



VII. česko-slovenská konference

# Doprava, zdraví a životní prostředí

sborník příspěvků

7. – 8. listopadu 2016

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno

**Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.  
Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera  
České vysoké učení technické v Praze - Dopravní fakulta  
Žilinská univerzita v Žiline - Stavebná fakulta  
Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě  
Český hydrometeorologický ústav**

pod záštitou

**Ministerstva dopravy  
Ministerstva zdravotnictví ČR  
Ministerstva životního prostředí ČR  
Úřadu vlády ČR**

VII. česko-slovenská konference

# **Doprava, zdraví a životní prostředí**

7. – 8. listopadu 2016

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno



## **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)

Bc. Kurt Dědič (Ministerstvo životního prostředí ČR)

Ing. Dana Potužníková (Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě)

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

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

Ing. Marie Sejkorová, Ph.D. (Univerzita Pardubice)

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

**Autoři příspěvků jsou odpovědní za vědecký obsah a lingvistickou úpravu textů. Všechny příspěvky prošly recenzním řízením.**

## **Organizační výbor CDV:**

Mgr. Ivo Dostál, Ing. Vilma Jandová, Sabina Jánošíková, Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.,

Mgr. Roman Ličbinský, Ing. Denisa Veselá, Šárka Želinská

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

**Editoři:** Ing. Vilma Jandová, Mgr. Roman Ličbinský

## **Citace:**

JANDOVÁ, V., LIČBINSKÝ, R., VII. česko-slovenská konference „Doprava, zdraví a životní prostředí“. Brno, 7. - 8. 11., 2016. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2016, 202 s. ISBN 978-80-88074-42-7

## Obsah sborníku:

<b>SKEŘIL, R., ANTOŠOVÁ, Š.</b> Vliv dopravy na kvalitu ovzduší v Brně .....	<b>5</b>
<b>LIČBINSKÝ, R., HUZLÍK, J., EFFENBERGER, K.</b> Ovlivňuje silniční tunel kvalitu ovzduší také v jiných částech města? .....	<b>13</b>
<b>HUZLÍK, J., BOŽEK, F., LIČBINSKÝ, R., NÁPLAVOVÁ, M.</b> Kontaminace ovzduší polycyklickými aromatickými uhlovodíky .....	<b>21</b>
<b>FULLOVÁ, D., ĐURČANSKÁ, D., JANDAČKA, D., HEGROVÁ, J.</b> Laboratórne porovnanie obrusných vrstiev vozoviek na základe produkovaných tuhých častíc ...	<b>23</b>
<b>MORAVCOVÁ, E.</b> Praha – zdraví a životní prostředí .....	<b>31</b>
<b>HELLMUTH, T., POTUŽNÍKOVÁ, D., JUNEK, P.</b> 2. kolo strategického hlukového mapování v ČR .....	<b>39</b>
<b>POTUŽNÍKOVÁ, D., HELLMUTH, T.</b> Novela předpisů v ochraně veřejného zdraví před hlukem z dopravy v praxi.....	<b>47</b>
<b>KŘIVÁNEK, V., MARKOVÁ, P., MAZÁLKOVÁ, J.</b> Změna hlučnosti povrchů silničních komunikací hodnocená metodou malé vzdálenosti (CPX) na území ČR ..	<b>55</b>
<b>DOSTÁL, I., HAVLÍČEK, M., SVOBODA, J.</b> Průchodnost páteřní dopravní infrastruktury pro volně žijící živočichy .....	<b>63</b>
<b>ZÍTKOVÁ, J., ANDĚL, P., HEGROVÁ, J.</b> Bioindikace vlivu chemické zimní údržby komunikací na smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> ) .....	<b>65</b>
<b>ANDĚL, P., HEGROVÁ, J., SCHINDLER, M.</b> Kontaminace životního prostředí v okolí komunikací .....	<b>67</b>
<b>ROŽNOVSKÝ, J., ZAHRADNÍČEK, P., ŠTĚPÁNEK, P., FARDA, A., BRZEZINA, J.</b> Výskyt sněhové pokrývky a doprava.....	<b>69</b>
<b>HAVEL, O., NÁPLAVOVÁ, M., BUDÍNSKÝ, P., PONDĚLÍČEK, M., BOŽEK, F.</b> Individuální rizika mimořádných událostí v železniční dopravě .....	<b>79</b>
<b>TYM, A.</b> Udržitelná doprava v České republice pohledem jejích aktérů .....	<b>87</b>

<b>TROJAN, K.</b> Aplikace principů udržitelné mobility v Jihlavě .....	<b>99</b>
<b>MARTOLOS, J., ŠŤASTNÝ, J.</b> Využití dopravního modelování při plánování udržitelné mobility Plzně.....	<b>105</b>
<b>JORDOVÁ, R., BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H.</b> Management mobility a jeho role v městském plánování.....	<b>117</b>
<b>MIKOLÁŠEK, I., KAPLAN, S., JANSTRUP, K.H., PRATO, C.G., BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, H.</b> Faktory ovlivňující ochotu jezdit na kole nebo autem ve smíšeném dopravním proudu.....	<b>119</b>
<b>MARTINEK, J.</b> Iniciativa „Město s dobrou adresou“ pomáhá městům .....	<b>127</b>

## **POSTERY**

<b>HYKŠ, O., NEUBERGOVÁ, K.</b> Vliv kongescí na ekonomii a ekologickou stopu individuální automobilové dopravy .....	<b>137</b>
<b>JANATOVÁ, L., NOVÁK, V., PLACHÁ, H.</b> Šíření znečišťujících látek v ovzduší v okolí dopravních komunikací .....	<b>147</b>
<b>BUCKOVÁ, M., LIČBINSKÝ, R., JANDOVÁ, V., POSPÍCHALOVÁ, J., KREJČÍ, J.</b> Detekce ekotoxicity s pomocí přístroje AlgaTox.....	<b>149</b>
<b>BENEŠ, J.</b> Spolupráce KHS na tvorbě Integrovaného plánu mobility Ostrava – abstrakt.....	<b>151</b>
<b>LIBOSVÁR, T., ŠIKULA, T., LICHOVNÍKOVÁ, V., ERNST, M.</b> GeneDbase – genetická databanka vybraných druhů savců ČR k využití pro udržitelný rozvoj dopravy.....	<b>153</b>

# Vliv dopravy na kvalitu ovzduší v Brně

Robert Skeřil, Šárka Antošová  
Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno  
Kroftova 43, 616 67 Brno  
e-mail: robert.skeril@chmi.cz

## Abstrakt

Kvalita ovzduší v Brně je výrazně ovlivňována dopravou. Na území Brna se protínají významné dopravní tepny (dálnice D1, D2, rychlostní silnice R52 na Vídeň a R43 na Svitavy). Kvůli nevyřešenému obchvatu Brna z dálnice D1 směrem na Svitavy projíždí denně centrem města Brna velké množství tranzitní dopravy, navyšující již tak značné množství automobilů v Brně. Plynulost tranzitní dopravy pak není zajištěna kvůli nedokončenému velkému městskému okruhu. K překračování imisních limitů tak v posledních letech dochází v Brně téměř výlučně na dopravou exponovaných lokalitách a zejména v případě škodlivin úzce spojených s dopravou ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$ ). Přesto není doprava jediným negativním faktorem, ovlivňujícím kvalitu ovzduší v Brně. Lokálně může obdobně jako doprava ovlivnit kvalitu ovzduší například stavební činnost nebo spalování v zahrádkářských koloniích.

## 1. Vývoj kvality ovzduší v Brně v letech 2010 - 2015

V aglomeraci Brno byly v posledních 5 letech překračovány imisní limity stanovené pro ochranu zdraví lidí. Jedná se zejména o suspendované částice  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ , benzo[a]pyren a v dopravou nejzatíženějších částech aglomerace rovněž  $NO_2$ . Z hlediska překračování imisních limitů je rok 2015 výjimečný, protože došlo k překročení jediného imisního limitu na jediné stanici (Brno-Zvonařka, imisní limit pro denní koncentraci  $PM_{10}$ ). Plocha území aglomerace s překročeným imisním limitem pro denní koncentraci  $PM_{10}$  se může pohybovat v řádu jednotek procent (2013 - 2015) či může zabírat více než polovinu území aglomerace (2010). Obdobně variabilní jsou i plochy území s překročením imisního limitu pro benzo[a]pyren, zde však z důvodu velmi nízkého počtu stanic může dojít k nejvyšší nejistotě ve vymezení. V případě průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  nebyla od roku 2007 ani jednou vymezena oblast s překročením tohoto limitu na území aglomerace Brno. Plochy území s překročením imisního limitu pro průměrnou roční koncentraci  $NO_2$  jsou dlouhodobě konstantní v řádu několika procent a vyskytují se v blízkosti nejzatíženějších dopravních tahů (tab. 1) [1, 2].

Tab. 1. Plochy území aglomerace Brno [%] s překročením jednotlivých imisních limitů

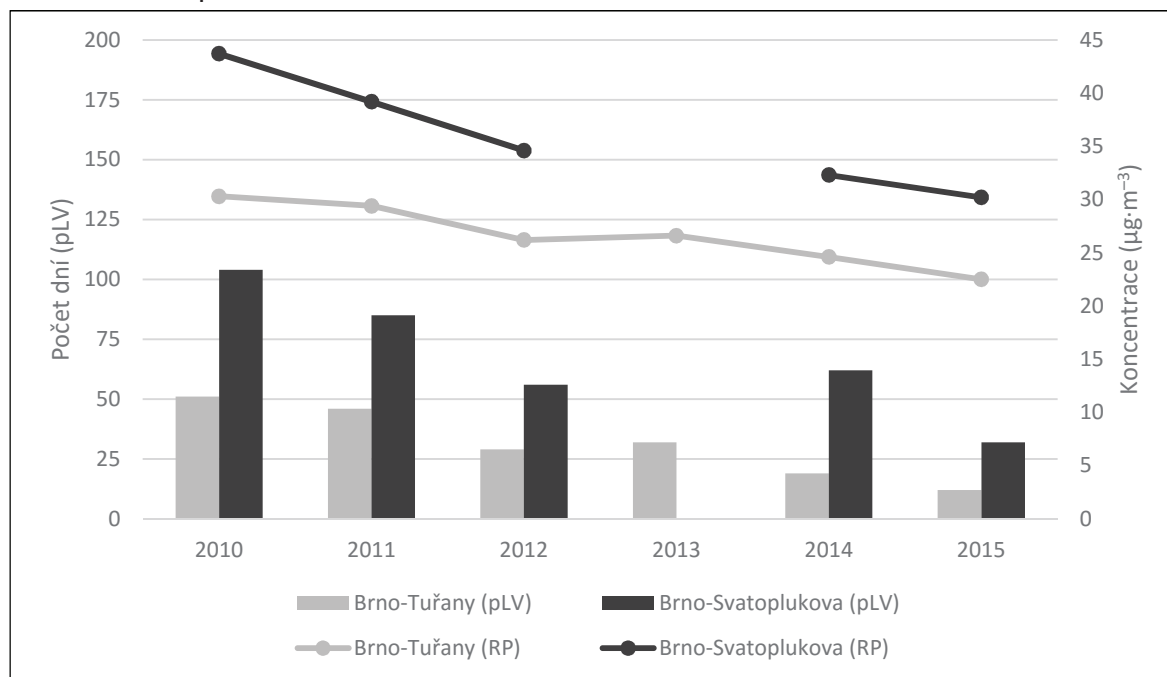
Rok	$PM_{10}$ (roční průměr)	$PM_{10}$ denní průměr)	$PM_{2,5}$	$NO_2$	Benzo[a]pyren	$O_3$
2010	–	59,74%	–	3,32%	65,02%	0,08%
2011	–	39,19%	–	2,45%	34,86%	58,66%
2012	–	27,07%	3,04%	2,45%	45,03%	4,02%
2013	–	2,49%	–	2,02%	28,89%	46,94%
2014	–	0,54%	0,43%	–	0,43%	–
2015	–	–	–	–	–	12,20%

## 1.1. Suspendované částice

Z tab. 1 je patrné, že v případě suspendovaných částic se podíl území s překročením imisního limitu pro denní koncentraci  $PM_{10}$  neustále snižuje. V roce 2015 pak nebyla v rámci aglomerace Brno pro  $PM_{10}$  vymezena žádná oblast s překročením imisního limitu. Obdobnou situaci lze pozorovat i v případě  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  či benzo[a]pyrenu.

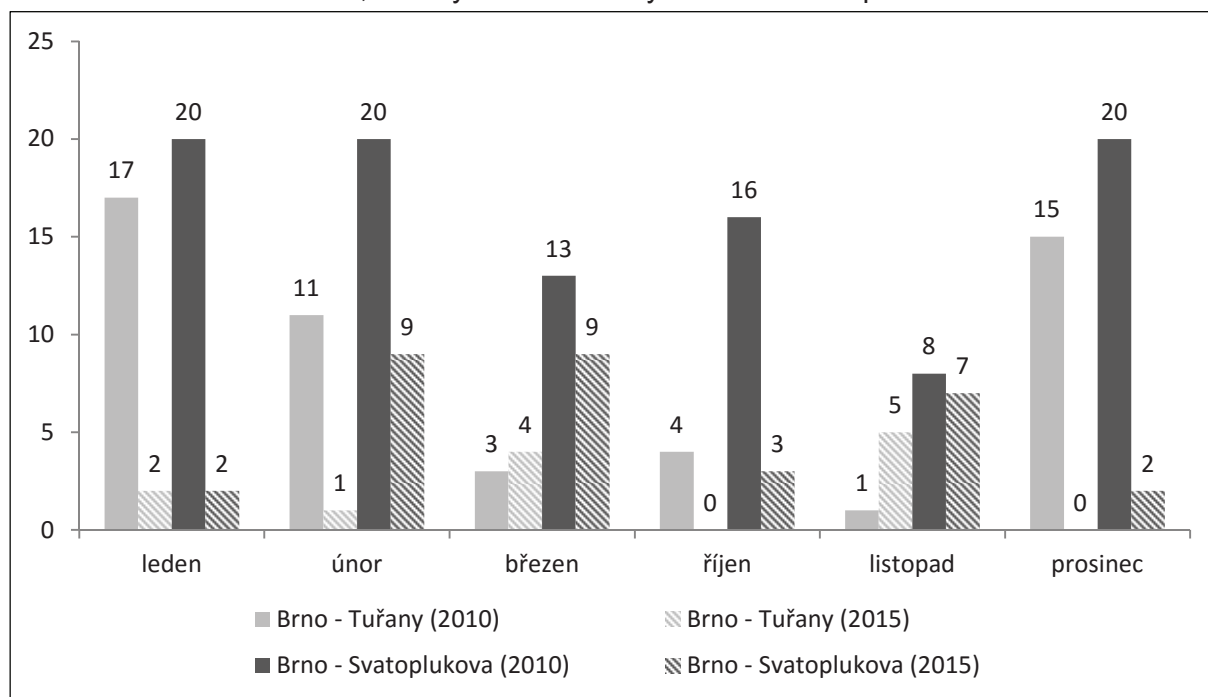
Postupné zlepšování kvality ovzduší z hlediska suspendovaných částic v Brně na pozadových lokalitách (zástupce Brno – Tuřany) i dopravních lokalitách (zástupce Brno – Svatoplukova) dokumentuje následující obr. 1.

Obr. 1. Vývoj průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  (RP) a počtu dní s koncentracemi  $PM_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  za kalendářní rok (pLV) na stanicích Brno - Tuřany a Brno – Svatoplukova



Z grafu na obr. 1 je patrný významný pokles průměrných ročních koncentrací  $PM_{10}$  na obou lokalitách. V případě lokality Brno – Tuřany se průměrná roční koncentrace v roce 2015 pohybuje zhruba na 75 % hodnoty z roku 2010 (pokles o  $7,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), koncentrace v lokalitě Brno – Svatoplukova dosáhla v roce 2015 pouze 70 % hodnoty z roku 2010 (pokles o  $13,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Na výrazném poklesu se podílely meteorologické podmínky a délka topné sezóny, které byly v posledních letech příznivější a odrazily se i v poklesu pozadových koncentrací. Přesto došlo k ještě výraznějšímu poklesu i na dopravních lokalitách, na čemž se mohly podílet i dopravní opatření umožňující plynulejší průjezd městem a rovněž postupná obměna vozového parku v Brně za modernější vozidla s nižšími emisemi.

Příznivé meteorologické podmínky, a to především v chladné části roku, se pak podílejí především na snížení počtu dní s průměrnými denními koncentracemi  $PM_{10}$  vyššími než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . K překračování této hodnoty dochází téměř výhradně v období říjen – březen (v případě lokality Brno – Tuřany to platí ve 100 % případů v roce 2010 i 2015, v případě lokality Brno – Svatoplukova to platí ve 100 % případů, pouze v roce 2015, v roce 2010 došlo v 7 % k překročení i v jiných měsících). Počty dní s průměrnou denní koncentrací  $PM_{10}$  vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  zobrazuje následující obr. 2.

Obr. 2. Počty dní s průměrnou denní koncentrací PM10 vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v měsících chladné části roku, lokality Brno – Tuřany a Brno – Svatoplukova

Z grafu na obr. 2 je patrný výrazný rozdíl mezi jednotlivými roky, způsobený zejména odlišnými meteorologickými a rozptylovými podmínkami. V zimních měsících spolu obě lokality korespondují – dojde-li k nárůstu počtu dní v lokalitě Brno – Tuřany, dojde k nárůstu rovněž v lokalitě Brno – Svatoplukova. Zde je zcela patrný vliv meteorologických podmínek na počet dní s koncentracemi vyššími než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , přičemž vliv dopravy koncentrace dále navyšuje a způsobí vyšší počet těchto dní (v průměru o  $13,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v roce 2010 a  $7,7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v letech 2014 a 2015, viz obr. 1). Dosáhnou-li tedy pozadové koncentrace v aglomeraci hodnot  $40 - 45 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (nedojde k překročení), koncentrace na dopravních lokalitách již hodnotu  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  překročit mohou. V těchto případech tak dochází k překročení pouze na dopravních lokalitách, ale přesto není vliv dopravy hlavním důvodem k překročení, významný vliv hraje hodnota pozadových koncentrací nejen v aglomeraci Brno, ale i v celém regionu. Tyto hodnoty jsou pak v chladné části roku významně ovlivněny topnou sezónou a zejména vlivem lokálních topenišť.

Mírně rozdílná situace je patrná v březnu (a rovněž v únoru 2015, který byl nadnormálně teplý, v Brně o  $1,7 \text{ }^\circ\text{C}$  než je dlouhodobý průměr). Zde se na koncentracích výrazněji podílí i resuspenze nesklizeného posypového materiálu.

Tab. 2. Průměrná měsíční koncentrace PM10 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) v letech 2010-2015 v lokalitách Brno – Tuřany a Brno - Svatoplukova

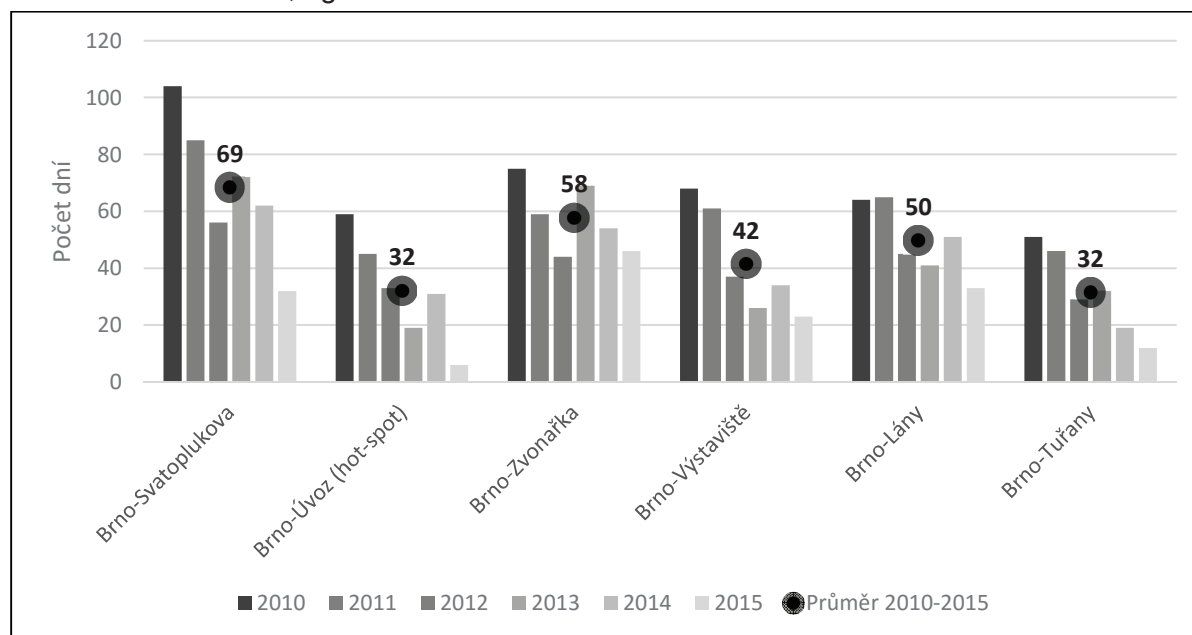
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
Brno-Tuřany	39	39	32	24	18	17	20	21	19	28	33	29
Brno-Svatoplukova	50	54	47	36	24	21	19		24	39	45	41
Rozdíl koncentrací	11	15	15	12	7	3	-1		5	11	12	12
Podíl	78%	72%	68%	66%	72%	84%	104%		80%	72%	74%	71%



Únor a březen jsou měsíce, kdy je v letech 2010 – 2015 nejvyšší absolutní rozdíl mezi průměrnými měsíčními koncentracemi na dopravní a pozadové lokalitě. Rozdíl činí  $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , zatímco v červenci jsou koncentrace v obou lokalitách vyrovnané, v průměru jsou měřeny o  $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  nižší koncentrace v lokalitě Brno – Svatoplukova. V relativním pohledu jsou pak pozadové koncentrace nejméně zastoupeny v koncentracích dopravních v březnu a dubnu, kdy se může na koncentracích dopravních lokalit výrazněji podílet již zmiňovaná resuspenze.

I v případě ostatních stanic v Brně dochází k postupnému snižování počtu dní za kalendářní rok s průměrnou denní koncentrací vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Graf je doplněn o průměrný počet dní s koncentracemi  $\text{PM}_{10}$  vyššími než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v období 2010 – 2015. Zajímavostí je, že dopravní lokalita Brno - Úvoz (hot-spot) má v průměru stejný počet těchto dní, jako lokalita Brno – Tuřany. Lokalita Brno – Svatoplukova dosahuje více než dvojnásobný počet těchto dní. Zajímavá je rovněž vysoká hodnota v případě pozadové lokality Brno – Lány, kde je v průměru za roky 2010 – 2015 dosaženo více překročení než na dopravních lokalitách Brno – Úvoz (hot-spot) nebo Brno - Výstaviště (obr. 3).

Obr. 3. Počty dní s průměrnou denní koncentrací  $\text{PM}_{10}$  vyšší než  $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  v letech 2010 – 2015, aglomerace Brno

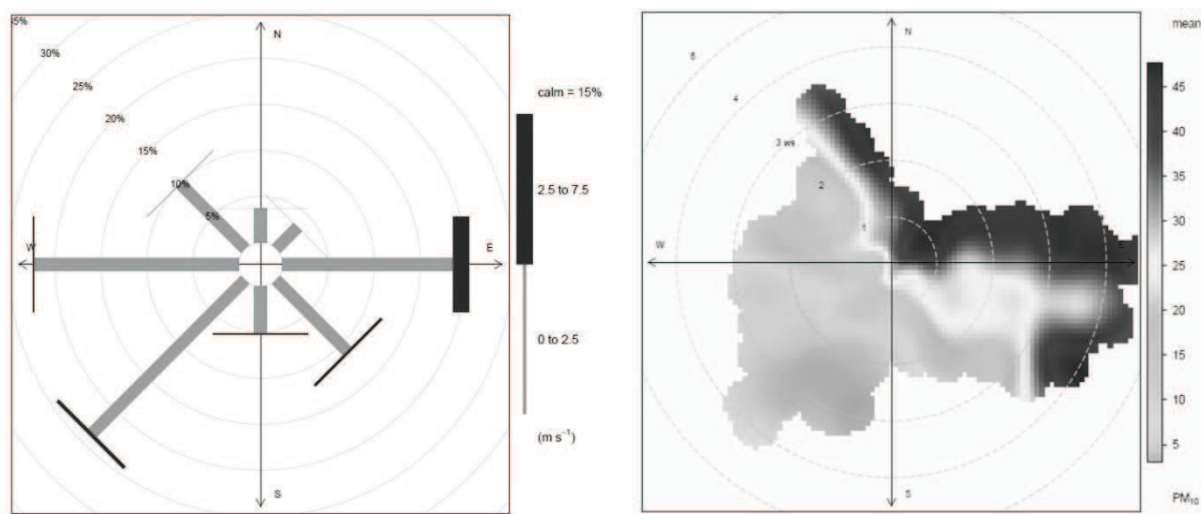


Lokalita Brno – Lány je situována v mírném svahu v jižní části sídliště Brno – Bohunice. Dálnice D1 je vzdálena zhruba 400 m vzdušnou čarou na jih, předpokládá se tedy možné ovlivnění dálnicí a dopravou, čemuž nasvědčují i vyšší koncentrace NO (obr. 6). Větrná růžice z roku 2015 kopíruje topografii terénu a zástavbu, převládá zde západní, jihozápadní a východní proudění, nejméně zastoupeny jsou severovýchodní a severní směry. Bezvětrí bylo zaznamenáno v 15 % času roku 2015 (obr. 4).

Koncentrační růžice pro suspendované částice v roce 2015 naznačuje významný vliv východního proudění na vysoké koncentrace. Vzhledem k zástavbě a terénu lze předpokládat, že v rámci východního proudění budou zastoupeny severovýchodní i jihovýchodní směry (obr. 4). Zajímavostí je, že nejvyšší koncentrace byly dosaženy v jarních (březen – květen) a podzimních měsících (září – listopad) roku 2015. V jarních měsících se jedná především o východní a jihovýchodní směry zejména při vyšších rychlostech větru. Svůj vliv mohl sehrát vliv vymývání aglomerace Brno

při východním proudění, dálkový transport a rovněž větrná eroze. Naopak na podzim byly nejvyšší koncentrace naměřeny při východních a severovýchodních směrech proudění a současně při nízkých rychlostech větru do  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Tyto vysoké koncentrace byly naměřeny během smogové situace začátkem listopadu 2015, kdy byly zvýšené koncentrace PM měřeny na všech lokalitách. Smogová situace v první listopadové dekádě byla vyhlášena v osmi oblastech - v aglomeracích O/K/F-M bez Třinecka, Praha a Brno, krajích Ústeckém, Královéhradeckém a Pardubickém, a v zónách Střední Čechy a Střední Morava. Zajímavé jsou pak v lokalitě Brno - Lány nízké koncentrace PM při J a JV proudění. Dálnice D1 tak zřejmě nemá zásadní vliv na vysoké koncentrace v této lokalitě.

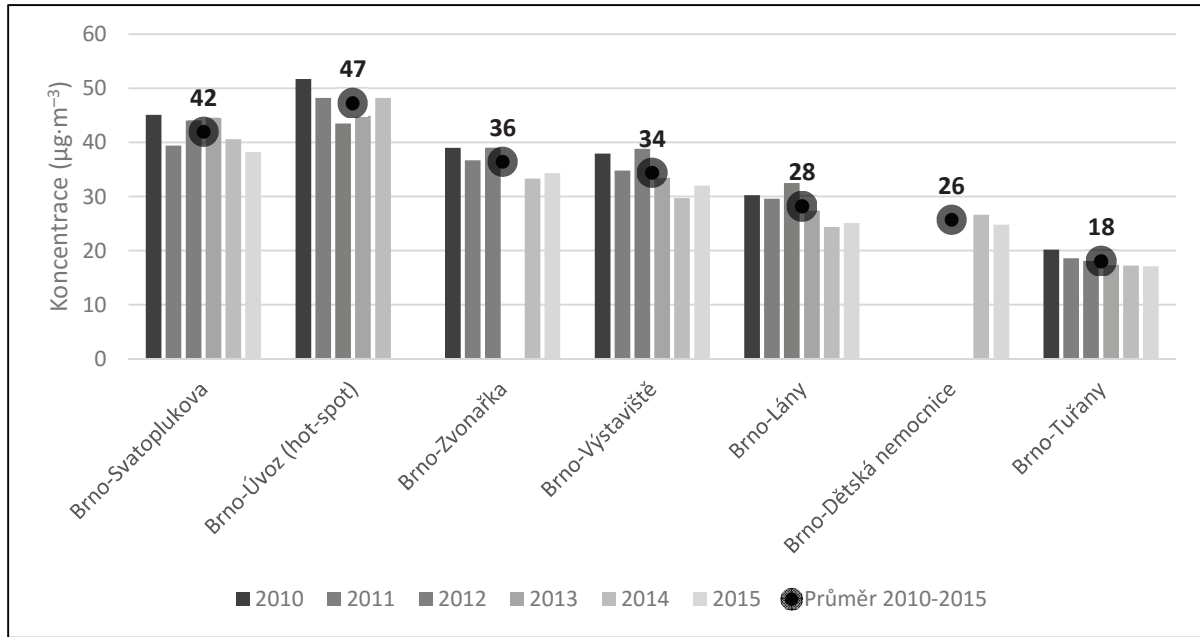
Obr. 4. Větrná růžice (vlevo) a koncentrační růžice  $\text{PM}_{10}$  (vpravo), lokalita Brno – Lány, 2015



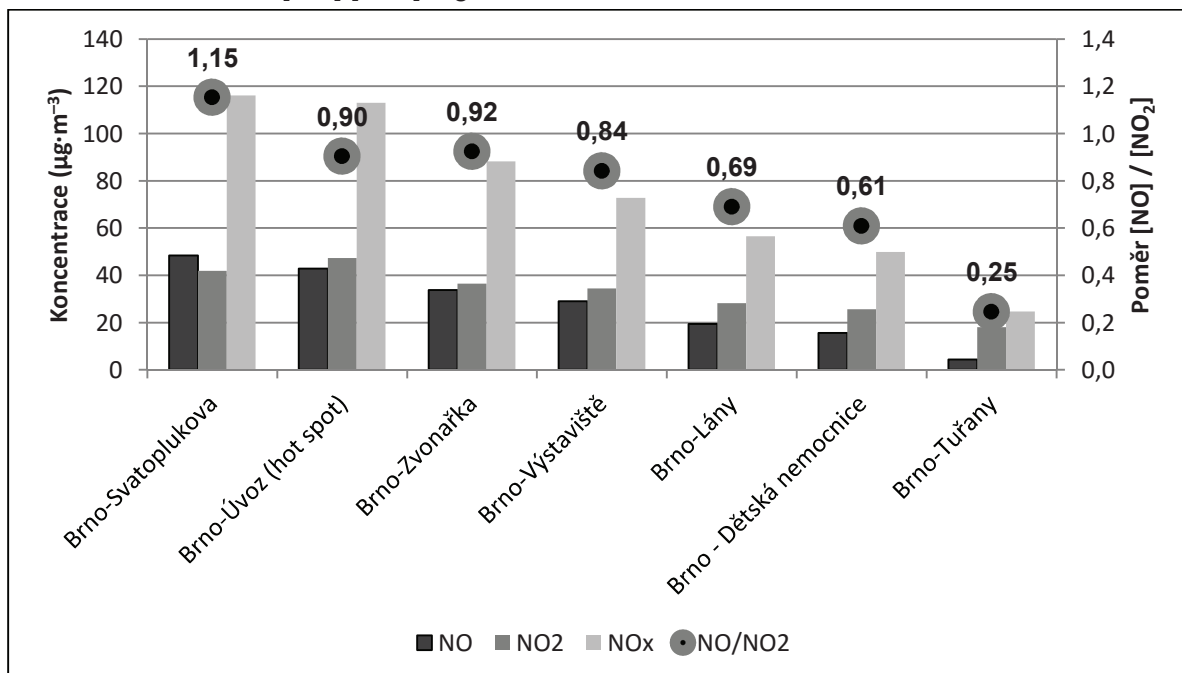
## 1.2. Oxidy dusíku

Na území aglomerace Brno byl v předchozích letech překračován imisní limit pro průměrnou roční koncentraci  $\text{NO}_2$ , avšak pouze na dopravou nejzatíženějších lokalitách. Imisní limit pro hodinovou koncentraci  $\text{NO}_2$  naopak překračován nebyl. V roce 2015 nebyl imisní limit překročen na žádné lokalitě, která naměřila dostatečné množství dat pro výpočet průměrné roční koncentrace. Na většině dopravních lokalit průměrná roční koncentrace  $\text{NO}_2$  stoupla, výjimkou je pouze lokalita Brno – Svatoplukova, na které koncentrace mírně poklesly. Naopak na pozadových lokalitách s výjimkou stanice Brno-Lány průměrné roční koncentrace  $\text{NO}_2$  klesly. V roce 2014 byla uzavřena ulice Milady Horákové v blízkosti lokality Brno-Dětská nemocnice. V průběhu roku 2015 již byla tato komunikace uvedena zpět do provozu, koncentrace  $\text{NO}_2$  však v této lokalitě poklesly z  $26,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  na  $24,8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Nejvyšší koncentrace  $\text{NO}_2$  jsou dlouhodobě měřeny na dopravou nejzatíženějších lokalitách Brno – Úvoz (hot-spot) a Brno – Svatoplukova. V těchto lokalitách navíc často dochází k zácpám, neustálé rozjíždění tak výrazně navyšuje koncentrace oxidů dusíku. K obdobné situaci dochází i v lokalitě Brno – Zvonařka, avšak tato lokalita je díky své otevřenosti podstatně lépe provětrávaná, než v případě předchozích stanic, které jsou umístěny v zástavbě tvořící kaňon. Lokalita Brno – Lány, ač leží v sídlišti na okraji Brna, měří koncentrace  $\text{NO}_2$  obdobné jako lokalita Brno – Dětská nemocnice v centru Brna. Nejnižší koncentrace jsou pak měřeny v pozadové lokalitě Brno – Tuřany (obr. 5).

Obr. 5. Vývoj průměrných ročních koncentrací NO<sub>2</sub>, aglomerace Brno, 2010 - 2015

Ovlivnění lokality dopravou bývá charakterizováno poměrem koncentrací [NO]/[NO<sub>2</sub>]. Čím vyšší je tento poměr, tím více je lokalita ovlivněna dopravou. Z grafu na obr. 6 vyplývá, že nejvíce zatíženou lokalitou v Brně je stanice Brno – Svatoplukova, kde jsou dlouhodobě (průměr za roky 2010 – 2015) koncentrace NO vyšší než koncentrace NO<sub>2</sub>. A tak přestože koncentrace NO<sub>2</sub> jsou dlouhodobě vyšší v lokalitě Brno – Úvoz (hot-spot), tak v součtu všech oxidů dusíku (NO<sub>x</sub>) dosahuje nejvyšších koncentrací právě lokalita Brno – Svatoplukova. Na opačném pólu pak leží lokalita Brno – Tuřany, kde je poměr [NO]/[NO<sub>2</sub>] pouze 0,25. V lokalitě Brno – Lány jsou pak měřeny vyšší koncentrace NO i poměr [NO]/[NO<sub>2</sub>], než v centru Brna v lokalitě Brno – Dětská nemocnice.

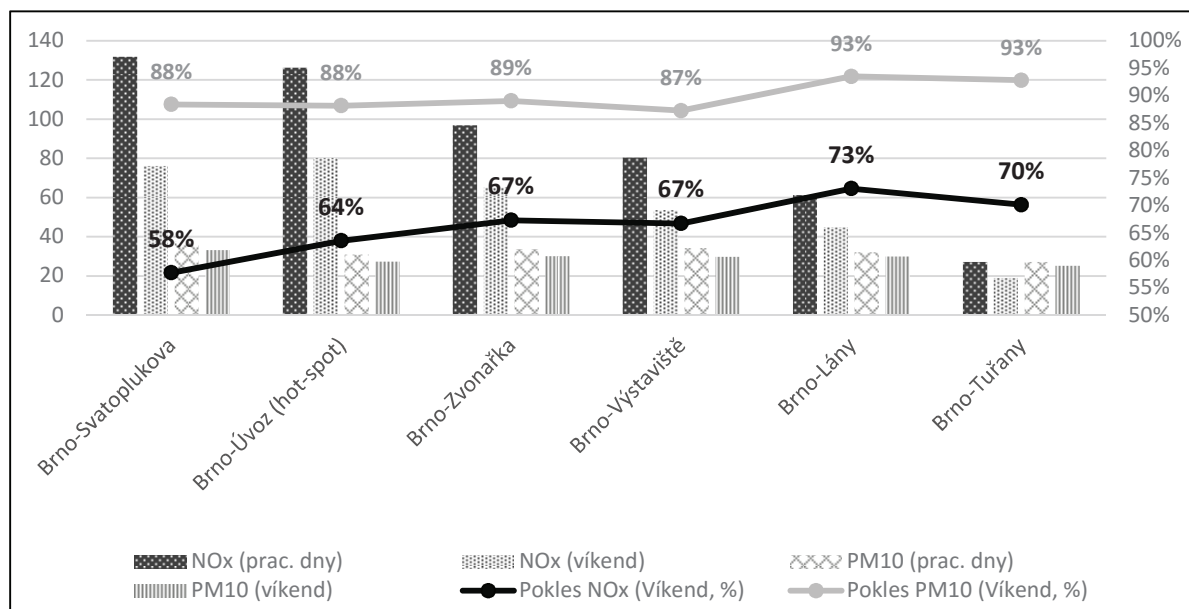
Obr. 6. Průměrné koncentrace NO, NO<sub>2</sub> a NO<sub>x</sub> za roky 2010 – 2015 včetně poměru koncentrací [NO]/[NO<sub>2</sub>], aglomerace Brno

## 2. Analýza situace na úrovni dní a hodin

V případě dopravních lokalit jsou patrné významné rozdíly mezi pracovními dny a víkendy. O víkendech zpravidla výrazně poklesne intenzita dopravy, zvýší se plynulost provozu, a to se projeví i v koncentracích škodlivin spojených s dopravou, zejména pak v koncentracích  $\text{NO}_x$ .

V Brně bohužel chybí čítače dopravy na stanicích imisního monitoringu, přesnější korelace tak není možná. Je však možné vyjít z měření kvality ovzduší v Olomouci na dopravní lokalitě Olomouc – Velkomoravská, která čítačem dopravy disponuje [3]. Výsledky z roku 2014 a 2015 naznačují, že s poklesem intenzity dopravy velmi dobře koreluje pokles koncentrací  $\text{NO}_x$ . V roce 2015 poklesla dopravní intenzita o víkendu na 64 % intenzit pracovních dnů a obdobně poklesly koncentrace  $\text{NO}_x$  na 65 % koncentrací v pracovní dny. Naproti tomu koncentrace  $\text{PM}_{10}$  poklesly pouze na 92 % a  $\text{PM}_{2,5}$  na 93 % hodnot v pracovní dny. Obdobná situace panuje i v Brně. Na dopravních stanicích dochází k významnému poklesu koncentrací  $\text{NO}_x$  (v případě Brno – Svatoplukova až na 58 % = pokles v průměru o  $56 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Lze tedy odhadnout, že intenzita dopravy o víkendu se bude pohybovat okolo 60 % intenzit v pracovní dny. Koncentrace  $\text{PM}_{10}$  však poklesla pouze na 88 % ( $4,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), obdobně jako na ostatních dopravních lokalitách. Projevuje se zde zřejmě vliv resuspenze, kdy k opětovnému vznosu dochází téměř ve stejné míře i při podstatně nižším počtu aut. Nejméně pak poklesly koncentrace  $\text{NO}_x$  i  $\text{PM}_{10}$  v lokalitě Brno – Lány, rozdíl mezi pracovními dny a víkendy je zde relativně nejmenší, absolutně nejmenší je pak v lokalitě Brno – Tuřany, kde koncentrace  $\text{NO}_x$  poklesly o  $8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $\text{PM}_{10}$  o  $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Obr. 7. Průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{NO}_x$  v pracovní dny a o víkendech za roky 2010 – 2015 relativního poklesu koncentrací, aglomerace Brno



V případě hodinových koncentrací dochází na dopravních lokalitách k velmi výraznému nárůstu koncentrací  $\text{NO}_x$  v ranní dopravní špičce (Brno – Svatoplukova v průměru 2010 – 2015 dosahuje maxima v 7:00 koncentrací  $114 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), odpolední špička již zdaleka není tak výrazná (Brno – Svatoplukova v průměru 2010 – 2015 dosahuje maxima v 16:00 koncentrací  $66 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). V případě lokality Brno – Tuřany jsou nárůsty koncentrací pouze velmi nepatrné. Zajímavý je také chod v lokalitě Brno – Lány, kde se ranní dopravní špička shoduje s ostatními lokalitami, avšak odpolední

špička je posunuta až do večerních hodin a poté měří po celou noc nejvyšší koncentrace NO<sub>x</sub>. To by naznačovalo i významný vliv lokálního zdroje sloužícího k vytápění.

V případě denního chodu PM<sub>10</sub> jsou ranní i odpolední dopravní špička na dopravních lokalitách velmi podobné, avšak odpolední špička je posunuta do pozdějších hodin a zřejmě se do ní promítá i vliv vytápění (Brno – Svatoplukova v průměru 2010 – 2015 dosahuje v 8:00 koncentrací 43 μg·m<sup>-3</sup> a v 19:00 koncentrací 41 μg·m<sup>-3</sup>). V nočních hodinách může dosahovat lokalita Brno – Tuřany vyšších koncentrací, než dopravní lokality, a to zejména během topné sezóny, kdy je tato lokalita ovlivňována lokálními topeništi ze sousedních obcí.

### 3. Závěry

Doprava je významným faktorem ovlivňujícím kvalitu ovzduší v aglomeraci Brno. Z důvodu chybějícího obchvatu Brna musí tranzitní doprava projet Brnem po nedokončeném velkém městském okruhu. To jednak navyšuje počet aut v aglomeraci a dále snižuje plynulost provozu. Na dopravních stanicích imisního monitoringu jsou tak měřeny podstatně vyšší koncentrace oxidů dusíku než na regionálních stanicích a zvýšené koncentrace PM. Na překračování imisních limitů pro PM však mají výraznější vliv meteorologické podmínky a topná sezóna, navyšující regionální a městské pozadové koncentrace. V rámci týdenního chodu dochází o víkendech k utlumení intenzity dopravy a s tím korespondující snížení koncentrací NO<sub>x</sub>. V případě PM je snížení koncentrací o víkendech pouze malé.

#### Literatura

- [1] SKEŘIL R., *kapitola Aglomerace Brno v rámci publikace Znečištění ovzduší na území České Republiky v roce 2014*, Český hydrometeorologický ústav, Praha 2015, s. 152-163. ISBN 978-80-87577-52-3.
- [2] Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Statutární město Olomouc, *Monitoring ovzduší*, <http://89.185.253.76:81/ovzdusi-olomouc/>.

## The influence of traffic on air quality in Brno

**Robert Skeřil, Šárka Antošová**

*Czech hydrometeorological institute, regional office Brno*

*Kroftova 43, 616 67 Brno*

e-mail: robert.skeril@chmi.cz

#### Abstrakt

Air quality in Brno is significantly influenced by traffic. On the territory of Brno intersect major arterials (D1, D2, R52 and R43). Because of the unresolved bypass from Brno D1 highway towards Svitavy, large amount of transit traffic is passing through city of Brno, increasing the already considerable amount of cars in Brno. The traffic fluency is not assured because of the unfinished large city circuit. Air quality limits in Brno are exceeded almost exclusively in localities exposed to traffic in recent years by pollutants closely related to transport (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>). Yet it is not the only negative factor affecting the air quality in Brno. Locally might affect the air quality also construction activities or burning in allotments in same or higher level as transportation.

# Ovlivňuje silniční tunel kvalitu ovzduší také v jiných částech města?

**Roman Ličbinský, Jiří Huzlík, Karel Effenberger**

*Centrum dopravního výzkumu v. v. i.*

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

*e-mail: roman.licbinsky@cdv.cz*

## Abstrakt

Příspěvek prezentuje výsledky měření kvality ovzduší na lokalitě V Holešovičkách realizovaná v souvislosti se stavbou tunelového komplexu Blanka. Bylo realizováno celkem 6 měřících kampaní ve dvou blocích. První blok měření byl realizován v prosinci 2013 s přesahem do ledna 2014, v únoru a v dubnu 2014, tedy před uvedením stavby do provozu. Druhý blok měření pak na přelomu listopadu a prosince 2015, v únoru a v dubnu 2016, tzn. po zprovoznění tunelu. Výsledky prokazují mírné zlepšení kvality ovzduší, resp. na základě získaných výsledků lze s jistotou konstatovat, že nedošlo ke zhoršení kvality ovzduší v druhém realizovaném bloku měření v porovnání s prvním obdobím, ačkoliv výrazně stoupla intenzita dopravy. Porovnání průměrných koncentrací  $PM_{10}$  za jednotlivá měření prokázalo pokles koncentrací  $PM_{10}$  naměřených ve druhém bloku měření o 18 až 28 % v porovnání s prvním blokem měření a rovněž došlo k poklesu počtu překročení 24hodinového imisního limitu stanoveného Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší z 36 v prvním bloku měření na 21 ve druhém. Na základě průběhů koncentrací  $PM_{10}$  během dne byl identifikován kromě dopravy i další zdroj podílející se významně na znečištění ovzduší, kterým jsou dle charakteru lokality lokální topeniště. Průměrné hodinové koncentrace  $NO_2$  překročily hodinový imisní limit během realizovaných měření celkem ve dvou případech a to pouze v rámci prvního realizovaného bloku měření. Porovnání průměrných koncentrací  $NO_2$  za jednotlivá měření prokázalo pokles koncentrací  $NO_2$  naměřených ve druhém bloku měření o 11 až 55 % v porovnání s prvním blokem měření. Na základě průběhu koncentrací  $NO_2$  během dne identifikován dominantní zdroj znečištění, a to silniční doprava.

## 1. Úvod

Příspěvek prezentuje výsledky měření imisních koncentrací suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  a oxidu dusičitého ( $NO_2$ ) realizovaných na základě výběrového řízení vyhlášeného Odborem ochrany prostředí Magistrátu hl. m. Prahy. Měření byla koncipována tak, aby bylo možné vyhodnotit kvalitu ovzduší před otevřením velmi diskutované dopravní stavby, tunelového komplexu Blanka, a po jeho otevření. Měření byla po dohodě se zadavatelem, který konzultoval umístění přístrojů s odborníky Českého hydrometeorologického ústavu, realizována na ulici V Holešovičkách v bezprostřední blízkosti silniční komunikace v prostoru před budovou zdravotnického zařízení „Rokoska“ č. p. 33 (viz obr. 1). Do výběru vhodné lokality byly zahrnuty podmínky stanovené v požadavcích na umístění bodů vzorkování pro stacionární měření ve Vyhlášce MŽP č. 330/2012 Sb., ale rovněž také bezpečné umístění měřicí techniky, a to jak z pohledu zabezpečení přístrojů proti krádeži, tak bezpečného přístupu k přístrojům při provozu i vlastní instalaci a dostupnosti připojení k elektrické energii.

Obr. 1. Vyznačení odběrové lokality na mapovém podkladu



Zdroj: www.mapy.cz

## 2. Metodika měření

Koncentrace  $\text{NO}_2$  byly měřeny kontinuálně přístrojem Airpointer (Recordum Messtechnik GmbH, Rakousko) v souladu s přílohou č. 6 k vyhlášce č. 330/2012 Sb., tedy referenční metodou podle české technické normy ČSN EN 14211: 2005 „Kvalita ovzduší – Normovaná metoda stanovení oxidu dusičitého a oxidu dusnatého na principu chemiluminiscence“. Tímto přístrojem byly rovněž stanoveny kontinuálně koncentrace pevných částic  $\text{PM}_{10}$  nefelometrickou metodou, přičemž naměřená data byla validována na základě diskontinuálních 24hodinových odběrů na nitrátcelulósových filtrech s využitím odběrových zařízení Leckel MVS6 (Sven Leckel Ingenieurbüro, Německo), s následnou gravimetrickou analýzou na mikrováhách MX5 (Mettler – Toledo GmbH, Švýcarsko). Gravimetrická metoda stanovení koncentrací  $\text{PM}$  je rovněž referenční metodou podle české technické normy ČSN EN 12341: 2000 „Kvalita ovzduší – Stanovení frakce  $\text{PM}_{10}$  aerosolových částic – Referenční metoda a postup při terénní zkoušce ověření těsnosti shody mezi výsledky hodnocené a referenční metody“. Měření souvisejících meteorologických prvků, tj. směru a rychlosti větru, teploty a relativní vzdušné vlhkosti byla realizována rovněž přístrojem Airpointer (Recordum Messtechnik GmbH, Rakousko), resp. meteorologickou stanicí WS500-UMB (G. Lufft Mess- und Regeltechnik GmbH, Německo), která je plně integrována do přístroje.

Na lokalitě V Holešovičkách bylo realizováno celkem 6 měřících kampaní ve dvou blocích, přičemž každé měření trvalo 28 po sobě následujících dnů. První blok měření byl realizován v prosinci 2013 s přesahem do ledna 2014, v únoru a v dubnu 2014. Druhý blok měření pak na přelomu listopadu a prosince 2015, v únoru a v dubnu 2016.

## 3. Výsledky a diskuze

### 3.1. Pevné částice $\text{PM}_{10}$

Denní průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  překročily 24hodinový imisní limit stanovený Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší ( $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) celkem v 57 dnech z celkového počtu 168 dnů měření. V kampani realizované na přelomu roku 2013 a 2014 v prosinci, resp. lednu, došlo k 11 případům překročení, v kampani

realizované v únoru 2014 k 16 překročením, i když dne 15. 2. 2014 došlo k překročení pouze o  $2,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  a v dubnové měřicí kampani pak k 9 překročením 24hodinového imisního limitu. V kampani realizované na přelomu listopadu a prosince 2015 došlo k 10 případům překročení, i když dne 5. 12. 2015 došlo k překročení pouze o  $2,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v kampani realizované v únoru 2016 k 8 překročením, a v dubnové měřicí kampani pak k 3 překročením 24hodinového imisního limitu.

Průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  v rámci jednotlivých měřicích kampaní prvního bloku měření, tzn. vždy za 28 dní měření, se pohybovaly v rozmezí  $51,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  až  $54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , přičemž nejvyšší byla stanovena v únorové kampani 2014 ( $54 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a nejnižší pak v dubnu 2014 ( $51,4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). V prosinci 2013 byla průměrná koncentrace za 28 dní měření  $52,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  v rámci jednotlivých měřicích kampaní druhého bloku měření, tzn. vždy za 28 dní měření, se pohybovaly v rozmezí  $36,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  až  $43 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , přičemž nejvyšší byla stanovena v prosincové kampani 2016 ( $43 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) a nejnižší pak v dubnu 2016 ( $36,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ). V únorové kampani 2016 byla průměrná koncentrace za 28 dní měření  $42,9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

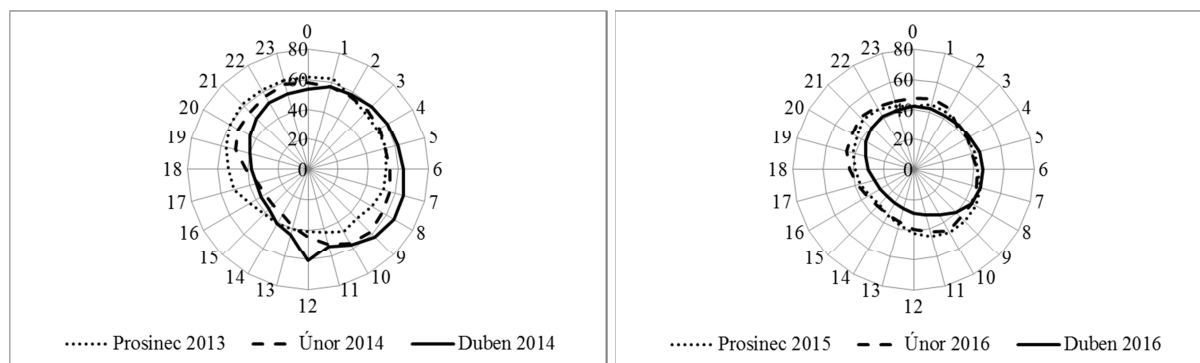
Obr. 2 znázorňuje paprskové grafy, které vizualizují průměrné hodinové koncentrace stanovené v rámci celého období měření v jednotlivých realizovaných měřicích kampaních. Grafy znázorňují průběh koncentrací během dne zvláště v kampaních realizovaných během I. bloku měření a II. bloku měření. V rámci první měřicí kampaně realizované v prosinci 2013, s přesahem do ledna 2014, byly stanoveny nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{PM}_{10}$  mezi 20. hod. večerní a 1. hod. noční, přičemž koncentrace  $\text{PM}_{10}$  se začínají zvyšovat po 17. hod. odpoledne a po 1. hodině opět klesají. V kampani realizované v únoru 2014 byly stanoveny nejvyšší průměrné hodinové koncentrace mezi 8. a 11. hodinou dopolední, což přibližně odpovídá dopravní špičce, ale téměř stejné, resp. pouze nepatrně nižší, byly stanoveny koncentrace opět mezi 20. hod. večerní a půlnocí. Při třetí realizované měřicí kampani byl průběh průměrných hodinových koncentrací  $\text{PM}_{10}$  odlišnější s maximem koncentrací mezi 4. a 9. hodinou noční, resp. ranní. V grafu je také patrné ostré maximum v poledne, což je pravděpodobně způsobeno extrémní průměrnou hodinovou koncentrací ( $406,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) naměřenou v této hodině dne 14. 4. 2014. Při zanedbání této hodnoty pokračuje plynule sestupný trend koncentrací  $\text{PM}_{10}$  i po 11. hodině. V rámci čtvrté měřicí kampaně realizované na přelomu listopadu a prosince 2015 byly stanoveny nejvyšší hodinové koncentrace  $\text{PM}_{10}$  mezi 21. hod. večerní a 2. hod. noční, přičemž koncentrace  $\text{PM}_{10}$  se začínají zvyšovat po 17. hod. odpoledne a po 2. hodině opět klesají. Mírné zvýšení je pozorovatelné také mezi 6. až 10. hodinou ranní, resp. dopolední, přičemž poté zase koncentrace  $\text{PM}_{10}$  klesají. Téměř totožný průběh koncentrací byl pozorován rovněž v kampani realizované v únoru 2016. Poněkud rozdílný průběh byl zaznamenán v dubnu 2016, kdy se koncentrace začínají zvyšovat až po 20. hodině večerní a nepatrné zvyšování probíhá až do 8. hodiny ranní, po které nastává pokles. Vyšší koncentrace tak jsou v nočních a ranních hodinách v porovnání s denní dobou.

Výše uvedené naznačuje, že hlavním zdrojem znečištění ovzduší na této lokalitě nemusí být silniční doprava, resp. že na koncentracích  $\text{PM}_{10}$  v ovzduší se na této lokalitě kromě dopravy podílejí i další zdroje. S dopravou souvisí zvýšené koncentrace v ranních, resp. dopoledních hodinách mezi cca 6. až 11. hodinou, což odpovídá dopravní špičce a pravděpodobně i zvýšení koncentrací po 17. hodině odpolední. Nicméně po 20. hodině večerní je patrný další pozvolný nárůst koncentrací, způsobený dalším zdrojem znečištění. Tím jsou s ohledem na zjištěný

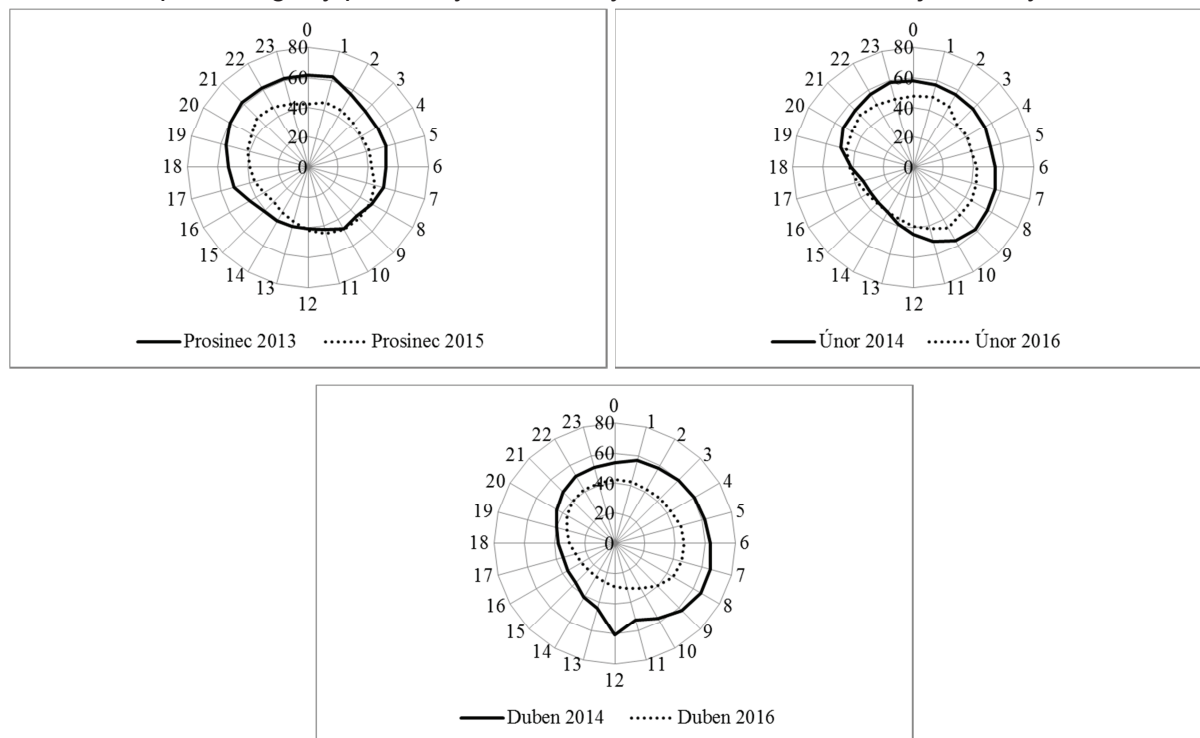


průběh koncentrací a charakter předmětné lokality s největší pravděpodobností lokální topeniště.

Obr. 2. Paprskové grafy průměrných hodinových koncentrací  $PM_{10}$  v jednotlivých blocích měření



Obr. 3. Paprskové grafy průměrných hodinových koncentrací  $PM_{10}$  v jednotlivých měsících



Z grafů je patrný velmi podobný průběh koncentrací vždy v prosincové a únorové kampani v obou realizovaných blocích v různých letech a poněkud rozdílný průběh v kampaních dubnových. Z tohoto důvodu byly zpracovány paprskové grafy pro jednotlivé měsíce (obr. 3). Výše uvedené tak prokazuje stejné zdroje znečištění ovzduší v obou letech, kdy byla měření realizována.

Nicméně z grafů je také velmi dobře patrné, že koncentrace  $PM_{10}$  stanovené v druhém bloku měření v roce 2015 - 2016 jsou nižší než koncentrace  $PM_{10}$  naměřené v prvním bloku měření v letech 2013 - 2014. Jak uvádí tabulka 1., průměrné koncentrace  $PM_{10}$  poklesly o 18 až 28 %. Nicméně pokles v rámci prosincových měřicích kampaní může být ovlivněn změnou termínu měření, kdy kampaň realizovaná v prosinci 2015 nezahrnovala přelom roku a s ním spojené oslavy v podobě ohňostrojů. Pokles koncentrace  $PM_{10}$  v následujících kampaních

v únoru a dubnu je patrný ve všech ukazatelích uvedených v tab. 1, vč. počtu překročení imisního limitu.

Tab. 1. Porovnání průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> v jednotlivých měsících

Měsíc	Rok	PM <sub>10</sub> [µg.m <sup>-3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg.m <sup>-3</sup> ]		Intenzita dopravy [vozidel za den] *	Počet překročení imisního limitu	Rozdíl
			Min.	Max.			
Prosinec	2013	52,3	14,7	124,8	65 700	11	
	2015	43,0	27,9	92,3	79 445	10	- 18 %
Únor	2014	54,0	18,4	135,8	65 700	16	
	2016	42,9	9,2	124,0	79 445	8	- 20 %
Duben	2014	51,4	27,9	92,3	65 700	9	
	2016	36,6	22,7	61,2	79 445	3	- 28 %

Legenda: \* zdroj dat - Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s.

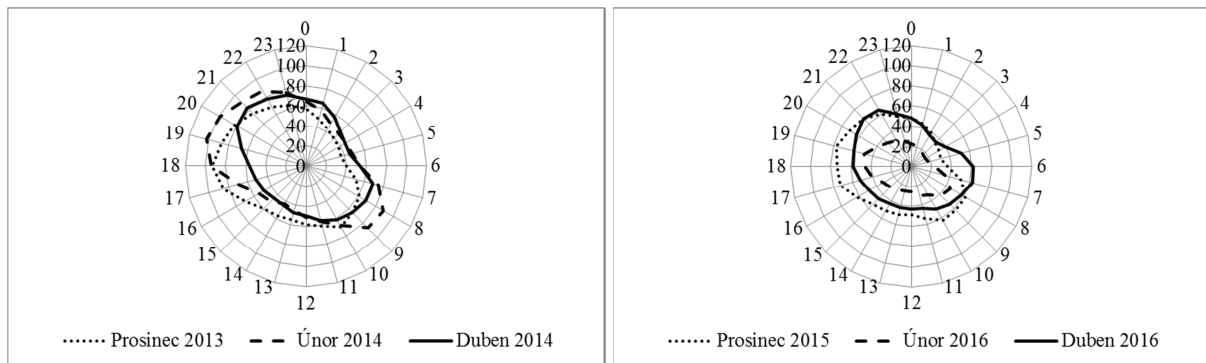
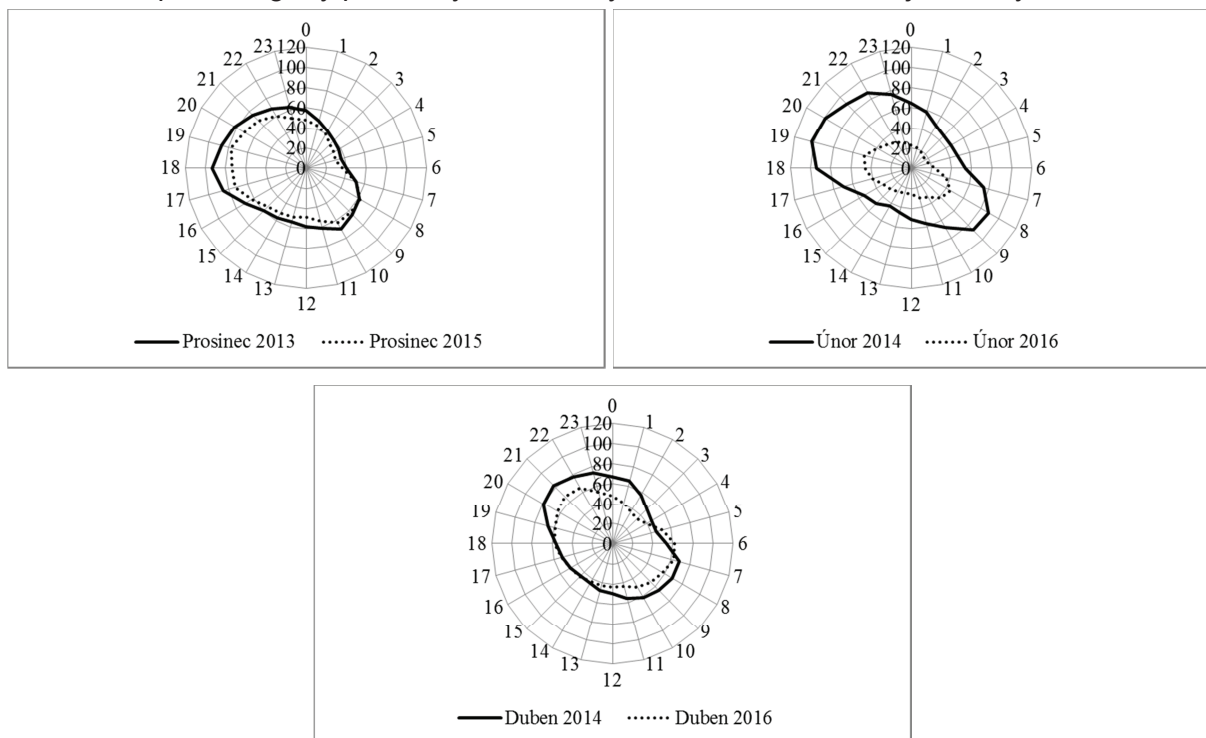
### 3.2. Oxid dusičitý

Průměrné hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> pro jednotlivé měřicí kampaně překročily hodinový imisní limit stanovený Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (200 µg.m<sup>-3</sup>) během realizovaných měření celkem ve dvou případech, konkrétně po 18. hodině večerní dne 7. 1. 2014 a po 19. hodině večerní dne 18. 2. 2014. K jiným překročením imisního limitu definovaného pro tuto škodlivinu nedošlo.

Grafy na obr. 4. znázorňují průběh koncentrací během dne zvláště v kampaních realizovaných během I. bloku měření a II. bloku měření. Průměrné hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> vykazují ve všech realizovaných kampaních lokální maxima v dopoledních a večerních, resp. brzkých nočních hodinách a také v ranních či dopoledních hodinách, která mohou být vztažena k jednotlivým dopravním špičkám.

V rámci první měřicí kampaně realizované na přelomu let 2013 a 2014, v prosinci 2013 s přesahem do ledna 2014, jsou patrná maxima mezi 9. až 10. hodinou a mezi 17. a 18. hodinou večerní. Ve druhé realizované měřicí kampani jsou tato maxima posunuta mezi 8. a 9. hodinu ranní a mezi 19. a 20. hodinu večerní. Obě kampaně tak mají téměř shodný průběh koncentrací NO<sub>2</sub> v průběhu dne. Při třetí měřicí kampani realizované v dubnu 2014 jsou maxima posunuta do dřívějších ranních hodin mezi 7. až 8. hodinou a večerní maximum je posunuto mezi 20. až 21. hodinu. V rámci čtvrté měřicí kampaně realizované na přelomu listopadu a prosince 2015 jsou patrná maxima mezi 8. až 10. hodinou a mezi 17. až 19. hodinou večerní. V páté realizované měřicí kampani je dopolední resp. ranní maximum posunuto mezi 8. a 9. hodinu, večerní je pak opět mezi 17. a 19. hodinou. Obě kampaně mají opět velice podobný průběh. Při šesté měřicí kampani jsou opět obě maxima posunuta, ranní do dřívějších hodin mezi 6. až 8. hodinu a večerní pak mezi 20. až 22. hodinu.

Obě oblasti maximálních koncentrací NO<sub>2</sub> tak přibližně odpovídají obdobím dopravních špiček, a proto je možné usuzovat, že zdrojem NO<sub>2</sub> na předmětné lokalitě je zejména silniční doprava.

Obr. 4. Paprskové grafy průměrných hodinových koncentrací NO<sub>2</sub> v jednotlivých blocích měřeníObr. 5. Paprskové grafy průměrných hodinových koncentrací NO<sub>2</sub> v jednotlivých měsících

Z grafů je patrný velmi podobný průběh koncentrací vždy v prosincové a únorové kampani v obou realizovaných blocích v různých letech a nepatrně rozdílný průběh v kampaních dubnových. Z tohoto důvodu byly zpracovány paprskové grafy pro jednotlivé měsíce (obr. 5). Výše uvedené tak prokazuje stejný zdroj znečištění ovzduší v obou letech, kdy byla měření realizována.

Z grafů je také dobře patrné, že koncentrace NO<sub>2</sub> stanovené v jednotlivých měsících v prvním i druhém bloku měření, a to jak jejich průběh, tak průměrné koncentrace, jsou podobné s výjimkou kampaní realizovaných v únoru, kdy došlo k poklesu koncentrací NO<sub>2</sub> naměřených v roce 2016 na cca poloviční hodnotu v porovnání s rokem 2014 (viz tab. 3).

Tab. 3. Porovnání průměrných koncentrací NO<sub>2</sub> v jednotlivých měsících

Měsíc	Rok	NO <sub>2</sub> [µg.m <sup>-3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg.m <sup>-3</sup> ]		Intenzita dopravy [vozidel za den] *	Počet překročení imisního limitu	Rozdíl
			Min.	Max.			
Prosinec	2013	61,5	13,1	206,4	65 700	1	
	2015	54,5	5,6	172,9	79 445	0	- 11 %
Únor	2014	67,7	10,5	236,8	65 700	1	
	2016	30,4	0,5	125,5	79 445	0	- 55 %
Duben	2014	59,5	11,6	166,8	65 700	0	
	2016	50,9	10,1	155,3	79 445	0	- 14 %

Legenda: \* zdroj dat - Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s.

### 3.3. Meteorologické podmínky

Nedílnou součástí hodnocení imisní situace na lokalitě bylo měření souvisejících meteorologických prvků, tj. směru a rychlosti větru, teploty a relativní vzdušné vlhkosti. Stanovené průměrné hodnoty v jednotlivých etapách měření jsou shrnuty v tab. 4. Jak je patrné, teplota, relativní vzdušná vlhkost i rychlost větru byly v etapách realizovaných ve stejných měsících v různých letech téměř shodné. Z toho vyplývá, že meteorologické podmínky s největší pravděpodobností nebyly příčinou na rozdílných koncentracích sledovaných škodlivin.

Tab. 4 Průměrné hodnoty meteorologických prvků v rámci jednotlivých období měření

Meteorologický prvek		Teplota	Relativní vzdušná vlhkost	Rychlost větru	Směr větru
Měsíc měření	Rok měření	[°C]	[%]	[m.s <sup>-1</sup> ]	[°]
Prosinec	2013	3,2	82,8	0,6	165
	2015	5,3	80,7	0,6	125
Únor	2014	4,3	70,4	0,7	117
	2016	4,8	72,4	0,7	149
Duben	2014	12,3	64,9	0,6	119
	2016	10,2	62,0	0,6	138

## 4. Závěry

Denní průměrné koncentrace PM<sub>10</sub> překročily 24hodinový imisní limit stanovený Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší celkem v 57 dnech z celkového počtu 168 dnů měření. V rámci prvního bloku měření realizovaného v zimním období 2013 až 2014, byl imisní limit překročen ve 36 případech, ve druhém bloku měření v zimě 2015 až 2016 ve 21 případech. Porovnání průměrných koncentrací PM<sub>10</sub> za jednotlivá měření prokázalo pokles koncentrací PM<sub>10</sub> naměřených ve druhém bloku měření o 18 až 28 % v porovnání s prvním blokem měření. Na základě průběhů koncentrací PM<sub>10</sub> během dne byl identifikován kromě dopravy i další zdroj podílející se významně na znečištění ovzduší, kterým jsou dle charakteru lokality lokální topeniště.

Průměrné hodinové koncentrace NO<sub>2</sub> překročily hodinový imisní limit stanovený Zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší během realizovaných měření celkem ve dvou případech a to pouze v rámci prvního realizovaného bloku měření.

Porovnání průměrných koncentrací NO<sub>2</sub> za jednotlivá měření prokázalo pokles koncentrací NO<sub>2</sub> naměřených ve druhém bloku měření o 11 až 55 % v porovnání s prvním blokem měření. Na základě průběhu koncentrací NO<sub>2</sub> během dne identifikován dominantní zdroj znečištění, a to silniční doprava.

Výše uvedené výsledky prokazují mírné zlepšení kvality ovzduší, resp. na základě získaných výsledků lze s jistotou konstatovat, že nedošlo ke zhoršení kvality ovzduší v druhém realizovaném bloku měření v porovnání s prvním obdobím a to navzdory faktu, že se na ulici V Holešovičkách zvýšila intenzita dopravy o cca. 14 tis. vozidel za 24 hodin.

#### **Poděkování**

*Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) na výzkumné infrastruktuře pořízené z Operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).*

## **Does road tunnel affects air quality also in other city parts?**

**Roman Ličbinský, Jiří Huzlík, Karel Effenberger**

*Transport Research Centre*

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

*e-mail:roman.licbinsky@cdv.cz*

#### **Abstrakt**

Paper presents results of air quality monitoring on locality V Holešovičkách that were performed in connection with construction of road tunnel complex Blanka. 6 measuring campaigns were divided into two blocks. The first one was performed in December 2013 and early January 2014 and in February and April 2014 i.e. before the tunnel came into operation, the second one in December 2015 and in February and April 2016 during regular tunnel operation. Results demonstrate slight improvement of air quality or based on the obtained results we can confidently say that no deterioration of air quality in the second measurement block implemented in comparison with the first season although traffic intensity increased significantly. Comparison of average PM<sub>10</sub> concentrations in separate measuring campaigns showed the decrease of PM<sub>10</sub> concentrations in the second season of 18 – 28 % compared to the first season. Decrease of exceedance of air quality limits defined in the Law Nu. 201/2012 Col. was observed as well from 36 exceedances during the first block of measurements to 21 exceedances in the second block. Another source except traffic that significantly contributes to overall pollution was identified based on PM<sub>10</sub> concentrations daily progress, namely local heating. NO<sub>2</sub> concentrations exceeded one hour air quality limit only in two cases within the all measurements and only in the first block of measurements. Comparison of average NO<sub>2</sub> concentrations in separate measuring campaigns showed the decrease of 11 – 55 % in the second season. Road traffic was identified as the dominant source of NO<sub>2</sub> concentrations based on the daily concentration progress.

# Kontaminace ovzduší polycyklickými aromatickými uhlovodíky

Jiří Huzlík<sup>1</sup>, František Božek<sup>2</sup>, Roman Ličbinský<sup>1</sup>, Magdaléna Náplavová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Česká republika

<sup>2</sup>Univerzita Obrany, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika

e-mail: jiri.huzik@cdv.cz

## Abstrakt

Příspěvek se zaměřuje na stanovení koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků (PAHs), které jsou v ovzduší sorbovány na pevné částice. Na bázi poměru benzo[ghi]perylenu (BghiPe) k benzo[a]pyrenu (BaP) byly identifikovány zdroje znečištění. Jelikož stanovením pouhého podílů koncentrací se ztrácí řada významných informací, byly k identifikaci užity statistické metody lineární regrese pomocí nejmenších čtverců (OLS), redukovaných hlavních os (RMA), ortogonální regrese (OR), robustní diagnostika Kendalla a Theila a klasifikace metodou Support Vector Machines (SVM). Statistické zhodnocení všemi výše uvedenými metodami prokázalo ve zkoumaných časových intervalech odlišné poměry sledovaných PAHs v teplejším a chladnějším období. Analogické výstupy poskytlo srovnání směrnice emisních faktorů získaných z naměřených koncentrací BghiPe a BaP ve výfukových plynech motorových vozidel. Na základě těchto zjištění bylo možné věrohodně konstatovat, že v chladnějším období převládá vliv spalování organických paliv v topeništích, v teplejším období naopak výhradně doprava, protože jiné zdroje emisí PAHs ve zkoumaných lokalitách nebyly nalezeny.

## Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Air Pollution

Jiří Huzlík<sup>1</sup>, František Božek<sup>2</sup>, Roman Ličbinský<sup>1</sup>, Magdaléna Náplavová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Česká republika

<sup>2</sup>University of Defence, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika

e-mail: jiri.huzik@cdv.cz

## Abstract

This article is directed to determining concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), which are sorbed to solid particles in the air. Pollution sources were identified on the basis of the ratio of benzo[ghi]perylene (BghiPe) to benzo[a]pyrene (BaP). Because various important information is lost by determining the simple ratio of concentrations, least squares linear regression (classic ordinary least squares regression), reduced major axis, orthogonal regression, Kendall–Theil robust diagnostics, and classification using the support vector machines method were utilized for identification. Statistical evaluation using all aforementioned methods demonstrated different ratios of the monitored PAHs in the intervals examined during warmer and colder periods. Analogous outputs were provided by comparing slopes of the emission factors acquired from the measured concentrations of BghiPe and BaP in motor vehicle exhaust gases. Based on these outputs, it was possible plausibly to state that the influence of burning organic fuels in heating stoves is prevalent in colder periods whereas in warmer periods transport was the exclusive source because other sources of PAH emissions were not found in the examined locations.



# Laboratórne porovnanie obrusných vrstiev vozoviek na základe produkovaných tuhých častíc

Daša Fullová<sup>1</sup>, Daniela Ďurčanská<sup>1</sup>, Dušan Jandačka<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva  
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

<sup>2</sup>Centrum dopravného výskumu, v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno  
e-mail: dasa.fullova@fstav.uniza.sk

## Abstrakt

Intenzita dopravy sa neustále zvyšuje a nepríjemne ovplyvňuje životné prostredie a životnosť vozoviek. Problematika emisií z dopravy je znásobená skutočnosťou, že počet vozidiel a najazdených kilometrov každý rok narastá a s nimi i emisie. Slovensko má prevažnú časť vozoviek vybudovaných s asfaltovým povrchom. Výskum prezentovaný v príspevku sa preto zaoberá obrusovaním práve asfaltových krytov vozoviek. V príspevku sú porovnané asfaltové zmesi používané do obrusných vrstiev z hľadiska uvoľňovania tuhých častíc do prostredia. Vzorky asfaltových zmesí sú obrusované vo vyjazdovacom zariadení DYNA-TRACK. Merania tuhých častíc, ktoré patria v súčasnej dobe podľa posledných zistení medzi najzávažnejšie polutanty v Európe spolu s prízemným ozónom O<sub>3</sub> a oxidom dusičitým NO<sub>2</sub>, boli vykonávané v laboratórnych podmienkach. Experimentálne merania v laboratóriu umožnili vzorkovať častice bez vplyvov spaľovacích emisií, obrusu častíc z vozidiel, resuspenzie cestného prachu a klimatických vplyvov. V príspevku sú prezentované čiastkové výsledky a porovnanie vzoriek vyjazdených zmesí na základe nameraných hmotnostných koncentrácií obrúsených tuhých častíc a ich chemického zloženia. Kľúčové slová: obrusné vrstvy, tuhé častice, hmotnostné koncentrácie, chemické zloženie častíc

## 1. Úvod

Doprava sa v posledných desaťročiach stala významným faktorom ovplyvňujúcim životné prostredie človeka či už v pozitívnom alebo negatívnom smere. Najväčší podiel na emisiách a látkach znečisťujúcich životné prostredie v rámci dopravnej prevádzky v SR predstavuje cestná doprava (individuálna automobilová doprava a nákladná doprava), ktoré predstavujú až 87 % celkového objemu emisií [2]. Tuhé častice z automobilovej dopravy pochádzajú zo spaľovacích a nespäľovacích procesov. Úlohou výskumu prezentovaného v príspevku je sledovať tuhé častice pochádzajúce práve z nespäľovacích procesov - z *obrusu povrchu vozoviek*.

Určiť obrus povrchu vozovky priamo v teréne ako zdroj tuhých častíc a separovať ho od ostatných a kvantifikovať jeho podiel na množstve tuhých častíc je veľmi zložitý proces. Preto sa výskum realizuje v laboratóriu na rôznych typoch asfaltových zmesí používaných do obrusných vrstiev vozoviek na Slovensku. Problematikou obrusovania povrchu vozoviek a príspevkom týchto emisií k znečisteniu ovzdušia sa zaoberajú najmä severské krajiny [1, 3, 4, 5, 6, 7].

Experimentálnymi meraniami v laboratóriu sa odstránil do istej miery príspevok iných zdrojov znečistenia k tuhým časticiam a vplyv meteorologických faktorov. Dôležitou fázou výskumu je stanoviť zastúpenie chemických prvkov v nameraných tuhých časticiach a ich konfrontácia so zastúpením týchto prvkov v chemickom zložení materiálov asfaltovej zmesi. Základné materiály na výrobu jednotlivých typov



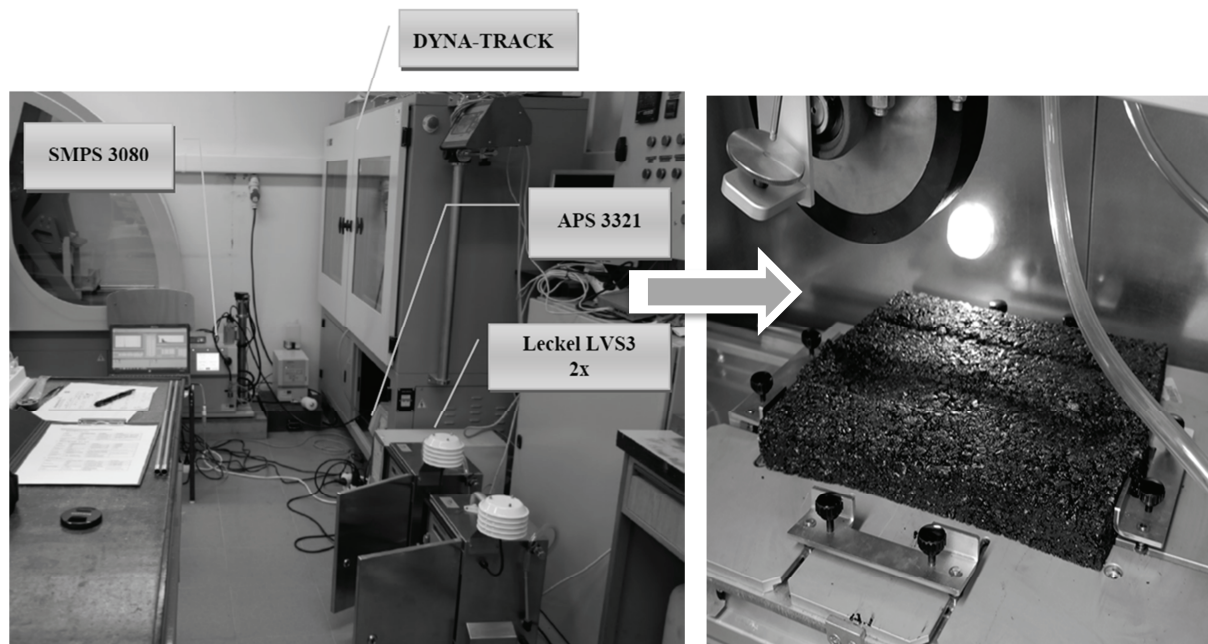
asfaltových stavebných zmesí sú kamenivo, asfaltové spojivo, prísady, poprípade recyklovaný materiál. Vplyvom prejazdov vozidiel dochádza k mechanickému opotrebovaniu povrchu asfaltovej vozovky – obrusnej vrstvy pneumatikami vozidiel, ktoré zapríčiňujú postupné rozdrobovanie a obrusovanie kameniva.

## 2. Metodika experimentálnych meraní obrusu vzoriek

Merania sú vykonávané v laboratóriu Katedry cestného staveľstva. Vzorky asfaltových zmesí - platne veľkosti 320 x 260 mm a hrúbky 40 mm - sú vyjazďované vo vyjazďovacom zariadení DYNA-TRACK, ktoré sa používa na vyjazďovanie koľají.

Počas vyjazďovania vzoriek bol vzduch z vnútra zariadenia vzorkovaný prístrojmi APS 3321 (Aerodynamic Particle Sizer) a SMPS 3080 (Scanning Mobility Particle Sizer), ktoré skenujú a triedia častice veľkosti 0,012~20  $\mu\text{m}$  a 2 ks nízkoobjemových vzorkovačov Leckel LVS3, ktoré zachytávajú tuhé častice  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_1$  na filtre. Vzduch v okolí vyjazďovanej vzorky cirkuluje (je vírený dvomi ventilátormi, ktoré sú súčasťou zariadenia na vyjazďovanie) tak, aby bola v celom priestore okolo vzorky ustálená teplota. Týmto je dosiahnuté aj vírenie tuhých častíc produkovaných počas obrusu vzorky a ich následné vzorkovanie spektrometrami APS, SMPS a prietokovými čerpadlami Leckel. Zmesi sú vyjazďované po dobu 12 hodín. Počas 12 hodinového merania prebehne 20 000 cyklov (t.j. 40 000 pojazdov).

Obr. 1. Použitá prístrojová technika s vyjazdenou vzorkou zmesi AC 11 O 50/70, II, S-9



Pred vyjazďovaním vzoriek asfaltových zmesí sa vykonali skúšky chemického zloženia materiálov (kamenivo, asfalt) röntgen-fluorescenčnou spektroskopiou XRF (X-ray fluorescence spectroscopy). Pre experimenty bol použitý prístroj SPEKTRO iQ II (AMATEK, Germany) v laboratóriu Stavebnej fakulty Technickej univerzity v Košiciach, Ústave environmentálneho inžinierstva.

Chemická analýza exponovaných filtrov tuhými časticami  $\text{PM}_1$  a  $\text{PM}_{2,5}$  bola realizovaná hmotnostnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou ICP-MS v laboratóriu Centra dopravného výzkumu v Brne. ICP-MS Spektrometer 8800 Triple Quadrupole (Agilent, Japonsko) kombinuje vysoké teploty zdroja indukčne viazanej plazmy (ICP) s hmotnostným spektrometrom (MS) - Inductively coupled plasma mass

spectrometry. Zdroj ICP prevedie prúdom argónu atómy prvkov vo vzorke na ióny, ktoré sú následne separované a detegované pomocou hmotnostného spektrometra.

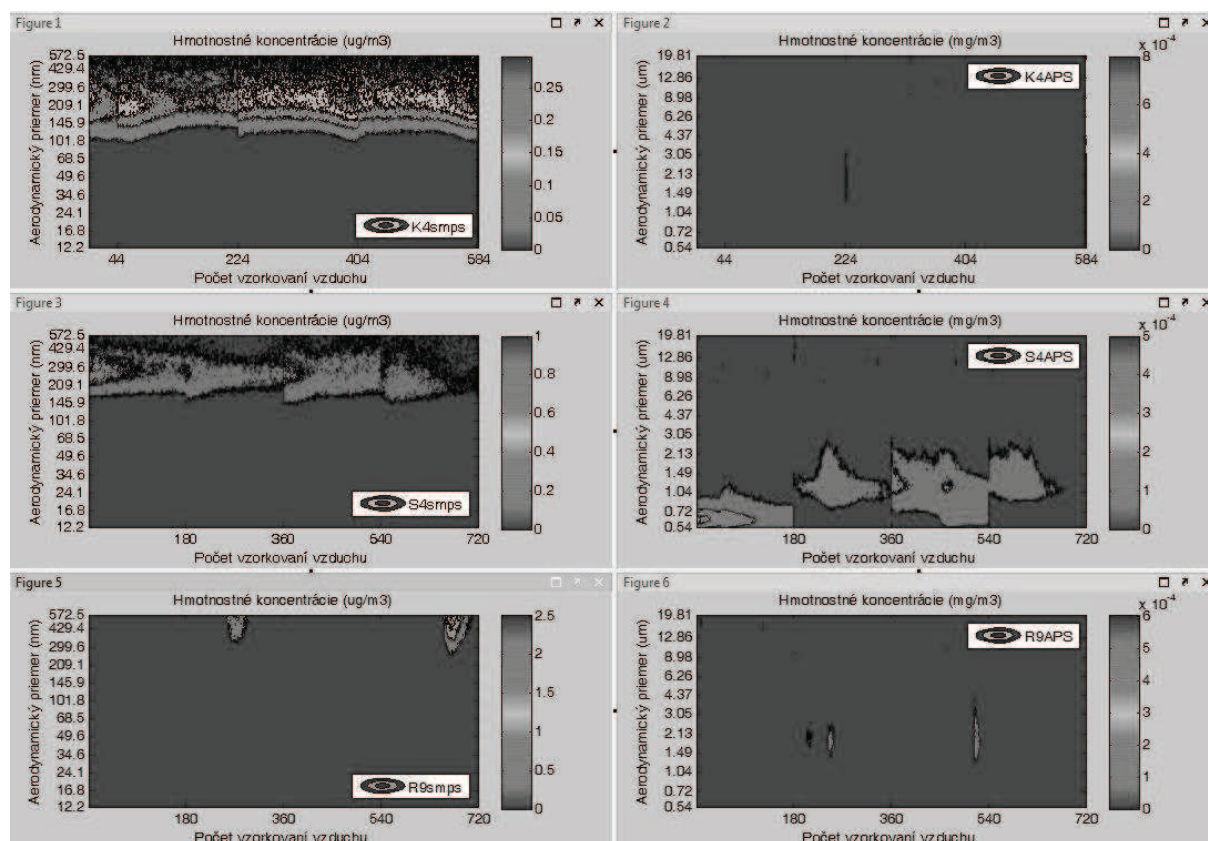
### 3. Výsledky doterajších meraní

Prvotné merania obrusu vzoriek asfaltových zmesí boli uskutočnené v období od 24.08.2015 do 23.09.2015. Vo vyjazdovacom zariadení sa zatiaľ vyjazdilo 6 vzoriek asfaltových zmesí, z každej zmesi boli 2 platne a každá platňa sa vyjazdovala 2 krát:

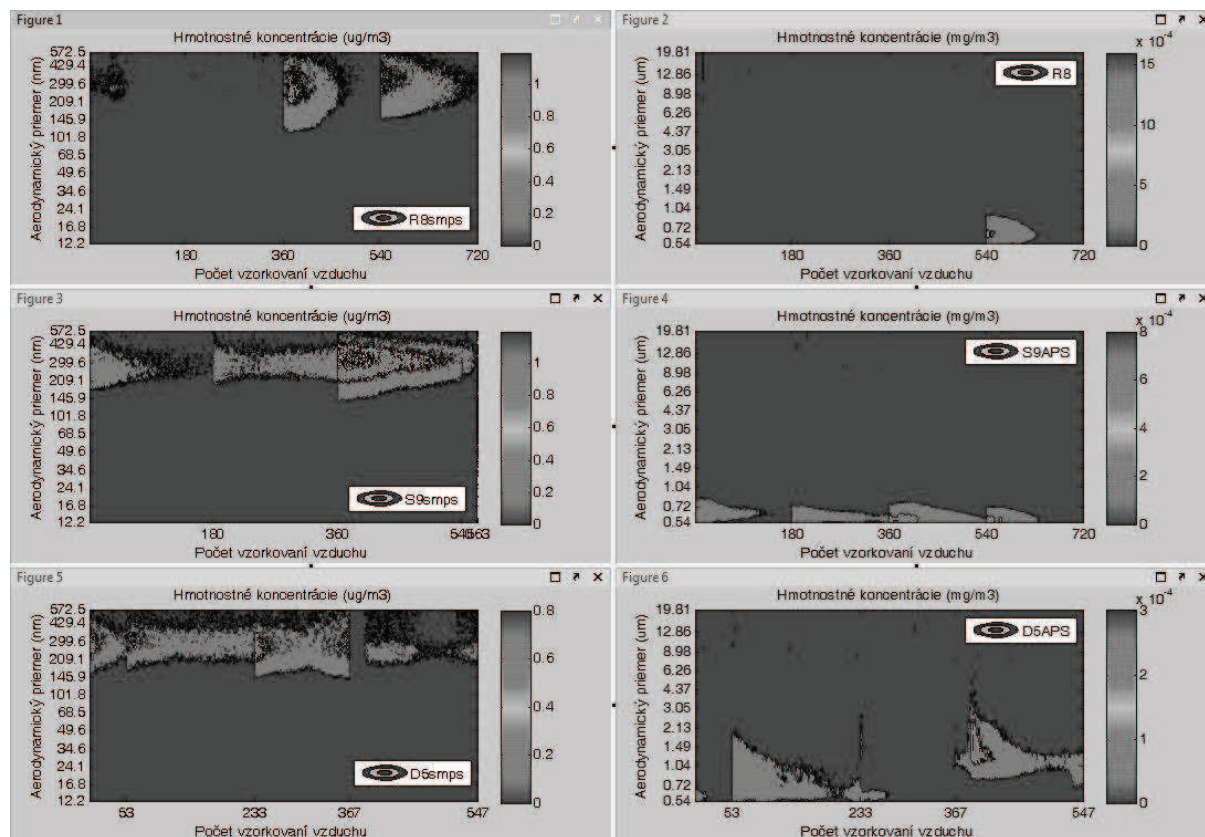
- |                                     |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| → AC 11 O 50/70, II, D – 5,         | → AC 11 O 50/70, II, K – 4,    |
| → AC 11 O 50/70, II, R – 9,         | → AC 11 O 50/70, II, S – 9,    |
| → AC 11 O PMB 45/80 – 75, I, R – 8, | → SMA 11 PMB 45/80 – 75, S – 4 |

Všetkých 6 vzoriek malo počas vyjazdovania rovnaké podmienky v priestore vyjazdovacieho zariadenia. Celková dĺžka merania bola 12 hodín. Počas každého zo štyroch meraní prebehlo 180 4-minútových vzorkovaní vzduchu prístrojmi APS a SMPS. To znamená, že každá zmes má 720 vzorkovaní vzduchu. Všetky zaznamenané vzorkovania vzduchu pre každú vyjazdovanú zmes sú prezentované na nasledujúcich obrázkoch (obr. 2 a obr. 3).

Obr. 2. Priebeh hmotnostných koncentrácií PM počas 4-minútových vzorkovaní vzduchu pre vzorky K-4, S-4 a R-9 zaznamenané prístrojmi SMPS (12nm~580nm) a APS (0,5 $\mu$ m~20 $\mu$ m)



Obr. 3. Priebeh hmotnostných koncentrácií PM počas 4-minútových vzorkovaní vzduchu pre vzorky R-8, S-9 a D-5 zaznamenané prístrojmi SMPS (12nm~580nm) a APS (0,5 $\mu$ m~20 $\mu$ m)



Obrázky prezentujú hmotnostné koncentrácie PM zaznamenané počas 4 vyjazdovanií každej zmesi v 4-minútových intervaloch vzorkovania vzduchu podľa aerodynamického priemeru častíc. Vzduch z vnútra vyjazdovacieho zariadenia bol vzorkovaný pomocou MPS, ktorý zaznamenáva častice veľkosti 12 nm ~ 580 nm a spektrometra APS, ktorý zaznamenáva častice veľkosti 0,5  $\mu$ m ~ 20  $\mu$ m. Z obrázkov je zrejmé, že počas vyjazdovania zmesí majú najvyššie hmotnostné koncentrácie častice aerodynamických priemerov od 0,15  $\mu$ m do 0,50  $\mu$ m (obr. 2 a obr. 3).

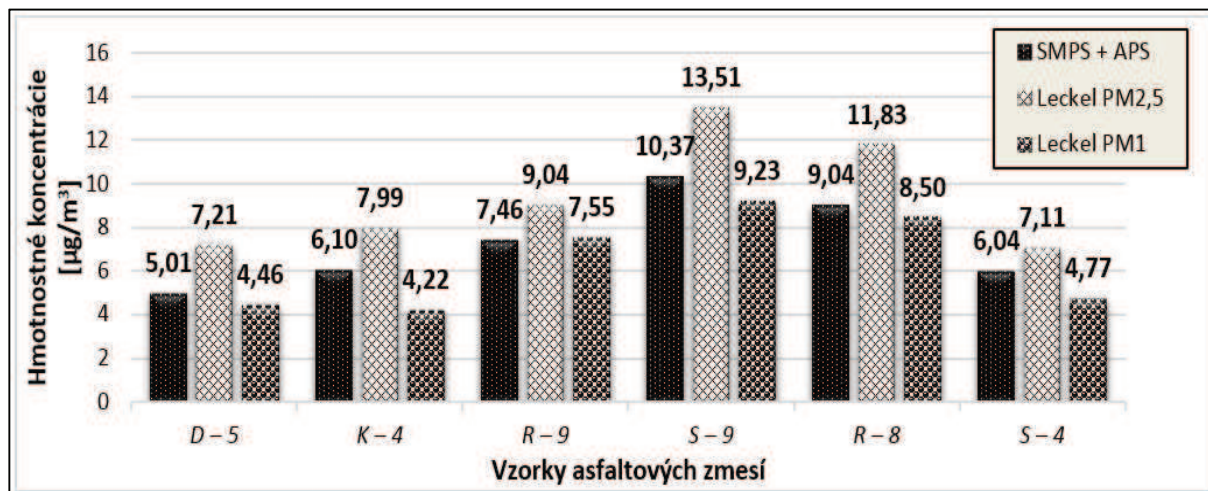
Pri vzorkovaní vzduchu sa vyskytovali častice priemerov menších ako 2,5  $\mu$ m. Z toho dôvodu sú merané počas vyjazdovania dve frakcie tuhých častíc PM<sub>1</sub> a PM<sub>2,5</sub>, ktoré sú zachytávané na nitrocelulóзовé filtre priemeru 47 mm prietokovými čerpadlami Leckel po dobu 12 hodín. Gravimetrickou metódou bola stanovená hmotnostná koncentrácia tuhých častíc PM<sub>1</sub> a PM<sub>2,5</sub> pre každé meranie. Pred samotným vyjazdovaním zmesí a po ukončení týchto meraní sa vykonalo aj merania prostredia laboratória pomocou Lecklov.

### 3.1. Porovnanie asfaltových zmesí z hľadiska koncentrácií PM

Výsledky hmotnostných koncentrácií tuhých častíc nameraných počas vyjazdovania vzoriek asfaltových zmesí sú uvedené na nasledujúcom obrázku (obr. 4). Najvyššie koncentrácie boli namerané pri zmesi s označením S – 9 (AC 11 s klasickým spojivom) a najnižšie koncentrácie boli zaznamenané pri zmesi s označením D – 5 (AC 11 s klasickým spojivom). Koncentrácie tuhých častíc boli

stanovované dvomi metódami, a to pomocou spektrometrov a prietokového vzorkovača Leckel.

Obr. 4. Priemerné hmotnostné koncentrácie tuhých častíc vyjazdených asfaltových zmesí



Pri zmesi s najvyššími koncentraciami tuhých častíc bolo použité kamenivo melafýr a kremenec a pri zmesi s najnižšími koncentraciami bolo použité kamenivo kremičitý vápenec. Nameraná hmotnostná koncentrácia pre vzorku S – 9 (AC 11) je o  $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vyššia ako pri vzorke D – 5 (AC 11) s použitím spektrometrov SMPS a APS. Použitím gravimetrickej metódy je stanovený tento rozdiel na  $5,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pri tuhých časticach frakcie PM<sub>2,5</sub> a  $4,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pri frakcii PM<sub>1</sub>. Zmes S-4 je zmes SMA s polymérom modifikovaným spojivom a namerané hmotnostné koncentrácie boli na úrovni hodnôt zmesi s klasickým spojivom s najnižšími dosahovanými koncentraciami (zmes D-5).

### 3.2. Porovnanie asfaltových zmesí z hľadiska chemického zloženia PM

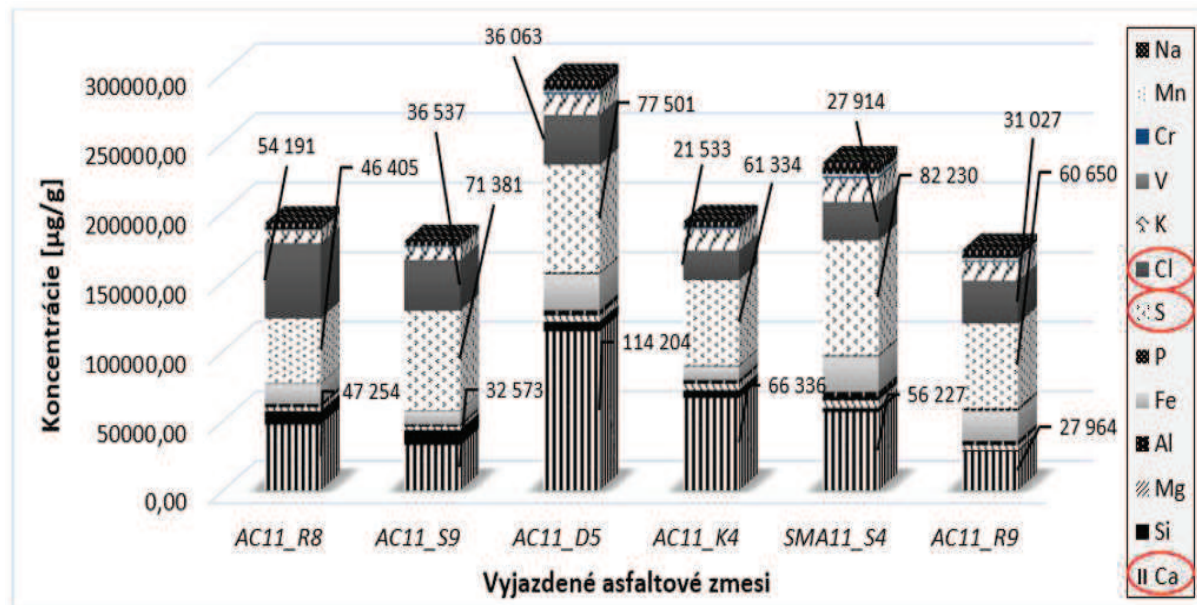
Skúškou chemického zloženia sa zistilo, že asfalt obsahuje približne 4,8 % anorganických prvkov a zvyšok predstavujú organické prvky. Najväčšie zastúpenie má síra S, predstavuje 4,19 %. Vyšší podiel mali prvky kremík Si (0,21 %) a chlór Cl (0,17 %).

Chemické analýzy sa vykonali aj pre všetky druhy použitého kameniva vo vzorkách. Vo vzorkách asfaltových zmesí bolo použité kamenivo zo šiestich lomov (Malužiná, Badín, Sološnica, Biely Potok, Tunežice, Žírany). XRF spektroskopii boli podrobené práškové vzorky (rozdrvené kamenivo). Z výsledkov vyplynulo, že v kamenive majú najväčšie percentuálne zastúpenie prvky kremík Si a vápnik Ca. V kamenive z lomov Malužiná (melafýr), Badín (andezit) a Sološnica (melafýr) prevláda kremík Si a v kamenive z lomov Biely Potok (dolomit), Tunežice (kremičitý vápenec), Žírany (kremenec) prevláda vápnik Ca. V kamenive z lomu Malužiná predstavuje kremík Si 23,81 %, z lomu Badín 28,12 % a z lomu Sološnica 23,65 %. Vápnik Ca v kamenive z lomu Biely Potok tvorí 30,42 %, z lomu Tunežice 48,29 % a najväčšie percentuálne zastúpenie má v kamenive z lomu Žírany, a to 51,31 %.

Chemická analýza exponovaných filtrov tuhými časticami PM<sub>1</sub> a PM<sub>2,5</sub> bola realizovaná hmotnostnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou ICP-MS. Princíp zariadenia spočíva v tom, že sa rozložia vzorky v kyselinách pôsobením mikrovlnného žiarenia. Takto pripravené (rozložené) vzorky (51 filtrov) sa analyzovali na prítomnosť vybraných 13 prvkov, ktoré boli určené na základe predchádzajúcich analýz kameniva a asfaltu – Ca, Si, Mg, Al, Fe, P, S, Cl, K, V, Cr, Mn, Na.

Nasledujúci obrázok prezentuje výsledky analýz vybraných prvkov (obr. 5). Analyzovalo sa zatiaľ 51 filtrov, na ktorých boli zachytené tuhé častice dvoch frakcií  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ . Pre každú zmes (2 platne, 4 vyjazďovania) sa analyzovali 4 filtre pre frakciu  $PM_{10}$  a 4 filtre pre frakciu  $PM_{2,5}$ .

Obr. 5. Hmotnostné koncentrácie vybraných prvkov v tuhých časticiach  $PM_{10}$



Obrázok (obr. 5) prezentuje hmotnostné koncentrácie vybraných 13 prvkov v zachytených tuhých časticiach  $PM_{10}$  pre každú testovanú vzorku asfaltovej zmesi. Najväčšie zastúpenie predstavujú prvky Ca, S a Cl. Vo vzorke s označením D – 5 má najväčšie zastúpenie prvok Ca a jeho koncentrácia je 114204  $\mu\text{g/g}$   $PM_{10}$ . Síra S má najväčšie zastúpenie vo vzorke S – 4 s najvyššou koncentráciou, a to 82230  $\mu\text{g/g}$   $PM_{10}$ . Chlór Cl má s koncentráciou 54191  $\mu\text{g/g}$   $PM_{10}$  najväčšie zastúpenie vo vzorke označenej R – 8. Najnižšie koncentrácie boli zaznamenané pre prvok V (od 7,85  $\mu\text{g/g}$  do 109,14  $\mu\text{g/g}$   $PM_{10}$ ) a pre prvky Cr, Mn a P.

Vo vzorke D – 5 sú analyzované najvyššie koncentrácie vybraných 13 prvkov v  $\mu\text{g/g}$  tuhých častíc frakcie  $PM_{10}$ . Vzorka R – 9 prezentuje najnižšie hmotnostné koncentrácie týchto prvkov, spolu predstavujú 172692,86  $\mu\text{g/g}$   $PM_{10}$ .

### 3. Diskusia k problematike

V rámci riešenia výskumu prebehli počiatočné laboratórne merania vzoriek asfaltových zmesí pre obrusné vrstvy vozoviek. Boli namerané početné a hmotnostné koncentrácie tuhých častíc uvoľnených počas vyjazďovania jednotlivých vzoriek. Koncentrácie tuhých častíc boli stanovované dvomi metódami, a to pomocou spektrometrov a prietokových vzorkovačov. Boli uskutočnené chemické analýzy základných materiálov zmesí röntgen-fluorescenčnou spektroskopiou XRF a tuhých častíc zachytených na nitrocelulóзовých filtroch hmotnostnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou ICP-MS.

Zo zatiaľ testovaných asfaltových zmesí sa vykonalo celkovo 24 testov pre 6 vzoriek zmesí. Vzorky sa odlišovali použitým druhom kameniva a asfaltu. Najvyššie koncentrácie boli namerané pri zmesi s označením S – 9 (AC 11 s klasickým spojivom) a najnižšie koncentrácie boli zaznamenané pri zmesi s označením D – 5 (AC 11 s klasickým spojivom). Pri zmesi s najvyššími koncentraciami bolo použité kamenivo melafýr a kremenec a pri zmesi s najnižšími koncentraciami bolo použité

kamenivo kremičitý vápenec. Podstatné zastúpenie tuhých častíc, ktoré boli namerané pri vyjazďovaní vzoriek prístrojmi SMPS a APS, sa pohybuje pod aerodynamickým priemerom 0,5 µm.

Z chemických analýz materiálov vyplynulo, že majoritné zastúpenie v kamenive majú hlavne prvky Si a Ca. Prvky s nižším zastúpením v kamenive sú Mg, Al, Fe. V asfalte sa nachádzajú predovšetkým prvky organickej chémie a z anorganických prvkov je to hlavne síra S.

Z analýz tuhých častíc sa zistili hmotnostné koncentrácie skúmaných prvkov pre každú testovanú zmes. Najväčšie zastúpenie predstavujú prvky Ca, S a Cl. Vo vzorke s označením D – 5 má najväčšie zastúpenie prvok Ca s koncentráciou 114204 µg/g PM<sub>1</sub>. Síra S má najväčšie zastúpenie vo vzorke S – 4 s najvyššou koncentráciou, a to 82230 µg/g PM<sub>1</sub>. Vo vzorke označenej R – 8 má najväčšie zastúpenie chlór Cl s koncentráciou 54191 µg/g PM<sub>1</sub>. Najnižšie koncentrácie boli zaznamenané pre prvok V a pre prvky Cr, Mn a P.

Cieľom experimentálnych meraní je overiť vplyv zloženia asfaltovej zmesi na produkciu tuhých častíc pri vyjazďovaní vzorky. Poznatky z chemických analýz je možné ďalej aplikovať v ďalšej fáze výskumu pri skúmaní a overení tohto vplyvu.

V meraniach sa naďalej pokračuje, sú očakávané ďalšie vyhodnotenia koncentrácií častíc a obsahov jednotlivých skúmaných prvkov v PM, aby bolo možné porovnať zmesi medzi sebou z pohľadu produkcie PM.

## Literatúra

- [1] AMATO, F., CASSEE, F. R., DENIER VAN DER GON, H. A. C., GEHRIG, R., GUSTAFSSON, M., HAFNER, W., QUEROL, X. (2014). *Urban air quality: The challenge of traffic non-exhaust emissions*. Journal of Hazardous Materials, 275, 31-36. Retrieved from www.scopus.com.
- [2] ĎURČANSKÁ, D. a kol. *Analýza metód vyhodnocovania znečisťovania ovzdušia z cestnej dopravy: rozborová úloha*. Žilina: Stavebná fakulta, Katedra cestného staviteľstva, ŽU, (september 2014).
- [3] FOLKESON, et al., SPENS: Sustainable Pavements for European New Member States, Guidelines for the environmental assessment of various pavement types including recommendations to road authorities in NMS, European commission DG research, Sixth framework programme, 29 May 2009.
- [4] GEHRIG, R., ZEYER, K., BUKOWIECKI, N., LIENEMANN, P., POULIKAKOS, L. D., FURGER, M., & BUCHMANN, B. (2010). *Mobile load simulators - A tool to distinguish between the emissions due to abrasion and resuspension of PM<sub>10</sub> from road surfaces*. Atmospheric Environment, 44(38), 4937-4943. doi:10.1016/j.atmosenv.2010.08.020.
- [5] GUSTAFSSON, M., BLOMQUIST, G., GUDMUNDSSON, A., DAHL, A., JONSSON, P., & SWIETLICKI, E. *Factors influencing PM<sub>10</sub> emissions from road pavement wear*. Atmospheric Environment, 43(31), 4699-4702, (2009).
- [6] HUSSEIN, T., JOHANSSON, C., KARLSSON, H., & HANSSON, H. -. (2008). *Factors affecting non-tailpipe aerosol particle emissions from paved roads: On-road measurements in Stockholm, Sweden*. Atmospheric Environment, 42(4), 688-702. doi:10.1016/j.atmosenv.2007.09.064
- [7] PIRJOLA, L., KUPIAINEN, K. J., PERHONIEMI, P., TERVAHATTU, H., & VESALA, H. (2009). *Non-exhaust emission measurement system of the mobile laboratory SNIFFER*. Atmospheric Environment, 43(31), 4703-4713. doi:10.1016/j.atmosenv.2008.08.024.

### **Pod'akovanie**

*Tento príspevok vznikol vďaka podpore grantovej úlohy VEGA 1/0557/14 Vplyv vybraných premenných parametrov na prevádzkovú spôsobilosť asfaltových vozoviek.*

## **Laboratory comparison of wearing courses of pavements in terms of released particulate matter**

**Daša Fullová<sup>1</sup>, Daniela Ďurčanská<sup>1</sup>, Dušan Jandačka<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*University of Zilina, Faculty of Civil Engineering, Department of Highway Engineering, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina*

<sup>2</sup>*Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

e-mail:dasa.fullova@fstav.uniza.sk

### **Abstract**

Traffic volume is still increasing and has unpleasant impact on the environment and longevity of the pavements. The issue of emissions from road traffic is compounded by the fact that the number of vehicles and driven kilometres is increasing each year. It is also associated with increase in emissions. Slovakia has built up the major part of roads with asphalt surface. Therefore the research presented in this contribution deal with just abrasion of bituminous wearing courses of pavements. The asphalt mixtures used in wearing courses are compared in terms of release of particulate matter into the environment. The samples of asphalt mixtures are abraded in the wheel tracking machine DYNA-TRACK. The particulate matter measurements were performed in the laboratory conditions. Currently, the particulate matter, belong to the most significant pollutants in Europe together with ground-level ozone O<sub>3</sub> and nitrogen dioxide NO<sub>2</sub> according to the latest findings. The experimental laboratory measurements make it possible to sample particulates without contamination from exhaust emissions, abraded particles from vehicles, resuspension of road dust and climate affects. The contribution presents partial results and the comparison of rutted asphalt samples in term of the particulate matter mass concentrations and their chemical composition.

# Praha – zdraví a životní prostředí

Ing. Eva Moravcová  
Hygienická stanice hlavního města Prahy  
Rytířská 12, 110 01 Praha 1  
e-mail:eva.moravcova@hygp Praha.cz

## Abstrakt

Kvalita životního prostředí patří mezi základní determinanty zdravotního stavu populace. Znečištění ovzduší je jedním z faktorů, který ovlivňuje společně s dalšími faktory lidského zdraví. Hlavní město Praha patří z hlediska znečištění ovzduší mezi nejvíce zatížené oblasti ČR. Tento stav je důsledkem spolupůsobení řady faktorů, jako je specifická poloha Prahy a členitost terénu Pražské kotliny, která zásadně ovlivňuje klimatické poměry a tím i rozptylové podmínky území. Pro Prahu je specifická vysoká koncentrace obyvatel a s tím spojená hustá dopravní síť. Velká část hlavních dopravních tahů (a to i tranzitních) vede přímo centrem Prahy. K částečnému řešení dopravní situace by mělo přispět především dokončení jednotlivých částí Silničního okruhu kolem Prahy (SOKP), omezení nákladní automobilové dopravy na území hlavního města a regulace individuální automobilové dopravy v nejvíce zatížených oblastech. S dopravou mimo jiné úzce souvisí i zvýšená expozice obyvatel hlukem, který je dalším z negativních faktorů životního prostředí. K lokálnímu snižování hlučnosti v Praze dochází díky organizačním a stavebně technickým opatřením, prováděnými vlastníky komunikací, nicméně stále je v Praze řada kritických míst s vysoko překročenými hygienickými limity hluku.

## 1. Kvalita ovzduší

### 1.1. Zdroje znečišťování ovzduší

Pojem znečišťování ovzduší (používaný termín emise) zahrnuje celou řadu procesů, při nichž dochází k vnášení znečišťujících látek do ovzduší. Zdroje znečišťování ovzduší mohou být přírodního nebo antropogenního původu, přičemž hranice mezi těmito typy zdrojů není vždy úplně jednoznačná. Jako antropogenní zdroje jsou označovány činnosti způsobované člověkem. Dále se rozlišuje znečišťování ovzduší primární, kdy jsou znečišťující látky vnášeny do ovzduší přímo ze zdrojů a sekundární jako důsledek fyzikálně-chemických reakcí v atmosféře. Kvalitu ovzduší výrazně ovlivňují kromě vlastních zdrojů znečišťování i meteorologické podmínky. Mají vliv na množství emisí z antropogenních i přírodních zdrojů, určují rozptylové podmínky, ovlivňují tvorbu sekundárních znečišťujících látek v ovzduší a odstraňování znečišťujících látek z ovzduší. Meteorologické podmínky, a to zejména teplota, relativní vlhkost vzduchu a sluneční záření, přímo ovlivňují chemické a fyzikální procesy probíhající mezi znečišťujícími látkami v ovzduší. Vliv meteorologických podmínek může být nepřímý, např. v důsledku intenzivního promíchávání dochází k naředění emitovaných látek a tedy i ke snížení rychlosti reakcí. Pro průběh fotochemických reakcí je rozhodující sluneční záření, například v letním období vysoké teploty a zejména intenzivní sluneční záření způsobují vysokou koncentraci ozonu.



## 1.2. Zdravotní rizika a důsledky znečištění ovzduší

Znečištění ovzduší je jedním z faktorů, který se spolupodílí na ovlivnění lidského zdraví. Zdravotní následky mohou zahrnovat mírné přechodné změny v respiračním traktu a s tím související zhoršenou funkci plic, snížení výkonu, případně hospitalizaci. V současné době máme již množství důkazů o negativních účincích znečištěného ovzduší nejen na respirační, ale i na kardiovaskulární systém. Některé znečišťující látky mají také karcinogenní účinek, ovlivňují funkci žláz s vnitřní sekrecí, vývoj a růst plodu. Z hlediska vlivu na zdraví mají největší význam aerosolové částice  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  a polycyklické aromatické uhlovodíky. Je prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  způsobují nárůst celkové nemocnosti, zejména onemocnění srdce a cév, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání, zvláště u astmatiků a zvýšení kojenecké úmrtnosti. Mezi prokázané účinky dlouhodobě zvýšených koncentrací patří snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek, zkrácení délky života, zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév a pravděpodobně i na rakovinu plic. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce  $PM_{10}$  přispívá ke zvýšení výskytu příznaků zánětu průdušek a dalších respiračních symptomů u dětí [1].

## 1.3. Znečištění ovzduší z dopravy

Doprava je ve městech dlouhodobě dominantním a v podstatě plošně působícím zdrojem znečištění ovzduší. Má hlavní podíl na zvýšené zátěži obyvatel suspendovanými částicemi frakce  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  a dále  $NO_2$ . V roce 2005 se silniční doprava podílela více než 40 % na koncentraci rozptýlených částic a 72 %  $CO_2$  v ovzduší. V případě částic  $PM_{10}$  se více než 50 % a v případě  $NO_2$  dokonce více než 70 % překročení vztahovalo přímo k dopravě. Jediným důležitým důvodem překračování koncentrací  $O_3$  (přízemního ozónu) je opět místní doprava s podílem až 20 % [2]. Zlepšování kvality ovzduší tedy znamená zaměřit se na silniční provoz.

V souhrnné správě Státního zdravotního ústavu ČR se říká, že ve velkých městech a městských aglomeracích v ČR jsou dlouhodobě hlavními zdroji znečištění ovzduší doprava a procesy s ní spojené (primární emise, otěry, koroze atd.). Dalšími znečišťujícími faktory jsou i ultrajemné částice chrómu a niklu, těžké organické látky – VOC (zážehové motory), polycyklické aromatické uhlovodíky – PAU (vznětové motory) a ve svém součtu velmi významné emise skleníkových plynů oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého [3].

## 1.4. Kvalita ovzduší v Praze

Hlavní město Praha patří z hlediska znečištění ovzduší mezi nejvíce zatížené oblasti České republiky. Tento stav je důsledkem spolupůsobení řady přírodních faktorů, zejména však vlivů vysoké koncentrace obyvatel a s tím spojené husté dopravní sítě. Specifická poloha Prahy a členitost terénu Pražské kotliny zásadním způsobem ovlivňuje klimatické poměry a tím i rozptylové podmínky území. Údolí Vltavy bývá nedostatečně provětráváno a zejména v chladné polovině roku se zde utvářejí vhodné podmínky ke vzniku teplotních inverzí, kdy výrazně teplejší vzduch je nasouván nad studený vzduch u prochlazeného zemského povrchu. Těžký studený vzduch se drží při zemi a nedovolí znečišťujícím látkám rozptýlit se do vyšších vrstev atmosféry. Důsledkem jsou zvýšené koncentrace škodlivin v nehybné přízemní vrstvě vzduchu. Zhoršená kvalita ovzduší v Praze souvisí zejména se značným

dopravním zatížením. Praha je díky své poloze nejen hlavním uzlem silniční sítě ČR, ale i významnou křižovatkou mezinárodní přepravy. Velká část hlavních dopravních tahů vede vnitřní částí Prahy, současná komunikační síť vnitřního města však není schopna takovou koncentraci dopravy pojmout a dochází k výraznému přetížení v určitých lokalitách. K částečnému řešení dopravní situace by mělo přispět především dokončení objízdného SOKP, dále pak výrazné omezení individuální automobilové dopravy v nejvíce zatížených oblastech, důraz na železniční a městskou hromadnou dopravu. Praha má vzhledem ke svému historickému vývoji rozvinutou i průmyslovou infrastrukturu. V nedávné minulosti sice docházelo k rušení či omezení řady nevyhovujících průmyslových zdrojů, ale naopak došlo k rostoucímu významu sektoru služeb a výstavbě nových komerčních a administrativních center, která kladou vysoké nároky na dopravní obslužnost a spotřebu energií včetně vytápění. Nezanedbatelný vliv na současnou situaci v Praze má i spotřeba pevných paliv pro vytápění rodinných domů. Zdroje emitující do ovzduší znečišťující látky jsou celostátně sledovány v rámci tzv. „Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší.“ Správou této databáze za celou Českou republiku je pověřen Český hydrometeorologický ústav. Bilance mobilních zdrojů znečišťování ovzduší zahrnuje emise ze silniční, železniční, letecké a vodní dopravy a dále emise z nesilničních zdrojů (zemědělské, lesní a stavební stroje, apod.).

### 1.5. Program zlepšování kvality ovzduší v Praze

Základním koncepčním dokumentem hlavního města Prahy v této oblasti je v roce 2016 vydaný Program zlepšování kvality ovzduší aglomerace Praha CZ01, který vypracovalo Ministerstvo životního prostředí pro období do roku 2020. Program zlepšování kvality ovzduší (PZKO) je hlavním koncepčním dokumentem pro postup města ve snaze o zlepšování parametrů kvality ovzduší v období let 2016 – 2020. Cílem PZKO je co nejdříve dosáhnout požadované kvality ovzduší pro znečišťující látky uvedené v zákoně č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, tuto kvalitu udržet a zlepšovat, a to na celém území hlavního města Prahy. PZKO stanovuje opatření k dosažení požadované kvality ovzduší, jejímu udržení a dalšímu zlepšení, ze kterých budou vycházet orgány ochrany ovzduší, veřejná správa a samospráva dle svých kompetencí v rámci řízení kvality ovzduší dle zákona a v souladu s obecnou povinností pečovat o rozvoj obce a kraje a jejich území. Mezi významná nová opatření zavedená zákonem o ochraně ovzduší patří stanovení emisních stropů a lhůt k jejich dosažení pro vymezená území.

### 1.6. Informace dostupné na internetu

- *Dlouhodobý záměr ochrany ovzduší na území hl. m. Prahy*  
([praha.eu/jnp/cz/o\\_meste/magistrat/povinne\\_zverejnovane\\_informace/](http://praha.eu/jnp/cz/o_meste/magistrat/povinne_zverejnovane_informace/))
- *Atlas ŽP v Praze - Atlas obsahuje samostatnou položku Ovzduší: Zdroje znečišťování ovzduší (Emise); Měření kvality ovzduší (Imise); Modelový výpočet kvality ovzduší - ATEM; Modelový výpočet kvality ovzduší u komunikací - PUDIS; Klasifikace klimatu*
- *Ročenka životního prostředí v Praze*
- *PREMIS - Pražský ekologický monitorovací a informační Systém*
- *Projekt HEAVEN (HealthierEnvironmentthroughtheAbatementofVehicleEmissions and Noise - Řešení dopravy s ohledem na kvalitu ovzduší a hluk) HEAVEN funguje v rámci PREMIS.*

*Projekt byl realizován v letech 2000 - 2003 a účastnilo se jej šest velkých měst (Berlín, Leicester, Paříž, Praha, Rotterdam a Řím), průmyslové podniky a výzkumné ústavy z EU a CEEC, byl zaměřen na monitorování a modelování kvality ovzduší a dále vytvoření a využití systému pro podporu rozhodování DSS (Decision Support System), který bude schopen hodnotit vliv aktuální dopravní situace a strategie řízení dopravy na životní prostředí. Informace o projektu v ČR jsou na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu. Cílem projektu HEAVEN je dosažení zdravějšího životního prostředí ve velkoměstech, které je stále více negativně ovlivňováno emisemi a hlukem z dopravy.*

- *Envis - informační systém o životním prostředí v Praze - Ovzduší*
- *Dlouhodobý záměr ochrany ovzduší v Praze (strategický dokument Magistrátu hl. města Prahy)*
- *Automatizovaný imisní monitoring ovzduší pro Prahu - AIM (stránky ČHMÚ)*  
 \* *Imisní limity - jsou používány pro hodnocení stavu znečištění ovzduší. Hodnoty pro látky znečišťující venkovní ovzduší jsou uvedeny v Nařízení vlády č. 350 ze dne 3. července 2002 (127/2002 Sb.). Tabulka uvádí Limitní hodnoty pro ochranu zdraví (formát RTF)*  
 \* *Zvláštní imisní limity - jsou používány v rámci smogových regulačních systémů. První stupeň je upozornění obyvatelstva a znečišťovatelů ovzduší na možnost výskytu smogové situace, druhý stupeň je regulace vybraných zdrojů znečišťování ovzduší. Hodnoty zvláštních imisních limitů jsou uvedeny ve Vyhláše č. 553 ze dne 16. prosince 2002 (192/2002 Sb.).*
- *Úsek ochrany čistoty ovzduší - Český hydrometeorologický ústav Hlavním úkolem úseku ochrany čistoty ovzduší je získávání objektivních a všestranných informací o dosavadním vývoji a současném stavu znečištění ovzduší a jeho prognóze, jako důležitých podkladů pro navrhování, realizaci, kontrolu a hodnocení efektivnosti koncepčních i krátkodobých opatření k ochraně ovzduší.*
- *Projekt CITEAIR (Common Information to European Air) na projekt HEAVEN bezprostředně navazuje. Byl podpořen z programu INTERREG na konci roku 2003. Účastní se jej celkem 13 partnerů z Belgie, Francie, Německa, Itálie, Holandska, České republiky a Slovenska.*
- *Ovzduší - sekce stránek Ministerstva životního prostředí - najdete zde například rubriky Změny a návrhy změn legislativy v ochraně ovzduší; Národní a místní programy; Implementace EU, Úmluvy, Protokoly; Emisní faktory motorových vozidel aj.*

## **2. Hluk jako faktor životního prostředí**

Nadměrný hluk zaujímá v řadě faktorů ohrožujících naše životní prostředí stále důležitější místo. Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně definovány jako morfologické nebo funkční změny organismu, které vedou ke zhoršení jeho funkcí, ke snížení kompenzační kapacity vůči stresu nebo zvýšení vnímavosti k jiným nepříznivým vlivům prostředí. Negativní účinky hluku je možné s určitým zjednodušením rozdělit na orgánové účinky (specifické a nespecifické), rušení činností (spánku, řečové komunikace, osvojování řeči a čtení) a vlivy na subjektivní pocity (obtěžování). Specifické účinky se projevují poruchami činnosti sluchového analyzátoru. U nespecifických účinků dochází k ovlivnění funkcí různých systémů organismu, často se na nich podílí stresová reakce a ovlivnění spánku a vyšších nervových funkcí [4]. Hluk tak může přispět ke spuštění nebo urychlení vlastního

patologického děje u chorob s multifaktoriálními příčinami. Působení hluku v životním prostředí je ovšem nutné posuzovat i z hlediska ztížené komunikace řečí a zejména pak z hlediska obtěžování, pocitů nespokojenosti, rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí [5]. Důležité jsou přitom vlivy sociální (vzdělání, duševní práce, ekonomický prospěch ze zdroje hluku), zdravotní (porucha sluchu, somatické onemocnění), psychologické faktory (strach spojený se zdrojem hluku) a mezikulturní rozdíly. To vede k různým výsledkům studií, které prokazují u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách hluku na různých lokalitách v různých zemích [6]. Pro obtěžování způsobené třemi typy dopravního hluku (silničním, leteckým a železničním) byl vytvořen vztah dávka – účinek, uvedený v publikaci WHO [7]. Vztahy vycházení z prací autorů Miedema & Vos a Miedema & Oudshoorn [8].

## 2.1. Hlukové mapování

Pro podrobný popis hlukové zátěže v prostředí se využívají hlukové mapy. Jejich zpracování nevychází z konkrétních bodových měření, ale z modelových výpočtů, které jsou méně nákladné, lépe prakticky proveditelné a využitelnější s ohledem na plánované investiční akce, změny v dopravě nebo jiná opatření ke zlepšení stavu prostředí. Na základě směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí (Směrnice Environmental Noise Directive, END) je Česká republika jako členský stát EU povinna pořizovat Strategické hlukové mapy (SHM) a navazující akční plány (AP). SHM se pořizují v pravidelných pětiletých cyklech. Navazující Akční plány obsahují návrhy opatření na snížení hluku v nejzátíženějších oblastech, které byly určeny na základě SHM. Výsledky SHM i AP jsou prezentovány veřejnosti a jsou reportovány v pevně daných termínech Evropské komisi, která zajišťuje porovnání hlukové situace v rámci celé EU a dalších států (Švýcarsko, Norsko). Tyto údaje jsou podkladem pro přípravu hlukové politiky a legislativy EU, jejímž cílem je snížení hlukové zátěže obyvatelstva.

Směrnice END definuje hlukové indikátory:

- $L_{dvn}$ ,  $L_{den}$  (hlukový indikátor pro den-večer-noc; day-evening-night) – hlukový indikátor pro celkové obtěžování hlukem; v české legislativě je pro tento hlukový indikátor používáno označení  $L_{dvn}$
- $L_d$  (hlukový indikátor pro den) – hlukový indikátor pro obtěžování hlukem během dne
- $L_v$  (hlukový indikátor pro večer) – hlukový indikátor pro obtěžování hlukem během večera
- $L_n$  (hlukový indikátor pro noc) – hlukový indikátor pro posouzení míry subjektivního rušení spánku.

Mezní hodnotou se rozumí hodnota  $L_{dvn}$  nebo  $L_n$ , určená členským státem, při jejímž překročení příslušné orgány zvažují nebo zavádějí opatření ke snížení hluku; mezní hodnoty se mohou lišit pro různé typy hluku (hluk ze silniční, železniční nebo letecké dopravy, průmyslové činnosti atd.), různá prostředí a různou citlivost obyvatel. Mohou být také odlišné pro stávající a pro nové situace (pokud dojde ke změně situace z hlediska zdroje hluku nebo využití daného prostředí). V České republice jsou mezní hodnoty uvedeny ve vyhlášce č. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (vyhláška o hlukovém mapování).

Mezní hodnoty definované v České republice jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. 1. Mezní hodnoty hlukových ukazatelů

Zdroj hluku	$L_{dvn}$ [dB]	$L_n$ [dB]
Silniční doprava	70	60
Železniční doprava	70	65
Letecká doprava	60	50
Průmyslová zařízení	50	40

## 2.2. Hluková zátěž v Praze

Tab. 2. Počty osob a obydlí zasažených hlukem v aglomeraci Praha [9]

Rozpětí hodnot ukazatele hluku	Počty osob		Počty obydlí	
	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)
40 - 44	-	107 833	-	5 807
45 - 49	-	444 761	-	34 306
50 - 54	87 577	308 277	5 096	24 445
55 - 59	452 937	143 722	32 940	9 840
60 - 64	333 839	91 672	27 279	5 156
65 - 69	144 953	27 172	10 182	1 398
70 - 74	88 008	627	4 669	45
> 75	18 083	0	937	0

Zdroj: Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008

Tab. 3. Počty osob zasažených hlukem ze silnic, železnic, leteckého provozu a průmyslu v aglomeraci Praha [9]

Rozpětí (dB)	Silnice		Železnice		Letiště		Průmysl	
	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)	$L_{dvn}$ (dB)	$L_n$ (dB)
40 - 44	-	116 186	-	66 655	-	1 704	-	162
45 - 49	-	463 735	-	57 066	-	27	-	68
50 - 54	95 443	312 864	64 229	45 281	7 382	0	69	0
55 - 59	465 303	144 161	50 918	52 627	719	0	0	0
60 - 64	334 963	68 919	44 339	26 188	0	0	0	0
65 - 69	146 682	16 512	49 629	408	0	0	0	0
70 - 74	68 978	623	12 298	4	0	0	0	0
> 75	12 633	0	4	0	0	0	0	0

Zdroj: Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008

Údaje v tabulkách byly stanoveny metodikou podle dokumentu „Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure – Final draft, version 2, 13. 1. 2006“ zpracovaný European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise.

Z tabulek je patrné, že největším problémem v Praze z hlediska hlukové zátěže je hluk z pozemní dopravy a tramvajové dopravy. Jedná se zejména o komunikace nadměrně zatížené tranzitní dopravou, zejména v důsledku toho, že doposud nebyly dostavěny všechny části SOKP a část městského (vnitřního) okruhu. Vzhledem k rozdělení dopravy v průběhu 24 hodin je závažnější překročení mezní hodnoty ukazatele  $L_n$ , který svou definicí odpovídá ekvivalentní hladině akustického tlaku A v noční době  $L_{Aeq,8h}$ , tj. od 22 do 6 hodin. Hygienický limit určujícího ukazatele hluku  $L_{Aeq,8h}$  je překročen zejména v noční době u hlavních komunikací města. V souladu s evropskou směrnicí č. 2002/49/EC jsou ve strategické hlukové mapě označeny tzv. kritické lokality (hot spots), v nichž se v rámci hlavního města Prahy nachází nejvyšší počet obyvatel zasažených hlukem. Na území aglomerace Praha se

nachází celkem 50 kritických míst představujících nejzávažnější hlukovou zátěž obytné a jiné chráněné zástavby. Kritickými místy jsou ulice s blízkou a většinou vícepodlažní obytnou zástavbou, což bohužel omezuje možnosti protihlukových opatření. Přesto od roku 2008, kdy byl Akční plán pořízen, došlo k částečnému snížení hlučnosti na mnoha místech díky organizačním opatřením na komunikacích, opravám povrchů pozemních komunikací, užití nových technologií povrchových pláštů komunikací a celkovým rekonstrukcím tramvajových tratí a železnic. Podstatnou pozitivní změnou však bude pouze dokončení SOKP. K problematice letecké dopravy lze jen konstatovat, že obtěžování obyvatel hl. m. Prahy mimo ochranné pásmo letiště Praha/Ruzyně dochází při opravách drah. Hlavní dráha letiště Praha/Ruzyně označená RWY 06/24 prošla v letech 2012–2013 generální opravou. Důvodem byl technický stav této dráhy způsobený jejím dlouhodobým využíváním. Hlavní dráha je v provozu od roku 1963, tedy více jak 50 let. Tato dráha je pro srovnání o devět let starší než dálnice D1. Její stav byl tedy takový, že již nestačily pravidelné jarní a podzimní, zpravidla čtrnáctidenní, údržby a opravy.

Jedním z pozitivních přínosů opravy je fakt, že po realizaci celé generální opravy budou pravidelné jarní a podzimní údržby trvat pouze tři až pět dní místo dosavadních dvou až tří týdnů.

### **2.3. Možnosti snižování hluku v Praze**

V roce 2008 byl Magistrátem hl. m. Prahy vypracován navazující Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha [10], podle kterého jsou postupně realizována konkrétní naplánovaná opatření ke zlepšení hlukové situace ve vybraných kritických lokalitách. Obecně se jedná o budování protihlukových clon, rekonstrukce a výměny dlážděných povrchů za asfaltové a rekonstrukce tramvajové trati – v gesci dopravního podniku, výměny stávajících oken za okna s lepšími parametry útlumu hluku z venkovního prostředí. Protihluková opatření jsou prováděna jednak v rámci doporučení Akčního plánu, jednak v rámci plnění opatření dle harmonogramů odstraňování staré hlukové zátěže vypracovaných Technickou správou komunikací hl. m. Prahy a Dopravním podnikem hl. m. Prahy a.s. (dále jen DP). Obě tyto linie realizace protihlukových opatření se logicky prolínají. Protihlukové stěny uvnitř městské zástavby většinou není možné vzhledem k omezenému prostoru realizovat, proto jsou aplikována jiná technická opatření, např. výměna povrchu za tzv. tichý asfalt – speciální asfaltová směs určená pro rekonstrukce komunikací, které protínají obytnou zástavbu. Tato směs byla využita při výměně povrchu na komunikaci 5. května, která probíhala ve dvou etapách – v r. 2011 a 2012. Opatření přineslo významný pokles hladiny hluku. Pokud se týká tramvajové dopravy, DP dlouhodobě spolupracuje s Dopravní fakultou University Pardubice na systémovém řešení z pohledu konstrukčního uspořádání kolejového svršku a podvozku tramvajových vozů. Zásadní změnou je tam, kde je to možné, využití kolejového svršku železničního typu místo existující žlábkové kolejnice. Další důležitou činností ovlivňující hlučnost tramvajových tratí je broušení kolejnic, kterým se odstraňují nerovnosti hlav kolejnic způsobené provozem. K tiššímu provozu v nočních hodinách přispívá i tzv. noční hluková zóna, kde platí noční omezení rychlosti na 40 km/h.

### **Literatura**

- [1] <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/kvalita-ovzdusi>.
- [2] <http://envis.praha-mesto.cz/rocenky/roc9394/rocnk93/1OVZD-A.htm>.

- [3] Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí - souhrnná zpráva za rok 2014.
- [4] VALEŠOVÁ K.: Škodlivý vliv hluku na lidský organismus, *Praktický lékař* 2006, 86, č. 6, str. 310 – 311.
- [5] HAVRÁNEK J. a kol: Hluk a zdraví, Avicenum Praha, 1990. ISBN 80-201-0020-2.
- [6] *Guidelines for community noise.* WHO, 1999, internet: <http://whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>.
- [7] *Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance.* European Commission 2002.
- [8] MIEDEMA H., OUDSHOORN C.: *Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals. Environmental Health Perspectives, 2001, roč. 109, č. 4, s. 409 – 416.*
- [9] Hygienická stanice hlavního města Prahy: Zpráva o zdraví obyvatel hlavního města Prahy, Praha 2015
- [10] Akční plán snižování hluku pro aglomeraci Praha 2008

## Prague – health and environment

**Ing. Eva Moravcová**

*Hygienická stanice hlavního města Prahy*

*Rytířská 12, Praha 1*

e-mail: [eva.moravcova@hygpraha.cz](mailto:eva.moravcova@hygpraha.cz)

### **Abstrakt**

The quality of the natural environment is one of attribute that indicate health of the population. The environment pollution is one of the factor, with the other factors, that affect health. Capital city of Prague is one of the most polluted region in the Czech Republic. This state is caused by many natural factors as it is specific location of Prague and rough terrain of Prague hollow, which dramatically affect climatic and dispersion conditions. Prague is specific high density of population which is connected with heavy traffic site.

Significant part of the main routes leads through the centrum of the Prague. Partial solve of the problematic traffic situation should be solved with finishing of particular parts of city expressway. The restriction of truck transportation and regulation in the most workload regions could reduce pollution as well. Traffic is closely connected with noise pollution. That is one of negative factors that affect natural environment. For local reduce of the noise pollution are made several organization and construction precautions since the year 2008. These precautions are made by the owners of the road. However there are several critical locations with exceeded hygienically limits of noise pollution.

## 2. kolo strategického hlukového mapování v ČR

Tomáš Hellmuth, Dana Potužníková, Pavel Junek

*Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě,*

*Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava*

e-mail:tomas.hellmuth@zuova.cz

### Abstrakt

Strategické hlukové mapování se provádí na základě směrnice 49/2002/EC o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí (Environmental Noise Directive, END), která byla implementována do české legislativy v roce 2006. Výpočtové hlukové mapy jsou pořizovány pro okolí tzv. hlavních silnic, hlavních železnic, hlavních letišť a pro vybrané aglomerace. Kriteria pro výběr hlavních komunikací a aglomerací stanovuje směrnice END. Mapování probíhá v pětiletých cyklech, 1. kolo proběhlo v letech 2004 - 2008, 2. kolo v letech 2009-2013. Vlivem určitých problémů však byly mapy 2. kola dokončeny až v roce 2015.

V textu jsou uvedeny pro hluk ze silniční dopravy (bez aglomerací) přehledové tabulky a graf vyjadřující rozložení hlukové zátěže v krocích 5 dB, včetně uvedení počtu exponovaných obyvatel, u nichž dochází k překračování stanovených mezních hodnot ukazatelů hluku.

Výsledky hlukového mapování jsou podkladem pro tvorbu akčních plánů protihlukových opatření, které pořizují provozovatelé zdrojů hluku a slouží vládním orgánům jako jeden z podkladů pro formulování národní dopravní politiky a ochrany obyvatel před hlukem v životním prostředí.

### 1. Úvod

Strategické hlukové mapování (dále i „SHM“) se provádí na základě směrnice 49/2002/EC o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí (Environmental Noise Directive, END), která byla implementována do zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Zákon“) a vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování (dále jen „Vyhláška“). Garantem agendy směrnice END a pořizovatelem strategických hlukových map je Ministerstvo zdravotnictví ČR. Výpočtové hlukové mapy jsou pořizovány pro okolí tzv. hlavních silnic, hlavních železnic, hlavních letišť a pro vybrané aglomerace. Kriteria pro výběr hlavních komunikací a aglomerací stanoví směrnice END. Výsledky jsou ve stanovených termínech reportovány elektronicky Evropské komisi.

Mapování probíhá v pětiletých cyklech, 1. kolo proběhlo v letech 2004 - 2008, 2. kolo v letech 2009 - 2013. Vlivem určitých problémů však byly mapy 2. kola dokončeny až v roce 2015. Ve druhém kole bylo zmapováno okolí hlavních silnic o celkové délce cca 3.900 km s 1.380 tis. obyvateli, hlavních železnic o celkové délce cca 2.000 km s 306 tis. obyvateli, okolí letiště Praha-Ruzyně a aglomerace Praha, Brno, Ostrava, Olomouc, Plzeň, Liberec, Ústí nad Labem-Teplice s celkově 2.360 tis. exponovanými obyvateli.

V textu jsou uvedeny pro hluk ze silniční dopravy (bez aglomerací) přehledové tabulky a graf vyjadřující rozložení hlukové zátěže v krocích 5 dB, včetně uvedení počtu exponovaných obyvatel, u nichž dochází k překračování stanovených mezních hodnot ukazatelů hluku.



Výsledky hlukového mapování jsou podkladem pro tvorbu akčních plánů protihlukových opatření, které pořizují provozovatelé zdrojů hluku a slouží vládním orgánům jako jeden z podkladů pro formulování národní dopravní politiky a ochrany obyvatel před hlukem v životním prostředí.

Podrobné výsledky hlukového mapování lze najít na [www.mzcr.cz/hlukovemapy](http://www.mzcr.cz/hlukovemapy).

## 2. Hlukové ukazatele dle směrnice END

Hlukovým ukazatelem pro den-večer-noc ( $L_{dvn}$ ) se rozumí hlukový ukazatel pro celodenní obtěžování hlukem. Hlukovým ukazatelem pro noc ( $L_n$ ) se rozumí hlukový ukazatel pro rušení spánku.

Hodnota hlukového ukazatele pro den-večer-noc ( $L_{dvn}$ ) v decibelech (dB) je definována vzorcem:

$$L_{dvn} = 10 \cdot \log \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{v+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{n+10}}{10}} \right),$$

kde

$L_d$  je dlouhodobý průměr hladiny zvuku podle české technické normy s frekvenční charakteristikou A určený za všechna denní období jednoho roku,

$L_v$  je dlouhodobý průměr hladiny zvuku podle české technické normy s frekvenční charakteristikou A určený za všechna večerní období jednoho roku,

$L_n$  je dlouhodobý průměr hladiny zvuku podle české technické normy s frekvenční charakteristikou A určený za všechna noční období jednoho roku,

kde

den je 12 hodin, v rozmezí od 6:00 hodin do 18:00 hodin; večer jsou 4 hodiny, v rozmezí od 18:00 hodin do 22:00 hodin a noc je 8 hodin, v rozmezí od 22:00 hodin do 6:00 hodin,

rokem je míněn příslušný rok vzhledem k hlukovým emisím a dále průměrný rok vzhledem k meteorologickým podmínkám.

## 3. Mezní hodnoty hlukových ukazatelů

Mezní hodnotou (MH) hlukových ukazatelů se rozumí dle §80, odst. 1, písm. q) Zákona, hodnota hlukových ukazatelů, při jejímž překročení dochází ke škodlivému zatížení životního prostředí. Mezní hodnoty nejsou hygienickými limity hluku ve smyslu nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Jsou administrativním limitem, při jehož překročení dochází ke škodlivému zatížení životního prostředí a k jehož odstranění nebo snížení jsou vypracovávány akční plány protihlukových opatření. Mezní hodnoty hlukových ukazatelů, stanovené v §2, odst. 3 vyhlášky o hlukovém mapování, jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1. Mezní hodnoty hlukových ukazatelů

Zdroj hluku	$L_{dvn}$ [dB]	$L_n$ [dB]
Silniční doprava	70	60
Železniční doprava	70	65
Letecká doprava	60	50
Integrovaná zařízení	50	40

#### 4. Vstupy pro 2. kolo SHM

2. kolo SHM se podle zadání směrnice END zpracovávalo pro aglomerace s více než 100 tis. obyvateli, pro okolí hlavních silnic s intenzitou dopravy vyšší než 3 mil. vozidel za rok, hlavní železniční tratě s intenzitou dopravy větší než 30 tis. vlaků za rok a hlavních letišť s více než 50 tis. pohyby za rok. V případě silnic jde cca o 10 % silniční sítě, pro niž se provádí celostátní sčítání dopravy, jde však o nejzatíženější úseky.

#### 5 Souhrnné výsledky SHM – silnice

Souhrnné výsledky pro ČR jsou uvedeny v tab. 2 a 3. Počty osob uvedené v těchto tabulkách jsou znázorněny v grafu na obr. 1 s vyznačením podílu exponovaných nad MH. Jedná se o horní odhad počtu exponovaných osob a objektů. Hodnoty expozice jsou vypočítávány pro chráněný venkovní prostor staveb ve výšce 4 m nad terénem bez odrazu od posuzované fasády.

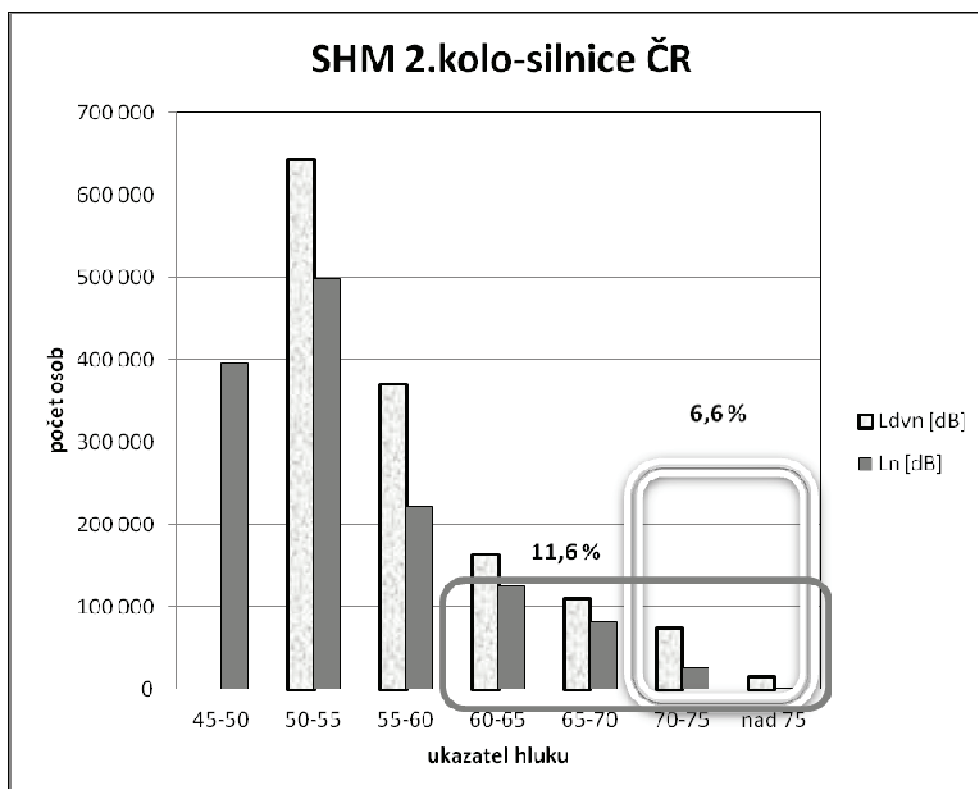
Tab. 2. Souhrnné výsledky ČR pro hlukový ukazatel  $L_{dvn}$ 

$L_{dvn}$ [dB]	Počet exponovaných			
	Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení
50-55	642 975	109 125	719	104
55-60	371 188	65 031	453	60
60-65	164 222	24 876	175	24
65-70	110 702	12 431	142	13
70-75	75 392	11 205	103	6
nad 75	15 700	2 799	22	2
SUM	1 380 179	225 467	1 614	209
nad MH	91 092	14 004	125	8

Tab. 3. Souhrnné výsledky ČR pro hlukový ukazatel  $L_n$ 

$L_n$ [dB]	Počet exponovaných			
	Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení
45-50	498 721	87 926	589	68
50-55	222 634	37 263	257	45
55-60	125 830	14 755	149	12
60-65	83 078	11 907	128	8
65-70	26 103	4 536	35	3
nad 70	2 277	372	1	0
SUM	958 643	156 759	1 159	136
nad MH	111 458	16 815	164	11

Obr. 1. Graf počtu exponovaných osob z tab. 1 a 2.



Souhrnné výsledky SHM pro silnice v jednotlivých krajích ČR jsou uvedeny v tab. 4 a 5.

Tab. 4. Souhrnné výsledky SHM pro jednotlivé kraje pro hlukový ukazatel  $L_{dvn} > 50$  dB

Silnice		Počet obyvatel celkem (2012)	Zátěž 24 h - ukazatel $L_{dvn}$ [dB]							
P. č.	Kraj		exponováno celkem				z toho nad MH = 70 dB			
			Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení	Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení
3	Středočeský	1 291 816	212 227	43 565	279	36	13 120	1 915	18	0
4	Jihočeský	636 611	141 028	20 931	192	22	9 084	1 588	12	0
5	Plzeňský	572 687	42 490	8 585	61	7	5 231	768	8	0
6	Karlovarský	301 726	50 494	5 446	62	10	3 675	349	1	0
7	Ústecký	826 764	103 611	13 664	134	5	7 313	1 004	11	0
8	Liberecký	438 594	34 610	6 016	56	2	1 574	318	3	0
9	Královéhradecký	552 946	140 703	21 015	193	25	12 816	1 652	19	2
10	Pardubický	516 440	102 770	16 057	170	22	8 634	1 214	13	1
11	Vysočina	511 207	63 449	10 760	86	33	4 063	597	11	2
12	Jihomoravský	1 168 650	105 981	19 483	34	5	4 941	976	0	0
13	Olomoucký	637 609	94 942	16 249	118	21	5 554	893	13	0
14	Zlínský	587 693	138 058	21 549	166	18	9 992	1 991	12	3
15	Moravsko-slezský	1 226 602	149 816	22 147	63	3	5 095	739	4	0
SUM		9 269 345	1 380 179	225 467	1 614	209	91 092	14 004	125	8
%		100	14,89				0,98			

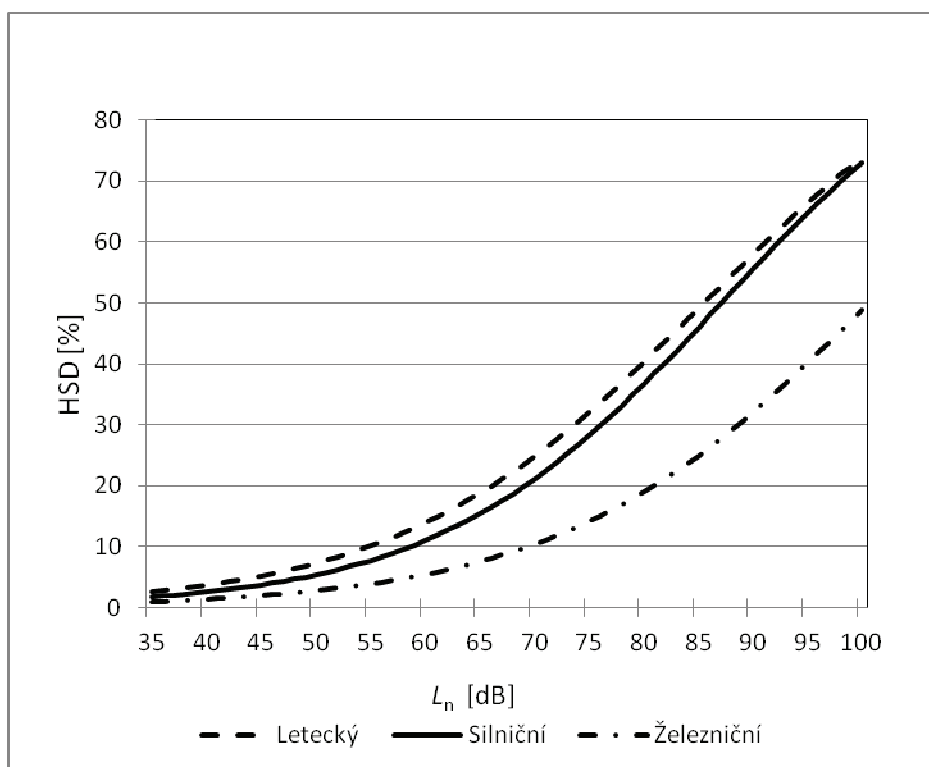
Tab. 5. Souhrnné výsledky SHM pro jednotlivé kraje pro hlukový ukazatel  $L_n > 45$  dB

Silnice		Počet obyvatel celkem (2012)	Noční doba - ukazatel $L_n$ [dB]							
P. č.	Kraj		exponováno celkem				z toho nad MH = 60 dB			
			Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení	Osob	Staveb pro bydlení	Školských zařízení	Lůžkových zdravotnických zařízení
3	Středočeský	1 291 816	144 451	29 548	199	26	15 388	2 217	21	0
4	Jihočeský	636 611	96 578	14 565	123	15	10 903	1 809	15	0
5	Plzeňský	572 687	30 821	6 277	46	5	5 829	850	8	0
6	Karlovarský	301 726	34 715	3 723	36	7	3 911	385	1	0
7	Ústecký	826 764	72 191	9 291	89	2	9 280	1 191	15	0
8	Liberecký	438 594	23 715	4 196	40	1	1 703	347	5	0
9	Královéhradecký	552 946	103 866	15 324	153	22	16 408	1 959	24	4
10	Pardubický	516 440	72 051	11 676	130	13	9 721	1 429	16	1
11	Vysočina	511 207	45 545	8 078	63	19	4 746	703	15	2
12	Jihomoravský	1 168 650	70 230	12 843	24	4	7 057	1 350	2	0
13	Olomoucký	637 609	69 653	11 983	97	11	7 129	1 064	15	1
14	Zlínský	587 693	95 559	14 626	118	9	11 708	2 312	19	3
15	Moravsko-slezský	1 226 602	99 268	14 629	41	2	7 675	1 199	8	0
SUM		9 269 345	958 643	156 759	1 159	136	111 458	16 815	164	11
%		100	10,34				1,20			

## 6 Zdravotní rizika expozice hluku

Přímé zdravotní účinky jsou prokázány u dlouhodobé (mnohaleté) expozice hluku působené zejména definovanými technickými zdroji hluku, jakými jsou např. doprava, stroje a zařízení, u nichž existuje kauzální vztah závislosti expozice-odezva odvozené pro některé subjektivní nebo objektivní účinky. Světová zdravotnická organizace (WHO) dosud stanovila, že za prokázané zdravotní účinky je považováno vysoké rušení spánku (High Sleep Disturbance-HSD) a kardiovaskulární choroby (KVO), zejména infarkt myokardu a v některých případech i hypertenze [1, 2]. Zatímco vysoké rušení spánku je založeno na subjektivním hodnocení pomocí dotazníkových šetření, kardiovaskulární choroby představují objektivní účinek stanovený na základě lékařských diagnóz. Příslušné závislosti expozice-odezva (Exposure-Response-Functions-ERF) jsou odvozeny na základě rozsáhlých epidemiologických studií a jsou vyjádřeny analyticky, takže je lze využít pro kvantitativní hodnocení zdravotních rizik expozice hluku uvedených zdrojů. Na obr. 2 je uvedený graf ERF vyjadřující procento osob pociťující vysoké rušení spánku v populaci exponované ekvivalentními hladinami akustického tlaku  $L_n$ , pro různé kategorie zdrojů hluku.

Obr. 2. Graf závislosti % vysokého rušení spánku (HSD) na hlukovém ukazateli  $L_n$  podle [3]



Za mez společensky přijatelného zdravotního rizika se považuje hodnota  $L_n$  rovná cca 60 dB. Z grafu je patrné, že této hodnotě pro zdroje silničního hluku odpovídá podíl osob, které subjektivně pociťují vysoké rušení spánku, ve výši cca 10% z celkového počtu exponovaných.

## 7 Hygienické limity hluku

Z hlediska hygienických limitů hluku stanovených nařízením vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů, lze ukazatel  $L_n$  dle směrnice END ztotožnit s určujícím ukazatelem hluku  $L_{Aeq, 8h}$ . Hygienický limit v chráněném venkovním prostoru staveb pro silniční hluk a noční dobu v případě dálnic a silnic I. a II. třídy, což jsou především silnice vstupující do SHM, má hodnotu 50 dB a v případě silnic uvedených do provozu před 1. 1. 2001 (tzv. „starých“ silnic) maximálně 55 dB.

I když určující ukazatel hluku  $L_{Aeq, 16h}$  stanovený nařízením vlády pro hluk z dopravy a denní dobu není zcela totožný s ukazatelem  $L_{dvn}$ , lze hygienický limit, který pro dálnice a silnice I. a II. třídy má hodnotu 60 dB a v případě „starých“ silnic maximálně 65 dB, přibližně vztáhnout i na výsledné hodnoty  $L_{dvn}$  ze strategického hlukového mapování obsažené ve výše uvedených tabulkách.

## 8 Závěr

Z výše uvedených souhrnných výsledků 2. kola SHM lze vyvodit, že hluk ze silniční dopravy, zůstává výrazným negativním faktorem ovlivňujícím zdraví a pohodu velkého počtu obyvatel. Strategické hlukové mapování, i když nezahrnuje celou dopravní síť, je významným nástrojem pro formulování národní politiky snižování a řízení hluku v životním prostředí. Díky němu byly poprvé získány plošné informace o zatížení obyvatelstva hlukem a o jeho zdravotních důsledcích.

### Literatura

- [1] Good practice guide on noise exposure and potential health effects, EEA – TR No. 11/2010.
- [2] Burden of disease from environmental noise, WHO, JRC 2011.
- [3] Report „The „Genlyd“ Noise Annoyance Model“, Dose – Response Relationships Modelled by Logistic Functions, Delta AV 1102/07, 20.March 2007.

## **2nd round of strategic noise mapping in the Czech Republic**

**Tomáš Hellmuth, Dana Potužníková, Pavel Junek**

*Public Health Institut Ostrava,*

*Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava*

e-mail: tomas.hellmuth@zuova.cz

### **Abstract**

Strategic noise mapping is based on the EU Directive No. 2002/49 EC, relating to the assessment and management of environmental noise. This directive was implemented to the Czech legislation in 2006. The computed noise maps are provided for inhabited neighbourhood of so called major roads, major railways, major airports and agglomerations stated. Mapping is provided in regular five-years cycles. In this report the summarized results of the 2nd round of strategic noise mapping for road traffic noise (agglomerations are not included) are given in table and graphic form. These results are fundamental information for providing the action plans of noise regulation measures and policy formulation concerning noise regulation and management by the responsible authorities.

# Novela předpisů v ochraně veřejného zdraví před hlukem z dopravy v praxi

Dana Potužníková, Tomáš Hellmuth

*Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě,*

*Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava*

e-mail: dana.potuznikova@zuova.cz

## Abstrakt

Dne 1. 12. 2015 nabyl účinnosti zákon č. 267/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, který dílčím způsobem změnil oblast ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Novela upravila povinnosti nepodnikajících fyzických osob, podnikajících fyzických osob a právnických osob, které používají nebo provozují zdroje hluku, dále upravila povinnosti vlastníků resp. správců pozemních komunikací, vlastníků a osob vykonávajících správu drah a provozovatelů letišť. Zavedla nové pojmy jako např. prostor významný z hlediska pronikání hluku z venkovních prostor staveb do vnitřních chráněných prostor, prokazatelné navýšení hluku nebo tzv. prioritu vstupu do území. Na novelizovaný zákon navazuje novela nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací a novela Metodického návodu pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí.

## 1. Úvod

Dne 1. 12. 2015 nabyl účinnosti zákon č. 267/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“), který mj. dílčím způsobem změnil oblast ochrany zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Cesta ke schválení novely zákona nebyla ani jednoduchá, ani krátká a pro předkladatele, kterým bylo Ministerstvo zdravotnictví, představoval 2 roky intenzivní práce a mnoho jednání. Zákon po vnitřním a meziresortním připomínkovém řízení a následném schválení Vládou ČR prošel standardní procedurou procesu přijímání zákonů v Parlamentu ČR. Jeho návrh byl rozeslán poslancům Poslanecké sněmovny dne 18. 7. 2014 a proces schvalování byl zakončen dne 14. 10. 2015 vyhlášením ve Sbírce zákonů.

Na novelu zákona navázala s účinností od 30. 7. 2016 novela nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, která vyšla ve Sbírce zákonů pod číslem 217/2016 Sb. (dále jen „nařízení vlády“).

Při novelizaci obou výše uvedených právních předpisů se vycházelo z nových odborných poznatků, resp. z poznatků o zdravotních účincích hluku [1, 2] při zohlednění mezinárodních norem týkajících se měření a hodnocení hluku [3, 4] s přihlédnutím k nutnosti právního zakotvení v systému právně vymahatelných limitů [5].

Novela zákona zavedla nové pojmy jako např. v § 30 prostor významný z hlediska pronikání hluku z venkovních prostor staveb do vnitřních chráněných prostor, v § 77 tzv. prioritu vstupu do území zdroje hluku nebo chráněné stavby



a prokazatelné navýšení hluku. Na tyto části bylo nutné reagovat v novele nařízení vlády [6].

Jako při každé novele bylo Ministerstvo zdravotnictví pod tlakem ze strany provozovatelů zdrojů hluku reprezentovanými Ministerstvem dopravy, Ministerstvem obchodu a průmyslu, Hospodářskou komorou a dalšími, kteří prosazovali své zájmy na zmírnění požadavků na zdroje hluku na jedné straně a na druhé straně neobyčejně velkým tlakem doprovázeným emocemi obecné veřejnosti, která požadovala co nejpřísnější ochranu, a to před všemi zdroji hluku. Rovněž, jako u všech legislativních procesů, muselo dojít i ke shodě na úrovni politické reprezentace.

Z hlediska zdravotního vycházelo Ministerstvo zdravotnictví z podkladů Světové zdravotnické organizace (WHO), která sama zdůrazňuje, že požadovaná opatření musí být realistická. Je jednoduché nadekretovat zpřísnění limitů, ale musí být také jasné jak tohoto cíle dosáhnout. I Evropská unie stále zdůrazňuje, že environmentální regulační postupy musí být voleny tak, aby nedošlo k úbytku pracovních míst a ekonomických standardů obyvatelstva. Fundamentalistické vyžadování nerealistických hygienických limitů je proto v tomto smyslu zcela kontraproduktivní. Obecný požadavek na snižování hluku je legitimní a obecně správný, ale jeho prosazování musí být prováděno prostředky a postupy, které jsou nejen podloženy důkazy o působení hluku na zdraví, ale musí být v souladu i s ekonomickými možnostmi a sociálními a kulturními podmínkami jednotlivých zemí (prohlášení zástupce WHO na jednání sítě EEA- EIONET v Utrechtu 23. 10. 2015).

Cílem příspěvku je prezentace v praxi nejproblematictější části novely hlukových paragrafů zákona, konkrétně §77, který se týká tzv. „priority v území“.

## 2. Ustanovení § 77 odst. 2 až 5 zákona č. 258/2000 Sb.

Ustanovení §77 odstavce 2 až 5 je pozměňovacím návrhem načteným v Poslanecké sněmovně při projednávání novely zákona, a proto tento návrh není v důvodové zprávě k zákonu odůvodněn a záměr předkladatele není nikde popsán. Z tohoto důvodu bylo nutné pro praxi jak hygienické služby, tak stavebních úřadů sjednotit postup při aplikaci tohoto zákonného ustanovení, což bylo učiněno vzájemně odsouhlasenou metodikou ze dne 10. 5. 2016 [7].

### 2.1. § 77 odstavec 2

*„V případě, že je v platné územně plánovací dokumentaci uveden záměr, u kterého lze důvodně předpokládat, že bude po uvedení do provozu zdrojem hluku nebo vibrací, zejména z provozu na pozemních komunikacích nebo železničních drahách, nelze ke stavbě, která by mohla být tímto hlukem či vibracemi dotčena, vydat kladné stanovisko orgánu ochrany veřejného zdraví, aniž by u ní byla přijata opatření k ochraně před hlukem nebo vibracemi. Postup podle věty první se nepoužije u záměrů, jejichž součástí je veřejná produkce hudby.“*

Záměrem pozměňovacího návrhu k tomuto ustanovení bylo zajistit „prioritu v území“ strategickým stavbám infrastruktury (pozemním komunikacím a drahám) již ve fázi zanesení budoucí trasy do územně plánovací dokumentace. Důvodem je stávající praxe, kdy stavební úřady (dále jen „SÚ“) povolují umístění „chráněné stavby“ (budoucí chráněný venkovní prostor staveb, chráněný vnitřní prostor staveb, příp. chráněný venkovní prostor) i v lokalitách, v jejichž těsné blízkosti jsou navrženy trasy liniových staveb. Protože zákon ukládá v § 30 povinnost nepřekračovat limity provozovatelům, správcům, resp. vlastníkům zdrojů hluku, infrastruktura je pak

dodatečně zatěžována protihlukovými opatřeními, která jsou mnohdy technicky nemožná nebo nedostatečná. Návrh tedy měl zajistit prioritu liniovým stavbám (z důvodu veřejného zájmu na rozvoji dopravní infrastruktury). Avšak byla schválena varianta „pro všechny“ zdroje hluku (viz výše), s výjimkou záměrů, jejichž součástí je veřejná produkce hudby. *Týká se zdrojů hluku, které ještě v území nejsou.*

*Problémy:*

- Schválení aplikace „priority území“ již pro fázi územně plánovací dokumentace je problém zejména u stacionárních (průmyslových) zdrojů hluku, tj. u ploch určených pro „průmysl, lehkou výrobu, skladování“ apod., kde je v této fázi prakticky vyloučena predikce hlučnosti (je určena plocha, ale není žádná informace o konkrétním využití). Zde je proto nutné při ochraně budoucího území pro chráněnou zástavbu vycházet z toho, že hygienické limity hluku stanovené nařízením vlády [6] ( $L_{Aeq,8h} = 50$  dB a  $L_{Aeq,1h} = 40$  dB) budou na hranici chráněného prostoru dodrženy. Budoucí plochy pro průmysl, lehkou výrobu, skladování apod. by neměly podle stavebního zákona omezit plochy určené k bydlení.
- Zákon nespécifikuje pojem „platná územně plánovací dokumentace“. Je proto nutné vyjít ze zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů (stavební zákon), podle kterého se územně plánovací dokumentací rozumí zásady územního rozvoje, územní plán a regulační plán.
- Zákon nespécifikuje pojem „záměr“. Stavební zákon používá pojmy „stavební záměr“ i „záměr“ bez uvedení legislativní zkratky. Pro účely výkladu se dovozuje, že „záměr = stavební záměr“. Podle § 3 odst. 2 stavebního zákona se stavebním záměrem rozumí podle okolností stavba, změna dokončené stavby, terénní úprava, zařízení nebo údržba. Podle § 77 odst. 2 cit. Zákona jde o záměr, u kterého lze důvodně předpokládat, že bude po uvedení do provozu zdrojem hluku nebo vibrací, tedy „stavební záměr“ = novostavba, ale i změna dokončené stavby spočívající v přístavbě nebo nástavbě.
- Problém mohou být vibrace, které nelze predikovat.
- Ochrana před hlukem se týká staveb vymezených v §30 odst. 3 zákona, tj. staveb bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobné stavby.
- Zákon nespécifikuje pojem „lze důvodně předpokládat“. Zde je nutné vycházet z pojetí zákona resp. z dikce § 30 odst. 1, který stanoví, že vyjmenované subjekty „... jsou povinny technickými, organizačními a dalšími opatřeními zajistit, aby hluk nepřekračoval hygienické limity ...“, z čehož plyne, že zájmy ochrany veřejného zdraví jsou překročením hygienických limitů hluku ohroženy. Ochranou před hlukem se tedy rozumí ochrana před „nadlimitním hlukem“.
- Zákon nespécifikuje pojem „žadatel“. Žadatel je osoba (fyzická, fyzická podnikající, nebo právnická), která u správního orgánu podává žádost. I stavebník dle § 2 odst. 2 písm. c) stavebního zákona žadatel ve smyslu § 77 zákona.
- Žadatel tak musí oslovit budoucího správce, popř. vlastníka pozemní komunikace, provozovatele, popř. vlastníka dráhy, aby mu poskytl informace o budoucím provozu na těchto liniových stavbách (intenzitu a skladbu dopravy) na základě které musí predikovat budoucí zátěž z tohoto zdroje hluku vzhledem ke

své chráněné stavbě. A to, i když se zdroj bude v území reálně vyskytovat třeba až za 20 let.

- Žadatel (stavebník) musí návrh protihlukových opatření na své chráněné stavbě realizovat, i když stavba např. obchvatu zakresleného v platné územně plánovací dokumentaci nebude třeba 20 let realizována. Bez provedení protihlukových opatření mu nebude chráněná stavba SÚ zkolaudována, resp. nebude vydán kolaudační souhlas.

## 2.2. § 77 odstavec 3

*„Stavební úřad vždy zajistí, aby záměr žadatele ke stavbě bytového domu, rodinného domu, stavbě pro předškolní nebo školní vzdělávání, stavbě pro zdravotní nebo sociální účely anebo k funkčně obdobné stavbě a ke stavbě zdroje hluku byl z hlediska ochrany před hlukem posouzen příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví.“*

Záměrem pozměňovacího návrhu k tomuto ustanovení bylo zajistit, aby SÚ neumísťovaly chráněné stavby v hlukově nevyhovujících lokalitách a povinnost realizace protihlukových opatření nebyla pouze na straně provozovatele zdroje hluku. Účelem bylo, aby vstupuje-li chráněná stavba (jejich výčet viz výše) do území jako druhá, byla povinnost protihlukových opatření na straně stavebníka chráněné stavby, nikoliv na provozovateli zdroje hluku, který byl v území první.

SÚ při umísťování staveb, včetně jejich změn (nástavby, přístavby), budou požadovat závazná stanoviska vydaná orgánem ochrany veřejného zdraví (dále jen „OOVZ“). Dosud se OOVZ vyjadřovaly pouze k bytovým domům nikoliv jednotlivým rodinným domům.

Ustanovení nelze vztáhnout na změnu užívání stavby, jde-li o změnu provozovny např. na bydlení. Ta bude posouzena standardně v rámci řízení o změně účelu užívání stavby.

## 2.3. § 77 odstavec 4

*„Žadatel o vydání územního rozhodnutí, územního souhlasu nebo společného souhlasu ke stavbě podle odstavce 3 do území zatíženého zdrojem hluku předloží příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví pro účely vydání stanoviska podle odstavce 1 měření hluku provedené podle § 32a a návrh opatření k ochraně před hlukem. Stejnou povinnost má žadatel, který hodlá předložit stavebnímu úřadu návrh veřejnoprávní smlouvy a žadatel o vydání společného územního rozhodnutí a stavebního povolení ke stavbě podle odstavce 3.“*

Záměrem pozměňovacího návrhu k tomuto ustanovení bylo zajistit při vstupu chráněné stavby do již hlukem zatíženého území, aby byla uplatňována zásada „priority v území“, tj. „chrání ten, kdo vstupuje do území jako druhý“. Dosud byla na základě zákona uplatňována zásada, že vstupuje-li zdroj hluku do území, ve kterém je umístěna chráněná zástavba (chráněné vnitřní nebo venkovní prostory staveb), musí zajistit svůj budoucí provoz tak, aby hygienické limity v chráněném venkovním prostoru, chráněném venkovním prostoru staveb a chráněném vnitřním prostoru staveb nebyly překračovány. Obrácená povinnost (vstup chráněné zástavby ke zdroji) již v zákoně řešena nebyla. Nebylo tak vyváжено postavení zdrojů hluku a chráněné zástavby, která byla do území mnohdy umísťována se souhlasem SÚ bez vědomí příslušného OOVZ. Po realizaci chráněné stavby se pak její uživatelé domáhali ochrany ze strany státu (OOVZ) před hlukem ze zdroje, ke kterému do území vstoupili jako druzí, aniž by zajistili ochranu stavby před hlukem, přestože stavební předpisy jako náležitost projektové dokumentace ukládají stavebníkovi

uvést i ochranu před vnějšími vlivy, včetně hluku. *Týká se zdrojů hluku, které již v území jsou.*

Pokud se stavba umísťuje ke zdroji hluku do území, které není zasaženo nadlimitním hlukem, nejsou pro stavebníka žádná omezení, resp. není povinnost realizovat protihluková opatření.

Pokud se stavba umísťuje do území, které je nadlimitně zasaženo hlukem, jsou pro stavebníka omezení specifikovaná v odstavci 4 = předložit měření hluku a návrh opatření k ochraně před hlukem (tedy v zásadě se vymezuje, jak má stavebník správnému úřadu prokázat ochranu před vnějším hlukem předpokládanou stavebními předpisy).

Při umísťování zdrojů hluku do území, kde již chráněná zástavba existuje se sávající postup nemění.

#### *Problémy:*

- Zákon nespécifikuje pojem „území zatížené zdrojem hluku“. Lze vyjít ze záměru předkladatele pozměňovacího návrhu, kterým bylo, aby žadatel o umístění chráněné stavby do nadlimitně zatíženého území sám zajistil ochranu před nadlimitním hlukem. Proto lze za „území zatížené zdrojem hluku“ ve smyslu zákona považovat území nadlimitně zatížené hlukem. Nejde-li o území zatížené hlukem, žadatel předmětnou povinnost nemá. Do závazného stanoviska KHS je však nutné uvedenou skutečnost uvést pro případ budoucích sporů, resp. s ohledem na aplikaci odst. 5. Prokázat, že dané území není zatíženo zdrojem (nadlimitního) hluku, lze výpočtem. Je-li vypočtená hodnota o více než 3 dB nižší, než hodnota relevantního hygienického limitu stanoveného podle nařízení vlády [6], lze území považovat za nezatížené zdrojem hluku. Konvenční hodnota 3 dB představuje dostatečnou rezervu pro zajištění shody výpočtu a případného měření.
- Na komunikacích III. tříd je minimum informací o intenzitě a skladbě dopravního proudu, na základě kterých lze výpočtem posoudit, zda se jedná o zatížené území.
- Stanovení podmínky měření hluku v území zatíženém zdrojem hluku prakticky nepřipouští možnost pouze hlukové studie. Měření musí být provedeno podle platných metodik a v souladu s Metodickým návodem [8].
- V případě hluku z dopravy je problém s měřeními mimo příznivé klimatické podmínky z hlediska šíření zvuku od zdroje.
- Je nutné si uvědomit, že se jedná o vstupní hodnoty, které budou v závazném posudku KHS uvedeny a které mohou být v případě sporu ze strany provozovatelů zdrojů hluku napadány. Je proto potřeba jim věnovat náležitou pozornost.

#### **2.4. § 77 odstavec 5**

*„Neprovede-li stavebník dostatečná opatření k ochraně před hlukem, nemůže žádat, aby tato opatření provedl provozovatel, vlastník nebo správce zdroje hluku. To neplatí, dojde-li k prokazatelnému navýšení hluku ze zdroje hluku; co se považuje za prokazatelné navýšení hluku, stanoví prováděcí právní předpis.“*

Záměrem pozměňovacího návrhu k tomuto ustanovení bylo zajistit, aby provozovatel zdroje hluku, který byl v území jako první, nenesl odpovědnost za realizaci protihlukových opatření v případě, že u chráněné zástavby, která vstoupila do území jako druhá, nejsou protihluková opatření dostatečná nebo nebyla provedena vůbec.

Protože na straně zdroje hluku může dojít k situaci, kdy jeho hlučnost vzroste (je prokazatelně navýšena) je nutné zajistit povinnost nápravy na straně provozovatele (správce, vlastníka) zdroje hluku, přestože byl v území první.

Návrh stavebníka (žadatele) na odloženou realizaci protihlukové ochrany chráněné stavby do doby realizace plánované výstavby např. pozemní komunikace, nelze akceptovat.

Podle ustanovení § 32a zákona může měření hluku v životním prostředí člověka provádět pouze držitel osvědčení o akreditaci nebo držitel autorizace podle § 83c zákona.

Za *prokazatelné navýšení hluku* se podle §20 odst. 6 nařízení vlády [6] považuje navýšení větší než 2 dB ke dni posouzení zda k navýšení došlo, a to oproti hodnotám hluku, které byly předloženy KHS v rámci žádosti o vydání stanoviska podle odst. 2 a 4 (umístění zástavby).

*Problémy:*

- Mohou nastat zejména při aplikaci odst. 2, kdy bude vstupní hodnota vycházet z údajů o budoucím zatížení komunikace.
- Realizaci protihlukových opatření u chráněné stavby do doby realizace plánované výstavby např. pozemní komunikace, nelze odložit až do doby realizace zdroje hluku a skutečné zátěže území.
- Vstupní údaje pro aplikaci odst. 2 a 4, resp. údaje o zdroji hluku pro akustické posouzení, nesmí být starší 9 měsíců přede dnem podání žádosti žadatele o posouzení (§20 odst. 6 nařízení vlády [6]).

### 3. Závěr

Princip „priority v území“ je spravedlivá a správná filozofie a obecně správný přístup při umisťování staveb v území, tj. ochranu by měl vždy zajistit ten, který vstupuje do zatíženého území jako druhý. Uplatnění tohoto principu je však problematické v mezích zákona č. 258/2000 Sb., který je založen na právně závazných hygienických limitech.

Poslanecký pozměňovací návrh byl prosazen politickou silou bez dostatečného časového prostoru na jeho odbornou a právní diskusi a tím uvědomění si jeho dopadů na občany i státní správu a jeho aplikace v zákoně byla ze strany jeho předkladatelů uspěchaným krokem.

Princip priority v území byl navrhován v rámci věcného záměru zákona o hluku již v roce 2012. Nyní je prostor pro jeho diskutování a formulování v rámci národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí Zdraví 2020, resp. akčního plánu č. 5 Snižování zdravotních rizik ze životního a pracovního prostředí [9].

## Literatura

- [1] European Network on Noise and Health (ENNAH), Final Report, EU Project no. 226442 FP-7-ENV-2008-1, EU 2013 General Union Environment Action Programme to 2020 (7th EAP), <http://ec.europa.eu/environment/newprg/7eap.htm>.
- [2] HELLMUTH, T., POTUŽNÍKOVÁ, D., JUNEK, P., FIALA, Z. Obtěžování hlukem: Zdravotní problém nebo akustický komfort? *Hygiena*, 2016, 61(1), s. 33-35. ISSN 1802-6281.
- [3] ČSN ISO 1996 – 1, Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení.
- [4] ČSN ISO 1996 – 2, Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 2: Určování hladin hluku prostředí.
- [5] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Sbírka zákonů ČR, 2005 prosinec 5; částka 165.
- [6] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb. Sbírka zákonů ČR, 2016 červenec 15; částka 84.
- [7] Postup orgánů ochrany veřejného zdraví a stavebních úřadů při dodržování ustanovení § 77 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění, *Ministerstvo zdravotnictví* č.j. MZDR 32493/2016-1/OVZ ze dne 10.5.2016, [www.nrl.cz](http://www.nrl.cz)
- [8] Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, Ministerstvo zdravotnictví - hlavní hygienik České republiky, č.j. HEM-300-11.12.01-34065 ze dne 11.12.2001.
- [9] [http://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/akcni-plany-pro-implementaci-narodni-strategie-zdravi-2020\\_10814\\_3016\\_5.html](http://www.mzcr.cz/Verejne/dokumenty/akcni-plany-pro-implementaci-narodni-strategie-zdravi-2020_10814_3016_5.html)

## Poděkování

"Podpořeno programem PRVOUK P37/09", Univerzita Karlova v Praze, Lékařská fakulta v Hradci Králové

## **Possibilities of using the results of strategic noise mapping in practice**

**Dana Potužníková, Tomáš Hellmuth**

*Public Health Institut, Ostrava,*

*Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava*

E-mail: [dana.potuznikova@zuova.cz](mailto:dana.potuznikova@zuova.cz)

### **Abstract**

The amendment to Act no. 258/2000 Coll., On protection of public health and amending certain related laws, as amended, partially changed the area of health protection against adverse effects of noise and vibration. Came into force on 1 December 2015 and revised responsibilities in the use and operation of noise sources. Introduced new concepts such. Space significant in terms of the penetration of noise from the outdoor space into buildings inside the protected area, demonstrable increase in noise or so. Priority entry to the territory. On amendments to the Law follows amendment of Government Regulation no. 272/2011 Coll., On health protection against adverse effects of noise and vibration, and an amendment to the Guidelines of the measurement and assessment of noise in the living environment.

# Změna hlučnosti povrchů silničních komunikací hodnocená metodou malé vzdálenosti (CPX) na území ČR

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Ing. Petra Marková, Mgr. Jana Mazálková

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

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

e-mail: [vitezslav.krivanek@cdv.cz](mailto:vitezslav.krivanek@cdv.cz)

## Abstrakt

V současné době nejsou v ČR k dispozici v dostatečné míře poznatky o hlučnosti jednotlivých typů povrchů vozovek a jejich změn - neexistují dlouhodobá data o vývoji akustického chování vozovek v čase. Relevantní akustická data týkající se povrchů vozovek v ČR, byť v současné chvíli jich je velmi málo, jsou velmi žádána a poptávána jak ze strany ministerstev a správců komunikací, tak i ze strany zdravotního dozoru, krajských hygienických stanic, veřejného ochránce práv aj. Tyto údaje slouží jako pomůcka pro správnou volbu krytu vozovky nebo jeho povrchovou úpravu. V současnosti lze úspěšně měřit a hodnotit dílčí změny hlučnosti povrchů vozovek v jednotlivých letech pomocí metody malé vzdálenosti (CPX). Příspěvek se zabývá měřením povrchů vozovek metodou CPX a jsou představeny dílčí výsledky získané v rámci výzkumných aktivit Centra dopravního výzkumu, v. v. i. na území ČR. Článek uvádí výsledky měření provedeného v rámci projektů TAČR č. TA01030459 – „Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání“ a TA04021486 – „Nástroje pro analýzu a hodnocení environmentálních dopadů hluku vozovek“.

## 1. Úvod

Vozidla pohybující se po komunikaci zatěžují okolí hlukem, jenž je vyzařován z více zdrojů a mezi hlavní zdroje především patří: hnací jednotka vozidla, odvalování pneumatik po povrchu vozovky a aerodynamika vozidla. Dominantním zdrojem hluku v automobilové dopravě při rychlostech od cca 50 km/h do cca 200 km/h, je hluk vznikající interakcí pneumatiky s vozovkou na silniční komunikaci [17]. Řada evropských zemí zavádí hlučnost jako sledovaný proměnný parametr v rámci systému hospodaření s vozovkami, proto i Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (dále CDV) se v rámci svých výzkumných aktivit od roku 2011 zabývá měřením hlučnosti jednotlivých typů komunikací v terénu na území ČR.

K monitoringu hlučnosti povrchů komunikací je především využívána dynamická metoda Close-ProXimity method (CPX) [6]. Na základě doporučení CEN TC 227/WG5 touto metodou měří většina evropských států. Navíc dle zasedání mezinárodní odborné komise CEN TC 227/WG5 z listopadu 2015 pro akustickou charakterizaci vozovek je již jen jediná doporučená metoda CPX dle ISO 11819-2, metodu SPB dle ISO 11819-1 za tímto účelem nelze využívat. Měření metodou CPX je na rozdíl SPB metody výrazně rychlejší, ekonomičtější, praktičtější, méně náročné na podmínky měření a lze snáze vyloučit dílčí rušivé vlivy. Nevýhodou CPX metody jsou především náročnější požadavky na vlastní měřicí vybavení a potřebné přesnosti vybavení a konstrukce [9]. Pro určení hlučnosti na styku pneumatika/vozovka u různých typů i stářích povrchů vozovek se měří: třetinooktávové frekvenční spektrum akustického tlaku, celkové hladiny akustického tlaku A, rychlost probíhající zkoušky na komunikaci, teplota okolního vzduchu a teplota povrchu



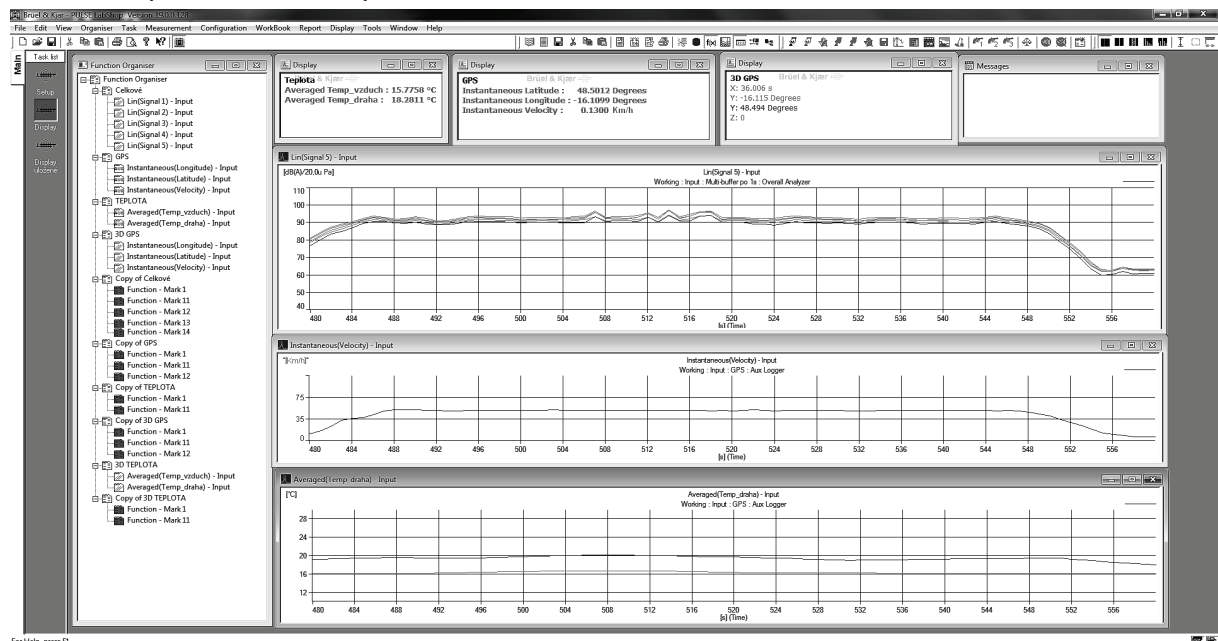
komunikace. Uvedené hodnoty pro daný úsek komunikace se sledují za účelem korekcí výsledků na referenční rychlost a teplotu okolního vzduchu i povrchu komunikace [2]. Je tedy nutné zajistit kontinuální sledování těchto parametrů v průběhu měření (pro všechny jednotlivé úseky). CDV pro zajištění co největší objektivnosti měření, dle návrhu ISO norem, používá vlastní specializovaný přívěs (chráněn užitným vzorem č. 20507), který splňuje všechny akustické požadavky na odstup signálu od šumu. Nejen CDV, ale i ve světě se využívá k měřicím zkouškám pneumatika Tigerpaw Uniroyal 225/60 R16 SRTT [7]. Jedná se o standardní pneumatiku pro referenční testy v automobilovém průmyslu (v souladu s ASTM F2493-08) [1]. Při uplatnění běžné pneumatiky nelze výsledky měření použít pro další srovnávání výsledků [8], jelikož rozdíl pro naprosto stejný rozměr nových pneumatik může dosahovat až úrovně 4 dB [10] a především dezén běžných pneumatik se mění přibližně v řádu dvou let.

Postup měření i hodnocení z hlediska posuzování hlučnosti jednotlivých typů povrchů vozovek a dalšího možného využití pro sledování účinnosti provedených úprav z hlediska snižování hlučnosti je uveden v certifikované metodice Ministerstva dopravy [9]. (*Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže*, ISBN 978-80-86502-82-3.)

## 2. Monitoring hlučnosti komunikací metodou CPX

V průběhu měření je kontinuálně a synchronně zaznamenávána ekvivalentní hladina akustického tlaku každým z pěti mikrofonů, rychlost měřicí soustavy, teplota vzduchu i teplota měřeného povrchu vozovky (viz obr. 1) – využit systém PULSE LAN-XI. Na rozdíl od metody SPB lze u metody CPX sledovat předběžné výsledky již při provádění měření, kdy může být zobrazován vývoj ekvivalentní hladiny akustického tlaku v průběhu po  $t = 1$ . Jelikož se jedná o měření, která mají vliv na lidský organizmus, jsou všechna měření upravována váhovým filtrem A stejně jako u metody SPB.

Obr. 1. Ukázka průběžného záznamu zobrazujícího předběžné výsledky při vlastní měřicí zkoušce dle metody CPX v šabloně LabShop platformy PULSE: horní část ekvivalentní hladiny akustického tlaku 5 mikrofonů, střední část rychlost, dolní část teplota vzduchu a povrchu



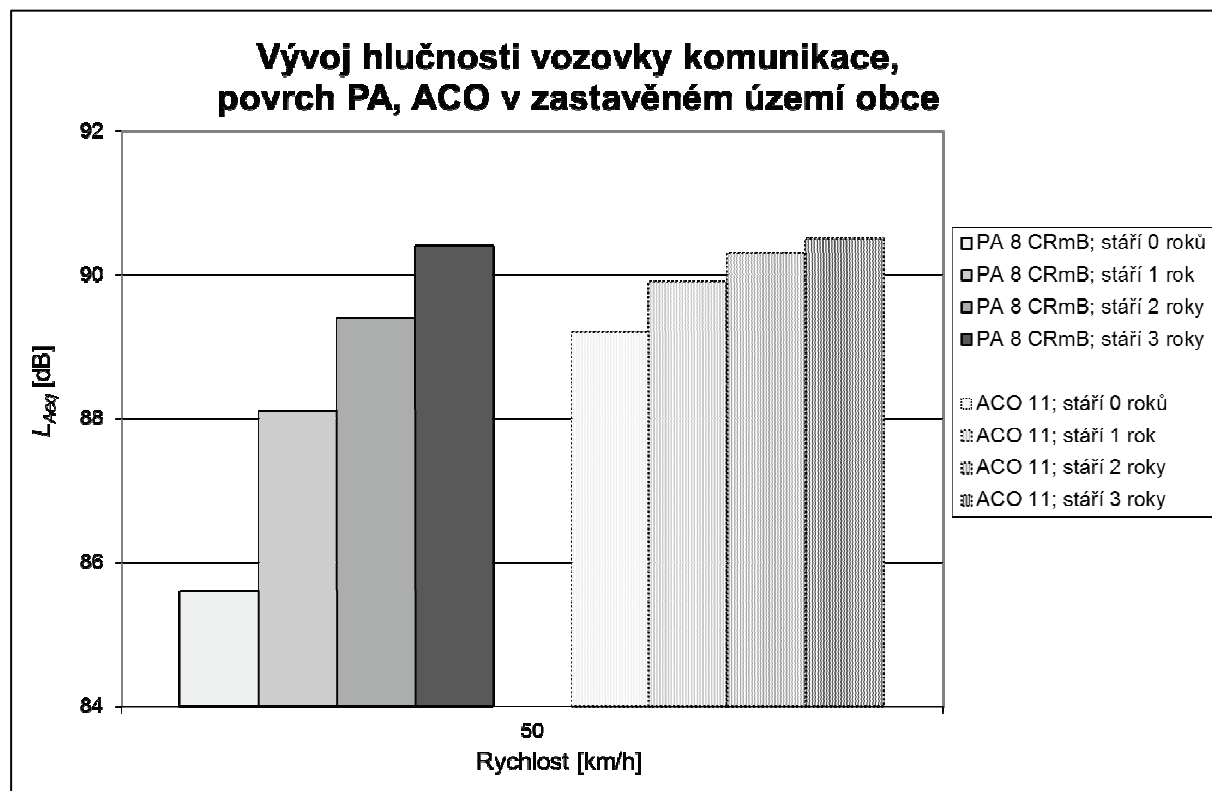
Hlavním výstupem z měření hluku metodou CPX je ekvivalentní hladina akustického tlaku A na styku pneumatika/vozovka a třetinooktávové frekvenční spektrum měřeného úseku podle normy ISO 11819-2 [6]. Analýza je prováděna v třetinooktávovém frekvenčním intervalu minimálně od 315 Hz do 5 kHz po nepřekrývajících se segmentech měřené komunikace, které jsou lineárně zprůměrovány v rámci celého analyzovaného úseku. Segmenty měření, kde je hlučnost prokazatelně narušována hlukem z ostatních zdrojů, musí být vyřazeny. Totéž platí pro dílčí segmenty, kde je rušení (zkreslení měření) způsobováno anomáliemi na vozovce (náhodná porucha komunikace, znečištění komunikace, kanálové poklopy, mostní závěry aj.) či nevyhovující trasou komunikace. Výsledné hladiny akustického tlaku v třetinooktávových pásmech se určí na základě získaných hodnot pro každý mikrofon a dílčí segment, kdy je spočten celkový energetický průměr pro každé frekvenční pásmo na daný segment minimálně od 315 Hz do 5000 Hz. Pro hodnocení daného úseku se aritmeticky průměrují platné měřící segmenty (po odstranění neplatných segmentů s rušením) daného úseku měřené komunikace. Následně se vypočte i průměr všech opakovaných měření daného úseku. Pro změřené hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A styku pneumatika/vozovka je nutné aplikovat rychlostní a teplotní korekce [2]. Přesný postup i s matematickým vyjádřením je podrobně popsán v normě ISO 11819-2 [6], doplňkové informace lze nalézt v „*Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže*“ [9].

### 3. Výsledky měření

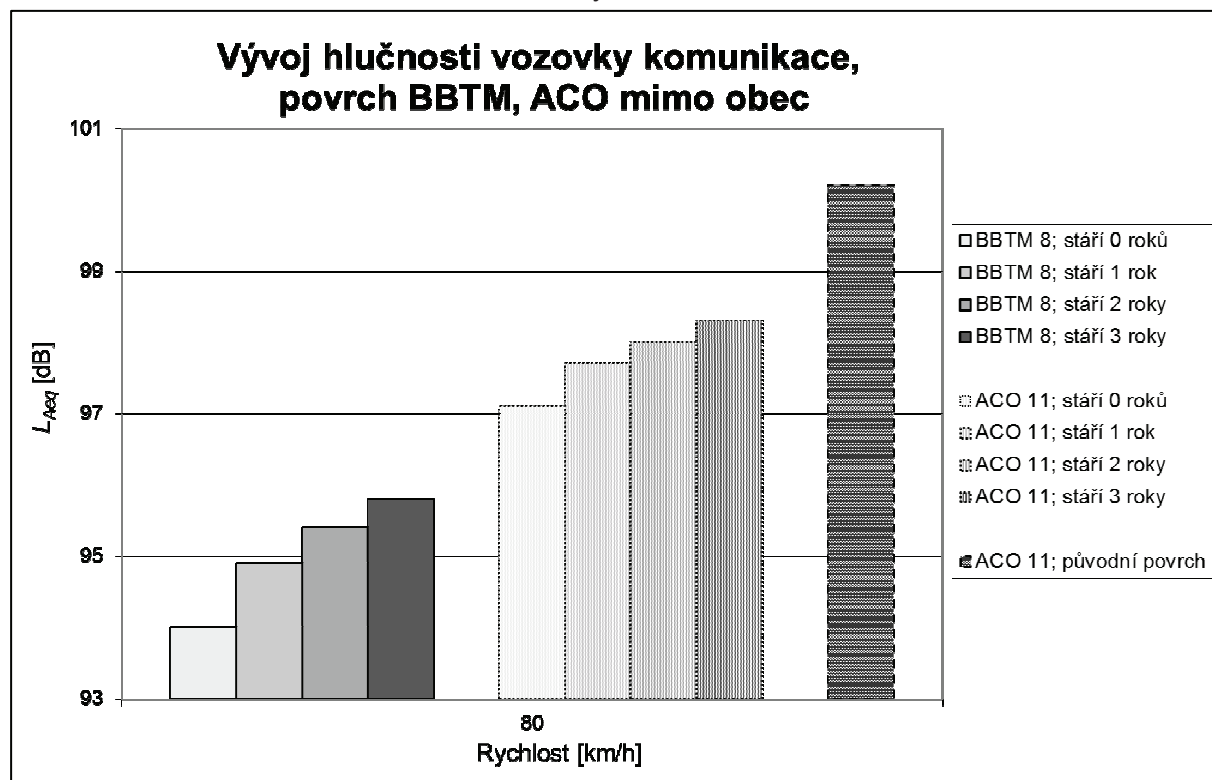
Vlastní rychlost nárůstu hlučnosti povrchu komunikace je různá pro jednotlivé typy použitých směsí [11]. Vývoj změny hlučnosti komunikace v čase je ovlivňována například meteorologickými podmínkami, prováděnou údržbou, intenzitou dopravního provozu aj., což bude dále názorně ukázáno. V následující ukázce je provedeno srovnání běžné a nízkohlučné asfaltové směsi ze stejné lokality – úseky následují bezprostředně za sebou, tj. úseky jsou ovlivňovány téměř stejnými meteorologickými podmínkami, intenzitou a složením dopravy, i rychlostí dopravního proudu. Ověřovací periodická měření hlučnosti probíhala ve stejný den (průběžně).

První variantu představuje zastavěné území obce, kde je nižší dovolená rychlost, a navíc panuje čilá stavební nebo zemědělská činnost. Rozdíl ve vývoji hlučnosti běžného (např. ACO) a nízkohlučného (např. PA) asfaltového povrchu je velmi významný, viz obr. 2. Obecně z akustického hlediska dochází k nejvýraznějšímu nárůstu hlučnosti přibližně první tři roky, pokud se neprojeví vady komunikace, což souvisí s postupným „zajetím“ povrchu, ovšem u nízkohlučného povrchu ještě navíc dochází k jeho zanášení – ucpávání vzduchových pórů. U nízkohlučných asfaltových směsí se v drtivé většině jedná o povrchy s vysokou mezerovitostí, kdy se zvuk vyšších vlnových délek dostává ve větší míře do těchto mezer, kde dochází k přeměně energie na teplo [5]. Jelikož tyto povrchy nejsou ošetřovány (důkladně čištěny) [16] a při nižších rychlostech je uplatnění „samočisticího efektu“ minimální může být tento nárůst hlučnosti velmi významný a dosahovat z počátku úrovně až 2 dB za rok, viz obr. 2 levá část. Z výsledků na obr. 2 je patrné, že běžný a nízkohlučný povrch bez pravidelné údržby v tomto konkrétním případě mají přibližně stejnou hlučnost cca po 3 letech od jeho pokládky. Další již méně výrazný vyšší nárůst hlučnosti nízkohlučného povrchu z obr. 2 (levá část) oproti běžnému povrchu může být dán nižší životností specializovaného povrchu, který dříve vykazuje poruchy na vrchním krytu vozovky, zvláště pak u prvních realizovaných úseků a prvních pokusných směsí.

Obr. 2. Srovnání hlučnosti běžné a nízkohlučné asfaltové směsi v obci při silném zatížení zemědělskou technikou



Obr. 3. Srovnání hlučnosti běžné a nízkohlučné asfaltové směsi mimo obec na rychlostní komunikaci bez zemědělské techniky



Druhou variantu představuje srovnání mimo zastavěné území obcí, kde je možné jezdit vyššími rychlostmi, obzvláště pak na rychlostních komunikacích, kde nemůže jezdit zemědělská technika. Díky výrazně vyšším rychlostem dopravního proudu se uplatňuje samočistící efekt. Navíc díky absenci zemědělské techniky na komunikaci nedochází k tak intenzivnímu znečišťování bahnem. Jak je patrné z výsledků na obr. 3, byť vykazuje jiná směs nízkohlučného povrchu (BBTM) mírně vyšší nárůst hlučnosti oproti běžné směsi (ACO), tak i po třech letech od uvedení do provozu je aktuální hlučnost používané nízkohlučné směsi nižší, než hlučnost běžné směsi ihned po pokládce (jejíž hlučnost v čase též narůstá).

Použité zkratky v textu a obrázcích: PA - Porous Asphalt (původně AKD - asfaltový koberec drenážní), CRmB - asfalty modifikované pryžovým granulátem, BBTM - Bétons bitumineux très minces (asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy, původně AKT - asfaltový koberec tenký), AC - Asphalt Concrete (ACO - asfaltový beton pro obrusnou vrstvu, původně AB - asfaltový beton). Číslo udává maximální velikost zrna použitého kameniva ve směsi v mm.

#### 4. Závěr

Metoda CPX umožňuje provádění dlouhodobého prostorového a časového monitoringu vybraných úseků komunikací [13] a umožňuje dlouhodobě posuzovat nízkohlučné povrchy jako jedno z opatření pro dosažení rozumně dosažitelné míry protihlukových opatření [4]. Výhledově by bylo užitečné zavést dlouhodobý monitoring hlučnosti vybraných úseků komunikací na území reprezentujících jednotlivé typy povrchů vozovek užívaných v ČR [15], tak jako je tomu u protismykových vlastností povrchů vozovek, které se sledují již desítky let. Dosavadní výsledky jsou získávány především v rámci řešení projektů výzkumu a vývoje Technologické agentury ČR. Po jejich ukončení nebude průběžný monitoring prováděn a data o hlučnosti jednotlivých typů povrchů vozovek či jejich změna v čase nebudou k dispozici. O tato data je dlouhodobě enormní zájem z mnoha stran, je však třeba nalézt způsob, jak sledování vývoje hlučnosti povrchů komunikací nadále financovat. Způsob měření a hodnocení hlučnosti povrchů vozovek pozemních komunikací popisuje vydaná certifikovaná metodika Ministerstva Dopravy ČR: KŘIVÁNEK, V., a kol. Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže, MD č. j. 104/2014-710-VV/1 dne 15. 12. 2014, ISBN 978-80-86502-82-3.

Výsledky, které byly prozatím v terénu na území ČR získány, potvrzují, že z akustického hlediska lze při vhodné volbě typu povrchu dosáhnout významného snížení hlukové emise [14]. Z akustického hlediska nejvyšší nárůst hlučnosti je první cca 3 roky po pokládce než se povrch „zajede“, kde u nízkohlučných povrchů v tomto časovém období v zastavěném území obcí nárůst hlučnosti může dosahovat úrovně až 1 – 2 dB/rok, přičemž na rychlostních komunikacích díky „samočistícímu efektu“ rychlost nárůstu hlučnosti je znatelně pomalejší a téměř odpovídá běžným asfaltovým směsím (např. ACO), která je zpočátku na úrovni cca 0,4 – 0,7 dB/rok [3].

V některých materiálech výrobců směsí pro obrusné vrstvy vozovek se lze dočíst, že konkrétní specializované vrstvy umožňují snížení hlukové emise o 10 dB i více. To je možné, ale při posuzování snížení hlukové emise je velmi důležité, jaký byl pro posouzení efektu této úpravy zvolen výchozí stav. Budeme-li porovnávat hlukovou emisi starého rozbitého povrchu vozovky a nově položeného nízkohlučného povrchu změřeného ihned po pokládce, je možné se dostat k rozdílům vyšším než 10 dB, proto je vždy nutné věnovat velkou obezřetnost především informacím, ze kterých by mělo být zřejmé, jaká je zvolena srovnávací základna [12].

## Literatura

- [1] ASTM F2493-08 Standard Specification for P225/60R16 97S Radial Standard Reference Test Tire.
- [2] BÜHLMANN, E., ZIEGLER, T., Temperature effects on tyre/road noise measurements. *Inter Noise 2013, 15. – 18. 9. 2013, 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*, Innsbruck, Austria.
- [3] HAMMER, E., STEINER, S., DIAS, M., BÜHLMANN, E., Long-term acoustical performance a low noise road surfaces in urban areas in Switzerland, *Proceedings of Euronoise 2015, C. Glorieux, Ed.*, Maastricht, 31. 5. - 3. 6. 2015, pp. 1315 - 1320, ISSN: 2226-5147.
- [4] HELLMUTH, T., POTUŽNÍKOVÁ, D., BEDNARČÍK, P., FIALA, Z., Návrh metodiky Stanovení rozumně dosažitelné míry protihlukových opatření, *Hygiena*, roč. 59, č. 1, 2014, s. 27 - 31, ISSN 1802-6281.
- [5] HO, K. Y., HUNG, W. T., Chung-Fai NG, LAM, Y. K., LEUNG, R., KAM, E., The effects of road surface and tyre deterioration on tyre/road noise emission. *Applied Acoustics*, 2013, vol. 74, iss. 7, pp. 921-925, ISSN: 0003-682X, DOI:10.1016/j.apacoust.2013.01.010.
- [6] ISO/CD 11819-2 Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2. - „Final draft of ISO/DIS 11819-2 CPX Method“, (2016-08-09).
- [7] ISO/TS 11819-3, Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference Tyres, (2016-06-03).
- [8] KŘIVÁNEK, V., a kol., *Nástroje pro analýzu a hodnocení environmentálních dopadů hluku vozovek*. Průběžná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2016. 47 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [9] KŘIVÁNEK, V., a kol. *Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže*, 55 s. Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno, prosinec 2014, ISBN 978-80-86502-82-3. (Certifikovaná metodika Ministerstvo dopravy, Odbor kosmických aktivit a ITS – osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky č. j. 104/2014-710-VV/1 ze dne 15. 12. 2014.)
- [10] KŘIVÁNEK, V., a kol., *Výzkum hlučnosti různých typů pneumatik pomocí metody CPX v závislosti na rychlosti (2. Měřící cyklus)*. Odborná studie, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2013. 39 s., Zadavatel: TÜV SÜD s. r. o.
- [11] KŘIVÁNEK, V., MARKOVÁ, P., Změna hlučnosti povrchů vozovek na území ČR sledovaná metodou CPX, *Hygiena*, roč. 60, č. 4, 2015, s. 137 - 142, ISSN 1802-6281.
- [12] KŘIVÁNEK, V., PÁVKOVÁ, A., TÖGEL, M., JEDLIČKA, J., CHOLOVA, R., Cleaning Low-Noise Surfaces as a Basic Condition for Improving Pavement's Acoustic Absorption Capability. *Arabian Journal for Science and Engineering*, no. 41, iss. 2, pp. 425-431, 2016. ISSN 1319-8025, DOI: 10.1007/s13369-015-1713-y.
- [13] LICITTRA, G., TETI, L., CERCHIAI, M., A modified Close Proximity method to evaluate the time trends of road pavements acoustical performances, *Applied Acoustics*, 2014, vol 76, pp. 169-179, ISSN: 0003-682X, DOI: 10.1016/j.apacoust.2013.07.017.
- [14] MILJKOVIC, M., RADENBERG, M., GOTTAUT, C., Characterization of Noise-Reducing Capacity of Pavement by Means of Surface Texture Parameters, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2014, vol 26, iss. 2, pp. 240-249, ISSN: 0899-1561, DOI: 10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000821.
- [15] NEUVIRT, V., Technologie údržby asfaltových vozovek, *Silniční obzor*, roč. 75, č. 7/8, s 182 – 187, ISSN 0322-7154.

- [16] NILSON, R. N., WESTERGREN, P. E., Improved acoustical sustainability using effective cleaning equipment, 18th International Congress on sound and vibration, Rio de Janeiro, Brazil 10. – 14. 7. 2011, pp. 1151 – 1158, ISBN: 978-1-61839-259-6.
- [17] SANDBERG, U., EJSMONT, J., A., *Tyre/road Noise Reference Book*. Sweden: In Informex, Kisa, Sweden, 2002. ISBN 91-631-2610-9.

### **Poděkování**

*Tento příspěvek vznikl na základě dat získaných v rámci projektu Technologické agentury ČR č. TA04021486 – „Nástroje pro analýzu a hodnocení environmentálních dopadů hluku vozovek“ a finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610) na výzkumné infrastrukturu pořízené z operačního programu výzkum a vývoj pro inovace (CZ.1.05/2.1.00/03.0064).*

## **Change in road surface noise evaluated by Close-ProXimity method (CPX) in the Czech Republic**

**Ing. Vitezslav Krivanek, Ph.D., Ing. Petra Markova, Mgr. Jana Mazalkova**

*Transport Research Centre*

*Lisenska 33a, 636 00 Brno*

e-mail: vitezslav.krivanek@cdv.cz

### **Abstract**

Data on noise of individual road surface types and the noise change are currently unavailable in the Czech Republic – there are no relevant long-term data on acoustic behaviour of road surfaces. Relevant acoustic data related to road surfaces in the Czech Republic, despite being rather scarce, are in demand and sought for by the ministries, road administrators, as well as by health supervisors, regional hygiene stations, Public Defender of Rights, etc. These data are used as a tool to select the right road pavement type or its surface treatment. It is currently possible to measure and assess partial small changes in road surface noise in individual years by the close proximity method (CPX). The paper deals with the measurement of surfaces by the CPX method and presents partial results obtained within the research activities of Transport Research Centre in the Czech Republic. The article contains the results of measurements performed within the projects of the Technological Agency of the Czech Republic No. TA01030459 – “Change of Road Surface Noisiness during Several Year Usage” and TA04021486 – “Tools for Analysis and Assessment of Environmental Impacts of Road Surface Noise”.



# Průchodnost páteřní dopravní infrastruktury pro volně žijící živočichy

Ivo Dostál, Marek Havlíček, Josef Svoboda

*Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Oblast dopravy a životního prostředí*

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Česká republika*

e-mail:ivo.dostal@cdv.cz

## Abstrakt

Mezi antropogenní bariéry, které nejvíce ohrožují biodiverzitu, konektivitu krajiny a přispívají k fragmentaci, jsou silniční komunikace, zvláště dálnice a rychlostní komunikace. Proto v rámci projektu „Komplexní přístup k ochraně fauny terestrických ekosystémů před fragmentací krajiny v ČR“ (podrobné představení výstupů projektu proběhne v rámci workshopu, který je doprovodným programem ke konferenci) bylo nutné pro celé území ČR realizovat aktivity směřované k identifikaci, analýze a vyhodnocení liniových bariér (vč. jejich historického vývoje) a identifikovat místa vhodných či potenciálních průchodů v infrastruktuře. Znalost a posouzení současné míry fragmentace krajiny a její dynamiky je nezbytným předpokladem pro řešení hlavní aktivity projektu, tj. vymezení biotopů zvláště chráněných živočichů.

Výstupy identifikace liniových bariér jsou zpracovány formou prostorové geodatabáze znázorňující průběh komunikací v různých časových horizontech. Tato liniová vrstva zahrnuje všechny směrově dělené úseky vícepruhových silničních komunikací - tedy dálnice, rychlostní silnice a vybrané silnice I. třídy. Tyto komunikace lze považovat bez doprovodných opatření za prakticky úplnou bariéru vůči migracím volně žijících živočichů. Geometrie vrstvy vznikla digitalizací nad aktuální ortofotomapou, historický stav byl upřesněn na základě historických topografických map a doplněn o údaj zprovoznění toho kterého úseku (z historických publikací, dobového tisku apod.) Pro účely plánování byla databáze rozšířena také o komunikace, které jsou teprve plánovány na základě územně-plánovacích dokumentů, zejména PÚR, ZÚR a územních plánů. Takto zpracovaných je přibližně 1,600 km provozovaných a 1,280 km plánovaných komunikací.

Aktivitou navazující na analýzu bariér je identifikace prostorové polohy a zhodnocení průchodnosti jednotlivých potenciálních průchodů, které se na komunikacích nacházejí. Základem se staly již existující samostatné tematicky obdobné starší databáze AOPK a CDV, které vznikly v minulosti při řešení výzkumných úkolů souvisejících s problematikou fragmentace. Tyto databáze byly doplněny tak, aby byla pokryta celá síť identifikovaná v předchozí aktivitě. Jako potenciálně průchodné byly považovány všechny objekty, které svými rozměry splňují minimální požadavek na průchod pro větší savce (šířka 12 m a světlá výška 3 m při délce průchodu 25 m - index průchodnosti 1,4). Významné objekty, které jsou lokalizovány na potenciálních migračních trasách, byly podrobeny terénní rekognoscaci. Celá databáze průchodů aktuálně obsahuje 1084 objektů (vč. některých neprůchodných).

Tyto dvě vrstvy slouží při vyznačování prostorové vrstvy biotopů zvláště chráněných živočichů a pro snadnou identifikaci konfliktních bodů v křížení zelené a dopravní infrastruktury. Předpokládáme však, že jejich využití bude širší v další výzkumné činnosti, proto bude vrstvy průběžně doplňována a rozšiřována o další objekty v závislosti na reálném vývoji dopravní infrastruktury, jejího stavebně-technické uspořádání.



## Permeability of core transport infrastructure for the wildlife

**Ivo Dostál, Marek Havlíček, Josef Svoboda**

*Transport Research Centre, Department of Risk Assessment*

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Czech Republic*

e-mail: ivo.dostal@cdv.cz

### **Abstrakt (v anglickém jazyce)**

The anthropogenic barriers that are the most harmful to biodiversity, landscape connectivity and are contributing to fragmentation are roads, especially motorways and expressways. This fact required to add in the framework of project „Complex approach to the protection of fauna of terrestrial ecosystems from landscape fragmentation in the Czech Republic“ (see accompanying workshop for info on overall outputs of the project) activities covering the whole territory of the Czech Republic which are focused on identification, analysis and evaluation of linear barriers (incl. historic development) and on identification of suitable or potential passages in infrastructure. Knowledge and assessment of the current level of landscape fragmentation and its dynamics is a prerequisite for the main activity of the project, ie. the definition of habitats of specially protected species.

The identification of linear barriers is processed through spatial geodatabase representing the evolution of road network over different time periods. This linear layer includes all dual carriageways – motorways, expressways and some 1st class roads. These road categories can be considered virtually complete barrier to the migration of wildlife without accompanying measures. Geometry of the layer was digitized employing actual aerial photos. Historic information has been precised with historical topographic maps and the opening date of each section was determined from historical publications and contemporary press. For planning purposes was the database also extend to motorways and expressways that are only planned on the basis spatial planning documents, particularly on national and regional level. The road network covered in this activity is approximately 1,600 km of existing and 1,250 km of planned carriageways.

Activity following the analysis of barriers is to identify the spatial position and to evaluate the potential of individual passages on the roads. The two older thematic databases with limited territorial coverage (one maintained by Transport Research Centre and another by Nature Conservation Agency of the Czech Republic) were merged and expanded to cover entire network identified in previous activity. As potential passage were considered all objects with dimensions meeting the minimum requirements for the passage of larger mammals (width 12 m and height 3 m for common length of passage 25 m – permeability index 1.4). Important objects that are located on potential migration routes have been visited in the field. Whole passages database currently contains 1,084 objects (incl. impassable ones).

These two layers are used in defining the spatial layer of habitats of specially protected species in order to allow easy identification of conflict points in the intersection of green and transport infrastructure. We assume, however, that their use will be wider in other research activities, therefore both layers will be continuously updated and expanded to follow further development of transport infrastructure, its construction and technical layout.

# Bioindikace vlivu chemické zimní údržby komunikací na smrk ztepilý (*Picea abies*)

Jana Zítková<sup>1</sup>, Petr Anděl<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, 165 21

<sup>2</sup>Centrum dopravního výzkumu v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno  
e-mail: andel@evernia.cz

## Abstrakt

Chemická zimní údržba komunikací patří k významným negativním vlivům na životní prostředí. Aplikací chemických solných rozmrazovacích materiálů bývají nejvíce postiženy stromy rostoucí v blízkosti komunikací. Ionty sodíku a chlóru, které jsou vyplaveny do prostředí, jsou přijímány okolní vegetací a jejich zvýšená koncentrace má negativní dopady na jejich zdravotní stav. Jako bioindikátor vlivu chemické zimní údržby se používá stanovení obsahu sodíku a chloridů v asimilačních orgánech jehličnatých stromů. Práce hodnotí vliv potenciálu kontaminace na obsah sodíku a chlóru v jehličí smrku ztepilého (*Picea abies*). Ten byl pro studii vybrán pro svůj hojný výskyt a zvýšenou citlivostí k zasolení. Studijní území bylo zvoleno na severu České republiky v Libereckém kraji mezi Jabloncem nad Nisou, Železným Brodem a Tanvaldem. Pro bioindikaci potenciálu poškození chemickou zimní údržbou byly sebrány vzorky prvního a druhého ročníku jehličí smrku ztepilého a stanoveny koncentrace sodíku a chlóru. Zároveň byl hodnocen potenciál kontaminace lokality a zdravotní stav jedinců zájmového jehličnanu. Získané výsledky koncentrací prvků byly vyhodnoceny v závislosti na čtyřech faktorech: na potenciálu kontaminace, zdravotním stavu stromu, vzdálenosti od komunikace a na stáří jehličí. Na základě vyhodnocení výsledků byla navržena stupnice s rámcovými hodnotami koncentrací, kterou je možné využít pro praktické hodnocení stupně kontaminace.

## Literatura

- [1] HOFMAN, J. et al. *Road salts effects on soil chemical and microbial properties at grassland and forest site in protected natural areas*. Plant, Soil and Environment, 58 (6): 282 – 288.
- [2] FORCZEK, S.T. et al. *Influence of road salting on the adjacent Norway spruce (*Picea abies*) forest*. Plant Soil Environmental, 2011, 57(7): 344–350.
- [3] KAYAMA, M. et al. *Effects of deicing salt on the vitality and health of two spruce species, *Picea abies* Karst., and *Picea glehnii* Masters planted along roadsides in northern Japan*. Environmental Pollution, 2003, 124: 127-137.

## 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 programu Centra kompetence TA ČR, projekt č. TE01020168 (CESTI – Centre for Effective and Sustainable Transport Infrastructure).

## **Bioindication of road salting impact on Norway spruce (*Picea abies*)**

**Jana Zítková<sup>1</sup>, Petr Anděl<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, 165 21, Czech Republic*

<sup>1</sup>*Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

e-mail: andel@evernia.cz

### **Abstrakt**

Road salting is one of the major negative impacts on the environment. Application of chemical salt based de-icing materials damages mostly the trees growing near the roads. Sodium and chlorine which are washed into the environment are absorbed by the surrounding vegetation and their increased concentration has a negative impact on their health. This thesis work assesses the influence of contamination potential on the content of sodium and chlorine in the needles of Norway spruce (*Picea abies*). This tree was used for the study because of its abundance and increased sensitivity to salinity. Study area was chosen in the northern part of the Czech Republic in the Liberec Region in between Jablonec nad Nisou, Železný Brod and Tanvald. To indicate the potential damage caused by road salting, the samples of 1-year-old and 2-year-old needles of Norway spruce were collected and examined for the concentration of sodium and chlorine. Also, the site contamination potential was assessed and the health conditions of individual conifers were evaluated. The measured concentrations of elements were valuated based on four factors: the potential contamination sites, the health of the tree, the distance from the road and the age of needles. Based on the results of the evaluation, a measurement scale was designed with framework concentration values which can be used for practical assessment of the level of contamination.

# Kontaminace životního prostředí v okolí komunikací

Petr Anděl<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>, Martin Schindler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>EVERNIA s.r.o., 1. máje 97, 460 01 Liberec

<sup>2</sup>Centrum dopravního výzkumu v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno

<sup>3</sup>Technická univerzita Liberec, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická,  
Univerzitní náměstí 1410/1, 461 17 Liberec

e-mail: andel@evernia.cz

## Abstrakt

Komplexní analýza vzorků půd odebraných v blízkosti silničních komunikací poskytuje souhrnný přehled o vlivu dopravy na znečištění půd. Hodnoceno je 16 oblastí s používáním pouze základních transektů (pás šířky cca 30m kolmý na danou komunikaci, od zpevněné části vozovky až po vzdálenost cca 100m, ale i více), dále pak větší počet lokalit (přibližně 60) se stanovováním pouze několika klíčových ukazatelů. Výsledkem je rozsáhlý soubor dat, jenž prezentuje závislost kontaminace prostředí vybranými prvky a polycyklickými aromatickými uhlovodíky v okolí komunikací. Databáze výsledků poskytuje ucelený přehled obsahů hledaných látek v celé České republice.

Pro celkové hodnocení vlivu komunikací na životní prostředí je studie zaměřena na tři základní zdroje kontaminace:

- emise výfukových plynů,
- chemickou zimní údržbu (solení),
- resuspenze materiálů deponovaných na povrchu vozovky jako jsou obrusy z aut a ze silniční infrastruktury.

Chemické analýzy realizované v rámci řešení projektu CESTI byly zaměřeny na komplexní popis vzorků z pohledu anorganického, organického a toxikologického. Ve vzorcích půd upravených dle příslušných postupů a norem [1,2,3,4,] byly stanoveny obsahy rizikových prvků a polycyklické aromatické uhlovodíky.

Zvýšené obsahy vybraných prvků (např. Pb, Cr) v určitých místech, jejichž přirozený obsah v půdě je nízký, tedy indikují dopravu jako jejich zdroj. Jednoznačně nejzatíženějším sektorem je krajnice. Sodík vykazuje vyšší koncentrace v oblastech mimoměstských, např. na Jesenicku či Beskydech, z důvodu dlouhotrvající zimy v roce 2015 a delšímu solení. Jeho obsah byl mnohem vyšší a to ve vzdálenosti 0 m a 5 m od komunikace a se vzdáleností postupně klesá. Tím se potvrdila jeho nízká míra mobility v půdě a jeho zadržování v blízkosti vozovky.

Toxikologická analýza doplňuje získané výsledky, jež ukazují na místa zatížená dopravou. Byla provedena u vybraných vzorků (z každé lokality u vzorku odebraného u krajnice). U provedených toxikologických analýz (test na zelené řase, sladkovodním korýši a hořčici) nebyla ve většině případů pozorována inhibice uvedených organismů, v případě hořčice a řasy docházelo naopak ke stimulaci růstu. Pouze u vzorku z lokality Ostrava byl prokázán výrazný inhibiční efekt.

Výsledná databáze je zdrojem cenných informací o vlivu dopravy na životní prostředí. Výsledky jsou statisticky zpracovány pomocí statistického softwarového balíku QC.Expert™[5].

## Literatura

- [1] ZBÍRAL, Jiří. *Analýza půd: jednotné pracovní postupy*. Vyd. 3., rozšířené a přepracované, Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2011, 230 s. ISBN 9788074010408.
- [2] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT (CNI). 2006. ČSN EN 12457-4. *Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů*. Praha.
- [3] INTERNATIONAL STANDARD (ISO). 1995. ISO 11466. *Soil quality – Extraction of trace elements soluble in aqua regia*. Switzerland.
- [4] Metodický pokyn odboru odpadů ke stanovení ekotoxicity odpadů. *Věstník MŽP*, ročník XVII, částka 4, duben 2007.
- [5] KUPKA, K. *QC.Expert. Interaktivní statistická analýza dat*. [Uživatelský manuál]. Pardubice, 2010, 310 pp.

## 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 programu Centra kompetence TA ČR, projekt č. TE01020168 (CESTI – Centre for Effective and Sustainable Transport Infrastructure).*

## Contamination of environment in the road surroundings

**Petr Anděl<sup>1</sup>, Jitka Hegrová<sup>2</sup>, Martin Schindler<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>EVERNIA s.r.o., 1. máje 97, 460 01 Liberec

<sup>2</sup>Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno

<sup>3</sup>Technical University of Liberec, Faculty of Science, Humanities and Education, Univerzitní náměstí 1410/1, 461 17 Liberec

e-mail: andel@evernia.cz

## Abstrakt (v anglickém jazyce)

Comprehensive overview of the influence of transport on the environment is presented in this study. The complex analysis of soil samples provides an extensive set of data, which present elemental and PAH contamination of the environment near roads.

Three possible sources of contamination are assumed for environmental contamination evaluation:

- car emission,
- winter maintenance,
- abrasion from cars.

The chemical analysis are focused on total description of samples from anorganic, organic and toxicological point of view.

The resulting database is a source of valuable informations about the influence of transport on the environment. The results are statistically processed using the statistical software QC.Expert™ [5].

# Výskyt sněhové pokrývky a doprava

Jaroslav Rožnovský<sup>1,3</sup>, Pavel Zahradníček<sup>1,2</sup>, Petr Štěpánek<sup>1,2</sup>, Aleš Farda<sup>2</sup>,  
Jáchym Brzezina<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, Brno 616 00

<sup>2</sup> CzechGlobe – Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i, Bělidla 4a, Brno 603 00

<sup>3</sup> Zahradnická fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice

e-mail: roznovsky@chmi.cz

## Abstrakt

Sněhová pokrývky se na našem území vyskytuje rozdílně a v posledních letech méně často. Pro dopravu je výskyt sněhové pokrývky často až kritický moment, v mimořádných případech způsobuje zcela zastavení dopravy. Jedním z klíčových faktorů jsou celkové sněhové podmínky daného místa. Analýza se zabývá množstvím nového sněhu a maximální sněhovou pokrývkou a její změnou v současném klimatu. V posledních 15 letech se vyskytuje větší počet roků s nižším výskytem sněhu, a to hlavně v nejvyšších partiích našich hor. Analyzovány jsou výstupy klimatických modelů se zřetelem na zimu včetně výpočtu změny výšky nulové isotermy a nebo počtu oblevových dnů.

## 1. Úvod

Průběh počasí na území České republiky je typický svou proměnlivostí. Navíc jsou publikovány práce, které dokazují, že v dlouhodobém trendu teploty vzduchu rostou [1], což platí i pro chladné období. Nárůst teplot v průběhu zimy ovlivňuje i výskyt a délku setrvání sněhové pokrývky. Zde je zvláště důležité zjištění, že roční úhrny srážek se v dlouhodobém pohledu významně nemění [1]. Ovšem v zimním období dochází ke změnám ve výskytu sněžení, které má klesající trend, srážky jsou častěji dešťové.

Výskyt sněhu má významný vliv v krajině, jeho absence znamená vzestup teploty vzduchu, ale i povrchu krajiny. Taktéž při výskytu sněhové pokrývky dochází k většímu nasycení půdy vodou. Sníh však bývá příčinou krizových situací. Jde o narušení dodávek elektřiny a energií, vysoké zatížení velkým množstvím sněhu, pády stromů, v horských oblastech možnost vzniku sněhových lavin, ale také narušení, případně až zastavení dopravy. Nejde jen o dopravu na silnicích, ale také o leteckou či výjimečně i na železnici. Naopak při náhlém tání velkého množství sněhu je možný vznik následných (nejen lokálních) povodní a záplav (řešeno samostatně) a sněhových lavin.

Z klimatologického hlediska je snížený výskyt sněhu dáván do souvislosti s častějšími projevy sucha, hlavně v jarním období. Celková změna klimatu vede k tomu, že vlády věnují větší pozornost možným dopadům změny klimatu. Určitě správným krokem by byly větší investice do rozšiřování meteorologické staniční sítě a do aplikovaného klimatologického výzkumu.

Na našem území je plošně rozdílný výskyt i výška sněhové pokrývky. Nejvyšší sněhová pokrývky se pohybuje od několika desítek cm v nížinných polohách až po několik metrů v nejvyšších horských polohách (Lysá hora 380 cm). Z meteorologických pozorování vyplývá, že za 24 hodin spadlo nejvíce sněhu 16. dubna 1916 na Lysé hoře 108 cm, 11. března 1958 ve Velkých Karlovicích (Velký Jeseník) 105 cm [2]. Poklesem sněžení je dáno, že od roku 1961 jsou hodnoty maxima nižší, např. 5. března 1970

v Deštné v Orlických horách napadlo 75 cm nového sněhu, 6. prosince 1998 v Harrachově 66 cm, 30. prosince 2005 ve Frenštátě pod Radhoštěm 65 cm a 15. února 2012 na stanici Bílá, Konečná spadlo 65 cm.

Výskyt většího množství sněhu, hlavně při vyšších rychlostech větru znamená tvorbu sněhových jazyků až závějí. Za těchto situací může dojít i k zastavení dopravy, jako např. 22. února 2001, kdy napadlo na Českomoravské vrchovině až 35 cm nového sněhu a v obou směrech byla uzavřena dálnice D1 na několik hodin. Jak dokládají zprávy v tisku, opakované sněhové kalamity se vyskytovaly zejména koncem roku 2001 a počátkem roku 2002, kdy napadlo poměrně velké množství prachového sněhu.

Problémy v dopravě však způsobuje i tzv. obleva, což je označení pro období, kdy dlouhodobě taje napadaný sníh, ale teplota je nad bodem mrazu. Její výskyt může být od jednoho dne až po několik týdnů. Během oblevy se mění i stav samotného sněhu, sníh je mokřý, dobře drží při sobě a je snadno tvarovatelný. Později se mění i jeho vzhled tak, že nevypadá jako prach, ale spíš jako ledové kuličky. Několikrát přemrzlý sníh denním teplotám odolává mnohem lépe než čerstvý, ráno napadlý prašan, a tak se i po rychlém a výrazném úbytku sněhu stále drží vytrvale několik dní ostrůvky sněhu, přestože teploty stále stoupají. K oblevě patří i tání ledu na vodních plochách [3].

Potřeba vyhodnotit výskyt sněhové pokrývky i z hlediska dopravy je potřebné, jak dokládají výše uvedené skutečnosti. V naší studii analyzujeme změnu sněhových poměrů a predikci možného budoucího vývoje, včetně výskytů oblevy.

## 2. Materiál a metody

Výskyt sněhové pokrývky je předpokladem pro vytvoření dostatečného množství povrchové i podzemní vody, kladně působí na rostlinný kryt jako tepelná izolace, vysokým albedem zvyšuje intenzitu odraženého záření, je základem zimní rekreace. Avšak při nadměrném množství působí národním hospodářství značné potíže. Zvyšuje náklady na zajištění stavebních konstrukcí, působí polomy a při náhlých oblevách povodně. I v našich horách se občas vyskytují velmi nebezpečné laviny [4]. Pro dopravu však představuje nejčastěji komplikace, často až krizové situace. K analýze sněhových poměrů na území České republiky byly použity prioritně data o množství nového sněhu (SNO) a také maximální výšce sněhové pokrývky (SCE). V síti klimatických a srážkoměrných stanic ČHMÚ se v zimním období zjišťuje množství nového sněhu a výška sněhové pokrývky každý den v 7 hodin ráno. Celková výška sněhové pokrývky se měří v celých centimetrech na sněhoměrné lati, která bývá umístěna na pozemku stanice v místě, které dobře charakterizuje sněhové podmínky okolí a je co nejméně ovlivněno větrem. Výška nového sněhu se měří taktéž v centimetrech a to pravítkem na sněhoměrné desce pokud v uplynulých 24 hodinách padaly tuhé srážky. Po každém měření výšky nového sněhu se sníh z desky odstraňuje. Taktéž je umístěna tak, aby byla co nejméně ovlivněna větrem [4]. Tato naměřená data prochází pečlivou kontrolou revizorů ČHMÚ, včetně plošného porovnání s okolními stanicemi.

V práci jsme se také zaměřili na možný vývoj do budoucnosti a to hlavně z pohledu teploty vzduchu v zimním období, která ovlivní množství či schopnost udržení sněhu v krajině. Pro analýzy byly vybrány dva typy klimatických modelů. První jsou starší výstupy modelu ALADIN-Climate/CZ, který je v rozlišení 10 km a vznikl v rámci projektu EU FP6 CECILIA (<http://www.cecilia-eu.org>). Projekce budoucího klimatu je k dispozici pro dvě období. Blízká budoucnost zahrnuje období 2021 – 2050 a vzdálená roky

2071 – 2100. Pro projekci byl použit klimatický scénář A1B [5, 6]. Jako další modely byly použity výstupy nejnovějších RCM z rodiny EURO-CORDEX. Byly použity dva emisní scénáře RCP 4.5 (zakonzervování skleníkových plynů) a 8.5 (stálý hospodářský růst bez omezení množství skleníkových plynů) a výstupy jsou pro celé období až do roku 2100.

### 3. Výsledky

Množství nového sněhu, které spadne na území České republiky za zimu, je závislé na nadmořské výšce, expozici, ale také na synoptických situacích, které ovlivňují během sezóny naše území. Obecně platí, že nejméně nově napadlého sněhu se vyskytuje v nížinách a s nadmořskou výškou toto množství stoupá. Tato charakteristika nám může dobře ukázat, jaký je potenciál daného místa k zimním sportům. V lokalitách s menším množstvím napadaného sněhu za celé zimní období logicky naznačuje, že zde příliš vhodné podmínky nebudou, jelikož většina zimy může být bez sněhové pokrývky. To samozřejmě platí i obráceně. V oblastech do 300 m n. m. napadlo v průměru za období 1961 – 2000 kolem 42 cm nového sněhu. Ve středních polohách je už toto množství o 60 % vyšší (tab. 1). V místech od 600 do 900 m n. m. spadne za zimní období v průměru 116 cm nového sněhu. V horských oblastech nad 900 a 1200 m n. m. je už toto množství sněhu v průměru kolem 198 cm respektive 277 cm. Jak lze vidět na obr. 1, tak největší množství nového sněhu napadne v našich pohraničních horách (Krkonoše, Jeseníky, Šumava, Beskydy, Krušné hory), naopak nejméně nového sněhu je v oblasti jižní Moravy a Polabí.

Tab. 1. Množství nového sněhu (SNO) podle nadmořské výšky v letech 1961 – 2000 a 2001 – 2016 na území České republiky

ALTITUDE (m)	AREA (%)	SNO 1961 – 2000	SNO 2001 – 2016	SNO DIF (%)
< 300	24.2	41.8	40.2	<b>96.1</b>
301-600	59.2	67.1	65.1	<b>96.9</b>
601-900	14.5	115.9	118.0	<b>101.8</b>
901-1200	1.9	198.5	200.8	<b>101.2</b>
> 1200	0.2	276.8	247.0	<b>89.2</b>

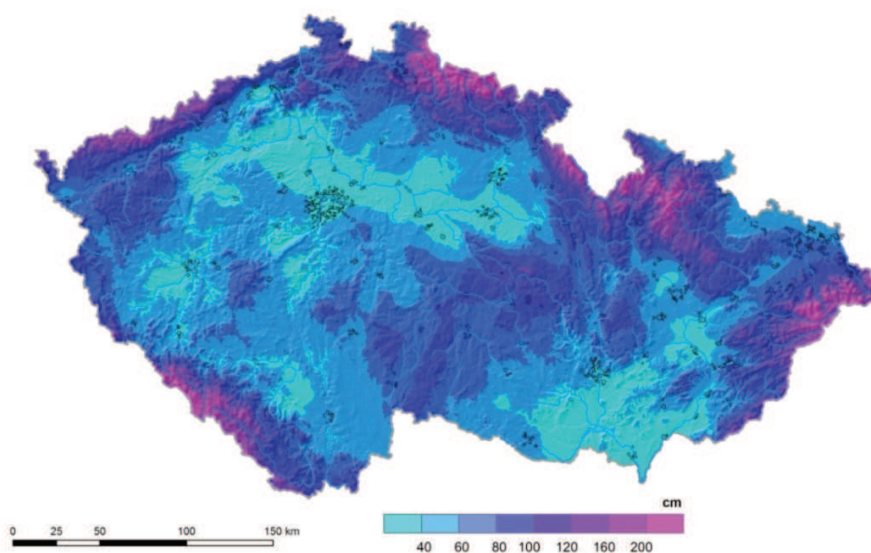
V posledních 6 letech jsme zažili velice chudé zimy na sněhovou pokrývkou a tak vyvstává otázka, jak se změnilo toto množství od roku 2001 oproti dlouhodobému průměru a to i s ohledem na probíhající klimatickou změnu. V polohách do 600 m n. m. (83 % rozlohy České republiky) jsme zaznamenali úbytek nového sněhu o 4 %. Ve vyšších polohách nad 600 m n. m. se prakticky příliš nezměnilo a množství je stejné. Dramatický rozdíl nastal u nejvyšších partií našich hor, kdy v polohách nad 1200 m n. m. nám ročně v průměru spadlo o 11 % sněhových srážek méně v období 2001 – 2016 oproti dlouhodobému průměru.

Prostorová změna posledních 15 let oproti dlouhodobému průměru 1961 – 2000 není konzistentní. Jak ukazuje obr. 2, tak k největšímu poklesu nového sněhu došlo na jižní a střední Moravě, ale také překvapivě v Krkonoších. Místa kde naopak nového sněhu napadlo více, jsou prostorově nespojitě a vytváří spíše jen lokální oblasti. Více než na 10 % území České republiky kleslo množství nové sněhové pokrývky o 20 a více procent. Celkově napadlo méně nového sněhu v průměru za období 2001 – 2016 oproti

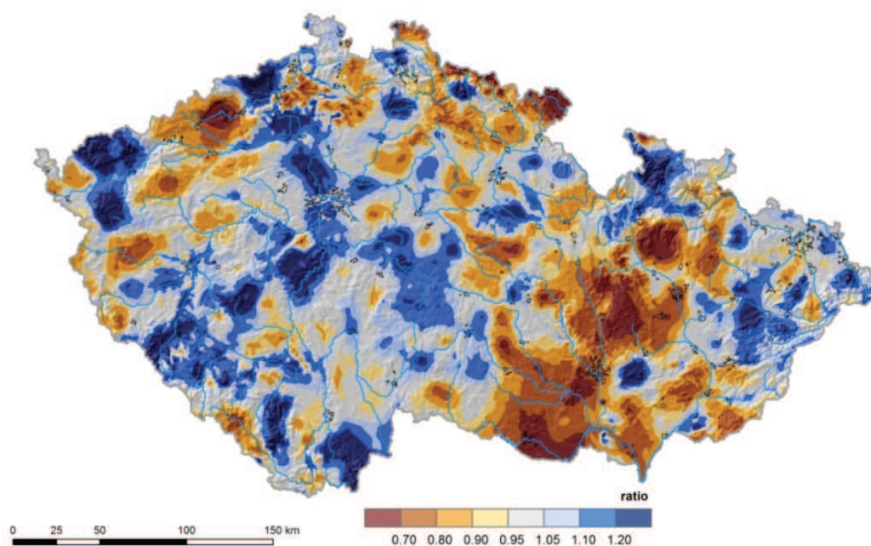


dlouhodobému průměru na 39 % území. Na 28 % území došlo jen k nepatrné změně o 5 %. Naopak nárůst množství nového sněhu se projevil na 32 % území.

Obr. 1 Průměrné množství nového sněhu (SNO) v zimní sezoně na území České republiky v letech 1961 – 2000



Obr. 2 Podíl množství nového sněhu v zimních sezonách 2001 – 2016 vzhledem k dlouhodobému průměru 1961 – 2000



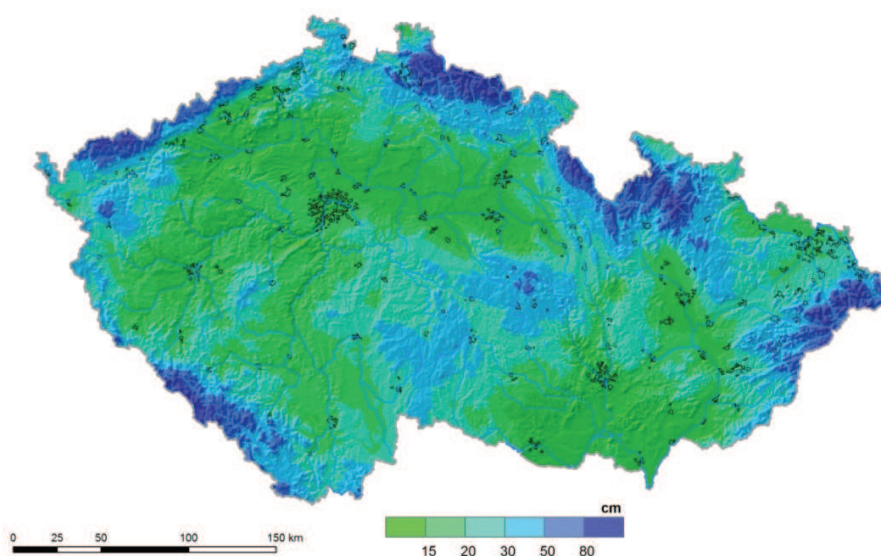
Významnou charakteristikou, která může poukázat na potenciál daného místa vzhledem k dopravě je maximální výška sněhové pokrývky, která byla za zimu zjištěna.

Ta je závislá na množství a charakteru zimních srážek a teplotě vzduchu. Je tedy hlavně ovlivněna nadmořskou výškou daného místa. V našich pohraničních horách stoupá průměr sezonních maxim výšky sněhové pokrývky přibližně o 15 cm na 100 m nadmořské výšky. Dále je množství ovlivněno expozicí k převládajícímu proudění a slunečnímu záření, tvarem terénu a vegetací. Důležitou roli hraje návětrná a závětrná strana. Typickým příkladem je pohraniční šumavský hřeben, kde se nachází dvojnásobné množství sněhu než ve stejných výškách na vrcholech vysunutých do českého vnitrozemí. Jak ukazuje obr. 3, tak nejmenší průměr maximální výšky sněhové pokrývky za sezonu je opět na jižní a střední Moravě a v Polabí. Zde je maximální výška většinou do 15 cm. Naopak nejvyšších maxim dosahují v průměru Krkonoše, Jeseníky, Beskydy, Šumava a Krušné hory. V oblastech do 300 m n. m. je dlouhodobé průměrné maximum kolem 14,9 cm. Ve středních polohách je to již 24 cm. V nadmořských výškách od 901 do 1200 m n. m. dosahuje sezónní maximum obvykle 82 cm a v nejvyšších partiích českých hor je to 113 cm (tab. 2).

Tab. 2. Průměr maximální výšky sněhové pokrývky (SCE) podle nadmořské výšky v letech 1961 – 2000 a 2001 – 2016 na území České republiky

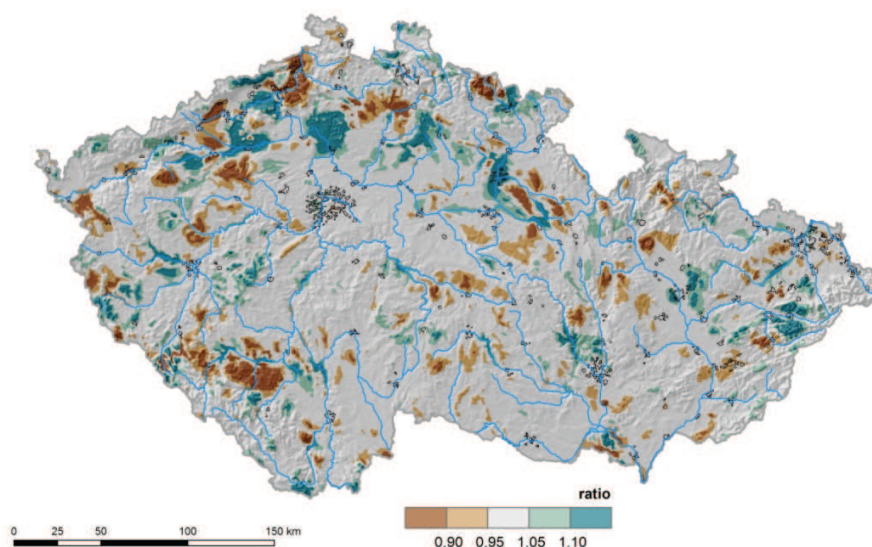
ALTITUDE (m)	AREA (%)	SCE 1961 – 2000	SCE 2001 – 2016	SCE DIF (%)
< 300	24.2	14.8	14.9	<b>100.9</b>
301-600	59.2	24.5	24.3	<b>99.4</b>
601-900	14.5	46.2	46.6	<b>100.8</b>
901-1200	1.9	82.3	82.8	<b>100.5</b>
> 1200	0.2	113.4	105.8	<b>93.3</b>

Obr. 3 Maximální výška celkové sněhové pokrývky (SCE) v letech 1961 – 2000 na území České republiky



V analýze jsme se zaměřili, jestli došlo od roku 2001 k nějaké významné změně. Oproti množství nového sněhu se tato charakteristika příliš prostorově i množstvím nemění. Prakticky ve všech nadmořských výškách nedošlo ke změně a hodnoty průměrných maxim sněhové pokrývky jsou stejné. Výjimku tvoří oblasti nad 1200 m n. m., kde je pokles o 7 %. Jak ukazuje obrázek 5, tak na 76 % území došlo ke změně pouze do 5 %.

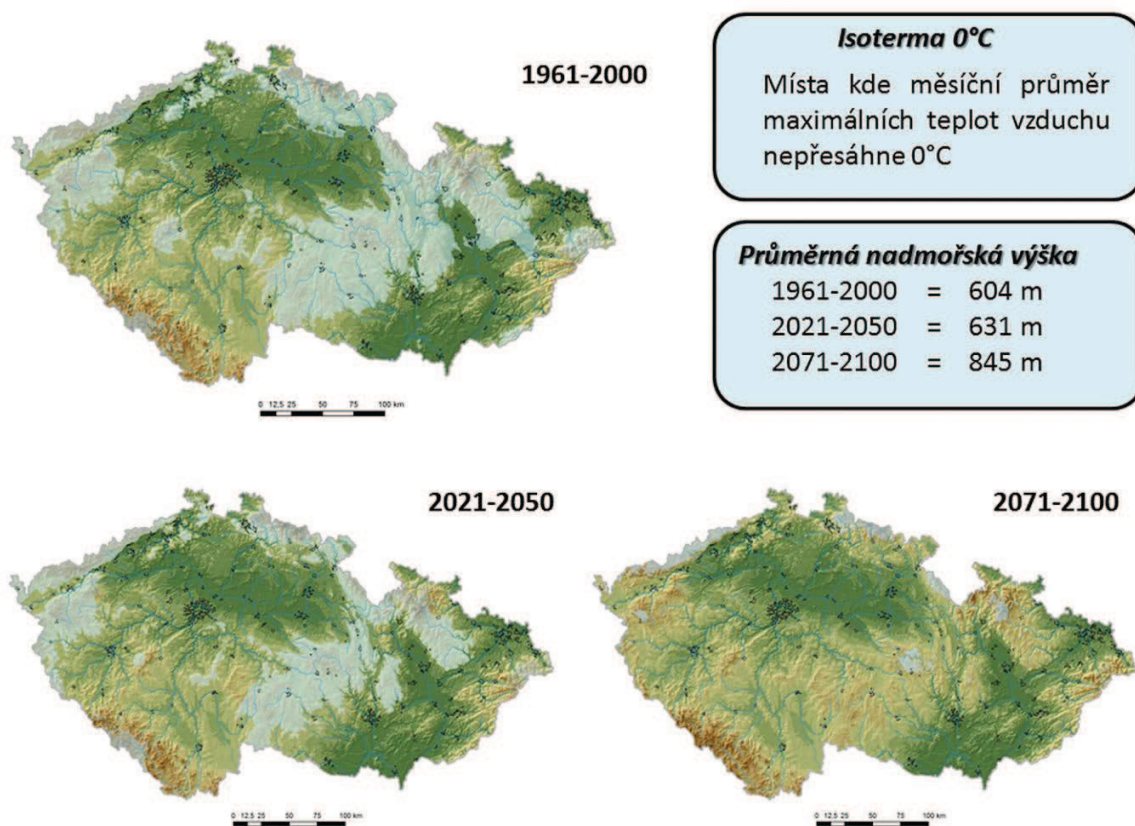
Obr. 4 Podíl maximální sněhové pokrývky (SCE) v zimních sezonách 2001 - 2016 vzhledem k dlouhodobému průměru 1961 - 2000



Jako hlavním problémem v budoucnu bude zvyšování teploty vzduchu, na kterém se klimatické modely shodují. Pro Českou republiku nejnovější modely EURO-CORDEX počítají s nárůstem teplot vzduchu o 2°C ke konci století podle RCP 4.5, anebo až 4,1°C podle RCP 8.5. Do roku 2050 budou teploty růst bez ohledu na vliv množství skleníkových plynů shodně, poté dojde k rozevření nůžek v predikci podle emisních scénářů. Nové klimatické modely mají ale nejvyšší nárůst teplot predikováno právě pro zimní sezonu. Podle emisního scénáře 4.5 dojde v průměru k oteplení o 2,4°C, ale RCP 8.5 počítá s nárůstem zimních teplot o 4,9°C. To by výrazně ovlivnilo lyžařskou sezonu v našich podmínkách, jelikož by sníh rychle odtával, anebo by se většina sněhových srážek změnila ve skupenství dešťové. V případě predikce srážek je výrazný rozdíl mezi staršími klimatickými modely (ALADIN-Climate/CZ) a novými EURO-CORDEXy. Ty predikují hlavně nárůst množství srážek v následujících 80 letech. Největší rozdíl je pro zimní období. Model ALADIN-Climate/CZ predikuje pokles zimních srážek v období 2021 – 2050 až o 15 %, což odpovídá realitě posledních let [7]. Naopak modely EURO-CORDEX počítají s nárůstem zhruba o 10 % v období 2021 – 2040 a dokonce až o 35 % v období 2081 – 2100 podle RCP 8.5 [8]. Vzhledem k predikovaným vysokým teplotám budou ale tyto srážky pravděpodobně dešťové a výrazně naroste i výpar během roku, což by mělo zmenšit zásoby vody v krajině, která bude důležitá pro zásobování sněhových děl.

Jedním z ukazatelů změn podmínek v chladném období je výška nulové isotermy. Ta zde byla stanovena tak, že jde o místa, kde měsíční průměr maximálních teplot vzduchu za zimu nepřesáhne 0°C. Je tedy potenciál, že se zde bude sníh trvale udržovat (pokud nasněží) po celou zimu. Jak lze vidět na obrázku 5, tak momentálně se jedná hlavně o Krkonoše, Jeseníky, Českomoravskou vrchovinu, Orlické hory, Krušné hory, ale jen o malou část Šumavy (západní část) a vyšší partie Beskyd. Momentálně se průměrně tato isoterma nachází v nadmořské výšce 604 m. Podle predikce modelu ALADIN-Climate/CZ se v roce 2021 – 2050 tato plocha zmenší a v průměru se isoterma 0°C bude vyskytovat ve výšce 631 m n. m. Výrazný posun ale nastane v letech 2081 – 2100, kde tyto místa se budou nacházet jen v nejvyšších partiích našich hor (Krkonoše, Krušné hory) a v průměru se posune tato linie do nadmořské výšky 845 m.

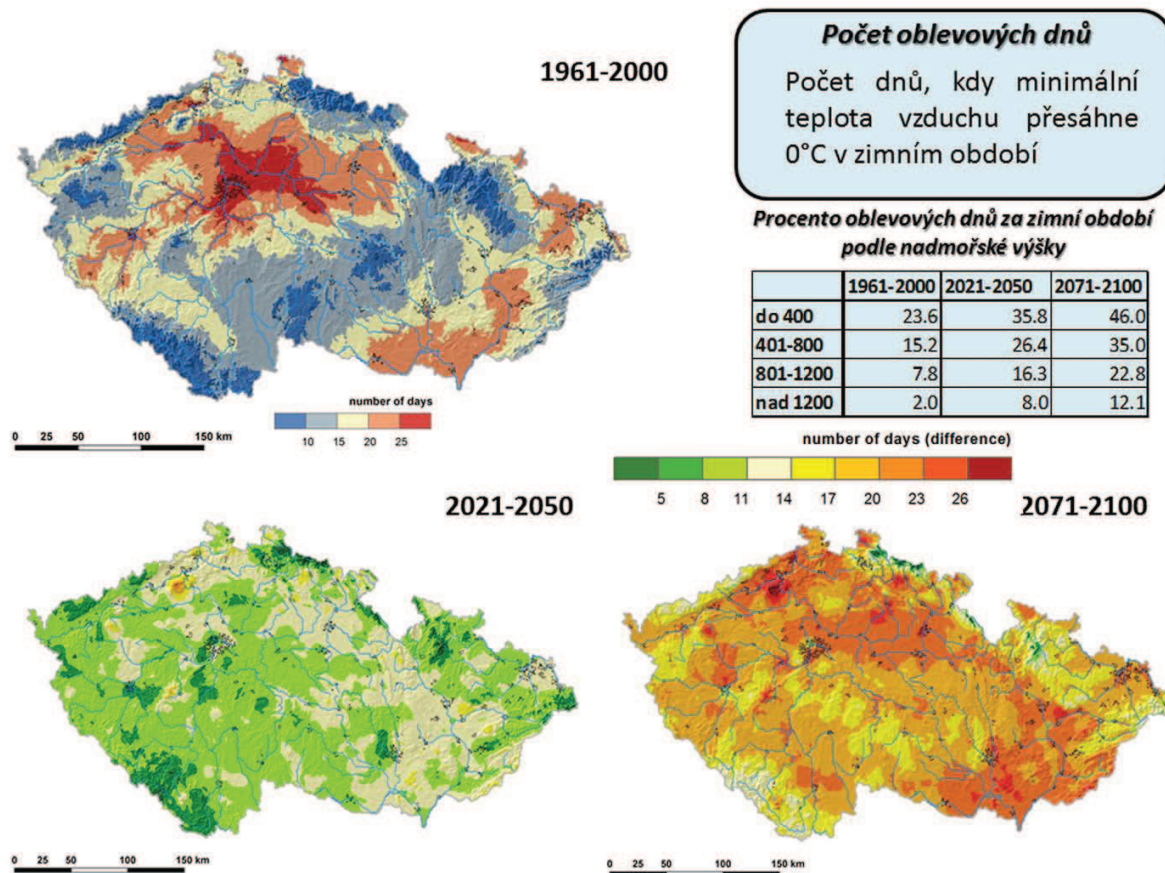
Obr. 5 Místa, kde měsíční průměr maximálních teplot vzduchu nepřesáhne 0°C (Isoterma 0°C) pro tři různá časová období – současnost a predikce podle modelu ALADIN-Climate/CZ (v tabulce uvedena průměrná nadmořská výška nulové isotermy v daném období).



Dalším ukazatelem je vývoj v počtu oblevových dnů. To je takový den, kdy se minimální teplota vzduchu dostane nad 0°C v zimní sezoně. V těchto případech to znamená, že potenciál k tání sněhu je větší. V období 1961 – 2000 bylo těchto dnů nejvíce v nížinách a to kolem i více než 25 dní (Polabí, jižní Morava). Na horách je tento počet dní pod 10 za rok. Ve výškách nad 1200 m n. m. se jedná pouze o 2 dny. V budoucnosti podle modelu ALADIN-Climate/CZ bude počet oblevových dnů výrazně

stoupat. V letech 2021 – 2050 se výškách od 801 do 1200 m n. m. zvýší množství těchto dnů až dvojnásobně a ve výškách nad 1200 m n. m. až čtyřnásobně. Největší změna bude na Moravě a z vyšších poloh v Karpatech. V letech 2071 – 2100 už polovina zimní sezony ve výškách do 400 m n. m. bude s minimální teplotou nad 0°C, tedy sníh nebude mít příliš šanci se zde udržet. Ve vyšších nadmořských výškách 801-1200 m n. m. půjde o 23 dní, kdy bude potenciální sníh tát. V nejvyšších partiích českých hor bude tento počet šestnásobně vyšší než v současnosti (obr. 6).

Obrázek 6: Počet oblevových dnů (minimální teplota vzduchu přesáhne 0°C) pro tři různá časová období – současnost a predikce podle modelu ALADIN-Climate/CZ (v tabulce uveden počet dnů podle nadmořské výšky).



#### 4. Závěr

Současné extrémní projevy počasí a následně podnebí dokládají, že změna klimatu bude mít vliv na širokou oblast lidské činnosti včetně dopravy. Jak ukázaly dané analýzy, změna množství sněhové pokrývky není konstantní pro celou republiku a výrazně ji ovlivňuje daná lokalita. Na mnoha místech byl zaznamenán statisticky významný pokles jak množství nového sněhu, tak i maximální výšky sněhové pokrývky. U této charakteristiky byl pokles markantnější a to znamená, že i v místech, kde se nemění množství napadaného sněhu, tak dochází k rychlejšímu odtávání. Na mnoha místech došlo ke zkrácení sněhové sezóny, jelikož byl zaznamenán statisticky

významný pokles maximální sněhové vrstvy v březnových měsících. K významnějšímu propadu v množství sněhové pokrývky došlo hlavně od roku 2001 a to v nejvyšších partiích České republiky. Napadlo zde v průměru o 11 % nového sněhu méně než je dlouhodobý průměr a maximální výška sněhové pokrývky je o 7 % menší.

Do budoucnosti ovlivní výskyt sněhu predikovaný vzrůst teplot vzduchu. Nejnovější modely EURO-CORDEX počítají s nárůstem v zimě až o 5°C. Výrazně stoupne počet oblevových dnů, tedy sníh bude mít menší šanci se udržet a bude rychleji odtávat. V nižších nadmořských výškách to může znamenat, že sníh bude vždy jen přechodně například na jeden až dva dny a brzy roztaje. Na horách sice se bude moci sníh udržet, ale jeho maximální vrstva bude velmi malá. Tyto poznatky jsou z našeho pohledu důležité i pro dopravu ze všech aspektů. Jednak je to plánování zimní údržby, ale také způsob jízdy řidičů a vybavení jejich vozidel.

### Literatura

- [1] STŘEŠTÍK, J., ROŽNOVSKÝ, J., ŠTĚPÁNEK, P. a ZAHRADNÍČEK, P. Increase of annual and seasonal air temperatures in the Czech Republic during 1961-2010. In: ROŽNOVSKÝ, J. a T. LITSCHMANN eds. Mendel and Bioclimatology. Conference proceedings, Brno, 3rd-5rd Sep. 2014[CD]. Brno: 2014. ISBN 978-80-210-6983-1.
- [2] Kolektiv: Podnebí ČSSR - Tabulky. HMÚ Praha 1960, 379 s.
- [3] Kolektiv: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Praha, Ministerstvo životního prostředí 1993, 594 s.
- [4] TOLASZ, R., et al, 2007. Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia. ČHMÚ Praha, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha-Olomouc, 254 p. ISBN 978-80-86690-26-1.
- [5] FARDA, A., ŠTĚPÁNEK, P., HALENKA, T., SKALÁK, P. and BELDA, M. Model ALADIN in climate mode forced with ERA-40 reanalysis (coarse resolution experiment). Meteorological journal, 10, 123-130, 2007.
- [6] FARDA, A., Dynamical downscaling of Air Temperature in the Central Europe (PhD. thesis, in Czech with extended abstract in English). Faculty of Mathematics and Physics, Charles University in Prague, 2008.
- [7] BRÁZDIL R, TRNKA M, eds (2015b) Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost (Drought in the Czech Lands: Past, Present, Future). Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno.
- [8] ŠTĚPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., FARDA, A., SKALÁK, P., TRNKA, M., MEITNER, J., RAJDL, K. (2016). Projection of the drought in the Czech Republic for the future climate conditions according to the EURO-CORDEX models. Climate Research (submitted).
- [9] Kolektiv autorů (1958): Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.
- [10] Lamb, P., (2002): The climate revolution: a perspective. Climate Change 54, 1-9.
- [11] ROŽNOVSKÝ J., ZAHRADNÍČEK P. (2014): Air temperatures and conditions for recreation. In: Public recreation and landscape protection – with man hand in hand. 5th-6th May 2014. Křtiny. Pp. 27-31.
- [12] <http://slovník.cmes.cz/>

### **Poděkování**

*Tento článek byl vytvořen za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I, číslo projektu LO1415. Pavel Zahradníček byl podpořen projektem Hydrometeorologické extrémny na jižní Moravě odvozené z dokumentárních pramenů (GAČR č. 13-19831S).*

## **Snow Cover and Transport**

**Jaroslav Rožnovský<sup>1,3</sup>, Pavel Zahradníček<sup>1,2</sup>, Petr Štěpánek<sup>1,2</sup>, Aleš Farda<sup>2</sup>, Jáchym Brzezina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Czech Hydrometeorological Institute, Brno regional office, Kroftova 43, Brno 616 00*

<sup>2</sup> *CzechGlobe – Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Bělídla 4a, Brno 603 00*

<sup>3</sup> *Faculty of Horticulture, Mendel University in Brno, Valtická 337, 691 44 Lednice*

e-mail: roznovsky@chmi.cz

### **Abstract**

Snow cover in the Czech Republic occurs in variable extent and in the last years less often. For transport, snow is often a critical issue, which can even lead to a complete halt. One of the key factors are the overall snow conditions of the particular location. This analysis analyzes the amount of new snow and the maximum snow cover depth and its change in the current climate. Over the last 15 years there was a higher number of years with less snow, especially at higher elevations. The analysis looks at climate model outputs during the winter period, including the change of the zero isotherm and the number of melting days.

# Individuální rizika mimořádných událostí v železniční dopravě

Ondřej Havel, Magdaléna Náplavová, Pavel Budínský, Michael Pondělíček,  
František Božek  
Univerzita obrany

Kounicova 65, 662 10 Brno

e-mail: magdalena.naplavova@unob.cz

## Abstrakt

Příspěvek se zabývá individuálními riziky plynoucí z mimořádných událostí vznikajících v železniční dopravě. Z mimořádných událostí hrozících v železniční dopravě bylo na základě příčiny vzniku vybráno celkem šest zkoumaných skupin, které mohou mít nejzávažnější následky. Data týkající se množství mimořádných událostí a počtu používaných vlakových souprav byla zjištěna z let 2007–2014. Na zjištěná individuální rizika byla aplikována metoda lineární regrese a pomocí metody nejmenších čtverců byl určen jejich vývojový trend.

Byly zjištěny celkem tři skupiny mimořádných událostí, jejichž individuální riziko přesahuje v současnosti hranici akceptovatelnosti.

## 1. Analýza současného stavu

Potřeba přemístování z jednoho místa na druhé je existenční nutností každého člověka. Ovšem v současné době každý způsob transportu s sebou přináší určitá rizika. Vznik mimořádné události v železniční dopravě může být zapříčiněn přírodními vlivy, technickými vlivy a také lidskou chybou. Důsledky těchto mimořádných událostí se projevují materiálními škodami, poškozením životního prostředí nebo poškozením zdraví či ztrátou lidských životů.

Železniční síť v České republice měří 9 441 km a naše země patří společně s Německem, Belgií a Švýcarskem mezi země s největší hustotou železniční sítě, až přes 100 km/1000 km<sup>2</sup> [1]. Přesto je naše železniční síť celkově velmi zastaralá, což má neblahý vliv na kvalitu tratí, rychlosti, propustnost ale i na bezpečnost dopravy. Nejhorší situace je na Ostravsku, kde dochází vlivem dřívějšího dolování k posunu podloží a vlaky zde často nemohou překročit rychlost 50 km/h [2]. Rychlost na našich tratích je kromě jejich kvality ovlivněna i hustým osídlením a členitým reliéfem. Tratě často vedou údolím řek, nebo musejí překonávat členitý terén stoupáním či oblouky s malým poloměrem, což rychlost výrazně snižuje [3]. A právě vyšší traťová rychlost, prostorová průchodnost nebo technologické vybavení zvyšující bezpečnost dopravy a úroveň řízení provozu jsou jedny z technických parametrů, které musí být upraveny na standard daný příslušnými mezinárodními dohodami. V opačném případě se naše železnice nemůže stát moderním dopravním prostředkem po vzoru železnic Japonska a vyspělých států EU [1].

### 1.1. Management rizik v železniční dopravě

V oblasti železniční dopravy se do procesu managementu rizik zapojuje především provozovatel dráhy nebo drážní dopravy. Ten je totiž ze zákona povinen řešit MU podle předmětu jeho podnikání a mít zaveden systém zajišťování bezpečnosti provozování dráhy nebo drážní dopravy a zabezpečit jeho fungování [4].



Z této povinnosti plyne potřeba periodické a neustálé analýzy rizik. Aby bylo dosaženo bezpečnosti na dráze, musí provozovatel nejprve vědět, jaká rizika mu mohou hrozit. Pro takto zjištěná rizika pak musí vypracovat soubor opatření pro jejich odstranění nebo zmírnění.

Mezi jedny ze základních funkcí managementu patří i kontrola [5], která je prováděna Drážním správním úřadem. Ten je totiž povinen při vydávání osvědčení o bezpečnosti ověřovat systém zajišťování bezpečnosti zavedený provozovatelem dráhy. Drážní správní úřad taktéž zjišťuje, zdali provozovatel dráhy nebo dopravce nepřestal splňovat podmínky zajišťující bezpečné provozování dráhy [4].

Do fáze ovládání rizika, která je jednou z fází managementu rizik, spadá i revize nebo zdokonalení protiopatření. Tyto činnosti povětšinou provádí provozovatel dráhy nebo dopravce, nicméně pokud při vyšetřování MU navrhne tuto revizi nebo zdokonalení Drážní inspekce, jsou provozovatel dráhy nebo dopravce povinni tyto bezpečnostní opatření přijmout [4]. Na základě této skutečnosti lze usuzovat, že tímto se i Drážní inspekce podílí na procesu managementu rizik v železniční dopravě.

Do konce června roku 2008 byla provozovatelem dráhy společnost České dráhy a.s. (dále ČD) a společně s Drážní inspekcí řešila MU i pro jiné dopravce poskytující služby na státních drahách. V červenci téhož roku vyšla v platnost novela zákona č. 77/2002 Sb., která přesunula určité činnosti ze společnosti ČD a.s. na Správu železniční dopravní cesty (SŽDC). SŽDC se stalo provozovatelem dráhy a proběhlo takzvané oddělení mrtvé dopravní cesty, neboli přesunutí stacionárních částí dráhy. Tato skutečnost měla za následek rozšíření povinností SŽDC plynoucí ze zákona 266/94 Sb., mezi které patří i řešení MU pro všechny dopravce využívající státní dráhy [5]. V září roku 2011 došlo k oddělení řízení provozu a infrastruktury od ČD. To znamenalo takzvané oddělení i živé dopravní cesty. Dalším následkem je fakt, že se společnost ČD stala především osobním dopravcem a činnosti, které souvisejí s řízením provozu na železnici, byly převedeny na SŽDC [6].

## 2. Použité metody

### 2.1. Individuální riziko

Pro výpočet individuálního rizika, je třeba mít k dispozici data ohledně počtu výskytu MU a množství jednotek daného systému, které se vyskytovaly nebo byly používány systémem ve zkoumané době. Výši individuálního rizika lze pak spočítat podle vztahu: [7]

$$R_i = \frac{\text{množství zasažených jednotek}}{\text{celkové množství jednotek}}$$

### 2.2. Lineární regrese

Lineární regrese se využívá s situacích, kdy hodnota náhodné veličiny  $Y$  může být ovlivněna dalšími náhodnými veličinami  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Náhodná veličina  $Y$  je nazývána vysvětlovanou proměnnou a veličiny  $X_1, X_2, \dots, X_k$  jsou označovány jako vysvětlující proměnné, nebo též regresory [8]. V případě lineární regrese se předpokládá, že mezi jednotlivými proměnnými platí přibližně lineární vztah. V tomto modelu se uvažuje jedna vysvětlující proměnná  $X = X_1$  a předpokládá se, že při jejich hodnotách  $x_1, x_2, \dots, x_n$  lze pozorovat hodnoty  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  zatížené chybami  $e_1, \dots, e_n$ .

## 2.3. Hodnocení rizik

Jelikož ČD nemají stanovenou míru individuálního rizika, podle které by se dala stanovit jejich akceptovatelnost, je pro hodnocení přijatelnosti rizik využíváno faktu, že k MU která ohrožuje lidský život, by mělo dojít maximálně jednou za sto let. Jejich individuální riziko by tedy nemělo překročit hranici  $1 \times 10^{-2}$ .

## 3. Výsledky a diskuze

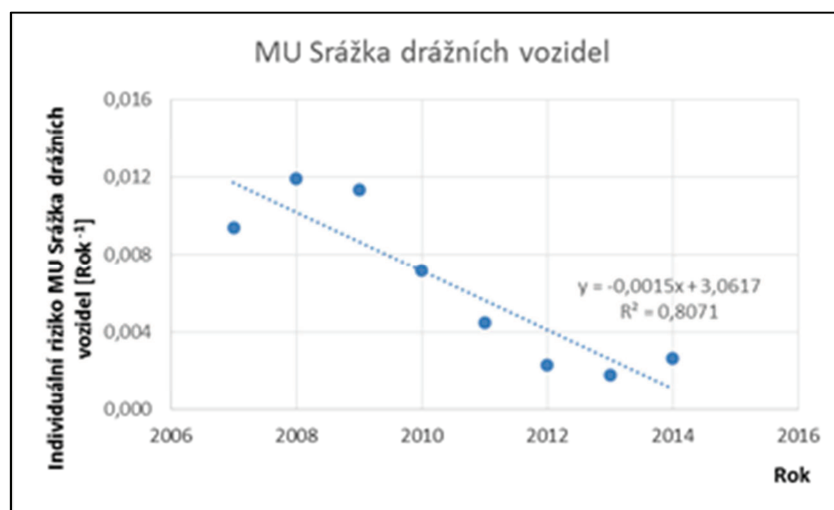
### 3.1. Statistické zpracování získaných dat

Pro zjednodušení zpracování získaných dat bylo nutné je rozdělit do specifických skupin. Vzhledem k nízké četnosti výskytu nehod se závažnými nebo značnými následky v jednotlivých skupinách, byla data rozdělena do skupin jen podle příčiny jejich vzniku. Jde o rozdělení na skupiny:

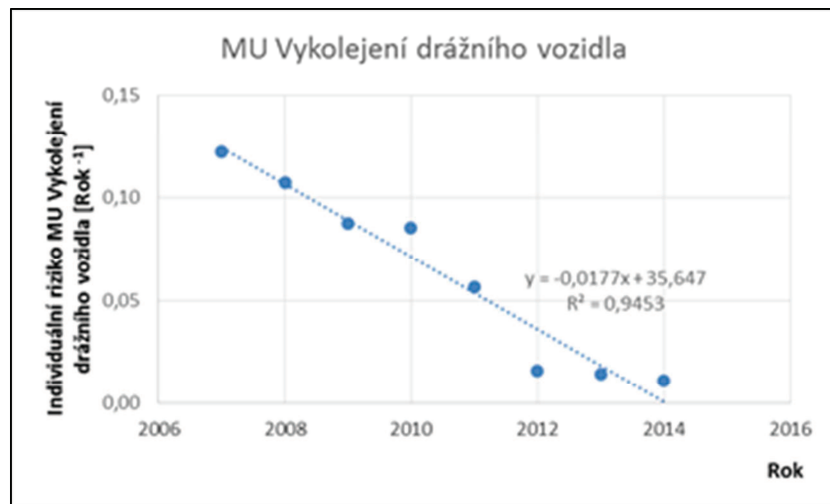
1. srážka drážních vozidel,
2. vykolejení drážního vozidla,
3. najetí drážního vozidla na překážku,
4. střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení dráhy s pozemní komunikací,
5. střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly nebo chodci mimo úrovňové křížení s pozemní komunikací,
6. požáry drážních vozidel.

Sledované období začíná 1. 1. 2007 a končí 31. 12. 2014. Jako časová jednotka bylo zvoleno jedno čtvrtletí a to z důvodu zajištění dostatečného rozsahu zkoumaného souboru dat. Výsledné zobrazení regresních přímek ve sledovaných MU je zobrazeno na obr. 1 – obr. 6.

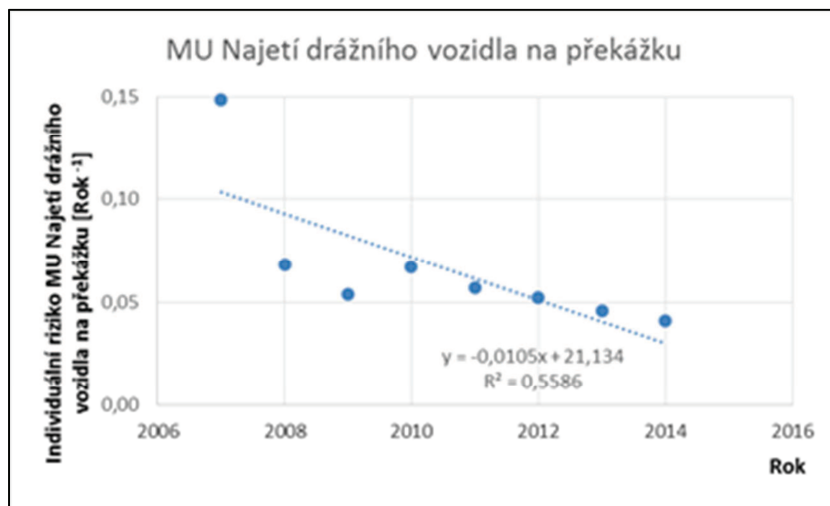
Obr. 1 Regresní přímka MU Srážka drážních vozidel za rok



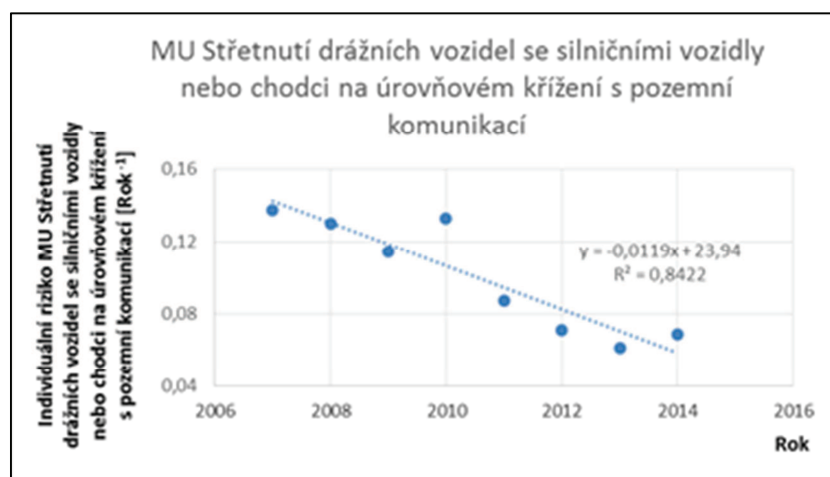
Obr. 2 Regresní přímka MU Vykolejení drážního vozidla za rok



Obr. 3 Regresní přímka MU Najetí drážního vozidla na překážku za rok



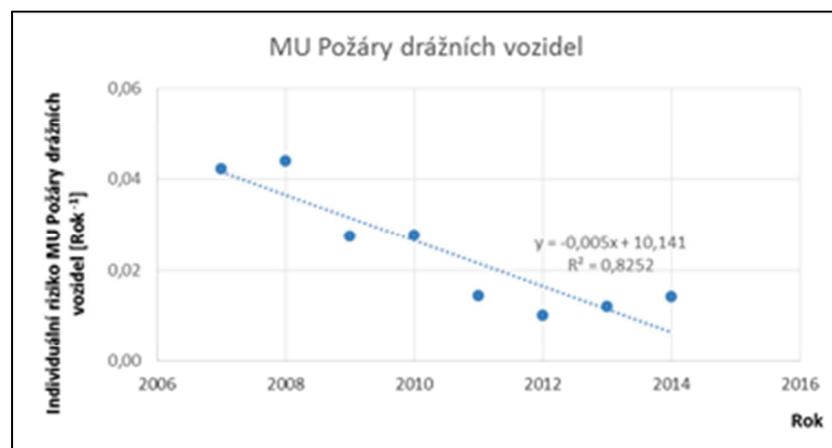
Obr. 4 Regresní přímka MU Střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení s pozemní komunikací za rok



Obr. 5 Regresní přímka MU Střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly nebo chodci mimo úrovněvé křížení s pozemní komunikací za rok



Obr. 6 Regresní přímka MU Požáry drážních vozidel za rok



### 3.3. Predikce vývoje hodnocených mimořádných událostí

Pro predikci vývoje MU jsou využity rovnice, vypočtené ze zjištěných dat pomocí metody nejmenších čtverců. U lineární regrese však může sklon příslušných přímek vyústit v záporné hodnoty predikce u dlouhodobých odhadů. Tato metoda je tedy vhodná pouze pro velice krátkodobé odhady. Pro dlouhodobé predikce je využita nelineární regrese, jejíž rovnice má tvar hyperboly, čímž jsou zajištěny její kladné hodnoty.

#### 3.3.1. Srážka drážních vozidel

##### Nelineární regrese

Rovnice přímky nelineární regrese pro MU Srážka drážních vozidel má tvar:

$$Y = 0,018\ 764\ 828 \times e^{0,214\ 306\ 542 \times (2005 - [rok])}$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou rok dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,001\ 433\ 767\ 74$$

Individuální riziko u MU Srážka drážních vozidel je tedy  $1,433\ 767\ 74 \times 10^{-3}$ .

**3.3.2. Vykolejení drážního vozidla****Nelineární regrese**

Rovnice přímky nelineární regrese pro MU Vykolejení drážního vozidla má tvar:

$$Y = 0,224\ 637\ 082 \times e^{0,259\ 237\ 756 \times (2005 - [rok])}$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou rok dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,001\ 001\ 048\ 5$$

Individuální riziko u MU Vykolejení drážního vozidla je tedy  $1,001\ 048\ 5 \times 10^{-3}$ .

**3.3.3. Najetí drážního vozidla na překážku****Nelineární regrese**

Rovnice přímky nelineární regrese pro MU Najetí drážního vozidla na překážku má tvar:

$$Y = 0,174\ 142\ 873 \times e^{0,194\ 579\ 79 \times (2005 - [rok])}$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou rok dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,016\ 859\ 572$$

Individuální riziko u MU Najetí drážního vozidla na překážku je  $1,685\ 957\ 2 \times 10^{-2}$ .

**3.3.4. Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení s pozemní komunikací****Lineární regrese**

Rovnice přímky lineární regrese pro MU Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení s pozemní komunikací má tvar:

$$Y = -0,011\ 857\ 527\ x + 23,939\ 982\ 233$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou  $x$  dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,023\ 350\ 271$$

Individuální riziko u MU Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení s pozemní komunikací je tedy  $2,335\ 027\ 1 \times 10^{-2}$ .

**3.3.5. Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci mimo úrovňové křížení s pozemní komunikací****Lineární regrese**

Rovnice přímky lineární regrese pro MU Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci mimo úrovňové křížení s pozemní komunikací má tvar:

$$Y = -0,007\ 401\ 86\ x + 15,005\ 264\ 49$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou  $x$  dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,075\ 712\ 87$$

Individuální riziko u MU Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci mimo úrovňové křížení s pozemní komunikací je tedy  $7,571\ 287 \times 10^{-2}$ .

**3.3.6. Požár drážního vozidla****Nelineární regrese**

Rovnice přímky nelineární regrese pro MU Požár drážního vozidla má tvar:

$$Y = 0,072\ 073\ 756 \times e^{0,222\ 866\ 116 \times (2005 - [rok])}$$

Pokud je do příslušné rovnice za neznámou rok dosazen rok 2017, výsledek představuje individuální riziko této MU ve sledovaném roce:

$$Y = 0,004\ 969\ 387\ 493$$

Individuální riziko u MU Požár drážního vozidla je tedy  $4,969\ 387\ 493 \times 10^{-3}$ .

### 3.4. Hodnocení rizik jednotlivých mimořádných událostí a stanovení priorit rizik

Aby bylo možné určit, které vypočtené predikce dosahují kritických hodnot, je třeba je porovnat s hraniční hodnotou  $1 \times 10^{-2}$ . Po tomto porovnání vypočtených hodnot s hodnotou hraniční vychází následující, viz tab. 1:

- Individuální rizika MU Srážka drážních vozidel, MU Vykolejení drážního vozidla a MU Požár drážního vozidla nepřesahují hraniční hodnotu a jsou tedy na akceptovatelné úrovni.
- Individuální riziko MU Najetí drážního vozidla na překážku již přesahuje kritickou hodnotu a je tedy rizikem neakceptovatelným.
- Individuální rizika MU Srážka drážního vozidla se silničními vozidly nebo chodci na úrovňovém křížení/mimo úrovňové křížení s pozemní komunikací značně přesahují hraniční hodnotu akceptovatelnosti a je tedy nutné navrhnout opatření pro jejich snížení.

Tab. 1 Akceptovatelnost rizik

Mimořádná událost	Akceptovatelná	Tolerovatelná	Kritická
	$(0,1 \times 10^{-2})$	$(1 \times 10^{-2}, 2 \times 10^{-2})$	$(2 \times 10^{-2}, 1)$
Srážka	$1,434 \times 10^{-3}$		
Vykolejení	$1,001 \times 10^{-3}$		
Překážka		$1,686 \times 10^{-2}$	
Křížení			$2,335 \times 10^{-2}$
Mimo křížení			$7,571 \times 10^{-2}$
Požáry	$4,969 \times 10^{-3}$		

## 4. Závěr

Z MU hrozících v železniční dopravě bylo na základě příčiny vzniku vybráno celkem šest zkoumaných skupin, které mohou mít nejzávažnější následky. Byla zajištěna data z let 2007 až 2014 ohledně množství MU a počtu používaných vlakových souprav ve sledovaných letech. Zmíněné se stalo bází výpočtu individuálních rizik zkoumaných MU v jednotlivých letech. Na zjištěná individuální rizika byla aplikována metoda lineární regrese a pomocí metody nejmenších čtverců byl určen jejich vývojový trend.

Z křivky vypočtené pomocí lineární regrese na základě zjištěných dat je zřejmé, že individuální rizika sledovaných MU mají klesající tendenci. Z tohoto faktu lze usuzovat, že jednotlivá bezpečnostní opatření přijímaná ve sledované době pomáhají redukovat individuální riziko zkoumaných MU a systém zajišťování bezpečnosti se stává efektivnějším. Pokud by se zjištěný trend podařilo udržet, lze předpokládat, že v dohledné budoucnosti by riziko sledovaných MU dosahovalo zcela zanedbatelných hodnot.

Na základě provedené predikce pro rok 2017 bylo zjištěno, že riziko MU srážka drážních vozidel a MU najetí drážního vozidla na překážku nepřekračuje hranici akceptovatelnosti. Pro zavedení nových opatření na tyto MU by bylo potřeba provést cost benefit analýzu. Riziko MU najetí drážního vozidla na překážku bylo shledáno

jako akceptovatelné a riziko MU srážka drážního vozidla s automobilem nebo chodcem na úrovňovém křížení s pozemní komunikací nebo mimo ně přesahovalo znatelně hranici akceptovatelnosti a bylo tedy označeno jako kritické.

## Literatura

- [1] KUBÁT, B., TÝFA, L.: *Vztah modernizace železničních tratí a výstavby vysokorychlostních tratí v České republice*. In Sborník: XII. mezinárodní konference „VRT“ Modernizácia železničných tratí, Žilina, 5. - 6. 11. 2002.
- [2] SCHREIER, Pavel. *Zrození železnic v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Baset, 2004, 293 s. ISBN 80-734-0034-0.
- [3] [ED.: ALENA DUBCOVÁ ..], Zuzana a Petr LIŠKA. *Stredoeurópsky priestor geografia v kontexte nového regionálneho rozvoja: s aplikacemi v prírodných a technických viedach*. Ed. prírod. Nitra: Univ, 2004. Expert (Grada). ISBN 80-805-0784-8.
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 266/1994 Sb.: Zákon o drahách. 1994 Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-266>
- [5] ČESKÉ DRÁHY A.S. *Železničář: Některé drážní činnosti převedeny z ČD na SŽDC*. České Dráhy a.s., 2008, 15(27). ISSN 0322-8002. Dostupné také z: [http://www.cd.cz/old/TCD2008/8\\_27szdc.htm](http://www.cd.cz/old/TCD2008/8_27szdc.htm)
- [6] ČESKÉ DRÁHY A.S. *Železničář. Už jsme hlavně dopravci*. České Dráhy a.s., 2011, 18(34). ISSN 0322-8002. Dostupné také z: [http://www.ceskedrahy.cz/assets/tiskove-centrum/magaziny-a-periodika/zeleznicar/zel34\\_web.pdf](http://www.ceskedrahy.cz/assets/tiskove-centrum/magaziny-a-periodika/zeleznicar/zel34_web.pdf)
- [7] BOŽEK, František a Rudolf URBAN. *Management rizika: Obecná část*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7231-259-7.
- [8] KOZEL, Roman, Lenka MYNÁŘOVÁ a Hana SVOBODOVÁ. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3527-6.

## Individual risks of extraordinary event in rail transport

**Ondřej Havel, Magdaléna Náplavová, Pavel Budínský, Michael Pondělíček, František Božek**

*University of Defence*

*Kounicova 65, 662 10 Brno*

e-mail: [magdalena.naplavova@unob.cz](mailto:magdalena.naplavova@unob.cz)

### Abstract

The article deals with individual risks arising from extraordinary events occurring in railway transport. From the extraordinary events threatening the railway transport was based on the causes of the selected six groups studied, which can have serious consequences. Data on the amount of extraordinary events and the number of employed trainsets was detected in the years 2007–2014. The identified individual risk method was applied linear regression using the least squares method was determined by the end.

They were detected three groups extraordinary events, whose individual risk currently exceed the limit of acceptability.

# Udržitelná doprava v České republice pohledem jejích aktérů

Antonín Tym

*Katedra veřejné a sociální politiky Univerzity Karlovy  
Novobranská 75/3, 412 01 Litoměřice  
e-mail: an.tym@tiscali.cz*

## Abstrakt

Tento článek se zabývá tématem udržitelné dopravy a změnou politiky, která by mohla vést k prosazení tohoto konceptu v rámci subsystému dopravní politiky v České republice. Zaměřuje se na operacionalizaci konceptu udržitelné dopravy, její implementaci do praxe a zejména bariéry, které tomuto postupu brání. Jednu z klíčových překážek představují institucionální bariéry spojené s procesem tvorby politiky a přijímání rozhodnutí (policy/decision making process) a rolí klíčových aktérů v těchto procesech, resp. neshoda nad tím, co vlastně udržitelná doprava je, co jsou nejzásadnější problémy dopravy a jaké nástroje a opatření k jejich eliminaci využít. Pro výzkum aktérských perspektiv a objasnění potenciálu změny v dopravě a dopravní politice v České republice byla využita teorie advokačních koalic, která považuje aktéry za hlavní hybnou sílu změny politiky. Výzkum pracoval se vzorkem 34 aktérů ze všech úrovní decizní sféry (lokální, regionální a národní) s výjimkou úrovně mezinárodní. Systém přesvědčení a hodnot aktérů byl zvolen jako základní proměnná pro identifikaci potenciálních koalic mezi aktéry, tj. identifikaci skupin s podobnými pohledem na udržitelnou dopravu, jež by mohly společně daný koncept prosazovat a dosáhnout změny politiky. Pro vlastní analýzu aktérských perspektiv byla zvolena v ČR poměrně neznámá Q-metoda, zahrnující jak metodu sběru dat (Q-sorting), tak metodu pro jejich analýzu (Q-factor analysis). Výzkum identifikoval celkem 5 různých přístupů k definici udržitelné dopravy a mimo jiné potvrdil, že ani mezi vybranými aktéry české dopravní politiky neexistuje shoda nad tím, co považují za udržitelnou dopravu a jaké jsou její hlavní aspekty.

## 1. Doprava jako příležitost i překážka rozvoje společnosti

Doprava<sup>1</sup> je obecně považována za základ každé ekonomiky, neboť vytváří jádro každého dodavatelského řetězce, podporuje ekonomickou integraci a fungování vnitřního trhu EU bez ní není myslitelné. Lidé v rámci EU 27 urazí ročně více jak 6,5 mld. oskm (údaj za rok 2008), což představuje více jak 13 tis. km na osobu, přičemž 75 % těchto cest bylo vykonáno osobním automobilem. Doprava je také významnou službou, za kterou domácnosti EU 27 utratily v roce 2011 vč. souvisejících služeb € 950 mld., což je přibližně dvacetkrát více než činil schválený rozpočet ČR pro rok 2013. Doprava jako sektor přispívá téměř 5 % do HDP Evropské unie a patří mezi nejprogresivnější odvětví, kde si Evropa dlouhodobě udržuje významné postavení, což dokládá i fakt, že obyvatelé EU v současnosti vlastní 250 mil. automobilů, což je třetina světového vozového parku [1, 2].

Již tento letný přehled dokazuje, že doprava je nedílnou součástí naší společnosti a její rozvoj ovlivňuje jak ekonomiku jednotlivých států, tak kvalitu života

---

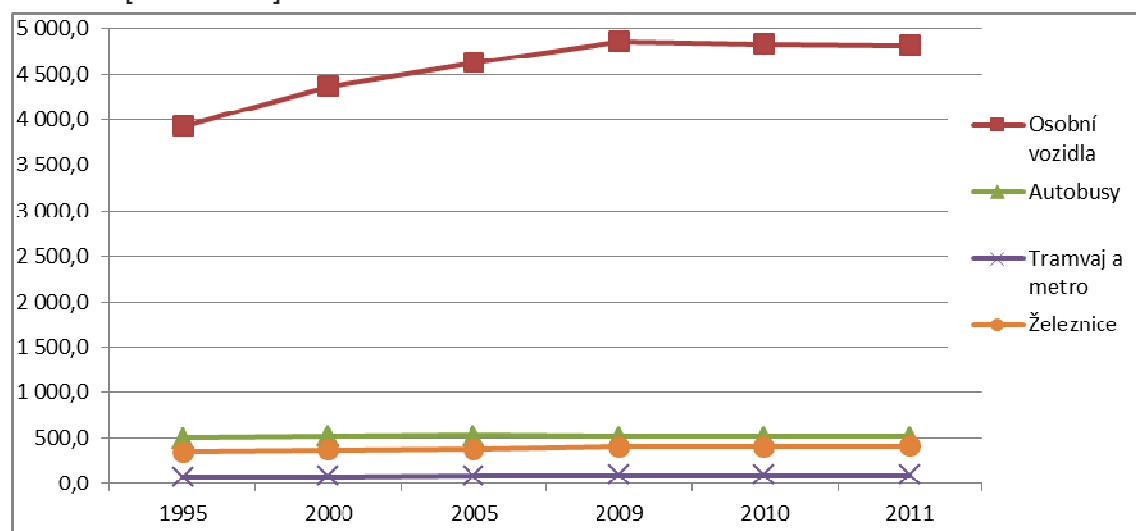
<sup>1</sup> Mluvíme-li o dopravě, je tím míněna doprava v Evropě, resp. Evropské unii, pokud není uvedeno jinak; trendy v EU jsou však typické pro všechny vyspělé ekonomiky, specifika představují země jako Čína, Indie a další rychle se rozvíjející globální ekonomiky.



jejich obyvatel, a v tomto směru je třeba zcela jednoznačně zachovat a rozvíjet její širokou dostupnost, a to jak geografickou, tak finanční. Pozitivní dopady dopravy komentovala OECD v roce 2000 následovně: „Růst motorizované dopravy (mobility) byl povětšinou pozitivní. Skoro vše, co se dá považovat za pokrok, bylo umožněno nebo dokonce stimulováno větší mobilitou. Umožnila expanzi intelektuálních horizontů a potlačení hladovění. Umožnila efektivnější výrobu a distribuci pro všeobecnou spotřebu. Komfort cestování je dnes běžně dostupný, stejně jako dostupnost výrobků ze vzdálených míst“ [3: 13].

Pokud bychom měřili úroveň mobility prostřednictvím rozvoje motorizované osobní dopravy, členské státy EU si zachovávaly, s výjimkou krizových let 2008-2010, prakticky kontinuální růst, jak dokládá obr. 1 níže. Tento rozvoj se podle Bílé knihy dopravy EU „odvíjel za poslední dekády v kontextu obecně levné ropy, rozšiřující se infrastruktury a volných environmentálních limitů“ [4: 10].

Obr. 1. Mezioborového srovnání prep. výkonů osobní pozemní dopravy v EU 27 [mld. Oskm]



Zdroj: [2]

Motorizovaná doprava však zdaleka není dostupná všem a její rozvoj nepřináší pouze pozitivní efekty. Jedním z hlavních problémů<sup>2</sup> dopravy v EU (a nejen zde) je její závislost na fosilních palivech, zejména na ropě, která tvoří 96 % energie (paliva), přičemž 84 % z tohoto objemu se musí dovážet. Zatímco prakticky všechny sektory byly schopny dosáhnout redukce emisí CO<sub>2</sub> a podařilo se tak oddělit ekonomický růst od růstu spotřeby energie, resp. emisí (tzv. decoupling), v dopravě dochází k opačnému trendu a spotřeba energie, dlouhodobě roste. Přitom pro dosažení ambiciózního cíle snížení emisí CO<sub>2</sub> o 80 % do roku 2050 ve srovnání s r. 1990, musí spotřeba ropy klesnout o 70 % [1: 12]. To bude vyžadovat naprosto zásadní změnu ve struktuře paliv využívaných v dopravě, ale také ve způsobu, jakým lidé cestují. K takto zásadní změně v sektoru dopravy však nemůže dojít bez stejně zásadní změny v dopravní politice, která stanovuje její dlouhodobé cíle a určuje nástroje pro jejich dosažení.

<sup>2</sup> Dalším neméně závažným problémem jsou negativní externality dopravy, které nejsou plně zahrnuty do celkových nákladů na dopravu; mezi hlavní negativní externality identifikované Světovou bankou patří náklady spojené s dopravními kongescemi, různými druhy znečištění (zejména lokální) a silničními nehodami, resp. úmrtími.

## 1.1. Negativní dopady dopravy v České republice

Evropská environmentální agentura již v roce 2002 prostřednictvím svého monitorovacího mechanismu TERM<sup>3</sup> varovala, že nové státy EU vč. ČR nastupují neudržitelné trendy, které kopírují vývoj v zemích EU 15, a rostoucí intenzita dopravy v těchto státech bude znamenat brzy velký problém [5]. Tyto předpoklady se v oblasti motorizace dopravy potvrdily, jak dokládají statistiky za období 1995-2014, kdy přibylo v průměru více jak 90 tis. OA ročně a v letech 1990-2011 se jejich počet prakticky zdvojnásobil (234 versus 436 tis. reg. vozů/1000 obyvatel) [2]. Individuální automobilová doprava se stala stejným problémem, jako v ostatních vyspělých zemích, a je příčinou zvyšování zátěže životního prostředí (zejm. škodlivé emise) a dalších negativních dopadů na kvalitu života obyvatel<sup>4</sup>. Uvedené vybrané statistiky dokládají, že doprava v České republice trpí řadou problémů a přínosy dopravy, stejně jako ve zbytku Evropy jsou vykoupeny negativními dopady na ekonomiku, sociální oblast i životní prostředí.

## 2. Teoretická východiska

### 2.1. Udržitelný rozvoj a udržitelná doprava

Negativní dopady dopravy popsané výše lze označit za takové, které nejsou v souladu s dlouhodobými principy udržitelného rozvoje, jak je definovala zpráva WCED „*Naše společná budoucnost*“ (Our Common Future) - „*Udržitelný rozvoj je takový způsob rozvoje, který uspokojuje potřeby přítomnosti, aniž by oslaboval možnosti budoucích generací naplňovat jejich vlastní potřeby*“ [6: 47]. Podle této zprávy nemusí být hospodářský růst a ochrana životního prostředí nutně v rozporu, ale mohou se dokonce podporovat. Vztaženo na oblast dopravy, doprava ze své podstaty nemusí být nutně neudržitelná, pokud se podaří naplnit několik základních podmínek, o jejichž definování usiluje koncept udržitelné dopravy (viz dále).

Vztah dopravy a udržitelného rozvoje se za poslední dvě desetiletí stal předmětem desítek prací a výzkumných projektů [7]. Řada významných autorů v nich shodně konstatuje, že současná doprava je neudržitelná [8, 9, 10] a jako nový koncept rozvoje dopravy navrhuje udržitelnou dopravu (někdy také udržitelná mobilita) [11, 12]. Udržitelná doprava je dlouhodobě Evropskou unií přijímána jako základní paradigma pro rozvoj dopravy v členských zemích EU [1]. Nicméně i zde existují rozdílné názory na to, zda lze vůbec udržitelnou dopravu nějak definovat a zda je vůbec možné jí dosáhnout. Například Beatley tvrdí, že zde „neexistuje obecně přijatelná definice udržitelnosti, udržitelného rozvoje nebo udržitelné dopravy“ [13: 332]. Naopak, Evropská konference ministrů dopravy konstatuje, že přesto, že každá země má trochu jiné dopravní problémy a může tak mít i jiné priority a nástroje, existuje relativní shoda nad tím, co strategie směřující k udržitelné dopravě musí zahrnovat [14: 32]. Lze však konstatovat, že tato debata přinesla posun od kladení teoretických otázek a stanovování definic k vymezení tohoto nadmíru komplexního problému a určení hlavních priorit a předkládání konkrétních řešení, což je označováno jako operacionalizace udržitelné dopravy [15].

---

<sup>3</sup> Transport and Environment Reporting Mechanism - Systém monitorování integrace dopravy a životního prostředí v EU.

<sup>4</sup> Například v počtu usmrcených osob klesla Česká republika v letech 2001-2010 mezi zeměmi EU ze 14. na 18. místo. [28: 7].

## 2.2. Institucionální bariéry udržitelné dopravy

Mluvíme-li o udržitelné dopravě jako o něčem, co by mělo být cílem dopravní politiky alespoň v rozvinutých ekonomikách, musíme zároveň mluvit o překážkách, které naplnění těchto cílů brání, to jest o bariérách udržitelné dopravy. V tab. 1 níže jsou uvedeny čtyři konkrétní příklady klasifikace těchto bariér, jež vychází z diskuzí významných odborníků i výstupů OECD. Ačkoliv je přístup jednotlivých autorů, resp. institucí odlišný, mají jeden společný rys - překážky v implementaci udržitelné dopravy vnímají jako fenomén úzce spojený s procesem tvorby politiky a přijímání rozhodnutí (policy/decision making process). Vznik těchto bariér či neschopnost jejich překonání je podle Tengströma výsledkem vládního selhání, resp. podle OECD výsledkem neadekvátní tvorby politiky. Všechny čtyři uvedené příklady pak shodně zahrnují do bariér udržitelné dopravy také institucionální bariéry, Tengström pak přímo poukazuje na roli aktérů.

Tab. 1 Bariéry udržitelné dopravy

Klasifikace dle Banister [16: 71]	Klasifikace dle Tengström [17: 23]	Klasifikace dle Rietveld a Stough [18: 6]	Klasifikace dle OECD [19: 51]
1. <b>finanční bariéry</b>	1. strukturální bariéry	1. technologické bariéry	1. bariéry zahrnující přístup jednotlivců, společnosti a trendy
2. <i>institucionální bariéry</i>	2. <b>bariéry související s aktéry</b>	2. akceptovatelnost	2. bariéry týkající se metod a přístupů
3. <b>sociálně-kulturní bariéry</b>	3. bariéry související se změnou užívání automobilů	3. <b>institucionální bariéry</b>	3. ekonomické bariéry
4. <b>zákonné bariéry</b>		4. zákonné bariéry	4. <b>bariéry týkající se vlády</b>
5. <b>vedlejší efekty</b>		5. finanční bariéry	
6. <b>ostatní (fyzické) bariéry</b>		6. politické bariéry	

Zdroj: viz tabulka

Během poslední dekády řada autorů i institucí (viz výše) ve svých výzkumech a publikacích identifikovala aktéry (a jejich hodnotový systém) jako hlavní předpoklad pro přechod k udržitelnější dopravě, a institucionální prostředí, tvořené formálními institucemi, ale také hodnotami, kulturou, tradicemi, právním rámcem, regulacemi apod., jako jednu z jejich z klíčových bariér. Tito autoři považují politiky, plánovače, představitele neziskových organizací, průmyslu a akademické sféry za ty, kdo by měli prosazovat udržitelnou dopravu jako budoucí rámec rozvoje dopravy, protože k tomu mají jednak pravomoci, a jednak odborné zázemí i finanční prostředky. Jednou z překážek takové transformace je však neshoda nad tím, co vlastně udržitelná doprava je a co jsou nejdůležitější problémy dopravy a jaké nástroje a opatření k jejich eliminaci využít. Tengström to komentuje jako „selhání interakce“, kdy „nejdůležitější aktéři v oblasti dopravy nebyli schopni, ve svém vlastním zájmu, iniciovat proces vedoucí k vytvoření efektivní, bezpečné a udržitelné dopravy. Jedním z důvodů byla nedostatečná shoda aktérů ve vnímání problémů dopravy“ [17: 31]. Je tedy zřejmé, že dosažení takové shody bude klíčovým předpokladem přechodu k udržitelné dopravě. Nicméně, v této kombinaci se zdá být dosažení konsensu velmi obtížné, neboť, jak poukazuje Holden, řešení dopravních problémů založených na principech udržitelnosti je problémem samo o sobě. Udržitelný rozvoj se totiž stal natolik všeobjímajícím paradigmatem, že politici už nejsou schopni jeho šíři a komplexnost vůbec pojmout a ovlivňovat [7: 24]. Určitou

skepsi v tomto směru vyjadřuje také Banister, podle něhož se implementace odvážných scénářů v podobě udržitelné dopravy „*zdá být mimo rámec současné struktury vládnutí*“ [20: 217].

### 2.3. Změna politiky a role aktérů

Poměrně dlouhou dobu se analýza politiky (policy analysis) soustředila na zkoumání formálních institucí a organizací, jako je vláda, parlament, vládní agentury a další ústavní instituce, na vztahy mezi nimi a na dokumenty, které vypracovávají [21: 52]. Tyto tradiční modely analýzy politiky byly podrobeny kritice zejména v tom směru, že zkoumání politiky nemůže být zúženo pouze na tyto aspekty, ale je třeba zahrnout další důležité faktory, jako je moc, strategické jednání a využívání informací či mezilidské vztahy. Tvorba politiky je sociální proces, který zahrnuje aktéry a interakci mezi nimi spíše, nežli proces založený na racionální snaze o hledání řešení pro pevně definovaný problém. Toto pojetí tvorby politiky, ve kterém dochází k interakci řady aktérů, dalo také vzniknout celé řadě přístupů k jejich analýze. Zájem o výzkum chování aktérů je podle Johna snahou porozumět politice a snahou o vysvětlení, jak a proč v politice dochází ke změnám (policy change), což jsou dvě základní úlohy výzkumu veřejné politiky [22]. Mezi perspektivní a v dnešní době hojně aplikovanou teorií, využívající aktéry jako hlavní hybnou sílu změny politiky, patří teorie advokačních koalic, patřící do skupiny tzv. ideačních přístupů [23: 12]<sup>5</sup>. Ideační přístupy [ideas-based] jsou založené na ideách a názorech aktérů o řešení společensky významných problémů, které existují v politickém procesu nezávisle či dříve než zájmy těchto aktérů.

Také v rámci odborné diskuze o dalším směřování rozvoje dopravy, resp. její politiky, byl již dávno rozpoznán zásadní význam role aktérů a institucí. Aktéři přitom mohou představovat konání, které směřuje spíše k zachování tradičního přístupu k tvorbě dopravní politiky, nebo naopak, mohou být iniciátory změny politiky, jež by vedla k systému dopravy odpovídajícímu principům dlouhodobého udržitelného rozvoje. Pokud bychom aplikovali tezi, že aktérem (veřejné politiky) je i ten, jehož zájmy jsou nějakým způsobem dotčeny, pak je součástí politiky dopravy prakticky každý občan České republiky, neboť jen málokdo služby související s dopravou nevyužívá, a to ať již přímo (jízda autem či MHD) nebo nepřímo (konzumace importovaného zboží, poštovní služby apod.). Tím by se však jakákoliv smysluplná analýza vybrané politiky a její (potenciální) změny stala prakticky neuchopitelnou a neproveditelnou. Z tohoto důvodu byl průzkum aktérských perspektiv zaměřen na roli klíčových aktérů v souladu s teorií advokačních koalic, resp. metodologickým postupem (viz dále).

### 2.4. Teorie advokačních koalic

Teorie advokačních koalic (ACF) je postavena na třech premisách: i) politika (policy) je tvořena různými odborníky uvnitř určitého subsystému (např. dopravní politika), který se vytváří okolo veřejně-politických problémů, nicméně tito odborníci jsou vždy ovlivňováni širším politickým a socioekonomickým prostředím, ii) významným prvkem teorie je „individuum“; tento předpoklad vychází ze sociální psychologie, iii) nejlepší způsob, jak se vypořádat s různorodostí aktérů v rámci subsystému je agregovat je do advokačních koalic, do nichž se aktéři sdružují na základě svého hodnotového systému (viz dále).

---

<sup>5</sup> John rozlišuje další přístupy založené např. na aktivitě institucí (institucionální přístupy), působení různých sítí (síťové přístupy) ad.

ACF předpokládá, že každý aktér má svůj vlastní pohled na svět, který se sestává z různých typů přesvědčení, názorů apod. a odpovídá přirozenému založení člověka, procesu jeho socializace, celoživotního učení, zkušenostem apod. Tyto jednotlivé aspekty lze sdružit do tzv. systémů přesvědčení a hodnot [belief systems], které jsou hierarchicky uspořádány a skrze ně se jednotliví aktéři seskupují a tvoří tzv. advokační koalice. Na nejvyšší úrovni systémů přesvědčení a hodnot stojí základní, hluboce zakořeněné hodnoty [deep core beliefs - DCB], jež mají ontologickou, normativní povahu. Tyto hodnoty lze jen těžko měnit, neboť vyjadřují základní lidské postoje každého člověka a odpovídají např. názorům na spravedlnost, rovnost nebo příslušnost spíše k levé či pravé části politického spektra apod. Na druhé, nižší úrovni stojí přesvědčení a hodnoty, které reprezentují názor jedince na základní veřejně-politické otázky a problémy, jejich příčiny, možná řešení apod. (policy core beliefs - PCB). Tato úroveň zahrnuje základní hodnotové priority a zaměřuje se např. na otázky stát versus volný trh, nekontrolovaný hospodářský rozvoj versus ochrana životního prostředí apod., které mají význam pro celý daný subsystém. Tato úroveň je pak nejvýznamnější z hlediska tvorby politických programů uvnitř advokační koalice a formuluje základní pohledy na jednotlivé klíčové otázky daného politického subsystému. Tento hodnotový systém je také nejdůležitější z hlediska dosažení významnějších změn v politice a tvoří nejdůležitější pojítko (principal glue) mezi členy koalice. Nejnižší stupeň tvoří tzv. sekundární aspekty (secondary aspects), jež jsou jistou obdobou druhé úrovně PCB, ale týkají se spíše konkrétních problémů v konkrétním místě, specifických charakteristik, nástrojů apod. Tyto aspekty je jednodušší ovlivňovat a měnit, a to v poměrně krátkém čase ve srovnání s prvními dvěma úrovněmi. [24].

Ke změně politiky pak dochází několika způsoby. Prvním z nich je výměna dominantní advokační koalice za jinou, nicméně tento proces je v demokratických režimech spojen tradičně s volbami a případnou výměnou celé vlády. Podle ACF však ke změně politiky uvnitř daného subsystému dochází i mimo volební cykly, prakticky neustále. Takový proces změny probíhá dvěma způsoby. Zaprvé, uvnitř každé koalice prochází jejich členové procesem učení (policy learning). Členové koalice jsou neustále vystavováni nutnosti reagovat na podněty týkající se problematiky, kterou se zabývají, ať již jsou to nové informace, události, reakce konkurenční koalice apod., a tím se rovněž obohacují a formují jejich zkušenosti. Zadruhé, ke změnám dochází vlivem externích událostí (šok, krize, socioekonomické změny apod.), které mají schopnost měnit distribuci zdrojů (finanční zdroje, náklonnost klíčových aktérů, veřejné mínění, nové informace apod.) uvnitř stávajícího subsystému a tím narušit rovnováhu mezi dominantní a minoritními koalicemi. Tyto události pak mají vliv i na veřejněpolitické hodnoty, jejichž změna je podmínkou pro zásadnější změnu status quo. Zatímco proces učení je podle ACF dlouhodobý a ovlivňuje zejména sekundární aspekty a je příčinou spíše menších změn, externí vlivy jsou příčinou velkých změn a k těmto změnám může docházet poměrně náhle.

Teorie ACF byla použita jako výchozí teorie pro objasnění potenciálu změny v dopravě a dopravní politice v České republice. Subsystém dopravní politiky České republiky byl zvolen jako základní jednotka vymezující oblast zájmu, ve kterém dochází ke vzniku a střetu jednotlivých advokačních koalic. V souladu s ACF byli do výzkumu zahrnuti aktéři ze všech úrovní, na kterých působí (tj. lokální, regionální a národní) s výjimkou úrovně mezinárodní. Systém přesvědčení a hodnot aktérů byl zvolen jako základní proměnná pro identifikaci potenciálních koalic.

### 3. Metodologie

Článek vychází z disertační práce, která zkoumala názory a postoje 34 vybraných aktérů dopravní politiky v České republice. Jedním z cílů práce bylo identifikovat potenciální advokační koalice a zjistit, jaký postoj zaujímají tito aktéři ke konceptu udržitelné dopravy. Výzkum se zaměřoval na osobní pozemní dopravu ve městech, kde se negativní dopady projevují nejzávažněji. Pro výzkum aktérských perspektiv byla zvolena v ČR poměrně neznámá Q-metoda. Tato metoda v sobě kombinuje kvalitativní a kvantitativní techniky výzkumu a představuje zároveň jak metodu sběru dat (Q-sorting), tak metodu pro jejich analýzu (Q-factor analysis) [25: 139]. K identifikaci názorů aktérů na koncept udržitelné dopravy byly využity strukturované rozhovory skládající se z celkem 26 otevřených a uzavřených otázek zaměřených zejm. na dopravní politiku, na problémy dopravy a nástroje jejich řešení. Pro další interpretaci bylo zvoleno celkem 5 otázek (viz dále). Pro podrobnější informace k metodologii odkazují na disertační práci [26].

### 4. Interpretace výsledků průzkumu

V rámci strukturovaného rozhovoru měli účastníci sdělit, co si představují pod pojmem „udržitelná doprava“, jak by ho definovali či jaké aspekty podle nich má mít. Žádný z aktérů (kromě jednoho) tento pojem neodmítl, ani nezpochyboval, z čehož lze usoudit, že tento pojem je jim znám, eventuálně s ním nějakým způsobem pracují, a to již samo o sobě představuje poměrně důležitý předpoklad pro další diskuzi o konkrétní podobě udržitelné dopravy v České republice. Na základě aspektů, které jednotliví aktéři jmenovali či nejvíce akcentovali, bylo identifikováno pět různých pohledů na udržitelnou dopravu:

#### **Skupina 1 - Doprava jako kvalitní služba bez negativních dopadů**

Aktéři v této skupině definovali udržitelnou dopravu jako takovou, která poskytuje lidem kvalitní službu a umožňuje jim zvolit si takovou dopravu, která je pro ně z hlediska času, přínosů a nákladů nejvýhodnější a zároveň nemá negativní dopady na své okolí.

#### **Skupina 2 - Environmentálně šetrná doprava**

Tito aktéři kladli největší důraz na negativní dopady na životní prostředí, jejichž eliminace je klíčovým aspektem udržitelnosti dopravy. Jednoznačně zde dominuje téma škodlivých emisí a nutnost hledat takové způsoby dopravy, které budou škodlivé emise eliminovat. Dva aktéři z této skupiny také poukazovali nejen na (zdraví škodlivé) emise v lokálním měřítku, ale rovněž na problematiku globálních klimatických změn, které jsou způsobovány emisemi CO<sub>2</sub>.

#### **Skupina 3 - Doprava jako vyvážený mix s minimálními negativními dopady**

Tito aktéři nejčastěji uvedli jako důležitý aspekt udržitelné dopravy její diverzitu, to znamená rozvíjení všech druhů dopravy s důrazem na hromadnou dopravu a posílení role nemotorové dopravy s cílem dosáhnout vyváženého mixu dopravních módů, které budou vhodně („flexibilně“) kombinovány s ohledem na cíle a délku cesty. Hlavní důraz je tedy kladen na rovnováhu mezi jednotlivými druhy dopravy, pro které je třeba zajistit adekvátní infrastrukturu.

#### **Skupina 4 - Doprava jako prostředek k dosažení mobility respektující strukturu měst a krajinu**

Další skupinu tvoří ti aktéři, kteří udržitelnou dopravu spojovali s urbanizmem a územním plánováním, které mají jednak stanovovat prostorové limity pro rozvoj dopravy, které by neměly být překračovány, a jednak by měly vytvářet předpoklady

pro zajištění kvalitní mobility. Kvalitní urbánní rozvoj však zahrnuje také snižování poptávky po dopravě při zachování dobré úrovně mobility.

### **Skupina 5 - Spravedlivá a dostupná doprava**

Tito aktéři tvořili nejpočetnější skupinu, která zdůrazňovala aspekty, jež by se daly shrnout pod výraz „spravedlivá doprava“. To znamená zejména zahrnutí skutečných nákladů do ceny jednotlivých druhů dopravy, čímž by došlo k odstranění negativních externalit plynoucích zejména z automobilové dopravy a větší prostor by mohl být vytvořen pro dopravu s menšími (MHD) či prakticky nulovými společenskými náklady (cyklodoprava, pěší). Tito aktéři se poměrně jasně shodli na tom, že doprava bude vždy generovat nějaké negativní dopady, je ale potřebné určit, jak velké tyto dopady jsme ještě jako společnost ochotni tolerovat při zachování potřebné úrovně mobility a zároveň přijali princip, že náklady na eliminaci těchto dopadů, resp. jejich důsledky, jsou spravedlivě distribuovány podle toho, jakou měrou k nim jednotlivé druhy dopravy přispívají.

Pro srovnání a interpretaci názorů vybraných aktérů na udržitelnou dopravu byla zvolena následující referenční definice [27: 1]:

„Udržitelná doprava umožňuje, aby doprava byla naplňována bezpečně a způsobem, který je slučitelný se zdravím lidí i ekosystémů a s ohledem na generační i mezigenerační rovnost; je dostupná, funguje efektivně, nabízí možnost volby jednotlivých forem dopravy a podporuje prosperující ekonomiku; omezuje emise a produkci odpadů v limitech, které je planeta schopna absorbovat, minimalizuje spotřebu neobnovitelných zdrojů, spotřebovává obnovitelné zdroje tak, aby byla zachována jejich obnovitelnost, recykluje a znovu využívá své komponenty a minimalizuje využívání území a úroveň hluku“

Tato definice představuje poměrně obecný pohled na udržitelnou dopravu, avšak stanovuje jasně identifikované klíčové oblasti (proměnné), na něž je třeba zaměřit pozornost, a zároveň počítá se stanovením limitů (omezení), které jsou důležité pro vlastní operacionalizaci tohoto konceptu.

Pokud bychom porovnávali názory na udržitelnou dopravu všech aktérů jako celku, při porovnání s referenční definicí nic zásadního nechybí a aktéři společně zcela pokryli všechny důležité kategorie. Za pozitivní lze považovat skutečnost, že ve svých definicích nenabízeli řešení či nejmenovali aspekty, které by se nějak výrazněji od referenčního vymezení udržitelné dopravy lišily. Na druhou stranu je třeba konstatovat, že ani jeden z aktérů nevyjmenoval všechny aspekty obsažené v referenční definici, i když dva aktéři se k této definici do značné míry přiblížili. To do jisté míry potvrzuje již zmíněnou obavu Holdena, který tvrdí, že udržitelný rozvoj je natolik komplexním pojmem, že je těžké ho v praxi pojmově a ovlivňovat. Udržitelná doprava, která z definice udržitelného rozvoje vychází, se potýká s podobným problémem.

Z výzkumu tak vyplývá, že aktéři se na tom, co je udržitelná doprava, spíše neshodnou, což lze odvodit z poměrně velkého počtu různých přístupů k definování udržitelné dopravy. Tato neshoda by však neměla být považována za nepřekonatelnou, neboť žádný z aktérů nejmenoval aspekty, které by v referenční definici nebyly vůbec obsaženy, a zároveň každý z aktérů jmenoval alespoň jeden klíčový aspekt, který referenční definice zahrnuje. Rozdílný pohled na udržitelnou dopravu tak spočívá v důrazu, který aktéři na konkrétní aspekty (klíčové proměnné) kladou, spíše než v tom, že by odmítali udržitelnou dopravu jako takovou, což dokumentuje i skutečnost, že mezi těmito aktéry byl pouze jeden, který odmítl udržitelnou dopravu jako koncept per se.

V rámci průzkumu názorů aktérů byl také zjišťován jejich názor na největší problémy či hrozby dopravy v České republice. Nejvíce (8) aktérů považovalo za největší problém nekonceptnost v oblasti dopravního plánování a stanovování priorit,

dále pak negativní dopady dopravy na životní prostředí a zdraví (7) a bezpečnost dopravy (7). Jako velký problém dopravy je podle aktérů rovněž pomalá realizace dopravních staveb či nadměrné množství aut ve městech. Poměrně překvapivě se mezi problémy neobjevila dostupnost dopravy, zábor půdy či dopravní kongesce, které patří mezi hlavní témata evropských strategických dokumentů [1: 4]. Zejména v případě kongescí je tento výsledek zajímavý, nebo téměř polovina aktérů uvedla, že pro svou cestu do práce používají automobil, dalo by se tedy očekávat, že se s dopravními zácpami mohou setkat.

## 5. Závěr

Výzkum aktérských perspektiv je jednou z možností, jak získat lepší představu o postojích a názorech klíčových aktérů (dopravní) politiky, jež mohou iniciovat její změnu či naopak podporovat zachování status quo. Jako alternativní způsob rozvoje dopravy je EU přijímán koncept udržitelné dopravy, jehož cílem je zachovat potřebnou úroveň mobility (dostupnost dopravy) a zároveň snížit její negativní dopady. Prosazení tohoto konceptu brání celá řada bariér, přičemž bariéry související s institucemi a aktéry jsou považovány za nejvýznamnější. Konkrétně se jedná o neshodu mezi klíčovými aktéry nad tím, co jsou hlavní problémy dopravy a co je vlastně možné považovat za udržitelnou dopravu. V rámci článku byl proto představen jeden z možných přístupů k analýze změny politiky, vycházející z teorie advokačních koalic. Jejím základem jsou aktéři, kteří se sdružují do advokačních koalic na základě svého hodnotového systému, nikoli jen na základě svých zájmů, a usilují o změnu dané politiky (např. politiky dopravy). Výzkum mezi 34 aktéry české dopravní politiky na místní i národní úrovni identifikoval celkem 5 různých přístupů k definici udržitelné dopravy a rovněž přinesl zajímavá zjištění týkající se hlavních problémů dopravy v ČR. Výzkum tak potvrdil, že ani mezi vybranými aktéry české dopravní politiky neexistuje shoda nad tím, co přesně lze považovat za udržitelnou dopravu a jaké jsou její hlavní aspekty. Tato neshoda může být překážkou pro širší uplatnění toho konceptu v praxi, i když rozdílný pohled na udržitelnou dopravu spočíval spíše v důrazu, který aktéři kladli na konkrétní aspekty (klíčové proměnné) nežli v tom, že by odmítali udržitelnou dopravu jako takovou. Ani v otázce klíčových problémů dopravy v ČR se aktéři neshodli a za největší problém dopravy označili nekonceptnost, což je spíše problém spojený s implementací veřejných politik jako takových, nežli problém spojený s dopravou či dopravní politikou. Tento výzkum tak potvrdil, že institucionální bariéry dopravy jsou významné i v rámci dopravy a dopravní politiky v ČR a jeho závěry by mohly sloužit pro design dalšího výzkum, který by měl být založen na reprezentativním šetření mezi aktéry.

## Literatura

- [1] CEC (Commission of the European Communities). *White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system*. 2011
- [2] CEC (Commission of the European Communities). *EU Transport in Figures. Statistical Pocketbook*. 2013
- [3] OECD. *Environmentally Sustainable Transport. Future, strategies and best practices. Synthesis Report*. 2000
- [4] CEC (Commission of the European Communities). *White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system. Impact Assessment*. 2011
- [5] EEA (European Environment Agency). *Paving the Way for EU- TERM 2002*. 2002.



- [6] KORČÁK, P. *Naše společná budoucnost*. Praha: Academia, 1991.
- [7] HOLDEN, E. *Achieving Sustainable Mobility: Everyday and leisure-time travel in the EU*. Aldershot : Ashgate Publishing Ltd., 2007.
- [8] BANISTER, D. (Ed.) *Transport Policy and the Environment*. London : SPON, 1998.
- [9] BLACK, W.R. Socio-economic barriers to sustainable transport. In *Journal of Transport Geography*, Vol. 8, s. 141-147.
- [10] VIGAR, G. *The Politics of Mobility: transport, the environment and public policy*. London : SPON, 2002
- [11] BEGG, D., Gray, D. Transport policy and vehicle emission objectives in the UK: is the marriage between transport and environment policy over? In *Environmental Science and Policy*, 2004, Vol. 7, s. 155-163
- [12] NIJKAMP, P. a kol. Sustainable mobility. Research Memorandum 2001-8. 2001, [online, citováno 30.12. 2010]. Dostupné na <ftp://zappa.uvu.vu.nl/20010008.pdf>.
- [13] BEATLEY, T. The many meanings of sustainability. In *Journal of Planning Literature*. 1995, Vol. 9, č. 4, s. 339–342. Citováno v LITMAN, T., BURWELL, D. Issues in sustainable transportation. *Global Environmental Issues*. 2006, Vol. 6, č. 4, s. 331–347.
- [14] ECMT (European Conference of Ministers of Transport). *Implementing Sustainable Urban Travel Policies. Final Report*. OECD, 2002.
- [15] JANIC, M. *Sustainable Transport in the European Union: A Review of the Past Research and Future Ideas*. In *Transport Review*, 2006, Vol. 26, č. 1, s. 81-104.
- [16] BANISTER, D. *Unsustainable Transport. City Transport in the New Century*. Oxfordshire/New York : Routledge, 2002.
- [17] TENGSTRÖM, E. *Towards Environmental Sustainability? A comparative study of Danish, Dutch and Swedish Transport Policies in a European Context*. Aldershot : Ashgate Publishing Ltd., 1999.
- [18] RIETVELD, P., STOUGH, R.R. (Ed.) *Institutions and Sustainable Transport: Regulatory Reform in Advanced Economies*. Massachusetts : Edward Elgar Publishing Inc., 2007.
- [19] OECD. *Towards Sustainable Transportation. The Vancouver Conference. OECD Proceedings*. OECD, 1997.
- [20] BANISTER, D. Planning More for Sustainable Mobility. In *Journal of Transport Geography*, 2013, Vol. 33, s. 210-219
- [21] BIRKLAND, T.A. *An Introduction to the Policy Process. Theories, Concepts, and Models of Public Policy Making*. 2nd Edition. New York : M.E. Sharpe Inc., 2005.
- [22] JOHN, P. *Analyzing Public Policy*. London: Continuum, 1998.
- [23] JOHN, P. *Analysing Public Policy*. 2nd Edition. London: Routledge, 2012.
- [24] SABATIER, P.A., JENKINS-SMITH, H. (Ed.) *Policy Change and Learning: An Advocacy Coalition Framework Approach*. Boulder : Westview Press, 1993.
- [25] NEKOLA, M., GEISLER, H., MOURALOVÁ, M. (Ed.). *Současné metodologické otázky veřejné politiky*. Praha: Karolinum, 2011.
- [26] TYM, A. *Překážky a příležitosti implementace principů udržitelného rozvoje v pozemní dopravě v ČR*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta sociálních věd., 2015.
- [27] CST (Centre for Sustainable Transportation) *Definition and Vision of Sustainable Transportation*. 2002. [online, citováno 20.3. 2010]. Dostupné na [http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Definition\\_Vision\\_E.pdf](http://cst.uwinnipeg.ca/documents/Definition_Vision_E.pdf)
- [28] MD (Ministerstvo dopravy). *Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011-2020*. 2011.

# **Sustainable Transport in the Czech Republic from Perspective of its Actors**

**Antonín Tým**

*Department of Public and Social Policy, Charles University in Prague*

*Novobranská 75/3, 412 01 Litoměřice*

*e-mail: an.tym@tiscali.cz*

## **Abstract**

The article deals with sustainable transport concept and policy change which would lead to implementation of this concept within the transport policy subsystem in the Czech Republic. The article focuses on sustainable transport operationalisation, its implementation into practice and specifically on barriers that obstruct this process. Institutional barriers connected to policy/decision making process and the role of key actors, their perspectives about sustainable transport, about main problems of transport and about tools and measures that should be used to eliminate them, represent one of the key barriers. For research of the actors' perspectives and the potential for change in transport policy in the Czech Republic, the Advocacy Coalition Framework (ACF) has been used. The ACF considers the actors as the main driving force of policy change. For the research a sample of 34 actors has been used consisting of representatives from local, regional and national decision making level. The actors' belief system has been used as the basic variable for identifying of potential advocacy coalitions among actors, i.e. groups with similar perspectives about sustainable transport that could possibly urge this concept leading to policy change. The Q-methodology has been used for the actors' perspective analysis that serves both for data gathering (Q-sorting) and for data analysis (Q-factor analysis). The research identified 5 different sustainable transport definitions among the actors and also confirmed that there is no consensus about sustainable transport and its main aspects among the selected actors of the Czech transport policy.



# Aplikace principů udržitelné mobility v Jihlavě

**Karel Trojan**

*Magistrát města Jihlavy, odbor dopravy; ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav  
dopravních systémů*

*Masarykovo nám. 1, 586 01 Jihlava; Konviktská 20, 110 00 Praha 1*

*e-mail:karel.trojan@jihlava-city.cz; xtrojan@fd.cvut.cz*

## Abstrakt

Statutární město Jihlava se připravuje, stejně jako řada dalších českých i zahraničních měst, na tvorbu Plánu udržitelné městské mobility tzv. SUMP (Sustainable Urban Mobility Plan). V příspěvku budou představeny dosavadní výsledky aplikace principů udržitelné mobility v Jihlavě, které budou tvořit základní předpoklady pro přípravu Plánu udržitelné městské mobility. Tento plán bude klíčový pro prokázání souladu projektů z různých oblastí dopravy (např. výstavba terminálů veřejné dopravy, rozvoj dopravní telematiky, nákup nízkoemisních a bezemisních vozidel MHD, apod.) s principy udržitelné mobility. Statutární město Jihlava má, stejně jako řada jiných měst, v současné době zpracovány generely a koncepce různých druhů dopravy (Generel cyklistické dopravy, Generel bezbariérové dopravy, Koncepce parkování). Problémem těchto dokumentů je to, že nejsou vzájemně provázané a nemají společnou vizi. Tento nedostatek může odstranit pouze dobře zpracovaný SUMP. Proces přípravy SUMP v Jihlavě bude přiblížen v druhé části příspěvku.

## 1. Plánování v oblasti udržitelné mobility

Pod pojmem dopravní plánování se v českých městech, stejně jako ve většině střeoevropských a výchoevropských zemích, skrývá pouze tvorba plánů a strategických dokumentů, které řeší zpravidla to, jak uspokojit potřeby dopravy, a to především individuální automobilové dopravy. Takovéto dokumenty řeší, jak zajistit navýšení kapacity komunikací a parkovišť tak, aby vyhovovaly předpokládanému trendu růstu intenzit motorové dopravy.

Moderní dopravní plánování musí být v souladu s trendy udržitelného rozvoje, proto hovoříme o plánu udržitelné mobility, v případě aplikace pouze v oblasti konkrétního města o Plánu udržitelné městské mobility tzv. SUMP z anglického Sustainable Urban Mobility Plan. Pořízením SUMP je také podmiňováno poskytnutí finančních prostředků z fondů EU na investice do výstavby přestupních terminálů, vznik inteligentních dopravních systémů nebo nákup bezemisních a nízkoemisních dopravních prostředků MHD.

V moderním plánování dopravy je třeba si uvědomit, že každý druh dopravy je svým způsobem přínosný. Moderní plánování předpokládá vytvoření takového dopravního systému, kde jsou jednotlivé dopravní subsystémy v rovnováze a mají tedy stejný význam. Aby bylo možné zapojovat všechny druhy dopravy, je třeba usilovat o co největší zkvalitňování podmínek pro jejich rozvoj. Moderní územní, resp. dopravní plánování tedy nesmí klást důraz pouze na zvyšování mobility obyvatel města založené pouze na dopravě osobními automobily, ale mělo by se zaměřit zejména na to, aby jednotlivé funkční plochy města byly dosažitelné více způsoby dopravy (nejen IAD, ale i MHD, na kole nebo pěšky). Odpovědní zástupci městských samospráv by si měli uvědomit, že městská mobilita založená pouze na automobilové dopravě v mnoha případech nepřispívá ke zkvalitňování mobility

obyvatel, ale naopak ji často, zejména ve větších městech zhoršuje. Je to z důvodu dopravních kongescí, způsobených nadměrnou preferencí IAD. Všeobecně známým faktem je, že dopravní komplikace mají nejen ekologické, ale ekonomické dopady.

## 2. Statutární město Jihlava a udržitelná mobilita

Statutární město Jihlava je krajské město Kraje Vysočina. Se svými 50 000 obyvateli se řadí mezi středně velká česká města. Rozvoji oblasti udržitelné mobility se statutární město Jihlava věnuje průběžně již delší dobu. Důkazem může být např. skutečnost, že Jihlava je jedním ze zakládajících členů sítě měst CIVINET Česká a Slovenská republika, věnující se problematice a tématům udržitelné mobility. Město Jihlava se také připojilo k hradištské chatě a zřídilo v roce 2012 pozici cyklokoordinátora, který měl na starosti zejména infrastrukturní záležitosti týkající se cyklodopravy. Později se stalo zakládajícím členem Asociace měst pro cyklisty.

Stejně jako v jiných městech je Magistrát města Jihlavy rozdělen do řady odborů. Dopravě se fakticky věnují 3 odbory, jejichž agendy jsou vesměs oddělené a málo provázané. Prvním z nich je Odbor dopravy, jenž zajišťuje zpravidla provozní záležitosti týkající se běžné údržby a oprav komunikací. Jeho hlavním polem působnosti je výkon státní správy tj. agendy silničního správního úřadu, speciálního stavebního úřadu, dopravního úřadu a drážního úřadu pro MHD. Naproti tomu odbor rozvoje města řeší investiční akce města, kam v oblasti dopravy spadá výstavba nové dopravní infrastruktury. Posledním z trojice odborů je Úřad územního plánování, do jehož kompetence spadají záležitosti spojené s úlohou dopravy v oblasti územního plánování.

V květnu 2015 byla stávající pozice cyklokoordinátora povýšena v kontextu nového komplexního plánování a v souvislosti s nutností zpracovat SUMP na pozici koordinátora městské mobility. Koordinátor městské mobility by měl propojovat dosud oddělené činnosti 3 odborů, jejichž náplň je stručně popsána výše. Ze své pozice se zodpovídá přímo politickému vedení a organizačně je tato pozice začleněna do kanceláře primátora města. Koncem roku 2015 byla taktéž ustanovena pracovní skupina pro městskou mobilitu. Členy této pracovní skupiny jsou náměstek primátora pro oblast dopravy, koordinátor městské mobility a dále jsou do této skupiny nominováni referenti ze všech tří odborů, kteří řeší koncepční otázky týkající se rozvoje dopravy. Operativně je tato skupina rozšiřována i o další odborníky (např. ředitel Městské policie). Setkání pracovní skupiny probíhají 1x za 14 dní a řeší se zde jak aktuální dopravní problémy, tak hlavně koncepční otázky rozvoje udržitelné městské mobility.

## 3. Dosavadní aplikace principů udržitelné mobility

Snahy Jihlavy o podporu alternativních druhů dopravy jsou patrné již řadu let. V oblasti koncepčního plánování vznikaly v minulých 10 letech, obdobně jako v jiných českých městech, především generely jednotlivých druhů dopravy. V následujících odstavcích budou v krátkosti představeny výsledky těchto aktivit.

### 3.1. Pěší doprava

V oblasti plánování pěší dopravy je jistě nejvýznamnějším počinem zpracování Generelu bezbariérové dopravy a bezbariérových tras na území města Jihlavy v roce 2005. V tomto materiálu bylo navrženo 5 základních tras, které spojují všechny důležité cíle ve městě. Jako první byly bariéry odstraněny v centrální části města (1. trasa) na, kterou navazují bezbariérové úpravy dalších tras. Každoročně je

vytipováno několik kritických míst, která jsou bezbariérově upravena. Vždy je brán ohled na to, aby se tvořily ucelené úseky, které navazují buď na jinou bezbariérovou trasu anebo na bezbariérově upravenou zastávku MHD.

Bezbariérově upravené jsou dnes v Jihlavě všechny důležité zastávky a každý rok přibývají další. V současné době je již bezbariérových více než 60 zastávek MHD.

### 3.2. Cyklistická doprava

Rozvoji cyklistické dopravy je v posledních letech věnována v Jihlavě velká pozornost, což dokazuje např. vývoj délky cyklostezek uvedený v tabulce 1. Stejně jako pro oblast bezbariérové dopravy si Statutární město Jihlava nechalo zpracovat Generel cyklistické dopravy, který je postupně naplňován. K monitoringu naplňování stanovených cílů v oblasti cyklistické dopravy slouží 2 mobilní cyklosčítače, které jsou během celého roku pravidelně přemísťovány mezi 10 pevnými sčítacími místy.

Tab. 1. Vývoj délky cyklostezek

Rok	Délka nových cyklostezek v [m]
před rokem 2008	4 172
2008	1 045
2009	1 340
2010	2 442
2011	2 327
2012	403
2013	2 007
2014	2 644
2015	1 437
Celkem	17 817

Zdroj: [3]

V oblasti popularizace cyklistické dopravy, jako volnočasové aktivity, stojí za zmínku především 2 velké projekty. Prvním z nich je projekt Stříbrné pomezí, kdy Statutární město Jihlava ve spolupráci s 26 partnerskými obcemi vytvořilo ve svém okolí turistický systém o celkové délce 270 km, který tvoří unikátní dopravní značení v podobě očíslovaných rozcestníků (patníků), návěstí a upřesňujících značek, jenž provází pěší i cyklisty po památkách a zajímavostech regionu. Druhým projektem je mezinárodní cyklotrasa Jihlava - Třebíč – Raabs.

### 3.3. Veřejná hromadná doprava

Oblast MHD je v Jihlavě jediným subsystémem udržitelné formy dopravy, kde dosud neexistuje žádná dlouhodobá strategie ani žádný generel. I navzdory tomuto faktu je to právě MHD tou oblastí, kde má Jihlava nejlepší výsledky v rozvoji udržitelné mobility. Jak je patrné z tabulky 2, tak počet cestujících v posledních letech neklesá, jak je trendem v jiných městech, ale dokonce i mírně roste. Tyto pozitivní výsledky byly dosaženy z několika základních důvodů. Prvním z nich je plně bezbariérový moderní vozový park, druhým kvalitní síť MHD, která rovnoměrně pokrývá celé území města, třetím důvodem jsou poměrně krátké intervaly mezi spoji a tím hlavním důvodem je to, že ačkoli rostou náklady na provoz MHD, zůstává cena jízdného již velkou řadu let (od roku 2010) na stejné úrovni. A to vše funguje s jedněmi z nejnižších dotací na krytí ztráty z provozu MHD ze strany města. Tento

„jihlavský zázrak“ je způsoben především tím, že se Dopravnímu podniku města Jihlavy, a.s. podařilo v minulých letech díky dotacím z Regionálního operačního programu Jihovýchod masivně investovat do obnovy vozového parku a odbavovacího systému.

Dalším důkazem toho, že statutárnímu město Jihlava záleží na rozvoji MHD, jakožto nejdůležitější složky udržitelné dopravy, je to, že v roce 2014 zavedlo v rámci projektu „Bezbariérové úpravy zastávek MHD a dopravní telematika pro preferenci MHD v Jihlavě - II. Etapa“ na všech světelně řízených křižovatkách ve městech preferenci vozidel MHD. Na tento krok navázalo v loňském roce vyznačení 2 úseků vyhrazených jízdních pruhů pro autobusy, trolejbusy, cyklisty a TAXI. Zavedení těchto preferenčních opatření umožnilo od 1. 4. 2016 zkrátit jízdní doby na všech trolejbusových linkách, čímž byla podstatným způsobem zvýšena průměrná cestovní rychlost a tím pádem i atraktivita MHD.

Ve prospěch MHD v Jihlavě, jakožto trvale udržitelné formy dopravy svědčí také to, že více než 50 % výkonů vozokm je zajišťováno bezemisními vozidly (trolejbusy) a celkově trolejbusy přepraví dvě třetiny všech cestujících. Ve vozovém parku autobusů mají vozidla s pohonem na CNG podíl 50 %, takže i autobusová trakce je poměrně šetrná k životnímu prostředí v Jihlavě.

Tab. 2. Vývoj počtu cestujících v MHD a dotací ze strany města

Rok	Počet cestujících	Počet cest na obyvatele *)	Objem vozokm	Dotace na provoz MHD z rozpočtu města **)
2009	13 720 tis.	269	2 826 tis.	57 mil. Kč
2010	13 690 tis.	268	2 812 tis.	59 mil. Kč
2011	13 745 tis.	270	2 821 tis.	59 mil. Kč
2012	13 530 tis.	265	2 821 tis.	59 mil. Kč
2013	13 777 tis.	270	2 862 tis.	56 mil. Kč
2014	13 790 tis.	270	3 032 tis.	62 mil. Kč
2015	13 860 tis.	272	2 905 tis.	66 mil. Kč

\*) počet obyvatel se mezi lety 2009 - 2015 byl uvažován 51 000 obyvatel

Zdroj: [3]

\*\*) plánovaná dotace na rok 2016 je 63 mil. Kč

### 3.4. Doprava v klidu

Regulace parkování tvoří nedílnou složku moderního dopravního plánování. Jihlava má proto již od roku 2012 zpracovanou Koncepti parkovacího systému na území širšího centra města, která navazuje a dále rozvíjí stávající zóny placeného stání v centru města. Součástí této koncepce je ale ovšem i návrh záchytných parkovišť P+R, krátkodobých stání K+R a vznik navigačně-informačního systému v rámci kompletního managementu parkovací ve městě. Rozšíření zón placeného stání do širšího centra ovšem zatím nenašlo příliš velkou podporu ve vedení města, proto se od jeho realizace prozatím ustoupilo. Již v letošním roce se ale počítá se vznikem prvního velkého parkoviště P+R, na které by měly v budoucích letech navázat další plochy.

## 4. Vznik plánu udržitelné městské mobility v Jihlavě

V předchozích odstavcích byly v krátkosti představeny výsledky v oblasti plánování a realizace opatření z oblasti udržitelné městské mobility. Zpracované generely a koncepce nejsou vzájemně provázané a vždy řeší pouze jeden dopravní mód. Tento nedostatek může odstranit pouze dobře zpracovaný SUMP. O nutnosti

zpracovat SUMP se hovoří ve strategickém plánu statutárního města Jihlavy, konkrétně v prioritní oblasti C (Udržitelný rozvoj města), specifickém cíli C.2 (Zvýšení efektivity systému dopravy, modernizace a rozšíření technické infrastruktury) bod C 2.5 (Zpracovat Plán udržitelné městské mobility (Integrovaný plán mobility)).

Protože na mobilitu je třeba nahlížet jako na velmi úzce provázaný systém, je třeba obyvatelům města pečlivě vysvětlit, jaké bude mít zpracování SUMP dopady na každého jediného obyvatele města. Důležité je získat veřejnost pro tuto myšlenku a v první řadě dát každému možnost zapojit se do řešení problémů. SUMP jistě přinese mnoho změn a je pouze na představitelích města, resp. pracovnících magistrátu, jak tyto změny představit veřejnosti, protože ZMĚNA znamená PŘÍLEŽITOST, nikoliv KOMPLIKACI.

Statutární město Jihlavu si vybralo Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (CDV), které je předním odborníkem na problematiku udržitelné a čisté mobility, aby si zde v Jihlavě pilotně v praxi ověřilo, jak takovou kampaň provést. Společně s CDV statutární město připravilo komunikační kampaň „Kolmo, busem, pěšky, s jihlavskými ježky“.

#### **4.1. Kolmo busem pěšky s jihlavskými ježky**

Komunikační kampaň „Kolmo, busem, pěšky, s jihlavskými ježky“ (dále jen „KBPsJJ“) přispěje k lepší informovanosti veřejnosti o problematice udržitelné dopravy a jejím hlavním cílem je nastartování veřejné debaty o problémech mobility a jejich možných řešeních. Cílovou skupinou kampaně jsou Jihlavané a lidé dojíždějící do Jihlavy za studiem a prací. Cílem kampaně je dostat pojem mobilita do podvědomí veřejnosti, odbourat zakořeněné „dopravní“ mýty, prezentovat mobilitu v pozitivním světle a motivovat všechny ke změně vlastních vzorců dopravního chování, pokusit se změnit životní postoje a názory a přizvat Jihlavané k účasti na tvorbě Plánu udržitelné městské mobility (SUMP) v Jihlavě. Dalším cílem kampaně je informovat o výhodách alternativních možností dopravy v souvislosti se snížením negativních vlivů emisí z motorové dopravy na životní prostředí a zdraví obyvatel. Kampaň je rozvržena do 6 měsíců, během kterých budou komunikována všechna důležitá témata spojená s udržitelnou mobilitou.

Kampaň KBPsJJ má za cíl namodelovat možné pohledy na budoucnost města v případě aplikace nového přístupu k mobilitě (omezení IAD, podpora MHD, cykloopatření, síť bezpečných pěších koridorů, apod.). Veřejnost by si na jejím konci měla umět dopovědět na otázku: Může být Jihlava atraktivnějším městem? Chceme veřejnému prostoru vrátit lidské měřítko? Chceme zažít město jinak? Chceme veřejnému prostoru vrátit jeho přirozené funkce, jakými jsou podpora životaschopnosti města, vnitřní komunikace, orientace, společenského života, možnost relaxace a další funkce, jako je podpora soudržnosti obyvatel a jejich identifikace s městem samotným?

Kampaň bude probíhat v průběhu 6 měsíců a bude rozdělena do tematických oblastí – MHD, cyklodoprava, pěší doprava, bezpečnost, objevování veřejného prostoru. Každé téma bude co do obsahu reflektovat tři základní skladebné prvky kampaně:

1. VĚDĚT – prohlubování obecného povědomí o mobilitě – komunikovat pozitivní dopady na životní prostředí, zdraví, na kvalitu veřejného prostoru, apod.
2. ZAŽÍT – nabídnout možnost „ochutnat“ všechny možné druhy alternativní dopravy, zažít díky tomu město jinak, objevit veřejný prostor jako místo setkávání (což IAD neumožňuje).



3. ZMĚNIT – nastartovat postupné změny vzorců chování ve městě, podnítit ke změně postojů a názorů, podchytit aktivní účastníky změn a zapojit je do plánování, nastavit přirozenou paralelu mezi pojmy Jihlava-MHD-kolo-chůze.

Udržitelná mobilita není cíl, ale cesta, kterou by se měli lidé žijící ve městě ubírat. Směr této cesty nemůže Jihlavě dát ani externí firma zpracovávající SUMP, ani politici či úředníci. Tato cesta je výsledkem vlastní volby občanů města a vzejde ze společenské debaty, která je nezbytným předpokladem při zpracování SUMP. Projekt KBPsJJ je nejlepší příležitostí, jak nastartovat tuto velkou veřejnou diskuzi.

## Literatura

- [1] MARTINEK J. *Všechno, co jste chtěli vědět o udržitelné dopravě a báli jste se zeptat* In: JANDOVÁ, V., MIKULOVÁ, I., LIBIČINSKÝ, R., *VI. česko-slovenská konference "Doprava, zdraví a životní prostředí."* Brno, 10.-11.11., 1. vyd. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2014, 147 - 155 s. ISBN 978-80-86502-85-4.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ Podrobný popis projektu KOLMO BUSEM PĚŠKY S JIHLAVSKÝMI JEŽKY Jihlava, 2015. Magistrát města Jihlavy
- [3] TROJAN, K., *Audit udržitelného rozvoje k hodnocení kategorie „A“ MA 21, Téma 4 Doprava*, Jihlava, 2016. Magistrát města Jihlavy

## Application of the principles of sustainable mobility in Jihlava

### Karel Trojan

*The Municipality of Jihlava, Department of Transport; CTU in Prague, Faculty of Transportation Sciences, Department of Transporting Systems*  
*Masarykovo nám. 1, 586 01 Jihlava; Konviktská 20, 110 00 Praha 1*  
e-mail:karel.trojan@jihlava-city.cz; xtrojan@fd.cvut.cz

### Abstrakt

City of Jihlava is prepared, as well as a number of other czech and foreign cities, the creation of Sustainable urban mobility plan (SUMP). The paper will present the current results of the application of the principles of sustainable mobility in Jihlava, which will form the basic preconditions for preparing sustainable urban mobility plan. This plan will be crucial for demonstrating the conformity of projects in various fields of transport (eg. Construction of terminals of public transport, the development of transport telematics, buying low-emission and zero-emission vehicles to ensure the operation of public transport, etc.) with the principles of sustainable mobility. City of Jihlava has, like many other cities, the plans and conceptions of the various modes of transport (Plan cycling transport, Plan barrierless transport, Parking concept). The problem of these documents is, that they are interrelated and have a common vision. This deficiency can only be removed by a well prepared SUMP. The process of preparing the SUMP in Jihlava will be presented in the second part.

# Využití dopravního modelování při plánování udržitelné mobility Plzně

Jan Martolos, Jan Štastný

EDIP s.r.o.

Pařížská 1230/1, 301 00 Plzeň

e-mail: martolos@edip.cz, stastny@edip.cz

## Abstrakt

Modelování dopravy pomocí výpočetní techniky představuje účinnou metodu rozšiřující možnosti řešení složitých úloh a problémů při hodnocení dopadů projektů a koncepčních plánů na chování dopravních systémů. Výsledky jsou dále aplikovány při navazujících činnostech, jako je např. posuzování vlivů na životní prostředí. V oblasti dopravního inženýrství a územního plánování se v současnosti tyto metody hojně prosazují a mnohdy jsou požadovány zadavateli i hodnotiteli projektů a záměrů. Spol. EDIP s.r.o. se v rámci řešení Plánu udržitelné mobility Plzně zabývala modelováním dopadů navržených projektů výhledových scénářů na individuální automobilovou i veřejnou hromadnou dopravu.

Přednáška pojednává o praktické aplikaci dopravního modelu při řešení městské udržitelné mobility v Plzni.

## 1. Úvod

Plány udržitelné městské mobility jsou příležitostí pro nastavení dlouhodobější vize fungování dopravy ve městech. Stát se tak má za účasti širokého spektra zainteresovaných subjektů a po společenské diskusi. V novém programovém období Evropské unie je kladen důraz na provázanost dopravního plánování s urbanismem nebo s ekonomickým a sociálním rozvojem měst. Zároveň zaznívá požadavek na získání legitimacy pro nákladné investice do dopravní infrastruktury stejně jako pro ostře sledovanou regulaci dopravy například v centrech měst [2].

Plán mobility je svou povahou strategický plán, který vychází z již existujících plánovacích postupů a dokumentů, není tedy jejich náhradou. Bere v úvahu integrační, participační a hodnotící zásady s cílem uspokojit potřeby mobility dnešních i budoucích generací a zlepšit kvalitu života ve městech a v jejich okolí [2].

Plzeň je jedním z předních českých měst, které se rozhodly pro pořízení tohoto strategického materiálu, nazvaného Plán udržitelné mobility Plzně („PUMP“). Připravován byl od dubna 2014 do ledna 2016 podle metodiky doporučené Evropskou komisí, sestavené německou společností Rupprecht Consult [2].

Plán udržitelné mobility Plzně (PUMP) je strategický dokument, který podporuje rozhodování o realizaci investičních i neinvestičních opatření v dopravní obslužnosti Plzně. Soustředí se na diskusi o prioritách v širším zastoupení veřejnosti, měřitelné rozhodování a zkoumání širších dopadů uvažovaných opatření. PUMP je důležitým podkladem pro financování projektů z fondů EU v období 2014 – 2020. Cílem PUMP je usilovat o podporu jednotlivých druhů dopravy tam, kde jsou nejvíce přínosné a kde dokáží oslovit nejširší spektrum uživatelů k přechodu od automobilu k udržitelným formám dopravy. Ve veřejné dopravě jsou to páteřní přepravní vztahy, v cyklistické dopravě opatření navázaná na atraktivní trasy podél řek, pro chůzi zlepšení podmínek na krátké vzdálenosti v širším centru města, v automobilové dopravě pak zejména výstavba okruhů pro lepší převedení vzdálenějších

přepravních vztahů přes město. Investiční strategie města Plzně se zaměří na spolufinancování zásadních krajských a státních investic s cílem dobudovat městský okruh a snížit dopravní zatížení centra. Opatření uvnitř městského okruhu budou orientovaná na podporu neautomobilové dopravy, regulaci IAD, údržbu, rekonstrukce a opravy stávající infrastruktury, měkká opatření. Současně se bude město podílet na státních investicích do železniční dopravy a propojí cyklistické trasy do spojitě sítě. PUMP zahrnuje celkem 82 opatření různých typů, zařazených do 24 balíčků. Ty sdružují opatření provázané nejčastěji podle lokality nebo směru, ale také podle časové provázanosti či stejného tématu realizovaného plošně na území Plzně v různých místech. Ve většině případů mají dílčí záměry v balíčku opatření různé nositele, což zvyšuje nároky na koordinaci mezi různými subjekty. Z pohledu Plzně znamená realizace PUMP kapitálové výdaje města ve výši 2,3 miliardy Kč za období let 2016 – 2025. Společně s investicemi partnerů na straně státu, kraje, městských firem a s maximálním možným využitím evropských a národních dotačních programů vyšplhá celková hodnota investic do dopravního systému Plzně na 13,1 miliardy Kč za sledované období. Příprava PUMP proběhla formou nadstandardního zapojení městských subjektů a odborné i laické veřejnosti. Největším úkolem odborného týmu bylo shromáždit podněty ze širší veřejnosti, propojit je se záměry města v různém stupni přípravy, vyhodnotit dopady záměrů a vybrat takové, které odpovídají nastaveným cílům v dopravní mobilitě Plzně. Proces přípravy PUMP probíhal od dubna 2014 do ledna 2016 podle metodiky doporučené Evropskou komisí od německé společnosti Rupprecht Consult. Během této doby byly uspořádány čtyři workshopy a dva průzkumy v řadách veřejnosti. Projekt byl prezentován také na vlastních webových stránkách [www.mobilita-plzen.cz](http://www.mobilita-plzen.cz) [2].

V daných fázích projektování plánu udržitelné mobility byly posuzovány navržené scénáře spočívající v modelování vlivu jednotlivých projektů (opatření). K tomu byl použit matematický model individuální automobilové dopravy a model veřejné hromadné dopravy, které spravuje Správa veřejného statku města Plzně. Oba modely jsou postaveny v SW CUBE.

## 2. Aktualizace modelu IAD

Před vlastním modelováním scénářů PUMP byla provedena aktualizace modelu IAD města Plzně a to jak pro současné, tak pro výhledové zatížení.

V rámci aktualizace byla provedena aktualizace vstupních dat, revize výpočtu matic dopravních vztahů a analýza aktuálních dat z dopravních průzkumů nebo výstupů z automatických sčítačů pro účel validace scénáře stávajícího stavu. Dále navazovala „ruční“ kalibrace dopravních vztahů.

### 2.1. Současný stav 2015

Pro model stávajícího stavu byly vypočteny matice dopravních vztahů pomocí aktualizovaných socioekonomických dat u vnitřních zón. U vnějších zón bylo zachováno základní nastavení podle CSD 2010, přičemž byly provedeny pouze drobné korekce s ohledem na informace o intenzitách dopravy na sledované síti města. Tranzitní matice zůstala nezměněna (z modelu r. 2012) [3].

V SW CUBE byla upravena:

- ✓ Komunikační síť – bylo provedeno kódování sítě tak, aby odpovídalo stavu komunikací v řešeném území v roce 2015 (např. přidání západní části městského komunikačního okruhu – Domažlická – Vejprnická – Křimická, změny organizace dopravy v centru města).

- ✓ Data dopravních okrsků – byla zadána nová data o dopravních okrscích, zejména počty obyvatel (aktuální údaje dodal Útvar koncepce a rozvoje města Plzně).

Kalibrace dopravních vztahů byla provedena metodou manuální opravy vstupních dat, nikoli automatickou procedurou pro přizpůsobení vztahů optimalizačním algoritmem.

- ✓ Princip ruční kalibrace spočívá v kontrole vstupních dat a jejich případná aktualizace. Následně je kontrolován algoritmus a správnost dílčích výpočtů.
- ✓ Rozdíly mezi hodnotou vypočtenou modelem a zjištěnou průzkumem jsou vyhodnoceny v absolutních hodnotách a v procentech zvláště pro mód IAD a NA. V případě, že není známa skladba (data z detektorů SSZ), proběhla kalibrace pro součet dopravy celkem.
- ✓ Postup je prováděn v iteracích, kdy po každé jedné opravě ve vstupech je proveden aktuální výpočet a zkontrolován účinek zvoleného opatření – porovnání s hodnotami intenzit dopravy z dopravních průzkumů.

Obr. 1. Ukázka modelu IAD pro současný stav (intenzita [voz./den])



## 2.2. Krátkodobý výhled 2025

Tento scénář je založen na stejném rozmístění zdrojů a cílů dopravy jako v současném stavu (2015). Počítá ale s růstem specifické hybnosti. Pro dopravní mód nákladní doprava jsou specifická hybnost a vnější i tranzitní vztahy násobeny koeficientem 1,02 a pro dopravní mód osobní automobily jsou specifická hybnost a vnější i tranzitní vztahy násobeny koeficientem 1,18 [3].

Vývoj dopravy byl uvažován podle TP 225 [10], [11] s přihlédnutím k současnému vývoji dopravy. TP 225 jsou primárně určeny pro prognózu dopravy v extravilánu. Byl tedy zvolen nárůst dopravy podle tabulky.

### 2.3. Dlouhodobý výhled 2035

Tento scénář je založen na rozvoji území podle územního plánu. Do modelu jsou implementovány navrhované zastavitelné a přestavbové plochy podle územního plánu (viz Příloha 1), a dále také záměry výstavby v centru města (viz Příloha 2). Tomu odpovídá přerozdělení rozmístění zdrojů a cílů dopravy včetně zohlednění dalšího růstu specifické hybnosti. Pro dopravní mód nákladní doprava jsou specifická hybnost a vnější i tranzitní vztahy násobeny koeficientem 1,05 a pro dopravní mód osobní automobily jsou specifická hybnost a vnější i tranzitní vztahy násobeny koeficientem 1,34 [3].

Vývoj dopravy byl uvažován podle TP 225 [10], [11] s přihlédnutím k současnému vývoji dopravy. TP 225 jsou primárně určeny pro prognózu dopravy v extravilánu. Byl tedy uvažován nárůst dopravy podle tabulky 1.

Tab. 1 Uvažovaný nárůst dopravních výkonů

Druh vozidel	2015-2025	2015-2035
OA (LV)	1,18	1,34
NA (TV)	1,02	1,05

### 3. Návrhové scénáře PUMP

Pro PUMP byly navrženy a následně hodnoceny tři scénáře podle [1].

#### 3.1. Regulativní scénář

Regulativní scénář nastavuje součinnost a provázanost různých módů dopravy tak, aby se pro dané přepravní požadavky uplatnil vždy nejvhodnější druh dopravy. Činí tak formou aktivní organizace dopravního systému, aby docházelo k záměrnému ovlivňování volby dopravního prostředku a byla tak ovlivňována dělba přepravní práce. Cílem scénáře je podpořit společenské požadavky na zvýšení kvality života ve městě.

Nástroje:

1. Komunikační síť s odstupňovaným dopravním komfortem – nízký v centru, vysoký na okruhu.
2. Organizace systému parkování s cenovou regulací ve středu města.
3. Preference veřejné dopravy kombinací všech dostupných způsobů.
4. Tvorba podmínek pro rozvoj pěší a cyklistické dopravy včetně zvýšení kvality veřejného prostoru.
5. Informační technologie pro usnadnění volby nebo kombinace dopravních prostředků.

Investiční strategie:

Město se zaměří na spolufinancování zásadních krajských a státních investic s cílem dobudovat městský okruh a snížit dopravní zatížení centra. Opatření uvnitř městského okruhu budou orientovaná na podporu neautomobilové dopravy, regulaci IAD, údržbu, rekonstrukce a opravy stávající infrastruktury, měkká opatření. Současně se bude město podílet na státních investicích do železniční dopravy a propojí cyklistické trasy do spojitě sítě.

### 3.2. Liberální scénář

Liberální scénář rozvíjí jednotlivé složky dopravního systému tam, kde vzniká největší požadavek daného dopravního módu. Nechává na uživateli, aby sám zvolil nejvhodnější způsob dopravy po městě. Scénář nesleduje cílené ovlivňování dopravního systému, nechce preferovat některé druhy dopravy na úkor jiných. Cílem je tedy ponechat dělbu přepravní práce samovolnému vývoji a zajistit zejména rostoucí dopravní nároky ve městě.

Nástroje:

1. Rozvoj komunikační sítě dle potřeb automobilové dopravy včetně kapacitních propojení do centra.
2. Neregulovat parkování, naopak budovat další kapacity včetně parkovacích domů v centru.
3. Rozvoj infrastruktury veřejné dopravy, ale nikoliv na úkor individuální automobilové dopravy
4. Zlepšení podmínek pro pěší a cyklistickou dopravu kde je potřeba a není v konfliktu s jinými druhy dopravy.
5. Informační technologie pro usnadnění pohybu po městě vybraným druhem dopravy.

Investiční strategie:

Město při financování dopravní infrastruktury bude zlepšovat podmínky pro všechny druhy dopravy, investice do rozvoje komunikační sítě budou realizovány jak na městském okruhu, tak na ostatní síti včetně širšího centra města. Město se současně bude podílet na státních investicích do železniční dopravy a propojí cyklistické trasy do spojitě sítě. Regulativní opatření automobilové dopravy nebudou v tomto scénáři systémově využívána.

### 3.3. Udržovací scénář

Udržovací scénář až na výjimky nerozšiřuje dopravní infrastrukturu, kterou považuje za dostatečnou, zejména z obavy zajištění její budoucí obnovy a vyvolaného nárůstu individuální automobilové dopravy. Vznikající potřeby naplňuje organizačními opatřeními a stavebními změnami stávající infrastruktury. Zvýšené prostředky na opravy a rekonstrukce se projevují vysokou kvalitou provedených realizací. Cílem scénáře je udržet stávající dělbu přepravní práce a v širším smyslu i kvalitu života ve městě.

Nástroje:

1. Dosažení velmi dobrého stavu stávající dopravní infrastruktury.
2. Regulace parkování a výstavba levných záchytných parkovišť.
3. Částečná preference veřejné dopravy, opravy infrastruktury ve stávajících trasách.
4. Řešení dopravních potřeb v rámci prováděných oprav a rekonstrukcí.

Investiční strategie:

Hlavním cílem scénáře je odstranění vnitřního dluhu na údržbě majetku dopravní infrastruktury. Scénář počítá s omezeným rozsahem nových investic a zaměřením na řešení aktuálních problémů pomocí ad hoc investic nebo opatření směřovaných mezi všechny druhy dopravy. Regulativní opatření nebo podpora alternativní dopravy vůči IAD se omezí na lokální působnost s cílem odstranit nejoblavnější místa dopravního systému města.

Tab. 2. Porovnání navržených scénářů PUMP

Regulativní scénář	Liberální scénář	Udržovací scénář
Spoluřinancování investic státu a kraje s cílem dobudovat městský okruh a snížit zatížení centra	Financování dopravní infrastruktury pro všechny druhy dopravy	Omezený rozsah nových investic
Opatření uvnitř městského okruhu (regulace IAD, podpora neautomobilové dopravy, rekonstrukce a opravy, měkká opatření)	Investice do rozvoje komunikační sítě na městském okruhu i v širším centru města	Zaměření na odstranění vnitřního dluhu na dopravní infrastrukturu
Podíl na investicích státu do železniční dopravy	Podíl na investicích státu do železniční dopravy	Řešení aktuálních problémů pomocí ad hoc investic, mezi všemi druhy dopravy
	Regulativní opatření IAD nejsou v tomto scénáři systémově využívána	Regulativní opatření jen s lokální působností
		Podíl na investicích státu do železniční dopravy

V závěrečném hodnocení byl vybrán Regulativní scénář, zejména pro komplexnost jeho přístupu, šetrný přístup k centru města a podporu hromadné veřejné dopravy.

## 4 Dopravní modely

Pro každý navrhovaný scénář byl vytvořen tzv. zásobník projektů. Jednalo se o seznam všech předpokládaných projektů a opatření, které budou v provozu v modelovaném výhledovém stavu (rok 2025).

Při analýzách byl vliv vybraných jednotlivých opatření modelován samostatně a následně byly zpracovány dopady všech projektů vybraného Regulativního scénáře jako celku. Samozřejmě se zde jednalo pouze o „modelovatelná“ opatření.

Jak je již zřejmé z výše uvedeného, Plzeň nemá k dispozici multimodální model, který by se lépe hodil k hodnocení dopadů PUMP. Modelovací práce tedy probíhaly ve dvou oddělených úrovních – modelu IAD a modelu VHD. Dělbá přepravní práce zde byla simulována přepočtem matic. Po nastavení vize mobility a vyhodnocení dopadů projektů v zásobníku navrhli řešitelé PUMP přepočet matic Regulativního scénáře tak, že počet cest IAD do centra se sníží o 20% při současném navýšení počtu cest VHD do centra o 7,7% přičemž zde platí pravidlo: o kolik dojde ke snížení počtu cest IAD, o tolik se zvýší počet cest MHD + veřejná linková + osobní železniční + cyklistická + motocykly.

Před vlastní úpravou matic podle předchozího odstavce bylo ale nejprve nutné upravit počty cest pro oblast centra ve výchozích maticích tak, aby počet cest IAD (voz/24h) a MHD (os/24h) byl v poměru 1 : 2,3. Uvedený poměr je dán průměrnou obsazeností osobních vozidel v Plzni.

### 4.2. Modelování IAD

Z důvodu validního posouzení byl k analýze dopadů Regulativního scénáře použit aktualizovaný kalibrovaný dopravní model představující stav k roku 2015 (viz kap. 2.1.), do kterého byly implementovány záměry podle zásobníku projektů. Takto upravený model představuje výhledový stav roku 2025 podle Plánu udržitelné

mobility Plzně. Ten je odlišný od výhledového stavu v rámci aktualizace podle kap. 2.2., zpracovaného pro město Plzeň.

Příslušné změny byly v modelu provedeny překódováním vlastností dotčených úseků, uzlových bodů a křižovatek. V případě IAD šlo především o přidání nových komunikací, změnu parametrů stávajících úseků jako je kapacita a rychlost, a související úpravy křižovatek (řízení SSZ, úprava řadících pruhů apod.).

Dále byla upravena matice tak, aby se objem vztahů, které mají zdroj nebo cíl v centru města, snížit o 20%.

Model pracuje v módu tzv. „kapacitně závislého zatěžování, který zohledňuje kapacitu komunikace. Při zatížení komunikační sítě vozidly zohlední stupeň vyčerpání kapacity a komunikaci příslušně „zpomalí“. To odpovídá i skutečnému provozu.

Účelem modelu bylo ověřit cíle plánu udržitelné mobility porovnáním se současným stavem.

Mezi hlavní výstupy modelu výhledového stavu podle Plánu udržitelné mobility patří:

1. Kartogram celodenních intenzit.
2. Rozdílový kartogram oproti současnému stavu.
3. Změny dopravních výkonů pro oblast centra a pro celé město.

Obr. 2. Kartogram celodenních intenzit výhledového stavu podle PUMP





Obr. 3. Rozdílový kartogram výhledového stavu podle PUMP oproti současnému stavu



Tab. 2: Ukázka posouzení změny dopravního výkonu

Scénář	Popis	Dopravní výkon [1000 vozkm/24hod.]					
		Město Plzeň			Centrum		
		IAD	IAD-stav (A)	Změna celkem	IAD	IAD-stav (A)	Změna celkem
A	Síť 2015 stávající + Matice 2015 stávající	3423,08	3423,08	0,00%	282,23	282,23	0,00%
B	Síť 2015 stávající + Matice 2015 upravená (Regul.s.)	3379,79	3423,08	-1,2%	274,71	282,23	-2,74%
C	Síť 2015 výhledová (Regul.s.) + Matice 2015 stávající	3410,29	3423,08	-0,37%	242,35	282,23	-16,46%
D	Síť 2015 výhledová (Regul.s.) + Matice 2015 upravená (Regul.s.)	3369,36	3423,08	-1,59%	232,24	282,23	-21,53%

#### 4.2. Modelování VHD

Model veřejné hromadné dopravy nebyl na rozdíl od modelu individuální automobilové dopravy aktualizován k roku 2015. K analýze dopadů Plánu udržitelné mobility Plzně byl tedy použit kalibrovaný dopravní model představující stav k roku 2012.

Do modelu jsou zahrnuty všechny linky veřejné dopravy. Ty jsou rozděleny do tří módů:

1. Městská doprava, do které patří tramvajové linky, trolejbusové linky a linky městských autobusů.
2. Příměstská doprava, do které jsou zahrnuty linky příměstských autobusů a osobních vlaků.
3. Dálková doprava, která obsahuje linky dálkových autobusů a rychlíkových vlaků.

Příslušné změny, charakterizované zásobníkem projektů pro Regulativní scénář, byly v modelu provedeny překódováním vlastností dotčených linek. Jednalo se zejména o úpravy jízdních dob, intervalů a tras stávajících linek. Dále přidání nových linek, zastávek a přestupních uzlů.

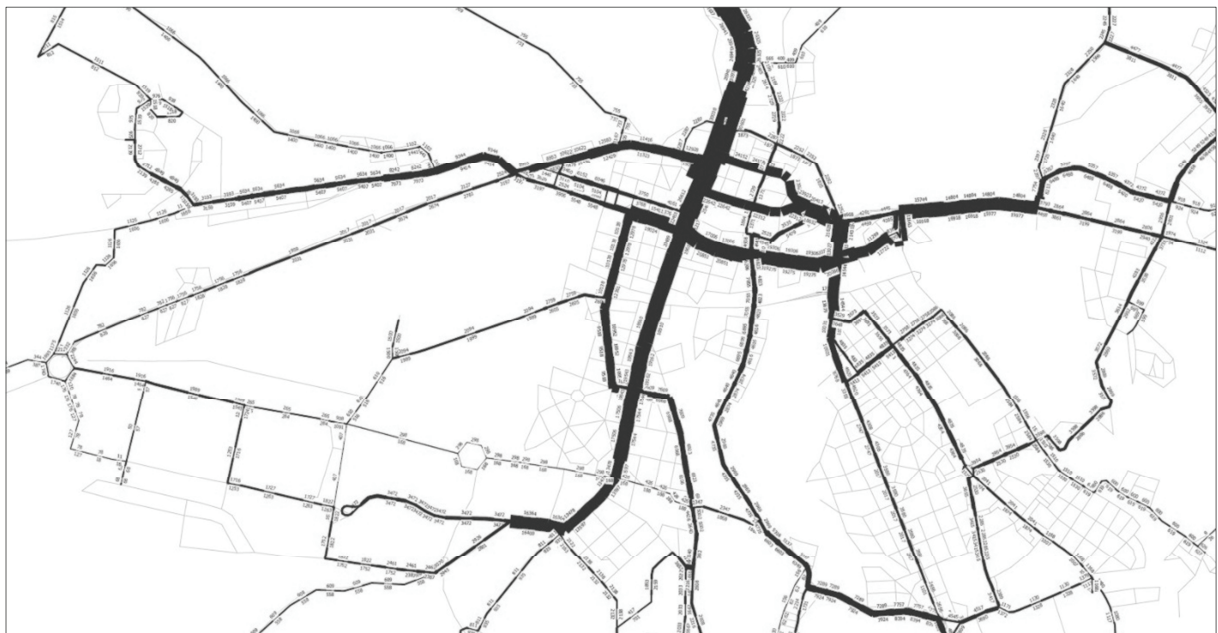
Matice zde byla upravena tak, aby se objem vztahů, které mají zdroj nebo cíl v centru města, zvýšit o 7,7%.

Stejně jako v případě IAD bylo účelem modelu ověřit cíle plánu udržitelné mobility porovnáním se současným stavem. Výsledky lze v tomto případě rozdělit podle trakcí i podle módů. Řešitelé PUMP preferovali členění podle módů, popř. oddělení silniční a železniční dopravy.

Mezi hlavní výstupy modelu výhledového stavu podle Plánu udržitelné mobility patří:

1. Kartogramy celodenních intenzit podle módů (městská, příměstská a dálková doprava).
2. Změny dopravních výkonů pro oblast centra a pro celé město.
3. Změny intenzit na profilech na kordonu centra města.

Obr. 4. Kartogram celodenních intenzit výhledového stavu podle PUMP pro mód městské dopravy



## 4 Závěr

Dopravní modelování je bezesporu činností, která významně zlepšuje argumentační kontinuitu mezi územním a dopravním plánováním nejen v rámci projektování plánu udržitelné mobility, ale všech koncepčních materiálů.

Přínosy navrhovaných opatření se nejlépe projeví při úplné realizaci všech balíků opatření. Harmonogram PUMP počítá s časovým horizontem roku 2025. Pro tento milník lze pomocí dopravních modelů a dalších výpočtů stanovit měřitelné ukazatele výkonnosti, pro celý soubor opatření. Tyto ukazatele jsou důležité pro udržení souladu s výchozím scénářem při aktualizacích PUMP, stejně jako při posuzování úspěšnosti realizaci při implementaci Plánu mobility. Kromě vyčíslených cílů jsou uvedeny také další kvalitativní přínosy, které však zůstávají definované ve slovní rovině.

## Literatura

- [1] Plán udržitelné mobility Plzně: *Druhý workshop PUMP*. Plzeň 2015. Plzeň: Útvar koordinace evropských projektů města Plzně.
- [2] Plán udržitelné mobility Plzně: *Souhrnná zpráva*. Plzeň 2015. Plzeň: Útvar koordinace evropských projektů města Plzně.
- [3] MARTOLOS, J., ŠŤASTNÝ, J. Modelování projektů PUMP a aktualizace modelu IAD: *závěrečná zpráva*. Plzeň, listopad 2015. Plzeň: EDIP s.r.o.

## Poděkování

*Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu Open Transport Net (OTN), který získal finanční prostředky z rámcových programů Konkurenceschopnost a Inovace Evropské unie. Na projektu se podílí konsorcium 14 firem z devíti zemí Evropy. Projekt má za cíl shromáždit, uspořádat a harmonizovat dostupná data o dopravě, data vzájemně propojit a zpřístupnit běžným uživatelům pomocí webových, mobilních či jiných aplikací. Při řešení projektu firma EDIP s.r.o. vytvořila na základě volně přístupných dat modely pilotních regionů (Birmingham – Velká Británie, Issy-Les-Moulineaux – Francie, Liberecký kraj – Česká Republika). Vytvořené modely, i když nejsou verifikovány na intenzity dopravy zjištěné dopravními průzkumy, slouží zejména jako příklad využití „open dat“ v celoevropském měřítku.*

*Nad vytvořenými modely jsou pak vytvářeny různé formy vizualizací. Ve spolupráci s katedrou Geomatiky Západočeské Univerzity v Plzni byly vytvořeny vizualizace, které přibližují problematiku intenzit dopravy i neodborníkům. Lze je využít například při modelování neočekávaných událostí na komunikační síti (obr. 5).*

Obr. 5 *Příklad simulace mimořádných událostí na silniční síti – nehoda na silnici I/6 u Rakovníka, přenesení intenzit na objízdné trasy.*



## **Use transport modeling for Sustainable Urban Mobility Plans Pilsen**

**Jan Martolos, Jan Šťastný**

*EDIP s.r.o.*

*Pařížská 1230/1, 301 00 Plzeň*

e-mail: [martolos@edip.cz](mailto:martolos@edip.cz), [stastny@edip.cz](mailto:stastny@edip.cz)

### **Abstrakt**

Traffic simulation (the mathematical modelling of transportation systems) through the application of computer software is one of the effective methods to better solve the complex of complicated tasks and problems in plan, design and operate transportation systems. The results are applied in other areas such as the environmental impact assessments. That method is more and more important area of discipline of traffic engineering and transportation planning and often has been requested by the contracting authority and project evaluators and intentions. The company EDIP in relation to the project of sustainable mobility plans of Pilsen has addressed the modelling impact of the proposed projects forward-looking scenario on the individual and public transport. The presentation is dealing with the practical application of transport model to address the problems of urban sustainable mobility in Pilsen.



# Management mobility a jeho role v městském plánování

Radomíra Jordová, Hana Brůhová-Foltýnová

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Wellnerova 3, 779 00 Olomouc

e-mail: radomira.jordova@cdiv.cz

## Abstrakt

Města kladou čím dál větší důraz na úsporu energií, udržitelnější způsob života a vyšší kvalitu života. Doprava může velkým dílem přispět ke splnění těchto cílů a k zajištění přitažlivosti našich měst, jako míst, kde stojí za to žít – dnes i v budoucnu. Management mobility lze v širším pojetí chápat jako soubor metod a opatření, které jsou využívány pro plánování a realizaci udržitelné mobility. V užším, původním smyslu management mobility pracuje především s poptávkou po dopravě a jeho primárním cílem je ovlivnění dopravního chování, a tím i dělby přepravní práce (modal splitu).

Mnoho zemí stále zápasí s definicí managementu mobility a jeho překladem do svých jazyků. Některé země zavádějí jiný pojem: plánování cest, chytré cestování, udržitelná mobilita nebo čistá/zelená doprava. A díky tomu, že propojuje dopravu především s otázkami životního prostředí, územního plánování a zdraví, často bývá v kompetenci čtyř až pěti různých ministerstev, podle toho, v které zemi. To zároveň ukazuje velký integrační potenciál managementu mobility.

V podmínkách ČR už jsme se mohli setkat s českým ekvivalentem managementu mobility: řízením poptávky po dopravě nebo zkráceně řízením mobility. Kde tedy začít, pokud s managementem mobility (MM) ještě nemáme zkušenost?

Pro pilotní projekt jsou ideálními cíli školy a firmy, protože se podílí až 60 % na každodenních cestách. Cesty zaměstnanců, školních dětí a studentů se zpravidla odehrávají každý den po stejné trase a ve stejnou hodinu, a je tedy celkem jednoduché dosáhnout změny dopravního prostředku. Tyto instituce navíc mohou jednoduše oslovit všechny členy svojí komunity - zaměstnance, žáky, studenty. Ze všech těchto důvodů je pro města zásadní, asi i nejlepší způsob jak přitáhnout do projektu místní subjekty, ukázat jim dobrý příklad. Tak proč nezačít přímo se zaměstnanci městského úřadu? Město bude lépe propagovat opatření MM na svém území, pokud s ním samo bude mít dobré zkušenosti: např. zavedení sdílených jízd autem (car-pooling), zavedení služebních jízdničních kol pro pracovní cesty, využití elektromobilů apod.

Předmětem MM je změna postoju lidí ve prospěch udržitelné mobility a zdravého životního prostředí. Hlavními využívanými nástroji jsou kampaně, služby center mobility (propagace udržitelných druhů dopravy, nabídka služeb MHD, cyklistických a pěších tras, poradenství v plánování osobních cest apod.), organizace kyvadlové dopravy při velkých akcích (např. fotbalové zápasy, velké koncerty), projekty cílené na změnu dopravního chování u velkých subjektů (podniky, nemocnice, univerzity), metody parkovací politiky, zpoplatnění vjezdu do některých částí města apod. Velmi účinná jsou pak opatření MM, která jsou viditelná v uličním prostoru: zvyšují povědomí obyvatel o tématu udržitelné mobility a ukazují výsledky dobrého plánování. Celou škálu možností a opatření je nutné kvalitně koordinovat, proto také celá řada měst zavádí funkci „manažera mobility“, který má na starosti také komunikaci s partnery, sponzory apod.

První zkušenosti lze sbírat pomocí jednoduchých opatření, která budou zároveň dobrým „marketingem“ udržitelné mobility přímo v ulicích (kampaně ve stylu „living streets“, cyklostojany, panely s informacemi o MHD v reálném čase apod.) budou tyto myšlenky rychle šířit. V jistém okamžiku by se však MM měl stát jednou ze zásadních

částí integrované dopravní politiky, ideálně Plánu udržitelné městské mobility (SUMP). Prezentace přinese ukázky dobrých příkladů takovýchto koncepcí.

Cíle MM a SUMP se prakticky shodují. Stejně jako SUMP také MM podporuje:

- Participativní přístup (aktivní účast všech dotčených stran);
- udržitelnost v oblastech kvalitního životního prostředí, sociální spravedlnosti a hospodářského rozvoje;
- integrace oblastí politiky;
- jasné, měřitelné cíle a jasné hodnotící plány;
- hodnoty za vynaložené investice.

V procesu tvorby SUMP je třeba začít vizí města, která bere v úvahu specifika daného města a jeho dopravní situace. Ale vše se točí (mělo by) kolem ústřední otázky: jak zajistit a zlepšit kvalitu života občanů a návštěvníků. Vize klade velký důraz na rovnováhu mezi ekonomickými, ekologickými a sociálními otázkami, a to v otevřeném plánovacím procesu, který je založen na konsenzu.

Plány udržitelné městské mobility jsou zaměřené na lidi, ale rovněž jsou lidmi tvořeny. Ve srovnání s tradičním dopravním plánováním SUMP vyžaduje další dovednosti, které mohou překročit kapacity zaměstnanců úřadů. Vyžaduje to také nový způsob myšlení, propojení tradičně rozdělených agend jednotlivých odborů na městských úřadech i koordinaci samotných politických oblastí. Je nutné, aby úředníci, místní politici a další dotčené strany dospěli k jednotnému postoji, aby mohli společně podpořit vizi pro město. Pro účely SUMP často spolupracují odbor rozvoje s jinými odbory, jako je doprava, územní plánování, školství a vzdělávání, zdravotnictví, sociální péče. Společně pak tvoří podklady spolu se zpracovatelem plánu a provádí veřejnost a další partnery celým plánovacím procesem. Podrobnější postup lze nahlédnout v Metodice pro přípravu plánů udržitelné mobility měst České republiky (CDV, Jordová et al., 2015).

Plán mobility obsahuje čtyři hlavní nosné části – analytickou, návrhovou, akční plán a monitorování/evaluaci. Každá z nich přináší zásadní informace a řešení – od analýzy současného a budoucího stavu mobility až po mix různých druhů opatření: infrastruktura, regulace a efektivní organizace, osvěta, dopravní služby atd. Management mobility v tomto pojetí tedy přináší systematické řešení na úrovni dopravní politiky, infrastrukturních projektů i optimálního složení dělby přepravní práce.

# Faktory ovlivňující ochotu jezdit na kole nebo autem ve smíšeném dopravním proudu

Igor Mikolášek<sup>1</sup>, Sigal Kaplan<sup>2</sup>, Kira Hyldekær Janstrup<sup>2</sup>, Carlo Giacomo Prato<sup>3</sup>,  
Hana Brůhová-Foltýnová<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakulta stavební VUT, Veveří 95, 602 00 Brno

<sup>2</sup>Technical University of Denmark, Anker Engelds Vej 1, 2800 Kgs. Lyngby

<sup>3</sup>University of Queensland, St Lucia QLD 4072

<sup>4</sup>Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: igormikolasek@seznam.cz

## Abstrakt

Předkládaný článek se věnuje analýze faktorů ovlivňujících ochotu jezdit na kole nebo automobilem ve smíšeném dopravním proudu. Na základě teorie plánovaného chování (TPB) byl vytvořen dotazník k identifikaci faktorů ovlivňujících ochotu řídit auto nebo jezdit na kole ve smíšené dopravě. Data od 971 respondentů byla zpracována pomocí strukturálních rovnic (SEM) tak, aby byly nalezeny modely s nejlepší shodou pro ochotu sdílet ulice z pohledu jak řidiče, tak cyklisty. Kontrolovány byly některé socio-ekonomické veličiny, přepravní návyky, zkušenosti s jízdou na kole a další proměnné. Výsledky analýz ukazují, že strach je pro cyklisty zdaleka nejvýznamnějším zdrojem neochoty pohybovat se ve smíšeném dopravním proudu. U motoristů má také největší vliv, ale velmi významný je také pocit neukázněného chování cyklistů. Pro obě skupiny je také důležitý názor na cyklistiku jako celek a nepřímo, skrze vliv na jiné faktory, také vnímání cyklistické tradice.

## 1. Úvod

Navzdory podpoře rozvoje cyklistické infrastruktury je její rozvoj limitován časovou náročností a prostorovými a finančními omezeními. Navíc stát i místní samosprávy preferují jednodušší a levnější opatření, např. v podobě cyklopruhů [1], které nevytvářejí dostatečnou separaci cyklistů od motorových vozidel. Cyklistická infrastruktura ve městech v ČR tak nedosahuje potřebné kontinuity a kvality a cyklisté a motoristé jsou často nuceni sdílet ulice a pohybovat se ve smíšeném dopravním proudu.

Tento fakt zavdává důvod pro výzkum cyklistiky ve smíšené dopravě a problémů s tím spojených. V literatuře existuje mnoho prací zabývajících se frekvencí a následky dopravních nehod cyklistů např. [2; 3; 4; 5; 6; 7]. Literatura také mapuje problémy odrazující od jízdy na kole. Strach z jízdy na kole, zejména ve smíšené dopravě, je v mnoha člancích prezentován jako možná nejvýznamnější problém [8; 9; 10; 11; 12] a jeho význam roste u nezkušených cyklistů [8,12], kteří tvoří většinu potenciálu pro zvyšování počtu cyklistů.

Dalším problémem je šikana ze strany řidičů motorových vozidel, kdy cyklisté nemají dostatek respektu a nejsou na ulicích vítáni [13; 11; 14; 15; 16]. Kaplan a Prato [16] identifikovali jako důvod nevraživosti ze strany řidičů obavy ze sražení cyklistů, kteří ne vždy respektují pravidla a neumí se po ulicích pohybovat, a neochotu se dělit o uliční prostor. Daley a Rissel [17] dále uvádí mnohé další negativní stereotypy – cyklisté riskují, cyklisté jsou „zelení“ či „elity“ a využívání kola k přepravě je necyklisty vnímáno jako zvláštní až šílené či „hard-core“.



Jízda na kole po chodníku je často navrhována jako řešení a je také některými cyklisty využívána jako úniková strategie před strachem z jízdy po ulicích. Cyklisté však oddělení od chodců vnímají pozitivně [8]) a také cyklisté nejsou na chodnících chodci vítáni [13; 17]. Jízda po chodníku je navíc v mnoha zemích, včetně České Republiky, zakázána.

Další uváděné problémy jako špatné počasí, kopcovitý terén, nedostatečná fyzická kondice nebo údržba kola jsou těžko ovlivnitelné strategickými a politickými rozhodnutími, nesouvisí se sdílením ulic, a proto nejsou pro tuto studii tolik relevantní.

Tato studie využívá nálezů v existující literatuře a klade si za cíl potvrzení a kvantifikaci problémů vnímaných nejen cyklisty, ale i motoristy, kteří jsou často opomíjeni, ve vztahu ke sdílení ulic.

## 2. Metodologie

Hypotéza, kterou jsme testovali, byla založena na teorii plánovaného chování (TPB), která spojuje postoje a názory, vnímané společenské normy a vnímané obtíže s chováním nebo úmysly k určitému chování [18]. Na základě literatury jsme identifikovali celkem sedm faktorů jako potenciálně ovlivňujících ochotu sdílet ulice. Ty byly zahrnuty v dotazníku, každý nejméně pěti otázkami: názor na cyklistiku obecně, názor na sdílení ulic mezi cyklisty a motoristy, názor na chování cyklistů, vnímání cyklistické tradice, vnímání společenské normy ohledně sdílení ulic, strach ze sdílení ulic a vnímání nedostatku zkušeností lidí se sdílením ulic.

TPB otázky jsme doplnili otázkami na charakteristiky respondentů. Také bylo doplněno několik otázek zaměřených na vnímané problémy s přepravou na kole, zjištění cyklistického potenciálu a preference využívání veřejných prostor.

K samotným analýzám jsme využili explorační faktorovou analýzu (EFA) za účelem odhadu počtu faktorů (byla provedena v programu SPSS). Dále jsme využili konfirmační faktorovou analýzu (CFA) a modelování pomocí strukturálních rovnic (SEM) v programu MPlus za účelem nalezení modelu s nejlepší shodou v rámci omezení daných teorií.

Model sestává z měřících rovnic spojujících jednotlivé latentní konstrukty (faktory) s pozorovanými indikátory (otázkami) a strukturálních rovnic spojujících charakteristiky respondentů s faktory a dále faktory s ochotou sdílet ulice. Identifikovali celkem čtyři modely, jeden pro každý z následujících scénářů sdílení ulice – jako řidič/cyklista na významné/méně významné městské komunikaci.

## 3. Data

Elektronický dotazník byl distribuován v ČR pomocí sociálních sítí, webových diskusních fór zaměřených na cyklisty a motoristy a síť CIVINET ČR a SR, z.s. Celkem jsme získali 971 kompletně vyplněných dotazníků. Charakteristiky respondentů jsou uvedeny v tabulce 1.

Frekvence využívání aut a jízdních kol spolu s podílem pouze 13,08 % přiznaných necyklistů poukazují na vyšší podíl respondentů-cyklistů, než by odpovídalo skutečnému poměru v populaci. Další nadměrně zastoupenou skupinou jsou muži (70 %) a vysokoškolsky vzdělaní lidé (60 %). Získaný vzorek populace není reprezentativní, hlavní náplň studie, tedy model chování založený na TPB, by to ale nemělo zásadně ovlivnit, protože charakteristiky respondentů jsou v modelu kontrolovány.

Tab. 1. Charakteristiky respondentů použité v modelu

Proměnná	Kategorie (%)				
	Muž	Žena			
Pohlaví	70,44	29,56			
Věk	<b>15-24</b>	<b>26-34</b>	<b>35-44</b>	<b>45-54</b>	<b>55+</b>
	14,11	37,59	26,47	14,21	7,62
Domácnost	<b>S partnerem</b>	<b>S dítětem</b>	<b>S oběma</b>	<b>Jiné</b>	
	29,35	4,12	36,35	30,18	
Pracovní status	<b>Pouze studuje</b>	<b>Pracuje a současně studuje</b>	<b>Pouze pracuje</b>	<b>Ani nepracuje, ani nestuduje</b>	
	7,52	14,83	74,46	3,19	
Vzdělání	<b>Základní</b>	<b>Střední</b>	<b>Střední s maturitou</b>	<b>Vyšší odborné</b>	<b>Univerzitní</b>
	1,24	5,36	30,38	3,50	59,53
Charakter zástavby	<b>Městský</b>	<b>Příměstský / maloměstský</b>	<b>Venkovský</b>		
	73,02	17,10	9,89		
Bydliště	<b>Praha</b>	<b>Brno</b>	<b>Olomouc</b>	<b>Jiné krajské či okresní město</b>	<b>Jiné</b>
	15,14	39,96	10,92	18,23	15,76
Počet obyvatel bydliště	<b>Pod 10 000</b>	<b>10 000 - 30 000</b>	<b>30 000 - 50 000</b>	<b>50 000 - 100 000</b>	<b>Nad 100 000</b>
	10,35	6,90	4,22	8,24	65,29
Používání jízdního kola	<b>Doprava</b>	<b>Rekreace / sport</b>	<b>Obojí</b>	<b>Nejezdí na kole</b>	
	10,81	40,06	36,05	13,08	
Doba jízdy na kole (týdně)	<b>0-1 hodina</b>	<b>1-3 hodiny</b>	<b>3-5 hodin</b>	<b>5-10 hodin</b>	<b>Nad 10 hodin</b>
	33,37	15,76	21,94	19,26	9,68
Účastník (téměř) nehody kolo-auto	<b>Ano, jako cyklista</b>	<b>Ano, jako řidič</b>	<b>Ne</b>		
	32,54	16,07	56,54		
Jezdil/a v dětství na kole	<b>Ano</b>	<b>Ne</b>			
	95,78	4,22			

Otázky na preferenci využití prostoru vyjadřují zejména názor cyklistů zkraslený směrem k oddělené infrastruktuře, naopak u otázek na vnímané problémy lze očekávat, že necyklisté, lidé teprve zvažující využívání kola a nezkušení cyklisté by ještě ve větší míře uváděli nedostatečnou a nekvalitní infrastrukturu. Je totiž známo, že tyto skupiny jsou na oddělení od motorové dopravy výrazně citlivější než zkušenější cyklisté např. [8, 19].

Tab. 2. Využívání dopravních prostředků pro pravidelné dojíždění (práce, škola, volnočasové aktivity)

Dopravní prostředek	Kategorie (%)				
	Denně	3-4x týdně	1-2x týdně	Občas	Zřídka nebo vůbec
Auto	29,35	14,42	18,02	19,67	18,54
MHD	21,94	11,74	12,67	25,33	28,32
Kolo	15,24	19,05	16,27	24,20	25,23
Chůze	49,54	12,87	10,92	18,23	8,44

U otázky na preferenci oddělené cykloinfrastruktury nebo parkovacích míst se v případě nízkého počtu cyklistů vyslovilo 57,2 % respondentů pro parkovací místa a 20,9 % pro oddělení cyklistů, ale v případě vysokého počtu cyklistů se naopak

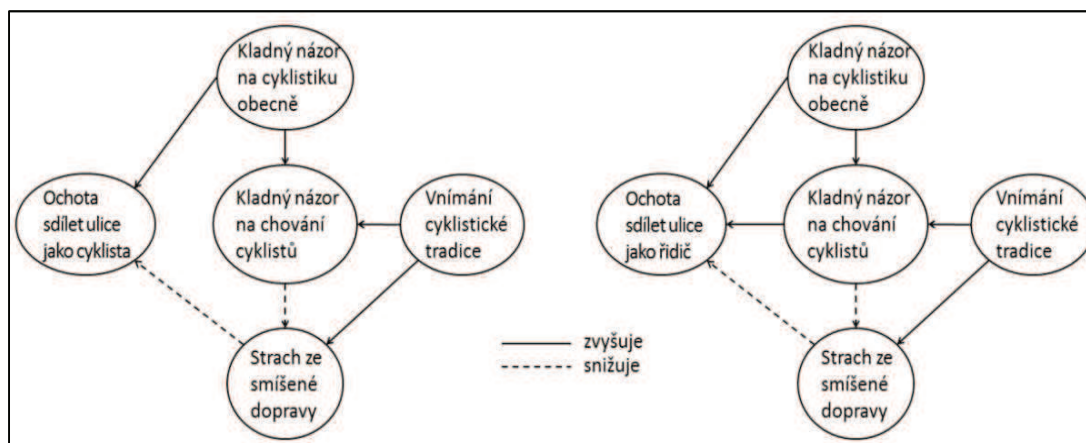
většina respondentů (55,3 %) přiklání k oddělení cyklistů a jen 29,1 % trvá na zachování parkovacích míst.

Zajímavé jsou důvody pro nevyužívání jízdního kola pro pravidelné cesty. Nejčastější problémy odrazující od využívání kola k přepravě jsou právě nedostatek cyklopruhů a cyklostezek (38,4 %), nemožnost se po jízdě osprchovat (37,7 %), strach z jízdy ve smíšené dopravě (36,1 %), nedostatek „cílové“ infrastruktury jako bezpečné parkování, sprchy či skříňky v práci (35,4 %) a nekvalitní či nevhodně uspořádaná infrastruktura (33,1 %). Až s odstupem následují faktory, jako jsou vzdálenost (24,0 %), kopcovitý terén (22,8 %) a konflikty s řidiči a chodci (17,4 %). Ostatní nabízené problémy s výjimkou, že neradi jezdí na kole (7,7 %), uvedlo méně než 5 % respondentů. Vyřešení uvedených problémů by mohlo vést k výrazně častější volbě jízdního kola u těch, kteří ho dosud nevyužívají. Pouze 14,5 % respondentů totiž uvedlo, že by o dojíždění na kole neuvažovalo ani v případě, že by se jím uvedené problémy vyřešily.

#### 4. Výsledky

Pro odhad počtu faktorů byl použit systém hodnocení navržený Ricolfim (1992). Počet faktorů byl odhadnut na pět, nicméně později bylo nutné snížit jejich počet v modelu na čtyři, protože zvolený model v podobě navržené EFA nebylo možné při CFA a SEM analýze spustit. Při tom došlo k vypuštění otázek z páteho faktoru a několika dalších z důvodu jejich špatné formulace či nízkého loadingu na zbylé faktory, což snižovalo shodu modelu. Míra vnitřní konzistence byla znovu spočítána na novém čtyřfaktorovém modelu s následujícími výsledky: Cronbachova alfa 0,798, determinant korelační matice 6,64E-9 a KMO 0,936. Míra shody modelu byla určována primárně pomocí RMSEA a CFI (výsledný model: 0,053 a 0,851).

Obr. 1. Strukturální model faktorů ovlivňujících ochotu sdílet ulice jako cyklista/motorista



Tab. 3. Strukturální rovnice vztahů latentních faktorů a ochoty sdílet ulice jako cyklista na více/méně významné městské komunikaci.

Závislá proměnná	Vysvětlující proměnná	Odhad parametru	Poměr odhadu a jeho střední chyby
Ochota sdílet ulice jako cyklista	Strach ze sdílení ulic	-0,633/-0,811	-11,266/-15,399
	Kladný názor na cyklistiku	0,143/0,150	3,139/3,663
Kladný názor na chování cyklistů	Kladný názor na cyklistiku	0,400/0,401	12,324/12,332
	Vnímání cyklistické tradice	0,297/0,295	9,233/9,179
Strach ze sdílení ulic	Kladný názor na chování cyklistů	-0,508/-0,506	-14,982/-15,054
	Vnímání cyklistické tradice	0,041/0,035	1,482/1,277

Celkem byly identifikovány čtyři modely pro různé dotazované situace – jako cyklista/motorista na více/méně významné městské komunikaci. Jejich odhady jsou však ve většině případů téměř shodné a jejich struktura je až na pár nevýznamných výjimek shodná. Jedinou, avšak důležitou, výjimkou je fakt, že pro motoristy je velmi významným faktorem chování cyklistů, zatímco pro cyklisty má vliv pouze nepřímo skrze jiné faktory. Z tohoto důvodu jsou uvedeny zvláště pouze odhady pro strukturální model faktorů (tab. 3 a 4), kde je zmiňovaný významný rozdíl mezi cyklisty a motoristy, menší rozdíly v míře vlivu některých faktorů lze pozorovat i mezi různě významnými komunikacemi. V tab. 5. uvádějící vliv charakteristik respondentů na jednotlivé faktory jsou uvedeny pouze rozsahy hodnot u jednotlivých modelů. Pro zachování proměnné v modelu byla zvolena hladina významnosti 0,8, tab. 5 však ty nejméně významné vynechává.

Tab. 4. Strukturální rovnice vztahů latentních faktorů a ochoty sdílet ulice jako řidič na více/méně významné městské komunikaci.

Závislá proměnná	Vysvětlující proměnná	Odhad parametru	Poměr odhadu a jeho střední chyby
Ochota sdílet ulice jako řidič	Strach ze sdílení ulic	0,360/0,419	4,940/9,088
	Kladný názor na cyklistiku	-0,400/-0,487	-6,438/-11,728
	Kladný názor na chování cyklistů	0,198/0,111	3,471/2,972
Kladný názor na chování cyklistů	Kladný názor na cyklistiku	0,403/0,407	12,398/12,442
	Vnímání cyklistické tradice	0,297/0,299	9,119/9,180
Strach ze sdílení ulic	Kladný názor na chování cyklistů	-0,502/-0,501	-14,967/-15,041
	Vnímání cyklistické tradice	0,037/0,036	1,335/1,299

Poměr odhadu a střední chyby odhadu je z-skórem spolehlivosti odhadu udávajícím pravděpodobnost, že je daný parametr nenulový, a tedy daná proměnná má vliv. Všechny faktory v modelu mají vliv s pravděpodobností nad 99 % kromě slabého vlivu cyklistické tradice na strach ze sdílení s pravděpodobností 80-90 %.

Ukazuje se, že strach je nejvýznamnějším faktorem odrazujícím jak cyklisty, tak motoristy od sdílení ulic. U cyklistů je mnohem významnější než všechny ostatní faktory, u motoristů jeho význam klesá a naopak se přidává názor na chování cyklistů. Vztah k cyklistice jako takové je méně významný, ale rozhodně nezanedbatelný. Jednotlivé faktory se také ovlivňují vzájemně.

Tab. 5. Strukturální rovnice charakteristik respondentů a jednotlivých faktorů

Kladný názor na chování cyklistů		
Charakteristika	Odhad parametru	Poměr odhadu a jeho střední chyby
Frekvence využívání automobilu k dopravě	-0,079 – -0,081	-3,877 – -3,998
Frekvence využívání jízdního kola k dopravě	0,080 – 0,084	2,824 – 2,956
Využívání kola pouze k dopravě	0,165 – 0,176	1,467 – 1,547
Využívání kola pouze k rekreaci / sportu	0,254 – 0,275	2,909 – 3,131
Využívání kola k rekreaci / sportu i dopravě	0,262 – 0,279	2,666 – 2,820
Účastník (téměř) nehody auto-kolo jako cyklista	0,099 – 0,105	1,756 – 1,826
Účastník (téměř) nehody auto-kolo jako řidič	-0,370 – -0,377	-5,657 – -5,808
Bydlí s partnerem bez dítěte	0,161 – 0,176	2,566 – 2,776
Strach ze sdílení ulice		
Charakteristika	Odhad parametru	Poměr odhadu a jeho střední chyby
Žije v Olomouci	0,166 – 0,175	1,866 – 2,006

Žije ve městě	-0,186 – -0,195	-1,945 – -2,084
Žije na předměstí / malém městě	-0,154 – -0,165	-1,589 – -1,724
Využívání kola pouze k dopravě	-0,268 – -0,320	-2,623 – -3,129
Využívání kola k rekreaci / sportu i dopravě	-0,118 – -0,173	-1,358 – -1,996
Týdně jezdí na kole 5-10 hodin	-0,244 – -0,254	-2,660 – -2,770
Týdně jezdí na kole přes 10 hodin	-0,341 – -0,360	-3,134 – -3,317
Muž	-0,347 – -0,362	-6,477 – -6,723
Pouze pracuje	-0,283 – -0,337	-1,985 – -2,295
Bydlí s partnerem bez dítěte	0,172 – 0,181	3,093 – 3,252
<b>Kladný názor na cyklistiku</b>		
<b>Charakteristika</b>	<b>Odhad parametru</b>	<b>Poměr odhadu a jeho střední chyby</b>
Frekvence využívání automobilu k dopravě	-0,117 – -0,118	-5,384 – -5,423
Frekvence využívání jízdního kola k dopravě	0,116 – 0,119	3,370 – 3,445
Využívání kola pouze k dopravě	0,519 – 0,534	3,746 – 3,847
Využívání kola pouze k rekreaci / sportu	0,350 – 0,363	3,621 – 3,758
Týdně jezdí na kole 1-3 hodiny	0,265 – 0,269	2,818 – 2,862
Týdně jezdí na kole 3-5 hodin	0,404 – 0,423	4,144 – 4,344
Týdně jezdí na kole 5-10 hodin	0,432 – 0,437	4,082 – 4,132
Týdně jezdí na kole přes 10 hodin	0,537 – 0,554	3,978 – 4,148
Účastník (téměř) nehody auto-kolo jako cyklista	0,174 – 0,179	2,665 – 2,732
Účastník (téměř) nehody auto-kolo jako řidič	-0,331 – -0,348	-4,469 – -4,714
Muž	-0,291 – -0,298	-4,330 – -4,430
Střední škola s maturitou	-0,212 – -0,216	-3,207 – -3,269
Žije s partnerem a dítětem	0,207 – 0,217	2,647 – 2,782
Žije pouze s dítětem	0,315 – 0,328	1,875 – 1,947
<b>Vnímání cyklistické tradice</b>		
<b>Charakteristika</b>	<b>Odhad parametru</b>	<b>Poměr odhadu a jeho střední chyby</b>
Žije v Praze	-0,178 – -0,189	-1,926 – -2,049
Žije v Brně	-0,149 – -0,157	-1,801 – -1,913
Frekvence využívání jízdního kola k dopravě	0,063 – 0,064	1,800 – 1,808
Využívání kola pouze k dopravě	0,382 – 0,398	2,832 – 2,950
Využívání kola pouze k rekreaci / sportu	0,310 – 0,317	3,094 – 3,184
Využívání kola k rekreaci / sportu i dopravě	0,325 – 0,337	2,801 – 2,900
Týdně jezdí na kole 1-3 hodiny	0,173 – 0,178	1,823 – 1,924
Týdně jezdí na kole 3-5 hodin	0,158 – 0,164	1,650 – 1,703
Týdně jezdí na kole 5-10 hodin	0,182 – 0,184	1,698 – 1,716
Jezdil na kole v dětství	0,367 – 0,393	2,644 – 2,972
Účastník (téměř) nehody auto-kolo jako řidič	-0,174 – -0,184	-2,300 – -2,421
Muž	-0,280 – -0,284	-3,959 – -4,020

Vliv charakteristik, jak je shrnutý v tab. 5, je vždy vztažen relativně k ostatním možnostem v dané kategorii (viz tab. 1). Využívání kola pozitivně (ne nutně ve smyslu znaménka parametru) ovlivňuje všechny čtyři faktory. To nemá význam jen pro ochotu sdílet ulice, ale i pro jednotlivé faktory. Zejména pak pro strach ze smíšené dopravy, kdy se potvrzuje, že nezkušení cyklisté potřebují větší oddělení od motorové dopravy. Účast při nehodě jako řidič má negativní efekt, ale jako cyklista má dle modelu paradoxně efekt pozitivní, což je pravděpodobně způsobené tím, že necyklisté nemohou být takové situaci vystaveni a cyklisté mají obecně pozitivnější názory na cyklistiku a chování cyklistů. Muži se oproti ženám bojí ve smíšené dopravě méně, naopak život s partnerem strach zvyšuje. Zajímavé je také slabší

vnímání cyklistické tradice v Praze a Brně. Ta totiž ovlivňuje počty cyklistů díky vlivu společenských norem, motivace dalších cyklistů a zvýšení bezpečnosti díky počtu (safety in numbers) [17; 20; 21; 10].

## 5. Závěry a diskuze

Obavy o bezpečnost u cyklistů a ze sražení cyklisty u motoristů jsou nejvýznamnější překážkou sdílení ulic mezi těmito účastníky silničního provozu. U motoristů jsou obavy podpořeny negativním vnímáním chování cyklistů, kteří mnohdy nedodržují předpisy a chovají se nepředvídatelně, a tím zvyšují riziko nehody. Oddělení cyklistů od motorových vozidel by tedy mohlo přinést významný nárůst počtu cyklistů. Zároveň s tím by bylo vhodné zaměřit kampaně na výchovu cyklistů, a tím zvýšit jejich bezpečnost a také zlepšit jejich přijetí na ulicích ze strany motoristů.

Většina respondentů vnímá cyklistiku pozitivně, což je dobré znamení pro města, která cílí na zvýšení přepravního podílu cyklistů, spolu s tím, že pouze 14,5 % respondentů by o kole jako přepravním prostředku neuvažovalo, ani kdyby se odstranily vnímané překážky.

Naopak významným problémem je fakt, že mnoho respondentů má pocit nedostatečné a nekvalitní infrastruktury, jejich podíl je ještě vyšší u nezkušených a potenciálních cyklistů. To opět dává argument pro podporu financování cyklistické infrastruktury, zejména s důrazem na oblasti křižovatek, které jsou místem většiny nehod cyklistů, částečně kvůli nevhodným pravidlům a provedení [9; 10; 22].

Nedostatkem této studie je nereprezentativní, na druhou stranu však velký, vzorek respondentů, jenž by však neměl významně ovlivnit hlavní výzkumnou otázku, tedy hledání faktorů ovlivňujících ochotu sdílet ulice. Dalším limitem je počet zahrnutých faktorů, který byl omezen délkou dotazníku. Nezahrnuli jsme tak do analýzy například styl řízení a další.

## Literatura

- [1] VLÁDA ČR (2013). Národní strategie rozvoje cyklistické dopravy České Republiky pro léta 2013-2020. Praha, 22. Května 2013.
- [2] LEE J., MANNERING F., (1999). Analysis of roadside accident frequency and severity and roadside safety management. *Washington State Transportation Centre*.
- [3] REYNOLDS, C.C., et al. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health*, 8, 47.
- [4] BÍL, M., BÍLOVÁ, M., MÜLLER, I. (2010). Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 1632–1636.
- [5] CHEN, L., et al. (2012). Evaluating the Safety Effects of Bicycle Lanes in New York City. *American Journal of Public Health*, 102, 6.
- [6] BOUFOUS S., et al. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 49, 404 – 409.
- [7] KAPLAN, S., VAVATSOULAS, K., PRATO, C. G. (2014). Aggravating and mitigating factors associated with cyclist injury severity in Denmark. *Journal of Safety Research*, 50, 75-82.
- [8] DALEY, M., RISSEL, C., LLOYD, B. (2007). All dressed up and nowhere to go? A qualitative research study of the barriers and enablers to cycling in inner Sydney. *Road & Transport Research*, 16, 4, 42-52.
- [9] CHATAWAY, E. S., et al (2014). Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. *Transportation Research Part F*, 23, 32–43.
- [10] KAPLAN S., PRATO C. G (2015). A spatial analysis of land use and network effects on frequency and severity of cyclist-motorist crashes in the Copenhagen region. *Traffic Injury Prevention*, 16, 7, 724-731.

- [11] O'CONNOR J. P., BROWN T. D. (2010). Riding with the sharks: Serious leisure cyclist's perceptions of sharing the road with motorists. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 53–58.
- [12] RONDINELLA G., FERNÁNDEZ-HEREDIA A., MONZÓN A. (2012). Analysis of perceptions of utilitarian cycling by level of user experience. *TRB 2012: 91st Annual Meeting of the Transportation Research Board*.
- [13] JOSHI, M. S., SENIOR, V., SMITH, G. P. (2001). A diary study of the risk perceptions of road users. *Health, Risk & Society*, 3, 3, 261-279
- [14] HEESCH, K. C., SAHLQVIST, S., GARRARD, J. (2011). Cyclists' experiences of harassment from motorists: findings from a survey of cyclists in Queensland, Australia. *Preventive Medicine*, 53, 417-420
- [15] LAWSON, A. R., et al. (2012). Perception of safety of cyclists in Dublin City. *Accident Analysis and Prevention*.
- [16] KAPLAN S., PRATO C. G (2016). “Them or Us”: Perceptions, cognitions, emotions, and overt behavior associated with cyclists and motorists sharing the road. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10, 3, 193-200.
- [17] DALEY, M., RISSEL, C. (2011). Perspectives and images of cycling as a barrier or facilitator of cycling. *Transport Policy*, 18, 211–216.
- [18] AJZEN, I. (1991) Theory of planned behaviour. *Organizational behaviour and human decision processes*, 50, 179-211.
- [19] GATERSLEBEN, B., APPELTON, K. M. (2007) Contemplating cycling to work: Attitudes and perceptions in different stages of change. *Transportation Research Part A*, 41, 302–312.
- [20] FISHMAN, E., WASHINGTON, S., HAWORTH, N. (2012). Barriers and facilitators to public bicycle scheme use: A qualitative approach. *Transportation Research Part F*, 15, 686-698.
- [21] JACOBSEN P. L. (2015). Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Injury Prevention*, 21, 271–275
- [22] SKLÁDANÝ P. (2008). Jak pomoci rozvoji cyklistické dopravy v České republice? *Dopravní Inženýrství*, 3, 1, 18-21.

## Factors affecting willingness to cycle or drive in mixed traffic

Igor Mikolášek<sup>1</sup>, Sigal Kaplan<sup>2</sup>, Kira Hyldekær Janstrup<sup>2</sup>, Carlo Giacomo Prato<sup>3</sup>, Hana Brůhová-Foltýnová<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Civil Engineering, Brno University of Technology, Veveří 95, 602 00 Brno

<sup>2</sup>Technical University of Denmark, Anker Engelunds Vej 1, 2800 Kgs. Lyngby

<sup>3</sup>University of Queensland, St Lucia QLD 4072

<sup>4</sup>Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno

e-mail: igormikolasek@seznam.cz

### Abstract

This study uses custom questionnaire based on the theory of planned behaviour to identify factors affecting willingness to share roads among cyclists and motorists. The data were processed using structural equation modelling and the best-fitting model within the theory limitations was estimated for both cyclists and motorists. Socio-econometric variables, transport habits, cycling experience and other variables were controlled for. For cyclists, the fear of sharing the roads is the most important issue for sharing the roads. For motorist it is also the most important, but perception of cyclist's behaviour is also very important. For both, perception of cycling is also significant, albeit with less magnitude. Perception of cycling tradition is significant but only indirectly.

# Iniciativa „Město s dobrou adresou“ pomáhá městům

Jaroslav Martinek

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

*Wellnerova 3, 779 00 Olomouc*

e-mail: jaroslav.martinek@cdv.cz

## Abstrakt

Počet automobilů v České republice roste. Podle údajů Ministerstva dopravy ČR již v roce 2015 připadlo 485 automobilů na 1 000 obyvatel. To s sebou přináší stále více problémů v oblasti dopravy, územního plánování a znečištění měst. V odborných kruzích má pomoci městům vyřešit tento problém zpracování plánu udržitelné městské mobility, ale dosavadní zkušenosti mezi politiky, úředníky a veřejností vzbuzují spíše rozpaky nad jeho smyslem, než porozumění. Značka Město s dobrou adresou chce pomoci změnit tento pohled, chce vyzdvihnout jeho přednosti a podtrhnout význam kvalitního řešení městské mobility, veřejného prostoru a dopravy. Značka ale kromě doporučených postupů při realizaci integrovaného městského plánování více prohlubuje principy komunikační strategie a vychází ze struktury právě připravovaného vládního strategického dokumentu „Česká republika 2030“. Pracuje přitom s předpokladem, že pokud budou principy daného dokumentu naplněny, pak ve městech bude podpořena integrovaná městská doprava, jejímž základem jsou potřeby nás lidí. Všichni přeci chodíme pěšky, jezdíme na kole, jezdíme veřejnou dopravou a rádi také využíváme auta.

## 1. O značce „Město s dobrou adresou“ a o její historii

Značka Město s dobrou adresou (dále jen „MSDA“ – [www.dobramesta.cz](http://www.dobramesta.cz)) přichází s myšlenkou sdružení odborných organizací, které mohou navrhovat postupy při řešení problémů s mobilitou a utvářením veřejného prostoru pro lidi. Zahrnuje v sobě vytváření vzdělávacích nástrojů, iniciování legislativních, finančních a organizačních změn, které pomohou řešit komplexně problémy měst a zakomponovat nové trendy ve strategickém plánování infrastruktury měst.

Původní myšlenka pro vznik této značky vyšla ze stejnojmenné dánské putovní výstavy, díky níž se daří v České republice vyvolávat veřejnou diskusi na téma kvality života v českých městech, a to v souvislosti s mobilitou a vytvářením veřejného prostoru. Výstava byla představena v dubnu 2015 a od té doby navštívila několik českých měst. Kromě Olomouce, kde její putování započalo, se s ní mohli zájemci setkat například v Šumperku, Brně, Zlíně, Plzni, Českých Budějovicích, Břeclavi, nebo v Kolíně.

Samotná platforma MSDA vznikala více než rok a první setkání partnerů proběhlo na konferenci v Olomouci v dubnu 2015. Kromě výstavy, jež byla České republice zapůjčena dánským velvyslanectvím, se inspirací stala také německá iniciativa The German Partnership for Sustainable Mobility (GPSM). GPSM podporuje komplexní realizaci opatření v oblasti udržitelné mobility a zelené logistiky. Ve spolupráci s různými subjekty na pozadí ekonomiky, vědy a společnosti se snaží prozkoumat a připravit pro realizaci široké spektrum možných koncepcí, opatření a technologických řešení pro dopravní sektor.



Vyvrcholením akcí a seminářů v České republice se stala tisková konference v Praze dne 21. 7. 2016, kde byla představena výzva „Za pět minut dvanáct“. Tato výzva je spojena s vytvořením inspirativní sítě propojující partnery ze státní správy a samosprávy, odborných organizací, komerčních subjektů, komunit a sdružení, které se navzájem mohou obohacovat o odborné znalosti. Na této výzvě se podílelo také Ministerstvo dopravy a Ministerstvo životního prostředí. Mezi iniciátory jsou mimo jiné zakládající partneři Města s dobrou adresou – Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Asociace měst pro cyklisty, Svaz měst a obcí ČR, Česká parkovací asociace, Svaz cestujících ve veřejné dopravě, Univerzita Palackého v Olomouci a k výzvě se přidali také Tým silniční bezpečnosti, CIVINET Česká a Slovenská republika a společnost Smart Cities Media. Cílem je ale dále rozšiřovat danou síť.

Iniciativa MSDA tak vytvoří spolehlivou a inspirativní síť, která nabídne přístup jak k odborným znalostem, tak k formátům networkingu. Značka má sloužit jako průvodce v oblasti udržitelné mobility a vodítko pro řešení, jako platforma pro výměnu poznatků, zkušeností a odborných znalostí.

Základní informace o značce MSDA jsou dostupné na <http://www.dobramesta.cz/o-znacce/>.

## 2. Plán udržitelné městské mobility a MSDA

Města pocítují stále více problémů s dopravou a mobilitou. Problém má pomoci vyřešit zpracování plánu udržitelné městské mobility, pro jehož přípravu platí přesný postup a zákonitost. V českých podmínkách je pro plány mobility zpracováno několik metodik a tématu se věnuje řada odborných publikací. Většina politiků i úředníků se zatím ovšem k plánu udržitelné městské mobility staví velmi rezervovaně a výjimkou nejsou ani následující reakce: „*Jak bezbolestně splníme požadavky? Nějak se tím prostě protlučeme?!*“ Zatím je málo lidí, kteří chtějí ovlivnit rozvoj města v souladu s požadovanými cíli na základě analýz, využití metodik, vědeckých metod, záměry orientované na hodnoty jsou jen zřídka komunikované a sdílené v jednotlivých institucích, natož pak v rámci celé veřejnosti. Proces učení, získávání zkušeností a poznatků je zatím určen jen pro „zasvěcené“, ostatní zaměstnanci na úřadě o daném plánu většinou neví a nerozumí mu. Tím pádem vznikají konflikty, které je třeba řešit, hledat konsenzus, nacházet kompromisy, zvažovat pro a proti.

S tímto vědomím právě vznikla značka MSDA (viz kapitola 1), která chce pomoci přiblížit význam takého plánu pro celou veřejnost. Značka MSDA je tak prioritně postavena na rozšíření odborných poznatků, a to díky úzké spolupráci s Technickou univerzitou v Drážďanech a s městem Lipsko, které často pracuje s termínem „dobrá adresa“. Mnohé informace a zkušenosti pak vychází z letní školy udržitelné městské mobility, která proběhla ve dnech 15. - 19. 8. 2016 v Lipsku. Zdrojem informací je také globální projekt Sustainable Urban Transport Project (SUTP; Projekt udržitelné městské dopravy), který šíří informace týkající se udržitelné městské mobility; konkrétně jde o příklady dobré praxe, politické poradenství a budování kapacit ([www.sutp.org](http://www.sutp.org)). MSDA chce implementovat tyto poznatky do českého prostředí, zaměřit se na vybudování kvalitní databáze českých a zahraničních příkladů a podtrhnout tak význam kvalitního řešení městské mobility, veřejného prostoru a dopravy.

V tomto kontextu značka MSDA zahrnuje (viz kapitoly 3 a 4):

- vytvoření vzdělávacích nástrojů pro budoucí odbornou veřejnost, vzdělanou v oblasti dopravy a mobility; toho dosáhneme vytvořením takových

vysokoškolských oborů, které se budou danou problematikou zabývat a také doplňkovou Akademií městské mobility,

- iniciování legislativních, finančních a organizačních změn, které by pomohly řešit komplexní městskou mobilitu, propojující státní, regionální a místní zájmy,
- přirozené zakomponování všech nových trendů v oblasti plánování dopravy a mobility do strategického plánu města,
- poskytnutí odborných znalostí o městské mobilitě zaměstnancům veřejné správy na všech úrovních, v komerční sféře i mezi veřejností.

Základní témata značky Město s dobrou adresou jsou:

- design ulice - základní komunikační síť, zklidňování dopravy a veřejný prostor,
- veřejná doprava, intermodalita,
- parkovací politika, Park & Ride, Bike & Ride, doprava v klidu,
- pěší a cyklistická doprava,
- rozvoj alternativních pohonů, čistá vozidla,
- Smart Cities – použití inteligentních technologií,
- městská logistika a přeprava zboží,
- Mobility Management, sdílení aut a kol, školní a firemní plány mobility,
- komunikace a kampaně pro odbornou i laickou veřejnost.

Průřezová témata zahrnují:

- územní a hospodářský rozvoj,
- kvalita a dostupnost dopravních služeb a infrastruktury,
- životní prostředí (čistá mobilita),
- zdraví (aktivní mobilita),
- bezpečnost,
- sociální vyváženost a genderovou rovnost.

Značka MSDA se obrací nejen na zástupce samosprávy, klíčovými partnery jsou odborné instituce a sdružení, organizace z oblasti státní správy, ale také neziskové organizace i partneři z oblasti privátního sektoru.

Základní informace o tématech značky Město s dobrou adresou jsou dostupné na <http://www.dobramesta.cz/priklady-z-praxe/> a dále <http://mesto.dobramesta.cz/temata>.

### **3. Komunikační strategie a značka MSDA**

Středem pozornosti značky MSDA je ale město samotné, které nese zodpovědnost za realizaci konkrétních opatření. V kontextu právě vznikajícího strategického dokumentu „Česká republika 2030“ (viz kapitola 4) pak samotný název značky MSDA koresponduje s jeho vizí a klíčovými oblastmi:

- „Město“ představuje zodpovědnost, kterou mají volení zastupitelé za rozvoj svého města, aneb klíčová oblast 6. „Dobré vládnutí“;
- spojení „s dobrou“ představuje soubor „dobrých“ cílů v oblastech jako je hospodářský rozvoj, ekosystémy, rozvoj sídel v českém prostředí;
- „adresou“ je symbolem místa, kde žije člověk, aneb klíčová oblast 1. „Lidé a společnost“.

Město sice na jedné straně potřebuje kvalitní analýzu, data, scénáře, cíle, akční plán, atd. (viz kapitola 2), ale na straně druhé potřebuje mít také kvalitní komunikační strategii, která má pomoci usnadnit zvládnutí komunikační role jak při zpracování samotného plánu, tak se má dotýkat i otázek změny postojů k dopravnímu chování. Komunikační strategie má vždy obsahovat základní odpovědi na otázky z oblasti komunikace:

- PROČ? – úloha komunikace,
- KDO? – komunikátor,
- JAK? – komunikační strategie – analýza zúčastněných stran, identifikace cílových skupin, určení hlavního cíle a volba strategie postupu,
- POMOCÍ ČEHO A KOHO? – doporučené nástroje komunikace (určení komunikačních nástrojů a následně pomocí evalvace navržených řešení),
- KDY? – komunikace v závislosti na etapách projektu (harmonogram),
- ZA KOLIK? – rozpočet na komunikaci.

Značka MSDA pak městům nabízí šablonu takové Komunikační strategie. Nicméně alfou a omegou z pohledu komunikace a marketingové podpory je důležitá osoba tzv. **patrona projektu**, který bude jako oficiální zástupce města plán veřejně představovat a podporovat. Jedná se o důvěryhodnou a dostatečně vlivnou osobu z veřejného sektoru (politik), která nad projektem převezme záštitu a veřejně ho podpoří. Patron projektu představuje velice důležitou postavu, která dává najevo, že plán má podporu zainteresovaných stran. Patron projektu úzce spolupracuje s osobou, která má na starosti celou komunikační strategii projektu – jedná se o tzv. „komunikátora“, neboli odborníka, který je odpovědný za tvorbu a realizaci komunikační strategie projektu. Komunikátorem může být zástupce veřejného sektoru, např. tiskový/á mluvčí nebo externí odborník, či společnost. Jinými slovy, značka MSDA může udělat mnohé, ale bez aktivní spolupráce s městem její informace ztrácejí hodnotu.

Značka MSDA chce ale pomoci usnadnit městům tuto nesnadnou komunikační roli. Za tím účelem byla vytvořena nová dceřiná webová stránka pro města - [www.mesto.dobramesta.cz](http://www.mesto.dobramesta.cz). Města si z této webové aplikace (šablony pro města) mohou vytvořit svou stránku, jako např. [www.olomouc.dobramesta.cz](http://www.olomouc.dobramesta.cz). Každému městu přitom odborný garant CDV nabízí pomoc s její aplikací na místní úrovni. Některá města mohou mít problém se zřízením samostatné webové stránky, neboť musí mít všechny informace pod svým mateřským webem. Pak by odkaz mohl vypadat např. takto: [www.otrokovice/dobramesta](http://www.otrokovice/dobramesta) (jedná se pouze o příklad, odkaz je nefunkční). Nicméně v tomto případě by se musela vytvořit nová administrativa webu, do které by se vkládaly informace.

Nejde ale jen o informace na webu. Prezentace na internetu má smysl jen tehdy, pokud web bude zástupce města dále spravovat, dávat sem aktuální informace a mít za sebou politika (či radu, nebo zastupitelstvo), který ho tímto úkolem také pověří. Má se jednat o nástroj, který má pomoci komunikovat téma udržitelné mobility s veřejností. Web je tedy jen prvním nástrojem. Nyní se připravuje pro města, která uvažují o připojení se k této značce, speciální výukový program, který zahrnuje tyto aktivity:

- Spolupráce na vytvoření stránek „šitých na míru“ danému městu – [www.mesto.dobramesta.cz](http://www.mesto.dobramesta.cz), aneb aplikace získaných poznatků do webového portálu (výsledkem pak bude např. web [www.jihlava.dobramesta.cz](http://www.jihlava.dobramesta.cz),
- místní šetření a diskuse nad stávající situací ve městě,

- akreditované školení „integrované dopravní plánování“ pro koordinátora mobility, případně pro úředníky ostatních odborů,
- akreditované školení „cyklistické a pěší dopravy“ pro koordinátora mobility, případně pro úředníky ostatních odborů,
- beseda s veřejností (případně nad výstavou Město s dobrou adresou),
- konzultace na vytvoření „komunikační“ strategie, šitou městu na míru,
- poradenství k jednotlivým tématům udržitelné městské mobility.
- představení učitelům škol projekty, které mohou zahrnout ve své výuce:
  - Vzdělávání mládeže k udržitelné dopravě - <http://vmud.cz/>
  - Oblékáme Hada Edu - <http://www.trafficsnakegame.eu/czechrepublic/>.

#### **4. Strategie „Česká republika 2030“ a značka MSDA**

Při zpracování plánu udržitelné městské mobility se řeší otázka, JAK se má zpracovat (viz kapitola 2), ale možná se zapomíná na otázku, PROČ se má vůbec realizovat. Náповědou může být právě připravovaný strategický dokument „Česká republika 2030“. Pokud má být plán pro dopravu a mobilitu funkční, pak stejně musí vycházet z tohoto vyššího strategického dokumentu. Důraz je dán na člověka a na jeho potřeby, které souvisí s dopravou a mobilitou. Informace zůstávají, jen jsou jinak strukturované.

Stávající draft strategického dokumentu Česká republika 2030 je výsledkem aktualizace Strategického rámce udržitelného rozvoje z roku 2010. Zadání aktualizace bylo schváleno usnesením vlády ze dne 29. července 2015 č. 622 k agendě udržitelného rozvoje. Draft je výsledkem širokého participativního procesu, který probíhal od září 2015 a byl koordinován Oddělením pro udržitelný rozvoj ÚV ČR. Značka MSDA se pak zaměřila na interpretaci tohoto dokumentu, aby v něm hledala klíčové oblasti propojující člověka s dopravou a mobilitou a které ovlivňují zpracování plánu udržitelné městské mobility. Celkem je jich šest.

##### **4.1. Lidé a společnost**

Doprava a mobilita je prezentována v kontextu subjektivně vnímané životní pohody obyvatel (*well-being*). Pokud má člověk dostatek finančních prostředků, stabilní rodinné zázemí, pak je doprava a mobilita vnímána jen z pohledu různých životních stylů. Kdo je aktivní, přirozeněji si vybírá ke svým denním cestám chůzi a jízdní kolo. Jiný bude preferovat zase osobní automobil. Životní pohoda, způsob dopravy a mobility je ale závislá na řadě dalších faktorů, jako je úbytek pracovních sil, zdraví a další. Nemoci oběhové soustavy v roce 2013 byly hlavním důvodem pro 47 % všech úmrtí. Nemocím lze ale předcházet nejen osobním přístupem, ale i tvorbou veřejného prostoru, které svým způsobem ovlivňuje také náš životní styl. Až 80 % nemocí by šlo předcházet úpravou životního stylu i změnou prostředí, které bude podporovat zdraví. I tyto otázky je třeba reflektovat v otázkách dopravy a mobility. Dále je nutné pracovat s demografickým vývojem, který jednoznačně směřuje ke stárnutí společnosti. Cílem je pak stáří prožít ve zdraví a v životní pohodě, jehož součástí je opět výběr dopravního prostředku.

##### **4.2. Udržitelný hospodářský model**

Hospodářský růst již neodmyslitelně patří do rétoriky naší společnosti. Doprava a mobilita je proto hlavně spojována s ekonomikou a s přepravou zboží a lidí do zaměstnání a škol. Do této oblasti patří i rozvoj technologií a značky Smart Cities,

kteří také zahrnuje otázky dopravy a mobility. Nicméně i tato oblast se snaží reagovat na změny v oblasti klimatických podmínek.

### 4.3. Ekosystémy

Doprava je spojována především s infrastrukturou, betonem a asfaltem. Při návrhu uličního prostoru se pak pracuje s termínem „doprovodná zeleň“. Je třeba si klást otázku, zda to nemá být naopak? Spíše hovořit o doprovodné infrastruktuře a vyzdvihnout roli přírody, zeleně ve městě. Příroda je přeci důležitou součástí každodenního života. Medicínský výzkum v posledních letech zjišťuje, že pobyt v přírodě nebo zeleni vylepšuje psychické i fyzické zdraví. Lidé, kteří mají možnost v ní trávit část svého času, žijí déle, mají lepší náladu, více si pamatují a lépe spolupracují, děti jsou méně nepozorné. Při výběru dopravní cesty ve městě tedy nemusí rozhodovat vždy čas, ale i atraktivita cesty. Dalšími oblastmi této kapitoly je i problematika fragmentace, která snižuje potenciál krajiny pro rekreaci a její propustnost pro pohyb člověka. Současná krajina postrádá spojitou a dostatečně hustou síť místních cest. Součástí komplexních snah o zlepšení stavu krajiny tedy musí být i obnova historických cest, které znovu zpřístupní krajinu člověku.

### 4.4. Udržitelný rozvoj sídel a území

Tato oblast je nejvíce spojena s termíny, které se používají při zpracování plánů udržitelné městské mobility, mezi které patří např. rostoucí prostorová mobilita – suburbanizace, zhoršená veřejná dopravní obsluha, více obyvatel je ohroženo hlukem, dojíždka za prací, do škol (mimo hranice obce), kvalita ovzduší, emise a imise, spolupráce státu, kraje a města, růst významu nestátních aktérů, atd.

Asi nejvýznamnější je pak kapitola Adaptace sídel na klimatické změny, ve které je zcela srozumitelně popsána budoucí vize dopravy a mobility ve městě: *„V návaznosti na rostoucí prostorovou mobilitu se budou postupně odklánět nové dopravní politiky ve městech od jednostranné preference a zvýhodňování individuálního automobilismu a budou brát ohled na širší potřeby obyvatel vyvolané jak demografickými změnami (stárnutí městské populace) tak i měnícím se životním stylem ve městech. Bude docházet k výrazným administrativním restrikcím a zpoplatnění vjezdu a parkování osobních automobilů v některých oblastech měst. Tento trend bude kompenzován rozvojem infrastruktury pro cyklistiku a pěší provoz, sdílením dopravních prostředků a služeb a vytvářením kompaktních, pěšky dostupných sousedství. Základní páteří pro zajištění mobility v regionech bude spolehlivá, energeticky úsporná a nízkoemisní veřejná doprava. Ač bude nadále poskytována jednotlivými dopravci, bude na regionální a později i na národní úrovni integrována do dopravního systému s navzájem provázanými jízdními řády, sjednocenými podmínkami přepravy, vzájemným uznáváním jízdních dokladů, minimalizací přestupních vzdáleností mezi jednotlivými druhy dopravy a jednotným informačním systémem. Zároveň bude propojena s ostatními druhy dopravy systémy jako Bike and Ride, Park and Ride a Kiss and Ride.“*

### 4.5. Česko podporující udržitelný rozvoj v Evropě a ve světě

V roce 2015 na mezinárodní úrovni vyvrcholilo několik dlouhodobých procesů, které vedly k přijetí významných multilaterálních dohod v oblastech spojených s udržitelným rozvojem a globálním rozvojem v širším slova smyslu. Nejvýznamnější pro globální směřování k udržitelnému rozvoji bylo nepochybně přijetí *Cílů udržitelného rozvoje (Sustainable Development Goals, SDGs)*, které jsou součástí

tzv. *Agendy 2030 pro udržitelný rozvoj*. Přijetí Agendy 2030 bylo dosaženo po třech letech vyjednávání, která započala na Konferenci OSN o udržitelném rozvoji, pro kterou se vžil název Rio+20.

Druhým zásadním milníkem pro globální udržitelný rozvoj je klimatická dohoda přijatá v Paříži na 21. zasedání konference Smluvních stran rámcové úmluvy OSN o změně klimatu v prosinci 2015 v Paříži. Jejím cílem je udržet růst průměrné teploty na planetě do konce století pod dvěma stupni Celsia. Obě dohody jsou úzce provázány.

#### **4.6. Dobré vládnutí pro udržitelný rozvoj**

Tato oblast mění pojetí vztahu mezi vládnutím (*governance*) a udržitelným rozvojem, resp. udržitelnou městskou mobilitou. Nově se pracuje s termínem dobrého vládnutí jako jednoho z rozměrů kvality života. Ve všech případech se přitom bere ohled jak na potřebu vládnout dlouhodobě efektivně, tak na potřebu vládnout demokraticky. Právě obojí dohromady je chápáno jako dobré vládnutí (*good governance*). Neexistuje však žádné společné a zároveň přesné vymezení tohoto dobrého vládnutí. Hodnotové ukotvení různých vymezení dobrého vládnutí není příliš reflektováno. Nicméně značka MSDA tyto hodnoty definovala a doporučuje je při zpracování plánu udržitelné městské mobility, který je samozřejmě spojen s otázkou politické vůle, či ochoty řešit danou problematiku. MSDA tak vytváří soubor sedmi hodnot:

- Život v ulicích - mít dostatek prostoru pro zdravý, aktivní a společenský život ve městě.
- Setkávání se - setkávat se s přáteli, známými i neznámými lidmi v rámci veřejného prostoru.
- Bezpečí - mít možnost bezpečně chodit pěšky a jezdit na kole.
- Krása - mít prostor pro relaxaci a estetické zážitky.
- Čisté město - žít ve městě bez větších problémů s dopravními zácpami, hlukem, znečištěním a dalšími zdravotními riziky.
- Dostupnost pro všechny - vždy mít možnost vybrat si kterýkoliv dopravní prostředek, jímž se bezpečně, snadno a včas dostanu, kam budu chtít.
- Dostatečný prostor - mít takovou dopravní infrastrukturu, díky které se naprostá většina z nás dokáže po městě efektivně přepravovat, aniž by přitom trpěl městský prostor, obecná dostupnost či kvalita života.

Proto iniciativa již nyní s městy úzce spolupracuje, v současné době jsou to především města jako Olomouc, Přerov, Kroměříž, Otrokovice, Zlín, Uherské Hradiště, České Budějovice, Jihlava, Opava, Krnov, a zájem o testování projeví také v Uherském Brodě, Rožnově pod Radhoštěm či Valašském Meziříčí. Naplno bude vzdělávací program spuštěn až začátkem roku 2017.

#### **Literatura**

- [1] DOČKALOVÁ, P., Veřejná správa 16/2016, strana 12-13 (kapitola 1).
- [2] Sustainable Urban Transport Project - SUTP; Projekt udržitelné městské dopravy - [www.sutp.org](http://www.sutp.org) (kapitola 2).
- [3] Komunikační strategie PPP projektu, 2011 (kapitola 3).
- [4] Draft strategického dokumentu Česká republika 2030; verze k 18. 7. 2016 (kapitola 4).

- [5] Environment and Human Health. European Environment Agency, Copenhagen 2013 (kapitola 4.3).
- [6] Summit OSN o udržitelném rozvoji v New Yorku, 25. – 27. 9. 2015 (kapitola 4.5)

### **Poděkování**

*Tato práce vznikla jako iniciativa dvou institucí Centra dopravního výzkumu, v.v.i. a Asociace měst pro cyklisty, bez národních a evropských dotací. To samo je zárukou toho, že se nejedná o projekt pro projekt.*

## **The brand City with Good Address is helpful and useful for our towns and cities**

**Jaroslav Martinek**

*Transport Research Centre*

*Wellnerova 3, 779 00 Olomouc*

e-mail: jaroslav.martinek@cdv.cz

### **Abstrakt**

The number of car ownership increases constantly in the Czech Republic. According to the Czech Transport Ministry, 485 cars account for 100.000 persons in 2015, which brings more and more difficulties not only in transport, but, also in spatial planning and urban pollution. From experts, cities are recommended to use Sustainable Urban Mobility Plans to solve those difficulties, but the feelings and experience of politicians, officials and the public in relation to SUMP are closer to confusion than to understanding. City with Good Address is a new brand which will try to change such perception of the SUMP meaning and importance. The brand wants to emphasize advantages and impacts of quality solutions for urban mobility and public space. In addition to delivering the best practices for integrated urban planning the brand deepens communication principles, and also structures necessary information in accordance with the currently processed government strategy document „The Czech Republic 2030“. The brand is based on a simple idea - in case the SUMP principles are fulfilled, the integrated urban mobility which perfectly fits to people's needs will be enhanced in our towns. In fact, everyone sometimes wants to walk, to ride a bike, to take a bus or to use a car.

# POSTERY



# Vliv kongescí na ekonomii a ekologickou stopu individuální automobilové dopravy

Oldřich Hykš, Kristýna Neubergová  
Fakulta dopravní ČVUT  
Na Florenci 25, 110 00 Praha 1  
e-mail:hyks@fd.cvut.cz

## Abstrakt

Příspěvek se zabývá odhadem výše ekonomických a ekologických nákladů při nuceném zpomalení nebo zastavení a následném rozjezdu motorového vozidla v městském provozu a nastiňuje možná řešení vedoucí ke snížení těchto nákladů aktivním řízením dopravy. Náklady řeší z hlediska ztracené kinetické energie vozidla při brzdění, opotřebením jeho součástí, ztráty času posádky a nakonec zvýšené ekologické stopy v prostředí. Energetické náklady jsou odhadovány z účinnosti motoru vozidla, s níž při rozjezdu přeměňuje energii paliva na kinetickou energii vozidla ztracenou při brzdění, a z výhřevnosti a ceny použitého paliva. Náklady plynoucí z opotřebením součástí vozidla jsou odhadovány z jejich průměrné uváděné životnosti.

## 1. Úvod

Individuální automobilová doprava se stala běžnou součástí našeho života. Hojně se diskutuje o jejich negativních dopadech na zdraví i životní prostředí. Tento příspěvek se na individuální automobilovou dopravu, především pak v městském provozu, dívá z trochu jiného úhlu pohledu. Cílem je rozbor ekonomických a s nimi též souvisejících ekologických nákladů při zpomalení či úplném zastavení vozidla. Na tuto problematiku lze pohlížet z mnoha stran. První z nich je hledisko fyzikální, kdy je řešena ztráta kinetické energie vozidla při brzdění. V závislosti na množství spotřebovaných pohonných hmot pak lze také stanovit množství oxidu uhličitého emitovaného do prostředí. Druhou oblastí je vlastní opotřebením vozidla a zanedbatelné nejsou ani časové ztráty.

## 2. Modelové vozidlo

Jako modelové vozidlo pro další výpočty byla vybrána Škoda Octavia, která patří k nejprodávanějším vozům v ČR, a to jak vozidel nových, tak také těch starších v autobazarech. Technické údaje ke zvoleným modelům jsou uvedeny v tabulce 1.:

Tab. 1. Technická specifikace vybraných vozidel

Modelové vozidlo	Škoda Octavia 1.4 MPI/55 kW	Škoda Octavia 1.9 TDI-PD/77 kW
Typ motoru	benzínový zážehový	naftový vznětový
Hmotnost vozidla (při polovičním zatížení)	1560 kg	1650 kg
Součinitel aerodynamického odporu $c_x$	0,30	0,30
Čelní plocha vozidla $S_x$	2,069 m <sup>2</sup>	2,069 m <sup>2</sup>
Zrychlení z 0 na 100 km/h	15,5 s	11,8 s
Účinnost motoru $\eta$	0,32	0,40

Zdroj: [10]

### 3. DYNAMIKA VOZIDLA

Na jedoucí vozidlo působí proti směru, resp. ve směru pohybu následující síly:<sup>1</sup>

Valivý odpor pneumatik:	$O_f = fmg,$
Aerodynamický odpor:	$O_v = \frac{1}{2}\rho c_x S_x v^2,$
Odpor zrychlení rotujících částí vozidla:	$O_z = ma\vartheta,$
Brzdná síla:	$O_B = \mu mgx,$
Hnací síla:	$F_0,$

kde  $f$  značí součinitel valivého odporu,  $m$  hmotnost vozidla,  $g$  tíhové zrychlení,  $\rho$  hustotu vzduchu,  $c_x$  součinitel aerodynamického odporu,  $S_x$  čelní plochu vozidla,  $v$  rychlost vozidla,  $a$  zrychlení vozidla,  $\vartheta$  součinitel odporu zrychlení rotujících částí vozidla,  $\mu$  součinitel adheze,  $x$  intenzitu brzdění vyjádřenou hodnotou z intervalu  $(0,1)$ . Pro naše modelová vozidla je  $f = 0,015$ ,  $m = 1560$  kg, resp.  $m = 1650$  kg,  $c_x = 0,30$ ,  $S_x = 2,069$  m<sup>2</sup>,  $\vartheta = 1,04$  až  $1,7$ . Dále klademe  $g = 9,81$  ms<sup>-2</sup>,  $\rho = 1,25$  kgm<sup>-3</sup>,  $\mu = 0,8$  (pro asfalt).

#### 3.1. Rovnoměrný pohyb vozidla s konstantní rychlostí

Podle prvního Newtonova pohybového zákona musí být součet působících sil roven nule, proto

$$0 = -O_v - O_f + F_0 = -\frac{1}{2}\rho c_x S_x v^2 - fmg + F_0.$$

Odtud můžeme vyjádřit hnací sílu:

$$F_0 = \frac{1}{2}\rho c_x S_x v^2 + fmg.$$

V našem případě vychází hnací síla nezbytná pro udržení ustálené rychlosti 50 kmh<sup>-1</sup>, tj.  $v = 50/3,6$  ms<sup>-1</sup> = 13,89 ms<sup>-1</sup>,  $F_0 = 304,39$  N, resp.  $F_0 = 317,63$  N.

#### 3.2. Zpomalení vozidla

Po vyřazení hnací síly  $F_0$  (zařazení neutrálu) a při brzdění různé intenzity vozidlo zpomaluje z počáteční rychlosti  $v_0$ . Výsledná síla působící na vozidlo v čase  $t$  je

$$F(t) = \frac{1}{\vartheta} \left( -\frac{1}{2}\rho c_x S_x v(t)^2 - fmg - \mu mgx \right).$$

Po vydělení obou stran rovnice hmotností získáme vztah pro zrychlení (záporná hodnota znamená, že se jedná o zpomalení):

$$a(t) = \frac{1}{\vartheta} \left( -\frac{1}{2m}\rho c_x S_x v(t)^2 - fg - \mu gx \right).$$

Zrychlení je derivací rychlosti, máme tedy diferenciální rovnici prvního řádu

$$\dot{v}(t) = \frac{1}{\vartheta} \left( -\frac{1}{2m}\rho c_x S_x v(t)^2 - fg - \mu gx \right),$$

<sup>1</sup> Uvažujeme zde jízdu po rovině. Při jízdě do kopce bychom navíc počítali s odporem stoupání  $O_s = mg \sin \alpha$ , stejně tak všechny síly obsahující člen  $mg$  by byly vynásobeny hodnotou  $\cos \alpha$ , kde  $\alpha$  je úhel, který svírá vozovka s vodorovným směrem. Předpokládáme však, že motorista, který překoná určité převýšení  $h$ , kdy navíc vynaloží práci  $W = \int_A^B mg \sin \alpha ds = mgh$ , se časem zase bude vracet na původní výšku a tehdy naopak stejnou energii získá. Vliv členu  $\cos \alpha$  by se při nejčastějších sklonech vozovky projevil v případě ceny nejdříve až na třetím a v případě spotřeby na čtvrtém desetinném místě, proto v této práci klademe všude  $\alpha=0$ , kdy  $\cos \alpha = 1$ .

kteřou snadno vyřešíme pomocí metody separace proměnných, a tím získáme závislost rychlosti vozidla na čase:

$$v(t) = \sqrt{\frac{(f + \mu x)g}{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x}} \operatorname{tg} \left[ \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x (f + \mu x)g} \left( -\frac{t}{\vartheta} + \frac{\operatorname{arctg} \left( v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x}{(f + \mu x)g}} \right)}{\sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x (f + \mu x)g}} \right) \right],$$

kde  $v_0$  je počáteční rychlost. Integrací podle času potom obdržíme vztah pro dráhu:

$$\begin{aligned} s(t) &= \int v(t) dt = \\ &= \frac{\vartheta}{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x} \ln \left| \cos \left[ \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x (f + \mu x)g} \left( -\frac{t}{\vartheta} + \frac{\operatorname{arctg} \left( v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x}{(f + \mu x)g}} \right)}{\sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x (f + \mu x)g}} \right) \right] \right| - \\ &\quad - \frac{\vartheta}{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x} \ln \left| \cos \left[ \operatorname{arctg} \left( v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x}{(f + \mu x)g}} \right) \right] \right|. \end{aligned}$$

Řešením rovnice  $v(t_1) = 0$  nalezneme vztah pro čas dojezdu  $t_1$  v závislosti na počáteční rychlosti  $v_0$  a intenzitě brzdění  $x$ :

$$t_1 = \frac{\vartheta}{\sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x (f + \mu x)g}} \operatorname{arctg} \left( v_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{2m}\rho c_x S_x}{(f + \mu x)g}} \right).$$

Dosazením do vztahu pro dráhu pak můžeme vyjádřit dojezdovou vzdálenost  $s(v_0, x)$  jako funkci počáteční rychlosti  $v_0$  a intenzity brzdění  $x$ .

### Příklad

Pro dojezdový čas a dojezdovou vzdálenost modelového vozidla 1.4 MPI/55 kW, resp. 1.9 TDI-PD/77 kW, při počáteční rychlosti  $v_0 = 50$  km/h a maximální, poloviční a nulové intenzitě brzdění vycházejí následující hodnoty:

$$\begin{array}{lll} x = 1: & t_1 = 1,80 \text{ s}, & s_1 = 12,51 \text{ m}, & \text{resp. } t_1 = 1,80 \text{ s}, & s_1 = 12,51 \text{ m}, \\ x = 1/2: & t_1 = 3,53 \text{ s}, & s_1 = 24,49 \text{ m}, & \text{resp. } t_1 = 3,53 \text{ s}, & s_1 = 24,50 \text{ m}, \\ x = 0: & t_1 = 89,19 \text{ s}, & s_1 = 590,02 \text{ m}, & \text{resp. } t_1 = 89,61 \text{ s}, & s_1 = 594,20 \text{ m}. \end{array}$$

### 3.3. Zrychlování vozidla

Má-li automobil zrychlovat, musí být velikost hnací síly větší než součet velikostí jízdních odporů. Předpokládáme, že řidič při rozjezdu udržuje hnací sílu více méně

konstantní, to znamená, že při rostoucích odporech zrychlení postupně klesá až do dosažení požadované rychlosti. Výsledná síla působící na vozidlo je nyní

$$F = \frac{1}{\vartheta} \left( -\frac{1}{2} \rho c_x S_x v(t)^2 - fmg + F_2 \right),$$

odtud

$$a(t) = \dot{v}(t) = \frac{1}{\vartheta} \left( -\frac{1}{2m} \rho c_x S_x v(t)^2 - fg + \frac{F_2}{m} \right).$$

Řešením diferenciální rovnice opět získáme vztah pro závislost rychlosti na čase:

$$v(t) = \frac{\sqrt{\frac{F_2}{m} - fg}}{\sqrt{\frac{1}{2m} \rho c_x S_x}} \operatorname{tgh} \left[ \frac{\sqrt{\frac{1}{2m} \rho c_x S_x \left( \frac{F_2}{m} - fg \right)}}{\vartheta} \cdot t \right].$$

Ihned si také můžeme vyjádřit čas, za který bude dosaženo požadované rychlosti  $v_2$ :

$$t_2 = \frac{\vartheta}{\sqrt{\frac{1}{2m} \rho c_x S_x \left( \frac{F_2}{m} - fg \right)}} \operatorname{argtgh} \left[ \frac{\sqrt{\frac{F_2}{m} - fg}}{\sqrt{\frac{1}{2} \rho c_x S_x}} \cdot v_2 \right].$$

Integrací rychlosti podle času pak získáme vztah pro uraženou dráhu:

$$s(t) = \int v(t) dt = \frac{\vartheta}{\frac{1}{2m} \rho c_x S_x} \cdot \ln \left| \cosh \left[ \frac{\sqrt{\frac{1}{2m} \rho c_x S_x \left( \frac{F_1}{m} - fg \right)}}{\vartheta} \cdot t \right] \right|.$$

Dosažením  $t = t_2$  získáme dráhu, kterou vozidlo urazí, než dosáhne požadované rychlosti  $v_2$ .

#### Příklad

Pro uvažovaná modelová vozidla, která akcelerují z 0 na 100 km/h za 15,5 s, resp. 11,8 s, vychází hnací síla

$$F_2 = ma = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1560 \cdot \frac{100}{15,5} = 2795 \text{ N}, \quad \text{resp.} \quad F_2 = 1650 \cdot \frac{100}{11,8} = 3884 \text{ N};$$

čas a uražené vzdálenosti pak jsou

$$t_2 = 11,30 \text{ s}, \quad s_2 = 78,90 \text{ m}, \quad \text{resp.} \quad t_2 = 8,39 \text{ s}, \quad s_2 = 58,49 \text{ m}.$$

## 4. ČASOVÁ A ENERGETICKÁ BILANCE

### 4.1. Zastavení vozidla a následná akcelerace na původní rychlost

Výslednou dráhu a výsledný čas při zastavení vozidla s nulovou intenzitou brzdění a následnou akcelerací na původní rychlost získáme snadno jako součet  $s_c = s_1 + s_2$ , resp.  $t_c = t_1 + t_2$ . Při ustálené rychlosti  $v_0$  bychom stejný úsek ujeli za čas  $t_{v_0} = s_c / v_0$ . Rozdíl  $\Delta t = t_c - t_{v_0}$  představuje časovou ztrátu při zastavení a rozjezdu vozidla na původní rychlost  $v_0$ .

Výsledná vynaložená energie je rovna energii vynaložené při rozjezdu, tj. práci, kterou vykoná síla  $F_2$  po dráze  $s_2$ , tedy  $W_c = F_2 s_2$ . Pokud bychom celý dráhový úsek  $s_c$  projížděli bez zastavení konstantní rychlostí  $v_0$ , byla by vynaložená práce součinem hnací síly  $F_0$  a dráhy  $s_c$ , tedy  $W_{v_0} = F_0 s_c$ . Rozdíl  $\Delta W = W_c - W_{v_0}$

představuje energetickou ztrátu při zastavení a opětovném rozjezdu vozidla. Skutečné množství energie, kterou vynaloží motor vozidla, bude větší o ztráty při přenosu sil z motoru na kola vozidla. Vypočítané množství energie proto ještě vydělíme doporučeným koeficientem pro osobní vozidla 0,8.

Z energetických ztrát pak můžeme ihned vypočítat ztráty ve spotřebě, které jsou při účinnosti motoru  $\eta$  a výhřevnosti  $H_V$  rovny  $\Delta V = \Delta W / (\eta H_V)$ , a následně také odpovídající ztráty finanční, které získáme snadno vynásobením jednotkovou cenou.

#### 4.2. Časové a energetické ztráty pro modelová vozidla

Pro zvolená modelová vozidla získáme na základě výše uvedených výpočtů hodnoty, které jsou pro různé intenzity brzdění shrnuty v tabulce 2. Výhřevnost benzínového motoru je  $H_V = 31,61$  MJ/l, pro naftový motor uvažujeme  $H_V = 30,96$  MJ/l. Na základě analýzy dostupných dat byla zvolena cena 29 Kč/l pro benzín a 27 Kč/l pro motorovou naftu. Ve všech případech uvažujeme zastavení vozidla z počáteční rychlosti  $v_0 = 50$  km/h a následný rozjezd na tuto rychlost. Finanční ztráta je zatím uvažována jen ze spotřeby, v části 6 a 7 se budeme zabývat ještě finančními ztrátami plynoucími z časové prodlevy a opotřebování součástí vozidla. Pro přehlednost v tabulce 2 uvádíme rovněž emise oxidu uhličitého, jejichž výpočet je popsán v části 5.

Možná trochu překvapivě nám při zastavení vozidla pouze přirozenými odpory a následném zrychlení na původní rychlost vychází bilance energetických ztrát záporná, tj. ve skutečnosti je ziskem. Je to způsobeno tím, že v daném úseku se automobil po většinu doby pohybuje velmi nízkou rychlostí s velmi malým aerodynamickým odporem. Je to však za cenu ohromné časové ztráty.

Tab. 2. Časové a energetické ztráty a emise CO<sub>2</sub> pro modelová vozidla

		Intenzita brzdění		
		$x = 0$	$x = 1$	$x = 1/2$
<b>Škoda Octavia 1.4 MPI/55 kW</b>	Energetická ztráta [kJ]	-7,964	211,769	207,209
	Přírůstek spotřeby [l]	-0,0008	0,0209	0,0205
	Finanční ztráta [Kč]	-0,02	0,61	0,59
	Časová ztráta [s]	52,33	6,52	7,39
	Přírůstek emisí CO <sub>2</sub> [g]	-1,84	48,95	48,00
<b>Škoda Octavia 1.9 TDI-PD/77 kW</b>	Energetická ztráta [kJ]	-35,438	229,917	225,908
	Přírůstek spotřeby [l]	-0,0029	0,0186	0,0182
	Finanční ztráta [Kč]	-0,08	0,50	0,49
	Časová ztráta [s]	51,00	6,87	7,74
	Přírůstek emisí CO <sub>2</sub> [g]	7,68	49,82	48,95

## 5. BILANCE CO<sub>2</sub>

Při dokonalém spalování čistých uhlovodíků by vznikaly pouze CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O. Reálně při spalování benzínu a nafty vzniká celá řada (řádově tisíc) exhalátů, z nichž pouze tyto jsou sledovány: oxid uhelnatý CO, nespálené uhlovodíky HC, oxidy dusíku NO<sub>x</sub> a pevné částice PM (saze). Jejich poměr k množství CO<sub>2</sub> a vlastně i k množství paliva je dán dokonalostí spalování a doplňkových technologií a je definován Euronormou I-V. Pokud tedy určíme množství paliva spáleného navíc

vlivem zastavení a následného rozjezdu, snadno určíme i odpovídající množství  $\text{CO}_2$  a podle normy i ostatních exhalátů. Navíc  $\text{CO}_2$ , ač není toxický, je skleníkovým plynem a jeho produkce je důležitým parametrem. Lze ho však snižovat pouze snižováním absolutní spotřeby paliva. Pro stanovení množství reálně emitovaného  $\text{CO}_2$  byla využita metodika výpočtu vydaná Federální vládou pro ochranu životního prostředí Spojených států EPA [3]. Výpočet je založen na chemických rovnicích vyjadřujících obsah uhlíku v palivu při spalování benzínu a motorové nafty. Ve výpočtu je zahrnuto doporučení Mezivládního panelu pro změnu klimatu IPCC, aby bylo zohledněno, že dokonale spáleno je pouze 99 % objemu paliva. Metodika EPA vychází z odhadu, že jeden galon benzínu, resp. nafty, obsahuje 2,421 kg, resp. 2,778 kg uhlíku, což odpovídá 0,644 kg, resp. 0,739 kg v jednom litru paliva. Množství emitovaného  $\text{CO}_2$  lze poměrně přesně aproximovat vynásobením uvedené hmotnosti faktorem 0,99, který vyjadřuje míru dokonalosti spalování, a dále poměrem molárních hmotností  $\text{CO}_2$  (44 g/mol) a uhlíku C (12 g/mol), který udává, kolikrát větší je hmotnost molekuly  $\text{CO}_2$  vytvořené navázáním vzdušného kyslíku na atom uhlíku během spalování, oproti samotnému atomu C:

$$m = \left(0,644 \cdot 0,99 \cdot \frac{44}{12}\right) \text{ kg} = 2,338 \text{ kg}, \text{ resp. } m = \left(0,739 \cdot 0,99 \cdot \frac{44}{12}\right) \text{ kg} = 2,683 \text{ kg}.$$

Navýšení emisí  $\text{CO}_2$ , způsobené nuceným zastavením a následným rozjezdem uvažovaných modelových vozidel je pro různé intenzity brzdění uvedeno v tabulce 2.

## 6. OCENĚNÍ ČASOVÝCH ZTRÁT

Při oceňování časových ztrát lze vycházet z několika možných přístupů, z nichž mnohé jsou založeny na meta-analytických studiích, jako je například studie [9]. Je samozřejmě rozdíl, určujeme-li ocenění časových úspor u pracovních cest nebo u cest ostatních. U cest pracovních patří mezi nejužívanější způsoby princip úspory nákladů (*cost savings*) [6], kdy se předpokládá, že hodnota cestovního času je rovna hrubým pracovním nákladům (to jest hodnotě hrubé mzdy plus režie), které jsou uváděny ve statistikách ČSÚ [1]. Sazby cestovních náhrad řeší rovněž vyhláška MPSV [8]. U mimopracovních cest je situace složitější. Často se používají odhady vycházející z ochoty platit, které jsou založeny buď na preferencích projevených, nebo preferencích vyjádřených. V České republice bylo doposud provedeno pouze několik studií zabývajících se touto problematikou (viz např. [6] a [7]) a zatím nebylo realizováno potřebné reprezentativní šetření dopravního chování obyvatel. Hodnoty jsou proto často přejímány ze zahraničních zdrojů, například z analýz [5] či [9]. Tyto hodnoty však bývají zpravidla vyšší než hodnoty tuzemské. Na základě rešerší a následných analýz stávajících metodik byla pro účely tohoto příspěvku a pro získání hrubé představy zvolena hodnota 300 Kč/hod.

### *Příklad*

Pro ilustraci uvažujme naše modelová vozidla a případ zastavení s maximální intenzitou brzdění a následné zrychlení na původní rychlost 50 km/h. Pro vozidlo s benzínovým motorem vyšla časová ztráta 6,52 s, pro vozidlo s motorem naftovým to bylo 5,08 s (viz tab. 2). Použijeme-li výše uvedený odhad 300 Kč/h, získáme odhad ceny časových ztrát 0,54 Kč, resp. 0,42 Kč.

## 7. OCENĚNÍ ZTRÁT DANÝCH OPOTŘEBENÍM VOZIDLA

Při oceňování ztrát daných opotřebením vozidla budeme uvažovat pouze ty díly vozidla, u nichž je životnost spíše funkcí najetých kilometrů a stylu jízdy, než pouhého stáří. Cyklus jejich výměny je obvykle uváděn v najetých kilometrech. Jak jsme ale ukázali, způsob jízdy, množství zastavení a rozjezdů a intenzita brzdění se projeví na spotřebě paliva. Pokud tedy cenu součástky převedeme na cenu na najetý kilometr a následně na cenu na jeden litr spotřebovaného množství paliva, umožní nám to jednotlivá zastavení v kongescích zhodnotit nejen z hlediska ceny za navíc spálené palivo, ale i z hlediska ceny za navíc opotřebené součásti:

$$C_{op} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{cena součástky [Kč]}}{\text{životnost [km]}} \cdot \frac{100 \text{ [km]}}{\text{spotřeba [l]}}$$

### Příklad

Pro získání hrubé představy uvažujme pouze nejčastěji vyměňované dražší součásti, o jejichž opotřebení rozhoduje podstatným způsobem styl jízdy, totiž rozvody (cca 18 000 Kč / 120 000 km), brzdy (cca 18 000 Kč / 120 000 km) a pneumatiky (cca 4 000 Kč / 40 000 km). Pro benzínové, resp. naftové modelové vozidlo tak dostaneme přibližný odhad ceny opotřebování součástí na litr paliva:

$$C_{op} = \left( \frac{18\,000}{120\,000} + \frac{18\,000}{120\,000} + \frac{4\,000}{40\,000} \right) \cdot \frac{100}{6,9} \doteq 5,80 \text{ Kč/l,}$$

resp.

$$C_{op} = \left( \frac{18\,000}{120\,000} + \frac{18\,000}{120\,000} + \frac{4\,000}{40\,000} \right) \cdot \frac{100}{5,0} \doteq 8,00 \text{ Kč/l.}$$

Například ztráta daná opotřebováním součástí při nuceném zastavení s maximálním brzděním a následném rozjezdu vozidla pak vychází 0,12 Kč, resp. 0,15 Kč. Sečtením ztrát daných zvýšením spotřeby, časovou prodlevou a opotřebováním součástí pak získáme odhad celkové finanční ztráty při jednom nuceném zastavení s maximálním brzděním a následném rozjezdu vozidla (při počáteční a koncové rychlosti 50 km/h):

$$C = C_V + C_t + C_{op} \doteq 1,00 \text{ Kč,} \quad \text{resp.} \quad C = C_V + C_t + C_{op} \doteq 0,87 \text{ Kč.}$$

## 8. ZÁVĚR

Z výsledků kalkulovaných na modelových vozidlech je patrné, že zpomalování a zastavování vozidel během kongescí v dopravě představuje nezanedbatelnou ekonomickou, ekologickou a časovou ztrátu. Tu by bylo možné snížit aktivním řízením rychlosti vozidel, a tím plynulostí dopravy, pomocí adaptivních dopravních navěští pro řidiče a v budoucnosti převzetím přímého řízení vozidel. V ideálním případě by se tímto omezilo nutné zpomalování vozidel pouze na míru danou přirozenými jízdními odpory téměř bez používání brzd. Vozidla by v předstihu dojížděla do úseků se sníženou rychlostí nebo do míst zastavení pouze s využitím vlastní kinetické energie. Při menší hustotě dopravy by byla vozidla aktivním řízením zrychlení nebo zpomalení řazena do skupin klastrů, které by dorazily ke křižovatce ve vhodný okamžik, tj. na zelenou. V posteru představíme rovněž aplikaci poznatků na konkrétní data z pražského provozu.

## Literatura

- [1] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, *Indexy spotřebitelských cen. Průměrné ceny pohonných hmot za jednotlivé měsíce roku 2015 a 2016*. In: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-spotrebitelskych-cen-zivotnich-nakladu-zakladni-cleneni-cerven-2016>.
- [2] BRŮHA, J, BRŮHOVÁ – FOLTÝNOVÁ, H., *Estimation of the Value of Time in the Czech Republic*. Kolín: KIT. In: [https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/4-Bruha-Econometric\\_Estimation\\_of\\_Value\\_of\\_Time-Pilsen\\_study.pdf](https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/4-Bruha-Econometric_Estimation_of_Value_of_Time-Pilsen_study.pdf), 2011.
- [3] EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle*. Ann Arbor: EPA, 2014.
- [4] FIRST, J., et al, *Energetická analýza pozemní dopravy*. Praha: ČVUT, 2014, ISBN 978-80-01-05664-6.
- [5] HEATCO, *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*, IER, 2004, In: <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>.
- [6] MÁCA, V., MELICHAR, J. a kol., *Metodika kvantifikace externalit z dopravy*. Praha: UK – Centrum pro otázky životního prostředí a ATEM, 2013.
- [7] MÁCA, V. et al, *TranExt, Kvantifikace externích nákladů v dopravě v podmínkách ČR*. In: <https://www.czp.cuni.cz/czp/index.php/cz/ukoncene/18-tranext-vav-md-20072011>.
- [8] MPSV, *Vyhláška Ministerstva práce a sociálních věcí č. 385/2015 Sb., o změně sazby základní náhrady za používání silničních motorových vozidel a stravného a o stanovení průměrné ceny pohonných hmot pro účely poskytování cestovních náhrad*. Praha: MPSV, 2016, In: [http://www.mpsv.cz/files/clanky/23440/vyhlaska\\_X2016.pdf](http://www.mpsv.cz/files/clanky/23440/vyhlaska_X2016.pdf)
- [9] Wardman, M., et al, *European Wide Meta-Analysis of Values of Travel Time, Final Report to the European Investment Bank*. Leeds: University of Leeds, 2012.
- [10] *Technická specifikace vozů Škoda Octavia*. In: <http://www.auto.cz/kompletni-technicka-data-nove-octavie-17169>.



## **Influence of Congestions on Economy and Ecological Footprint of Individual Vehicle Transportation**

**Oldřich Hykš, Kristýna Neubergová**

*Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences*

*Na Florenci 25, 110 00 Praha 1*

e-mail:hyks@fd.cvut.cz

### **Abstract**

The contribution deals with the estimate of economical and ecological costs caused by a forced slowing down or stopping of a motor vehicle and its subsequent moving off in a city traffic, and it outlines possible solutions leading to the reduction of these costs by an active transport control. The costs include the lost kinetic energy of a vehicle during the forced braking, fading of its components, the loss of time of drivers and passengers, and the increased ecological footprint. Energetic costs are estimated from the vehicle motor efficiency, fuel calorific value and fuel price. Costs resulting from the fading of vehicle components are estimated from their average stated lifetime. The proposed solution leading to the reduction of losses consists in the active control of speed of vehicles and thus also the transport fluency with the help of adaptive traffic signs for drivers, and the future development of self-driving cars. In an ideal case, the forced slowing down would be reduced to the extent given by natural vehicle resistance, almost without the use of brakes. The vehicles would reach the sections with reduced speed limits or to places of stopping using only their kinetic energy. A low traffic density would induce the formation of vehicle clusters that would reach the intersections during the green light. Finally, the results are applied to a specific transport situation in Prague.



# Šíření znečišťujících látek v ovzduší v okolí dopravních komunikací

Lenka Janatová, Václav Novák, Helena Plachá  
Český hydrometeorologický ústav  
Kočkovská 2699/18, 400 11 Ústí nad Labem  
janatova@chmi.cz

## Abstrakt

ČHMÚ, Odbor ochrany čistoty ovzduší odstartoval interní projekt, jehož cílem je proměřit gradient koncentrací znečišťujících látek v okolí dálnice/frekventované komunikace v otevřené krajině (tzn. žádné hlukové bariéry, minimum nebo lépe žádná vzrostlá vegetace, minimum nebo lépe žádná zástavba). Náplň a cíle projektu schválili odborní pracovníci Ministerstva životního prostředí ČR.

V rámci čtyř čtrnáctidenních kampaní během jednotlivých ročních období bude proměřen gradient koncentrací látek, které jsou významně produkovány silniční dopravou. Sledované látky: NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a benzo[a]pyren. Měření v blízkosti komunikace bude ještě doplněno měřením znečišťujících látek v nejbližších obcích. V současné době je projekt v běhu, je proměřena jarní kampaň a letní kampaň. Poster seznámí odbornou veřejnost s tímto zajímavým projektem a jeho dílčími výsledky.



# Detekce ekotoxicity s pomocí přístroje AlgaTox

Martina Bucková<sup>1</sup>, Roman Ličbinský<sup>1</sup>, Vilma Jandová<sup>1</sup>, Jana Pospíchalová<sup>2</sup>,  
Jan Krejčí<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

*Líšeňská 33a, 636 00 Brno*

<sup>2</sup>BVT Technologies

*Hudcova 78c, 61200 Brno*

e-mail:martina.buckova@cdv.cz

## Abstrakt

Vodné vzorky životního prostředí jsou analyzovány chemickými metodami a také testy toxicity na živých organismech. Jedním z těchto testů je řasový test prováděný podle normy ČSN EN ISO 8692. Nevýhodou tohoto standardního postupu je dlouhá doba trvání (72 hodin). V praktických podmínkách (odběr vzorku, doručení vzorku, analýza vzorku, předání výsledků) může provedení řasového biotestu trvat až 2 týdny. Dlouhá doba trvání testu neumožňuje provedení účinných opatření v případě akutní toxicity. Řešením může být aplikace biosenzorů sloužících k předvýběru vzorků, které budou poslány na drahé certifikované analýzy. Příspěvek prezentuje výsledky stanovení toxicity vzorku odpadu přístrojem AlgaTox (užitný vzor č. 27636, patent č. CZ 305687). Tento přístroj, který pracuje na principu biosenzoru, měří produkci kyslíku zelených řas po jejich osvětlení. Výsledky měření toxicity založené na produkci kyslíku byly srovnávány s výsledky toxikologických testů prováděných dle normy ČSN EN ISO 8692.

## Detection of ecotoxicity with device AlgaTox

Martina Bucková<sup>1</sup>, Roman Ličbinský<sup>1</sup>, Vilma Jandová<sup>1</sup>, Jana Pospíchalová<sup>2</sup>,  
Jan Krejčí<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Transport Research Centre, Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>BVT Technologies, Hudcova 78c, 61200 Brno, Czech Republic

e-mail:martina.buckova@cdv.cz

## Abstract

Environmental water samples are analysed both by chemical methods and toxicological tests on living organism. One of these tests is Fresh water algal growth inhibition test with unicellular green algae performed according to ISO 8692. The disadvantage of this standard method is a long time of duration (72 hours). In practise, test duration including sampling, delivery of samples, analysis and result evaluation is up to 2 weeks. The long duration of the test does not allow taking effective action in case of acute toxicity. The solution may be the application of biosensors that can be used for pre-selection of samples that will be passed on the time consuming and expensive certified analyses. This paper presents the toxicity measurement of waste sample by device AlgaTox (utility model no. 27636, patent no. CZ 305687). This device which works on the principle of the biosensor measures production of oxygen after algae illumination. The results of toxicity measurement based on oxygen production were compared with ISO 8692 test results.



# Spolupráce KHS na tvorbě Integrovaného plánu mobility Ostrava – abstrakt

**Mgr. Jan Beneš**

*Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě, Odbor hygieny obecné a komunální*

*Na Bělidle 724/7, 702 00 Ostrava - Moravská Ostrava*

*e-mail: jan.benes@khsova.cz*

## **Abstrakt**

Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě (dále „KHS MSK“) se dlouhodobě zabývá zejména dozorem nad vlivem hluku v komunálním prostředí prostřednictvím posuzování vlivů na životní prostředí, projektových dokumentací či šetření podnětů na hluk. V letech 2014 – 2015 se KHS MSK podílela na tvorbě Integrovaného plánu mobility města Ostrava prostřednictvím odborných názorů zejména z oblasti hluku v životním prostředí. Cílem Plánu udržitelné městské mobility je vytvoření systému udržitelné městské dopravy s vyřešením problémů v několika oblastech. Zejména se jedná o zajištění dostupnosti dopravního systému pro nejširší možnou veřejnost, zlepšení bezpečnosti dopravy, snížení znečištění ovzduší, znečištění hlukem, emisí skleníkových plynů a spotřebu energie, zlepšení účinnosti a hospodárnosti přepravy osob a zboží a přispění ke zlepšení atraktivnosti a kvality městského prostředí a městského regionu. V oblasti vlivu hluku z dopravy byla pozornost zaměřena na zpracování hlukové studie s cílem navrhnout dopravní řešení směřující ke snížení vlivu hluku na chráněné prostory. Problematické bylo vypořádání se se starou hlukovou zátěží, přičemž v této oblasti došlo v roce 2016 k další změně v rámci posuzování tohoto typu hluku z dopravy. Role KHS MSK tedy byla v rovině poradenství, poskytnutí dlouholetých zkušeností z posuzování hluku na Ostravsku a usměrnění dokumentu v oblasti hluku v životním prostředí tak, aby nedocházelo k protichůdným akcím s již schválenými projekty a strategiemi v komunálním prostředí.

## **Cooperation RPHA MSR on creation Integrated mobility plan of Ostrava - abstract**

**Mgr. Jan Beneš**

*Regional Public Health Authority of Moravian - Silesian Region, Department of General and Municipal Hygiene*

*Na Bělidle 724/7, 702 00 Ostrava - Moravská Ostrava*

*e-mail:jan.benes@khsova.cz*

### **Abstract**

Regional Public Health Authority of Moravian - Silesian Region („RPHA MSR“) deals in the long-term with the noise in the extra-work environment (from producing plants, traffic, etc.), including carrying out control measurements, and assessing documentation related to the application for a planning permission procedure of all constructions regarding the impact on the environment. Between 2014 and 2015 RPHA MSR cooperated on creation of Integrated mobility plan of Ostrava through its expert opinions mainly in environmental noise. Among the main goals of Integrated mobility plan of Ostrava belongs the creation of sustainable urban transport through solving a few problems in several areas. Particularly ensuring the availability of the transport system for the general public, transport safety improvement, reducing air and noise pollution, reducing greenhouse gas emissions and energy consumption, improving the effectiveness and efficiency of passenger and goods transport and contribution to improving the attractiveness and quality of the urban environment and urban region. To determine the effect of traffic noise, attention was focused on the elaboration of a noise study in order to propose transport solutions to reduce the impact of noise on protected areas. The main problems included dealing with the „old noise pollution“, meanwhile in 2016 another change occurred in the assessment of this type of traffic noise. RPHA MSR role was thus in the consultancy, providing many years of experience in the assessment of noise in Ostrava and guidance of this study on environmental noise so as to avoid conflicts with already approved projects and strategies in the environment area.



# GeneDbase – genetická databanka vybraných druhů savců ČR k využití pro udržitelný rozvoj dopravy

T. LIBOSVÁR<sup>1</sup>, T. ŠIKULA<sup>1</sup>, V. LICHOVNÍKOVÁ<sup>1</sup>, M. ERNST<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ateliér ekologie, HBH Projekt spol. s r.o.

Kabátníkova 5, 602 00 Brno

<sup>2</sup> Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ochrany lesů a myslivosti

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail:t.libosvar@hbh.cz

## Abstrakt

GeneDbase je označení pro databázovou aplikaci, která představuje jeden z výstupů grantového projektu "TA02031259 - Vytvoření genetické databanky vybraných druhů savců ČR k využití pro udržitelný rozvoj dopravy". Cílem projektu bylo vytvořit a ověřit genetickou databázi, která přispěje k objektivnějšímu a komplexnějšímu hodnocení fragmentačního účinku dopravních staveb na populace živočichů. Projekt byl řešen v období leden 2012 - prosinec 2015.

Výstupy projektu:

1. *Metodika tvorby genetické databáze.* Metodika slouží k stanovení jednotných postupů pro sběr biologických vzorků a jejich genetických analýz. Získané informace jsou ukládány do databáze GeneDbase, která umožňuje přehledné uložení genetických informací, práci s nimi a jejich sdílení.
2. *Metodika pro zjištění Genetického migračního potenciálu.* Hlavním cílem metodiky je poskytnout uživatelům z řad posuzovatelů vlivů na životní prostředí a pracovníků státní správy návod, jak provést základní (orientační) zhodnocení bariérového vlivu komunikace na genetickou variabilitu populace vybraného druhu savce.
3. *Databáze GeneDbase.* Nově vytvořená databáze slouží k evidenci, správě a práci s popisnými a genetickými informacemi, které byly získány analýzou jednotlivých biologických vzorků. Zajišťuje jednotnou strukturu dat. Přístup do databáze je na internetové adrese: <http://www.genedbase.eu>.

Projektem GeneDbase byl vytvořen nový nástroj pro hodnocení vlivu dopravní infrastruktury na prostorovou izolaci populací. Podrobnější informace o volně žijících živočiších a zvěři lze tak využít pro jejich lepší ochranu, např. návrhem a realizací fungujících opatření pro zajištění migrační prostupnosti komunikací.

## GeneDbase – genetic database of selected species of mammals in the Czech Republic to be used for sustainable transport development

T. LIBOSVÁR<sup>1</sup>, T. ŠIKULA<sup>1</sup>, V. LICHOVNÍKOVÁ<sup>1</sup>, M. ERNST<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HBH Projekt spol. s r.o.

Kabátníkova 5, 602 00 Brno

<sup>2</sup> Mendel University in Brno, Faculty of Forestry and Wood Technology

Zemědělská 3, 613 00 Brno

e-mail:t.libosvar@hbh.cz

### Abstrakt

GeneDbase is the name of the database application, which represents one of the outputs carried out by the grant project „TA02031259 - Creating a genetic database of selected species of mammals in the Czech Republic to be used for sustainable transport development“. The main aim of the project is to develop and verify the function of the genetic database that will contribute to more objective and comprehensive assessment of the fragmentation effect on animal populations caused by the traffic infrastructure. The project was carried out from January 2012 to December 2015.

#### Project outputs

1. *The methodology for creating a genetic database.* The aim of the document is to define the unified methodology for collection of biological samples and their microsatellite analyses. The gained information is saved in database called GeneDbase which allows organized storage of genetic information, editing, and sharing.
2. *Methodology for evaluation of Genetic potencial.* The methodology is used to assess the road barrier effect influence on population genetic variability of selected species of mammals.
3. *Database GeneDbase.* A newly created database is used for saving, managing and working with genetic data, gained when analysing individual biological samples. It provides a unified data structure. The access to the database is available at webpage: <http://www.genedbase.eu>.

The project GeneDbase is a tool which will allow to clarify the research in population management of wildlife. Further information about wildlife and game can be used for their better protection, eg. by designing optimal measures to ensure the permeability on roads for wildlife.

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

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

Editoři: Vilma Jandová, Roman Ličbinský

Počet stran: 156

Náklad: 70 ks

© Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2016

ISBN 978-80-86502-85-4