of the National Council for the noise that would work for the Government is proposed. The law shall ensure the maximum application of the principles of subsidiarity and shared responsibility. To control the impact of traffic noise in the open air the system legally enforceable fixed health limits is abandoned. Occupational exposure limits in this case should be used, in line with practice in other European countries, only as a guideline that should be respected in the regulation of noise. The emphasis in public health from noise is paid to the protection of protected interior space of buildings for housing, education, health and social purposes. The rate of health risk in this case is minimized by setting a binding noise hygienic limit for interior space the same for all noise zones and all sources of noise.

Měření hluku povrchu vozovky dynamickou metodou

Ing. Vítězslav Krivánek, Ph.D., Ing. Rudolf Cholava

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: vitezslav.krivanek@cdv.cz,

rudolf.cholava@cdv.cz

Abstrakt

Silniční doprava je dominantním zdrojem hluku ve vnějším prostředí již řadu let a většina hluku je v dnešní době, od již relativně nízkých jízdních rychlostí, generována interakcí pneumatiky s vozovkou. Faktor, který do značné míry ovlivňuje hluk způsobený pohybem vozidel po pozemních komunikacích, představuje zejména stav obrusné vrstvy vozovek. Metoda CPX (Close ProXimity) se používá k měření hluku vznikajícího odvalováním pneumatiky, kdy základní princip metody spočívá v tažení speciálního přívěsu osazeného testovacími referenčními pneumatikami, které jsou obklopeny mikrofony zaznamenávajících hluk vzniklý odvalováním pneumatiky po testovaném úseku. Tato dynamická metoda umožňuje vyhodnotit hlučnost povrchu vozovky v terénu v celé její předmětné délce, které lze provádět za běžného provozu bez jeho omezování. Monitoring a včasná výměna obrusné vrstvy vozovky může výrazně přispět k trvale udržitelnému rozvoji dopravy i snižování negativních účinků na životní prostředí a zdraví člověka díky účinnému omezení nadměrné hlukové zátěže ze silniční dopravy. V příspěvku je prezentován průběh měřicí zkoušky v terénu s následným vyhodnocením výsledků.

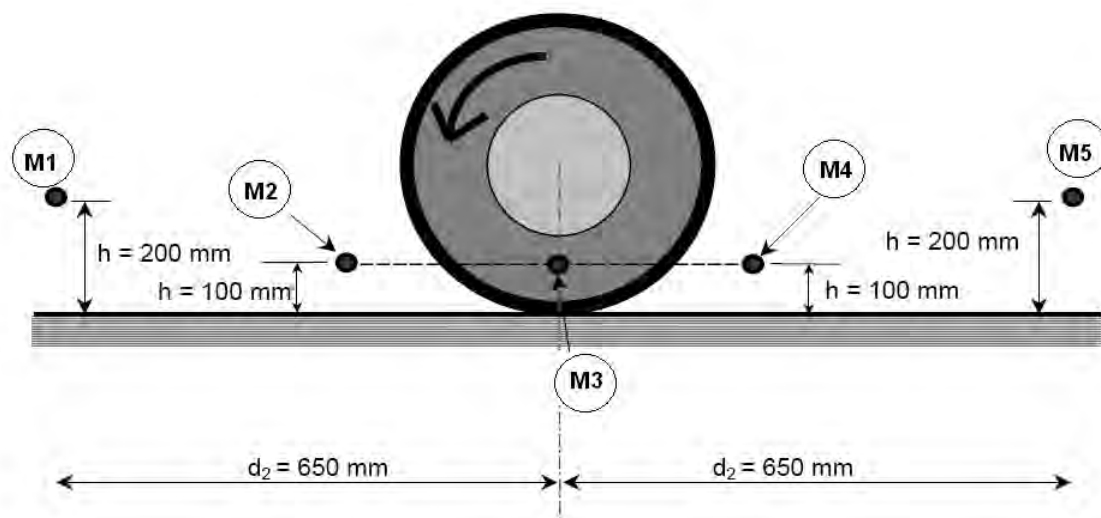
1. Metoda CPX

CPX metoda je podrobně popsána v návrhu normy [5] ISO/CD 11819-2 - Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The Close Proximity method. Měření jsou prováděna se záměrem určení hladiny hluku pneumatika/vozovka na jedné nebo více referenčních rychlostí – 40, 50, 80 a 100 km/h. CPX metoda dává dobrý odhad o akustických vlastnostech silničních povrchů. Lze ji použít ke studiu homogenity povrchu vozovky i na velkou vzdálenost a za různých podmínek či za účelem sledování údržby a dosažení její efektivity [10], [11]. Výhodou v případě posuzování vlastností pneumatik je, že vliv jiných zdrojů hluku, jako je hluk motoru či hluk výfukových plynů, je snížen na minimum.

1.1. Vybavení k měření metodou CPX

Pro vlastní měření je použita celosvětově používaná referenční pneumatika Tigerpaw Uniroyal 225/60 R16 SRTT. Pětice měřících mikrofónů, připojená ke vhodnému hlukovému analyzátoru, je umístěna ve výšce 0,1 m a 0,2 m nad vozovkou ve vzdálenosti 0,2 m a 0,65 m od styku pneumatika/vozovka, přesně dle příslušné normy ISO/CD 11819-2 [5], viz Obr. 1. Pro měření se převážně používá speciálně zkonstruovaný přívěs tažený za automobilem [7], [8] viz Obr. 2. Toto zařízení musí splňovat přísné požadavky, které podrobně popisuje návrh normy ISO/CD 11819-2 (např. měření nesmí být ovlivňováno jinými částmi vozidla, stálá poloha mikrofónů, nepřítomnost odrazivých ploch, rozměry, zatížení aj.).

Obr. 1. Umístění jednotlivých měřících mikrofonů na přívěsu CPX.



Měření pomocí metody CPX není závislé na hustotě okolního dopravního proudu. Ovšem je velmi výhodné, aby hustota proudu v době měření byla co nejnižší pro snadné udržení konstantní rychlosti na měřeném úseku komunikace. Měření je možné provádět pouze na zcela suchých komunikacích, ať z důvodu požadovaných příslušnou normou nebo ekonomických, kdy v případě mokré vozovky hrozí poškození či zničení velmi citlivých měřících mikrofonů, které jsou umístěny v minimální výšce od vozovky (0,1 a 0,2 m). Proto je zde omezen počet vhodných termínů, kdy je možné dané měření realizovat – minimálně dva dny před měřením na dané lokalitě nesmí pršet (je suchá vozovka), rychlost větru nepřesahuje 5 m/s a teplota vzduchu je vyšší než 5 °C.

Obr. 2. Umístění jednotlivých měřících mikrofonů na přívěsu CPX.



Jelikož dle posledních návrhů normy CPX je velmi důležité sledovat rychlost i teplotu okolí [1], [8] za účelem provádění rychlostních a teplotních korekcí na příslušné referenční hodnoty. Námi využívané přístroje, jež jsou připojeny k měřicímu notebooku, jsou na Obr. 3. Zajištěním plné synchronizace měřených dat (hluk styku pneumatika/vozovka, teplota povrchu, rychlost měřicí soustavy, poloha měřicí soustavy) je možné zcela přesně lokalizovat místa provedených měření spolu s údajem o konkrétní rychlosti měřicí soustavy v daném místě a teploty povrchu, což je důležité pro případné korekce naměřených hodnot na konstantní referenční rychlost (40, 50, 80, 100 km/h) a referenční teplotu (20°C). Při vlastním měření je vhodné využívat tempomat ve vozidle, aby rychlost v průběhu měření byla co nejvíce konstantní a byla co nejbližší jedné z referenčních rychlostí.

Obr. 3. Bezkontaktní infra-červený teplotní senzor CALEX a modul GPS.



2. Průběh měření pomocí metody CPX

Před měřicím úsekem na vhodném místě – nejčastěji parkoviště je provedena závěrečná fáze příprav na vlastní měření, kdy jednotlivé mikrofony jsou ustaveny do požadovaných přesných poloh pro provedení měření. Následně jsou utaženy jednotlivé úchytné svorky, přitažná matice mikrofونů, aby při měření nedošlo ke změně jejich polohy. Kabely jsou připojeny k jednotlivým mikrofونům a na několika místech se připevňují montážními páskami. Mikrofony se opatří ochrannými krytkami, které se taktéž pevně uchycují pomocí kousků pružného obinadla, jenž přidržuje ochranné čepičky mikrofونů při měření na svých místech, bez toho aniž by došlo k ovlivnění snímané akustické situace.

Po provedení závěrečných úprav se může s vozidlem vyrazit k úseku, který má být proměřován. Samotné přístroje zaznamenávající průběh měření jsou spuštěny ještě před měřicím úsekem, tak jako s měřicí dodávkou je dosaženo požadované rychlosti, při níž se bude měřit a je spuštěn tempomat. Měřené komunikace se pojíždí za běžného provozu. Měřicí mikrofony jsou směrové a umístěné ve velmi malé vzdálenosti od měřené pneumatiky, která emituje velký hluk, jenž je snímán. I proto je vliv okolní dopravy na akustickou situaci snímanou mikrofony, jejíž zdroje jsou minimálně v desetkrát větší vzdálenosti, zanedbatelný – odstup jednotlivých zdrojů hluku je dostatečně velký [4].

Dosažením požadované rychlosti vozidla a najetím na daný úsek je následně obsluhou spuštěno vlastní měření všemi pěti mikrofony. Začátek analyzovaného úseku případně dosažení požadované rychlosti, pokud se neshoduje se začátkem měření, označí obsluha slovně pomocí přidavného mikrofону nebo pomocí vložení „značky“ do záznamu měření. Takto lze měřit i těsně navazující úseky.

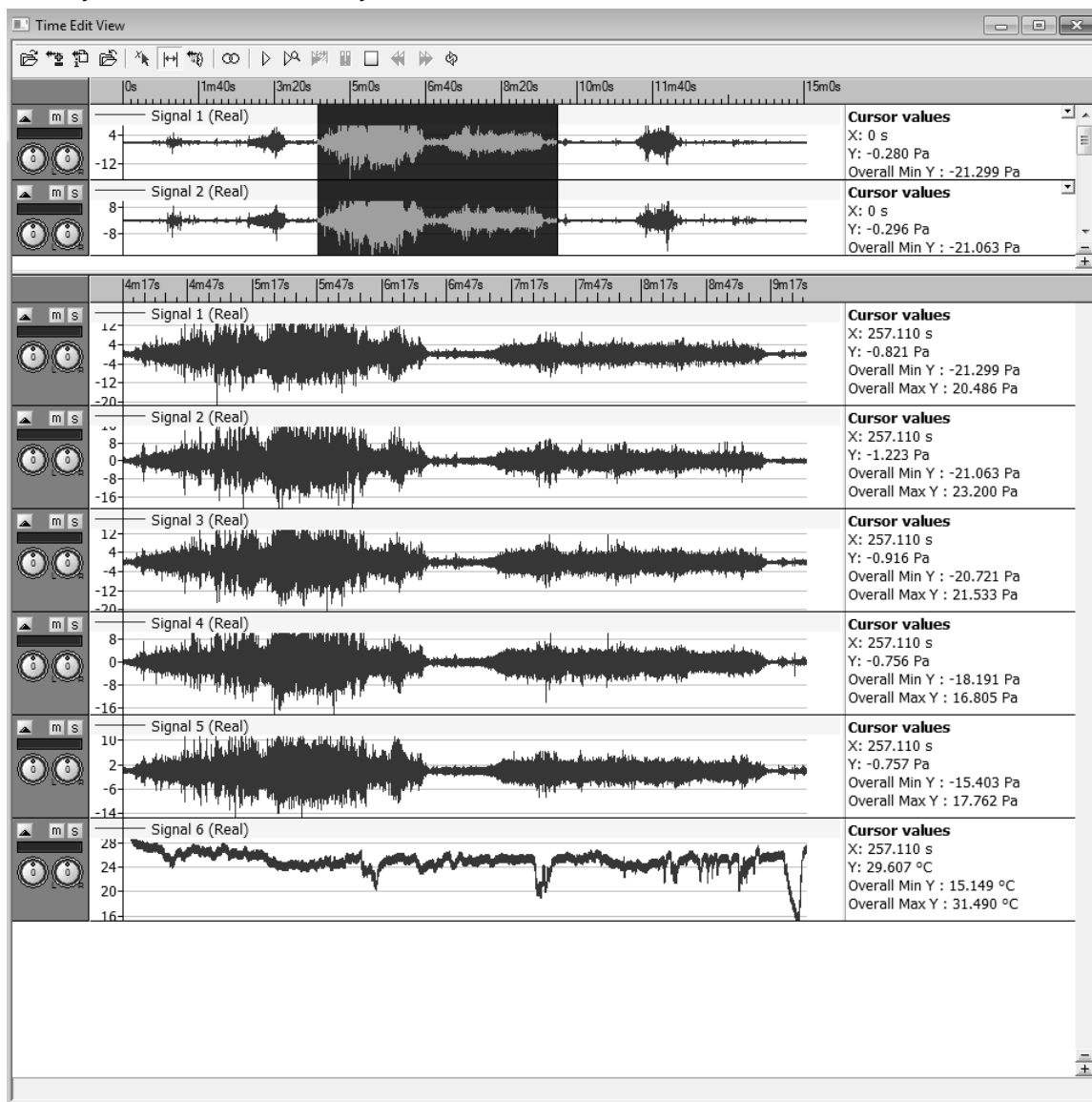
K dispozici jsou dvě základní možnosti záznamu měření: ukládání surového signálu nebo ukládání analyzovaných veličin (třetina - oktávová charakteristika,

průběh hladiny aj.) Jelikož se jedná o měření, která mají vliv na lidský organizmus, jsou všechna měření upravována váhovým filtrem A. V souladu s normou IEC 61260 a ISO/CD 11819-2 je měření resp. analýza prováděna ve třetino-oktávním frekvenčním intervalu od 315 Hz do 4 kHz [3]. Zprůměrnováním všech změřených hodnot na všech měřících mikrofonech dostaneme odpovídající hodnotu ekvivalentní hladiny akustického tlaku a třetino-oktávnovou charakteristiku akustického tlaku při použití filtru A daného úseku měřeného povrchu komunikace.

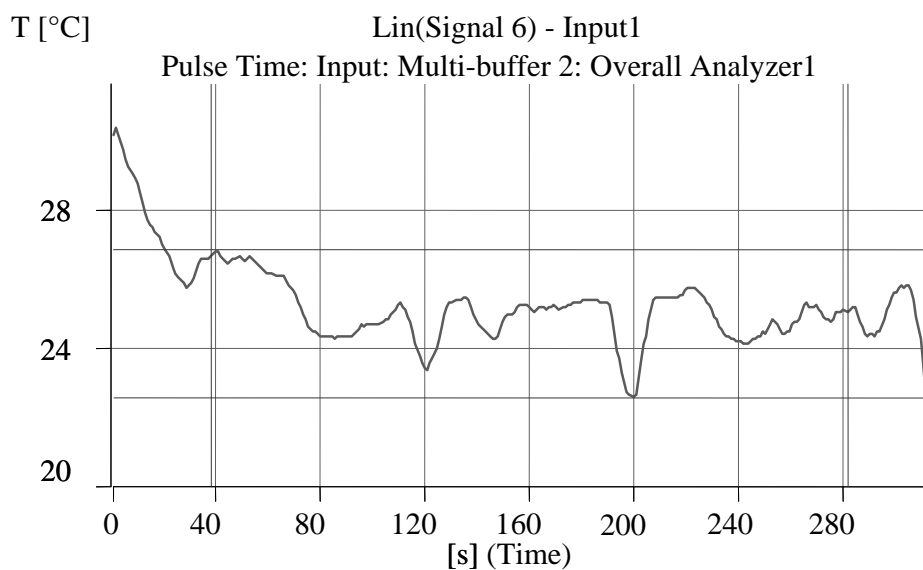
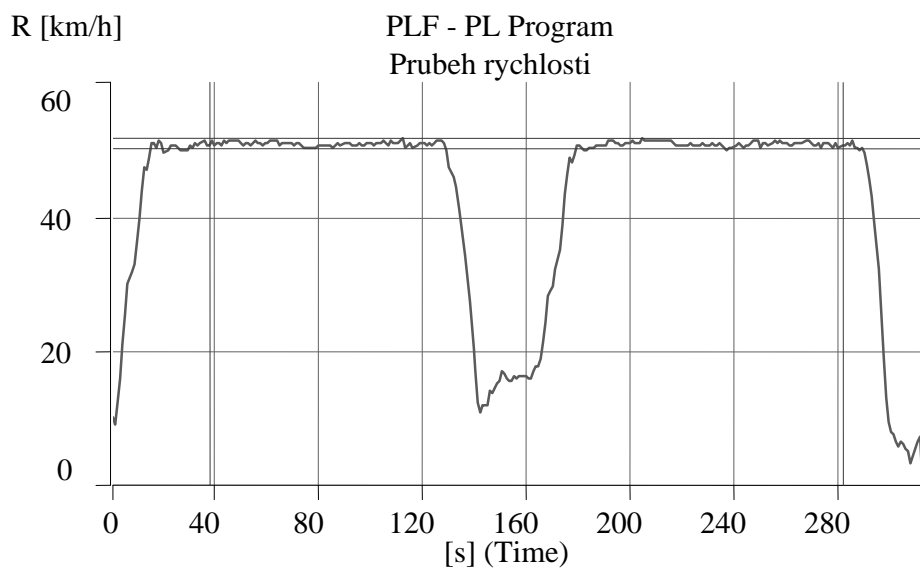
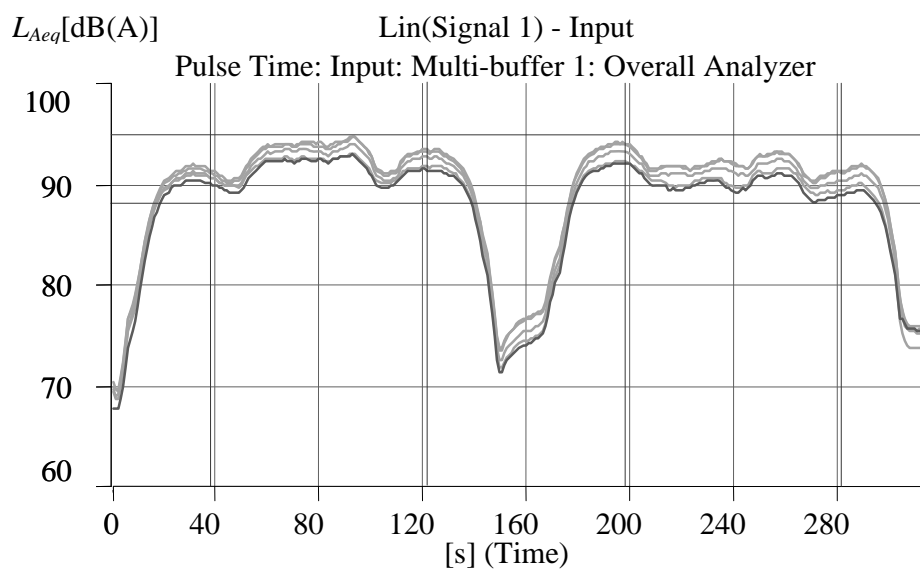
2.1. Ukázka vyhodnocení záznamu z měření

Při ukládání surového signálu z měření je výhodou možnost zpracování výsledků v klidu kdykoliv po měření navíc je možné měnit parametry, které chceme na surovém signálu analyzovat. Dílčí výběr části úseku surového signálu uloženého záznamu je na Obr. 4., kdy ve spodní části obrázku je vidět bližší detail zkoumaného úseku, který byl vybrán k analýze.

Obr. 4. Uložený záznam surového signálu pro 5 měřících kanálů a teplotní čidlo s výřezem výběru určeného k analýze.



Obr. 5. Ekvivalentní hladiny hluku, rychlost a teplota vybraného úseku v závislosti na synchronní časové ose.



V příslušném programovém prostředí pro analýzu měření (v našem případě program Pulse 16.1) je nutné definovat, co za parametry má být vyhodnoceno. Pro hluk styku pneumatika/vozovka nás především zajímá závislost hluku na čase (první část Obr. 5), což umožňuje vyhodnotit hlučnost povrchu vozovky v terénu v celé její předmětné délce. Na Obr. 5 je znázorněno měření dvou přibližně stejně dlouhých navazujících úseků (v relativní časové ose se jedná o 40 – 120 s a 200 – 280 s záznamu vybraného dílčího úseku surového signálu) při rychlosti 50 km/h (střední část obrázku) a teplotě cca 23 – 26°C (třetí – spodní část Obr. 5). Pro obyčejné porovnávání, v kterých místech komunikace je povrch hlučnější, vzhledem k dodržení referenční rychlosti měření 50 km/h v celých délkách měřených úseků a k nízkému rozptylu teploty povrchů v daných místech není bezpodmínečně nutné provádět teplotní korekci, avšak pokud mají výsledky sloužit pro porovnávání hlučnosti povrchů různých typů, různých vlastností a z různých míst je případně nutné ještě provést korekci vrchní části Obr. 5 dle odchylek teploty ze spodní části Obr. 5, tak aby ekvivalentní hladina hluku odpovídala na referenční teplotě 20°C.

3. Závěr

Bylo pojednáno o dynamické metodě, kdy měření spočívá v posuzování hlučnosti vozovek v celé její délce v závislosti na speciálních referenčních pneumatikách pomocí metody CPX. CDV v rámci projektů „Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání“ [8] a „Dopravní VaV centrum“ dále inovovala, vylepšila a optimalizovala vlastní zkonstruovaný přívěs pro měření pomocí metody CPX – jediné zařízení v rámci ČR na měření hluku pomocí metody CPX. Byla popsána základní použitá měřicí aparatura, která s přídatnými přístroji umožňuje synchronně měřit další důležité parametry.

Metoda CPX dává dobrý odhad o akustických vlastnostech silničních povrchů. Dopravní hluk je v současnosti jedním z velmi diskutovaných témat, neboť postihuje velké množství osob, a proto je snahou tento hluk v okolí pozemních komunikací snižovat. Budování obrusných vrstev a krytů vozovek se sníženou emisí hluku umožňuje snižování hluku přímo na styku pneumatiky s vozovkou [2], [12], [14], [15], což pomocí metody CPX je možné jednoznačně posoudit. Dále ji lze s výhodou použít ke studiu homogenity povrchu vozovky i na velkou vzdálenost a za různých podmínek či za účelem sledování údržby a dosažení její efektivity [6], [9], [13] - testování hlučnosti a konfrontace s požadavky uvedenými v zadávací dokumentaci, monitorování akustického chování vozovky v průběhu několika let používání.

Literatura

- [1] ANFOSOO, L., F., PICHAUD, Y., *Temperature effect on tyre-road noise*. In Applied Acoustics, vol. 68, iss. 1, pp. 1 – 16, 2007, ISSN: 0003-682X.
- [2] DÜRR, J., ZRZAVÝ, J., TREŠL, O., *Snížení hluku z povrchu při použití speciální asfaltové směsi pro obrusnou vrstvu vozovek*. Silniční obzor, Česká silniční společnost, říjen, 2011, ISSN 0322-7154.
- [3] FEHRL, *Report on state-of-the-art of test methods*, Seventh Framework Programme, FP7-217920, Netherlands, 2008.
- [4] CHO, D., S., MUN, S., *Study to analyze the effects of vehicles and pavement surface types on noise*. In Applied Acoustics, vol. 69, iss. 9, pp. 833 – 843, 2008, ISSN: 0003-682X.
- [5] *ISO/CD 11819-2 Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise — Part 2: The close-proximity Method*, 2000.
- [6] KAŠPAR, R., BUREŠ, P., *VIAPHONE – Tenká obrusná vrstva s nízkou hlučností*. In Asfaltové vozovky 2011, PRAGOPROJEKT, a.s., Praha, 2011, ISBN 978–80–903925–2–6.
- [7] KŘIVÁNEK, V., CHOLAVA, R., *Static and Dynamic Method for the Measurement of the Noisiness of Road Surfaces*. In IV Czech-Slovak Scientific Conference, Transport, Health and Environment, Blansko November 2-3, 2010. Brno: Transport Research Centre, 2010, pp. 231- 263. ISBN: 978-80-7399-141-8.
- [8] KŘIVÁNEK, V., a kol., *Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání*. Průběžná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2012. 109 s. Zadávatel: Technologická agentura ČR.
- [9] KUDRNA, J., a kol., *Asfaltové směsi snižující hlukové emise a zlepšující protismykové vlastnosti*. In Asfaltové vozovky 2011, PRAGOPROJEKT, a.s., Praha, 2011, ISBN 978–80–903925–2–6.
- [10] ONGEL, A., et. al., *Comparison of surface characteristics and pavement/tire noise of various thin asphalt overlays*. In Road Materials and Pavement Design, vol. 9, iss. 2, pp. 333 – 344, 2008, ISSN: 1468-0629.
- [11] PAJE, S., E., et. al., *Monitoring road surfaces by close proximity noise of the tire/road interaction*. In Journal of the Acoustical Society of America, vol. 122, iss. 5, pp. 2636 – 2641, 2010, ISSN: 0001-4966.
- [12] PLITZ, J., ŠVADLÁK, D., *Nové druhy monoasfaltu pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností*. In Asfaltové vozovky 2011, PRAGOPROJEKT, a.s., Praha, 2011, ISBN 978–80–903925–2–6.
- [13] STOKLÁSEK, S., *Akusticky optimalizované povrchy vozovek nedrenážního typu*. Zpravodaj SILNICE MOSTY, Sdružení pro výstavbu silnic Praha, 3/2010.
- [14] SÝKORA, M., a kol., *Asfaltové vrstvy s nízkou hlučností u firmy EUROVIA*. Zpravodaj SILNICE MOSTY, Sdružení pro výstavbu silnic Praha, 4/2010.
- [15] VALENTIN, J., MONDSCHNEIN, P., *Snižování hluku možnými úpravami obrusné vrstvy vozovky*. Silnice, Železnice, KONSTRUKCE Media, s. r. o., 5/2010, ISSN 1803-8441.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl na základě aktivit finančně podpořených v rámci projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy – operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace č. CZ.1.05/2.1.00/03.00 a Technologické agentury ČR č. TA01030459.

Measurement noise of road surface the dynamic method

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Ing. Rudolf Cholava

Transport Research Centre

Líšenská 33a, 636 00 Brno

E-mail: vitezslav.krivanek@cdv.cz,

rudolf.cholava@cdv.cz

Abstract

Road traffic has been a dominant noise source in the environment for many years and most of traffic noise is generated today, from relatively low speeds, by the tyre/road interaction. Especially the condition of road surfaces represents the factor which greatly influences noise caused by vehicle operation on roads. The CPX method (Close-Proximity method) is being used for the measurement of noise generated by the tyre rolling on the road surface, the basic principle is based on towing the special measurement trailer equipped with test reference tyres which are surrounded by microphones registering noise generated by the tyres rolling on the tested road segment. This dynamic method enables to evaluate noisiness of the road surface along of the whole road length and can be performed in usual road operation without its restriction. Monitoring and well-timed replacement of the surface course can markedly contribute to the sustainable transport development, reduction of negative impacts on the environment and on human health due to the efficient limitation of the excessive noise burden from road traffic. In the article, the process of the noise field measurement including the subsequent results evaluation is presented.

Měření hluku ze železniční dopravy v rámci projektu TAČR

David Vašica

České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

e-mail: xvasica@fd.cvut.cz

Abstrakt

V ČR se během projektových příprav modernizací a optimalizací železničních tratí provádí výpočty hluku od jedoucích vlaků podle české výpočtové metodiky hluku ze železniční dopravy. Tato metodika však vznikla již v minulém století, a tak při jejím používání dochází u neupravených emisních dat k výraznému nadhodnocování hlukového zatížení okolí především u modernizovaných a optimalizovaných tratí s moderní konstrukcí železničního svršku (pružné upevnění, bezстыková kolej) a moderními vlakovými soupravami, především osobní dopravy (kotoučové brzdy, ucelené jednotky).

Cílem projektu je, s ohledem na používané konstrukce železničního svršku a provozovaný vozový park, zjistit emisní data hluku, případně korekce na snížení hluku mezi původní a modernizovanou tratí tak, aby bylo možné definovat podmínky, za jakých hodnoty emisí hluku platí. Tím bude možné používat českou, popřípadě i zahraniční výpočtové metodiky tak, aby se výsledky výpočtu co nejvíce blížily reálným podmínkám a byla tak navrhována optimalizovaná protihluková opatření.

Hlavní náplní projektu je tedy zjištění reálných hodnot emisí hluku. K tomuto účelu je prováděn systémově celý soubor měření na tratích v ČR. Jsou vytipovány vhodné lokality s provedenou rekonstrukcí a bez provedené rekonstrukce a odpovídající místa v těchto lokalitách. Zde jsou realizována opakovaná a synchronní měření hladin akustického tlaku od téhož projíždějícího vlaku na různých stanovištích, která se liší právě konstrukcí železničního svršku.

Při známých parametrech jedoucího vlaku, koleje a na základě výsledků měření hladiny akustického tlaku, případně i frekvenčního spektra, bude zjištěn vliv konstrukce železničního svršku na emisi hluku od projíždějících vlaků.

1. Základní údaje o projektu

Projekt „Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků“ (mezi řešiteli označován jako „HLUVLA“) je realizován na základě veřejné soutěže ve výzkumu, vývoji a inovacích vyhlášené v roce 2010 v rámci programu ALFA, poskytovatelem je Technologická agentura České republiky (TAČR). Hlavním cílem je snížení negativních vlivů infrastrukturních staveb na životní prostředí.

Řešení projektu probíhá od ledna 2011 za předpokládaného dokončení v prosinci 2013. Hlavním řešitelem je České vysoké učení technické v Praze Fakulta dopravní, dalším účastníkem pak EKOLA group, spol. s r.o.

2. Podstata hluku, jeho vznik a šíření

Podstatou zvuku i vibrací je mechanické kmitání pružného prostředí, které se šíří určitou rychlostí. V rozsahu slyšitelných frekvencí označujeme podélné vlnění

v tekutém prostředí jako zvuk, příčné vlnění ve všech frekvencích v pevných látkách pak jako vibrace. Hlukem se označuje každý nežádoucí zvuk. Pro popis hluku je důležité znát hlasitost (vyjádřenou hladinami intenzity akustického tlaku), frekvenční složení a dobu jeho trvání.

K vyjádření účinku hluku na člověka se používá hladina akustického tlaku v decibelech [dB], korigovaná frekvenčně pomocí pásmového váhového filtru, který je použit z důvodu nestejně citlivosti lidského ucha na hluk různého kmitočtu. Dopravní hluk má charakter proměnného nepravidelného hluku, proto se k vyhodnocení účinků používá průměrná úroveň sumy akustické energie, která působila v daném čase. Tato energetická průměrná hladina je označována jako ekvivalentní hladina akustického tlaku L_{Aeq} .

2.1. Zdroje hluku z kolejové dopravy

Zdroje vnějšího hluku kolejové dopravy lze dělit buď na primární (hluk vlaku), nebo sekundární (zvukové signály, drážní rozhlas, odezva stavebních zařízení na průjezd vlaku); dále buď na statické (hluk hnacích agregátů), nebo dynamické (valení kola po kolejnici) podle toho, zda vlak stojí nebo se pohybuje.

Velikost nepříznivých vlivů závisí především na způsobu vedení trasy, druhu trakce, konstrukci a technickém stavu svršku, technickém stavu vozidel a na intenzitě a rychlosti provozu. Šíření hluku prostředím je závislé na klimatických podmínkách, konfiguraci a druhu povrchu okolního terénu.

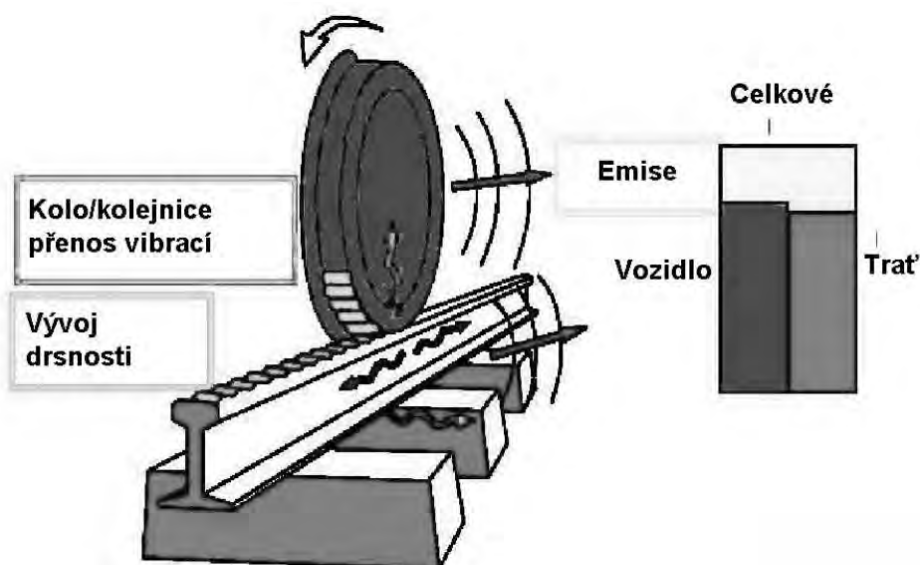
Vlak pohybující se po trati působí na okolí souborem hluků vyzařovaných z několika zdrojů – z pohonných jednotek, z valení a hluk plynoucí z podstaty aerodynamiky.

Aerodynamický hluk – vzniká v důsledku turbulence a proudění vzduchu kolem vozů, jejich podvozků a okolo sběračů. Mezi jeho významné zdroje patří nekapotované podvozky, turbulence způsobené nedostatečně aerodynamickým tvarem vozidla a dále pantografy či přechody mezi vozy klasické stavby. Hodnota aerodynamického hluku se zvyšuje s rychlostí jízdy (u vlaků vysokorychlostních převažuje tento typ hluku nad ostatními). Lze jej částečně eliminovat použitím drážních vozidel s lépe navrženým tvarem, zakrytím podvozků a mezivozových přechodů (u vlakových jednotek). Tento typ hluku je dominantní od rychlostí 250 až 300 km/h.

Hluk z pohonů hnacích vozidel (hluk trakce) – je složen z hluku hnacích motorů, převodů, chladicích ventilátorů, statických měničů atd. Obecně lze konstatovat, že motorová trakce vyvolává větší hluk než trakce elektrická. U vozidel poháněných diesellovým motorem jsou emise hluku závislé především na okamžitých otáčkách motoru a mnohem méně pak na rychlosti průjezdu. Snížení hluku lze tedy dosáhnout použitím elektrické trakce nebo nových či modernějších vozidel, případně modernizací vozidel stávajících. Hluk trakce je jen málo závislý na rychlosti, nicméně může být určující právě při rychlostech nižších, cca do 50 km/h, kdy je požadován plný výkon pohonné jednotky a valivý hluk je relativně nízký.

Valivý hluk – je vyvolán především stykem kola s kolejnici a jeho velikost závisí na drsnosti povrchu kol i kolejníc. Dále pak vzniká ve všech místech v podvozku, kde se vlivem otáčení dvojkolí vyskytuje tření. Schematické znázornění vzniku a šíření hluku z valení je na obr. 1.

Obr. 1. Vznik, přenos a emise hluku z valení

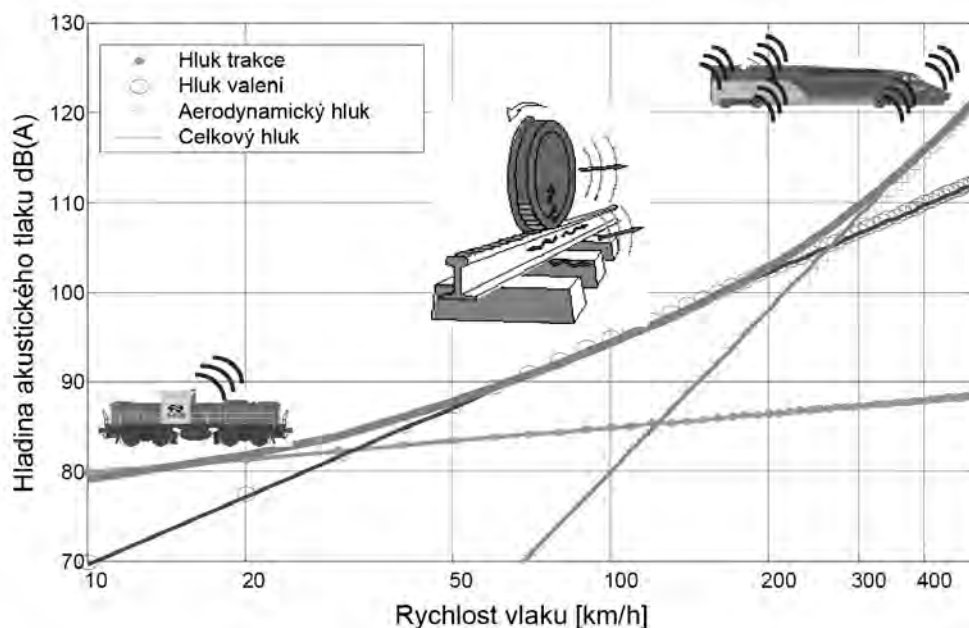


Zdroj: [1]

2.2. Faktory působící na vznik a šíření hluku ze železniční dopravy

Rychlost jízdy – při rychlostech nižších než 60 km/h dominuje hluk hnacího vozidla. Hladina akustického tlaku se s rychlostí nemění vůbec nebo jen málo a závislost je v rozsahu $(0 - 20) \cdot \log V$, v rychlostním rozmezí 60 – 200 km/h dominuje hluk valivý, přičemž závislost je v rozsahu $(25 - 35) \cdot \log V$. Při rychlostech nad 200 km/h začíná být dominantní hluk aerodynamický, závislost se pohybuje v rozsahu $(50 - 70) \cdot \log V$ [1].

Obr. 2. Závislost jednotlivých složek hluku na rychlosti vlaku



Zdroj: [2]

Vliv okolního terénu – vlastnosti terénu mají podstatný vliv na šíření hluku do okolí. Setkáváme se zde s pohlcováním zvukových vln terénem nebo okolní zástavbou, případně odrazy zvukových vln od překážek nebo od okolní zástavby. Nejvýznamněji se na šíření hluku projevují překážky v nejbližším okolí trati.

Vliv konstrukce a kvality železničního svršku – hluk železničního vozidla se šíří nejen vzduchem, ale také vibracemi přes kolo a kolejnici do konstrukce železničního svršku. Tento hluk lze kompenzovat vhodnou úpravou konstrukce tratě a její údržbou. Další vliv na tvorbu hluku mají nerovnosti kolejnice, kolejnicové styky a vlnkovitost.

Vliv zvukových signálů – tento druh hluku není pro stanovení ekvivalentní hladiny hluku rozhodující. Jedná se zpravidla o hluk s vysokou intenzitou, ale krátkým trváním, který lze díky náhodnému výskytu a velmi rozdílné frekvenci jen těžko postihnout.

Vliv klimatických podmínek – počasí se na úrovni hluku výrazně projevuje až ve vzdálenostech od cca 100 m. Při vzdálenostech kratších se může projevit například absorpce sněhem, odrazy zvukových vln od různých vrstev vzduchu atd. Díky vlhkosti vzduchu se zvuk může nést dále než ve vzduchu suchém.

Vliv vzdálenosti od zdroje – hladina hluku se vzdáleností od zdroje postupně klesá, ve volném prostředí úměrně zhruba o 4 - 5 dB při každém zdvojnásobení vzdálenosti.

Vliv směrového vedení tratě – projevuje se zejména v oblouku, kde dochází ke zvyšování hladiny akustického tlaku vlivem většího tření okolku o hlavu kolejnice. Snížení této hladiny hluku lze dosáhnout například konstrukční úpravou podvozku nebo parametrů tratě, a to změnou převýšení v oblouku.

Vliv počtu projíždějících vlakových souprav – projeví se především při stanovení ekvivalentní hladiny akustického tlaku, tedy při zahrnutí delšího časového období.

3. Měření hluku ze železniční dopravy

Před každým měřením je třeba analyzovat účel a cíl hodnocení akustické situace. Na základě toho pak v souladu s platnou legislativou zvolit vhodná měřicí místa, vhodnou metodiku měření, konfiguraci měřicí aparatury a také vhodnou délku měřicího intervalu. Délka měření je důležitá pro jeho objektivitu. Vzhledem ke statistickému zpracování akustických veličin by měla být měření co nejdelší. Aby však bylo možno vyloučit nahodilé parazitní zvuky (přelety letadel, štěkání psa atd.), je někdy účelné provést co největší počet opakovaných krátkodobých měření. Obecně je nutné, aby se během každého měření vyskytly všechny zdroje hluku běžně se ve zkoumané situaci vyskytující.

Pro účely projektu je použita metoda měření hladin akustického tlaku integrálním zvukoměrem (hlukoměrem) při průjezdu vozidel kolem pevného měřicího stanoviště. Měření probíhají vždy současně na dvou místech vybrané trati s rozdílným stavem svršku (konstrukce či opotřebením atd.) tak, aby bylo možné díky stejným projíždějícím vlakovým soupravám vzájemně porovnat hlukové emise z obou stanovišť a lépe tak určit vliv konstrukce železničního svršku na hladinu akustického tlaku. Na každém stanovišti jsou umístěny celkem 3 zvukoměry a to ve vzdálenosti 7,5 m od osy koleje a výšce 1,2 m a 3,5 m nad temenem kolejnice a dále ve vzdálenosti 25 m od osy koleje a výšce 3,5 m nad temenem kolejnice.

3.1. Měřicí kampaně

Měřicí kampaň tvoří soubor činností, jejichž cílem je získání co nejhodnotnějších akustických dat přímo z terénu a následné zpracování. Kampaň je prováděna v následujících krocích:

1. Teoretické vytipování traťových úseků – na základě znalostí expertů z ČVUT v Praze Fakulty dopravní a konzultací s pracovníky SŽDC a ČD Cargo jsou nejprve vybrány traťové úseky s různou konstrukcí nebo stavem kolejí a požadovaným provozem vlaků.

2. Praktické vytipování traťových úseků a předběžný výběr lokalit – následně jsou vytipované traťové úseky prověřeny přímo v terénu, kde dochází k upřesnění hranic úseků rozdílných konstrukcí/stavů koleje, zaznamenání orientačních rychlostí vlaků a provedení předvýběru potenciálních lokalit pro měření hluku.

3. Praktický výběr konkrétních lokalit pro měření – pracovníci firmy EKOLA prověří jednotlivé lokality pro měření hluku tak, aby splňovaly požadavky nejen z hlediska měření hluku ale i přístupu k měřicímu místu.

4. Naplánování termínu měření – na poradě zástupců obou účastníků projektu pak dojde k zařazení do harmonogramu měřících kampaní a oba účastníci projektu vyčlení potřebné kapacity pro měření.

5. Vlastní měření – s ohledem na počasí a provozní mimořádnosti ve sledovaných traťových úsecích je následně realizován vlastní sběr dat. Při měření jsou kontinuálně zaznamenávány hladiny akustického tlaku s příp. rozdělením podle frekvenčního spektra, meteorologické veličiny o aktuálním stavu počasí a provozní charakteristiky projíždějících vlakových souprav (rychlost, složení atd.). Současně je prováděna fotodokumentace, a to jak místa měření a koleje, tak projíždějících vlaků.

6. Sběr a sumarizace dat – údaje z hlukoměrů, meteorologické stanice a další provozní data jsou digitalizována a je rovněž provedena kompletace a popis fotodokumentace.

7. Příprava dat k vyhodnocení – každá měřicí kampaň má vytvořenou databázi, v níž jeden záznam odpovídá jednomu vlaku, jehož průjezd dvěma lokalitami byl zaznamenán. K provozním údajům o vlaku zjištěným při vlastním měření se dodatečně doplní další dopravní charakteristiky a přidají data o emisi hluku.

8. Vyhodnocení měření – připravená data se statisticky zpracují a expertně vyhodnotí.

Uvedené postupy byly v roce 2011 odzkoušeny, upraveny a přizpůsobeny reálnému provozu v rámci pilotních měření a na základě pozitivních výsledků byly doporučeny pro aplikaci v další etapě řešení úkolu v roce 2012.

3.2. Pilotní měřicí kampaně v roce 2011

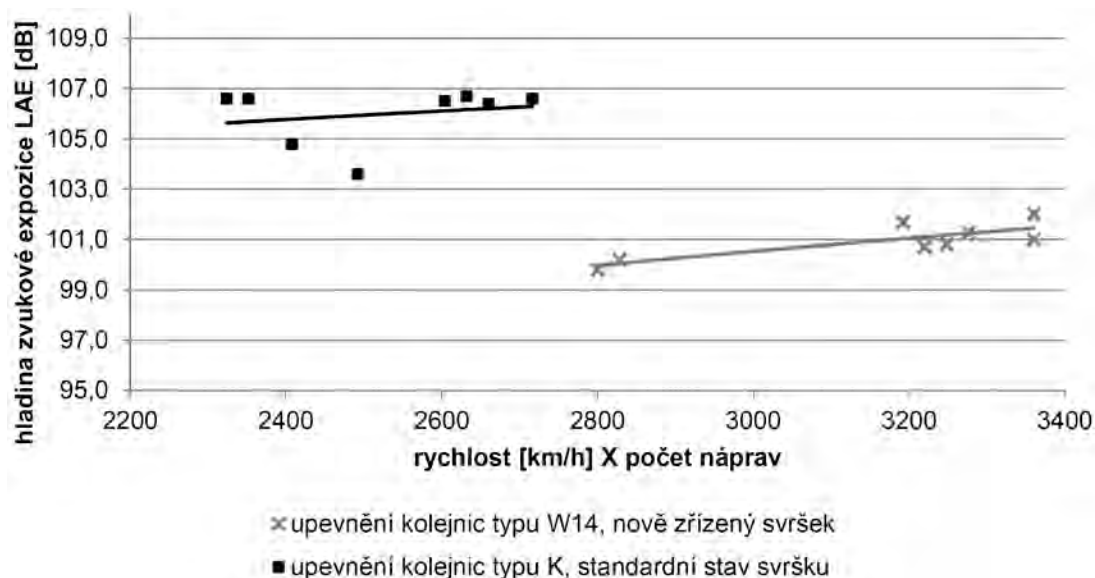
Měření proběhla v rozpětí měsíců červenec až září 2011 v osmi kampaních. Pro vyhodnocení sebraných dat byla zvolena metoda porovnání hladin zvukové expozice L_{AE} při jednotlivých průjezdech vlaku. Hladina zvukové expozice je fiktivní hladina ustáleného zvuku trvajícího 1 s, který má stejnou akustickou energii jako zvuková událost s jinou dobou trvání. Zvuková expozice se v některých případech používá pro hodnocení diskrétních zvukových událostí (průjezdy vozidel apod.).

Vzhledem k rozdílným rychlostem průjezdů jednotlivých vlaků v obou stanovištích byla pro zdejší prezentaci výsledků zvolena závislost hladiny zvukové expozice na součinu rychlosti a počtu vozů (reprezentovaném počtem náprav) vlaku.

Body v grafu znázorňující jednotlivé průjezdy jsou pak proloženy logaritmickou regresní křivkou.

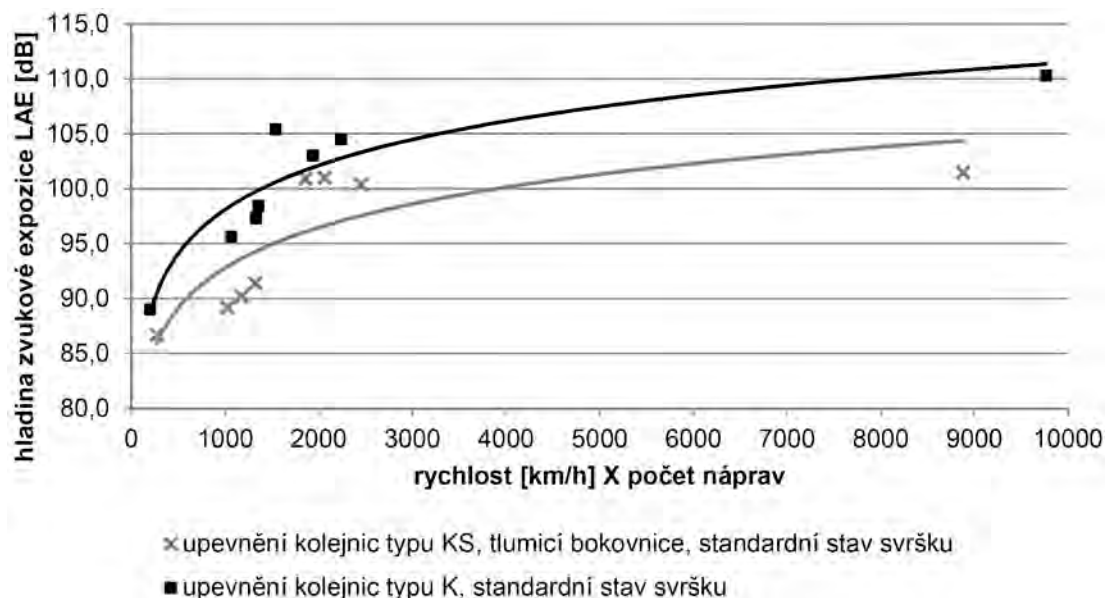
Nutno ovšem podotknout, že výsledky jsou pouze předběžné a velmi orientační, získané z nevelkého souboru naměřených dat. Oba zde uvedené grafy pochází z měření na elektrické trati.

Graf 1. Hlukové emise u starého a nově zřízeného svršku



[autor]

Graf 2. Hlukové emise u běžného svršku a svršku opatřeného tlumícími bokovnicemi kolejníc



[autor]

Graf 1 porovnává akustickou situaci při průjezdu vlaku po starším typu svršku opatřeném tuhým podkladnicovým upevněním kolejníc typu K a po nově zřízeném svršku s pružným upevněním kolejníc typu W14. Na novém svršku jsou rychlosti vlaků významně vyšší (o cca 20 km/h), ovšem hluk při průjezdech je naopak nižší.

Graf 2 pak porovnává svršek opatřený tuhým upevněním typu K se svrškem s pružným podkladnicovým upevněním typu KS, kde kolejnice jsou navíc opatřeny

tlumicími bokovnicemi. Rychlosti vlaků u obou stanovišť jsou v průměru téměř stejné, svršek s upevněním typu KS a s tlumicími bokovnicemi vykazuje nižší hlučnost.

4. Závěr, další práce na projektu

V kalendářním roce 2011 došlo v rámci řešení projektu k získání celkového přehledu o dané problematice a stanovení lokalit a metodiky pro následná měření hluku. Výše uvedených cílů bylo dosaženo provedením rešerší domácích i zahraničních informačních zdrojů. Jedná se zejména o obecné poznatky o hluku s důrazem na hluk z železniční dopravy (jeho vznik a podstata, veličiny posuzující hlukovou zátěž), legislativní situaci v oblasti ochrany životního prostředí před hlukem, protihlukových opatřeních a existujících metodikách pro stanovení hladin akustického tlaku v okolí železničních tratí.

Dále byly v souladu s metodikou řešení projektu vybrány základní vhodné lokality k měření hlukových emisí od jedoucích vlaků k následnému synchronnímu měření, a to s ohledem na stávající konstrukci koleje, její možnou budoucí úpravu, charakter železničního provozu a okolí trati. Ve vytipovaných místech byla provedena pilotní měření, na základě nichž byla vytvořena metodika pro hromadná měření v další etapě projektu – v roce 2012. Výčet lokalit pro měření není neměnný, protože průběžně dochází k rekonstrukcím a modernizacím úseků železničních tratí. To s sebou přináší změnu konstrukce svršku, resp. jeho kvality, a tím zánik nebo naopak vznik skupin míst vhodných pro měření.

Samotná měření probíhají v reálných podmínkách železničního provozu na území České republiky – na stávajícím vozovém parku, na různých konstrukčních typech železničního svršku a také v různém technickém stavu s ohledem na údržbu a namáhání běžným provozem. Data jsou sbírána synchronně tak, aby došlo k zachycení hladiny akustického tlaku při průjezdu každého jednotlivého vlaku vždy na dvou různých typech svršku. Předběžné výsledky z pilotních měření potvrdily teoretické předpoklady, byť množství dat zatím není dostatečně reprezentativní.

V roce 2012 probíhají na základě získaných zkušeností hromadná (mnohdy i opakovaná) měření ve vybraných lokalitách s cílem získání co nejrozsáhlejšího vzorku dat. Regresní analýzou i některými nekonvenčními heuristickými metodami budou následně výsledky měření hluku vyhodnoceny s cílem zjištění, jak se zejména různá konstrukce železničního svršku projevuje na vzniku a šíření hluku od projíždějících vlaků.

Výsledkem má být jednotná metodika, která v současné době v ČR chybí a jež umožní nadefinovat vhodné korekce výpočtu u různých typů tratí pro nejčastěji používané metodiky výpočtu hluku ze železniční dopravy.

Literatura

- [1] HLAVÁČEK, Jan. Technické specifikace pro interoperabilitu subsystému „Hluk“. Vědeckotechnický sborník Českých drah [online]. 2004, č. 18, [cit. 2012-07-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/vts18/18cl09.pdf>>. ISSN 1214-9047.
- [2] Working Group Railway Noise of the European Commission: Position Paper on the European strategies and priorities for railway noise abatement. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 92 s. Dostupné z WWW: <http://circa.europa.eu/Public/irc/env/noisedir/library?l=/position_papers/railway_noise_enpdf/_EN_1.0_&a=d>. ISBN 92-894-6055-5.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu TA01030087 "Vliv opatření na infrastrukturu železniční dopravy na snížení vzniku a šíření hluku od jedoucích vlaků" financovaného Technologickou agenturou České republiky.

Measurements of railway noise in the project TACR

David Vašica

Czech Technical University in Prague Faculty of Transportation Sciences

Konviktska 20, 110 00 Prague 1

e-mail: xvasica@fd.cvut.cz

Abstract

In the Czech Republic, railway noise is calculated according to Czech national methodology during the project preparation of the modernisation and optimisation of the railway lines. This methodology, however, arose in the last century, and its use leads to significant overvaluation of the noise load in surrounding areas, in particular for upgraded and optimized railway tracks with modern construction and when using modern trains, mainly passenger traffic (disc brakes, multiple units).

The aim of the project is to determine the noise emission data, alternatively to find out correction for noise reduction between the original and modernized lines, so that it was possible to define the conditions under which the noise emission values are valid. This will allow to use the Czech methodology, or foreign one, so that the results of a calculation will be as close as possible to actual conditions which will lead to design the optimized noise reduction solutions.

The main focus of the project is therefore to determine the real noise emission values. To this end, the systematic measurement is done on Czech railway network. Suitable sites with or without reconstruction are selected. There are realised repeated and synchronous measurement of the noise from the same train which passed through different places with various track construction types.

From the known parameters of a moving train, tracks and on the basis of sound pressure level values, or possibly frequency spectrum, will be defined impact of the railway track type on the railway noise.

Odhady rizik při přepravě nebezpečných kapalin

Michal Balatka

Technická univerzita v Liberci

Studentská 2, 46117 Liberec

email: michal.balatka@tul.cz

Abstrakt

Přeprava nebezpečných kapalných látek pomocí cisternových vozidel na pozemních komunikacích tvoří nedílnou součást našeho hospodářství. V naprosté většině případů se přepravují ropné produkty, z nichž největší podíl mají pohonné hmoty. Přeprava nebezpečných kapalin podléhá přísným předpisům, které se snaží zajistit maximální přepravní bezpečnost. Přesto nastávají situace, kdy dochází k úniku látky mimo nádrže cisternového vozidla. Nejčastějšími příčinami jsou dopravní nehody, různé technické závady nebo selhání lidského činitele. Bezprostředně po takovém úniku jsou nejčastěji ohroženy povrchové vody a půda.

Naše pracoviště se zabývá vývojem software, který je schopen rizika úniku nebezpečné kapaliny v okolí pozemní komunikace odhadovat. Jedná se o komplexní úlohu zahrnující několik různých oborů. V software se zpracovávají geografická data za účelem tvorby digitálních modelů terénu. Tyto modely terénu vstupují do numerického modelu pro výpočet šíření kapaliny. Nedílnou součástí software představuje zpracování nejistot v popisu prostředí, které mohou výpočet značně ovlivnit. Díky nejistotám byl pro vyhodnocení zvolen stochastický přístup. Výsledky se tak vyjadřují pomocí statistických parametrů. Pomocí software se získávají jak kvalitativní tak kvantitativní výsledky pro kapalinu zachycenou na povrchu, infiltrovanou pod povrch, vypařenou nebo zasahující do povrchových vod. Získat můžeme například mapy pravděpodobnosti zasažení ploch v okolí komunikace, průměrný objem kapaliny kontaminující vodní tok nebo mezní odhad objemu infiltrovaného v půdě.

Text článku prezentuje základní principy práce systému.

1. Úvod

Přeprava kapalných látek po pozemních komunikacích je nedílným prvkem současného hospodářství. Největší podíl přepravy kapalných látek po pozemních komunikacích zauímají pohonné hmoty. Dále se přepravují různé druhy kyselin, uhlovodíky včetně jejich derivátů, potravinářské polotovary, aj. Tento druh přepravy probíhá pomocí cisternových vozidel, kterých existuje mnoho typů, liší se svým provedením, objemem nádrží, počtem komor, doplňkovým vybavením, atd.

Přepravci, kteří na území naší republiky v oboru přepravy kapalných látek podnikají, musí dodržovat pravidla stanovená mezinárodní dohodou o přepravě nebezpečných věcí ADR. Přesto znamená přeprava kapalin po pozemních komunikacích určitá rizika. V tomto případě máme namysli především únik kapaliny mimo přepravní prostor. Nejčastějším důvodem úniku může být technická závada nebo dopravní nehoda s následným poškozením přepravních nádrží. Převážná většina přepravovaných kapalin představuje průmyslové produkty, které mají v přepravovaných koncentracích i množstvích negativní účinky na člověka a všechny složky životního prostředí. Závažnost úniku závisí na mnoha faktorech, jako je množství uniklé látky, nebezpečnost látky pro objekty v okolí úniku, klimatické podmínky, atd. Nejčastěji ohroženými receptory v prvních okamžicích úniku kapaliny

jsou složky životního prostředí jako půda nebo povrchové vody. V tom se únik kapalin výrazně liší od úniku plynu, kde jsou v prvních okamžicích události ohroženi především lidé. Naznačená rizika lze v současnosti hodnotit s pomocí numerického počítačového modelu, který je vyvíjen na Technické univerzitě v Liberci.

2. Šíření tenké vrstvy kapaliny

Únik kapaliny mimo nádrže cisternového vozidla může nastat pokud dojde k porušení ventilů určených k plnění, vypouštění a dalším účelům nebo pokud nastane porušení samotného pláště cisterny. Nejčastější příčinou této nežádoucí události bývá dopravní nehoda.

Jakmile kapalná látka začne vytékat na zemský povrch, vytvoří se kaluž, která se dále šíří po povrchu. Časový vývoj chování kaluže závisí na mnoha faktorech, kterými jsou morfologie terénu, fyzikálně-chemické vlastnosti povrchu a kapaliny, klimatické podmínky a průběh vytékání kapaliny z nádrže. Hladina kaluže může v závislosti na uvedených faktorech nejčastěji dosahovat výšky od několika milimetrů do několika centimetrů.

Hnací silou proudění kapaliny je zemská gravitace. Ta působí na každou částičku kapaliny ve směru povrchového gradientu. S velmi nízkými výškami hladiny kaluže je dominantní směr šíření ovlivňován i těmi nejmenšími povrchovými detaily, jako jsou například pěšiny, brázdy v poli, koleje zemědělských strojů vyježděné v louce, atd.

Mezi povrchem a kapalinou také působí adhezní síly, které způsobují, že se část kapaliny na povrchu zachytí. Dalším důvodem zachycení části kapaliny na povrchu je také jeho drsnost. Výrazným procesem při šíření kaluže kapalně látky na propustném povrchu je infiltrace neboli vsakování. Průběh infiltrace závisí jak na vlastnostech kapaliny a povrchu, tak i na klimatických podmínkách. Pokud je například půda s travinami zmrzlá nebo nasycená dešťovou vodou, infiltrace probíhá mnohem pomaleji než v opačném případě, kdy je infiltrace mnohem rychlejší. Pokud je infiltrace pomalejší dosah kaluže kapaliny je mnohem větší. Kromě půd a s nimi související vegetací může uniklá kapalina zasáhnout také povrchové vody.

3. Metodika odhadu rozsahu kontaminace

Proces šíření slabé vrstvy kapaliny je možné predikovat pomocí různých metod. Motivací k tomuto kroku může být zejména odhad rozsahu škod, které by v okolí případné havárie mohl únik kapaliny způsobit. Některé metody jsou charakterizovány v [1], [2] nebo [3]. Jedná se o pestrou škálu od nenáročných screeningových postupů až po řešení náročných sofistikovaných parciálních diferenciálních rovnic. Pro adekvátní výsledky však tyto metody vyžadují dostatečnou hustotu a přesnost dat, která popisují povrch dotčené lokality. Taková data jsou v praxi k dispozici ve velmi omezené podobě. Je třeba si uvědomit, že jemné povrchové detaily jako například hloubka vyježděných kolejí v polní cestě nebo hustota travnatého porostu se velmi rychle mění. Stejně tak nasycení půdy vodou závisí na okamžitém stavu počasí. Tyto zmíněné příklady představují zlomek charakteristik zatížených nejistotami, které šíření kaluže mohou výrazně ovlivnit.

Vývojem vlastní metodiky realizované pomocí software se zabývá také naše pracoviště na Technické univerzitě v Liberci. Jedná se o softwarový balík složený z několika výpočetních modulů a grafických aplikací, který dostal název SPILLSIM.

Hlavní důraz je kladen především na zpracování nejistot vstupních dat. Úloha je členěna do dvou stupňů.

- a) Odhad rozsahu kontaminace z bodového zdroje
- b) Odhad rizika pro úsek přepravní trasy

Úsek přepravní trasy můžeme chápat jako liniový objekt, který je složen z dostatečně malých segmentů. Každý takový segment představuje potenciální riziko úniku kapaliny. V prvním stupni se provede odhad rozsahu úniku kapaliny zvlášť pro jednotlivé malé úseky komunikace, které můžeme považovat za bodové zdroje úniku. V dalším stupni se hodnotí rizika pro úsek komunikace jako celek.

Odhad rozsahu kontaminace území z bodového zdroje představuje velmi složitý komplexní problém rozdělený do několika navzájem se prostupujících částí:

- a) Vstupní data s popisem prostředí
- b) Řešení matematicko-fyzikálního modelu šíření kapaliny
- c) Zpracování nejistot

Odhad rizika pro úsek přepravní trasy potom představuje finální zpracování dat získaných z výpočtů bodového zdroje.

4. Popis prostředí

Prvním nezbytným krokem při řešení úlohy je získání vhodných dat s popisem prostředí, v kterém chceme pohyb kapaliny simulovat. Data rozdělujeme na výškopis, polohopis a fyzikálně-chemické vlastnosti povrchu a kapaliny.

Výškopis představuje skupinu dat, která popisují morfologii neboli tvar terénu. Jedná se o nejdůležitější typ dat, který určuje dominantní směr šíření kapaliny. Tato data se standardně organizují buď ve formě vrstevnic nebo bodových polí. SPILLSIM je schopen využívat libovolný zdroj výškopisu uložený v souborovém formátu pro geografické informační systémy EsriiShapefile nebo textové tabulky uložené v ASCII textovém souboru. Pro účely simulace je velmi důležitou vlastností jejich dostatečná hustota i přesnost.

Polohopis obsahuje data s výskytem povrchových objektů. Tyto objekty jsou geometricky vyjádřeny pomocí bodů, linií nebo polygonů. Pomocí bodů se znázorňují objekty se zanedbatelnou plochou, mezi které patří například osamělé balvany nebo stromy, malé stavby typu pomníků, atd. Pomocí linií se vyjadřují objekty liniového charakteru. Mezi ty nejčastější patří pozemní komunikace, železnice, vodní toky. A mnoho dalších. Posledním typem vyjádření povrchových objektů je polygon. Polygony popisují plošné útvary, mezi které patří například budovy, vegetační pokryvy (např. les, louka, pole), vodní plochy, aj. Do software se polohopis načítá ve formátu EsriiShapefile.

Pro dosavadní výpočty byla využita databáze ZABAGED [4], která spadá pod správu Zeměměřičského ústavu. ZABAGED je zkratka složená ze slov základní báze geografických dat. Jedná se o vektorový model území České republiky, který obsahuje výškopis i polohopis. Výškopis je možno získat ve formě jak vrstevnic tak bodových polí o velikosti mřížky 10x10 m. Přesnost výšek se pohybuje od 1,5 metrů v rovinném terénu až po 5 metrů ve značně členitém zalesněném terénu. Polohopis obsahuje více jak 100 typů objektů organizovaných do vrstev.

Po načtení výškopisu a polohopisu se data dále zpracovávají do rastrového modelu povrchu. Zájmová plocha ohroženého území představuje obdélníkový výřez, který je rozdělen na stejně velké čtvercové elementy. Délka strany elementu se obvykle volí od 0.5 do 1 metru. Každému elementu jsou přiděleny parametry, které vstupují přímo do simulačních výpočtů šíření kapalné látky.

Prvním parametrem přiděleným k elementu je identifikátor typu povrchového objektu vyskytujícího se v pozici elementu. Tento údaj se získává přímo z dat polohopisu. Dalším údajem elementu je nadmožská výška. Ta se kromě výškopisu určuje také pomocí polohopisu. Nejprve je na základě výškopisu interpolační metodou vytvořen digitální rastrový model terénu. Tím jsou elementům přiděleny nadmožské výšky. V praxi výškopis ve většině případů nepostihuje takové detaily morfologie terénu, jako jsou například již zmiňované koleje vyježděné v polní cestě, sedla a příkopy tvořené pozemními komunikacemi nebo třeba členitost povrchu v lesním porostu. Tyto detaily lze však předpovídat právě pomocí výskytu objektů, které zmíněné drobné změny v povrchu tvoří. Na základě polohopisu je tedy možné nadmožské výšky elementů získané z výškopisu upravit. Tyto drobné vlastnosti mají na směr šíření tenké vrstvy kapaliny většinou zásadní vliv.

Díky znalosti typů objektů, které se v místech elementů nachází, můžeme určit také fyzikálně-chemické vlastnosti jejich povrchů, které jsou nezbytné pro simulační výpočty. Kromě polohopisu a výškopisu vstupují do výpočtu také tabulky, které tyto hodnoty přidělují jednotlivým typům povrchů. Jedná se o parametry charakterizující interakci mezi povrchem a příslušnou kapalinou, infiltrace a vypařování. Obsah tabulky s uvedenými vlastnostmi závisí jak na konkrétním typu povrchu a kapalině, tak i na konkrétním stavu klimatu.

Výškopis, polohopis a tabulky s fyzikálně-chemickými vlastnostmi dohromady tvoří vstupní datovou strukturu, které říkáme vektorový model povrchu.

5. Řešení matematicko-fyzikálního modelu

Matematicko-fyzikální model je určen k simulačním výpočtům časového vývoje chování kaluže unikající kapalné látky. Výpočet bezprostředně vychází z podoby rastrového modelu prostředí. Výsledkem simulačního výpočtu jsou hodnoty popisující způsob, jakým se v průběhu času vyvíjí objem kapaliny v jednotlivých elementech. Každému elementu rastrového modelu prostředí jsou navíc přiděleny čtyři stavové veličiny. Tyto veličiny vyjadřují okamžitý objem kapaliny vztažený na jednotkovou plochu elementu. Významy stavových veličin jsou následující:

- a) Objem kapaliny zachycený povrchem vlivem drsnosti a adheze
- b) Objem kapaliny infiltrované od počátku simulace (úniku)
- c) Objem kapaliny vypařené od počátku simulace (úniku)
- d) Objem kapaliny kontaminující povrchové vody od počátku simulace (úniku)

Kromě rastrového modelu povrchu vstupuje do výpočtu také scénář, který obsahuje následující skupiny parametrů:

- a) Vymezení lokality
- b) Počáteční a okrajové podmínky
- c) Vlastnosti numerického výpočtu
- d) Typy požadovaných výsledků

Parametry pro vymezení lokality představují podklady pro vytvoření rastrového modelu povrchu. Počáteční a okrajové podmínky popisují polohu a průběh úniku

kapaliny na ploše rastrového modelu povrchu. Unik je modelován tak, že na povrchu vymezených elementů v každém čase přibývá předepsaný objem kapaliny. Tyto elementy tvoří kruh o stanoveném poloměru nejčastěji do několika jednotek metrů. Tím je dán charakter bodového zdroje. Vlastnosti numerického výpočtu zahrnují rozsah pohyblivého časového výpočtového kroku, mezní přesnosti a simulovanou dobu šíření.

Pomocí scénáře lze nastavit až šest různých typů výsledků. Každý výsledek se ukládá do souboru se speciálním rastrovým formátem, kde je každému elementu přidělena číselná hodnota. Významy prvních čtyř typů výstupů odpovídají čtyřem zmíněným stavovým veličinám. Tyto výstupy lze ukládat pro různé časové okamžiky, které se ve scénáři volí pomocí zápisového kroku. Dále je možno uložit rastr s nadmořskými výškami nebo rastr s identifikátory objektů.

6. Zpracování nejistot

Vektorový model povrchu představuje datovou strukturu, která je obvykle zatížena nejistotami jinak také nepřesnostmi v datech. Tyto nejistoty vznikají z nejrůznějších důvodů.

Nepřesnosti u vrstevnic nebo výškových bodů výškopisu se všeobecně mohou pohybovat od několika centimetrů až po několik metrů. Charakter pohybu kaluže kapaliny s tenkou vrstvou je však velmi citlivý i na terénní nerovnosti v řádu jednotek centimetrů. Nejistoty výškopisu závisí především na způsobech, kterými jsou data získávána. Mezi nejpřesnější metody určování výškopisu patří dálkový průzkum země prováděný pomocí družic nebo letecké snímkování založené na nejrůznějších laserových měřicích metodách. Tyto metody mohou v některých případech dosahovat přesnosti až několika centimetrů. Zemský povrch se však v těchto měřítkách velmi dynamicky mění a to jak působením přirozených přírodních procesů tak činností člověka.

Polohopis je rovněž zatížen nejistotami. Polohy i tvary jednotlivých staveb, komunikací, vodních toků i typů vegetačního pokryvu se v datech oproti skutečnosti mohou lišit od několika centimetrů až po desítky metrů. Fyzikálně-chemické vlastnosti navíc přímo závisí na aktuálním ročním období a počasí. Tím je ovlivněn například objem infiltrovaného objemu a vzdálenost dotečení.

Řešení nejistot znamená zobecnění dosud popsané deterministické úlohy na stochastický přístup. Všechny hodnoty obsažené ve vektorovém modelu povrchu nechápeme jako přesné číselné hodnoty. Ve stochastickém přístupu představují tato čísla hodnoty nejvíce předpokládané. Z hlediska teorie pravděpodobnosti každá taková hodnota popisuje modus rozdělení náhodné veličiny. Rozptyly těchto rozdělení jsou dány maximálními možnými předpokládanými odchylkami. Tyto odchylky se zadávají společně pro celé skupiny vrstevnic a typů objektů. Z předpokládaných hodnot a odchylek se konstruuje hustota rozdělení pravděpodobností. Nastavit je možno buď rozdělení gausovo, trojúhelníkové nebo rovnoměrné, které použijeme v případě, kdy nemáme představu o předpokládané hodnotě.

Za pomoci generátoru náhodných čísel pak můžeme z rozdělení pravděpodobností jednotlivých náhodných veličin vytvořit velké množství rastrových modelů povrchu, pro které získáme rastrové výsledky popsaných stavových veličin. Tímto způsobem dostaneme velké množství variant šíření kaluže, které dále vstupují do statistického zpracování. Tato metoda se obecně nazývá Monte Carlo.

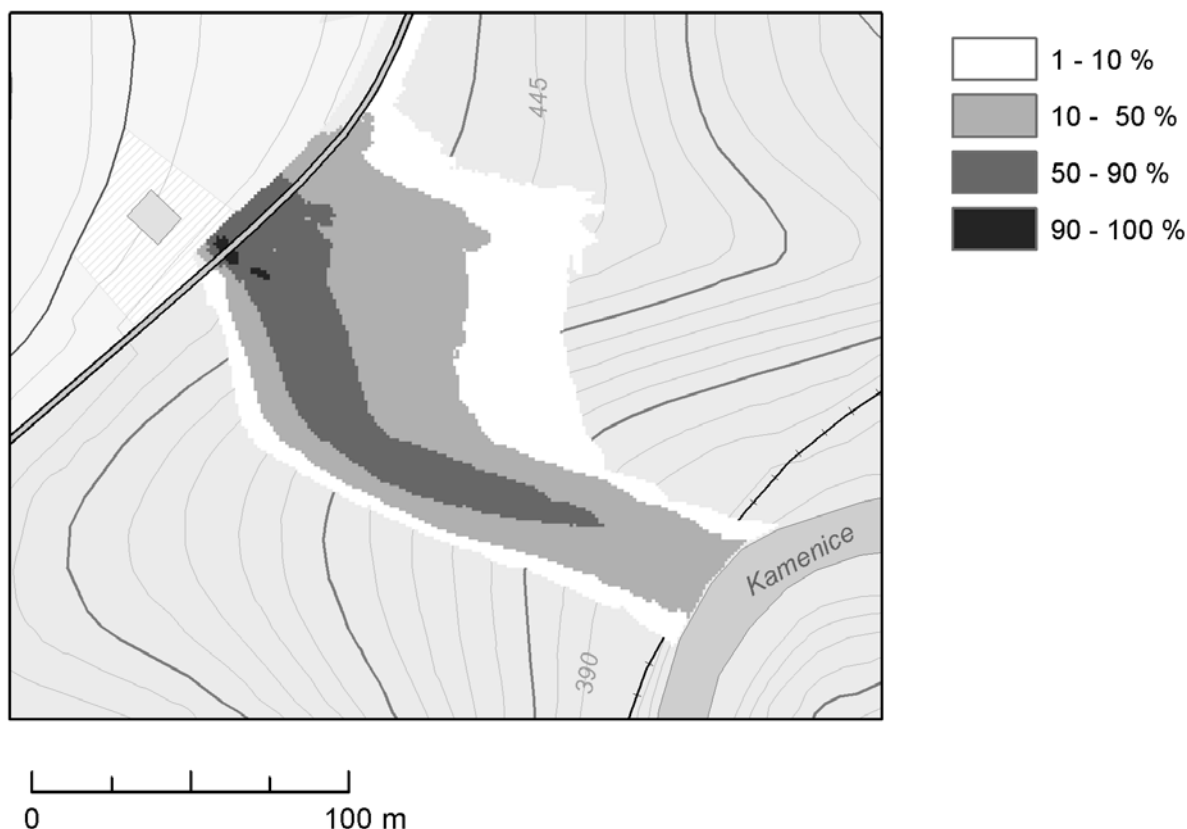
7. Statistické vyhodnocení

Pomocí výpočtů metodou Monte Carlo je možné získat v rámci každé stavové veličiny a libovolného časového kroku pro každý element soubor hodnot. Tyto hodnoty představují výběr z nějakého rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny. Statistickými výpočty máme namysli odhady statistických parametrů tohoto rozdělení. Mezi statistiky, které software počítá, patří hodnoty distribučních a kvantilových funkcí, střední hodnoty, rozptyly, aj. Statistické výpočty se dělí na dva typy:

- a) Statistické výpočty pro jednotlivé elementy
- b) Statistické výpočty pro celé objekty

Výsledkem vyhodnocení jednotlivých elementů jsou odhady statistik objemů kapaliny vztažených na jednotkovou plochu pro jednotlivé elementy. Tento typ výsledků lze graficky interpretovat jako plošné rozložení míry ohrožení lokality v okolí místa úniku. Příkladem je obrázek 1 zobrazující rozložení pravděpodobnosti zasažení jednotlivých míst lokality při úniku kapaliny z pozemní komunikace.

Obr. 1. Pravděpodobnost zasažení jednotlivých míst lokality z bodového zdroje



Stejným způsobem lze například provést odhady středních hodnot infiltrovaného množství nebo třeba pravděpodobnosti překročení limitního množství infiltrace.

Výsledkem statistických výpočtů pro celé objekty jsou odhady statistik objemů a plošného rozsahu kapaliny, která příslušný objekt zasáhne. Typickým příkladem je kontaminace vodního toku. Je například možné provést odhad střední hodnoty nebo intervalu spolehlivosti objemu, který vodní tok v blízkosti pozemní komunikace zasáhne. Tyto typy statistik lze odhadnout například také pro plochu zasaženého travnatého porostu.

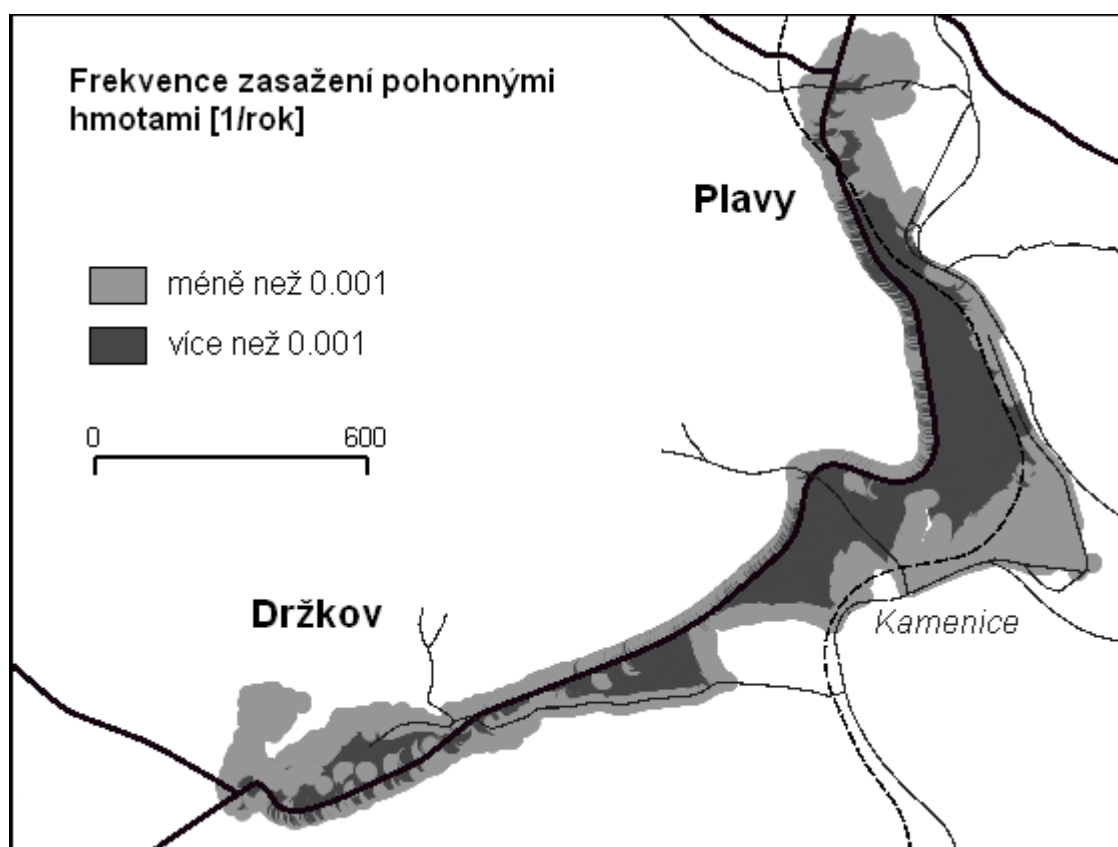
8. Odhady rizik přepravní trasy

Připomeňme že, přepravní trasu si lze představit jako linii složenou z dostatečně malých segmentů, které lze považovat za bodové zdroje možného úniku kapaliny. Pro každý segment je výše popsaným způsobem možno získat hodnoty libovolného statistického parametru jedné ze stavových veličin. Riziko přepravní trasy vychází z následného zpracování těchto výsledků a údajů o nehodovosti příslušného úseku.

Údaje o nehodovosti pro různé úseky silnic lze získat ze statistik, kterými disponují různé instituce jako ministerstvo dopravy, policie ČR, aj. Kvalita těchto dat může být různá. Obecně však není příliš snadné vyhodnotit z těchto dat pouze ty nehody, které představovaly únik nebezpečné kapaliny při jejím transportu. Nehodovost se popisuje jako frekvence havárie (jednotka 1/km/rok). Ohrožení každé pozice v okolí vozovky se popisuje pomocí frekvence zasažení (jednotka 1/rok).

Po vyhodnocení dostaneme plošné rozložení frekvence zasažení pozic v okolí zkoumaného úseku pozemní komunikace, jak ukazuje příklad na obrázku 2.

Obr. 2. Příklad rozsahu zasažení povrchu v okolí vozovky



9. Závěr

Cílem tohoto textu bylo vysvětlit principu funkce softwarového systému SIMSPILL, který je určen k predikci rozsahu škod způsobených potenciálním únikem kapaliny přepravované na pozemní komunikaci.

Stávající verze systému již byla úspěšně využita při řešení dvou vědecko-výzkumných projektů. Prvním byl projekt č. SPII1A0/45/07 - "Komplexní interakce mezi přírodními ději a průmyslem s ohledem na prevenci závažných havárií a krizové řízení" v působnosti MŽP. Dále se jednalo o projekt č. 2B08011 - "Metodika posuzování vlivu dopravních tras na biodiverzitu a složky životního prostředí"

v působnosti MŠMT. V současné době je systém využíván jako podpora řešení projektu TAČR č. TA01030833 - "Integrovaný informační systém pro silniční přepravu nebezpečných chemických látek".

Vývoj systému stále probíhá a počítá se s jeho nasazením i v dalších oblastech hodnocení rizik.

Literatura

- [1] Farrar W., Galagan Ch., Isaji T., Knee K.: GIS technology applied to modeling oil spills on land, ESRI international user conference 2005
- [2] Zhiming Qi. Comparison of Finite Difference Method, Philip's Method and Green-Ampt Model in Infiltration Simulation. Final project report. 2006
- [3] Methods for the calculation of physical effects resulting from releases of hazardous materials (liquids and gases), (Yellow Book). Third Edition, second print. Committee for the Prevention of Disasters (CPR), Directorate - General of Labour of the Ministry of Social Affairs. The Hague, 2005. CPR 14E
- [4] ZABAGED: Český úřad zeměměřičský a katastrální, www.cuzk.cz

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory Technologické Agentury České Republiky, projekt TA01030833 - Integrovaný informační systém pro silniční přepravu nebezpečných chemických látek.

The risk estimation of dangerous liquid transport

Michal Balatka

Technical university of Liberec

Studentská 2, 46117 Liberec

e-mail:michal.balatka@tul.cz

Abstract

The roads are usual ways for the dangerous liquids transport. This is part of the industry in this time. The oil products are the most often transported liquids. The strict roles are required for the high security of transport. But there are situations, when the dangerous liquid can to leak from the tank. The liquid leak can be caused by the traffic accident, technical failure or human failure. The soils and surface waters are in danger when the leak outflows to the environment.

There is developed the software tools by our department which can to estimate the environmental risk of the dangerous liquid leak. This is the very complex task which includes several fields. There is worked with geographical data, digital terrain models, numerical model of spill and statistical methods. This tool includes the uncertainties processing of the environment description which means the important part. The spill flow is very sensitive on these uncertainties. The results are calculated as statistical parameters. The results of the software tool can be qualitative and quantitative for the liquid on the surface, infiltrated liquid, vaporised liquid and liquid contaminated surface water. Far example, we can gat the probabilities map of affected positions next the road, mean liquid volume leaked in the stream or confidence interval of liquid volume infiltrated in the soils.

This text presents the basic principles of the software functions.

Hodnocení esterů kyseliny ftalové v plastových materiálech

Alžbeta Jarošová¹, Štefan Čorňák², Lenka Puškárová³

¹Mendelova univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

e-mail:alzbeta.jarosova@mendelu.cz

²Univerzita obrany v Brně, Katedra bojových a speciálních vozidel, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika

e-mail:stefan.cornak@unob.cz

³Mendelova univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

e-mail:xpuskaro@mendelu.cz

Abstrakt

Byly analyzovány vzorky obalů pro balení potravinářských výrobků (n=5) a vzorky nových potahů volantu pro motorová vozidla (n=5) na obsah esterů kyseliny ftalové (PAE). Z výsledků měření vyplývá, že téměř u všech zkoumaných plastů byla zjištěna přítomnost esterů kyseliny ftalové. Obsah ftalátů, jako suma di-n-butyl ftalátu (DBP) and di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP), v obalech potravinářských výrobků byl nízký a pohyboval se na hranici detekce (průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 3,7 – 60,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$). Obsah ftalátů u nových potahů na volant vozidla byl vysoký a jejich průměrná hodnota se pohybovala v rozmezí 0,2 – 93,4 mg.kg^{-1} . Ftaláty jsou živočišné karcinogeny a mohou způsobit smrt či malformace tkání. Jsou nebezpečné pro funkci jater a způsobují reprodukční toxicitu u laboratorních zvířat.

1. Úvod

Plastové materiály jsou technické materiály, jejichž základní složkou jsou makromolekulární organické sloučeniny označované jako polymery. Mezi jejich kladné vlastnosti patří vysoká odolnost vůči korozi při styku s vodou/vodní párou, jsou lehké, mají nízkou energetickou náročnost při jejich zpracování, mají výborné izolační vlastnosti, apod. I když mají také celou řadu nevýhod, např. dlouhá doba rozkladu, při jejich spalování vznikají nebezpečné látky apod., plastové materiály našly uplatnění téměř ve všech oblastech a odvětvích společenského života. Pro zlepšení pružnosti plastových materiálů se používají tzv. změkčovadla na bázi esterů kyseliny ftalové (tzv. ftalátů).

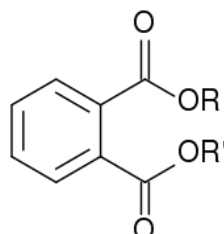
Estery kyseliny ftalové (PAE) představují závažnou skupinu kontaminujících cizorodých látek. Jsou sérií chemických sloučenin se společnou chemickou strukturou [8]. Průmyslově jsou tyto látky vyráběny již od poloviny 30. let. Jejich výroba je jednoduchá a ekonomicky nenáročná. Světová produkce di-2-ethylhexyl ftalátu (DEHP) se v roce 1994 odhadovala na asi 4 miliony tun [5]. Je předpoklad, že asi 1,8 % roční výroby pronikne do prostředí [4].

Základem chemické struktury PAE je kyselina ftalová se sumárním vzorcem $\text{C}_6\text{H}_6(\text{COOH})_2$. Na její dvě karboxylové skupiny jsou esterickou vazbou vázány alkoholy (Obr. 1).

Většina ftalátů má výborné plastifikační a adhezní vlastnosti, proto nacházejí rozsáhlé využití v chemickém průmyslu při výrobě velkého sortimentu výrobků. Patří sem plastové materiály měkčené ftaláty používané ve všech oblastech lidské

činnosti (konstrukční materiály vozidel, stavební materiál budov, podlahové krytiny, umělé kůže, nádoby, obaly, zdravotnický materiál ap.), dále se používají při výrobě kabelů, lepidel, barev, inkoustů, laků, nátěrových hmot, adhezních přípravků, kosmetiky, pesticidů, repelentů, dielektrických médií, impregnačních prostředků, elastomerů ap. Protože PAE nejsou v polymerech pevně vázány, mohou difundovat do prostředí a být tak zdrojem potenciální kontaminace [1], [6].

Obr.1. Chemická struktura ftalátů [11]



PAE jsou velkým rizikem pro lidský organismus. Expozice běžné populace může nastat cestou inhalační, perorální i kožní resorpcí [7]. Ohromná výroba, plošné využití, skladování odpadů s PAE v životním prostředí, nedokonalá likvidace spalováním ve spalovnách komunálních odpadů, prokázaný negativní dopad PAE na zdraví, představují celosvětový ekologický i zdravotní problém. Environmental Protection Agency (EPA) v USA zařadila šest esterů kyseliny ftalové mezi prioritní rizikové polutanty. Patří k nim dimethyl ftalát (DMP), diethyl ftalát (DEP), di-n-butyl ftalát (DBP), di-2-ethylhexyl ftalát (DEHP), di-n-octyl ftalát (DOP) a dibutylbenzyl ftalát (BBP). Mezi nejvíce se vyskytující patří DBP a DEHP.

Předmětem našeho výzkumu byly vybrané plastové materiály používané v potravinářském průmyslu (obaly na masné výrobky) a vybrané plastové materiály používané v automobilovém průmyslu (potahy na volant vozidla a rukojeť řadící páky).

2. Materiál a metody

Bylo analyzováno 5 obalů na masné výrobky, které byly složeny minimálně ze dvou rozdílných plastových materiálů. Každý materiál byl analyzován samostatně. Pokud byl obal potištěn, byla analyzována část obalu potištěná i nepotištěná. Bylo provedeno 28 analýz. Vzorky byly získány od výrobců masných výrobků.

Dále bylo analyzováno pět vzorků plastových materiálů, používaných ve vozidlech (čtyři potahy na volant z různého materiálu a jedna rukojeť řadící páky). Pokud vzorky potahů volantů byly složeny z několika různých materiálů, každá část byla analyzována samostatně. Vzorky byly zakoupeny v obchodní síti České republiky.

Vzorky byly zabezpečeny Ústavem technologie potravin (ÚTP) Mendelovy univerzity v Brně (MENDELU) a Katedrou bojových a speciálních vozidel Univerzity obrany (UO) v Brně

Pro analýzu esterů kyseliny ftalové v plastových materiálech byly využity ověřené metody pro stanovení PAE v plastových materiálech [2].

Vzorky plastů se extrahovaly směsí rozpouštědel hexan : dichlormethan (1 : 1) 72 hodin při laboratorní teplotě. Obsah baňky se třepal 1 hodinu na třepače a extrakt se dekantoval přes nálevku s vatou. Extrakce se opakovala ještě dvakrát třepáním 1 hodinu stejnou směsí rozpouštědel. Spojené extrakty se odpařily do sucha za vakua. Odparek se rozpustil v acetonitrilu. PAE byly stanoveny metodou

HPLC (High Performance Liquid Chromatography) s UV detekcí při vlnové délce 224 nm. Použita byla kolóna Zorbax Eclipse C8 s velikostí částic 5 μm a rozměrů 4,6 mm \times 150 mm. Mobilní fází byl acetonitril. Výsledné koncentrace byly vypočteny na základě kalibrační křivky v software Agilent Chemstation for LC and LC/MS systems.

Analýza vzorků byla provedena v laboratoři Ústavu technologie potravin MENDELU v Brně. Celkem bylo analyzováno 27 vzorků a bylo provedeno 54 analýz.

3. Výsledky a diskuse

Souhrnné výsledky měření výskytu esterů kyseliny ftalové ve vzorcích obalů na masné výrobky jsou uvedeny v tabulce 1 a v materiálech používaných ve vozidlech v tabulce 2.

Tab. 1: Koncentrace DEHP, DBP a suma PAE [$\mu\text{g.kg}^{-1}$] v obalech na potraviny (n = 14)

Číslo vzorku	Popis vzorku	DBP [$\mu\text{g.kg}^{-1}$]	DEHP [$\mu\text{g.kg}^{-1}$]	Σ DBP+DEHP [$\mu\text{g.kg}^{-1}$]
1	Průsvitná folie	24,5	17,9	42,4
	Barevná folie	31,2	24,8	56,0
	Podložka	nd*	3,9	3,9
2	Průsvitná folie	35,0	25,5	60,5
	Barevná folie	nd*	40,3	40,3
	Podložka	nd*	5,2	5,2
3	Průsvitná folie	29,0	19,2	48,2
	Barevná folie	nd*	19,4	19,4
	Podložka	nd	3,5	3,5
4	Průsvitná folie	29,6	13,9	43,5
	Barevná folie	nd*	19,9	19,9
	Podložka	nd	3,7	3,7
5	Folie	5,0	5,1	10,1
	Podložka	nd*	9,1	9,1

Poznámka: nd* – nedetekované

Z tabulky 1 vyplývá, že ve všech plastových vzorcích obalů na masné výrobky byla zjištěna nízká koncentrace PAE. Hodnota DBP se pohybovala v rozmezí 5,0 - 35,0 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ a hodnota DEHP se pohybovala v rozmezí 3,7 – 40,3 $\mu\text{g.kg}^{-1}$. Tyto hodnoty jsou na hranici detektovatelnosti. Zjištěné hodnoty koncentrací PAE nepřesahovaly limity dané vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb. [12].

Z tabulky 2 vyplývá, že ve vzorcích plastových materiálů, používaných ve vozidlech, byla zjištěna vysoká koncentrace PAE. Hodnota DBP u potahů na volant se pohybovala v rozmezí 0,2 – 24,1 mg.kg^{-1} . U jednoho vzorku z rukojetě páky řazení (u koženého potahu) byla naměřena hodnota 73,3 mg.kg^{-1} . Hodnota DEHP u potahů na volant se pohybovala v rozmezí 0,9 – 19,2 mg.kg^{-1} a u koženého vzorku rukojetě páky řazení byla naměřena hodnota 20,1 mg.kg^{-1} . Vesměš jde o materiál, se kterým je řidič neustále a bezprostředně ve styku. Právě dlouhodobý dotyk rukou s volantem (materiálem obsahujícím ftaláty) je velmi nebezpečný, protože tyto látky se mohou do těla dostat kožní resorpcí [7].

Akutní toxicita PAE je nízká. U krys je uváděna hodnota pro BBP 2 – 18 g.kg^{-1} , 6.8 g.kg^{-1} pro DMP, 8.6 – 31 g.kg^{-1} pro DEP, 8–16 g.kg^{-1} pro DnBP, 15–20 g.kg^{-1} pro DiBP a 31 g.kg^{-1} pro DEHP [9].

Tab. 2: Koncentrace DEHP, DBP a suma PAE [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$] v materiálech vozidel (n = 13)

Číslo vzorku	Popis vzorku	DBP [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]	DEHP [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]	Σ DBP+DEHP [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]
1	Látka s tenkým molitanem	11,1	1,7	12,8
	Koženka	14,5	19,2	33,7
	Tvrďší vnitřní plast	24,1	4,4	28,5
2	Látka černá	13,9	2,4	16,3
	Látka černá s výšivkou	9,2	1,1	10,3
	Tvrďší vnitřní plast	12,8	2,0	14,8
3	Tenký molitan	7,6	0,9	8,5
4	Koženka béžová	7,7	1,2	8,9
	Koženka šedá	7,9	1,5	9,4
	Tvrďší vnitřní plast	18,5	1,9	20,4
5	Kožený potah	73,3	20,1	93,4
	Tvrďý plast	0,2	nd*	0,2
	Vnitřní pružný plast	52,8	9,7	53,5

Poznámka: nd* – nedetekované

I když akutní toxicita PAE je relativně nízká, neustálá výroba vystavuje populaci chronickému působení. Dlouhodobé účinky na živý organismus jsou předmětem výzkumu v různých laboratořích [3].

Najčastěji uváděné cílové skupiny orgánů pro PAE při akutní intoxikaci jsou játra a testes. Jde především o atrofii testes a hepatomegálii. Při subakutní intoxikaci se vedle hepatomegalií rozvíjí proliferace peroxizómu, indukce peroxizomalních enzymů, změny v lipidovém metabolismu jako inhibice syntézy cholesterolu a indukce β -oxidace mastných kyselin [10].

Rozšíření PAE a jejich toxikologicky významné zdroje vypovídají, že v případě PAE přichází v úvahu především chronická expozice. Délka a větvení postranního alkoholového řetězce, zejména při dlouhodobé expozici, zvyšují intenzitu nežádoucích vedlejších účinků PAE na lidský organismus.

Při dlouhodobé expozici v experimentech *in vivo* nebo *in vitro* na živých tkánivových kulturách byly reprodukovatelně prokázány zejména tyto nežádoucí účinky PAE: teratogenní a embryotoxické, spermiotoxické, hepatotoxické, nefrotoxické, karcinogenní a vliv na membránové funkce [10].

4. Závěr

Bylo analyzováno čtrnáct plastových vzorků obalů potravin a třináct plastových vzorků materiálů používaných ve vozidlech z hlediska výskytu di-n-butyl ftalátu (DBP) and di-2ethylhexyl ftalátu (DEHP). Vzorky byly získány u výrobců masných výrobků a také byly zakoupeny v obchodní síti v České republice. Ftaláty byly stanoveny metodou HPLC.

Provedený experiment prokázal, že ve všech plastových vzorcích obalů na potraviny byla zjištěna nízká koncentrace PAE. Obsah ftalátů, jako suma DBP a DEHP, se pohybovala na hranici detekce, průměrné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 3,7 – 60,5 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zjištěné hodnoty koncentrací PAE nepřesahovaly limity dané vyhláškou Ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb [12].

Z výsledků ale taky vyplývá, že ve vzorcích plastových materiálů používaných ve vozidlech byla zjištěna vysoká koncentrace PAE. Průměrný obsah ftalátů, jako suma DBP a DEHP, u nových potahů na volant vozidla se pohyboval v rozmezí 0,2 – 93,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. U koženého vzorku páky řazení byla naměřena hodnota DBP

73,3 mg.kg⁻¹ a DEHP 20,1 mg.kg⁻¹. Vesměs jde o materiál, se kterým je řidič neustále a bezprostředně ve styku. Právě dlouhodobý dotyk rukou s volantem (materiálem obsahujícím ftaláty) je velmi nebezpečný, protože tyto látky se mohou do těla dostat kožní resorpcí [7].

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 521/2005 Sb. o hygienických požadavcích na hračky a výrobky pro děti ve věku do tří let uvádí, že hračky vyrobené z měkčeného plastu nesmí obsahovat víc než 0,1 % hmotnostních ftalátů [13]. Proto autoři doporučují uvedenou problematikou se více zabývat, včetně navázání užší součinnosti s výrobcí ftalátů, vozidel, výzkumnými ústavy a lékařskými institucemi.

Literatura

- [1] BUSTAMANTE-MONTES-P; LIZAMA-SOBERANIS-B; OLAIZ-FERNANDEZ-G; VAZQUEZ-MORENO-F.: Phthalates and their effect on health. *Rev. Int. Contam. Ambiental.*, 2001, 17: 4, 205-215.
- [2] JAROŠOVÁ, A., GAJDŮŠKOVÁ, V., RASZYK, J., ŠEVELA, K.: Di-2-ethylhexyl phthalate and di-n-butyl phthalate in the tissues of pigs and broiler chicks after their oral administration. *Vet. Med. - Czech*, 1999; 44: 61 - 70.
- [3] JAROŠOVÁ A. (2000b): *Výskyt ftalátů v našich potravinách a možnosti prevence*. *Výživa a potraviny*, 55 (5), 136. ISSN 1211-846X.
- [4] HUBERT, W., W., GRASL-KRAUPP, B., SCHULTE-HERMANN, R.: Hepatocarcinogenic potential of di(2-ethylhexyl)phthalate in rodents and its implications on human health. *Crit. Rev. Toxicol.*, 1996; 26: 365-481.
- [5] KLÖPFER, W.: Environmental hazard, assessment of chemicals and products. II. Persistence and degradability of organic chemicals. *Environ Sci Pollut Res.*, 1994; 1: 108-116.
- [6] KRAUSKOPF L. G.: How about alternatives to phthalate plasticizers? *Journal of vinyl and additive technology*, 2003; 9: 159 - 171.
- [7] KLIMISCH, H. J., GAMER, A. O., HELLWIG, J., KAUFMANN, W., JACKH, R.: Di-(2-ethylhexyl) phthalate : a short - term repeated inhalation toxicity study including fertility assessment. *Food Chem. Toxicol.*, 30, 1992, s. 915 - 919.
- [8] LATINI G. (2005): *Monitoring phthalate exposure in humans*. *Clinica Chimica Acta*, 361 (1-2), 20-29. ISSN 0009-8981.
- [9] SHIBKO, S. I., BLUMENTHAL, H.: Toxicology of phthalic acid esters used in food - packaging material. *Environ. Health Perspect.*, 3, 1973, s. 131 - 137.
- [10] ŠEVELA K., GAJDŮŠKOVÁ V. (1996): *Estery kyseliny ftalové a lidský organismus*. *Časopis lékařů českých*, 135 (21), 679-682, ISSN 0008-7335.
- [11] VELÍŠEK J. (2002): *Chemie potravin 3*. Tábor OSSIS, vydání 2. upravené, 343. ISBN 80-86658-03-8.
- [12] VYHLÁŠKA Ministerstva zdravotnictví č. 38/2001 Sb. ze dne 19. ledna 2001, ve znění Vyhlášky č. 127/2009 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmu.

- [13] VYHLÁŠKA Ministerstva zdravotnictví č. 84/2001 Sb. ze dne 8. února 2001 ve znění Vyhlášky č. 521/2005 Sb. o hygienických požadavcích na hračky a výrobky pro děti ve věku do 3 let.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu rozvoje pracoviště K202 – Moderní technologie rozvoje bojových a speciálních vozidel a jejich používání v AČR.

The assessment of phthalic acid esters in plastic materials

Alžběta Jarošová¹, Štefan Čorňák², Lenka Puškárová³

¹ *Mendel university in Brno, Department of Food Technology
Zemědělská 1, 613 00 Brno*

e-mail:alzbeta.jarosova@mendelu.cz

² *University of defence in Brno, Department of Combat and Special Vehicles
Kounicova 65, 662 10 Brno*

e-mail:stefan.cornak@unob.cz

³ *Mendel university in Brno, Department of Food Technology
Zemědělská 1, 613 00 Brno*

e-mail:xpuskaro@mendelu.cz

Abstract

The samples of wrapper for packing of food products (n=5) and samples from new steering wheel coats for vehicles (n=5) have been analyzed from the view of phthalic acid esters presence (PAE). From the results of measuring is perceptible, the presence of phthalic acid esters have been found out at almost all measured samples. The content of phthalates as sum of di-n-butyl phthalate (DBP) and di-2-ethylhexyl phthalate (DEHP) in the wrappers of food products was low and the value have been moving in limit of detection (the average value was in the range of 3,7 – 60,5 $\mu\text{g.kg}^{-1}$). The content of phthalates in new steering wheel coats was high and their average value was in the range of 0,2 – 93,4 mg.kg^{-1} . Phthalates are animal carcinogens which are able to evoke death or malformation of tissues. They are dangerous for liver activity and they are able to evoke reproduction toxicity of laboratory animals.

Krátkodobý monitoring kvality venkovního ovzduší na Srí Lance

Pavel Chaloupecký, Zdeněk Grepl

Envitech Bohemia, s.r.o.

Ovocná 34, 161 00, Praha 6

e-mail: chaloupecky@envitech-bohemia.cz

Abstrakt

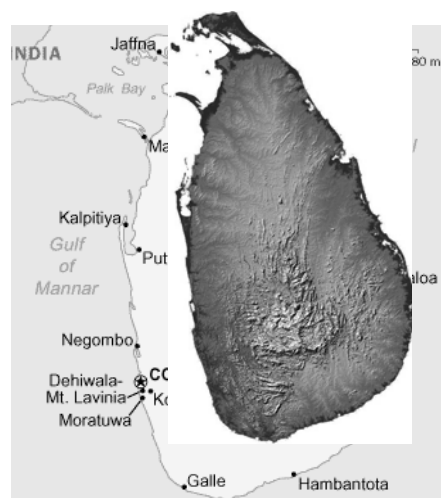
Projekt „Krátkodobý monitoring kvality venkovního ovzduší na Srí Lance vznikl ve spolupráci společnosti Envitech Bohemia, s.r.o., společnosti MPI Group s.r.o. a Central Environmental Authority of Sri Lanka. Velká část projektu byla financována Ministerstvem zahraničních věcí České republiky, ve spolupráci s Českou ambasádou v Indii. Projekt se zaměřil na poskytnutí základní výchozí informace o kvalitě ovzduší ve 2 největších městech Colombo a Kandy. V tomto projektu byly použity pasivní dozimetry Radiello a výsledky z jediného vysokoobjemového odběrového zařízení, které je nainstalováno na celém ostrově. Zjištěné výsledky byly využity lokální státní správou a samosprávou pro přípravu environmentální strategie pro budoucí roky. Odběrová kampaň proběhla v říjnu roku 2011, odebrané vzorky byly převezeny do České republiky a následně analyzovány v laboratořích.

Ve všech sledovaných lokalitách byly nainstalovány trubičky pro odběr BTEX a VOCs, SO₂ and NO₂. Většina odběrných míst se nacházela v dopravně silně zatížených lokalitách, což zapříčinilo v drtivé většině případů vysoké koncentrace sledovaných látek, s výjimkou troposférického ozonu.

Jedná se pouze o základní krátkodobé měření a pro komplexní a seriózní výsledky by bylo třeba provést dlouhodobější monitoring. I tak jsou zjištěné výsledky zajímavé a pro lokální autority významný výchozí bod pro budoucí strategické plánování.

1. Geografický popis ostrova, měřicí lokality

Ostrov Srí Lanka se nachází v Indickém oseánu, jihovýchodně od Indie. Rozloha ostrova je 65 610 km², přičemž jeho centrální část je z větší části hornatá, s nejvyšším vrcholem Pidurutalagala - 2 524 m n.m. Klima ostrova je významně ovlivněno monzunovým prouděním – severovýchodní monzun (prosinec – březen) a jihozápadní monzun (červen – říjen). Průměrná roční teplota se pro většinu ostrova pohybuje v rozmezí 28°-30°C, srážkový úhrn se výrazně mění v regionálním měřítku, ale na většině území dosahuje hodnot vyšších než 2 500 mm/rok. Počet obyvatel Srí Lanky je přibližně 21 mil., s největším městem Colombo (cca 650 tis.) a velkou hustotou zalidnění (319 obyvatel/km²).



V období od 11. do 15.10.2011 byly nainstalovány pasivní dozimetry Radiello pro monitoring BTEX a VOCs, SO₂ and NO₂ v 10 měřících lokalitách na Srí Lance. Jednalo se o 6 lokalit v regionu hlavního města Colombo a 4 lokality v regionu 2. největšího města Kandy. Obě lokality se nacházejí v centrální části ostrova s velmi hustým osídlením a relativně vysokými ročními úhrny srážek. Obě lokality se vyznačují velmi silným dopravním zatížením, častými dopravními zácpami na nekvalitních silnicích a hlavně velmi zastaralým vozovým parkem, který produkuje velké množství emisí znečišťujících látek.

1.1. Měřící lokality – Colombo region

V regionu hlavního města Colombo bylo ve spolupráci se zástupci Central Environmental Authority of Sri Lanka vytipováno 6 měřících míst. Měřící lokality byly vybrány tak, aby byly co možná nejrozmanitější co se týče topografie, zatížení dopravou a průmyslem, a aby byly geograficky co možná nejvíce rozprostřeny po celém regionu.

S výjimkou lokality Colombo – 5 se jednalo ve všech případech o místa významně ovlivněná vysokými emisemi z dopravy, a to jak v důsledku vysoké dopravní zatíženosti regionu, tak i v důsledku velmi zastaralého vozového parku, především u nákladních automobilů a autobusů

Tab. 1: Vybrané lokality v regionu Colombo

Označení měřícího místa	Stručný popis lokality	Geografické souřadnice
Colombo – 1	Centrální vlakové nádraží	N 6°56'1.97" E 79°51'1.87"
Colombo – 2	Budhistický klášter a tepelná elektrárna	N 6°57'1.08" E 79°52'39.07"
Colombo – 3	Parkoviště před čínskou restaurací	N 6°54'27.97" E 79°53'59.46"
Colombo – 4	Parkoviště v sídle Central Environmental Authority	N 6°54'2.77" E 79°55'36.66"
Colombo – 5	Obytná čtvrť na okraji města	N 6°53'56.90" E 79°57'3.06"
Colombo – 6	Škola Mahamaya Balika Maha	N 6°51'44.64" E 79°53'43.01"

Obr. 1. Měřicí lokality Colombo – 1 a Colombo – 2



Obr. 2. Měřicí lokality Colombo – 3 a Colombo – 4



Obr. 3. Měřicí lokality Colombo – 5 a Colombo – 6



1.2. Měřicí lokality – Kandy region

V regionu 2. největšího města Kandy byla ve spolupráci se zástupci Central Environmental Authority of Sri Lanka vytipována 4 měřicí místa. Měřicí lokality

byly vybrány tak, aby byly co možná nejrozmanitější co se týče topografie, zatížení dopravou, a aby byly geograficky co možná nejvíce rozprostřeny po celém regionu.

V regionu Kandy, byly vytipovány 2 dopravně zatížené lokality, jedna v odlehlejší obytné čtvrti a poslední na meteorologické stanici za městem. Ta měla alespoň zčásti simulovat podmínky v méně obydlených lokalitách ostrova.

Tab. 2: Vybrané lokality v regionu Kandy

Označení měřicího místa	Stručný popis lokality	Geografické souřadnice
Kandy – 1	Meteorologická stanice	N 7°20'3.62" E 80°37'35.26"
Kandy – 2	Kingswood College	N 7°16'39.47" E 80°36'56.45"
Kandy – 3	Centrální náměstí ve středu města	N 7°17'34.15" E 80°38'8.16"
Kandy – 4	Policejní stanice v areálu kláštera	N 7°17'34.98" E 80°38'27.49"

Obr. 4. Měřicí lokality Kandy – 1 a Kandy – 2



Obr. 5. Měřicí lokality Kandy – 3 a Kandy – 4



2. Metody měření, měřené látky

Pro stanovení koncentrací sledovaných látek BTEX a VOCs, SO₂ and NO₂ byly použity pasivní dozimetry Radiello s příslušnými sorbenty. Odběrové zařízení Radiello sestává z adsorbční cartridge (trubiček), difúzního těla, trojúhelníkového držáku s popisky a ochranného přístřešku. V každé lokalitě byl umístěn 1 přístřešek se 3 dozimetry. Z lokality Colombo – 1 byla k dispozici také dat PM₁₀ z velkoobjemového odběrového zařízení Ecotech. Odebrané vzorky pak byly analyzovány v akreditovaných laboratořích Zdravotního ústavu se sídlem v Hradci Králové a Státního zdravotního ústavu.

Obr. 6. Pasivní dozimetry Radiello



3. Výsledky měření

3.1. Troposférický ozón

Troposférický ozón byl měřený v 10 lokalitách po dobu 3 dní:

Tab. 3: Naměřené koncentrace troposférického ozónu

Naměřené koncentrace troposférického ozónu				
Lokalita	Číslo vzorku	Doba odběru		Koncentrace µg/m ³
		Začátek	Konec	
Colombo – 1	QQ271	11.10.2011	14.10.2011	7,8
Colombo – 2	QQ276	11.10.2011	14.10.2011	5,3
Colombo – 3	QQ274	11.10.2011	14.10.2011	3,2
Colombo – 4	QQ273	11.10.2011	14.10.2011	7,6
Colombo – 5	QQ275	11.10.2011	14.10.2011	9,2
Colombo – 6	QQ272	11.10.2011	14.10.2011	7,9
Kandy – 1	QQ277	12.10.2011	15.10.2011	21,9
Kandy – 2	QQ278	12.10.2011	15.10.2011	10,1
Kandy – 3	QQ210	12.10.2011	15.10.2011	13,1
Kandy – 4	QQ279	12.10.2011	15.10.2011	24,2

Koncentrace troposférického ozónu jsou ve všech sledovaných lokalitách nízké v porovnání např. s Českou republikou, a to i přesto, že na Srí Lance je vyšší intenzita slunečního záření než v ČR. To je patrně způsobeno nižšími koncentracemi ozónových prekurzorů. Zajímavý je rozdíl koncentrací troposférického ozónu v lokalitách Kandy – 3 a Kandy – 4, a to i přesto, že jsou navzájem geograficky velmi blízko. Ovšem lokalita Kandy – 3 je mnohem více ovlivněna emisemi z dopravy a jiných antropogenních zdrojů, je zde vyšší úroveň znečištění ovzduší a tím také mnoho reaktantů pro ozón. Díky tomu jsou koncentrace výrazně nižší než v nedaleké lokalitě Kandy – 4.

V žádné lokalitě se zjištěné koncentrace ani neblíží limitním hodnotám. Pro detailnější analýzu by však bylo třeba provést dlouhodobější monitoring.

3.2. Oxid siřičitý (SO₂)

SO₂ byl měřený v 10 lokalitách po dobu 3 dní:

Tab. 4: Naměřené koncentrace oxidu siřičitého (SO₂)

Naměřené koncentrace oxidu siřičitého				
Lokalita	Číslo vzorku	Doba odběru		Koncentrace
		Začátek	Konec	µg/m ³
Colombo – 1	QQ271	11.10.2011	14.10.2011	26,1
Colombo – 2	QQ276	11.10.2011	14.10.2011	29,0
Colombo – 3	QQ274	11.10.2011	14.10.2011	20,3
Colombo – 4	QQ273	11.10.2011	14.10.2011	17,4
Colombo – 5	QQ275	11.10.2011	14.10.2011	11,6
Colombo – 6	QQ272	11.10.2011	14.10.2011	11,6
Kandy – 1	QQ277	12.10.2011	15.10.2011	8,7
Kandy – 2	QQ278	12.10.2011	15.10.2011	16,0
Kandy – 3	QQ210	12.10.2011	15.10.2011	13,1
Kandy – 4	QQ279	12.10.2011	15.10.2011	13,1

Vyšší koncentrace SO₂ byly zjištěny v regionu hlavního města Colombo. Nejvyšší koncentrace byla naměřena v lokalitě Colombo – 2, což je patrně zapříčiněno vlivem tepelné elektrárny, která se nachází na druhé straně silnice. Relativně vysoká koncentrace byla zjištěna také v lokalitě Colombo – 1, což je lokalita významně ovlivněná emisemi z dopravy. Na zvýšené koncentrace SO₂ má patrně vliv převážně železniční doprava, která se nachází v naprostém sousedství. Nejnižší koncentrace byla dle předpokladů naměřena v lokalitě Kandy – 1, na meteorologické stanici.

V žádné lokalitě se zjištěné koncentrace ani neblíží limitním hodnotám. Pro detailnější analýzu by však bylo třeba provést dlouhodobější monitoring.

3.3. Oxid dusičitý (NO₂)

NO₂ byl měřený v 10 lokalitách po dobu 3 dní:

Tab. 5: Naměřené koncentrace oxidu dusičitého (NO₂)

Naměřené koncentrace oxidu dusičitého				
Lokalita	Číslo vzorku	Doba odběru		Koncentrace
		Začátek	Konec	µg/m ³
Colombo – 1	QQ271	11.10.2011	14.10.2011	58,2
Colombo – 2	QQ276	11.10.2011	14.10.2011	60,0
Colombo – 3	QQ274	11.10.2011	14.10.2011	46,2
Colombo – 4	QQ273	11.10.2011	14.10.2011	37,2
Colombo – 5	QQ275	11.10.2011	14.10.2011	22,8
Colombo – 6	QQ272	11.10.2011	14.10.2011	24,0
Kandy – 1	QQ277	12.10.2011	15.10.2011	21,6
Kandy – 2	QQ278	12.10.2011	15.10.2011	33,0
Kandy – 3	QQ210	12.10.2011	15.10.2011	42,6
Kandy – 4	QQ279	12.10.2011	15.10.2011	26,4

Koncentrace NO₂ se pohybovaly v rozmezí 21,6 až 60,0 µg/m³. Koncentrace NO₂ závisí na úrovni dopravního zatížení daných lokalit. Nejvyšší koncentrace byly naměřeny v lokalitě Colombo – 2, kde se kombinuje vliv automobilové, železniční a tranzitní nákladní dopravy. Co se týče regionu Kandy, nejvyšší koncentrace byla zjištěna v lokalitě Kandy – 3, která je umístěna v silně dopravně zatížené lokalitě. V nedaleké lokalitě Kandy – 4 byla naměřena významně nižší koncentrace NO₂, jelikož tato není umístěna v bezprostřední blízkosti významné dopravní komunikace. Nejnižší koncentrace byla dle předpokladů naměřena v lokalitě Kandy – 1, na meteorologické stanici.

V případě NO₂ mohou nastat situace, kdy budou překročeny imisní limity, a to především v lokalitách s významným vlivem zdrojů emisí z dopravy. Pro detailnější analýzu by však bylo třeba provést dlouhodobější monitoring.

3.4. Těkavé organické látky (BTEX)

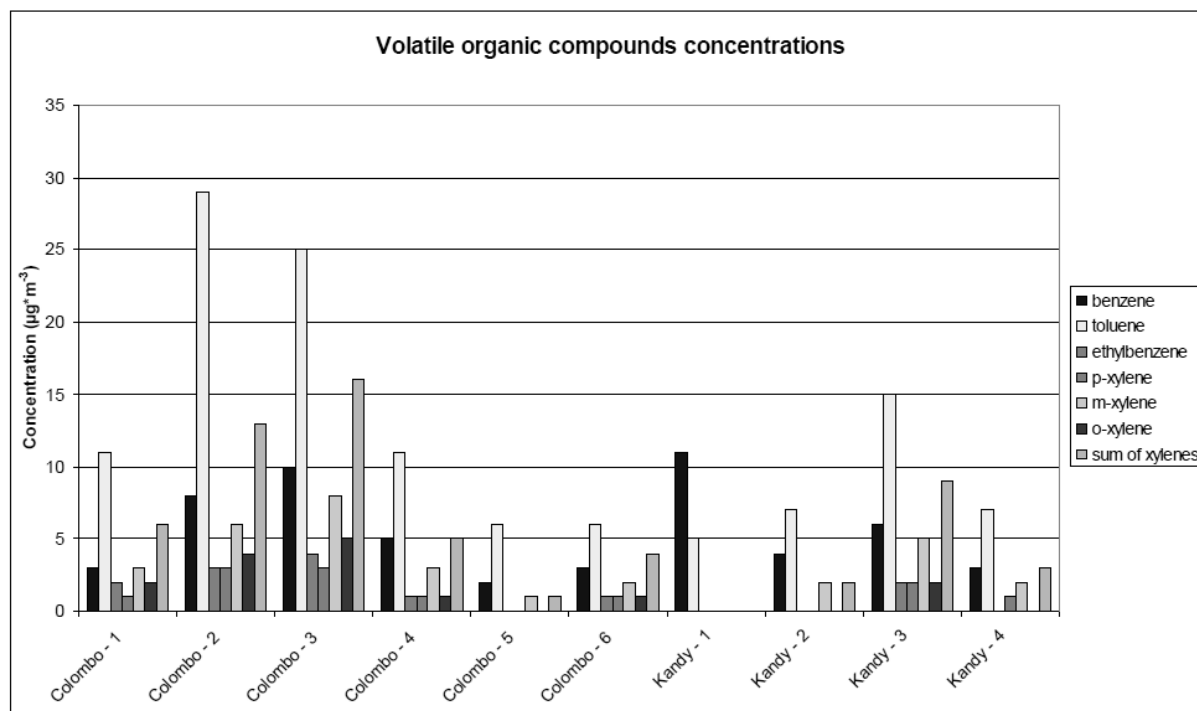
BTEX byly měřené v 10 lokalitách po dobu 3 dní:

Tab. 6. Naměřené koncentrace těkavých organických látek (BTEX)

Naměřené koncentrace těkavých organických látek									
Lokalita	Číslo vzorku	Doba odběru		Koncentrace BTEX (µg/m ³)					
		Začátek	Konec	Benzen	Toluen	ethylbenzen	p-xylen	m-xylen	o-xylen
Colombo – 1	QQ271	11.10.2011	14.10.2011	3	11	2	1	3	2
Colombo – 2	QQ276	11.10.2011	14.10.2011	8	29	3	3	6	4
Colombo – 3	QQ274	11.10.2011	14.10.2011	10	25	4	3	8	5
Colombo – 4	QQ273	11.10.2011	14.10.2011	5	11	1	1	3	1
Colombo – 5	QQ275	11.10.2011	14.10.2011	2	6	0	0	1	0

Colombo – 6	QQ272	11.10.2011	14.10.2011	3	6	1	1	2	1
Kandy – 1	QQ277	12.10.2011	15.10.2011	11	5	0	0	0	0
Kandy – 2	QQ278	12.10.2011	15.10.2011	4	7	0	0	2	0
Kandy – 3	QQ210	12.10.2011	15.10.2011	6	15	2	2	5	2
Kandy – 4	QQ279	12.10.2011	15.10.2011	3	7	0	1	2	0

Obr. 7. Naměřené koncentrace těkavých organických látek



Nejvyšší koncentrace benzenu byla zjištěna překvapivě v lokalitě Kandy – 1 (meteorologická stanice), což je patrně zapříčiněno buď vlivem nějakého lokálního zdroje nebo byl odebraný vzorek znehodnocený. Tuto verzi podporuje také to, že ostatní sledované BTEX jsou velmi nízké nebo nulové. Obecně lze konstatovat, že vyšší koncentrace BTEX byly zjištěny v regionu Colombo a nejvyšší koncentrace byly zjištěny v dopravně zatížených lokalitách. Co se týče regionu Kandy, vysoké koncentrace byly zjištěny v lokalitě Kandy – 3, která je umístěna v silně dopravně zatížené lokalitě. V nedaleké lokalitě Kandy – 4 byly naměřeny významně nižší koncentrace BTEX, jelikož tato není umístěna v bezprostřední blízkosti významné dopravní komunikace.

3.5. Prašný aerosol (PM₁₀)

Koncentrace PM₁₀ je dlouhodobě sledována Central Environmental Authority of Sri Lanka v lokalitě Colombo – 1 pomocí vysokoobjemového odběrového zařízení Ecotech. Pro tento projekt byla k dispozici data od ledna do října roku 2011:

Tab. 7. Průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ v lokalitě Colombo – 1

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen
Průměrné měsíční koncentrace PM₁₀ (µg/m³)	83,4	75,1	75,5	67,9	50,0	68,0	62,3	65,7	52,3	43,7

Tab. 8. Statistiky PM₁₀ pro rok 2011

Statistika pro rok 2011	Koncentrace PM₁₀ (µg/m³)
Průměrná denní koncentrace	65
Minimální denní koncentrace	35
Maximální denní koncentrace	120

Měsíční koncentrace PM₁₀ se v roce 2011 pohybovaly v rozmezí od 43,7 µg/m³ v říjnu až po 83,4 µg/m³ v lednu. Koncentrace PM₁₀ jsou významně závislé na lokálních meteorologických podmínkách a naprosté blízkosti významných emisních zdrojů z dopravy.

Ve sledované lokalitě došlo k překročení jak ročního, tak v mnoha případech i denního imisního limitu pro ochranu zdraví. Pro detailnější analýzu by však bylo třeba provést monitoring prашného aerosolu i v dalších lokalitách ostrova.

4. Závěr

V říjnu roku 2011 proběhl na ostrově Srí Lanka krátkodobý monitoring kvality ovzduší. Měřicí kampaň proběhla v regionu hlavního města Colombo a v regionu 2. největšího města Kandy.

Úroveň znečištění ovzduší významně závisí na úrovni zatížení z dopravy. Vyšší koncentrace byly zjištěny v centrální části hlavního města Colombo. Problematické jsou především látky, které jsou emitovány z dopravy – prашný aerosol, NO₂ a BTEX, kdežto koncentrace SO₂ a přízemního ozónu jsou relativně nízké.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory Ministerstva zahraničních věcí ČR.

Short-term Air Quality Monitoring in Sri Lanka

Pavel Chaloupecky, Zdenek Grepl

Envitech Bohemia, s.r.o.

Ovocna 34, 161 00, Prague 6

e-mail: chaloupecky@envitech-bohemia.cz

Abstract

In October 2011 took place the air quality monitoring campaign in the city of Colombo and Kandy. In this campaign sulfur dioxide, nitrogen dioxide, tropospheric ozone and VOCs were measured. In this report were also assigned results from the long-term monitoring of PM10 in Colombo.

From the results it is clear that the concentrations level highly depends on the type locality, particularly if the site is significantly influenced by traffic or not. In localities exposed to traffic are higher concentrations of almost all pollutants except ozone, which concentration are lower.

From the legislative point of view are important mainly particles (PM10 and PM2,5) and Nitrogen dioxide. In all cases there are not enough data for the annual air quality assessment, but in case of particles and NO2 are the limit exceedances quite probable. It will be very useful to expand the number of measurements just of these pollutants and focus both on the background concentration and also highly exposed sites (hot spots).

VOC, specifically benzene, has not the imission limit in Sri Lanka law, but from the EU legislative view there could be exceedances too.

SO2 concentration levels are bellow the limit value, still the concentrations are quite high, especially in the north-west part of the city of Colombo. For the better understanding of concentration trend will be long – term measurement useful too.

Tropospheric ozone concentrations are very low in Sri Lanka. For the legislative assessment will be the continuous analyzer needed, but it looks, that the imission limit value wouldn't be exceeded.

Těkavé organické látky v městském ovzduší

Jiří Huzlík

Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.huzlik@cdv.cz

Abstrakt

V této práci jsou publikovány výsledky měření koncentrací benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenů (BTEX) v městském ovzduší v Brně a Valašském Meziříčí. Bylo zjištěno, že průměrné hodnoty koncentrací benzenu nepřekročily legislativou stanovené limity. Jako významný zdroj BTEX na lokalitách v Brně byla identifikována doprava. Ve Valašském Meziříčí byla na základě analýzy dat provedena lokalizace možných zdrojů BTEX podle metodiky navržené v této práci.

1. Úvod

Těkavé (volatilní) organické látky jsou látky s tenzí par 0,13 kPa a vyšší, bodem varu menší než 150°C a velmi rozmanitou reaktivitou. Hlavní charakteristikou jsou snadné atmosférické reakce s NO_x (snadněji s NO než s NO₂ - přispívají k přeměně NO na NO₂). Benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny (BTEX) jsou monocyklické aromatické uhlovodíky, které jsou významnými představiteli této skupiny.

Hlavním zdrojem emisí benzenu do atmosféry jsou výfukové plyny automobilů, dále emise způsobené těkáním benzínu z palivové nádrže nebo během tankování [1]. Další významné úniky pocházejí z chemického průmyslu, rafinerií ropy a plynu a ze spalování paliv (uhlí, topné oleje). Do prostředí se dostává i z průmyslových odpadních vod a z havárií. Značné koncentrace benzenu se vyskytují v cigaretovém kouři. Toxický vliv benzenu pocházejícího z inhalační expozice zahrnuje u lidí vlivy na centrální nervovou soustavu, hematologické a imunologické vlivy. Trvalá expozice toxickým koncentracím může způsobit poškození kostní dřeně a zvyšuje pravděpodobnost vzniku leukémie [2]. Benzen je prokázáný lidský karcinogen klasifikovaný ve skupině 1 (tj. látky karcinogenní pro člověka) IARC [3], zařazený do skupiny A podle US EPA [4].

Toluen, ethylbenzen a xyleny jsou významné suroviny chemického průmyslu, jsou součástí rozpouštědel a automobilových benzínů. Jejich účinky na lidský organismus jsou převážně dráždivé, při velmi vysokých koncentracích jsou známy i účinky na centrální nervovou soustavu

2. Lokality

Měření benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenů (BTEX) se uskutečnila v městských lokalitách s různou úrovní zátěže dopravou a dalšími možnými zdroji. Jejich zeměpisná lokalizace a doba měření jsou uvedeny v tab. 1.

Lokalita Kotlářská je typická městská lokalita, jedná se o frekventovanou světelně řízenou křižovatku v městské zástavbě. Jako hlavní zdroj BTEX je třeba uvažovat dopravu, tvořenou převážně osobními motorovými vozidly. Lokalita Arboretum je v blízkosti frekventované komunikace, ale s vysokým podílem zeleně, hlavním zdrojem BTEX je doprava s vyšším podílem nákladní dopravy, existuje i možnost přítomnosti dalších zdrojů (spalování, zahradnická technika). Lokalita Obora leží

ve vilové čtvrti s pouze místní dopravou, ale ve vzdálenosti cca 150 m se nachází poměrně frekventovaná komunikace. Dalšími možnými zdroji jsou podnik DEZA, benzinová čerpací stanice a místní zdroje (údržba domů, zahrad atd.)

Tab. 1: Charakterizace lokalit

Lokalita	Charakteristika	Souřadnice GIS	Datum měření
Brno	Areál PŘF MU na ulici Kotlářská, vzdálenost od komunikace: 3 m, intenzita: 36 000 vozidel/24 hodin	N 49°12'19.797" E 16°35'50.004" 230 m.n.m.	25. 2. - 17. 7. 2004
Brno	Arboretum MZLU, vzdálenost od komunikace: 10 m, intenzita: 34 500 vozidel/24 hodin	N 49°12'46.818" E 16°36'59.839" 256 m.n.m.	4. 4. - 14. 6. 2005
Valašské Meziříčí	Zahrada obytného domu, Obora II, vzdálenost od komunikace: 150 m, intenzita: 17 280 vozidel/24 hodin	N 49°28'58.707" E 17°58'9.649" 310 m.n.m.	1. 1. - 31. 12. 2011

Zdroj: CDV

3. Metodika měření

K monitoringu BTEX byl použit přístroj VOC 71M, výrobce Environment SA (Francie) pracující na principu chromatografické separace plynné fáze měřených sloučenin, spolu s jejich detekcí fotoionizačním detektorem (PID).

3.2. Princip měření

Vzorek vzduchu byl odebírán střídavě pomocí dvou trubic obsahujících selektivní sorbent pro aromatické a těkavé látky Carbotrap. Množství sorbentu bylo dimenzováno na adsorbované množství cca 200 ng na sloučeninu za analytický cyklus. Průtok vzorku byl regulován na cca 70 ml/min omezovačem průtoku. Odebíraný plyn byl nejprve veden do 1. odběrné trubice, současně byla 2. trubice zahřáta na 350°C a vyplachována přiváděným dusíkem o konstantním tlaku (cca 500 mbar). Transfer do rekoncentrační trubice probíhal rychlostí cca 1 ml/min. Doba odběru vzorku byla 15 minut. Po této době byly průtoky mezi oběma sorpčními trubicemi přepnuty a jejich úloha se vyměnila.

Odebírané těkavé látky byly resorbovány ve velmi malém množství sorbentu v rekoncentrační křemenné trubici s vnitřním průměrem 0,53 mm naplněné více než do 42 mm své délky sorbentem Carbopack B o velmi nízké zrnitosti. Náhlý a rychlý vzestup teploty sorbentu (více než 350°C za 2 s) spolu s proplachováním přiváděným plynem zajistil prakticky okamžitou desorpci látek a jejich převod na chromatografickou kolonu. Tlak dusíku na vstupu do rekoncentrační trubice je nastaven na 500 mbar., což představuje průtok okolo 1 ml/min a odpovídá lineární rychlosti v koloně cca 40 cm/s. Na výstupu kolony byly měřené látky detekovány PID zahřátým na 140°C. Měřicí komora detektoru byla naplněna dusíkem proudícím rychlostí přibližně 40 ml/min. Jako nosný plyn byl použit dusík kvality N5.0 pro ECD (SIAD).

Chromatogramy byly uloženy pomocí programu „WINCHROM“ dodaným výrobcem přístroje na připojený notebook. K vyhodnocení uložených výsledků byl využit vlastní software založený na MS Excel, který umožňuje sumarizaci výsledků koncentrací BTEX z WINCHROM, dále pak i novou integraci uložených chromatogramů po jejich exportu do programu Origin.

Kalibrace přístroje byla prováděna směsí BTEX a 1,3-butadienu s dusíkem s atestem složení dodávanou firmou SIAD.

3.1. Technické charakteristiky přístroje

Objem vzorku:	cca 1 litr
Rychlost průtoku v trubici 1:	66,4 ml/min
Rychlost průtoku v trubici 2:	64,2 ml/min
Typ kolony:	EPA 624, délka 10m
Maximální rozsah	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Deklarovaný limit detekce	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Průtok dusíku chromatografickou kolonou	39,3 ml/min

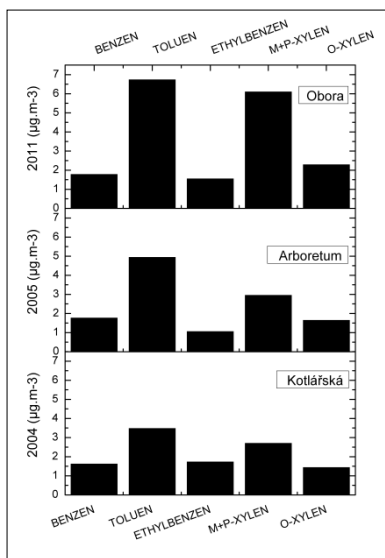
Teplotní program:

Start:	34°C
Nárůst:	20°C/min
Konec:	150°C
Stand-By:	32°C

4. Výsledky práce a diskuse

Výsledky měření jsou pro větší názornost zpracovány převážně formou grafů, protože datové tabulky mají příliš velký rozsah. Průměrné hodnoty koncentrací všech BTEX jsou znázorněny na obr. 1.

Obr. 1. Průměrné hodnoty koncentrací BTEX za celou dobu měření



Zdroj: CDV

Jak je z obrázku vidět, v žádné odběrové kampani nedošlo k překročení limitu $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro benzen stanoveného v článku 1 přílohy 1 zákona 201/2012 Sb. o ovzduší. Tento limit nepřekročily ani 90% percentily (hodnoty, pod nimiž leží 90 % všech naměřených koncentrací), jak je demonstrováno na obr. 2. To znamená, že pro naplnění podmínek zákona o ovzduší je na všech lokalitách dostatečná rezerva.

Obr. 2. Hodnoty 90% percentilů koncentrací BTEX za celou dobu měření

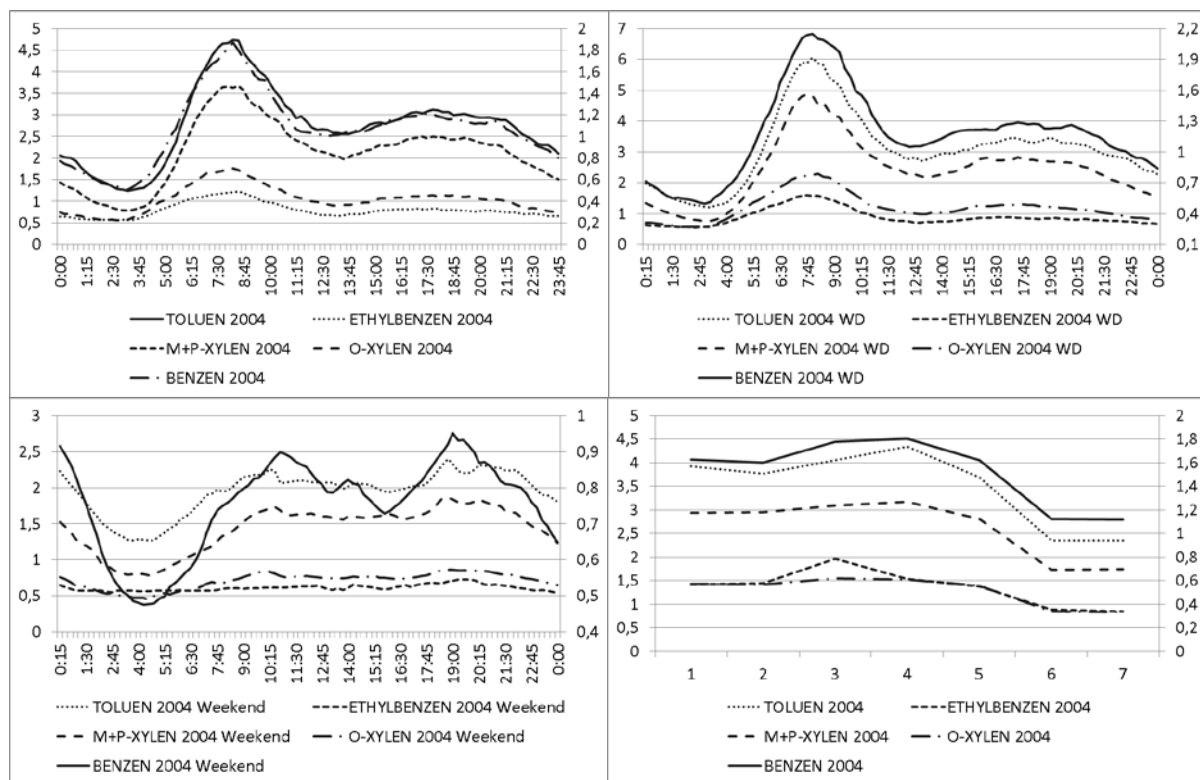
Škodlivina	2004 Kotlářská μg.m-3	2005 Arboretum μg.m-3	2011 Obora μg.m-3
BENZEN	3,54	3,4	2,79
TOLUEN	6,99	9,4	10,23
ETHYLBENZEN	3,45	1,9	2,5
M+P-XYLEN	5,56	5,5	9,26
O-XYLEN	2,85	2,9	3,75

Zdroj: CDV

Obr. 3 ukazuje na třech prvních grafech celkový denní průběh koncentrací BTEX na lokalitě Kotlářská po 15 minutách, počítáno jako mediány pro všechny časy měření za celou odběrovou kampaň. Na čtvrtém grafu je znázorněn průběh denních středních hodnot koncentrací BTEX vyjádřených jako mediány.

Levá osa se týká vždy koncentrací toluenu, ethylbenzenu a xylenu, pravá osa koncentrací benzenu (vše $\mu\text{g.m}^{-3}$). Na obrázcích jsou zřetelně vidět maxima odpovídající ranní a odpolední dopravní špičce v časech cca 8:00 hodin a kolem sedmnácté hodiny. O víkendech jsou tato maxima posunuta k jedenácté hodině dopoledne, k devatenácté hodině odpoledne, vyšší hodnoty po půlnoci se týkají doznívání poklesu koncentrací BTEX z pátečního večera. V pracovní dny jsou také koncentrace BTEX vyšší než o víkendu. Tento stav je typický pro emise z dopravy charakterizované především zvýšenými emisemi o dopravních špičkách a nižšími emisemi o víkendech.

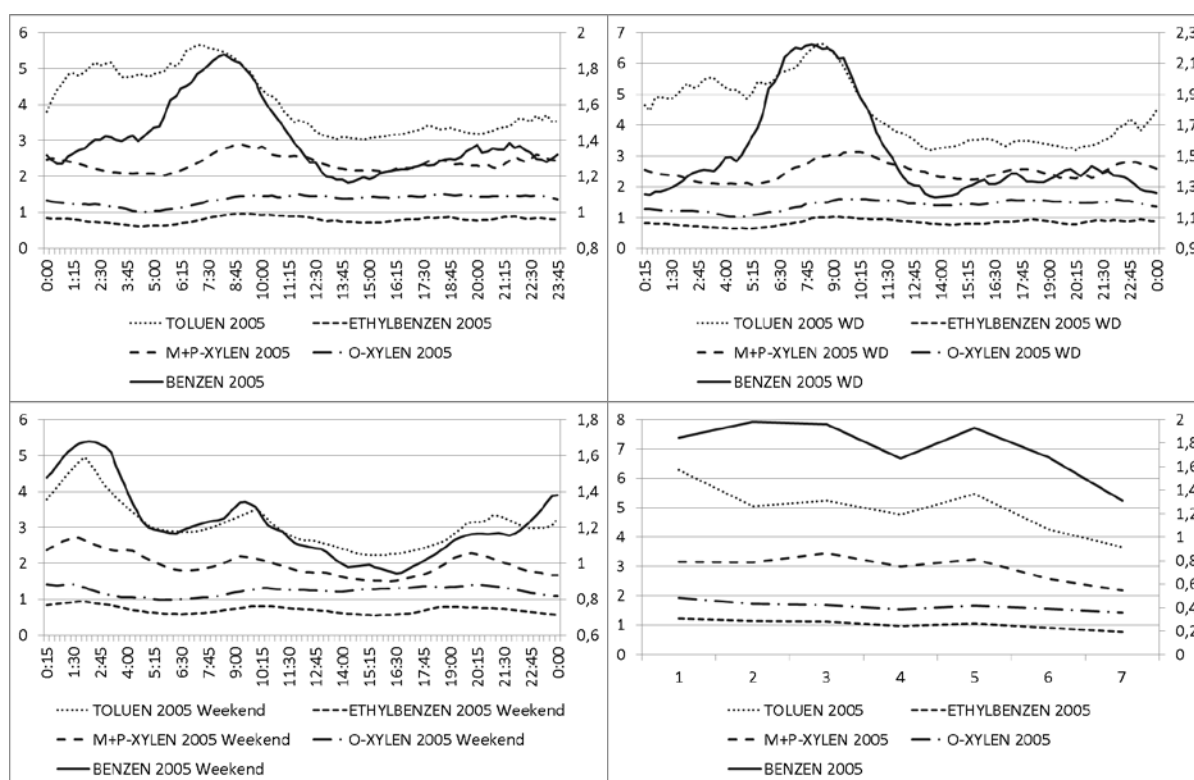
Obr. 3. Denní průběh koncentrací BTEX: medián všech dnů v týdnu – medián všech pracovních dnů v týdnu (WD) - medián všech víkendů (Weekend) – medián průběhu koncentrací BTEX za jednotlivé dny týdne (lokality Kotlářská)



Zdroj: CDV

Na obr. 4 první tři grafy ukazují celkový denní průběh mediánů koncentrací BTEX na lokalitě Arboretum počítaných po 15 minutách. Na čtvrtém grafu je znázorněn průběh denních středních hodnot koncentrací BTEX vyjádřených rovněž jako mediány. Levá osa se zde opět týká vždy koncentrací toluenu, ethylbenzenu a xylenů, pravá osa koncentrací benzenu (vše $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Maxima na obrázcích jsou zde méně výrazná při výpočtu bez rozlišení pracovních a víkendových dní, dochází k nim prakticky ve stejnou dobu, jak v předešlém případě. V pracovních dnech jsou maxima odpovídající ranní dopravní špičce také dobře patrná. Odpolední maximum je zde však málo výrazné, úroveň emisí se v době od 15 do 23 hodin příliš nemění. O víkendech jsou tato maxima posunuta k deváté hodině dopoledne, odpolední lokální maximum zůstává kolem devatenácté hodiny odpoledne, vyšší hodnoty po půlnoci se týkají především koncentrací toluenu a benzenu. U toluenu je lokální maximum koncentrací kolem druhé hodiny ráno stejné jak o víkendu, tak v pracovní dny. Toto maximum tedy pravděpodobně nesouvisí s dopravou. V pracovní dny jsou také koncentrace BTEX vyšší než o víkendu. Tento stav je také typický pro emise z dopravy charakterizované především zvýšenými emisemi o dopravních špičkách a nižšími emisemi o víkendech, projevují se zde však i jiné zdroje.

Obr. 4. Denní průběh koncentrací BTEX: medián všech dnů v týdnu – medián všech pracovních dnů v týdnu (WD) - medián všech víkendů (Weekend) – medián průběhu koncentrací BTEX za jednotlivé dny týdne (lokalita Arboretum)

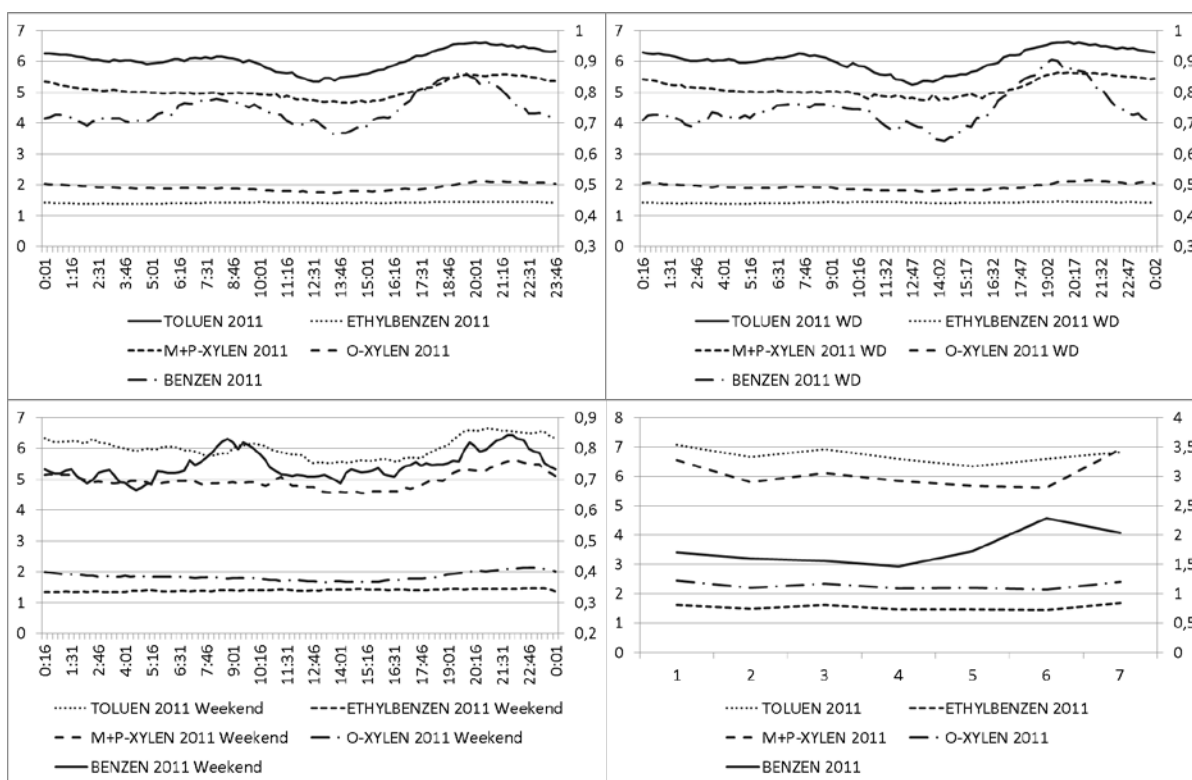


Zdroj: CDV

První tři grafy na obr. 5 ukazují denní průběh mediánů koncentrací BTEX na lokalitě Obora počítaných pro 15 minutách. Na čtvrtém grafu je znázorněn průběh denních mediánů koncentrací BTEX. Levá osa se zde opět týká vždy koncentrací toluenu, ethylbenzenu a xylenů, pravá osa koncentrací benzenu (vše $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Na obrázcích jsou vidět náznaky maxim především u benzenu a toluenu,

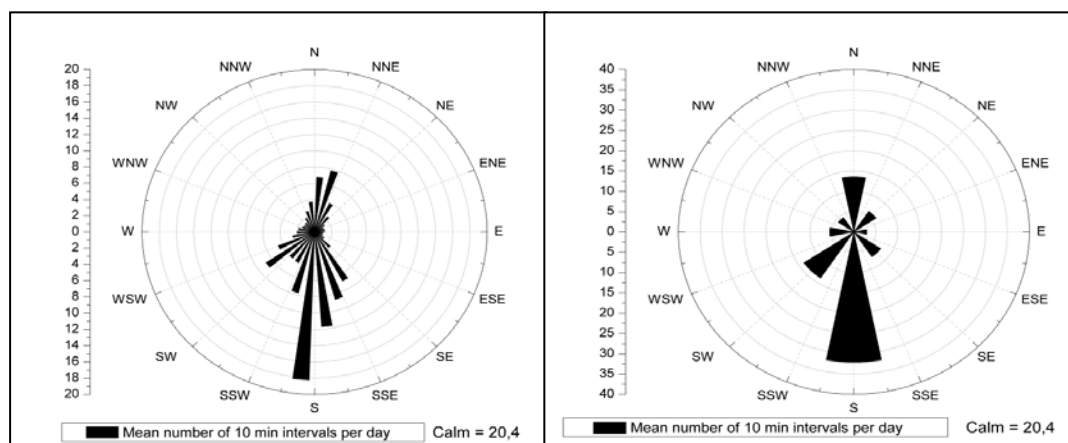
odpovídající ranní a odpolední dopravní špičky v časech cca 8:00 hodin a kolem devatenácté hodiny. O víkendech jsou tato maxima posunuta k deváté hodině dopoledne a k dvaadvacáté hodině odpoledne. V pracovní dny jsou zde koncentrace BTEX nižší než o víkendu. Tento stav je napovídá, že hlavním zdrojem emisí zde není doprava. Je to dáno větší vzdáleností lokality od komunikace, a také pravděpodobně přítomností dalších významných zdrojů BTEX. Nicméně pozorovaná lokální maxima v průběhu koncentrací BTEX ukazují, že i ve větší vzdálenosti od komunikace a za přítomnosti zeleně se mohou emise z dopravy projevit.

Obr. 5. Denní průběh koncentrací BTEX: medián všech dnů v týdnu – medián všech pracovních dnů v týdnu (WD) - medián všech víkendů (Weekend) – medián průběhu koncentrací BTEX za jednotlivé dny týdne (lokality Obora)



Zdroj: CDV

Obr. 6. Větrné růžice pro lokalitu Obora s podrobným dělením směru větru (12°) a méně podrobným dělením (22.5°)



Zdroj: CDV

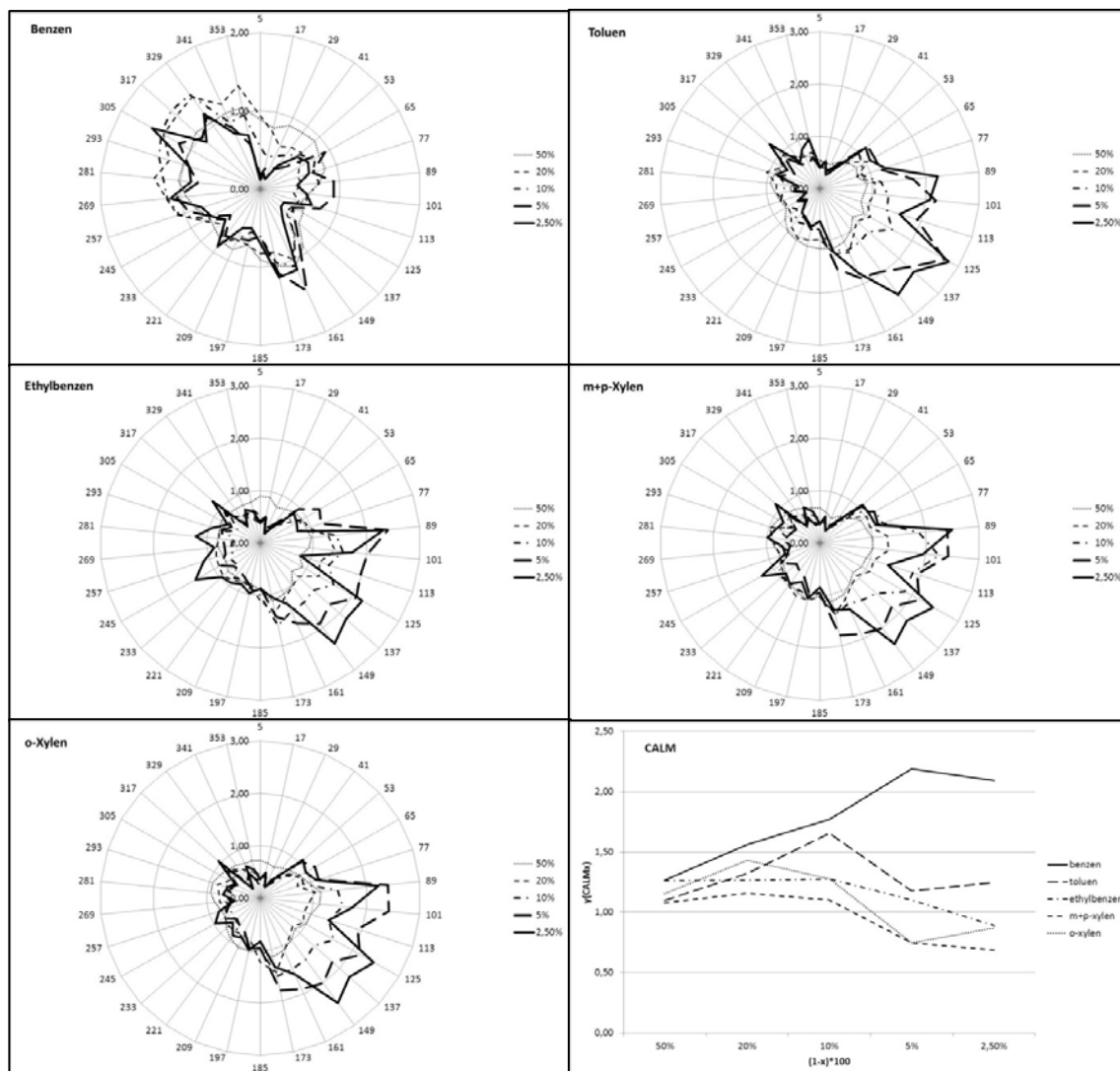
Na lokalitě Obora byla provedena analýza možných zdrojů BTEX. Proto byla sestavena pro rok 2011 zjednodušená větrná růžice – obr. 6 (nebyla uvažována rychlost větru, pouze jeho směr). Pro hodnocení zdrojů byly zavedeny následující veličiny: Počty případů, kdy vanul vítr ze směru WD byl označen N_{WD100} . Počty případů, kdy vítr vanul ze směru WD a koncentrace polutantu byly větší než $P(x)$ byly označeny N_{WDx} . Dále byla zavedena veličina

$$y(WDx) = \frac{N_{WDx}}{N_{WD100} \cdot (1-x)},$$

kde $P(x)$ je x -tý percentil počítaný ze všech naměřených hodnot koncentrací příslušného polutantu a $x \in (0, 1)$.

V případě, že zdroje jsou rozptýleny rovnoměrně a mají stejné koncentrační profily, předpokládáme, že $y(WDx)=1$. Pokud je $y(WDx)>1$, předpokládáme, že zdroje znečištění ovzduší v monitorované lokalitě se nacházejí ve směru WD. Prostorové závislosti emisní situace na lokalitě Obora jsou znázorněny na obr. 7. Poslední graf tohoto obrázku ukazuje podíl bezvětří na různé úrovni znečištění ovzduší jednotlivými polutanty

Obr. 7. Grafické znázornění významnosti příspěvků polutantů ke zvýšenému znečištění ovzduší v závislosti na směru větru pro $(1-x) \cdot 100 = 2,5\%, 5\%, 10\%, 20\%$ a 50% ;



Zdroj: CDV

Z obr. 7 vyplývá, že znečištění ovzduší benzenem má pravděpodobně dvě významné skupiny zdrojů – v sektoru západ až sever a ve směru jihovýchod. V první oblasti se nachází podnik DEZA (severozápad až severoseverozápad), ve druhé oblasti centrum města. Ostatní polutanty mají pravděpodobně jednu skupinu zdrojů situovanou v sektoru východ až sever od monitorované lokality. V této oblasti se nachází východní část města včetně jeho centra.

5. Závěr

Na základě naměřených hodnot BTEX bylo zjištěno, jak v blízkém okolí komunikací ve městech doprava přispívá ke znečištění ovzduší BTEX. Pro vliv dopravy je charakteristický průběh koncentrací BTEX s maximy v dopolední a odpolední dopravní špičce. Se zvyšující vzdáleností a snižující se intenzitou dopravy tento vliv slábne, nicméně projevuje se i ve vzdálenosti větší než 100 m. Ve větších vzdálenostech je pro příspěvky ke znečištění ovzduší podstatný směr větru. Na lokalitě Obora byla odhadnuta z analýzy meteorologických podmínek a koncentrací BTEX prostorová lokalizace možných zdrojů. Toto měření splňovalo podmínky pro měření čistoty ovzduší podle zákona 201/2012/Sb. a ukázalo, že na monitorované lokalitě nebyl překročen limit pro znečištění ovzduší benzenem stanovený tímto zákonem.

Literatura

- [1] Perry, R., Gee, I. L.: *Vehicle Emissions and Effects on Air Quality: Indoors and Outdoors*, Indoor Environ., 1994, 3, s. 224-236.
- [2] Group, C.A., *Interim quantitative cancer unit risk estimates due to inhalation of benzene*. 1985, US EPA: Washington D.C.
- [3] IARC: Benzene and Annex. In: *Some industrial chemicals and dyestuffs. Monographs on the evaluation on carcinogenic risk of chemical to humans*, Vol. 29. Lyon, 1982.
- [4] IRIS Summary - Benzene (CASRN 71-43-2). US EPA, 2001. <http://cfpub.epa.gov/iris/quickview.cfm?substance_nmbr=0276>.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Nové postupy při kvantifikaci emisních zdrojů ve vztahu k dopravě“ č. TA01030548, financovaného Technologickou agenturou České republiky.

Volatile organic compounds in urban air

Jiří Huzlík

Transport Research Centra

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jiri.huzlik@cdv.cz

Abstract

In this paper are published the results of measurements of concentrations of benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX) in urban air in Brno and Valašské Meziříčí. It was found that the average benzene concentrations do not exceed the limits set by legislation. Transport was identified as a major source of BTEX at localities in Brno. Localization according to the methodology proposed in this work, based on an analysis of data possible sources of BTEX, was made in Valašské Meziříčí.

Sledování redukce znečištění povrchových smyvů parkovišť a komunikací retenčními a vsakovacími objekty

Miloš Rozkošný¹, Michal Kriška², Danuše Beránková¹, Jana Svobodová¹

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno

²Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, ÚVHK

Žižkova 17, 602 00 Brno

e-mail: milos_rozkosny@vuv.cz

Abstrakt

Příspěvek uvádí výsledky výzkumu zaměřeného na sledování znečištění povrchového smyvu z parkovacích ploch a z komunikací v letech 2008 až 2009. Byla sledována účinnost redukce koncentrace těžkých kovů (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), ropných látek a polutantů ze skupiny PAU při průchodu vody filtračním prostředím, představovaným různými směsmi materiálů (písek, zemina, štěrk), vsakovacích objektů. Jako pilotní lokalita s běžným provozem, byly sledovány parkovací plochy v areálu Kampusu v Brně Bohunicích. Byly prováděny také laboratorní testy na zkušebních lyzimetrech. U vsakovacích objektů byly měřeny hydraulické vlastnosti. Na pokusných lyzimetrech byla zjištěna stabilní vysoká účinnost zadržení mědi (nad 90 %), niklu (nad 90 %) a kadmia (nad 90 %), nižší účinnost zadržení rtuti (nad 60 %) a méně stabilní účinnost zadržení olova (30 - 90%). Eliminace ropných látek ve filtračním prostředí lyzimetru i realizovaných provozních objektů byla vysoká.

1. Úvod

Vlivem automobilového provozu dochází k uvolňování řady škodlivin, které mohou ovlivňovat složky životního prostředí i lidské zdraví [12, 21]. Původ jednotlivých polutantů v povrchovém smyvu z komunikací a odstavných ploch je podrobně shrnut v literatuře [17] a [2]. S dešťovou vodou odtéká z vozovky část škodlivých látek rozpuštěných ve vodě a další část škodlivých látek je vázána na suspendované částice [19]. Příspěvek uvádí výsledky výzkumu zaměřeného na sledování jakosti povrchového smyvu z komunikací a parkovacích ploch a míru eliminace znečištění retenčními a vsakovacími objekty z let 2008 až 2009.

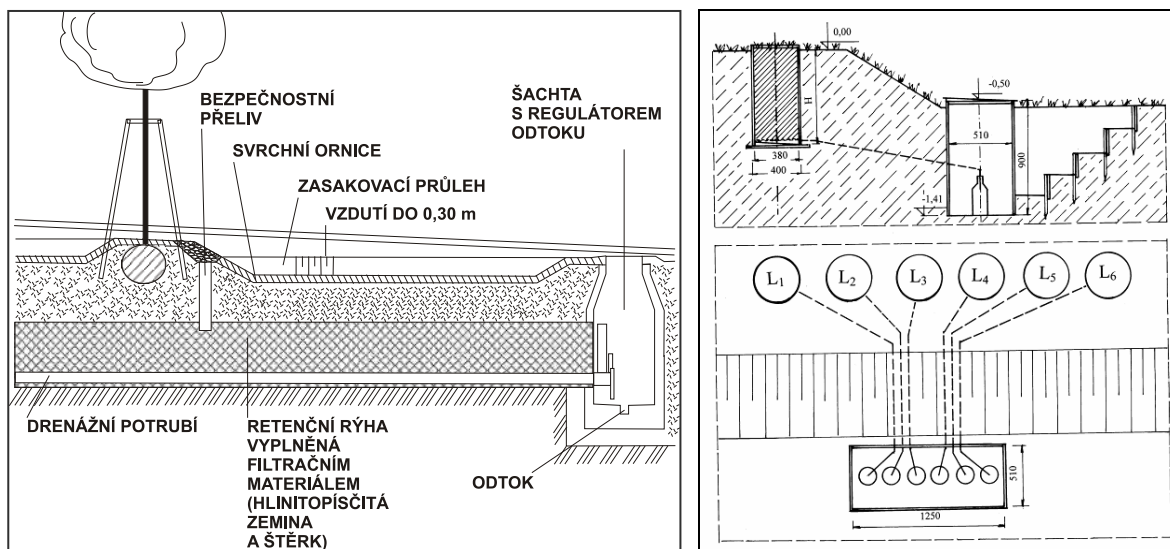
Využití filtračního prostředí uměle budovaných mokřadů v kombinaci se sedimentačním prostorem pro čištění povrchových smyvů popisují autoři článku [7]. Směrnice DWA-A 138 [10] a publikace [11] uvádějí zásady návrhů dalších zařízení pro retenci a zasakování dešťových vod a povrchových smyvů. Studie [1] shrnuje výsledky dlouhodobého dvacetiletého, sledování čistícího účinku retenčních a vsakovacích objektů, v nichž probíhalo čištění povrchového smyvu z komunikací ve filtračním prostředí definované náplně. Význam organické hmoty pro zvýšení účinnosti eliminace kovů z povrchového smyvu uvádějí [1] a [22]. Nejlepší fyzikálně-chemické vlastnosti pro sorpci iontů kovů (Cu, Zn a Pb) byly autory zjištěny pro kompost. Avšak zároveň bylo zjištěno uvolňování vyšších koncentrací rozpuštěného organického uhlíku (DOC). Kombinace písku, kompostu a popř. také zeolitu vedla ke snížení vyplavování DOC a zachování vysoké účinnosti zadržení kovů (75–96% účinnost pro zinek; 90–93% účinnost pro měď), zatímco u čistého

písku byla zjištěna účinnost odstranění zinku 16 % a mědi 29 %. Vliv na změnu hydraulických charakteristik filtračního prostředí a mobilitu kovů má také používání chemických prostředků při údržbě komunikací, parkovišť a odstavných ploch (při solení) [2, 20]. V důsledku solení, ale také v důsledku smyvu prachu dochází ke změnám zrnitosti, pórovitosti, a tím i hydraulické vodivosti filtračního prostředí. Projevu se kolmatace [9]. Z těchto důvodů bylo paralelně modelově sledováno vsakování vod obsahujících a neobsahujících přídavek chloridu sodného přes lyzimetry.

2. Použité metody

Jako pilotní lokalita pro posouzení čistícího účinku objektů zasakování znečištěných vod z parkovišť a odstavných ploch bylo vybráno nově vybudované parkoviště, které leží v areálu univerzitního kampusu v Brně-Bohunicích. Parkoviště je odkanalizováno systémem zasakovacích průlehů s retenčními příkopy (obr. 1). Podrobnější popis návrhu odvodňovacího a retenčního systému je uveden ve zprávě [5] a v projektové dokumentaci [13].

Obr. 1. Schéma zasakovacího průlehu. Obr. 2 Uspořádání filtrační kolony šesti válcových lyzimetrů.



Zdroj: VÚV TGM [5]

Na základě rekognoskace terénu byly pro sledování vybrány dva průlehy. První průleh se nachází v horní, toho času zřídka využívané části parkoviště (profil Bohunice 1). Druhý průleh je v dolní části parkoviště, které bylo během roku 2008 postupně stále více využíváno v souvislosti s postupující dostavbou areálu kampusu a obchodního centra (profil Bohunice 2). Měřením v terénu byla zjištěna půdorysná plocha průlehu „Bohunice 1“ 121 m² a odpovídající plocha parkoviště teoreticky odvodňovaná tímto průlehem 592 m². Půdorysná plocha průlehu „Bohunice 2“ je 195 m² a odpovídající plocha parkoviště teoreticky odvodňovaná tímto průlehem je 1 040 m². V odtokových šachticích, do nichž ústí odvodňovací drény jednotlivých průlehů, byly umístěny sběrné nádoby z polypropylenu, kde byly zachycovány průsakové vody. Intenzita sběru směsných vzorků vod k analýzám vycházela z aktuálních meteorologických podmínek. Na základě prvních analýz vzorků průsakových vod byly v prostoru průlehů dále umístěny sběrné nádoby pro zachycení povrchového smyvu. Pro stanovení pozadových hodnot koncentrací sledovaných polutantů byly odebírány také vzorky dešťových vod a vzorky sněhu.

Na místě byly měřeny fyzikálně-chemické ukazatele jakosti vod: teplota vody, pH, elektrická konduktivita. V laboratoři byly akreditovanými metodami zjišťovány koncentrace chloridů, polutantů ze skupiny PAU, ropných látek (vyjádřené jako C10–C40) a těžkých kovů (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). Výběr ukazatelů byl založen na literární rešerši [6, 12, aj.] a vlastních poznatcích z monitoringu povrchového smyvu z dálnic a rychlostních komunikací [3, 4].

Posouzení míry kontaminace dešťových srážek, vzorků sněhu, vzorků povrchového smyvu a průsakových vod bylo provedeno s využitím klasifikace jakosti vod podle ČSN 75 7221 a podle imisních standardů nařízení vlády č. 229/2007 Sb. [18]. Jelikož čistící účinek závisí na složení substrátu průsakové (filtrační) vrstvy zasakovacích průlehů a změnách hydraulických vlastností materiálu, bylo prováděno také stanovení vlastností filtračního prostředí sledovaných průlehů. Podrobný popis metodiky práce je uveden ve zprávě [5].

S ohledem na to, že využití parkoviště bylo v době monitoringu [5] teprve v počátku a nebylo možné během doby řešení projektu předpokládat zachycení znečištění odpovídající plnému provozu, bylo přistoupeno k tomu, že vybrané zátěžové stavy (koncentrace znečištění) byly simulovány s pomocí modelů filtračního prostředí odpovídajícího podmínkám na parkovišti. Pro tyto účely bylo využito šest infiltračních válců – lyzimetrů. Zatěžování lyzimetrů znečištěnými vodami mělo za cíl simulovat situaci na plochách obdobných sledovanému parkovišti, ale při hodnotách znečištění odpovídajících povrchovému smyvu z komunikací. Lyzimetry tvoří filtrační kolony zhotovené z PVC potrubí o vnitřním průměru 38 cm s hloubkou filtračního prostředí 50–80 cm (obdobu vsakovacích průlehů). Schéma uspořádání filtračních kolon je znázorněno na *obr. 2*. Složení zeminy, jíž byly lyzimetry plněny, vycházelo z požadavků na filtrační vrstvu zasakovacích průlehů a požadavku na maximální přiblížení materiálu, jenž byl použit pro plnění zasakovacích průlehů sledovaného parkoviště. Náplň tvořila na modelu L6 čistá spraš, modely L1 až L4 byly namíchaný v poměru 1:5 (spraš:písek), poslední model L5 byl plněn čistým pískem. Stanovení výsledného poměru směsi bylo provedeno výpočtem. Poměr spraše ku písku byl stanoven 1:5, což je poměr, vyhovující zadání jak po stránce hydraulické, tak zrnitostní. Zasakování znečištěné vody v poloprovozních podmínkách probíhalo na výše uvedených lyzimetrech, simulujících filtrační prostředí zasakovacího průlehu. Celá etapa aplikace znečištěné vody byla rozdělena do tří přibližně měsíčních etap: dávkování reálně znečištěné vody z parkovacích ploch, dávkování přesně definovaného znečištění přídatkem chemikálií, dávkování extrémních koncentrací znečištění. Hydraulické a látkové zatížení, stejně jako informace o dávkování, jsou podrobně popsány ve výzkumné zprávě [5].

3. Výsledky a diskuse

V první fázi hodnocení dosažených výsledků byla provedena analýza obsahu sledovaných polutantů ve vzorcích dešťových vod, sněhu, povrchových smyvů a průsakových vod. Výsledky byly využity pro hodnocení účinnosti čištění filtračního prostředí průlehů pro tyto polutanty. Vzorky sněhu byly odebírány přímo na parkovišti, a to v lednu 2009 (čerstvý sníh) a v březnu 2009 (starý, ulehlý sníh obsahující také zbytky inertního materiálu z posypu). Autoři [20, 24] uvádějí, že kontaminace sněhu sledovanými polutanty roste s jeho stářím (dobou uložení na komunikacích a okolo nich). To potvrdily také naše výsledky. Ve vzorcích čerstvého sněhu nepřekračovaly obsahy sledovaných kovů hodnoty I. a II. třídy jakosti vod podle ČSN 75 7221 s výjimkou zinku, kdy byla v jednom případě překročena hranice III. třídy jakosti vod. Koncentrace ropných látek vyjádřené

ukazatelem C10–C40 byly pod hodnotou 0,1 mg/l (imisní limit n.vl. č. 61/2003 Sb.). Naopak u vzorků déle ležícího sněhu byly koncentrace ropných látek (C10–C40) blízko 2 mg/l (tedy o řád nad imisním limitem), koncentrace kovů dosahovaly III. třídy (Cd, Ni) až V. třídy (Cu, Pb, Zn) jakosti vod. Koncentrace PAU byly u všech vzorků obdobné (suma PAU 20 až 90 ng/l, tj. I. třída jakosti vod; imisní limit 200 ng/l). U vzorků dešťových srážek byly zjištěny velmi nízké (pozařovné) koncentrace chloridů v řádu mg/l (stejně i vzorcích sněhu). Také koncentrace sledovaných kovů se pohybovaly v rozpětí I. a II. třídy jakosti vod. Koncentrace ropných látek a PAU byly vždy pod mezí stanovitelnosti. Podrobné výsledky měření jsou uvedeny ve zprávě [5]. Zjištěné hodnoty jsou obdobné hodnotám uvedeným pro dešťové vody v publikaci [11].

V *tabulce 1* jsou uvedena rozpětí hodnot jednotlivých ukazatelů jakosti vod a polutantů zjištěných ve vzorcích povrchového smyvu a průsakových vod. Autoři [9] publikovali dlouhodobě zjištěné koncentrace následujících látek v povrchovém smyvu z parkovišť: Cd 1,2 µg/l; Cu 80 µg/l; Pb 137 µg/l; Zn 400 µg/l; PAU 3 500 ng/l.

Tab. 1: Rozmezí hodnot vybraných ukazatelů znečištění vod na sledovaném parkovišti v období 2008–2009

Období sledování		I/09	IV/08–V/09	IV/08–V/09	IV/08–V/09
Matrice		smyv	průsak	smyv	průsak
Profil		Bohunice 1	Bohunice 1	Bohunice 2	Bohunice 2
Počet vzorků		1	7	4	7
pH	–	7,7	7,3–8,4	7,3–8,2	6,4–8,7
El. kondukt.	mS/m	5	36–70	12–47	24–891
Chloridy	mg/l	3	2–118	3–61	4–1570
C10 – C40	mg/l	1,2	< 0,02–0,58	0,25–1,47	< 0,02–0,23
Σ PAU	ng/l	207	6–37	6–38	6–29
Cd	µg/l	0,23	< 0,1–0,57	0,15–0,69	< 0,1–1,04
Cr	µg/l	14,8	8,7–39,5	2,7–8,1	4,7–24,9
Cu	µg/l	67,7	2,7–7,5	14,6–43,8	9,7–36,5
Hg	µg/l	0,05	< 0,05–0,22	< 0,05–0,06	< 0,05–0,74
Ni	µg/l	12,8	4,9–25,1	5,6–11,0	6,5–23,7
Pb	µg/l	15,1	0,9–4,9	5,7–11,5	0,5–6,7
Zn	µg/l	235	6–22	68–135	23–92

Zdroj: VUV TGM [5]

Při vzájemném porovnání těchto hodnot s údaji v *tabulce 1* lze konstatovat, že koncentrace zjištěné v povrchovém smyvu na námi sledované lokalitě jsou nižší, což odpovídá teprve se rozvíjejícímu využití parkoviště s ohledem na pokračující výstavbu v celém areálu. Ze srovnání naměřených hodnot s hodnotami imisních standardů stanovených v příloze č. 3 nařízení vlády č. 229/2007 Sb. (hodnoty uvedené ve sloupci „obecné požadavky“) byly vyvozeny následující závěry. U jednotlivých odběrových profilů bylo zjištěno překročení hodnot u následujících ukazatelů:

Bohunice 1 – povrchový smyv – ukazatele: Cu, Pb, Zn, C10–C40, suma PAU,

Bohunice 1 – průsakové vody – ukazatele: Hg (3x), C10–C40,

Bohunice 2 – povrchový smyv – ukazatele: Cu (2x), C10–C40 (4x),

Bohunice 2 – průsakové vody – ukazatele: Cl (3x), Cd, Cu, Hg (2x), C10–C40 (2x).

Překročení imisního standardu pro chloridy a dosažení V. třídy jakosti vod ve vzorcích z období leden až květen 2009 bylo spojeno se zimní údržbou (solením) dolní části parkoviště, kde byly umístěny odběrové nádoby v profilu Bohunice 2.

Horní část parkoviště byla v tom období ošetřována pouze inertním materiálem (velmi nízká vytíženost parkoviště). S hodnotami koncentrace chloridů dobře korelovaly hodnoty elektrické konduktivity vody (koeficient korelace 0,9917). Tedy ve třech jmenovaných případech dosáhly hodnoty elektrické konduktivity V. třídy jakosti vod, jinak se pohybovaly na úrovni I. a II. třídy. Možnost zachycení chloridů v průlezech, ale i lyzimetrech je prakticky nulová s ohledem na jejich rozpustnost. Potvrdil se tak předpoklad, že ke snižování vysokých koncentrací chloridů ve vodním prostředí způsobených solením komunikací dochází ředěním vod.

Ve filtračním prostředí průlehu byla zjištěna poměrně vysoká účinnost eliminace (zachycení) kadmia, mědi, olova, zinku, ropných látek (ukazatel C10–C40) a polutantů ze skupiny PAU. I když s ohledem na aktuální oxidačně-redukční podmínky a stupeň nasycení filtračního prostředí bylo také zaznamenáno během monitoringu uvolňování kovů do vodního prostředí. Tato skutečnost byla podchycena při výskytu nízkých koncentrací kovů v povrchovém smyvu, které odpovídaly I. až II. třídě čistoty vod (podle ČSN 75 7221). Obdobné výsledky při hodnocení účinnosti čištění filtračního prostředí při velmi malých koncentracích kovů (hlavně Cr, Cu, Pb, Zn) a zejména během suchých období uvádí také [23]. Při vyšších koncentracích je autory uváděna účinnost zachycení Cu, Cr, Ni a Zn 60 až 90 % ve filtračním prostředí umělých mokřadů. Na pokusných lyzimetrech byla zjištěna stabilní vysoká účinnost zadržení mědi (nad 90 %), niklu (nad 90 %) a kadmia (nad 90 %), nižší účinnost zadržení rtuti (nad 60 %) a méně stabilní účinnost zadržení olova (30–90 %). Proměnlivá účinnost byla zjištěna pro chrom a zinek, kdy převládalo spíše vyplavování (uvolňování). Tyto hodnoty byly zjištěny při aplikaci vod s modelovanými koncentracemi kovů, více uvedeno v [5]. Účinnosti zadržení vybraných kovů z povrchového smyvu z komunikací ve filtračním štěrkovém prostředí uměle budovaných mokřadů uvádějí [7]. Na sledovaných zařízeních byly dosahovány tyto dlouhodobé průměrné účinnosti: 69 % nerozpuštěné látky, 97 % usaditelné látky, 90 a více procent kovy (Cd, Cu, Ni, Pb a Zn). Autoři také prokázali vazbu kovů na nerozpuštěné látky a jako převládající čisticí mechanismy stanovili sedimentaci a filtraci. K dispozici pro porovnání jsou také výsledky sledování čistíren odpadních vod s biologickým stupněm představovaným půdními (zemními) a štěrkovými filtry. Na těchto zařízeních, využitelných i pro čištění povrchových smyvů (jak dokládá např. [14]), byla potvrzena obdobná schopnost eliminace sledovaných polutantů ve filtračním prostředí. Například [15] uvádějí dlouhodobé průměrné účinnosti 78 % (Zn), 67 % (Cu), 63 % (Pb), 55 % (Cr) a 25–50 % pro Hg, Cd a Ni (zjištěné v podmínkách ČR).

Vsakovací schopnost půdy je stanovena jako množství vody vsáklé za časový interval, nebo jako průběh vsakovací rychlosti na čase. Vsakovací schopnost byla tedy sledována na povrchu půdy pomocí dvou souosých válců. Výtopová infiltrace byla vyhodnocena podle rovnic Kostjakova, Mezenceva a Philips [16]. Výsledky z pokusu, prováděném na prvním lyzimetru L1 (průměr 38 cm, výška filtrační vrstvy 40 cm, náplň mix spraš:písek 1:5 zatížení vodou s obsahem NaCl), ukazují rychlost infiltrace a kumulativní infiltraci během pokusu trvajících 80 min. Z počátečních, poměrně výrazných infiltračních rychlostí, pohybujících se v případě metody Philipovy kolem hodnot 45 mm/min, resp. Kostjakovovy a Mezencevovy metody cca 34 mm/min, se přibližně po 30 minutách hodnoty ustalují, v rozmezí 12–15 mm/min (v závislosti na použité vyhodnocovací metodě). Tyto hodnoty mají již dále setrvalou hodnotu a do konce zasakovacího pokusu (délka trvání 80 min) se výrazně nemění (pokles na hodnotu v průměru 10 mm/min). Kumulativní infiltrace i_t [mm] opět vlivem použité metody kolísala na začátku pokusu v rozmezí hodnot 19–36 mm (průměr

27 mm), během celého pokusu měla téměř vyrovnaný průběh (jemně strmější vzrůst na začátku pokusu). Všechny použité metody stanovily kumulativní infiltraci na konci pokusu téměř stejnou, resp. v rozmezí 970–1 030 mm (průměr 999 mm). Obdobně to vypadalo i u ostatních lyzimetrů L2 až L4 s náplní spraš:písek 1:5, ale při zatížení vodou bez přídavku NaCl. V následujícím přehledu jsou uvedeny průměrné hodnoty vypočítané z výsledků všech tří metod (p. – počátek pokusu; k. – konec pokusu; kumul. inf. – kumulativní infiltrace):

L2 – rychlost infiltrace v_t [mm/min] – p. 13; k. 5 / kumul. inf. i_t [mm] – p. 22; k. 530

L3 – rychlost infiltrace v_t [mm/min] – p. 9; k. 6 / kumul. inf. i_t [mm] – p. 16; k. 610

L4 – rychlost infiltrace v_t [mm/min] – p. 5; k. 2 / kumul. inf. i_t [mm] – p. 12; k. 204

Hodnoty zjištěné pro dva vybrané průlehy reprezentující obě části parkoviště byly navzájem obdobné (opět průměrné hodnoty z výpočtu podle tří uvedených metod):

K3 – rychlost infiltrace v_t [mm/min] – p. 4; k. 3 / kumul. inf. i_t [mm] – p. 15; k. 353

K6 – rychlost infiltrace v_t [mm/min] – p. 3; k. 3 / kumul. inf. i_t [mm] – p. 15; k. 334

Během výzkumu byly dvakrát odebrány pokaždé dva vzorky (ze spodního a horního parkoviště) pro stanovení hydraulické vodivosti filtračního materiálu. Zjištěné hodnoty byly porovnány s požadavky na projektování zasakovacích průlehů [10, 11, 13], kdy je doporučována hydraulická vodivost materiálů v rozpětí $1 \cdot 10^{-3}$ až $1 \cdot 10^{-6}$ m/s, přičemž při hodnotách blízkých $1 \cdot 10^{-6}$ m/s a nižších se doporučuje vsakování s akumulací vod (řízená retence). Pro sledované objekty byla předpokládána hydraulická vodivost $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Výsledky provedených pokusů s materiálem ze zasakovacích průlehů z parkoviště po roce provozu (podrobně [5]) ukazují, že propustnost je dostatečná pouze na začátku pokusu, dokud se celý materiál dokonale nenasytí vodou. Nasycení přitom probíhá v rozsahu 4–7 hodin. Lze předpokládat, že v provozních podmínkách, např. při vytrvalejších deštích, dojde k nasycení celého filtračního prostředí infiltračních průlehů (nasycení na plnou vodní kapacitu, kdy veškeré póry jsou vyplněné vodou). Z těchto důvodů, ale také i proto, že průlehy se nedimenzují na absolutní ochranu, je nutné při návrhu a realizaci obdobných zařízení počítat s vybudováním bezpečnostních přelivů, jak bylo provedeno na sledovaných průlezích. Nicméně i přes tyto skutečnosti byly v zahraničí prokázány dlouhodobé možnosti využití podobných zařízení k retenci a čištění povrchových smyvů, jak uvádí např. [1].

4. Závěr

Z našich zjištění vyplývá, že povrchový smyv na sledované lokalitě vykazuje prozatím spíše menší znečištění, a to zejména kovy. S ohledem na poznatky z déle sledovaných obdobných zařízení v zahraničí lze očekávat zvyšování zátěže hodnocenými polutanty. Potvrzuje se, že polutanty jsou vázány a akumulovány v nerozpuštěných látkách a dochází k jejich usazování v retenčních i odvodňovacích objektech. Získané výsledky potvrdily určitou schopnost zasakovacích průlehů zadržet ropné látky, kovy i PAU. S ohledem na předpoklad postupného vyčerpání sorpční schopnosti filtračního substrátu by bylo vhodné měření účinnosti zachycení a odbourání polutantů opět ověřit. Z hlediska provozu a údržby je nutné věnovat pozornost povrchu retenčních prostor a zasakovacích průlehů tak, aby byly dlouhodobě zajištěny vhodné vlastnosti filtračního prostředí (zrnitost, hydraulická vodivost, rychlost infiltrace).

Literatura

- [1] ARYAL, RK., MURAMAKI, M., FURUMAI, H., NAKAJIMA, F., and JINADASA, H. (2006) Prolonged deposition of heavy metals in infiltration facilities and its possible threat to groundwater contamination. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 54, No. 6–7, p. 295–212.
- [2] BÄCKSTRÖM, M., KARLSSON, S., BÄCKMAN, L., FOLKESON, L., and LIND, B. (2004) Mobilisation of heavy metals by deicing salts in a roadside environment. *Wat. Research* 38, p. 720–732.
- [3] BERÁNKOVÁ, D., BRTNÍKOVÁ, H., KUPEC, J., HUZLÍK, J., and PRAX, P. (2008) Pollution of the highways runoff. *Transactions on Transport Sciences*, vol. 2008, No. 2, p. 31–38. ISSN 1802-971X.
- [4] BERÁNKOVÁ, D., BRTNÍKOVÁ, H., KUPEC, J., MLEJNKOVÁ, H., HUZLÍK, J. a PRAX, P. Parametry jakosti a množství povrchového splachu z dálnic. *VTEI, příloha Vodního hospodářství* č. 6/2009, roč. 51, č. 3, s. 8–11. ISSN 0322-8916.
- [5] BERÁNKOVÁ, D., ROZKOŠNÝ, M., VÍTEK, J., HUZLÍK, J., KUPEC, J., KRIŠKA, M., ŠÁLEK, J., MLEJNKOVÁ, H. a BRTNÍKOVÁ, H. (2010) Kontrola jakosti dálničních splachů a hodnocení účinnosti jejich dočišťování při decentralizovaném systému odvodnění (závěrečná zpráva projektu VaV 1F84C/031/910 za obd. 2008–2009. Brno: VÚV T.G.M., 72 s.
- [6] Bodenkundliche Untersuchungen im Rahmen des Entwicklungsvorhabens „Versickerung des Niederschlagwassers von befestigten Verkehrsflächen“ (2008). Augsburg : Bayerisches Landesamt für Umwelt (on line-version ISBN 978-3-940009-96-8).
- [7] BULC, T. and SAJN SLAK, A. (2003) Performance of constructed wetland for highway runoff treatment. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 48, No. 2, p. 315–322.
- [8] ČSN 75 7221 (1998). Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod.
- [9] DIERKES C, GÖBEL P, LOHMANN M, COLDEWEY WG. (2006) Development and investigation of a pollution control pit for treatment of stormwater from metal roofs and traffic areas. *Water Sci Technol.* 2006;54(6-7):291-8.
- [10] DWA-A 138. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef: DWA, Arbeitsblatt – A138, 2005. ISBN 3-937758-66-6.
- [11] HLAVÍNEK, P. aj. (2007). Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno : ARDEC. ISBN 80-86020-55-X.
- [12] HVITED-JACOBSON, T. and YOUSEF, YA. (1991) Highway Runoff Quality, Environmental Impacts and Control. In *Highway Pollution* (eds Hamilton, RS. And Harrison, RM. Amsterdam : Elsevier, p. 165–208.
- [13] JV Projekt VH, s.r.o. (2006) MU v Brně, Univerzitní Kampus Bohunice – AVVA, AVVA – infrastruktura, SO IV-322.2 parkoviště II – odvodnění, SO IV-325.4 parkoviště III – odvodnění, 051 (technická zpráva; arch. č. 05 065, 03/2006).
- [14] KADLEC, RH. and WALLACE, S. (2009) *Treatment wetlands* (2nd ed.) Boca Raton (USA) : CRC Press.
- [15] KRÖPFELOVÁ, L. a kol. (2008) Odstraňování stopových prvků v kořenových čistírnách, In Kröpfelová, L. a Vymazal, J. (eds) *Monitoring těžkých kovů a vybraných rizikových prvků při čištění odpadních vod v umělých mokřadech* (sborník z mezinár. Semináře). Třeboň : ENKI, s. 43–54. ISBN 978-80-254-3059-0.
- [16] KUTÍLEK, M., KURÁŽ, V. a CÍSLEROVÁ, M. *Hydropedologie*. Praha : Vydav. ČVUT, 2000, 149 s.

- [17] LEE, PK. and TOURAY, JC. (1998) Characteristics of a polluted artificial soil located along a motorway and effects of acidification on the leaching behavior of heavy metals (Pb, Zn, Cd). *Wat. Res.*, vol. 32, No. 11, p. 3425–3435.
- [18] Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. Praha : MŽP, 2007.
- [19] NORRSTRÖM, AC. and JACKS, G. (1998) Concentration and fractionation of heavy metals in roadside soils receiving de-icing salts. *Sci. Tot. Env.*, 218, p. 161–174.
- [20] NOVOTNY, V. et al. Cyanide and metal pollution by urban snowmelt: impact of deicing compounds. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 38, No. 10, 1998, p. 223–230.
- [21] SANSALONE, JJ. (1999) Adsorptive infiltration of metals in urban drainage – media characteristics. *Sci. Tot. Env.*, 235, p. 179–188.
- [22] SEELASAEN, N., MCLAUGHLAN, R., MOORE, S., BALL, JE., and STUETZ, RM. (2006) Pollutant removal efficiency of alternative filtration media in stormwater treatment. *Wat. Sci. Technol.*, vol. 54, No. 6–7, p.299–305.
- [23] SHUTES, RBE., REVITT, DM., SCHOLE, LNL., FORSHAW, M., and WINTER, B. (2001) An experimental constructed wetland system for the treatment of highway runoff in the UK. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 44, No. 11–12, p. 571–578.
- [24] WARREN, LA. and ZIMMERMANN, P. The influence of temperature and NaCl on cadmium, copper and zinc partitioning among suspended particulate and dissolved phases in an urban river. *Wat. Res.*, vol. 28, No. 9, 1994, p. 1921–1931.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Kontrola jakosti dálničních splachů a hodnocení účinnosti jejich dočišťování při decentralizovaném systému odvodnění“ č. 1F84C/031/910, financovaného Ministerstvem dopravy ČR.

Monitoring of road and parking surface run-off pollution reduction by retention and infiltration devices

Miloš Rozkošný¹, Michal Kriška², Danuše Beránková¹, Jana Svobodová¹

¹Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo nám. 16, 612 00 Brno

²Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, ÚVHK
Žižkova 17, 602 00 Brno

e-mail: milos_rozkosny@vuv.cz

Abstract

The paper presents results of the water quality monitoring of road and parking surface run-off, which was done in 2008 - 2009. The main results of the retention and infiltration facilities treatment efficiency for PAH, mineral oils and selected heavy metals (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) are presented too. The system of facilities has been built for a parking area located within Brno-Bohunice (Masaryk University campus). Treatment efficiency was also studied with using of lysimeters loaded by surface run-off water. A stable and high efficiency was found out for copper, nickel and cadmium (> 90 %). Lower efficiency was achieved for mercury (> 60 %) and lead (30–90 %). There was measured high treatment efficiency for mineral oils.

Možnosti a environmentální dopady zavádění nízkoemisních zón

Libor Špička, Jiří Jedlička, Ivo Dostál, Marek Tögel

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: libor.spicka@cdiv.cz

Abstrakt

Zákon č. 201/2012 o ochraně ovzduší přináší obcím nástroj pro zlepšování kvality ovzduší a životního prostředí, kterým jsou nízkoemisní zóny. Nízkoemisní zóny (NEZ) jsou oblasti, do kterých je omezen vjezd vozidel způsobujících větší znečištění, resp. vozidel, jejichž emise nedosahují požadované úrovně. NEZ patří mezi účinné nástroje, které mohou města přijmout za účelem snížení emisí z dopravy. V praxi by se však nemělo jednat pouze o samostatné opatření. Aby byl dosažený efekt co nejvyšší, nízkoemisní zóny by měly být součástí většího uceleného souboru opatření. V návaznosti na zákon o ochraně ovzduší se připravuje samostatný prováděcí předpis, který upraví podmínky a postup zavedení NEZ. Předkládaný článek informuje o možnostech a postupu zavedení NEZ v ČR včetně hodnocení možného zlepšení kvality ovzduší na vybraných lokalitách.

1. Úvod

Nízkoemisní zóny (NEZ), známé také pod zkratkou LEZ (Low Emission Zone), jsou definované oblasti, které omezují vjezd vozidel na základě emisních norem, s cílem zlepšit kvalitu ovzduší v těchto oblastech. Pokud emise vozidel nedosahují stanovenou úroveň pro definovanou oblast, je vjezd takových vozidel do zóny zakázán nebo v některých státech zpoplatněn. NEZ patří mezi účinná opatření, která mohou města přijmout za účelem omezení emisí z dopravy. Dopady opatření se projeví především v poklesu emisí pevných částic, NO₂ a nepřímo ozonu. Výchozím kritériem pro omezení vjezdu vozidel do NEZ je plnění emisních norem, resp. příslušnost vozidel k emisním kategoriím. Většina NEZ umožňuje udělení výjimky ze zákazu vjezdu například pro rezidenty, vozidla invalidních občanů, složek integrovaného záchranného systému, zásobování atd. Předpokladem pro vytvoření zóny je kromě překračování emisních limitů také existence dostatečně dimenzované objízdné trasy. Zóny jsou proto často zaváděny uvnitř malých a velkých městských okruhů. V září 2012 nabyla účinnosti novela zákona o ochraně ovzduší, která definuje podmínky pro zavedení NEZ. Zároveň se připravuje samostatný prováděcí předpis, který upravuje podmínky a postup zavedení NEZ.

2. Legislativní rámec

První zákon, který upravil problematiku zavádění nízkoemisních zón, byl zákon č. 288/2011 Sb. ze dne 7. června 2011, kterým se měnil zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. V roce 2012 byl zákon o ochraně ovzduší novelizován. Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší se problematikou NEZ zabývá v paragrafu 14. Bod 1 §14 říká, že „Ve zvláště chráněných územích,

lázeňských místech, nebo pokud došlo k překročení některého z imisních limitů uvedených v bodech 1 až 3 přílohy č. 1 k tomuto zákonu, může obec na svém území, nebo jeho části stanovit vyhláškou zónu s omezením provozu motorových silničních vozidel ...“. Bod 2 paragrafu 14 dále říká že „...Na průjezdním úseku dálnice nebo silnice lze nízkoemisní zónu stanovit pouze v případě, že na území obce mimo nízkoemisní zónu anebo mimo zastavěné území téže nebo sousední obce existuje jiná dálnice nebo silnice stejné nebo vyšší třídy, po které je možné zajistit obdobné dopravní spojení.“ Z pohledu platné legislativy lze tedy NEZ vyhlásit v místě, kde jsou splněny výše uvedené dvě podmínky.

3. Kvalita ovzduší

Při hodnocení úrovně znečištění ovzduší je sledován vztah naměřených imisních hodnot jednotlivých škodlivin k příslušným imisním limitům a cílovým imisním limitům. Limity pro přítomnost znečišťujících látek v ovzduší a meze tolerance, uvedené v příloze zákona o ochraně ovzduší, jsou převzaty z nařízení vlády č. 597/2006 Sb. ze dne 12. prosince 2006, o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší, které je prováděcím právním předpisem zákona o ochraně ovzduší. Toto nařízení implementuje všechny platné směrnice EU v oblasti kvality ovzduší, tj. směrnice 99/30/EC, 2000/69/EC, 2002/3/EC a 2004/107/EC. V souvislosti s tímto legislativním rámcem probíhají v České republice pravidelná měření koncentrací škodlivin v ovzduší na 212 lokalitách (v roce 2010). Základní monitorovací síť v České republice je síť monitorovacích stanic Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), a to jak automatizovaných, tak i manuálních, která je doplněna monitorovacími stanicemi dalších subjektů, zejména Zdravotních ústavů, městských úřadů a ČEZ. Stanice AIM (automatizovaný imisní monitoring) jsou řešeny formou unifikovaných, klimatizovaných kontejnerů s modulární přístrojovou výbavou. Dlouhodobé monitorování kvality ovzduší v ČR ukazuje na opakované překračování imisních limitů některých znečišťujících látek, zejména PM₁₀, N₂O, O₃ a BaP. Přehled vybraných imisních limitů podle přílohy zákona o ochraně ovzduší je uveden v tabulkách 1 - 3.

Tab. 1: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit	Maximální počet překročení
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	24
Oxid siřičitý	24 hodin	125 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Oxid uhelnatý	maximální denní osmihodinový průměr ¹	10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM ₁₀	24 hodin	50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	35
Částice PM ₁₀	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Částice PM _{2,5}	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	0

¹ Maximální denní osmihodinová průměrná koncentrace se stanoví posouzením osmihodinových klouzavých průměrů počítaných z hodinových údajů a aktualizovaných každou hodinu. Každý osmihodinový průměr se přiřadí ke dni, ve kterém končí, to jest první výpočet je proveden z hodinových koncentrací během periody 17:00 předešlého dne a 01:00 daného dne. Poslední výpočet pro daný den se provede pro periodu od 16:00 do 24:00 hodin.

Tab. 2: Imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Oxid siřičitý	kalendářní rok a zimní období (1. 10 – 31. 3.)	20 $\mu\text{g m}^{-3}$
Oxidy dusíku ¹²⁾	1 kalendářní rok	30 $\mu\text{g m}^{-3}$

Tab. 3: Cílové imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM10 vyhlášené pro ochranu zdraví lidí

Znečišťující látka	Doba průměrování	Imisní limit
Arsen	1 kalendářní rok	6 ng m^{-3}
Kadmium	1 kalendářní rok	5 ng m^{-3}
Nikl	1 kalendářní rok	20 ng m^{-3}
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1 ng m^{-3}

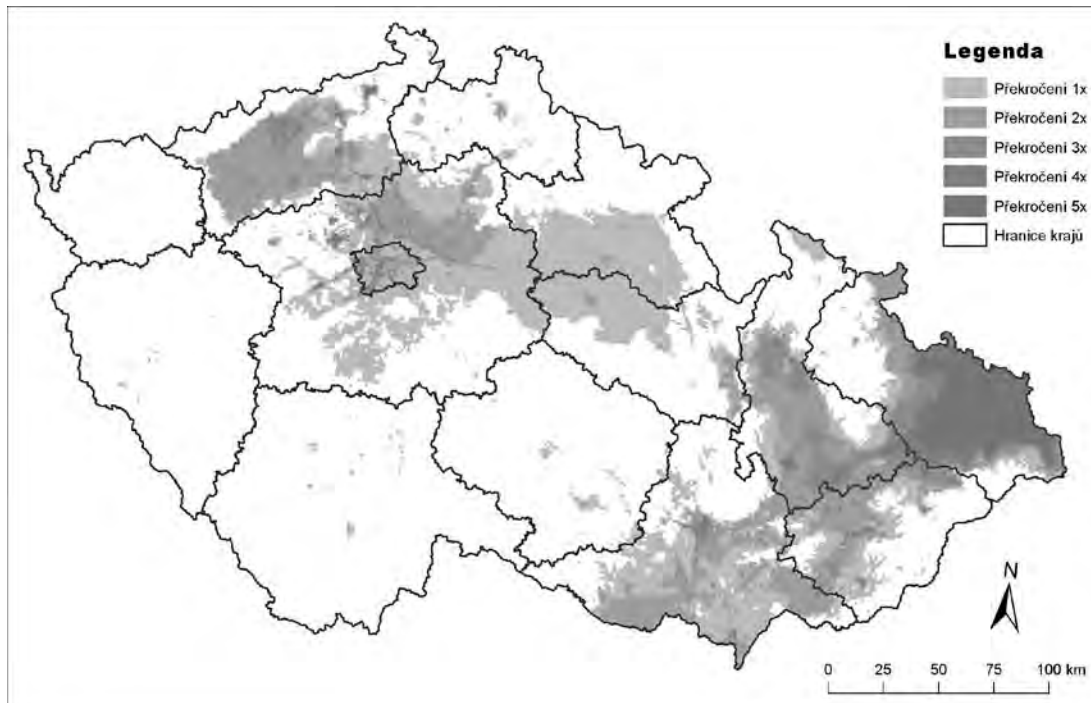
Z pohledu spalování motorových paliv jsou významné zejména emise pevných částic (PM), oxidů dusíku, ozónu a bezo(a)pyrenu. PM vznikají při spalovacích procesech, zviřením prachu z vozovek, oděrem pneumatik a brzdového obložení a představují složitou heterogenní směs částic pevného i kapalného materiálu o velikosti od 1nm až po 100 μm a to jak z hlediska velikosti částic, tak jejich chemického složení [2, 3]. Z fyzikálních vlastností je pro emitované částice rozhodující zejména zastoupení jednotlivých velikostních frakcí částic. Právě s rozměrem souvisí možné účinky částic na lidské zdraví, protože velikost určuje, jak hluboko mohou částice proniknout do dýchacího systému člověka [1]. Nebezpečnost PM nespočívá jen v jejich mechanických vlastnostech, ale také v obsahu rizikových organických sloučenin (především PAH) nebo celé řady anorganických škodlivin, které jsou vázány na jejich povrch a působí i toxicky a genotoxicky, některé mají dokonce karcinogenní účinky. Mezi tyto látky patří např. PCDD/F, PCB, PAH a jejich methylderiváty, benzen, 1,3-butadien, etylbenzen, xylen [6]. Oxidy dusíku vznikají spalováním směsi paliva a vzduchu oxidací vzdušného dusíku kyslíkem za vysokých teplot. Mají dráždivé účinky, způsobují mírné až těžké záněty průdušek či plic (bronchitida, bronchopneumonii až akutní plicní edém) [1]. Ozón vzniká sekundárními řetězovými radikálovými reakcemi v přízemních vrstvách atmosféry z molekulárního kyslíku za přítomnosti složek výfukových plynů (oxidů dusíku a těkavých uhlovodíků) vlivem slunečního záření. Má dráždivý účinek na dýchací orgány a působí na centrální nervovou soustavu. Expozice O_3 způsobuje buněčné a strukturální změny, přičemž celkový vliv spočívá ve snížené schopnosti plic vykonávat normální funkce [1]. Benzen se do ovzduší dostává jako nespálená část palivové směsi obsažená ve výfukových plynech a odpařováním paliva. Benzen má nízkou akutní toxicitu. Při dlouhodobém působení má hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní účinky [9]. Benzo(a)pyren je součástí produktů nedokonalého spalování fosilních paliv a jeho nebezpečnost spočívá zejména ve snadnosti vstupu do organismů inhalační, orální i dermální cestou a následném metabolismu, který zahrnuje formování karcinogenního benzo(a)pyren 7,8 diol-9,10-epoxidu.

Jednou z možností jak prokázat v obci překračování imisních limitů pro potřeby vyhlášení NEZ je její zařazení do oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší (OZKO). OZKO jsou území, kde je překročena hodnota imisního limitu jedné nebo více

² Součet objemových poměrů (ppbv) oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého.

znečišťujících látek. Vymezení OZKO provádí MŽP jednou ročně a je uvedeno ve Věstníku Ministerstva životního prostředí.

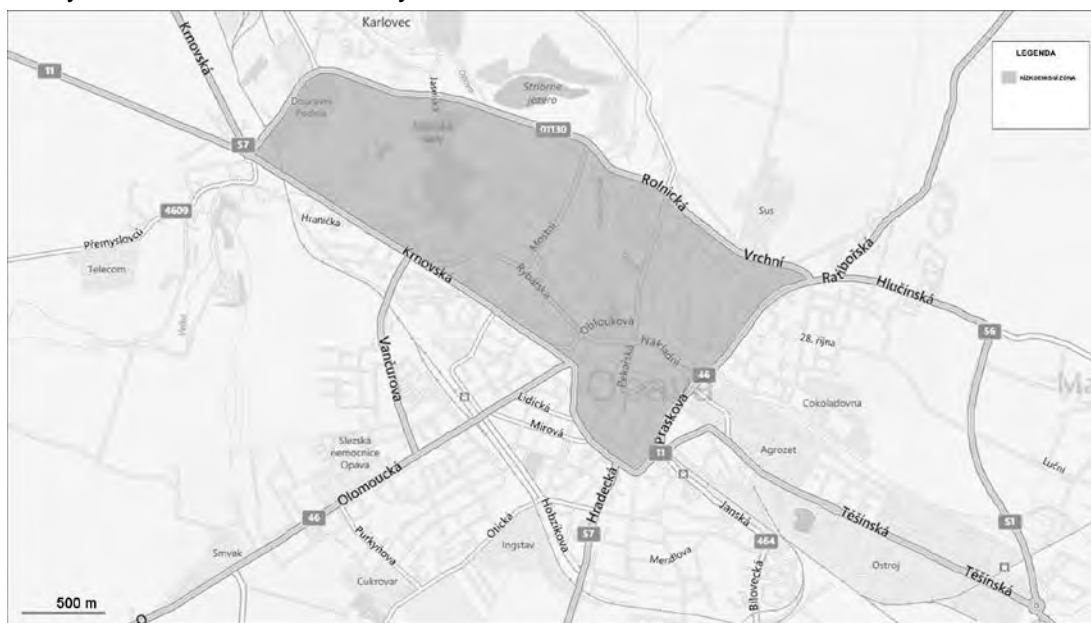
Obr. 1. Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší, překročení ročních imisních limitů pro ochranu zdraví, r. 2006-2010 [4]



4. Hodnocení dopadů zavedení NEZ, případová studie

Hodnocení dopadů bylo provedeno na případové studii města Opava. Vymezení zvolené nízkoemisní zóny je patrné z obr. 2. Navržené objízdné trasy vyhovující legislativním požadavkům vedou po hranici zóny.

Obr. 2. Vymezení nízkoemisní zóny



Mapový podklad: bing.com

4.1. Rozdělení vozidel do emisních skupin

Rozdělení vozidel do emisních skupin bylo provedeno na základě hodnocení dynamické skladby vozového parku na silniční síti ČR v roce 2010, stanovené na sčítacím profilu silnice I/11 (ulice Olbrichova v Opavě [8]). Jedná se o silniční profil v blízkosti centra města, po kterém je vedena tranzitní doprava a zároveň je jednou z objízdných tras hodnocené NEZ. Rozdělení vozidel do emisních skupin bylo provedeno podle německého vzoru. Skupinu 1 tvoří vozidla kategorie před Euro a vozidla se vznětovým motorem kategorie Euro 1, skupinu 2 vozidla se vznětovým motorem kategorie Euro 2, skupinu 3 vozidla se vznětovým motorem kategorie Euro 3 a skupinu 4 tvoří vozidla se vznětovým motorem kategorie Euro 4-5 a se zážehovým motorem kategorie Euro 1-5. Poměrné zastoupení vozidel v jednotlivých emisních skupinách je uvedeno v tab. 4.

Tab. 4: Rozdělení vozidel do emisních skupin (podle německého vzoru)

Emisní skupiny	skupina 1	skupina 2	skupina 3	skupina 4
vznětové motory	6,22 %	8,49 %	11,31 %	19,15 %
zážehové motory benzínové	4,27 %	-	-	50,56 %

4.2. Dopravní model

V případové studii byla modelová oblast rozdělena na vnější a vnitřní dopravní zóny. Vnitřní zóny jsou tvořeny základními sídelními jednotkami města Opava (celkem 59 ZSJ). Dále model obsahuje 13 nejbližších okolních obcí a celkem 15 externích zón (vjezdů do modelového území) reprezentujících všechny významné komunikace směřující do města. Celkem se tedy model skládá ze 111 dopravních zón. Dopravní produkce, tedy počet cest vycházející z jedné zóny, je úměrná počtům ekonomicky aktivních obyvatel v dané zóně. Dopravní atraktivita byla odvozena z počtů pracovních příležitostí a z údajů o místech se zvýšenou atraktivitou (např. nákupní centra). V rámci modelování byla dále rozlišena vnitřní, vnější a tranzitní doprava města. Kromě NEZ je v modelu zahrnuta také oblast v centru města, do níž je omezen vjezd těžkých nákladních vozidel. V modelu je dále zahrnut systém sběrných parkovišť v blízkosti nízkoemisní zóny. Na tato parkoviště je přesměrována část vozidel nevyhovujících nastaveným pravidlům, jejich cíl cesty se nachází uvnitř zóny. Dopravní intenzity vypočtené s pomocí zatěžování modelové sítě byly následně kalibrovány na základě údajů z dopravních sčítání. Pro ukázkou environmentálního vyhodnocení navrhované NEZ byl zvolen scénář, v němž je do zóny povolen vjezd vozidlům 3. a 4. skupiny. V modelu byla osobní a nákladní vozidla rozdělena do šesti tříd:

- osobní vozidla vyhovující nastaveným pravidlům,
- os. vozidla nevyhovující nastaveným pravidlům, jejichž cíl cesty neleží v NEZ,
- os. vozidla nevyhovující nastaveným pravidlům, jejichž cíl cesty leží v NEZ,
- nákladní vozidla vyhovující nastaveným pravidlům,
- nákl. vozidla nevyhovující nastaveným pravidlům, jejichž cíl cesty neleží v NEZ,
- nákl. vozidla nevyhovující nastaveným pravidlům, jejichž cíl cesty leží v NEZ.

Vozidla veřejné dopravy byla v modelu zpracována jako samostatná třída.

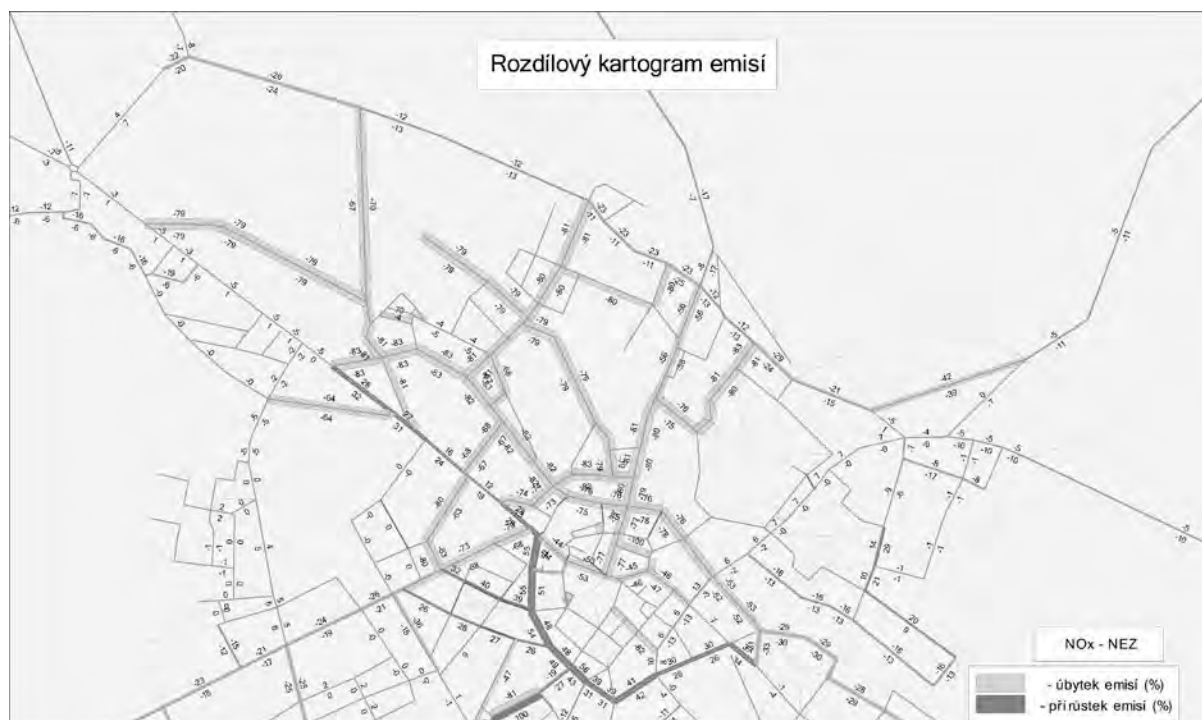
Výsledky každé třídy, tj. počty vozidel na jednotlivých úsecích sítě, byly zapsány zvlášť do atributů úseků a použity jako vstupní údaj pro výpočty emisí z dopravy. Pro výpočty emisí byly poté použity příslušné emisní faktory vypočtené na základě

databáze emisních faktorů MEFA. Faktory pro EURO 5 byly odvozeny z faktorů pro EURO 4 na základě odborného odhadu, založeného na poměrné změně limitovaných emisí vozidel s největším počtem registrací, s využitím databáze německého Spolkového úřadu pro motorová vozidla, obsahující emise naměřené při typovém schvalování motorových vozidel.

4.3. Environmentální vyhodnocení

V případové studii byly vyhodnoceny dopady zavedení NEZ na emise PM, NO_x a NO₂. Denní úspory emisí NO_x, resp. NO₂ na modelovém území města byly vypočteny ve výši 11,2 %, resp. 14,5 % oproti výchozímu stavu. Podobných výsledků jako u oxidu dusičitého bylo dosaženo u pevných částic, kdy emise poklesly o 14,3 %. Graficky zpracované výsledky environmentálního vyhodnocení jsou prezentovány na obr. 4, 5 a 6 v podobě rozdílových kartogramů emisního toku, porovnávajících scénáře s nízkoemisní zónou a se současným stavem. Červené linky představují přírůstek emisí, zelené úbytek.

Obr. 3. Rozdílový kartogram emisí NO_x



Obr. 4. Rozdílový kartogram emisí NO₂



Obr. 5. Rozdílový kartogram emisí PM



5. Závěr

Výsledky případové studie se mohou lišit od výsledků realizovaných zahraničních NEZ především v důsledku rozdílných přístupů, neboť jejich tvorba v evropských státech nemá jednotná pravidla. Podobný pokles limitovaných emisí oxidů dusíku jako v případové studii byl dosažen v Berlíně po prvním roce provozu NEZ, kdy byl

do zóny povolen vjezd vozidel 2. - 4. emisní skupiny. V tomto případě bylo zjištěno snížení emisí NO_x o 14 %, v případové studii 11,2 %. Emise pevných částic poklesly o 24 %, což je více než v případové studii, kde byl vypočítán pokles o 14,3 %. Roční koncentrace PM₁₀ tak v případě Berlína poklesly o 3 %. Po spuštění 2. etapy od ledna 2010, ve které je vjezd do NEZ umožněn pouze vozidlům 4. skupiny se očekává snížení ročních koncentrací PM₁₀ až o 10 % [7]. V Nizozemí, kde byl do NEZ od poloviny roku 2008 do poloviny roku 2009 povolen vjezd nákladních vozidel nad 3,5 tuny plnicích min. Euro 2 a vybavených částicovými filtry, bylo zaznamenáno průměrné snížení ročních koncentrací NO₂ o 0,16 µg.m⁻³ a PM₁₀ o 0,06 µg.m⁻³. Na komunikacích s větší intenzitou nákladních vozidel (více než 1200 nákl. voz./24 h) poklesly roční koncentrace NO₂ až o 0,3 µg.m⁻³ a PM₁₀ o 0,15 µg.m⁻³ [5].

Z výsledků případové studie je patrný pozitivní vliv na celkové množství emisí sledovaných škodlivých látek. Je však třeba mít na paměti, že pokles emisí uvnitř NEZ vyvolá zákonitě jejich zvýšení vně zóny, především pak na objízdných komunikacích. Proto je třeba vhodně volit objízdné trasy, systém sběrných parkovišť a návaznost na veřejnou dopravu.

Literatura

- [1] ADAMEC, Vladimír et al. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada, 2008, 176 s. ISBN 987-80-247-2156-9.
- [2] BOŽEK, František, MAREŠ, Jaromír, BOŽEK, Miloš, HUZLÍK, Jiří *Emission of particulate matter while applying the envirox™ additive* (2011) Recent Researches in Environment, Energy Planning and Pollution - Proc. of the 5th WSEAS Int. Conf. On Renewable Energy Sources, RES'11, EPESE'11, WWAI'11, pp. 170-175.
- [3] BOŽEK, František, HUZLÍK, Jiří, MAREŠ, Jaromír, MALACHOVÁ, Hana, *Emissions of selected pollutants while applying of specific additive envirox™ TM*, (2011) WSEAS Transactions on Environment and Development, 7 (8), pp. 233-243.
- [4] Český hydrometeorologický ústav: Úsek ochrany čistoty ovzduší. Praha: ČHMÚ, 2011. Oblasti se zhoršenou kvalitou ovzduší. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/ozko/ozko_CZ.html
- [5] *Effectstudie milieuzones vrachtverkeer: Stand van zaken 2009*. 1st ed. Nijmegen: [s.n.], 2009. 111 s.
- [6] HUZLÍK, Jiří, LIČBINSKÝ, Roman, DURČANSKÁ, Daniela, *Polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans emissions from transportation* (2011) *Komunikacie*, 13 (3), pp. 41-47.
- [7] LUTZ, Martin. The Lowemission zone in Berlin – Results of a first impact assesment. In *Workshop on "NOx: Time for Compliance", Birmingham, November 2009*. [s.l.]: [s.n.], 2009. s. 1-10.
- [8] PÍŠA, Václav, et al. Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku na silniční síti v ČR a jeho emisních parametrů v roce 2005. 1. vyd. Praha: Atem, 2006. 169 s.
- [9] Odhad zdravotních rizik ze znečištění ovzduší: Česká republika - rok 2010. [online]. s. 1-19 [cit. 2012-07-02]. Dostupné z: www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/dokumenty_zdravi/rizika_CRI_2010.pdf

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Environmentální a ekonomické posouzení opatření podpory čistých vozidel ve městech“ č. CG912-083-190, financovaného Ministerstvem dopravy ČR.

Possibilities and environmental impacts of the introduction of low emission zones

Libor Špička, Jiří Jedlička, Ivo Dostál, Marek Tögel

Transport Research Centre

Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: libor.spicka@cdv.cz

Abstract

Act No. 201/2012 on the protection of air brings to municipalities tool for improving air quality and the environment, which are low-emission zones. Low Emission Zones (LEZ) are areas, in which the entry of vehicles causing more pollution is limited, respectively of these vehicles whose emissions do not achieve the required level. LEZ is one of the effective tools that cities can take to reduce emissions from transport. In practice, it should not be just a separate measure. To maximize its effect, low-emission zones should be an integrated part of a larger package. Following the Clean Air Act a separate implementing legislation is being prepared and it modifies the conditions and procedure for implementation LEZ. The article informs about the possibilities and procedure for implementing the LEZ in the Czech Republic, including assessing the potential to improve air quality at selected sites.

Kvantifikace přínosů zavedení nízkoemisní zóny v centrální části Prahy

Vojtěch Máca, Jan Melichar

Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova v Praze

J. Martího 2, 162 00 Praha 6

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

jan.melichar@czp.cuni.cz

Abstrakt

Tento příspěvek představuje modelové hodnocení ekonomických přínosů realizace nízkoemisní zóny v centrální části Prahy, tj. oblasti se zákazem vjezdu vozidel, nespĺňujících stanovené emisní limity. Posuzovány byly dvě varianty, v první byl omezen vjezd vozidlům nespĺňující emisní limit EURO 2, ve druhé variantě omezení vjezdu vozidel nespĺňujících emisní limit EURO 3. Prostorový rozsah zóny byl navržen tak, aby pokrýval širší centrum města a současně umožňoval zachovat objízdné trasy po komunikacích, které tvoří hranici této zóny. Hodnocení je provedeno pro přínosy v podobě snížení emisí znečišťujících látek do ovzduší přístupem analýzy drah dopadů (*impact pathway approach*) podle metodiky ExternE a využívá data z rozptylových studií emitovaných primárních polutantů. Hodnoceny jsou pouze (zamezené) dopady na lidské zdraví, ostatní efekty působené znečištěným ovzduším (ani jiné externality) nejsou zahrnuty.

1. Úvod

Tento příspěvek přibližuje modelové hodnocení ekonomických přínosů realizace dopravního opatření, navrženého jako vymezení tzv. „nízkoemisní zóny“, tj. oblasti se zákazem vjezdu vozidel, nespĺňujících stanovené emisní limity. Posuzovány byly dvě varianty, v první byl omezen vjezd vozidlům nespĺňující emisní limit EURO 2 („varianta 1“), ve druhé variantě omezení vjezdu vozidel nespĺňujících emisní limit EURO 3 („varianta 2“). Prostorový rozsah zóny byl navržen tak, aby pokrýval širší centrum hlavního města a současně umožňoval zachovat objízdné trasy po komunikacích, které tvoří hranici této zóny.

2. Metody

Přístup funkce škody

Přístup funkce škody pro oceňování dopadů na životní prostředí, lidské zdraví a statky je obecně uznávaným analytickým přístupem k oceňování environmentálních externalit [2]. Tento přístup, v oblasti hodnocení dopadů atmosférických emisí nazývaný rovněž přístup dráhy působení (*impact-pathway approach, IPA*) je rozvíjen od 90. let minulého století v řadě projektů podporovaných Evropskou komisí, souhrnně nazývaných ExternE (*externalities of energy*). Přístup dráhy působení byl zprvu rozvíjen pro oblast výroby energií [1], koncem 90. let pak došlo k rozšíření i do oblasti dopravy [3].

IPA sleduje jednotlivé dráhy dopadu a to od tlaku (emisí) ke stavu (koncentrace a depozice/expozice). Přístup dráhy působení sleduje cesty znečišťující látky

od zdroje, který danou emisi vypouští, až po receptor (obyvatelstvo, úroda, lesy, budovy atd.), na který negativně působí. Následuje kvantifikace příslušných fyzických dopadů na lidské zdraví (úmrtnost a nemocnost), na úrodu, stavební materiály a ekosystémy. Fyzický dopad je oceněn v peněžních jednotkách, v případě statků a služeb obchodovaných na trhu pomocí tržních cen, u netržních statků s využitím netržních metod oceňování. Z ekonomického hlediska se jedná o externalitu, tj. nezamýšlené dopady na užitkovou nebo produkční funkci příjemců externality (např. v podobě jedinců postižených respiračními obtížemi). Měřítkem změny užítka (blahobytu) jednotlivce je ochota platit (*willingness to pay, WTP*), resp. ochota přijmout kompenzaci (*willingness to accept, WTA*). Velikost změny blahobytu společnosti je obvykle pojímána jako součet (změn) užítků individuálních.

Námi zvolený přístup vychází z detailních rozptylových studií, které modelují atmosférickou disperzi primárních znečišťujících látek, jako jsou prachové částice, oxidy dusíku, oxid siřičitý, těkavé organické látky, těžké kovy a další škodliviny. Tyto rozptylové studie modelované pomocí tzv. Gaussovských disperzních modelů však neumožňují do hodnocení zahrnout sekundární polutanty (např. troposférický ozón), kdy je potřeba do modelu zahrnout i procesy chemické transformace probíhající v atmosféře.

Vstupem do imisního modelu jsou podrobné informace o jednotlivých emisních zdrojích, o meteorologických podmínkách a data o referenčních bodech (souřadnice, nadmořská výška, výška nad terénem, charakter proudění). Data se liší dle typu emisního zdroje, kde se rozlišují zdroje plošné (např. křižovatky, parkoviště), liniové (hl. silniční komunikace) a bodové.

Výstupem imisního modelu je hodnota koncentrace v referenčních bodech (hl. maximální krátkodobé koncentrace a průměrné roční koncentrace). V závislosti na hustotě sítě referenčních bodů a členitosti terénu je možné koncentrace referenčních bodů extrapolovat do isolinií a výsledky zobrazit jako pásma koncentrací v prostředí geografického informačního systému.

Formalizovaný výpočet fyzických dopadů pro jednotlivá pásma koncentrací odvozená z rozptylové studie pak vypadá následovně:

$$\text{Fyzický dopad} = \text{pásma koncentrace} * \text{ohrožená populace} * \text{riziková skupina} * \text{CR funkce}$$

kde *pásma koncentrace* představuje roční (denní) koncentraci příslušné znečišťující látky, *ohrožená populace* je věkově určená frakce populace relevantní pro specifický dopad na zdraví, *riziková skupina* je frakce populace s vyšší citlivostí pro specifický dopad (např. astmatici), *CR funkce* je odhadnutý vztah asociace mezi expozicí určitému pásmu koncentrace a odezvou v podobě případu zdravotního dopadu nebo ztráty roku lidského života (v případě dopadu v podobě zvýšeného rizika předčasného úmrtí).

Fyzické dopady jsou následně přepočteny na ekonomické škody (externí náklady) pomocí jednotkových hodnot, které byly pomocí oceňovacích metod stanoveny pro jednotlivé kategorie dopadů.

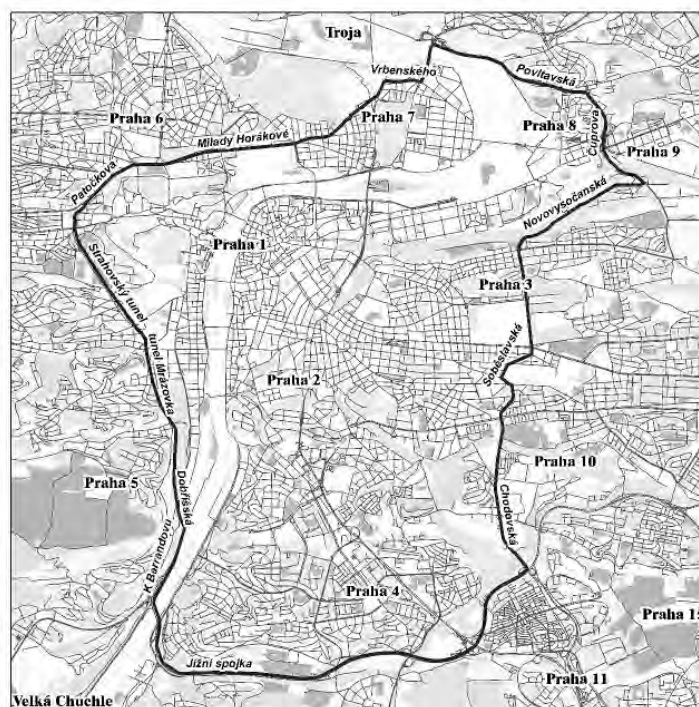
3. Data

Data o dopravních proudech, emisích a jejich rozptylu jsou přebírána z podkladové studie [4]. Nízkoemisní zóna byla navržena tak, aby zahrnovala většinu tzv. širšího centra města a v maximální míře využívala dokončené části městského okruhu

(srov. Obrázek 1). Výměra nízkoemisní zóny je cca 41 km². Pro výpočet jsou použity intenzity dopravy za rok 2009, odhad změn dopravy po zavedení nízkoemisní zóny byl (z důvodu omezeného rozsahu studie) stanoven expertním odhadem, nikoli na základě dopravního modelu (optimální přístup). Vstupními předpoklady (vedle známého podílu vozidel emisních tříd nesplňujících omezení vjezdu do zóny) bylo, že:

- 20 % řidičů přejde po určité době na lepší vozidlo – tj. budou do zóny jezdit i nadále, ale s vozidlem splňujícím příslušný emisní limit;
- 30 % vozidel do zóny vůbec nepojede – řidiči využijí MHD nebo jiný způsob řešení svých potřeb v centru (internet, telefon, taxi apod.);
- 50 % vozidel zónu objede – nesměřují dovnitř zóny, jejich cíl je mimo tento prostor.

Obr. 1. Vymezení modelované nízkoemisní zóny



Zdroj: [4]

Na základě předpokladu, že část automobilové dopravy se přesune na objízdné trasy, je tedy nutno uvažovat nárůst emisí na hranici zóny. Emisní bilance prachových částic frakcí PM₁₀ a PM_{2,5} a dalších hodnocených škodlivin přibližuje následující tabulka.

Tab. 1: Emise vybraných znečišťujících látek uvnitř a vně zóny (t.rok⁻¹)

	Absolutní hodnoty			Rozdílové hodnoty	
	var0	var1	var2	var1 - var0	var2 - var0
PM₁₀	843.2	906	781.9	62.8	-61.3
<i>uvnitř zóny</i>	843.2	609.1	434.2	-234.1	-409
<i>hranice zóny</i>	-	296.9	347.7	296.9	347.7
PM_{2,5}	256.6	265.6	233.2	9	-23.4

<i>uvnitř zóny</i>	256.6	163.4	114.4	-93.2	-142.2
<i>hranice zóny</i>	-	102.2	118.8	102.2	118.8
NO₂	1536.5	1411.3	1337.6	-125.2	-198.9
<i>uvnitř zóny</i>	1536.5	392.8	209.4	-1143.7	-1327.1
<i>hranice zóny</i>	-	1018.5	1128.2	1018.5	1128.2
SO₂	9	8.3	7.7	-0.7	-1.3
<i>uvnitř zóny</i>	9	5.7	3.6	-3.3	-5.4
<i>hranice zóny</i>	-	2.6	4.1	2.6	4.1
benzen	87.2	55.9	49.8	-31.3	-37.5
<i>uvnitř zóny</i>	87.2	17	9.2	-70.3	-78
<i>hranice zóny</i>	-	39	40.6	39	40.6
benzo(a)pyren (kg.rok⁻¹)	8907.8	8847.5	8795.5	-60.3	-112.3
<i>uvnitř zóny</i>	8907.8	5521.4	3645	-3386.4	-5262.8
<i>hranice zóny</i>	-	3326.1	5150.5	3326.1	5150.5
formaldehyd	76.4	46.5	41	-29.9	-35.4
<i>uvnitř zóny</i>	76.4	16.5	8.8	-59.9	-67.6
<i>hranice zóny</i>	-	30	32.2	30	32.2

Zdroj: [4]

V případě obou frakcí prachových částic dochází k nárůstu emisí na hranici zóny, který v případě varianty 1 dokonce převyšuje celkové snížení uvnitř zóny, ve variantě 2 dochází k celkovému poklesu emisí u obou frakcí, přičemž tento pokles dosahuje u frakce PM₁₀ zhruba 7 % a u frakce PM_{2,5} přibližně 9 %. U emisí NO₂ dochází k poklesu v obou variantách a to o cca 8 % ve variantě 1 a o 13 % ve variantě 2. Rovněž u ostatních emisí dochází v obou variantách k jejich poklesu, v případě benzenu a formaldehydu ve variantě 2 až téměř o polovinu.

4. Výsledky

Pro hodnocení dopadů jsou využívány funkce koncentrace-odezva z poslední aktualizace metodiky ExternE [1]. V případě dopadů na zdraví, které jsou vázány na dílčí ohrožené skupiny populace, je věkové složení populace Prahy převzato ze statistiky ČSÚ za celou Prahu. Pro ocenění dopadů jsou používány monetární hodnoty obsažené v metodice ExternE.

Dopady ze stávajícího stavu

V následující tabulce jsou kvantifikovány dopady na lidském zdraví při stávající expozici emisím prachových částic PM_{2,5} a PM₁₀, SO₂, NO₂, benzenu, benzo(a)pyrenu a formaldehydu v hodnocené oblasti (nulová varianta). V posledních dvou sloupcích tabulky jsou uvedeny odhadnuté dopady (externí náklady) pro dolní a horní mez ročních průměrů koncentrací.

Tab. 2: Odhad externích nákladů z emisí znečišťujících látek pro výchozí stav (v tis. EUR₂₀₀₀ za rok)

Škodlivina	Dopad na zdraví	spodní odhad	horní odhad
PM _{2,5}	Zvýšené riziko úmrtí	228 165	260 989
PM _{2,5}	Dny s mírně omezenou aktivitou	12 296	14 064
PM _{2,5}	Dny pracovní neschopnosti	35 956	41 128
PM _{2,5}	Dny s omezenou aktivitou	17 452	19 721
PM ₁₀	Užití bronchodilátoru (dospělí)	48	59

PM ₁₀	Užití bronchodilátoru (děti)	4	5
PM ₁₀	Hospitalizace se srdečním onemocněním	128	155
PM ₁₀	Dětská úmrtnost (případ)	3 015	3 666
PM ₁₀	Chronická bronchitida	54 505	66 287
PM ₁₀	Příznaky nemocí dolních cest dýchacích (dospělí)	18 071	21 978
PM ₁₀	Příznaky nemocí dolních cest dýchacích (děti)	11 630	14 144
PM ₁₀	Hospitalizace s onemocněním dýchacích cest	207	251
SO ₂	Zvýšené riziko úmrtí	1 030	1 272
NO ₂	Zvýšené riziko úmrtí	2 552	3 063
NO ₂	Hospitalizace s resp. chorobami	47	57
Benzen	Rakovina	53	92
Benzo(a)pyren	Rakovina	36	75
Formaldehyd	Rakovina	30	57
Celkem		385 222	447 064

Zdroj: vlastní výpočet

Ekonomické dopady na zdraví obyvatel z emisí hodnocených znečišťujících látek jsou pro stávající stav odhadovány v rozmezí 385 až 447 mil euro za rok. Přibližně ¾ ekonomických škod připadá na dopady asociované s expozicí jemným prachovým částicím frakce 2,5 µm, zbývající část ekonomických škod pak je spojena zejména s dopady asociovanými s prachovými částicemi frakce 10 µm, podíl dopadů spojených s emisemi ostatních hodnocených znečišťujících látek nepřesahuje 1 % celkového dopadu.

Změna dopadů při realizaci nízkoemisní zóny

V následující tabulce (Tab. 3) jsou vyčísleny potenciální přínosy (záporné hodnoty), resp. dodatečné škody (kladné hodnoty), při realizaci nízkoemisní zóny dle uvažovaných variant. V ekonomickém vyjádření se tento odhad u realizace zóny ve variantě 1 pohybuje od přínosů ve výši 11,5 mil. euro po dodatečné škody ve výši 6,2 mil. euro, v procentuálním vyjádření vůči úrovni škod za stávajícího stavu od 3% snížení po 1,4% navýšení. V případě realizace nízkoemisní zóny dle varianty 2 se odhad efektů pohybuje od přínosů ve výši 18,8 mil. euro po dodatečné škody ve výši 2,2 mil. euro, v procentuálním vyjádření vůči úrovni škod za stávajícího stavu od 5% snížení po 0,5% navýšení.

Tab. 3: Zamezené ekonomické škody při realizaci nízkoemisní zóny (v tis. EUR₂₀₀₀ za rok)

škodlivina	dopad na zdraví	var1 - var0		var2 - var0	
		spodní odhad	horní odhad	spodní odhad	horní odhad
PM _{2,5}	Zvýšené riziko úmrtí	-6 016.53	3 753.17	-10 778.40	2 275.48
PM _{2,5}	Dny s mírně omezenou aktivitou	-504.83	314.92	-580.83	122.62
PM _{2,5}	Dny pracovní neschopnosti	-1 459.70	910.58	-1 698.54	358.59
PM _{2,5}	Dny s omezenou aktivitou	-730.14	494.94	-792.94	238.16
PM ₁₀	Užití bronchodilátoru (dospělí)	-1.56	0.40	-2.73	-0.44
PM ₁₀	Užití bronchodilátoru (děti)	-0.14	0.04	-0.25	-0.04
PM ₁₀	Hospitalizace se srdečním onemocněním	-4.13	1.07	-7.23	-1.18
PM ₁₀	Dětská úmrtnost (případ)	-97.74	25.36	-170.82	-27.79
PM ₁₀	Chronická bronchitida	-1 767.18	458.43	-3 088.48	-502.42
PM ₁₀	Příznaky nemocí dolních cest dýchacích (dospělí)	-585.91	151.99	-1 023.99	-166.58

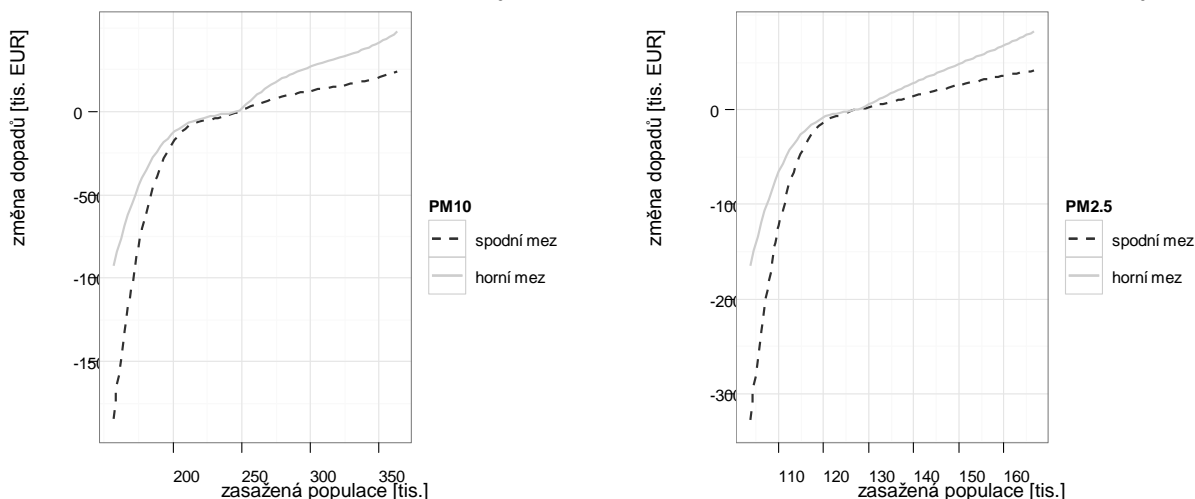
PM ₁₀	Příznaky nemocí dolních cest dýchacích (děti)	-377.07	97.82	-659.00	-107.20
PM ₁₀	Hospitalizace s onemocněním dýchacích cest	-6.70	1.74	-11.70	-1.90
SO ₂	Zvýšené riziko úmrtí	-4.67	3.02	-5.54	1.75
NO ₂	Zvýšené riziko úmrtí	-254.45	-7.03	-298.48	-25.69
NO ₂	Hospitalizace s resp. chorobami	-4.70	-0.13	-5.52	-0.47
Benzen	Rakovina	-27.68	0.55	-30.65	-1.13
Benzo(a)pyren	Rakovina	-21.06	7.61	-22.64	7.19
Formaldehyd	Rakovina	-29.85	1.90	-31.89	0.43
Celkem		-11 894	6 216	-19 210	2 169
Procentní změna oproti variantě 0		-3.1%	1.4%	-5.0%	0.5%

Zdroj: vlastní výpočet

Pozn.: záporná hodnota představuje potenciální přínos opatření oproti stávajícímu stavu.

Vedle prostého vyčíslení změny dopadů, lze dále zkoumat i rozložení přínosů a dodatečné zátěže v populaci hodnoceného území. Následující graf přibližuje rozložení přínosů, resp. dodatečných škod, při realizaci nízkoemisní zóny ve variantě 1. Na vodorovné ose je v tomto případě vynesena pouze populace, u níž dochází ke změně koncentrací prachových částic v důsledku zavedení nízkoemisní zóny. Pozitivní přínosy, tj. snížení koncentrací PM₁₀, pocítí v této variantě cca 247 tis. obyvatel hodnocení oblasti, dodatečnou zátěž pak ponese přibližně 116 tis. obyvatel. V případě PM_{2.5} pak pozitivní přínosy pocítí přibližně 127 tis. obyvatel, zatímco dodatečnou zátěž ponese cca 40 tis. obyvatel. Z obou grafů je patrné, že rozložení přínosů z uvažovaného opatření je ve srovnání s dodatečnými škodami relativně strmé.

Obr. 2. Rozložení přínosů či dodatečných škod v zasažené populaci při realizaci varianty 1

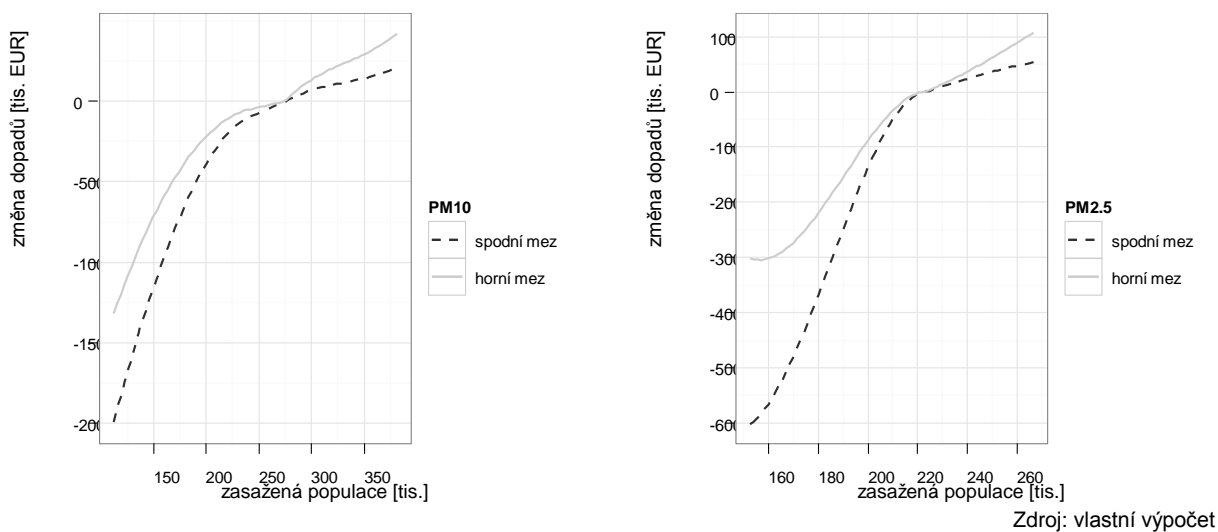


Zdroj: vlastní výpočet

Kumulativní rozdělení přínosů (resp. dodatečných škod) při realizaci nízkoemisní zóny ve variantě 2 pro frakce PM₁₀ a PM_{2.5} pak přibližuje následující graf. Snížení koncentrací PM₁₀, v této variantě pocítí cca 274 tis. obyvatel hodnocení oblasti, dodatečnou zátěž pak ponese přibližně 107 tis. obyvatel. V případě PM_{2.5} pak pozitivní přínosy pocítí přibližně 222 tis. obyvatel, zatímco dodatečnou zátěž

naproti tomu ponese cca 44 tis. obyvatel. Obdobně by bylo možné vyjádřit rozložení přínosů a dodatečných škod i pro ostatní hodnocené škodliviny.

Obr. 3. Rozložení přínosů či dodatečných škod v zasažené populaci při realizaci varianty 2



5. Závěr

Představené hodnocení zavedení nízkoemisní zóny v centrální části Prahy ukazuje, že přínosy v podobě zamezených externalit z emisí atmosférických znečišťujících látek se pohybují nejvýše v řádu jednotek procent působené externality (i když s poměrně diferenciovaným rozložením v populaci). Ačkoli uvnitř zóny dochází k určitému poklesu imisní zátěže, na hranici vytyčené zóny nastává situace opačná a dochází zde k nárůstu imisních koncentrací v důsledku objíždění zóny.

Přestože se jedná spíše o orientační modelový výpočet, jednoznačně ukazuje potřebu důkladné přípravy případného zavedení nízkoemisní zóny v Praze a zevrubného hodnocení různých variant – ať už toho jakým emisním třídám vozidel bude vjezd zakázán, tak i toho, jak bude stanovena samotná hranice zóny, neboť podstatný efekt bude dosažen pouze tehdy, pokud se objížděné trasy – využívané ve zvýšené míře vozidly neplnícími limity stanovené pro vjezd do nízkoemisní zóny – budou nacházet mimo hustě osídlené sídelní oblasti.

Literatura

- [1] BICKEL, P.; FRIEDRICH, R. *ExternE: Externalities of Energy; Methodology 2005 Update*. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 2005. ISBN: 9279004239 9789279004230.
- [2] FREEMAN, A. Valuing Environmental Health Effects – An Economic Perspective. *Environmental and Resource Economics*. 2006-07-01, vol. 34, no. 3, p. 347–363. DOI: 10.1007/s10640-006-9002-6.
- [3] FRIEDRICH, R.; BICKEL, P. *Environmental external costs of transport*. Berlin : Springer, 2001. ISBN: 3540422234, 9783540422235.
- [4] KAREL J. A KOL. *Zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze - modelové hodnocení kvality ovzduší. Studie pro COŽP UK*. Praha : ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o., 2011.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu TA02021165 „Integrované hodnocení rizik a dopadů na materiály, ekosystémy a zdravotní stav populace v důsledku expozice atmosférickým znečišťujícími látkám“ s finanční podporou TA ČR.

Assessment of benefits from introduction of low-emission zone in Prague city centre

Vojtěch Máca, Jan Melichar

Charles University Environment Center

J. Martího 2, 162 00 Praha 6

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

jan.melichar@czp.cuni.cz

Abstract

This paper presents an assessment of economic benefits of possible introduction of "low-emission zone" in the central part of Prague that will restrict the access of vehicles not meeting specified emission limits. Two variants were considered, in the first scenario the entry is banned for vehicles not meeting EURO 2 emission limit and in the second scenario access restriction applies to vehicles not meeting EURO 3 emission limit. The spatial extent of the zone was designed to cover the wider city centre, while allowing unrestricted access on the boundary roads of the zone. Using impact pathway approach based ExternE methodology the benefits in terms of reduced emissions of air pollutants were estimated, based on data from primary pollutants dispersion modelling. The scope is limited to impacts on human health, other effects caused by air pollution (as well as other externalities) are not covered. The results suggest that the introduction of low emission zone would likely lead to a tiny reduction of negative impacts by 1% and 2.3% respectively for a looser and stricter variant of low emission zone. A policy lesson from this exercise is that the prospective introduction of low emission zone in Prague should be preceded by thorough preparation and evaluation of alternative variants for efficient attainment of the objective(s) sought.

Aktualizovaná Cyklostrategie pro léta 2013 - 2020

Jaroslav Martinek

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

L9šeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jaroslav.martinek@cdv.cz

Abstrakt (v českém jazyce)

Vláda České republiky přijala usnesením vlády č. 678 ze dne 7. července 2004 Národní strategii rozvoje cyklistické dopravy České republiky (dále jen „Cyklostrategie“). Následně byla tato informace potvrzena ve vládním usnesení ČR ze dne 3. ledna 2007 č. 15 k Informaci o realizaci plnění úkolů a opatření uvedených v Cyklostrategii. V roce 2011 byla provedena rozsáhlá analýza plnění opatření Cyklostrategie z let 2004 – 2011 a současně byly zahájeny práce na její aktualizaci s předpokladem jejího předložení do Vlády ČR v průběhu roku 2013.

1. Úvodem

Vývoj cen benzínu v Evropě má jasný důsledek – lidé omezují jízdy autem a objevují výhody veřejné dopravy a jízdních kol. V sousedním Německu například dvě třetiny řidičů omezilo své cesty a snažilo se jezdit co nejúsporněji, celých 28 % přitom vyměnilo automobil za jízdní kolo. V minulosti měly ropné krize v zahraničí obvykle za následek zvýšení počtu cyklistů. Mnoho lidí si myslí, že Holandsko bylo cyklistickou zemí odjakživa, ve skutečnosti tu změnu přinesl až rok 1973. Po ropné a ekonomické krizi změnila země svoji politiku dopravy, výsledkem byl obrovský nárůst počtu cyklistů, v některých městech se uvádí až o 60% [1]. Zkusme tedy hovořit spíše o naší šanci, než o krizi.

Nejrůznější studie opakovaně prokázaly, že 50 % cest ve městech je kratší než 5 km. Na tuto vzdálenost je kolo obvykle rychlejší než automobil, jízda na něm je navíc zdravá a příjemná. Pro větší rozšíření jízdního kola je však třeba připravit cyklistům ve městech vhodné podmínky. Podpora cyklo dopravy nemůže být ovšem vnímána jako stavění nové infrastruktury pro pár nadšenců, které baví jezdit na kole. Je to jeden z nástrojů, jak řešit celkovou dopravní situaci v dnes již přeplněných městech. Rostoucí využívání jízdního kola pomůže také plynulosti dopravy ve městech, přispěje k lepšímu zdravotnímu stavu obyvatel, ale hlavně bude znamenat skok ve zvýšení bezpečnosti dopravy.

2. Aktualizovaná Cyklostrategie

I výše popsané důvody vedly Ministerstvo dopravy ČR k zahájení procesu přípravy aktualizované Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy ČR, která si klade za cíl zlepšit koordinaci mezi orgány státní správy, městy a obcemi na státní i regionální úrovni. Chce také zvýšit podíl cyklistické dopravy zejména ve městech a zlepšit efektivitu při výstavbě cyklistické infrastruktury.

Aktualizovaná Cyklostrategie má nahradit dosud platný vládní dokument, který schválila česká vláda v roce 2004. V současné době prochází nová Cyklostrategie [2] připomínkovacím řízením u ministerstev a dalších orgánů státní správy. Jízdní kolo patří do působnosti několika resortů, týká se totiž nejen dopravy a mobility, ale také regionálního rozvoje, životního prostředí a jízda na kole má vliv také na zdraví obyvatel.

První priorita Aktualizované Cyklostrategie se zabývá otázkou financování. Každoročně by tak měla být finančně podporována výstavba cyklistické infrastruktury ze Státního fondu dopravní infrastruktury (SFDI). Tento subjekt investoval v loňském roce do cyklostezek přes 256 milionů Kč a v roce 2012 bylo v návrhu rozpočtu SFDI 150 milionů. Se stejnou částkou se počítá i pro roky 2013 a 2014. Dále se navrhuje zapracovat do relevantních programových dokumentů možnost čerpání dotací pro cyklistickou dopravu ze Strukturálních fondů EU pro plánovací období 2014 – 2020. V rámci této priority by také mělo být zajištěno i financování cykloturistické infrastruktury, kde se počítá s podporou krajů, Ministerstva pro místní rozvoj, programu LESY 2020 a od roku 2014 také s financemi ze strukturálních fondů EU. Dále priorita počítá s podporou specifických forem výstavby cyklistické infrastruktury, mezi které patří využívání drážních těles po zrušených železničních tratích pro vybudování cyklistických stezek, či podpora vedení cyklistické infrastruktury podél vodních toků a na protipovodňových hrázích.

Druhou prioritou je zlepšit bezpečnost cyklistů na našich silnicích. K tomu by měla vést celá řada opatření, především cílené bezpečnostní kampaně, vyšší kontrola ze strany dopravní policie, ale také budování nové cyklistické infrastruktury především ze strany obcí, vše v souladu s **Národní strategií bezpečnosti silničního provozu na období 2011 – 2020**. Podle předpokladů by tato opatření měla v porovnání s rokem 2010 **snížit počet mrtvých cyklistů na českých komunikacích do roku 2020 o 50 %**, jak žádá Evropský parlament na základě svého usnesení ze září loňského roku. Součástí této priority budou také návrhy na úpravu české legislativy a technických podmínek.

Aby byly peníze vložené do cyklistické infrastruktury využity efektivně, je potřeba postupovat v souladu s koncepčními dokumenty, zahrnout cyklodopravu také do dalších územně-plánovacích dokumentů a vytvářet generely cyklistické dopravy. Ne všechna města tyto nástroje mají, stejně tak často chybí cyklokoordinátor, který by měl tyto procesy řídit. Dnes už víme, že dobrá řešení nemusejí být vůbec drahá. Česká města se zatím teprve učí využívat všech přínosů cyklistické dopravy. Pomoci by jim měla **třetí priorita** a její program **Národní cyklistické akademie**, jehož součástí budou výukové programy, školení, exkurze a další doprovodné akce. Vše bude dostupné na portále www.cyklokonference.cz, včetně tzv. CYKLISTICKÉ DESATERO, které širokou škálu témat z oblasti podpory cyklistické dopravy rozděluje do deseti bloků: 1. Politika a strategie, 2. Vedení a zodpovědnost, 3. Legislativa, 4. Cyklistická infrastruktura & územní plánování, 5. Public Relations, 6. Bezpečnost cyklistické dopravy, 7. Výzkum, 8. Management, 9. Financování cyklistické infrastruktury, 10. Cykloturistika.

Akce jsou realizovány zejména prostřednictvím kooperace dvou mezinárodních projektů Central MeetBike a Mobile 2020, kdy budou využity poznatky z Německé cyklistické akademie, projektu Německého institutu pro urbanistiku (Difu) pro německou vládu a dále z Technických Universit v Drážďanech (TUD) a v Hamburku (TUHH), Institutu pro sociálně-ekologický výzkum (ISOE) se sídlem ve Frankfurtu n. M. a nizozemské cyklistické konzultační společnosti International Bicycle Consultancy (IBC).

Čtvrtá priorita podporuje vznik nového národního projektu Česko jede, který je zaměřen na komplexní podporu cykloturistiky a dalších forem bezmotorové dopravy a aktivní turistiky v ČR. Jeho cílem je zejména zpracování srozumitelné a atraktivní nabídky pro cykloturisty a poskytnutí přehledné a kvalitní informace českým a zahraničním cykloturistům (ať už dálkovým, teréním či rekreačním) o možnostech cykloturistiky ve všech regionech ČR na webu i v tištěných materiálech.

DŮLEŽITÉ DOKUMENTY:

- **Dopravní politika České republiky pro léta 2005–2013** („Dopravní politika“) schválená usnesením vlády č. 882 ze dne 13. července 2005.
- **Národní strategii rozvoje cyklistické dopravy ČR** schválila dne 7. července 2004 vláda České republiky usnesením 678.
- **Národní strategie bezpečnosti silničního provozu na období 2011 – 2020** byla schválena usnesením Vlády České republiky ze dne 10. srpna 2011 č. 599.
- **Usnesení Evropského parlamentu ze dne 27. září 2011** o evropské bezpečnosti silničního provozu v letech 2011–2020.

3. Národní pracovní skupina

První verze aktualizované Cyklostrategie již spatřila světlo světa a nyní je na řadě její dlouhé projednávání, které bylo zahájeno dne 3. dubna 2012 meziresortní, na které se sešli zástupci pěti ministerstev – Ministerstva dopravy, Ministerstva pro místní rozvoj, Ministerstva zdravotnictví, Ministerstva zemědělství a Ministerstva pro životní prostředí. Tato schůzka vytvořila základ **národní pracovní skupiny** pro přípravu Aktualizované Cyklostrategie, podle které se bude řídit cyklistika v dalších letech. Tato národní pracovní skupina se bude postupně doplňovat o kompetentní zástupce dalších organizací, kterých se Národní cyklostrategie dotýká. Mezi ně budou patřit i města tzv. Uherskohradištské charty [3], jejichž zástupci se poprvé sešli 24. a 25. dubna v Jihlavě.

Národní pracovní skupina vzniká jako volné uskupení osob a organizací, jejichž práce souvisí s používáním jízdního kola. Jedná se o politicky neutrální tematické uskupení zástupců měst, státních, neziskových a zájmových, případně soukromých subjektů a odborníků územního a dopravního plánování fungující na celostátní, regionální a místní úrovni. Kromě zástupců ministerstev a cyklokoordinátorů z měst do něj budou patřit i cyklokoordinátoři z krajů, zástupci Policie ČR, České centrály cestovního ruchu - CzechTourism, dopravních společností a neziskového sektoru, stejně jako profesních a zájmových sdružení.

Společným cílem je dlouhodobá a systematická podpora cyklodopravy a její propagace na místní, regionální, ale i celostátní úrovni tak, aby postupně začínalo docházet ke kontinuálnímu odklonu od individuální automobilové dopravy k dopravě cyklistické a to především v městských aglomeracích a na kratší vzdálenosti (do 10km).

Mezi konkrétní cíle lze zařadit:

- 1) vytvořit a postupně vylepšovat vhodné podmínky pro rozvoj cyklodopravy,
- 2) formou dlouhodobé odborné spolupráce zajistit předávání existujících cyklo dopravních znalostí, zkušeností a know-how,

- 3) umožnit výměnu a další rozvoj těchto znalostí, zkušeností a know-how z oblasti cyklo dopravy,
- 4) dlouhodobě a systematicky podporovat implementaci vhodných cyklo dopravních opatření v českých městech,
- 5) chránit cyklo dopravní zájmy.

Snahou národní pracovní skupiny je propagace a postupná implementace cyklo dopravních opatření na celostátní úrovni. Tento úkol s sebou přináší nutnost jak upravení legislativy, tak i ovlivnění distribuce finančních prostředků a vytyčení politického směru, umožňující prosazení nezbytných opatření. Především, ale závisí na změně v porozumění a vnímání dopravy veřejností. Dosažení úspěchu vyžaduje zapojení nejen měst, ale i státních subjektů a zkušených odborníků atd.

4. Pojmy „Komunikace, podpora, spolupráce, propagace“

Podporou cyklo dopravy se rozumí kolektivní snaha o vhodná cyklo dopravní opatření a jejich implementace. Tato aktivita musí být účelně posílena komunikací jak mezi členy té či oné vrstvy, tak i komunikací „mezi-vrstevní“. Komunikace mezi všemi účastníky má za cíl 1) výměnu postojů a názorů pro úspěšné formulování konsensu 2) výměnu praktických zkušeností v procesu dosažení shody 3) dosažení rozhodnutí, které budou v zájmu všech.

Aktivity a úspěchy národní pracovní skupiny musí být komunikovány s veřejností za použití co nejširšího spektra komunikačních nástrojů – internetové stránky, newsletter, celonárodní konference, výroční setkání účastníků skupin, zápisy ze setkání, tiskové zprávy, využití místních, regionálních a celostátních médií.

Dalším důležitým aspektem podpory cyklo dopravy je rovněž intra a mezi-vrstevní spolupráce při zvyšování povědomí o realizovaných opatřeních v jiných městech.

Propagaci cyklo dopravy rozumíme především činnost vedoucí ke všeobecnému obeznámení veřejnosti s pozitivními aspekty cyklo dopravy a možnostmi jejího využití v českých městech. V obecné rovině jde především o PR kampaně, používání marketingových nástrojů, rozšiřování celonárodní sítě měst, organizace soutěží a místních, regionálních i celostátních cyklistických akcí.

Očekávání:

- 1) Zahájení cyklo dopravního dialogu na celostátní úrovni za účasti měst, ministerstev, odborné i laické veřejnosti a subjektů neziskového/nestátního sektoru.
- 2) Určení kolektivního cíle, který bude dále definován ve formě krátkodobých, střednědobých a dlouhodobých plánů (strategie) vedoucích k vytvoření pozitivního nátlaku za účelem ovlivnění relevantní legislativy a umožnění vzniku vhodného prostředí k rozvoji cyklo dopravy v českých městech.
- 3) Vytvoření studijních osnov pro další vzdělávání a přenos cyklo dopravních znalostí a know-how (jaké znalosti a zkušenosti česká města postrádají, na co se v budoucnu zaměřit).
- 4) Výměna existujících znalostí a zkušeností a jejich úprava tak, aby byla na míru šitá českým městem.
- 5) Ustanovení komunikačních kanálů
- 6) Inicie vlastní cyklo dopravní akcí a programů

Literatura

- [1] Video “Jak přišli Holanďané ke svým cyklostezkám”
<http://www.youtube.com/watch?v=XuBdf9jYj7o>
- [2] Aktualizovaná Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy České republiky pro léta 2013–2020 je dokument, který má nahradit stávající Národní strategii rozvoje cyklistické dopravy ČR, kterou přijala vláda svým usnesením č. 678 ze dne 7. července 2004 - www.cyklostrategie.cz
- [3] Uherskohradištská charta byla vyhlášena a poprvé podepsána 31. 5. 2011. Podrobnosti o dokumentu a signatářských městech jsou k dispozici na www.cyklomesta.cz.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV „Stanovení principů a metod rozvoje cyklistické infrastruktury“ č. CG723-071-120) financovaného Ministerstvem dopravy ČR a jako součást realizace projektu Central MeetBike, který je realizován prostřednictvím programu CentralEurope, který je spolufinancován ERDF

Updated Cycling Strategy for the years 2013 – 2020

Jaroslav Martinek

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

L9šeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: jaroslav.martinek@cdv.cz

Abstrakt (v anglickém jazyce)

Government of the Czech Republic adopted the Czech National Cycling Development Strategy (hereinafter Cycling Strategy) by Government Resolution No. 678 of 7 July 2004. Subsequently, this information was confirmed in the Government Resolution No. 15 of 3 January 2007 on Information on the implementation of the tasks and measures set out in Cycling Strategy. In 2011, an extensive analysis of the implementation of measures set in the Cycling Strategy in the years 2004 to 2011 was performed, while its updating was initiated with the assumption of submitting it to the Government during 2013.

Zásady pro řešení problematiky fragmentace krajiny dopravou

Petr Anděl

EVERNIA s.r.o.

1. Máje 97, 460 01 Liberec

e-mail: andel@evernia.cz

Abstrakt

Fragmentace krajiny dopravou a realizace opatření k její minimalizaci je velmi složitou a často diskutovanou problematikou. V následujícím příspěvku jsou uvedeny hlavní zásady celkového řešení, zaměřené především na okruhy: fragmentace krajiny a biodiverzita, fragmentace krajiny a migrace živočichů, ochrana ekologických sítí, celkové koncepce řešení a řešení v jednotlivých etapách investiční přípravy. Podrobnosti včetně opatření pro jednotlivé skupiny živočichů a doporučení pro návrhy migračních objektů jsou uvedeny v publikaci „Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy“ /1/. (www.evernia.cz)

1. Úvod a základní pojmy

Změny v krajině. Naše krajina prochází v posledních desetiletích zásadními změnami. Nové silnice a dálnice, průmyslová i sídelní infrastruktura vytváří bariéry, které jsou pro řadu živočichů neprůchodné. Dříve souvislý krajinný prostor se štěpí na stále menší a menší části, které již nemohou plnit své ekologické funkce. Tomuto jevu se říká fragmentace krajiny (z lat. fragmentum – zlomek, úlomek). Vztaženo na konkrétní druhy živočichů hovoříme o fragmentaci populací.

Fragmentace a biodiverzita. Fragmentace krajiny je celosvětově považována za jednu z největších hrozeb pro zachování biodiverzity. Organismy pro svoji existenci potřebují nejen prostory, kde žijí, ale i sítě cest, které umožňují jejich pohyb a výměnu genetických informací. Tuto spojovací funkci plnila dříve naše krajina víceméně automaticky. Dnes tomu ale již tak není. Proto i ochrana přírody musí přistoupit k záchraně funkčních zbytků ekologické sítě a k aktivnímu vytváření sítí nových.

Pojem migrace. Pro popis vztahu mezi živočichy a dopravou je zapotřebí zavést řadu odborných pojmů. Předkládané zásady mají praktické zaměření, a proto pro snazší srozumitelnost používají některé termíny v trochu odlišném smyslu, než je jejich přesný vědecký obsah. Týká se to především pojmu migrace. Ten je zde používán jako souhrnný pojem popisující veškeré pohyby volně žijících živočichů v krajině, přestože jeho ekologický význam je užší a týká se především pravidelných pohybů mezi geograficky odlišnými územími. Hlavním důvodem je jednoslovnost tohoto termínu, a tím i možnost jeho racionálního využití v podobě přídavného jména (migrační). Migračním profilem se rozumí prostor, ve kterém dochází ke křížení migrační cesty s komunikací. Stavební objekty (nadchody a podchody), které umožňují překonání komunikace, se označují obecně jako migrační objekty.

2. Fragmentace krajiny a migrace živočichů

Migrace a mortalita. Pro populace živočichů vyplývají při kontaktu s dálniční nebo silniční bariérou dvě základní rizika: (i) fragmentace dílčích populací

a snižování jejich vitality v důsledku izolace od ostatních; (ii) mortalita živočichů, kteří se neúspěšně pokoušeli komunikaci překonat. Obě rizika se vzájemně prolínají a při návrzích opatření jdou často proti sobě. Úplné oplocení sice zabrání vstupu živočichů na komunikaci, ale povede k izolaci populací. Z toho vyplývá i základní teze o nutnosti kombinovat oplocení komunikace s dostatečným počtem migračních objektů.

Bezpečnost silničního provozu. Opatření na snižování fragmentace krajiny a mortality živočichů na komunikacích se týkají nejen ochrany přírody, ale mají i zásadní význam pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Vysoce rizikové jsou srážky osobních aut s většími druhy savců (v naší krajině především srncem, divokým prasetem a jelenem). Dopravní nehodou může skončit i nepředvídatelné chování řidičů při setkání s kličkujícím zajícem na silnici nebo snaha vyhnout se lišce či ježkovi. Z toho vyplývá, že řešíme-li ochranu živočichů, přispíváme tím i ke zvýšení bezpečnosti dopravy.

3. Ochrana ekologických sítí

Územní systém ekologické stability krajiny (ÚSES). Jedná se o ucelený hierarchický systém ochrany vhodných biotopů pro trvalou existenci organismů (biocenter) a propojovacích prvků (biokoridorů a interakčních prvků). Je zakotven v legislativě ochrany přírody a v územním plánování. Je základem pro vytváření ekologické sítě. Základní předností ÚSES je systémový přístup k řešení, celorepubliková působnost, provázanost s územním plánováním a realizací konkrétních opatření v krajině a také dlouhodobé zkušenosti.

ÚSES a dálkové migrace. Nevýhodou ÚSES je, že neposkytuje dostatečnou ochranu pro dálkové migrace velkých savců. Hlavním důvodem je skutečnost, že jeho metodika umožňuje plánovat biokoridory s přerušením nepropustnou bariérou (i v desítkách metrů). Takto přerušené biokoridory jsou pro praktickou migraci velkých savců nepoužitelné. „Velcí savci“ tvoří přitom velmi důležitou skupinu živočichů. Patří sem čtyři zvláště chráněné druhy (rys ostrovid, los evropský, vlk obecný a medvěd hnědý) a jelen lesní. Důvodem pro jejich ochranu je (kromě ochrany druhů samotných) skutečnost, že představují reprezentanty širokého spektra lesních druhů. Proto byla pro ochranu průchodnosti krajiny pro dálkové migrace velkých savců navržena samostatná koncepce.

Koncepce ochrany průchodnosti krajiny pro velké savce. Koncepce je založena na vymezení a ochraně tří hierarchicky uspořádaných jednotek: (i) migračně významná území (MVÚ) – jsou nejvyšší vymezenou jednotkou a zahrnují místa vhodná jak pro trvalý výskyt, tak pro zajištění migrační průchodnosti. Zaujímají cca 42 % rozlohy ČR. Základním regulativem je povinnost začleňovat hlediska fragmentace krajiny do územního plánování a investiční přípravy; (ii) dálkové migrační koridory (DMK) – jsou liniové struktury uvnitř MVÚ délky v desítkách km a šířky cca 500 m. Jejich cílem je zajištění alespoň minimální, ale dlouhodobě udržitelné průchodnosti krajiny pro velké savce. Celková délka DMK v ČR je cca 10 000 km. Místa, která jsou dnes neprůchodná, ale do budoucna by bylo technicky reálné je zprůchodnit, jsou označována jako kritická (celkem 29). Místa, která jsou dnes sice ještě průchodná (byť obtížně), ale u nichž je vážné riziko zastavení, se označují jako místa problémová (celkem cca 200); (iii) migrační trasy (MT) představují konkrétní technické řešení migračních profilů v rámci investiční přípravy a budou součástí jednotlivých projektů komunikací. Mapy MVÚ a DMK pro celou ČR poskytuje AOPK ČR /2/.

4. Celková koncepce řešení

Při minimalizaci bariérového efektu a mortality na komunikacích je třeba vzájemně propojit tři okruhy otázek: (i) pro koho je dané řešení navrženo, tj. jakých druhů živočichů se týká, (ii) jaké řešení je navrženo, tj. jaký typ opatření je třeba přijmout, (iii) jak uskutečnit dané řešení, tj. jakým způsobem realizovat daná opatření v rámci investiční výstavby. Při všech návrzích se vychází z obecných zásad, které se aplikují na konkrétní místní podmínky. Využívá se přitom řady metodických nástrojů jako např. migračního potenciálu.

Obecné zásady. Při návrhu opatření na snižování bariérového efektu a mortality na komunikacích se vychází z následujících obecných zásad: (a) nutnost řešení pro všechny relevantní druhy živočichů, (b) opatření na snížení bariérového efektu jsou povinnou kompenzací při přípravě všech nových pozemních komunikací a při rekonstrukci stávajících komunikací, (c) řešení problematiky fragmentace je povinné ve všech stupních investiční přípravy, (d) je třeba rovnocenně respektovat složku biotickou i technickou, (e) účinnost navrženého opatření je funkcí ekologických podmínek a technického řešení, (f) je nutný individuální přístup k řešení jednotlivých konkrétních opatření, (g) za prioritní je považováno využívání primárně navržených objektů a jejich optimalizace před výstavbou nových speciálních objektů, (h) optimální je kombinovat opatření, která umožňují průchod přes komunikace a opatření, která zabraňují vstupu na komunikaci.

Migrační potenciál. Koncepce migračního potenciálu je pomůckou pro navrhování migračních objektů. Vychází ze skutečnosti, že pro úspěšné fungování migračního objektu musí být současně splněny jak vhodné ekologické podmínky (označované jako migrační potenciál ekologický – MPE), tak vhodné technické parametry (migrační potenciál technický – MPT). Celková pravděpodobnost funkčnosti objektu (migrační potenciál – MP) je definovaná jako součin MPE a MPT. Jako pravděpodobnostní veličina nabývá migrační potenciál hodnot v intervalu od 0,0 (zcela nevyhovující) do 1,0 (ideální podmínky). Migrační potenciály se stanovují expertním odhadem.

5. Řešení v jednotlivých etapách investiční přípravy

Investiční příprava pozemních komunikací je složitý proces, ve kterém se řeší uskutečnění technických i organizačních záměrů od koncepce až po vlastní realizaci. Ve vztahu k řešenému tématu zde platí tyto hlavní zásady: (i) zařazení problematiky fragmentace krajiny a migrace živočichů do rozhodování ve všech stupních investiční přípravy; (ii) zpracování odborných podkladových materiálů pro rozhodování (tzv. migračních studií). Realizace migračních opatření je složitou a ekonomicky náročnou oblastí. Proto pro kvalitní rozhodování je třeba (analogicky k řešení hlukové zátěže) vycházet z podrobných odborných podkladů. Migrační studie jsou požadovány ve třech navazujících stupních: strategická – rámcová – detailní.

Etapu celostátní koncepce a SEA. Je etapou, ve které se připravují koncepční materiály pro rozvoj dopravy i pro strategii ochrany životního prostředí. Povinnou součástí projednání je proces strategického hodnocení vlivů na životní prostředí (SEA). V jeho rámci by měla být řešena i problematika fragmentace krajiny jako jeden z faktorů udržitelného rozvoje. Odborným podkladem a zároveň součástí SEA je strategická migrační studie.

Etapu výběru dopravních koridorů a územního plánování. Je základní etapou, ve které musí být řešena koordinace rozvoje dopravy a další infrastruktury s koncepcí ochrany průchodnosti krajiny (MVÚ a DMK). V rámci územního plánování

je třeba zajistit, aby nedošlo k přerušení DMK a aby realizace migračních opatření na komunikacích nebyla znehodnocena jinou vzájemně nekoordinovanou aktivitou. Odborným podkladem je strategická migrační studie.

Etapa výběru trasy a procesu EIA. V této etapě dochází k výběru výsledné trasy komunikace z několika variant. Fragmentace krajiny a migrační průchodnost je jedním z kritérií při výběru optimální varianty. Odborným podkladem je rámcová migrační studie jako součást dokumentace EIA. Hodnotí se především celková možnost zajištění průchodnosti trasy, nikoliv detaily migračních objektů. Při návrzích se vychází zejména z využití primárně navržených objektů a z jejich dílčí optimalizace formou úpravy rozměrů, realizací naváděcích prvků apod.

Etapa územního řízení. V této etapě dochází k definitivnímu umístění trasy do území včetně přesné lokalizace migračních objektů. Odborným podkladem je detailní migrační studie. V ní jsou podrobně rozpracovány veškeré parametry nejen migračních objektů (konstrukce, rozměry, charakter podmostí, vegetační úpravy, naváděcí prvky, eliminace rušivých vlivů aj.), ale i dalších opatření (oplocení, bariéry pro obojživelníky, protihlukové stěny, vegetační úpravy, návaznost na okolní krajinu aj.). Definitivně zde musí být dořešena návaznost na jiné objekty, které by mohly migrační opatření narušit.

Etapa stavebního řízení. V této etapě se řešení stanovené v územním řízení rozpracovává do formy detailních projektů. Požadavkem je, aby na konečných technických projektech migračních opatření spolupracoval s technikem vždy ekolog. Ten potvrdí v rámci technických zpráv k objektům, že zpracování je v souladu s požadavky územního rozhodnutí.

Etapa realizace. Ve fázi realizace se na stavbě uplatňují dva subjekty, které zajišťují správnou realizaci projektu a minimalizaci dopadů stavby na životní prostředí: (i) ekodozor stavby, (ii) ekologická služba. Ekodozor stavby zastupuje investora a dohlíží na dodržování zájmů ochrany přírody při výstavbě, a tedy i na správnou realizaci migračních opatření. Ekologická služba se uplatňuje na velkých stavbách, je najímána investorem a realizuje řadu odborných činností souvisejících s ochranou rostlin a živočichů (např. transfery).

Etapa provozu. V etapě provozu se činnost zaměřuje (i) na údržbu a prohlídky objektů – probíhá podle platných technických norem, (ii) monitoring využívání objektu. Jeho cílem je získat odpovídající zpětnou vazbu pro optimalizaci nejen daného objektu, ale i pro výstavbu objektů dalších. Monitoring se provádí tehdy, když byl uložen jako podmínka v územním nebo stavebním řízení. Specifikace objektů, u kterých se bude monitoring realizovat, jeho rozsah a způsob provedení by měl být stanoven plánem monitoringu, který provozovatel předloží ke schválení orgánu ochrany přírody.

6. Závěr

Ochrana přírody se dostává do zlomového bodu. Současné zaměření především na biotopovou ochranu je nyní nutné rozšířit i na ochranu krajinných sítí. Opatření sumarizovaná ve výše uvedených zásadách mohou významně přispět k ochraně krajiny před fragmentací a k zachování biodiverzity naší přírody.

Literatura

- [1] ANDĚL, P., BELKOVÁ, H., GORČICOVÁ, I., HLAVÁČ, V., LIBOSVÁR, T., ROZÍNEK, R., ŠIKULA, T. et VOJAR, J.: Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy. – Evernia, Liberec, 2011, 154 s.
- [2] ANDĚL, P., MINÁRIKOVÁ, T. et ANDREAS, M. /eds./: Ochrana průchodnosti krajiny pro velké savce. – Evernia, Liberec, 2010, 137 s.

Poděkování

Tato práce vznikla jako součást řešení projektu VaV "Zvyšování účinnosti migračních objektů na dálniční a silniční síti v ČR" č. VaV-SP/2D1/11/07, financovaného Ministerstvem životního prostředí ČR.

General principles for landscape protection against fragmentation by traffic

Petr Anděl

EVERNIA Ltd.

1. Máje 97, 460 01 Liberec, Czech Republic

e-mail: andel@evernia.cz

Abstract

Landscape fragmentation by traffic and practical solution to reduce the barrier effect represents very complicated problem. This paper presents general principles for practical solutions focused in the following areas: landscape fragmentation and biodiversity, landscape fragmentation and wildlife movement, conservation of ecological networks, overall concept of solutions and solutions at individual stages of investment preparation. The details including solutions for individual categories of animals and recommendations for desing of wildlife passages are in the book „Permeability of road and highway network for wildlife“/1/ (www.evernia.cz).

Automatické parkovací systémy - ekologické a optimální řešení dopravy

Ing. David Kotajny, MBA

KOMA - Industry s.r.o.

Ruská 514/41, 706 02 Ostrava - Vítkovice

e-mail: david.kotajny@komaindustry.cz

Abstrakt

Automatické parkovací systémy KOMA Parking představují koncept moderního sofistikovaného řešení parkování vycházejícího z českého know-how. Systém představuje parkování bez přítomnosti řidiče – tzn. automobil je po ustavení na paletu sám zaparkován a vyparkován na základě počítačově řízeného procesu. Tímto odpadá pojiždění vozidla po parkovišti a eliminuje znečištění životního prostředí výfukovými plyny. Klíčovou výhodou je zejména úspora až 50% prostoru oproti konvenčnímu parkování, tedy mnohem menší nároky na prostor.

1. Úvod

Parkování vozidel se stává čím dál větším problémem měst a městských částí. Tato otázka v hustě zastavěných lokalitách, centrech měst či památkových rezervacích je stále palčivějším problémem, pro nějž hledají efektivní řešení města stejně jako privátní investoři. Přestože nedostatek prostor v exponovaných územích a napjatý rozpočet příliš šancí nedává, naše společnost KOMA - Industry s.r.o. přichází s možnou odpovědí. Automatické parkovací systémy (APS) KOMA Parking vyřeší nejen úspory místa a financí v jednom, ale zároveň chrání i naše životní prostředí.

Systémy KOMA Parking představují integrované povrchové i podzemní automatizované „parkovací domy“ s kapacitou od dvou po několik stovek parkovacích míst. Lze je implementovat do památkově chráněných objektů, stávajících i připravovaných komplexů, kancelářských budov, úřadů, hotelů, nemocnic, bytových, panelových a rodinných domů, ale i veřejných prostor. Osvědčí se všude tam, kde jsou pozemky příliš nákladné nebo není dostatek prostoru pro klasické řešení parkování nebo navýšení stávající parkovací kapacity. Progresivně řeší parkování v centrech měst, stejně jako na nádražích či sídlištích.

2. Způsob parkování

V porovnání s běžnými parkovacími prostory a parkovacími domy se automatizované systémy KOMA Parking odlišují především způsobem parkování. Zatímco v klasických parkovacích domech či podzemních parkovištích řidič absolvuje jízdu přes několik pater a ztrácí čas hledáním místa (a následně vozu), v systému KOMA Parking vjíždí do připraveného boxu, odebere parkovací lístek a odchází. Zároveň se tímto parkováním šetří i životní prostředí, kdy odpadá při hledání volného místa popojiždění automobilu a tím se omezuje vznik nechtěných emisí vypouštěných do ovzduší. Automobil je v automatickém režimu dopraven do místa zaparkování již bez přítomnosti řidiče. Na základě parkovacího lístku systém místo identifikuje a přistaví vozidlo zpět k odebrání.

Parkování je daleko rychlejší a komfortnější a současně je systém koncipován i pro hendikepované, kteří mohou využívat neomezený počet parkovacích míst. Nosnost palety do 3 tun zaručí bezproblémové parkování i pro větší a modernější vozy nebo dodávky.

3. Porovnání parkovacích zařízení

1. Výhody automatizovaných parkovacích domů

a) Bezpečnost

- automobil je zabezpečen proti zcizení, poškození a vykradení. Parkovací prostor v jednotlivých patrech je chráněn proti vstupu nepovolané osoby
- prostor pro zaparkování je permanentně snímán průmyslovou kamerou a je po celou dobu osvětlen. Prostor je pod stálou kontrolou řídicího systému
- najíždění do prostoru parkování je provedeno jednoduchým naváděním světelných zařízení a zároveň mechanickým naváděním na paletě
- dostatečně širokému prostoru pro výstup, takže nedochází k omezení výstupu i u tělesně handicapovaných řidičů
- je vyloučeno obtížné najíždění, couvání a tím i poškození vozidel
- systém je vybaven záložními zdroji a tím i při výpadech energie je schopen provozu
- systém umožňuje v daných lokalitách hromadné parkování na malém prostoru a tím uvolňuje komunikace a zlepšuje provoz. Záchranný integrovaný systém má lepší podmínky pro své nezbytné zásahy
- permanentní servis pod kontrolou KOMA Servis, nonstop servisní služba
- je eliminován vznik nebezpečných a stresových situací, zejména pro ženy a starší lidi

b) Ekologie

- systém je vybaven paletou, ve které je možno např. v zimě nebo za deště shromažďovat odkapávající vodu. Při dojezdu do místa odbavení je z palety automaticky voda vypouštěna. Voda je pak přes odlučovač ropných látek odváděna do kanalizace
- hlučnost zaplášťovaného zařízení je pod hranicí 40 dB
- při samotném zaparkování automobilu není v provozu motor a tím dochází ke značné úspoře pohonných hmot a k minimalizaci emisí
- vzhledem k zabranému prostoru je možno okolí osadit zelení

c) Technologie

- celé zařízení je provozováno pouze na mechanických principech,
- vysoká využitelnost prostoru
- použití progresivního pohonů
- omezení vlivu vibrací a hluku na okolí
- dlouhodobá životnost
- APD se skládá ze šroubované konstrukce – možnost nedestruktivní demontáže a zpětné montáže na jiném místě

d) Ostatní

- ochrana automobilu proti vlivu povětrnosti při parkování
- rychlost odbavení
- variabilnost
- rychlost dodání
- vnější opláštění lze vhodně urbanisticky integrovat do okolí
- Možnost komerčního využití přízemních prostor.

2. Vhodnost umístění automatizovaných parkovacích domů

a) Obecné zásady vhodnosti umístění a používání

- nevhodné pro nákupní centra, kde se zajíždí s nákupními vozíky k automobilům
- možnost nadzemního, podzemního nebo kombinovaného provedení APD v návaznosti na lokalitu.
- vhodné pro – úřady, odbavovací dopravní terminály, záchytná parkoviště, sídliště
- odbavovací možnosti podobné vjezdovým parkovacím domům, ale u APD je zřejmá eliminace zplodin
- na základě řízeného odbavování možno navázat na dopravní řízení provozu – propustnost určitého množství aut na základě frekvence dopravy
- dosud neznalost obyvatel s automatickými systémy. Proto prozatím preference:
 - Volná plocha
 - Betonové parkovací domy
 - Automatizované parkovací domy
- Odbavování
 - APD mají většinou vícenásobný počet vjezdů a výjezdů oproti klasickým. Tímto jsou schopny se buď v rychlosti odbavení vyrovnat nebo předčit klasické.
 - při parkování v klasických domech řidič koná činnost tím, že zaplatí, jde pro auto, odjíždí. Nevnímá tolik kolik času stráví. Pro klasické domy se počítá cca 10 – 20 min. na opuštění parkovacího domu. Při odbavování v APD zákazník čeká na svůj automobil (do 3 minut) a vnímá silněji faktor času. Proto se doporučuje rozptýlení čekajícího – vizualizace, promítání reklam apod.
 - oproti klasickým parkovacím domům je v APD více bezpečnosti pro chodce při příjezdu a odjezdu automobilů.
 - v APD je větší komfort při parkování a vyparkování – v APD je parkovací místo jednoznačně dáno a čeká na zákazníka, který zná přesně místo odbavení
 - APD KOMA je vybaven monitorováním příjezdových aut a každé je nafoceno – pro případ ztráty lístku, eventuálně pro rozpoznání SPZ z důvodu odcizených aut, což je po napojení na policejní databázi prováděno automaticky.

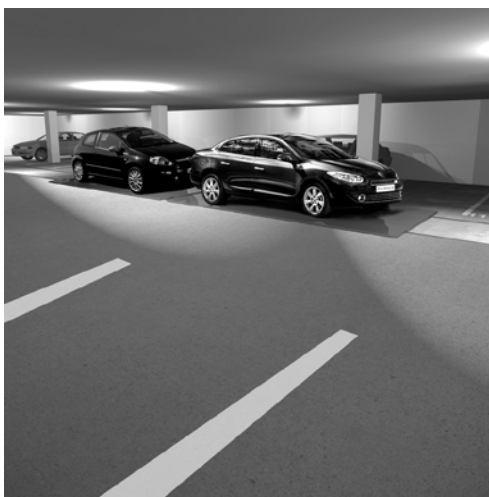
- APD je vybaven možností přivolání automobilu za účelem uschování věci do auta nebo její vyzvednutí a opětovného zaparkování bez nutného výjezdu z parkovacího domu.
- APD je možno dovybavit jednotnou platební filosofií pro následnou hromadnou dopravu
- APD lze zahrnout do integrovaného dopravního informačního systému o volných parkovacích místech

4. Nabízené produkty APS (Automatické Parkovací Systémy) – základní koncepční varianty řešení

Sedm základních koncepčních řešení pokrývá celou škálu potřeb od malých řešení pro rezidentní parkování rodinných domů až po komplexní parkovací systémy sídlišť, nemocnic, měst apod. Vzhledem k modularitě produktu lze v podstatě vyhovět jakémukoliv požadavku zákazníka co do technického, stavebního i architektonického řešení, provedení v nadzemní, podzemní i kombinované variantě. Garantujeme vysokou kvalitu produktů i služeb, příznivé ekonomické podmínky, komplexní poradenství a profesionální přístup.

KOMA PALLET

Poloautomatický, cenově nejvýhodnější systém nezávislého parkování. Parkované automobily jsou uloženy na palety vedle sebe buď kolmo nebo rovnoběžně s komunikací (obr.1).



Obr. 1. KOMA PALLET

KOMA LIFT

Poloautomatický, cenově výhodný systém parkování s uložením automobilů na palety nad sebou. Ve variantě závislého i nezávislého parkování. Vhodný pro rezidentní parkování (obr.2).



Obr. 2. KOMA LIFT

KOMA MULTI LIFT

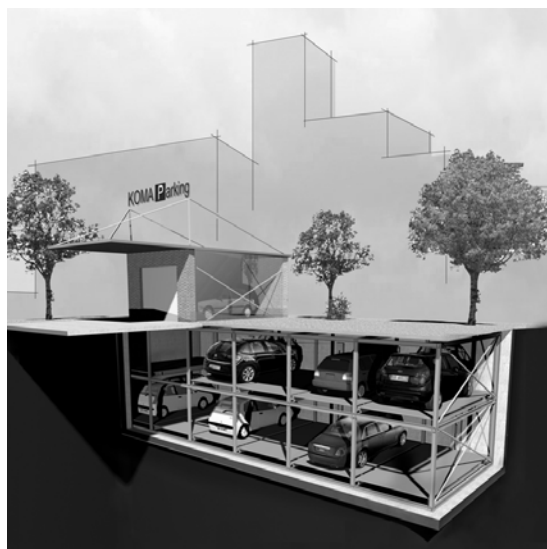
Automatický systém nezávislého parkování s uložení automobilů na palety nad sebou a vedle sebe. Objekt má více samostatných vjezdů. Cenově výhodné řešení (obr.3).



Obr.3. KOMA MULTI LIFT

KOMA DECKER

Automatický systém nezávislého parkování, vhodný pro úzké a delší pozemky s omezeným příjezdem k objektu (obr.4).



Obr.4. KOMA DECKER

KOMA TOWER

Automatický systém nezávislého parkování. Dle potřeby může být sestaveno několik provedení vedle sebe nebo také za sebou. Vhodný pro malé prostory obdélníkového typu (sídlíště) (obr.5).



Obr. 5. KOMA TOWER

KOMA MULTI TOWER

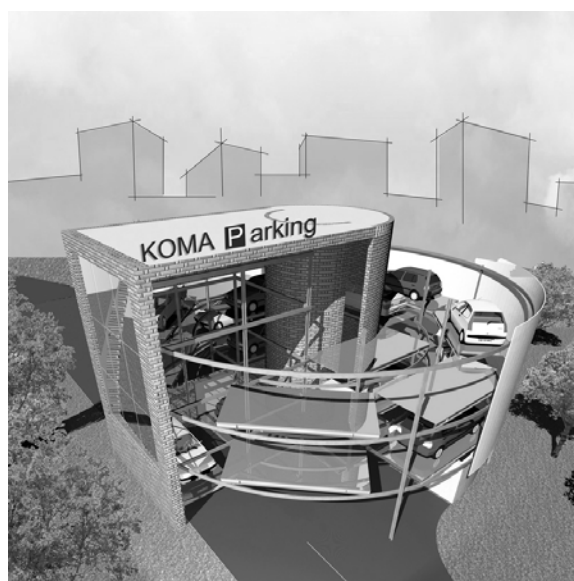
Automatický systém nezávislého parkování, skladující automobily nad sebou s přesouváním palet na jednu nebo druhou stranu od zvedacího zařízení. Vhodný pro velkokapacitní parkování (obr.6).



Obr.6. KOMA MULTI TOWER

KOMA RING

Automatický systém nezávislého parkování s uložením automobilů na palety na jednotlivých mezikružích nad sebou. Atraktivní design (obr.7).



Obr. 7 KOMA RING

5. Realizované stavby KOMA Parking

V roce 2006 byl uveden do provozu první parkovací dům typu KOMA RING v blízkosti vlakového nádraží Ostrava – Svinov. K parkování slouží 5.pater o celkové kapacitě 105-ti automobilů. V roce 2007 získala stavba ocenění „Stavba roku Moravskoslezského kraje“ laickou veřejností a také „Čestné uznání“ odborné veřejnosti.

V roce 2010 KOMA - Industry s.r.o., divize KOMA Parking dokončila instalaci technologie automatického systému nezávislého parkování typu KOMA DECKER pro soukromého investora v Bratislavě. Jedná se o parkovací systém pro 9 automobilů parkovaných v jedné rovině v rámci sklepního prostoru budovy.

V roce 2012 divize KOMA – Parking ukončila výstavbu multifunkční budovy v areálu VŠB - TU OSTRAVA. Automatizované dopravní centrum (ADC) je vybavené automatickým parkovacím systémem, který má ve čtyřech podlažích umístěno 37 parkovacích míst pro osobní vozidla. Objekt je provozem technologie zařazen do produktové řady KOMA TOWER.

Koncem roku 2012 bude dokončena stavba parkovacího domu ve Slaném. Jedná se o 6-ti podlažní budovu s jedním podzemním patrem typu KOMA MULTI TOWER a bude poskytovat celkovou kapacitu 149 míst parkovacích.

6. Závěr

Divize KOMA Parking svými produkty nabízí svým uživatelům minimalizace parkovací plochy a zároveň i její efektivní využití k parkování. Zaručují komfortní a bezpečné zaparkování automobilu. Z hlediska ekologie omezují vznik emisí, exhalací a hluku od popojíždějících vozidel a podzemní řešení umožňuje využít povrch pro jakoukoliv zástavbu, včetně zeleně, které v našich městských částí stále ubývá.

Automatic parking systems - ecological solutions and optimal transport

Ing. David Kotajný, MBA

KOMA - Industry s.r.o.

Ruská 514/41, 706 02 Ostrava - Vítkovice

e-mail: david.kotajny@komaindustry.cz

Abstract

Automatic parking systems KOMA Parking represent the concept of modern sophisticated parking solutions based on the Czech know-how. There is an absence of the driver through parking operation – i.e. the car after locating itself on the pallet is automatically parked or parked out by computer controlled process. So there's no car cruise through the parking area and this systems eliminates environmental pollution by exhaust gases. A key advantage of the system is mainly up to 50% savings in parking area compared to conventional parking space, i.e. it needs smaller space requirements.

Restart elektromobility v roce 2012

Ing. Jaromír Marušinec, Ph.D. MBA

Vysoké učení technické v Brně

Antonínská 1, 601 90

e-mail:marusinec@ro.vutbr.cz

Asociace elektromobilového průmyslu

Abstrakt

Elektromobilita zažívá obnovený začátek, ale ještě se nestala boomem. Připravuje se infrastruktura a vyvíjejí se výrobní postupy a konkrétní modely. Technologie jsou již připraveny více let, ale malé vyráběné množství zatím udržovalo vysoké ceny. To se změnilo nejprve u baterií, kde díky rozmachu mobilních zařízení klesá cena akumulátorů, ale také u elektroniky i kompletních elektromobilů.

1. Stav energetické hustoty dostupných baterií

Cena baterií již klesla k 1000Kč/1 km dojezdu, čímž se konečně otevřel prostor pro komerční elektromobily, které již mají finanční návratnost. Zároveň je již možné v rozumné hmotnosti baterie kolem 360kg, dosáhnout dojezdu přes 200km i při relativně vysoké spotřebě 15kWh/100km.

Tab. 1: Energetická hustota baterií pro elektromobily a ceny v roce 2012 [1]

Kapacita článku Ah	Hmotnost článku kg	poměr g/Ah	hustota E Wh/kg	Dojezd km	Cena Kč za 100Ah	Typ Výrobce
40	1,6	40,00	80,00	192		LiFeYPO4 Winston
60	2,3	38,33	83,48	200	1 950	
200	7,7	38,50	83,12	199	2 486	
300	10,5	35,00	91,43	219	2 535	
400	13,7	34,25	93,43	224	2 467	
700	21	30,00	106,67	256	2 468	
1000	35	35,00	91,43	219	2 467	
10	0,3	30,00	106,67	256	9 040,00	Válcové
8	0,26	32,50	98,46	236	6 750,00	LiFeYPO4
2,1	0,08	38,10	84,00	202		TOPTECH
2,3	0,07	30,43	105,14	252		Li-pol
52	1,24	23,85	134,19	322	11 214,00	Kokam
100	2,25	22,50	142,22	341		
240	5	20,83	153,60	369		
5,3	0,102	19,25	166,27	399		

2. Stovky procesorů ve vozidle

Klesající cena akumulátorových baterií není jediným faktorem cenové dostupnosti technologií pro elektromobilitu. Jedná se zejména o cenu jednočipových počítačů a komunikačních čipů, které se používají v zařízení BMS – Battery Management

System. To totiž v dnešní době obsahuje kromě řídicí jednotky BMS také balancer pro každý článek. Balancer je vlastně jednočipový počítač se sběrnici a výkonovým tranzistorem, který zabezpečuje trvalou péči o jemu příslušný článek baterie, kontroluje podbití, přebití, teplotu a jeho vyrovnávání podle ostatních článků. Elektromobily obsahují podle celkového trakčního napětí například 95 kusů článků (např. elektromobil VUT SUPER EL II) a tak je jen na člancích 95 procesorů, 95 rozhraní a 95 výkonových balancovacích tranzistorů. Další procesory obsahují BMS, nabíječky, frekvenční měniče, DC/DC měniče, řídicí jednotky a displeje. Mnoho procesorů je i běžných zařízení vozidla (ABS, posilovače, řídicí jednotky vozidla). Celkově běží v elektromobilu 150 až 200 procesorů, což má vliv na jeho cenu i spotřebu elektrické energie. Právě díky poklesu ceny nízkoenergetických procesorů v posledních 5 letech se stávají elektromobily dostupnější.

3. Obchodní strategie pro rozšiřování elektromobility

Původně výrobci elektromobilů používali pro elektrický pohon stejné podvozky a karosérie jako u modelů se spalovacími motory. To sice vedlo k úsporám za vývoj, ale zákazníci porovnávali cenu za nákup spalovacího a elektrického modelu a velký rozdíl je odrazil.

Proto nyní je prodejní strategie odlišná. Čistě elektrické modely mají odlišné karosérie i obchodní označení, např. Nissan Leaf, Mitsubishi MIEV, Citroen C-Zero, Peugeot iOn, Renault Zoe. Podobně se situace vyvíjí u plug-in hybridů, např. Opel Ampera, Chevrolet Volt.

Obr. 1: Vozy vyráběné pouze jako elektromobily Nissan Leaf (160km), Renault Zoe (200km), Citroen C-Zero (140km)



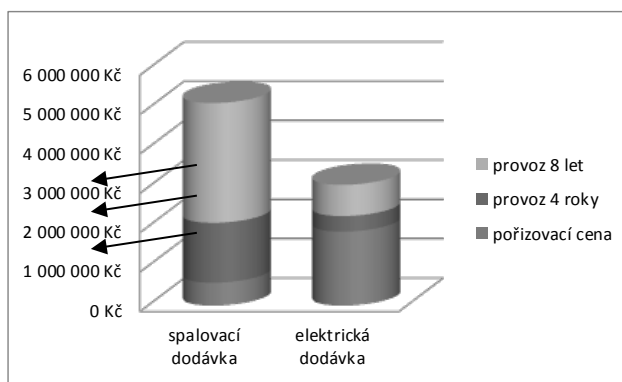
4. Kalkulace návratnosti elektromobilů

U vozidel kategorie N1 - dodávek a elektrobusů, kde se počítá přesně návratnost a užitečnost, je již dosahováno nižších celkových nákladů na vlastnictví, než u spalovacích vozů při dlouhodobějším využívání. V následující tabulce jsou kalkulovány pořizovací náklady a náklady na provoz. Zanedbány jsou servisní náklady, které jsou u elektromobilů předpokládány stejné nebo nižší než u spalovacích vozů.

Tab. 2: Porovnání nákladů elektromobilů a spalovací dodávky [2]

Vozidlo kategorie N1 - dodávkový automobil	Motor		
	spalovací	elektrický	
Předpokládaná spotřeba	12 litrů/100km	25kWh/100km	
Průměrná cena paliva a energie	40Kč/litr	5Kč/kWh	
energetické náklady	4,8	1,25	Kč/km
průměrný denní nájezd	300	300	km
roční nájezd	79 200	79 200	km
Za 4 roky najeto	316 800	316 800	km
Za 8 let najeto	633 600	633 600	km
pořizovací cena	579 000 Kč	1 875 000 Kč	
provoz 4 roky	1 520 640 Kč	396 000 Kč	
provoz 8 let	3 041 280 Kč	792 000 Kč	

Obr. 2. Porovnání nákladů dodávky se spalovacím motorem a elektrickým motorem

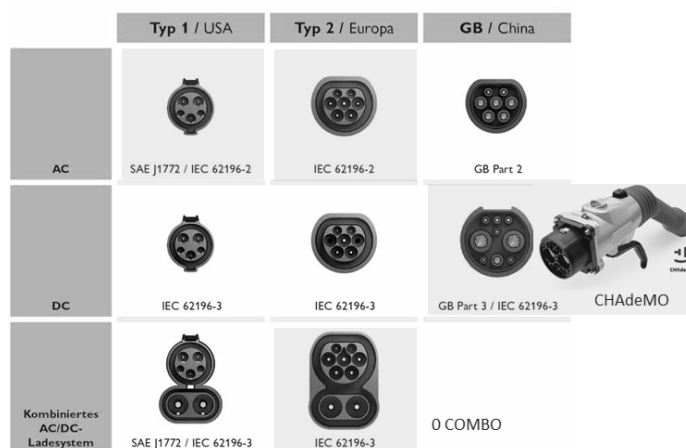


Podobné výsledky existují u elektrobusů a dalších vozů, které jsou velmi zatíženy a jejich energetické náklady převyšují pořizovací cenu. Návratnost vyšší pořizovací ceny se předpokládá kolem 4 let provozu.

5. Rozvoj nabíjecí infrastruktury

Strach z malého dojezdu postupně klesá se zahušťující sítí nabíjecích stanic a také s možností rychlého nabíjení.

Obr. 3. Nabíjecí konektory pro elektromobily



Nově se v ČR a na Slovensku objevují i flotilové řešení s výměnným systémem baterií. Nabíjení střídavým proudem většinou používá běžnou 16A zásuvku 230V, pro třífázové nabíjení 400V se postupně prosazuje oboustranný konektor IEC 62196-2 (Mennekes) a pro stejnosměrné nabíjení konektor pro CHAdeMO. Německé automobilky se snaží prosadit i kombinované AC/DC konektory pro DC nabíjení a ušetřit vysoké licenční poplatky, ale zatím většina vozidel pro rychlé DC nabíjení používá japonsko-francouzské konektory CHAdeMO od společnosti YAZAKI.

V současnosti v České republice iniciativa na budování nabíjecích míst přešla z nadšenců na profesionály, zejména energetické společnosti. Lídrem je pochopitelně velká elektrická trojka ČEZ, E.ON a PRE. Ze začátku se tyto společnosti vůči sobě vymezovali, odlišovali se ve strategiích i modelech. Nyní se však ve spolupráci s Asociací elektromobilového průmyslu probíhá diskuze nad prosazováním zvýhodněného odběratelského tarifu pro majitele elektromobilů a o možnostech roamingu (sdílení nabíjecích karet) mezi nabíjecími místy energetik.

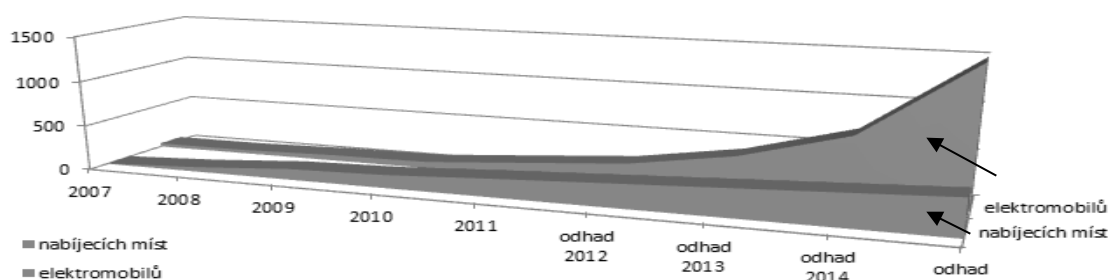
Obr. 4: Mapa 200 nabíjecích míst v ČR



6. Předpokládaný rozvoj počtu elektromobilů

Elektromobily již nyní mění myšlení řidičů. Ty již vědí, že existuje tato alternativa a jsou připraveni na ni reagovat. Češi mají schopnost rychleji akceptovat technologické inovace, a proto zde nebude problém elektromobily prodávat. Elektrická síť je již na první stovky tisíc elektromobilů připravena. V ČR dosud platí obdoba Mooreova zákona, každé 2 roky se prodá dvojnásobek.

Obr. 5. Graf předpokládaného vývoje počtu elektromobilů a nabíjecích míst v ČR



Tab. 3: Odhad počtu nabíjecích míst a prodaných elektromobilů v ČR

	Počet nabíjecích míst	Počet elektromobilů	Zahájení českého prodeje elektromobilů veřejnosti
2007	5	38	
2008	50	40	
2009	120	63	
2010	145	71	EVC, Tesla, Tazzari, Smart
2011	200	150	Citroen CZero, iOn, MIEV, Ampera
odhad 2012	250	230	Nissan Leaf, Renault Kangoo
odhad 2013	300	400	Tesla S, Th!nk, Zoe, Fluence
odhad 2014	350	700	Škoda Citigo elektromobil
odhad 2015	400	1500	Tesla X, BYD

7. Energie pro elektromobilitu

Ačkoli mnozí prosazují výstavbu nových elektráren s odkazem na předpokládaný rozvoj elektromobility, ve skutečnosti není požadavek elektrické energie nijak závratný. 1 milion elektromobilů bude v ČR nejdříve v roce 2035. Toto množství bude ročně potřebovat pouze méně než 5% elektrické energie, která se u nás vyrábí dnes.

Toto tvrzení je založeno na vstupech [3]:

- V ČR se vyrobí a spotřebuje kolem 87 TWh ročně, z toho vyváží 17 TWh
- Průměrný elektromobil najede 20 000 km ročně a
- jeho průměrná spotřeba bude 20 kWh/100km (15 osobní, 30 nákladní)

Z toho vyplývá, že průměrný elektromobil spotřebuje ročně:

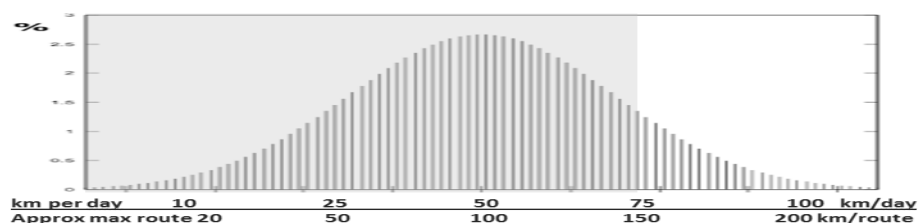
$$20\,000\text{ km} \cdot \frac{20\text{ kWh}}{100\text{ km}} = 4\,000\text{ kWh} = 4\text{ MWh}$$

To je ověřeno i při dlouhodobém provozu, kde při denním užívání osobního elektromobilu nepřekračuje roční spotřeba 2 MWh. Pro 1 milion elektromobilů včetně nákladních a elektrobusů, pak bude potřeba pouze 4 TWh elektrické energie ročně tj, méně než 5% současné výroby. Nebude tedy nutné stavět nové zdroje pro potřebu výkonu, ale spíše pro snížení emisí z vyrobené energie. Problém lokální potřeby příkonu je však významnější. Mohou existovat lokality, kde tisíce současně nabíjených elektromobilů může způsobovat problémy. Proto se energetiky snaží prosazovat tarifní řízení pro elektromobily a to včetně wallboxů pro domácnosti za jejichž použití nabízejí levnější elektřinu.

8. Budoucí uživatelé elektromobilů

Zatímco v současné době jsou elektromobily prodejné pouze pro malou část zákazníků, v budoucnosti mohou oslovit až 85% uživatelů bez významnějšího technologického skoku.

Obr. 6: Vlevo označená část grafu četností představuje uživatele, kteří mohou používat elektromobil.



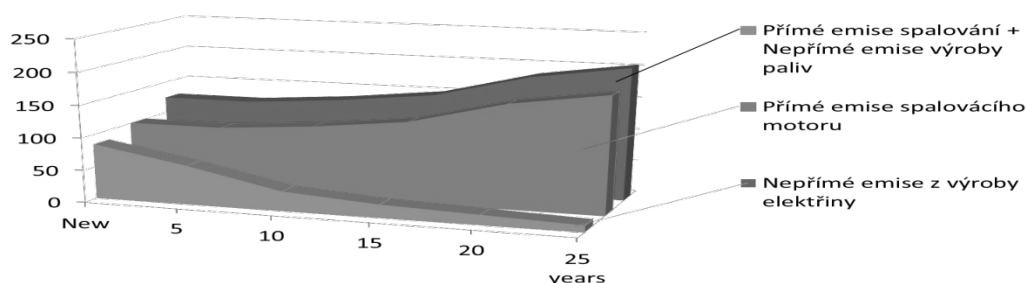
Na Obr. 6 je uvedena předpokládaná modelová četnost uživatelů vozidel jednak podle průměrné dojezdové vzdálenosti a podle potřeby maximálního dojezdu. Pro zjednodušení bylo použito Gaussovo rozložení četnosti. Model předpokládá, že průměrná denní jízda je kolem 50km (i když ČR je to méně) a průměrná potřeba dojezdu bez zastávky je 100km. Pak téměř 85 % uživatelů může používat elektromobil s dojezdem 150 km a pouze 15% uživatelů musí mít spalovací vozidlo s delším dojezdem.

9. Nepřímé emise elektromobilů

Ačkoli elektromobily nemají žádné místní emise z vozidla a snížené jsou i emise hluku a olejů, je evidentní, že výroba elektrická energie si emise zachovává. Občas se dokonce objevují názory, že moderní spalovací vozy mají nižší emise než elektromobily. Nepřímé emise elektromobilů (v ČR 2012 80 g CO₂/km) [3] jsou však srovnatelné s přímými emisemi moderním spalovacím vozů (100 g CO₂/km) pouze pokud jsou přehlédnuty dva důležité faktory:

1. Také výroba a doprava konvenčních paliv má svoje nepřímé emise. Výroba paliv je energeticky náročná a doprava ropy a zemního plynu je obvykle prováděna na vzdálenosti tisíců kilometrů.
2. Na světě nejezdí pouze nové spalovací vozy. V ČR je průměrné stáří vozidel 14 let a tak se dá předpokládat, že vozy jsou provozovány více než 25 let. Přitom jejich emise vlivem opotřebení motoru a výfukových filtrů rostou.

Obr. 7: Porovnání objemů emisí ekvivalentu CO₂ za dobu provozu vozidla



U elektromobilů je trend emisí během jejich životnosti klesající. Je to způsobeno růstem podílu bezemisních zdrojů (vítr, voda, fotovoltaika, jádro), ale také zaváděním nových postupů spalování konvenčních zdrojů jako uhlí a plyn. To znamená, že i když zezáátku je produkce přímých emisí moderních downsizovaných motorů v řádu srovnatelná s elektromobilem, v průběhu životnosti vozidla je již rozdíl vyprodukovaného objemu škodlivin daleko větší.

10. Závěr

Nadšení pro elektromobily sice začalo u jednotlivců, ale přeneslo se v roce 2010 na energetiky, výrobce vozidel a nyní se přidávají i tradiční naftařské společnosti jako Benzina/PKN Orlen či Agip/Eni, které vidí potenciál v nové komoditě, jež přiláká zákazníky do jejich prodejen a restaurací. Tyto společnosti se připravují na inovace v pohonu tak, aby se přeměnili z petrolejářských společností na energetické, které poskytují motoristům také plyn a elektřinu.

Literatura

- [1] SEDLAK, J.: GWL catalog prices, online: www.ev-power.eu
- [2] JAHN, M.: EVC group news, září 2012, online: www.evgroup.cz
- [3] ČEZ a.s., Výroční zprávy 2009 a 2010, online: www.cez.cz

Restart of electric cars in 2012

Jaromír Marušinec

Brno University of Technology

Antonínská 548/1, 601 90 Brno

e-mail: marusinec@ro.vutbr.cz

Abstract

Electromobility is on the renewed start, but still did not become a boom. Infrastructure is preparing, manufacturing processes and specific models are develop today. Technologies are already prepared several years, but the small quantity of production yet maintain high prices. This changed in the batteries first, where, thanks to the boom of mobile devices, Battery price declines, also in power electronics and complete electric vehicles.

