

Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky

Periodická zpráva k řešení projektu realizovaného v rámci veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji
v programu „Podpora realizace udržitelného rozvoje dopravy“ v roce 2009

CG712-111-520



Univerzita Karlova v Praze –
Centrum pro otázky životního
prostředí



Centrum dopravního
výzkumu, v.v.i.



SC & C spol. s r.o.

Praha, leden 2011

Obsah

Úvod.....	4
Externí náklady z emisí.....	6
Úvod.....	6
Výpočet mezních externích nákladů pro vybrané dopravní prostředky.....	7
Citlivostní analýza odhadů	13
Porovnání externích nákladů vybraných technologií s hodnotami vyčíslenými v zahraničí pro obdobná zařízení	16
Modelování změny kvality ovzduší v důsledku zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze: modelové hodnocení kvality ovzduší.....	17
Emise na železnici	18
Výpočet externích nákladů vyvolaných hlukem z dopravy	29
Stanovení jednotkových externích nákladů hluku z dopravy.....	29
Diskuse faktorů ovlivňujících hluk ze silniční dopravy	40
Externí náklady kongescí.....	47
Model přepravního proudu vyjadřující závislost přepravního času na množství vozidel a rychlosti.....	47
Příprava a realizace dotazníkového šetření	50
Externí náklady nehod v silniční dopravě	62
Závěr	64
Přílohy	65

Úvod

V lednu 2010 byla Evropskou komisí – Společným výzkumným centrem (JRC) publikována studie o vybraných dopadech návrhu novelizace směrnice 1999/62/ES o výběru poplatků za užívání určitých pozemních komunikací těžkými nákladními vozidly (Christidis a Brons, 2010), podle níž by přínosy ze zpoplatnění externích nákladů – hluku, znečištění ovzduší a kongescí – na šesti vybraných trans-evropských silničních koridorech výrazně převážily nad mírným nárůstem nákladů dopravců.

Naproti tomu studie zpracovaná švýcarskou konzultační společností ProgTrans pro International Road Transport Union - IRU (Rommerschirchen et al. 2010) dochází k závěru, že implementace návrhů Komise povede k výraznému nárůstu zpoplatnění dopravy. Podle autorů budou mít jednoznačný přínos z vyššího zpoplatnění – jak pro národní hospodářství, tak pro přepravce – pouze Německo a Francie, zatímco pro periferní státy bude deficitní.

Otázce nákladů dopravy věnuje velkou pozornost také připravovaná nová evropská dopravní politika – Bílá kniha Společný dopravní prostor: Chytrá mobilita pro obyvatele a obchodování. Předpokládá jejich růst v důsledku rostoucích cen zdrojů, zvyšující se úroveň kongescí i zvyšujícím se uplatňování principu „uživatel platí“ a jeho lepšímu provázání s principem „znečišťovatel platí“, který je úhelným kamenem internalizace externalit. Zásadní význam je zde přitom přikládán uplatnění tržně založených nástrojů k dosažení internalizace jak externích nákladů klimatické změny, tak i lokálních externalit (jakými jsou emise klasických škodlivin, hluk či kongesce a nehody) a rovněž odstraňování škodlivých dotací (zdanění firemních vozidel apod.). Jakýmsi prvním v praxi viditelným krokem v tomto směru má být naplnění legislativního návrhu revize směrnice 1999/62/ES navržená jako součást balíku opatření k ozelenění dopravy v červenci 2008, v širším kontextu Strategie internalizace externích nákladů dopravy.

V projednávání návrhu novely směrnice 1999/62/ES (dále jen „směrnice o euroviněte“)¹, se po více než ročním zablokování v Radě EU podařilo v polovině října díky intenzivnímu vyjednávání belgickým předsednictvím dosáhnout politické shody na kompromisním znění navrženého textu. Stěžejním přínosem této novelizace – a to i z pohledu zaměření tohoto projektu – je umožnění zpoplatnění environmentálních externích nákladů působených těžkými nákladními vozidly na transevropské silniční dopravní síť². Oproti původnímu návrhu však vypadla možnost zpoplatnění kongescí, a to hlavně s ohledem na vznášené požadavky současného uvalení takového zpoplatnění i na osobní automobily. Hlavní elementy schválené novely shrnuje následující box, postup výpočtu nákladů hluku je dále detailně pojednán v kapitole Stanovení jednotkových externích nákladů hluku z dopravy.

¹ Původní návrh Komise předložen jako KOM(2008) 436 v konečném znění.

² Jako možný příjem pro financování dopravní infrastruktury jsou poplatky za externí náklady zmiňovány také v Superstrategii MDČR.

Zpoplatnění externalit podle novely směrnice o eurovině

- *Podle schváleného znění novely **mýtné** napříště zahrnuje zpoplatnění ujeté vzdálenosti a zahrnuje infrastrukturní platbu a platbu za externí náklady.*
- **Platba za externí náklady** může být čl. státem zavedena k úhradě nákladů souvisejících se znečištěním ovzduší z dopravy a/nebo hluku z dopravy –
 - *za náklady znečištění ovzduší se považují náklady škod (tj. externí náklady) vzniklých v důsledku vypouštění prachových částic a prekurzorů ozonu jako jsou oxidy dusíku a těkavé organické látky při provozu vozidla,*
 - *náklady hluku z dopravy jsou náklady škod působených hlukem emitovaným vozidlem nebo vznikajícím jeho interakcí s povrchem vozovky,*
 - *platba za externí náklady má být rozlišena a stanovena v souladu s minimálními požadavky a metodami uvedenými v příloze směrnice a respektovat maximální sazby tam uvedené,*
 - *výše sazby má být vedena principem efektivního zpoplatnění, tedy blízko mezních společenských nákladů užití zpoplatněného vozidla,*
 - *sazby zpoplatnění mají být v dvouletém intervalu indexovány o růst inflace,*
 - *po dobu 4 let od účinnosti příslušné emisní normy EURO jsou vozidla plnící tuto normu zproštěna placení poplatku za náklady znečištění ovzduší.*

V roce 2010 pokračovalo řešení projektu „Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky“ podle harmonogramu řešení s dodatečnými úpravami po dohodě se styčným garantem ministerstva. Vedle dokončování aktivit týkajících se modulů emisí a hluku, byla hlavní pozornost upřena na přípravu a sběr dotazníkového šetření na ocenění cestovního času, jeho spolehlivosti a času stráveného v kongesci. Právě důkladná příprava tohoto šetření byla příčinou posunu harmonogramu sběru dat, který je k datu zpracování této zprávy teprve dokončován a rovněž se tak posunuje načasování analýzy dat z tohoto šetření. Za nezištnou odbornou pomoc při přípravě tohoto šetření patří poděkování řešitelů dr. Farideh Ramjerdi z Transportøkonomisk institut, Oslo.

Završením projektu v jeho závěrečném roce řešení bude vedle dokončení probíhajících výzkumných aktivit také uspořádání mezinárodní konference, na které budou prezentovány dosažené výsledky a konfrontovány se stavem poznání v dalších zemích.

Literatura

Christidis P., Brons M. (2010) Impacts of the proposal for amending Directive 1999/62/EC on road infrastructure charging. An analysis on selected corridors and main impacts, Seville, JRC Technical Notes.

Rommerskirchen, S., Drewitz, M., Ickert, L., Rikus, S. (2010). Internalisation of external costs - Direct impact on the economies of the individual EU Member States, and the consequences on the European road haulage industry, ProgTrans, Basel.

Externí náklady z emisí

V roce 2010 byly týmem COŽP UK a CDV provedeny následující aktivity:

- Výpočet mezních externích nákladů pro vybrané dopravní prostředky a linie/lokality v ČR (A904).
- Provedení citlivostní analýzy významných faktorů ovlivňující výši mezních externích nákladů (A1001).
- Porovnání externích nákladů vybraných technologií s hodnotami vyčíslenými v zahraničí pro obdobná zařízení (A1002).

Nad rámec těchto plánovaných aktivit bylo realizováno také:

- Modelování změny kvality ovzduší v důsledku zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze: modelové hodnocení kvality ovzduší.
- Případová studie na výpočet emisní úspory vlivem elektrizace na trati Ostrava - Svinov a Opava-východ.

Úvod

Výpočet mezních externích nákladů pro jednotlivé dopravní technologie v České republice vychází z použití metodiky ExternE (European Commission, 2005). Tato metodika byla použita pro odhad vybraných kategorií silničních motorových vozidel, které reprezentují jednotlivé druhy používaných pohonných hmot a emisní úrovně v České republice. Metodika ExternE vychází při kvantifikaci externích nákladů dopravy z využití analýzy drah dopadů (*Impact Pathway Approach, IPA*). IPA přistupuje k analýze externích nákladů ze zdola nahoru, jedná se tedy o *bottom-up* přístup. Výhodou *bottom-up* přístupu je využití detailních disperzních modelů a skutečnost, že jsou při kvantifikaci externích nákladů rozlišovány typy jednotlivých paliv, použité dopravní technologie a specifické podmínky v lokalitě (místní a regionální meteorologické podmínky, hustota populace atd.).

Detailní popis analýzy drah dopadů, popis použitých softwarových aplikací a představení použitých dat je předmětem periodických zpráv k roku 2007, 2008 a 2009.

Výpočet mezních externích nákladů pro vybrané dopravní prostředky

Výpočet mezních externích nákladů byl proveden pro znečišťující látky SO₂, NO_x, PM₁₀ a skleníkové plyny. Peněžní hodnocení dopadů pro vybrané kategorie vozidel bylo provedeno pro tři modelové oblasti, které se liší hustotou obyvatel: metropolitní, urbální a rurální. Mezní externí náklady byly kvantifikovány pro následující technologie:

- osobní automobil (OA) s pohonem na benzin, motorovou naftu, LPG a CNG, emisní úroveň konvenční, EURO 1, 2, 3 a 4,
- dodávka (LDV) s pohonem na motorovou naftu, emisní úroveň emisní úroveň konvenční, EURO 1, 2, 3 a 4,
- nákladní automobil (HDV) s pohonem na motorovou naftu, emisní úroveň konvenční, EURO 1, 2, 3 a 4,
- autobus (BUS) s pohonem na motorovou naftu, CNG a LPG, emisní úroveň konvenční, EURO 1, 2, 3 a 4.

Podle kategorizace jednotlivých typů vozidel, použitých pohonných hmot, zvolených emisních úrovní a pohybu vozidla v metropolitní, urbální nebo rurální oblasti bylo vytvořeno pro výpočet externích nákladů 105 modelových scénářů. Odhady externích nákladů pro jednotlivé druhy vozidel ilustruje Tabulka 1, kde jsou zobrazeny jednotlivé kategorie dopadu na lidské zdraví a dopady skleníkových plynů.

Tabulka 1: Mezní externí náklady pro jednotlivé kategorie vozidel a území v České republice v Kč/vkm (cenách roku 2010)

Oblast	Lidské zdraví			GHG			Celkem		
	Metr.	Urban	Rural	Metr.	Urban	Rural	Metr.	Urban	Rural
BUS									
Diesel_konvenční	236,02	19,26	7,32	0,49	0,49	0,55	236,51	19,76	7,87
Diesel_EURO1	110,28	9,39	3,57	0,48	0,47	0,55	110,76	9,86	4,11
Diesel_EURO2	84,79	6,16	2,34	0,46	0,46	0,55	85,25	6,61	2,89
Diesel_EURO3	33,31	2,58	0,98	0,38	0,38	0,55	33,69	2,96	1,53
Diesel_EURO4	23,37	1,78	0,67	0,38	0,38	0,54	23,75	2,15	1,22
CNG_EURO3	17,75	1,29	0,49	0,29	0,29	0,36	18,04	1,58	0,85
LPG_EURO2	13,37	0,97	0,37	0,32	0,31	0,39	13,69	1,28	0,76
LDV									
Diesel_konvenční	53,26	4,37	1,66	0,18	0,18	0,17	53,44	4,55	1,83
Diesel_EURO1	27,48	2,31	0,88	0,17	0,17	0,16	27,65	2,48	1,04
Diesel_EURO2	16,01	1,34	0,51	0,16	0,16	0,15	16,17	1,50	0,66
Diesel_EURO3	4,04	0,34	0,13	0,16	0,16	0,15	4,20	0,50	0,28
Diesel_EURO4	2,26	0,19	0,07	0,15	0,15	0,14	2,42	0,35	0,22

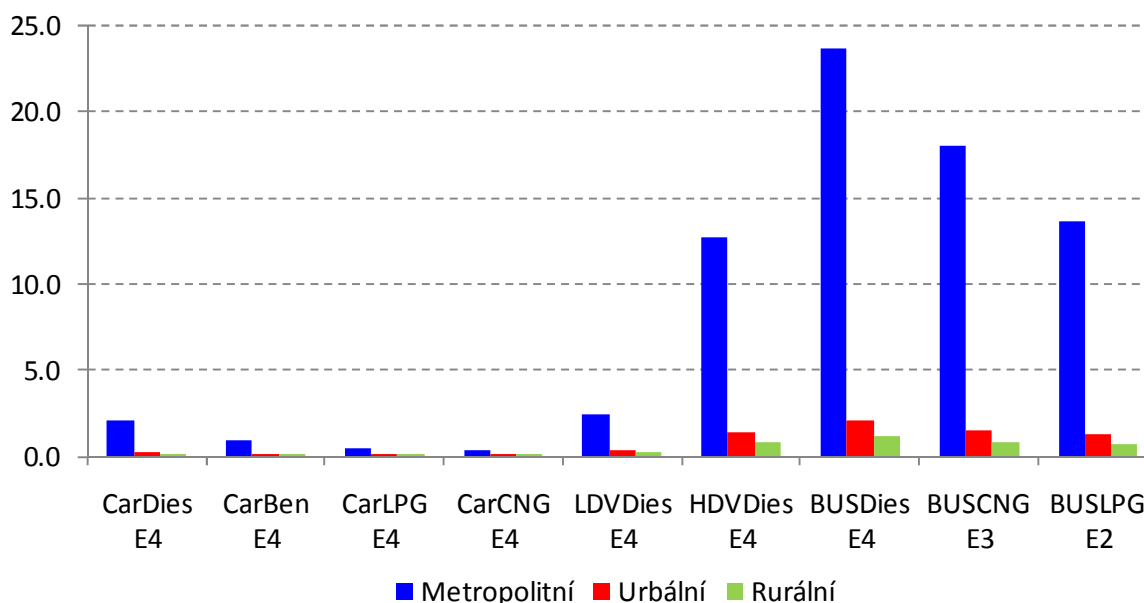
OA									
Diesel_konvenční	16,14	1,30	0,49	0,11	0,11	0,09	16,25	1,41	0,58
Diesel_EURO1	9,81	0,76	0,29	0,11	0,11	0,09	9,92	0,86	0,38
Diesel_EURO2	5,52	0,40	0,15	0,11	0,11	0,09	5,62	0,50	0,24
Diesel_EURO3	3,08	0,24	0,09	0,10	0,10	0,08	3,19	0,34	0,17
Diesel_EURO4	2,01	0,16	0,06	0,10	0,10	0,08	2,11	0,26	0,14
Benzin_konvenční	31,74	3,31	1,26	0,17	0,17	0,13	31,90	3,48	1,39
Benzin_EURO1	5,08	0,41	0,16	0,16	0,16	0,13	5,24	0,57	0,28
Benzin_EURO2	2,12	0,17	0,06	0,15	0,15	0,12	2,27	0,32	0,18
Benzin_EURO3	0,95	0,08	0,03	0,14	0,14	0,11	1,09	0,22	0,14
Benzin_EURO4	0,79	0,07	0,03	0,13	0,13	0,10	0,92	0,20	0,13
LPG_konvenční	13,99	0,96	0,36	0,20	0,20	0,12	14,18	1,16	0,49
LPG_EURO1	2,22	0,12	0,04	0,18	0,19	0,12	2,40	0,31	0,17
LPG_EURO2	0,91	0,05	0,02	0,16	0,18	0,12	1,07	0,23	0,14
LPG_EURO3	0,40	0,02	0,01	0,15	0,17	0,12	0,55	0,20	0,13
LPG_EURO4	0,32	0,02	0,01	0,15	0,15	0,12	0,48	0,17	0,13
CNG_EURO2	0,91	0,05	0,02	0,10	0,10	0,08	1,01	0,15	0,10
CNG_EURO3	0,40	0,02	0,01	0,10	0,10	0,08	0,49	0,12	0,09
CNG_EURO4	0,32	0,02	0,01	0,10	0,10	0,08	0,42	0,12	0,08
HDV									
Diesel_konvenční	281,00	23,31	8,86	0,46	0,46	0,55	281,47	23,77	9,40
Diesel_EURO1	176,18	14,23	5,41	0,44	0,44	0,52	176,61	14,66	5,93
Diesel_EURO2	111,11	9,09	3,46	0,42	0,42	0,50	111,52	9,51	3,96
Diesel_EURO3	19,12	1,48	0,56	0,40	0,40	0,49	19,52	1,87	1,05
Diesel_EURO4	12,33	0,98	0,37	0,38	0,38	0,48	12,71	1,36	0,85

Pozn: OA-osobní automobil, HDV-nákladní automobil, LDV – dodávka

GHG – skleníkové plyny

Zdroj: COŽP UK

Grafické vyjádření uvažovaných dopadů pro jednotlivé typy oblastí u vybraných silničních vozidel graficky ilustruje Obrázek 1.

Obrázek 1: Mezní externí náklady pro jednotlivé typy dopravních prostředků a typy oblastí, v Kč/vkm (2010)

Z odhadnutých hodnot lze usuzovat, že externí náklady jsou ovlivněny nejen technologií – tedy množstvím znečišťujících látek, ale zejména lokalitou, ve které se vozidlo pohybuje. V celkovém hodnocení jde většinou o řádový rozdíl mezi rurálním, urbálním a metropolitním prostředím. Tato skutečnost je zřejmá pro nákladní automobily a autobusy, které mají emisní úroveň konvenční a EURO 1 a 2. Pro stejné typy vozidel s emisní úrovní EURO 3 a 4 a také využívající LPG a CNG jsou tyto rozdíly mnohem menší. Podobná situace je u osobních automobilů na benzin a naftu, které mají emisní úroveň konvenční a EURO 1. Pro emisní úroveň EURO 3 a 4 a také pro CNG a LPG jsou opět tyto rozdíly minimální.

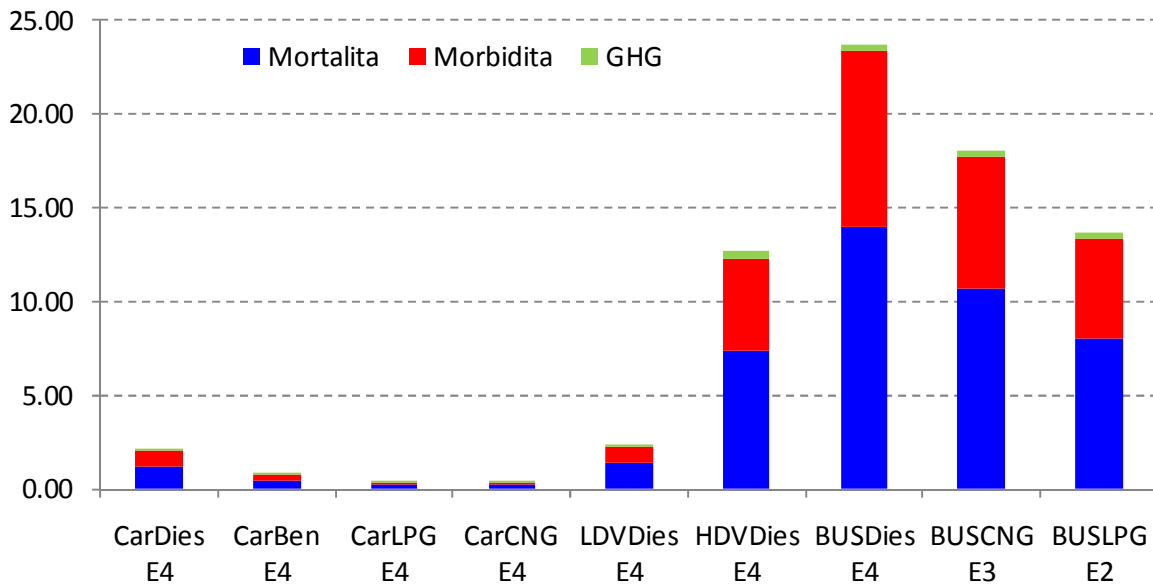
Nejhorší ze sledovaných vozidel jsou nákladní automobily (nad 3,5 t), které mají dieselové motory s emisními parametry odpovídající konvenční úrovni. Pokud takový automobil projíždí hustě obydlenou oblastí, generuje externí náklady (škody na zdraví a škody související s působením skleníkových plynů) více než 281 Kč na km.

Z hlediska působení dopadů na lidské zdraví a dopady související se změnou klimatu vycházejí nejlépe osobní automobily využívající CNG a LPG zejména s emisními standardy EURO 2 a 4. Pro metropolitní oblasti jsou hodnoty v rozmezí od 0,42 do 1,01 Kč/vkm (CNG) a od 0,48 do 2,40 Kč/vkm (LPG). S těmito hodnotami je srovnatelný pouze osobní automobil na benzin s emisním standardem EURO 3 a 4. Pro venkovské oblasti jsou hodnoty v rozmezí od 0,08 do 0,10 Kč/vkm (CNG) a od 0,13 do 0,17 Kč/vkm (LPG). S těmito hodnotami je srovnatelný opět osobní automobil na benzin, ale také na naftu s emisním standardem EURO 3 a 4. Taktéž se k těmto hodnotám přibližuje LDV s emisním standardem EURO 4 (0,22 Kč/vkm).

V případě kvantifikace dopadů ze silniční dopravy je významná část škody tvořena dopady na lidské zdraví, kdy dochází ke zvýšenému výskytu onemocnění, převážně respiračních a kardiovaskulárních (morbidita), a i ke snížení průměrné délky života (mortalita). Z celkových

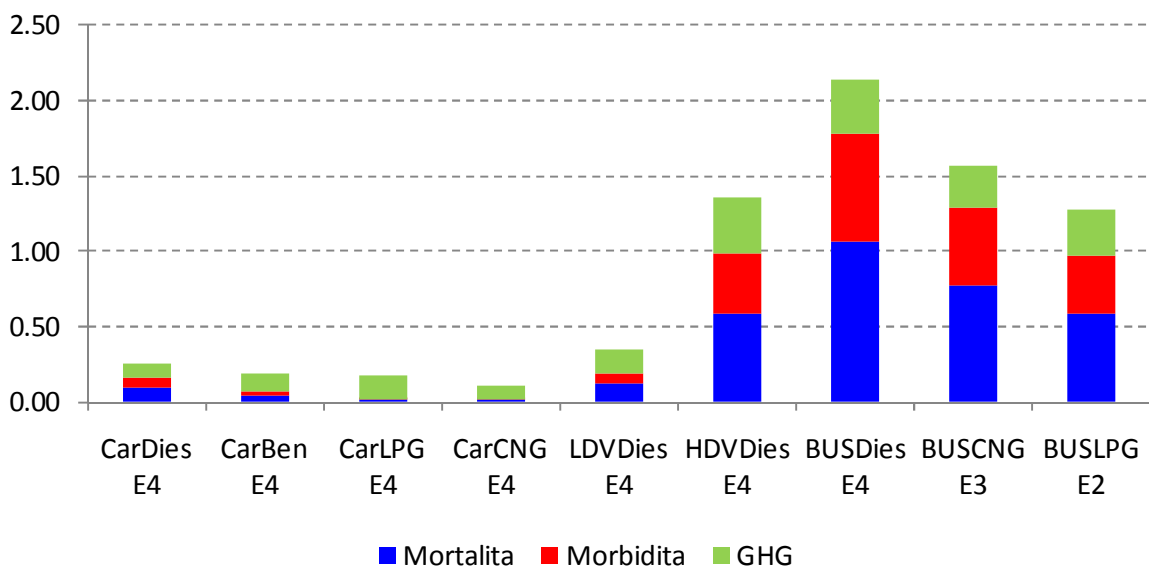
externích nákladů působených na lidské zdraví tvoří tyto dopady podstatnou část zejména v případě pohybu vozidla v metropolitní oblasti. Zde rozsah dopadů na lidské zdraví se pohybuje od 78 % do 98 % celkové externality, tuto skutečnost ilustruje Obrázek 2

Obrázek 2: Mezní externí náklady podle druhů dopadů v metropolitní oblasti, v Kč/vkm (2010)



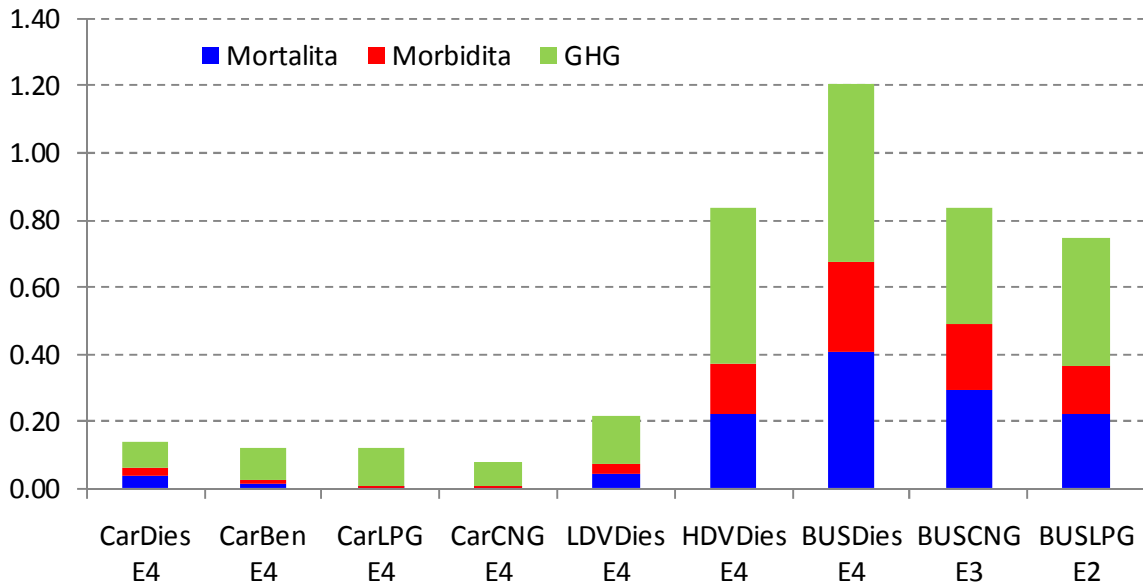
V případě pohybu vozidla v urbální oblasti je relativní výše externality působená na lidské zdraví nižší. Pohybuje se od 12 % (LPG) do 82 % (Bus Diesel) z celkové škody, viz Obrázek 3.

Obrázek 3: Mezní externí náklady podle druhů dopadů v urbální oblasti, v Kč/vkm (2010)



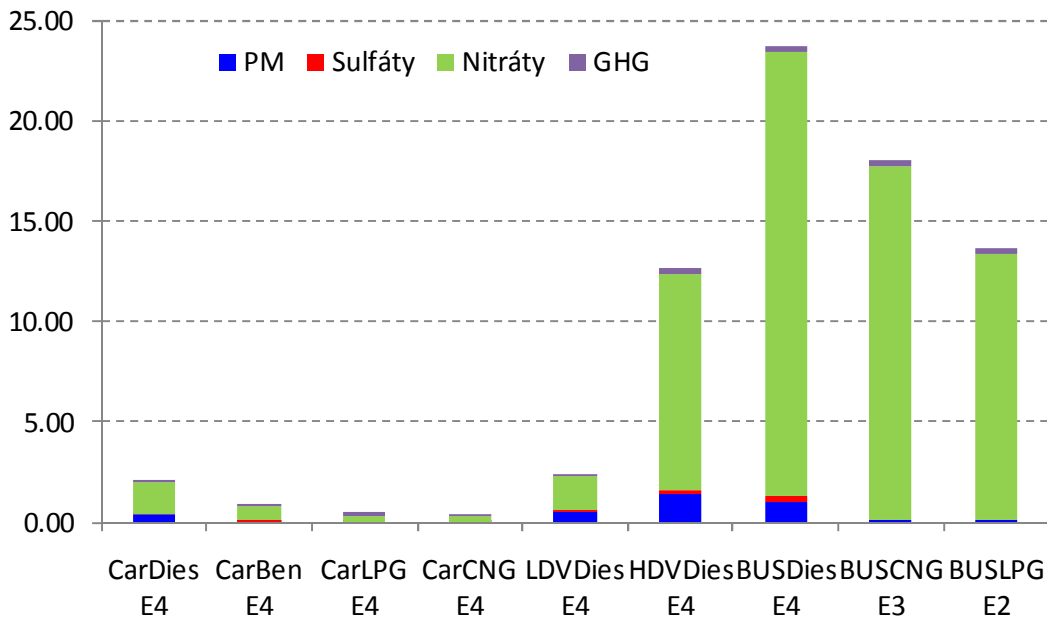
Co se týče relativní výše škody ve venkovském prostředí, zde dopady na lidské zdraví tvoří 6 % až 58 %. Nejnižší relace je opět u osobních automobilů na LPG a CNG, viz Obrázek 4.

Obrázek 4: Mezní externí náklady podle druhů dopadů v rurální oblasti, v Kč/vkm (2010)



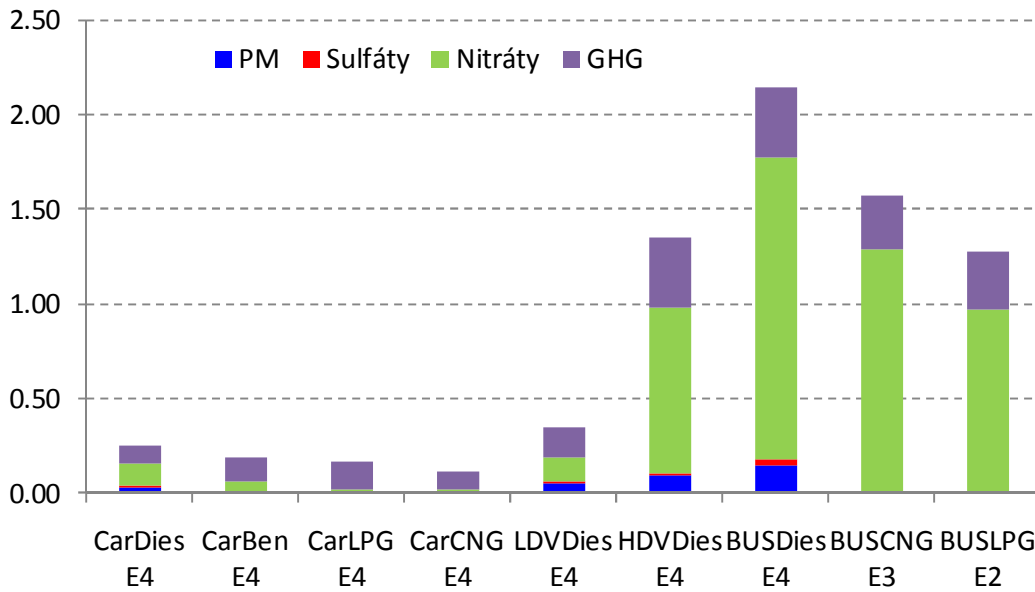
Z hlediska struktury dopadů podle typu znečišťující látky nevýznamněji působí oxidy dusíku. V metropolitní oblasti tvoří škody v rozsahu od 67 % (OA LPG) do 98 % (BUS CNG) podle typu vozidla a paliva, viz Obrázek 5.

Obrázek 5: Mezní externí náklady podle druhů znečišťujících látek v metropolitní oblasti, v Kč/vkm (2010)



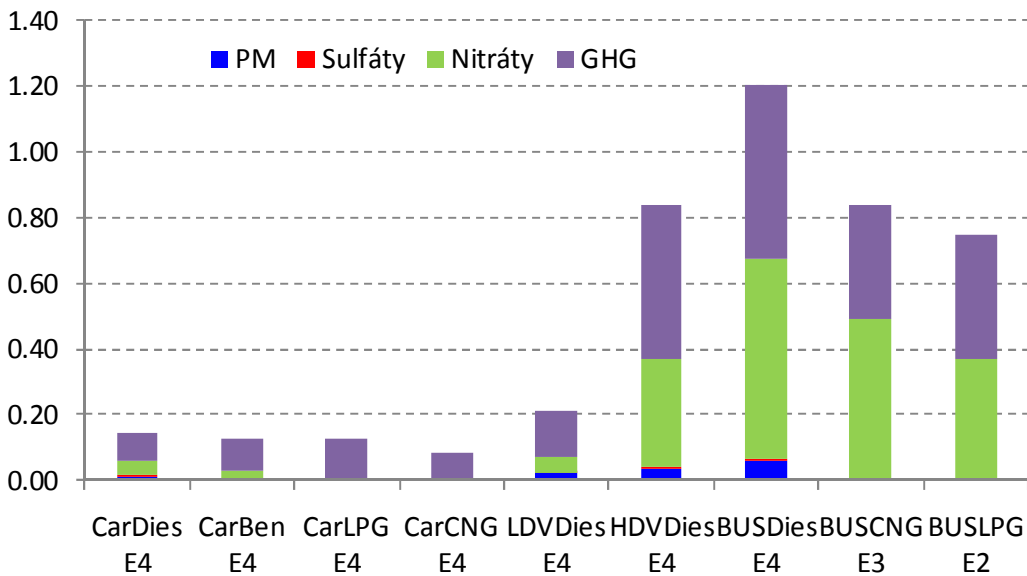
V případě urbální oblasti pak oxidu dusíku působí škody v rozmezí od 11 % (OA LPG) do 82 % (BUS CNG). Zde narůstají dopady související s působením emisí skleníkových plynů, a to v rozmezí od 17 % (BUS diesel) do 88 % (OA LPG). Situaci v tomto případě ilustruje Obrázek 6.

Obrázek 6: Mezní externí náklady podle druhů znečišťujících látek v urbální oblasti, v Kč/vkm (2010)



Emise skleníkových plynů působí relativně nejvyšší dopady v případě rurální oblasti, kde se dopady pohybují v rozmezí od 42 % (BUS CNG) do 94 % (OA LPG) z celkové externality, viz Obrázek 7.

Obrázek 7: Mezní externí náklady podle druhů znečišťujících látek v rurální oblasti, v Kč/vkm (2010)



Citlivostní analýza odhadů

V rámci citlivostní analýzy mezních externích nákladů pro jednotlivé kategorie vozidel a typy lokalit byla testována citlivost odhadů na použitou hodnotu CO₂. Dopady změny klimatu se v rámci celkové externality pohybují mezi 2 % - 94 % a to v závislosti na typu vozidla a výběru modelové oblasti (krajní případy představují nákladní vozidla s nízkým emisním standardem, které projíždí metropolitní oblastí a oproti tomu vysoký podíl skleníkových plynů je přiřazován osobním vozidlům na CNG a LPG, které procházejí venkovskou neosídlenou oblastí).

Vyčíslení škody způsobené změnami klimatu je velice obtížné a zahraniční studie na toto téma vykazují v hodnotě těchto dopadů značný rozptyl (mezi 3 - 63 € za tunu CO_{2 ekv.}), viz Tabulka 2.

Tabulka 2: Přehled jednotkových hodnot vyživaných pro hodnocení dopadů změny klimatu, v cenách roku 2008

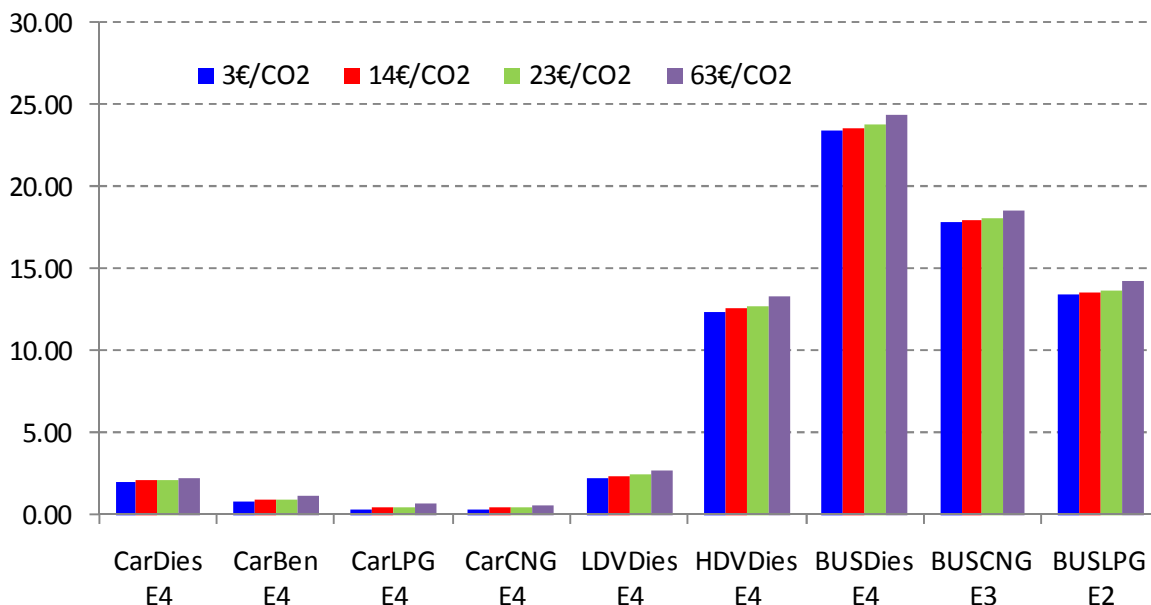
	€/tCO ₂	€/tC	CZK/tCO ₂	CZK/tC
EU ETS - červen	14		354	
MAC – ExternE hodnota	23	84	574	2095
MAC (Kuik 2007)				
mean 2025	24	95	599	2370
mean 2050	63	250	1572	6237
median 2025	16	64	399	1597
median 250	35	137	873	3418
MDC (ToI 2005)				
mean	19	67	474	1671
median	3	11	75	274

Poznámka: MAC – přístup nákladů na zamezení (marginal abatement costs), MDC – přístup společenských škod (marginal damage costs)

V metodě ExternE se v současnosti používá přístup ocenění nákladů na zamezení, kdy cena za 1 tunu CO₂ je 23 €. Kuik (2007) realizovala meta-analýzu zahraničních studií, kdy odhad hodnoty CO₂ vychází z přístupu nákladů na zamezení. Průměrná hodnota v těchto studiích je 24 € za tunu CO₂ (odhad do roku 2025), odhad do roku 2050 pak je 63 €. Oproti tomu review studií (ToI, 2005), které vychází z přístupu společenských škod, poskytuje průměrný odhad ve výši 19 € za tunu CO₂. Pro srovnání tuna CO₂ byla obchodovaná na EU ETS v červnu 2010 za 14 €.

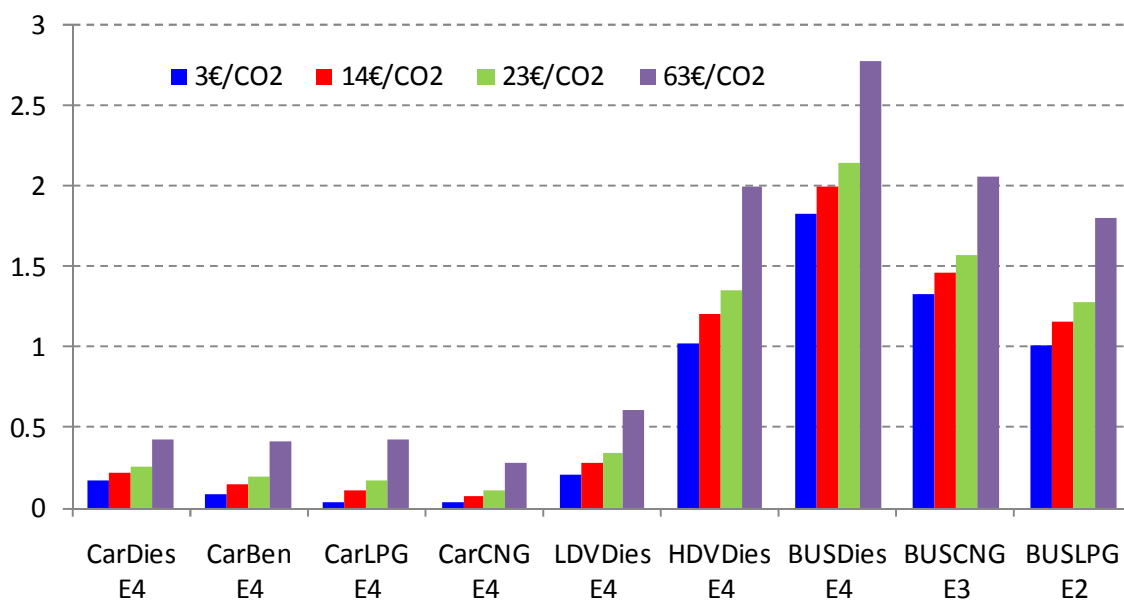
Obrázek 8 představuje citlivost mezních externích nákladů na zvolenou hodnotu CO₂ pro metropolitní oblast. Je zde vidět, že zvolená hodnota CO₂ ovlivňuje odhad externality minimálně. Pokud porovnáme citlivost výsledných odhadů k hodnotě 23 €/CO₂, pak pro hodnotu 3 € se liší odhady v rozmezí od 1 % do 27 %. Pro hodnotu 63 € pak je rozmezí od 3 % do 55 %.

Obrázek 8: Citlivost mezních externích nákladů na zvolenou hodnotu CO₂, metropolitní oblast, v Kč/vkm (2010)



Pro urbální oblasti je citlivost odhadů na hodnotu CO₂ následující, viz Obrázek 9. V porovnání s hodnotou 23 € jsou odhady za předpokladu 3 €/CO₂ nižší v rozmezí od 15 % do 77 %. V komparaci s hodnotou 63 €, pak výsledné odhady se liší v rozmezí od 31 % do 154 %.

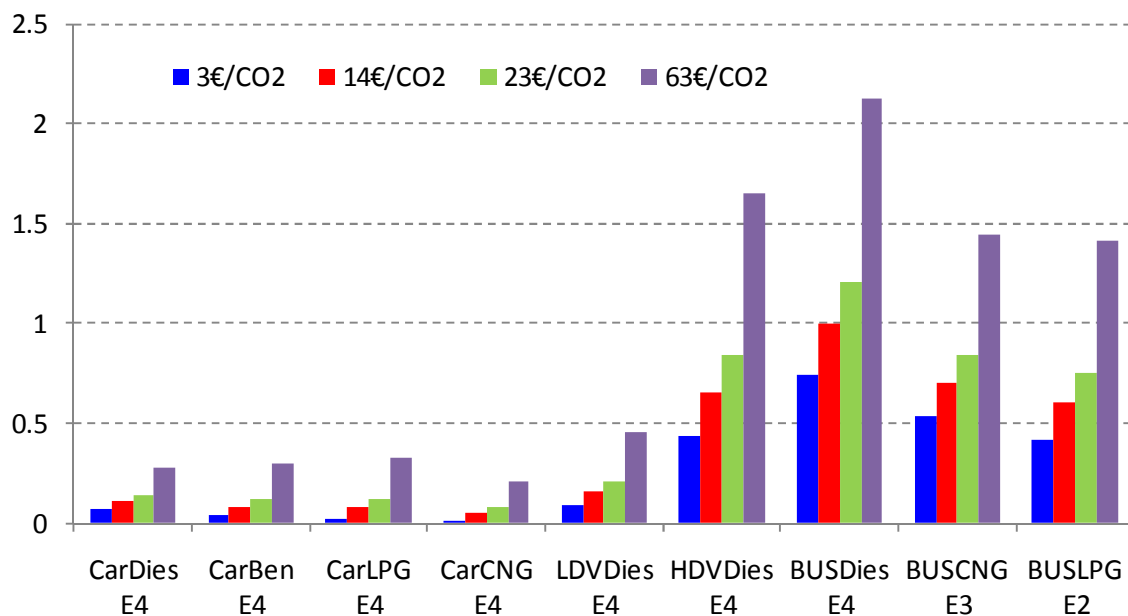
Obrázek 9: Citlivost mezních externích nákladů na zvolenou hodnotu CO₂, urbální oblast, v Kč/vkm (2010)



Obrázek 10 pak ilustruje citlivost odhadů pro rurální oblast. Pokud opět porovnáme výsledky s hodnotou 23 €/CO₂, pak pro 3 €/CO₂ se výsledná hodnota liší v rozmezí od 36 % do 82 %.

předpoklad založený na hodnotě 63 €/CO₂ se mezní externality liší v rozmezí od 72 % od 163 %. Zde tedy je nejvyšší citlivost výsledků na předpokládanou hodnotu CO₂.

Obrázek 10: Citlivost mezních externích nákladů na zvolenou hodnotu CO₂, rurální oblast, v Kč/vkm (2010)



Porovnání externích nákladů vybraných technologií s hodnotami vyčíslenými v zahraničí pro obdobná zařízení

Odhadnuté mezní externí náklady pro jednotlivé typy druhů silničních vozidel a typů lokalit, kde se vozidlo pohybuje, byly porovnány s odhady realizovanými v ostatních evropských zemích. Jako zahraniční odhady byly revidovány hodnoty pocházející projektů ExterneE (Friedrich a Bickel, 2001), dále CAFE CBA (CAFE, 2005) a HEATCO (2006), které byly přepočteny na vkm pro jednotlivé typy silničních vozidel. Revidovány byly pouze odhady pro osobní automobil na benzín a naftu a nákladní automobil. Komparaci českých odhadů s evropskými pak přibližuje Tabulka 3.

Tabulka 3: Porovnání mezních externích nákladů působených atmosférickými emisemi z dopravy (vkm/Kč v cenách roku 2010)

	Metropolitan CZ	Urban CZ	Rural CZ	Metropolitan EU	Urban EU	Rural EU
OA						
Diesel_konvenční	16.25	1.41	0.58	5.24	1.82	0.53
Diesel_EURO1	9.92	0.86	0.38	1.82	0.76	0.38
Diesel_EURO2	5.62	0.50	0.24	1.52	0.68	0.30
Diesel_EURO3	3.19	0.34	0.17	1.18	0.57	0.34
Diesel_EURO4	2.11	0.26	0.14	0.65	0.30	0.19
Benzin_konvenční	31.90	3.48	1.39	1.94	0.68	0.53
Benzin_EURO1	5.24	0.57	0.28	0.65	0.57	0.23
Benzin_EURO2	2.27	0.32	0.18	0.34	0.23	0.11
Benzin_EURO3	1.09	0.22	0.14	0.11	0.08	0.04
Benzin_EURO4	0.92	0.20	0.13	0.11	0.04	0.04
HDV						
Diesel_konvenční	281.47	23.77	9.40	11.01	6.26	4.82
Diesel_EURO1	176.61	14.66	5.93	6.19	3.76	2.96
Diesel_EURO2	111.52	9.51	3.96	4.90	3.45	2.85
Diesel_EURO3	19.52	1.87	1.05	3.57	2.66	2.20
Diesel_EURO4	12.71	1.36	0.85	1.97	1.56	1.33

Zdroj: Friedrich a Bickel (2001), CAFE CBA (2005), HEATCO (2006)

V daného porovnání je vidět, že odhady externích nákladů pro metropolitní oblast jsou pro ČR v porovnání s evropskými odhady několika násobně vyšší. Externí náklady pro OA Diesel konvenční převyšují evropské odhady 3 krát, nicméně HDV převyšuje tyto odhady až 28 krát. Pokud porovnáme výsledky pro urbální oblast, pak odhady jsou již bližší. V případě OA Diesel Euro 3 jsou pro ČR odhady poloviční, pro OA Benzin Euro 4 jsou naopak 5 krát vyšší. Pro odhad externích nákladů pro rurální oblast jsou výsledky s evropskými zeměmi nejbližší. Odhady pro HDV Diesel Euro 3 jsou pro ČR v porovnání s evropskými odhady poloviční, pro OA Benzin Euro 3 pak jsou 3,5 krát vyšší.

Modelování změny kvality ovzduší v důsledku zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze: modelové hodnocení kvality ovzduší.

Nad rámec aktivit řešených v rámci dílčího cíle „DC002 - Výpočet externích nákladů působených znečištěním ovzduší v dopravě mimo emise skleníkových plynů“ byly hodnoceny externí náklady přístupem IPA na modelové dopravní opatření na území hlavního města Prahy. V roce 2010 byly modelovány změny imisních úrovní sledovaných látek a sledovány počty obyvatel žijících v jednotlivých pásmech imisní zátěže a plochy fasád a střech budov taktéž v jednotlivých imisních pásmech. V roce 2011 bude tato aktivita pokračovat fyzickým hodnocením dopadů jednotlivých znečišťujících látek na obyvatelstvo a materiály budov a ekonomickým oceněním jednotlivých dopadů

Modelování změny kvality ovzduší bylo v tomto roce provedeno společností ATEM - Ateliér ekologických modelů, s. r. o., která disponuje odpovídající datovou a softwarovou základnou. Změny imisních koncentrací byly posuzovány pro 2 dopravní varianty: i) omezení vjezdu vozidlům nespňujících normu EURO 3 a nižší, ii) to samé, ale nespňujících normu EURO 4 a nižší. Hodnocení opatření bylo provedeno pro širší centrum hl. m. Prahy. Změna imisních koncentrací byla sledována pro 8 znečišťujících látek: celkové prachové částice, suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý, benzen, benzo(a)pyren a formaldehyd. Modelové výpočty byly prezentovány formou izolinií pro uvažované znečišťující látky. Pro jednotlivá pásma imisní zátěže byl stanoven počet exponovaných obyvatel, žijících v daném pásmu, a dále plocha fasád a střech budov, které jsou zasaženy danou znečišťující látkou.

Technická zpráva popisu modelového opatření včetně výsledku jsou součástí přílohy této zprávy.

Emise na železnici

Opatření: Elektrizace traťového úseku

Výpočet emisní úspory vlivem elektrizace trati probíhá na základě srovnání dvojice scénářů – před realizací opatření a po realizaci opatření. Při výpočtu se vychází ze spotřeby elektrické energie u elektrických vlaků (vyjádřená v kWh) a ze spotřeb vlaků v motorové trakci (udávané v litrech nafty). Určení celkové spotřeby vlaků však není jednoduchým procesem - jízda každého vlaku je specifická a pokud bychom chtěli přesně spotřebu na trati stanovit, bylo by zapotřebí zohlednit u každého jednotlivého vlaku velké množství dat, mezi která patří:

1. parametry traťového úseku
 - rychlostní profil
 - sklonové poměry
 - směrové poměry
 - tunely
 - trakční napájecí soustava
2. parametry vozidel / vlaků
 - trakční charakteristiky hnacích vozidel
 - spotřební (energetické) charakteristiky hnacích vozidel
 - hmotnosti a délky vlaků
 - jízdní odpor vlaků
 - stanovené rychlosti vlaků
 - místa zastavení vlaků, popř. s uvedením doby pobytů v místech zastavení

Pro každý z vlaků je pak možno v informačním systému SENA (nebo obdobném informačním systému) simulovat jízdu po dané trati, přičemž jedním z dosažených výstupů je i spotřeba trakční energie/nafty. Jelikož však IS SENA není veřejně přístupný, je takové řešení značně problematické a stanovení spotřeby vlaků by nebylo možné bez součinnosti SŽDC, příp. jiného příslušného správce železniční dopravní cesty, který disponuje obdobným informačním systémem. Z toho důvodu je nutné pro výpočet využít generalizace, přičemž pro každý scénář samostatně může výpočet probíhat dle následujících kroků:

Krok 1 – stanovení dopravního výkonu

Základní informací, kterou je potřebné zjistit pro stanovení dopravního výkonu je délka trati. Tu lze zjistit z Prohlášení o dráze celostátní a regionální, které vydává SŽDC. Pokud je potřebné určit délku pouze vybraného úseku trati, lze využít Atlasu drah ČR, podrobné údaje poskytují služební pomůcky drah, konkrétněji Tabulky traťových poměrů. Kilometrická vzdálenost uváděná v knižním jízdním řádu (KJŘ) není reálnou délkou trati, nýbrž pouze „tarifní vzdáleností“, která slouží k výpočtu cen jízdného. Tato vzdálenost se v určitých případech od vzdálenosti reálné liší.

Na každé trati se pohybuje různé množství vlaků různých typů. U vlaků osobní přepravy jde v závislosti na kategorii tratě o Os / Sp / R / IC / EC / Sv, v případě že provoz těchto kategorií

vlaků je na daném úseku plánovaný. V případě nákladní dopravy lze rozdělovat vlaky v kategoriích Mn / Pn / Rn / Vn / NEx / Lv. Pro běžný týden (pět pracovních dnů, sobota a neděle) se pro každý pravidelný vlak na trati stanoví základní parametry. Vlaky mimořádné a vlaky provozované pouze „podle potřeby“ nejsou do výpočtu zahrnuty, stejně jako není uvažováno s různými krátkodobými omezeními provozu vlaků (například o vánočních svátcích). Mezi základní charakteristiky vlaku potřebné pro výpočet dopravního výkonu na trati patří:

trakce – motorová / elektrická = zařazení vlaku do příslušné trakce podle plánovaného nasazení vozidla pro tento vlak - uváděno v Sešitovém jízdním řádu (SJŘ).

četnost jízdy – (0;1> = frekvence vypravení vlaku podle údajů z Grafikonu vlakové dopravy (GVD) - přehledu omezení jízdy vlaků. Je-li vypravován vlak denně tak je hodnota četnosti 1, pokud je v provozu pouze ve vybrané dny tak se hodnota četnosti jízdy stanoví jako podíl počtu dní, kdy je vlak nasazován a celkového počtu dnů v týdnu. (index četnosti jízdy vlaku: 1 den v týdnu = 0,14; 2 dny = 0,29; 3 dny = 0,43; 4 dny = 0,57; 5 dnů = 0,71; 6 dnů = 0,86; všechny dny v týdnu = 1).

hrubá hmotnost vlaku – udává se v t – představuje celkovou hmotnost vlaku, tj. hnacího vozidla, vozidel tažených a hmotnost nákladu. Typ hnacího vozidla se určí podle plánovaného nasazení hnacích vozidel dle SJŘ. Služební hmotnost každého hnacího vozidla je stanovena např. v technické dokumentaci k typu vozidla. U vlaků osobní přepravy lze hrubou hmotnost tažených vozidel (pro každý konkrétní typ vagonu je stanovena v technické dokumentaci) určit poměrně přesně na základě plánovaného řazení vlaků (k dohledání ve služebních pomůckách dopravce, veřejně jsou tyto informace publikovány také ve webové aplikaci, která je součástí internetového magazínu na stránkách www.zelpage.cz). Vlaky nákladní přepravy mají obvykle běžnou hmotnost proměnlivou v závislosti na množství přistavené zátěže. Proto je potřebné zjistit, jaké množství vozů a kterého typu bývá běžně přepravováno a na základě toho stanovit „referenční nákladní vlak“ pro daný spoj. Přitom je nutné zohlednit stanovený normativ hmotnosti vlaku pro daný traťový úsek a typ hnacího vozidla (normativ hmotnosti je maximální přípustná hrubá hmotnost vlaku). Při stanovení běžné hmotnosti vlaku je nutné zohlednit fakt, že zdaleka ne všechny vozy jsou ložené (nákladní vlaky kategorie Vn bývají sestaveny pouze z prázdných vozů). U neložených vozů se počítá pouze váha samotného vozu. Orientačně lze stanovit běžnou váhu jednoho nákladního vozu takto:

<u>typ vozu</u>	<u>celková hmotnost</u>	<u>váha vozu</u>	<u>váha nákladu</u>
2osý	40 t	13 t	27 t
4osý	80 t	25 t	55 t

Příklady konkrétních hodnot vozů běžných typů využívaných v ČR:

Falls /4nápravový, přeprava uhlí/	25 t vůz + 54 t náklad
Es /2nápravový vysokostěnný/	12,8 t vůz + 26 t náklad
Eas-u /4nápravový vysokostěnný/	22,7 t vůz + 57 t náklad
Uacs /"rajky" na cement a vápno/	23 t vůz + 57 t náklad
Res /4osý plošinový – kontejnery/	25 t + 55 t náklad

Celkový dopravní výkon trati, udávaný v hrubých tunokilometrech stanovíme samostatně pro jednotlivé trakce jako součin délky trati a sumy součinů hmotnosti každého vlaku a četnosti jeho jízdy. Získáme tak denní celkový dopravní výkon vyjádřený v hrubých tunokilometrech podle jednotlivých trakcí.

Krok 2 – stanovení spotřeby elektrické energie a nafty

Známy celkový dopravní výkon, zjištěný podle předchozího kroku převedeme na spotřebu trakční energie/nafty podle orientačních hodnot, zastupujících podmínky běžné v rámci české železniční sítě jako celku:

Elektrická trakce:

20 kWh / 1000 hrtnm u nákladů

38 kWh / 1000 hrtnm u osobních vlaků

25 kWh / 1000 hrtnm u rychlíků

Pozn.: při použití moderních vozidel (např. elektrické jednotky řady 471 a 680, lokomotivy Siemens ES 64 U4 „Taurus“, Škoda 109e aj.) je možné na stejnosměrném napájecím systému 3000 V využívat rekuperaci³. Jak bylo zjištěno z přímých měření prováděných VÚŽ u vlaků na trati Praha – Kolín, tak u často zastavujících vlaků bývá navraceno okolo 30 % elektrické energie zpět k využití. Je však nutno poznamenat, že pravděpodobnost úspěšné rekuperace brzdové energie je daná možností jejího předání jiným vozidlům v napájeném úseku - v husté příměstské dopravě je poměrně dobrá (výše zmíněná měření na trati Praha – Kolín prokázala úspěšnost přes 90 %), avšak v úsecích s řidší dopravou je výrazně nižší. Na napájecím systému 25 kV/50 Hz není bez vysokých dodatečných investic z technologického hlediska možné v současnosti rekuperaci zavádět, z důvodu v minulosti zavedeného vzájemného propojení distribuční sítě a trakčních transformoven. Z legislativních důvodů není v ČR možné běžně vracet elektrickou energii do veřejné distribuční sítě a nutný okamžitý odběr je nutno realizovat v rámci železnice.

Další úsporu elektrické energie při jízdě vlaků lze dosáhnout pomocí zavádění systému „Automatického vedení vlaku“ (AVV). Při rezervě 4 % jízdní doby, používané při konstrukci GVD pro vlaky osobní dopravy, odpovídá teoretická úspora el. energie cca 25 % při srovnání s jízdou za minimální jízdní dobu. Pro vlaky nákladní dopravy je při standardní rezervě 10 % možná úspora energie až 35 %.

Motorová trakce:

do 10 l / 1000 hrtnm u osobního vlaku v motorové trakci obecně

³ přeměna kinetické energie vlaku zpět na využitelnou elektrickou energii během elektrodynamického brzdění

do 5 l / 1000 hrtkm u nákladního vlaku s moderní lokomotivou
cca 6 l / 1000 hrtkm u nákladu s obyčejnou dieselovou lokomotivou

Všechny udávané spotřeby jsou počítány pro běžný provoz, vč. základních manipulačních spotřeb (posun, objížďení ve stanicích, apod.) Spotřebu vedle typu pohonné jednotky hnacího vozidla ovlivňují zejména u osobních vlaků další faktory jako je vytápění nebo osvětlení prostorů pro cestující.

Výstupem druhého kroku výpočtu je tedy množství trakční energie/nafty, které je na hodnocené trati spotřebováno za jeden běžný den.

Krok 3 – emisní bilance

Emise z elektrické trakce se do výpočtu zahrnou pouze tehdy, chceme-li uvažovat s nepřímou produkcí emisí (tj. emise z výroby elektrické energie v elektrárnách), počítáme-li emise produkované „in situ“, můžeme elektrickou trakci považovat za bezemisní.

Spotřebované množství nafty v litrech převedeme na její hmotnostní ekvivalent:

$$1 \text{ l nafty} = 0,837 \text{ kg}$$

Známe-li hmotnost spotřebovaného paliva, můžeme ji převést na množství vyprodukovaných škodlivin pomocí následujících emisních faktorů, které byly vybrány z Databáze emisních faktorů spravované Centrem dopravního výzkumu, v.v.i.:

Název polutantu	Ef	Jednotka
chrom	0,05	mg/kg.pal
kadmium	0,01	mg/kg.pal
měď	1,7	mg/kg.pal
methan	0,243	g/kg.pal
nemethanové organické látky	2,6625	g/kg.pal
nikl	0,07	mg/kg.pal
oxid dusný	0,111	g/kg.pal
oxid uhelnatý	9,30625	g/kg.pal
oxid uhličitý	3138	g/kg.pal
oxidy dusíku bez N ₂ O	30,5625	g/kg.pal
pevné částice	1,104285714	g/kg.pal
selen	0,01	mg/kg.pal
zinek	1	mg/kg.pal

Výsledkem daného výpočtu ve třech krocích je průměrná denní produkce vybraných škodlivin na daném úseku trati.

Případová studie: Elektrizace trati Ostrava-Svinov – Opava východ

Elektrizace trati proběhla v letech 2004 až 2007, přičemž největší část prací, včetně dlouhodobé výluky mezistaničního úseku, proběhla v roce 2006. Náklady na realizaci činily 1,796 miliardy Kč, celkové investiční náklady dosáhly 1,931 miliardy Kč. Vlastní elektrický provoz byl zahájen 10. prosince 2006.

Délka trati: 28,2 km (Ostrava-Svinov – Opava východ)

Dílčí úseky trati: 7,8 km (Opava východ – Štítina)

14,2 km (Opava východ – Háj ve Slezsku)

Scénář pro provoz v GVD 2010/11:

Krok 1 – stanovení dopravního výkonu

Počet vlaků osobní přepravy denně podle daných kategorií:

souprava	hmotnost [hrt]	OP-OS	OS-OP
471	160	24,42	24,42
843	70	1	1
843+1	100	1	1
843+2	130	7	8,14
843+2+843	200	0,14	0,14
843+3+843	230	1	0
843+4+843	260	1,85	1,71

Celkem denní výkon osobní přepravy v elektrické trakci (řada 471) : 220 366,1 hrtnm

Celkem denní výkon osobní přepravy v motorové trakci (řada 843) : 99 258,4 hrtnm

Počet vlaků v nákladní přepravě denně podle daných kategorií:

typ loko	OP-OS	OS-OP
2x740	0,71 (Pn)	0,71 (Vn)
163	0,71 (Pn)	0,71 (Pn)
742	0,71 (Pn)	0,71 (Pn)
typ loko	OP-ŠT	ŠT-OP
742	0,71 (Mn)	0,71 (Mn)

Pozn. Os = Ostrava Svinov; Op = Opava východ; Št = Štítina

Odhad hmotnosti jednotlivých nákladních vlaků:

$2 \times 740 + 30 \text{ vozů Falls} = 2 \times 72 + 30 \times 79 = 2514 \text{ t ložený; } 2 \times 72 + 30 \times 25 = 894 \text{ t prázdný}$

$742 + 10 \text{ 4osých vozů} + 5 \text{ 2osých} = 64 + 10 \times 80 + 5 \times 40 = 1064 \text{ t ložený}$

$163 + 10 \text{ 4osých vozů} + 5 \text{ 2osých} = 85 + 10 \times 80 + 5 \times 40 = 1085 \text{ t ložený}$

$742 + 2 \text{ 2osé} + 5 \text{ 4osých} = 64 + 2 \times 40 + 5 \times 80 = 544 \text{ t ložený, } 340 \text{ tun prázdný}$

Pozn. Technický normativ na celkovou váhu soupravy [t]:

2x740	2900	3000
742	1400	2000

Dopravní výkon:

Elektrická trakce: $28,2 * 0,71 * 1100 * 2 = 44\,048 \text{ hrtkm}$

Motorová trakce: $28,2 * 0,71 * (2514 + 894 + 1064 * 2) + 7,8 * (340 + 544) = 117\,737 \text{ hrtkm}$

Celkem denní výkon nákladní přepravy v elektrické trakci (řada 163) : 44 048 hrtkm

Celkem denní výkon nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742) : 117 737 hrtkm

Krok 2 - denní spotřeba trakční energie/nafty

Celkem denní spotřeba osobní přepravy v elektrické trakci (řada 471)

$220,366 \text{ tis. hrtkm} * 38 \text{ kWh} * 0,75 \text{ (na trati je instalováno AVV)} * 0,75 \text{ (rekuperace jednotek ř. 471)} = \mathbf{4710 \text{ kWh}}$

Celkem denní spotřeba nákladní přepravy v elektrické trakci (řada 163)

$44,048 \text{ tis. hrtkm} * 20 \text{ kWh} = \mathbf{881 \text{ kWh}}$

Celkem denní spotřeba osobní přepravy v motorové trakci (řada 843)

$99,258 \text{ tis. hrtkm} * 10 \text{ l} = \mathbf{993 \text{ l nafty}}$

Celkem denní spotřeba nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742)

$117,737 \text{ tis. hrtkm} * 6 \text{ l} = \mathbf{706 \text{ l nafty}}$

Celkem denní spotřeba nafty v motorové trakci: **1699 l nafty**

Krok 3 – výpočet denního emisního toku škodlivin

Hmotnostní ekvivalent denní spotřeby nafty: $1699 * 0,837 = \mathbf{1422 \text{ kg nafty}}$

škodlivina	denní emisní tok
chrom	71,10 mg
kadmium	14,22 mg
měď	2,42 g
methan	345,56 g
nemethanové organické látky	3,41 kg
nikl	99,54 mg
oxid dusný	157,85 g
oxid uhelnatý	13,23 kg
oxid uhličitý	4,46 t
oxidy dusíku bez N2O	43,46 kg
pevné částice	1,57 kg
selen	14,22 mg
zinek	1,42 g

Scénář pro provoz před elektrizací - GVD 2005/06:

Krok 1 – stanovení dopravního výkonu

Počet vlaků osobní přepravy denně podle daných kategorií:

souprava	hmotnost [hrt]	OP-OS	OS-OP
843+1	100	8,57	8,57
843+2	130	7,71	7,71
749+4	195	13,43	13,43

Celkem denní výkon osobní přepravy v motorové trakci (řada 843,749) : 252 568 hrtkm

Počet vlaků nákladní přepravy denně podle daných kategorií:

typ loko	OS-OP	OP-OS
2x740	0,42 (Pn)	0,42 (Vn)
749	1,85 (Pn)	1,71 (Pn)
749	-	0,14 (Lv)
typ loko	OP-HvS	HvS-OP
742	0,71 (Mn)	0,71 (Mn)

Pozn. OS = Ostrava Svinov; OP = Opava východ; HvS = Háj ve Slezsku

Odhad hmotnosti jednotlivých nákladních vlaků:

$2 \times 740 + 30 \text{ vozů Falls} = 2 \times 72 + 30 \times 79 = 2514 \text{ t ložený; } 2 \times 72 + 30 \times 25 = 894 \text{ t prázdný}$

$749 + 10 \text{ 4osých vozů} + 5 \text{ 2osých} = 75 + 10 \times 80 + 5 \times 40 = 1075 \text{ t ložený}$

$742 + 2 \text{ 2osé} + 5 \text{ 4osých} = 64 + 2 \times 40 + 5 \times 80 = 544 \text{ t ložený, } 340 \text{ tun prázdný}$

$749 \text{ (lokomotivní vlak)} = 75 \text{ t}$

Dopravní výkon:

Motorová trakce: $28,2 * (0,42 * (2514+894) + (1,85 + 1,71) * 1075 + 0,14 * 75) + 14,2 * (544 + 340) = 161\,135 \text{ hrtkm}$

Celkem denní výkon nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742,749) : **161 135 hrtkm**

Krok 2 - denní spotřeba trakční energie/nafty

Celkem denní spotřeba osobní přepravy v motorové trakci (řada 749,843)

$252,6 \text{ tis. hrtkm} * 10 \text{ l} = \mathbf{2526 \text{ l nafty}}$

Celkem denní spotřeba nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742,749)

$161,135 \text{ tis. hrtkm} * 6 \text{ l} = \mathbf{967 \text{ l nafty}}$

Celkem denní spotřeba nafty v motorové trakci: **3493 l nafty**

Krok 3 – výpočet denního emisního toku škodlivin

Hmotnostní ekvivalent denní spotřeby nafty: $3493 * 0,837 = \mathbf{2924 \text{ kg nafty}}$

škodlivina	denní emisní tok
chrom	146,18 mg
kadmium	29,24 mg
měď	4,97 g
methan	710,44 g
nemethanové organické látky	7,01 kg
nikl	204,65 mg
oxid dusný	324,52 g
oxid uhelnatý	27,21 kg
oxid uhličitý	9,17 t
oxidy dusíku bez N2O	89,35 kg
pevné částice	3,23 kg
selen	29,24 mg
zinek	2,92 g

Fiktivní scénář pro provoz dle rozsahu stejném jako v GVD 2010/11, avšak všechny vlaky jsou vedeny v motorové trakci, obdobnými soupravami jako byly provozovány v GVD 2005/06⁴

Krok 1 – stanovení dopravního výkonu

Počet vlaků osobní přepravy denně podle daných kategorií:

souprava	hmotnost [hrt]	OP-OS	OS-OP
749+4	160	24,42	24,42
843	70	1	1
843+1	100	1	1
843+2	130	7	8,14
843+2+843	200	0,14	0,14
843+3+843	230	1	0
843+4+843	260	1,85	1,71

Celkem denní výkon osobní přepravy v motorové trakci (řada 843,749) : 319 624 hrtkm

Počet vlaků v nákladní přepravě denně podle daných kategorií:

typ loko	OS-OP	OP-OS
2x740	0,71 (Pn)	0,71 (Vn)
749	0,71 (Pn)	0,71 (Pn)
742	0,71 (Pn)	0,71 (Pn)
typ loko	Op-Št	Št-Op
742	0,71 (Mn)	0,71 (Mn)

Pozn. OS = Ostrava Svinov; OP = Opava východ; Št = Štítina

Odhad hmotnosti jednotlivých nákladních vlaků:

$2 \times 740 + 30 \text{ vozů Falls} = 2 \times 72 + 30 \times 79 = 2514 \text{ t ložený; } 2 \times 72 + 30 \times 25 = 894 \text{ t prázdný}$

$749 + 10 \text{ 4osých vozů} + 5 \text{ 2osých} = 75 + 10 \times 80 + 5 \times 40 = 1075 \text{ t ložený}$

$742 + 10 \text{ 4osých vozů} + 5 \text{ 2osých} = 64 + 10 \times 80 + 5 \times 40 = 1064 \text{ t ložený}$

$742 + 2 \text{ 2osé} + 5 \text{ 4osých} = 64 + 2 \times 40 + 5 \times 80 = 544 \text{ t ložený, } 340 \text{ tun prázdný}$

Dopravní výkon:

Motorová trakce: $28,2 * 0,71 * (2514+894+1075*2+1064*2) + 7,8*0,71*(544+340) = 158 785$ hrtkm

Celkem denní výkon nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742,749) : 158 785 hrtkm

⁴ jde pouze o hypotetický scénář, neboť při elektrizaci tratě byla také zvýšena její propustnost. Technický stav trati během GVD 2005/06 neumožňoval takto vysoký rozsah dopravy. Vzhledem k omezenému počtu motorových vozů řady 843 u ČD, je uvažováno, že jednotky ř. 471 nahradily na osobních vlacích řadu 749 s přípojnými vozy.

Krok 2 - denní spotřeba trakční energie/nafty

Celkem denní spotřeba osobní přepravy v motorové trakci (řada 749,843)
 319,624 tis. hrtkm * 10 l = **3196 l nafty**

Celkem denní spotřeba nákladní přepravy v motorové trakci (řada 740,742,749)
 161,135 tis. hrtkm * 6 l = **953 l nafty**

Celkem denní spotřeba nafty v motorové trakci: **4149 l nafty**

Krok 3 – výpočet denního emisního toku škodlivin

Hmotnostní ekvivalent denní spotřeby nafty: 3493 * 0,837 = **3473 kg nafty**

škodlivina	denní emisní tok
chrom	173,64 mg
kadmium	34,73 mg
měď	5,90 g
methan	843,87 g
nemethanové organické látky	8,32 kg
nikl	243,09 mg
oxid dusný	385,47 g
oxid uhelnatý	32,32 kg
oxid uhličitý	10,90 t
oxidy dusíku bez N2O	106,13 kg
pevné částice	3,83 kg
selen	34,73 mg
zinek	3,47 g

V roce 2011 bude tato aktivita pokračovat fyzickým hodnocením dopadů jednotlivých znečišťujících látek na obyvatelstvo a další typy receptorů a ekonomickým oceněním jednotlivých dopadů.

Použitá literatura

CAFE (2005): Damages per tonne of PM_{2,5}, NH₃, SO₂, NO_x and VOC's of EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas. Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of airquality related issues, in particular in the clean air for Europe(CAFE) programme Didcot : AEA Technology Environment.

European Commission (2005): Externe: Externalities of Energy, Methodological 2005 Update. European Commission, Directorate-General for Research. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities. 2005, ISBN 92-79-00423-9.

HEATCO (2006): Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO), Deliverable D5: Proposal for Harmonised Guidelines - Stuttgart : IER, Germany, Stuttgart.

Hudec, Z. et al. (2006). Atlas drah České republiky 2006 – 2007. Druhé rozšířené a doplněné vydání. Praha: Malkus, 310 stran. ISBN 80-870472-00-1.

Friedrich, R. a Bickel, P. (2001): Environmental external costs of transport, Stuttgart : IER, University of Stuttgart.

Jedlička, J., Huzlík, J., Smékal, P., Dufek, J., Grabic, R. (2007). Databáze emisních faktorů alternativních a klasických paliv. Elektronický dokument s lokálním přístupem (databáze MS-Access). Realizační výstup projektu VaV 1F54G/104/520 - Měření a výpočty emisních faktorů nelimitovaných polutantů při spalování směsných biopaliv v závislosti na jejich složení a provozních režimech.

Maj, J., Pohl, M. (2005). Elektrické lokomotivy Siemens ES 64 U4. In Odborné semináře Czech Raildays 2005 [CD-ROM]. Zlín: M-Press, 2005. Dokument dostupný také online z <
http://www.railvolution.net/czechraildays/craildays5/seminare/v_6.pdf > (cit. 2011-01-28).

Kuik, O. (2007): The Avoidance Costs of Greenhouse Gas Damage: A Meta-Analysis, CASES project, WP3, European Commission.

Šiman, P. (2006). Možnosti úspory trakční elektrické energie a motorové nafty závislé na železniční infrastruktuře. Vědeckotechnický sborník ČD, č. 22/2006, 12 s.

Tol, R.S.J. (2005): The Marginal Damage Costs of Carbon Dioxide Emissions, *Energ Policy*, 33, 2064-2084.

Výpočet externích nákladů vyvolaných hlukem z dopravy

Stanovení jednotkových externích nákladů hluku z dopravy

Tato kapitola bezprostředně navazuje na kvantifikaci dopadů hluku podrobně popsanou ve zprávě za rok 2009 a vychází z téhož metodického přístupu funkce škody (damage function approach), když peněžně oceňuje jednotlivé dopady hluku na lidské zdraví. Při omezeních daných současným stavem poznání – tedy především dostupnou a validní evidencí z psychoakustických studií, jsou za dobře prokázané dopady hluku z dopravy na lidské považovány obtěžování hlukem (annoyance), rušení ve spánku a dodatečné případy infarktu myokardu, přičemž poslední zmíněný dopad se týká pouze expozice hluku ze silniční dopravy.

Pro odvození externích nákladů hluku jsou – na rozdíl od všech ostatních kategorií dopadů – lépe vypovídající jednotkou průměrné náklady, neboť s ohledem na logaritmické měřítko jednotky hluku – decibelu – mezní externí náklady s rostoucí intenzitou dopravy klesají. Z tohoto důvodu je tento přístup doporučen i manuálem EK pro internalizaci externích nákladů (Maibach et al. 2008) a je uveden i v příloze schválené novely směrnice o zpoplatnění těžkých nákladních vozidel za užití dopravní infrastruktury⁵, i když diskusi o užití mezních externích nákladů zdaleka nelze považovat za ukončenou.

Formalizovat lze tento výpočet následovně:

$$CME_{hluk\ j,m,p} = Pop_{j,m,p} \cdot C_{dB(A)\ m,p} / (Veh\ km)_{j,p}$$

kde

CME ... náklady hluku na vozo-kilometr

Pop ... populace vystavená hluku

C_{dB(A)} ... ocenění hluku (dB/osoba dle dopravního módu)

Veh*km ... součin počtu vozidel a délky úseku

m ... dopravní mód, **j** ... osa (místní hledisko), **p** ... období (časové hledisko)

Naším cílem je v tomto případě odvození (a doporučení) hodnot ocenění hluku $C_{dB(A)}$, pro jednotlivé dopravní módy. Vycházíme přitom z ocenění snížení blahobytu, které může u jednotlivých dopadů spočívat ve:

⁵ Viz nová příloha IIIa.

1. vynaložení nákladů na léčbu onemocnění v důsledku expozice hluku,
2. ztrátě produktivity,
3. vynaložení výdajů na zabránění negativnímu působení hluku,
4. nepohodě spojené s příznaky onemocnění a omezením/ztrátou možností trávení volného času,
5. snížení průměrné délky života / riziko předčasného úmrtí.

V případě kardiovaskulárních onemocnění (akutního infarktu myokardu) jsou do kvantifikace zahrnuty všechny složky s výjimkou obranných výdajů, zatímco v případě obtěžování hlukem jsou zohledněny pouze dopady v podobě nepohody působené expozicí zvýšené hladině hluku a v případě rušení ve spánku – s ohledem na částečný překryv s oceněním subjektivního obtěžování hlukem – jen jako ztrátu či snížení produktivity.⁶

Kvantifikace fyzických efektů

Obtěžování hlukem

Individuální funkce expozice-odezvy pro obtěžování hlukem (annoyance) byly vyčísleny v meta-analýze Miedema a Oudshoornové (2001) pro obtěžování hlukem ze silniční, železniční, a letecké dopravy. Takto odhadnutý polynomický funkční vztah umožňuje předpovědět procento lidí, kteří jsou působením hluku lehce, středně nebo velmi rozmrzelí (obtěžování).

Procento lehce (slightly annoyed - LA), středně (annoyed - A) a silně (highly annoyed - HA) obtěžovaných ze silničního hluku lze vypočítat následovně:

$$\%LA = -6.235 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 32)^3 + 5.509 \times 10^{-2} (L_{DVN} - 32)^2 + 0.6693 (L_{DVN} - 32)$$

$$\%A = 1.795 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 37)^3 + 2.110 \times 10^{-2} (L_{DVN} - 37)^2 + 0.5353 (L_{DVN} - 37)$$

$$\%HA = 9.868 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 42)^3 - 1.436 \times 10^{-2} (L_{DVN} - 42)^2 + 0.5118 (L_{DVN} - 42)$$

Procento lehce (LA), středně (A) a silně (HA) obtěžovaných ze železničního hluku lze určit obdobným způsobem:

$$\%LA = -3.229 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 32)^3 + 4.871 \times 10^{-2} (L_{DVN} - 32)^2 + 0.1673 (L_{DVN} - 32)$$

$$\%A = 4.538 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 37)^3 + 9.482 \times 10^{-3} (L_{DVN} - 37)^2 + 0.2129 (L_{DVN} - 37)$$

$$\%HA = 7.239 \times 10^{-4} (L_{DVN} - 42)^3 - 7.851 \times 10^{-3} (L_{DVN} - 42)^2 + 0.1695 (L_{DVN} - 42)$$

Rušení ve spánku

⁶ Ještě konzervativnější přístup byl v tomto ohledu použit v projektu HEATCO (Bickel, 2006), kde ocenění dopadů obtěžování ve spánku nebylo do celkové hodnoty ocenění dopadů hluku zahrnuto vůbec, právě s argumentem očekávaného překryvu s obtěžováním hlukem.

Individuální funkce expozice-odezva byly vyčísleny v meta-analýze Miedemy a kol. (2003) pro rušení ve spánku hlukem ze silniční, železniční, a letecké dopravy. Rovněž tento odhadnutý funkční vztah umožňuje předpovídat procento lidí, kteří uvádějí, že jsou působením hluku lehce, středně či silně rušení ve spánku.

Procento osob vysoce rušených ve spánku (% HSD – highly sleep disturbed) lze vypočítat následovně:

$$\text{silniční hluk: } \%HSD = 20.8 - 1.05 * L_{noc} + 0.01486 * L_{noc}^2$$

$$\text{železniční hluk: } \%HSD = 11.3 - 0.55 * L_{noc} + 0.00759 * L_{noc}^2$$

$$\text{letecký hluk: } \%HSD = 18.147 - 0.956 * L_{noc} + 0.01482 * L_{noc}^2$$

Kardiovaskulární nemoci

Babisch (2006, 2008) pomocí meta-analýzy předchozích studií odvodil vztah mezi silničním hlukem a infarktem myokardu:

$$OR = 1.629657 - 0.000613(L_{den,16h})^2 + 0.000007357(L_{den,16h})^3$$

Z důvodu stanovení tohoto vztahu jako procenta pravděpodobnosti (odds ratio), je pro odhad v rámci exponované populace nezbytné znát incidenci infarktu myokardu.

Prahové hodnoty hluku pro kvantifikaci dopadů

Prahové hodnoty představují úroveň hluku, při nichž nedochází k žádným negativním dopadům. Pro obtěžování hlukem jsou to hodnoty $L_{DVN} \geq 42$ dB pro silné obtěžování, $L_{DVN} \geq 37$ dB pro střední obtěžování a $L_{DVN} \geq 32$ dB pro alespoň lehké obtěžování hlukem z dopravy (Miedema a Oudshoorn, 2001). Poněkud méně jednoznačné je určení prahové hodnoty u rušení hlukem ve spánku, v meta-analýze Miedemy a Vose (2007) je nicméně uvažováno relativně úzké rozpětí L_{noc} 45 – 65 dB(A), již dříve však byly tyto funkční vztahy extrapolovány pro nižší (40-45 dB(A)) i vyšší úrovně (65-70 dB(A)) (EC WGHSEA, 2004). U dopadů v podobě infarktu myokardu je stanoven práh $L_{den} > 60$ dB(A) (Babisch et al., 2008).

Prozatímní hodnoty pro dopady hluku, které jsou obsaženy ve výstupu projektu HEATCO (Bickel, 2006), uvádějí pro jednotlivé módy peněžní ocenění dopadů v rozmezí L_{DVN} 43-81 dB(A). Spodní hranice zde odpovídá prahové hodnotě pro silné obtěžování hlukem, které je ostatně dominantní kategorií dopadů zahrnutých do peněžního ocenění.⁷

Peněžní ocenění

⁷ Centrální hodnoty uvedené ve zprávě projektu nicméně používají

Postup ocenění dopadů hluku je podrobně popsán ve zprávě projektu za rok 2009. Pro ocenění obtěžování hlukem jsou využity hodnoty ochoty přijmout kompenzaci za strpění hluku odhadnuté v empirickém šetření realizovaném v roce 2009 (a rovněž podrobně popsáném ve zmíněné zprávě). Pro porovnání jsou vedle těchto hodnot využity i hodnoty obtěžování hlukem odhadnuté v projektu HEATCO (Navrud et al., 2006), které jsou přepočteny na Kč paritou kupní síly a upraveny na cenovou úroveň roku 2009. Obě sady hodnot přibližuje následující tabulka.

Tabulka 4 – Porovnání peněžní ocenění obtěžování hlukem (v Kč/rok)

stupeň obtěžování	TranExt (WTA)		HEATCO (WTP)	
	silniční i železniční		silniční	železniční
lehce	900		675	547
středně	1800		1551	876
silně	3000		1551	876

Pro ocenění ztráty produktivity v důsledku nespavosti vycházíme ze studie Godet-Cayré et al. (2006), která odhadovala náklady pracovních absencí spojených s nespavostí ve Francii. Rozdíl v délce pracovní neschopnosti mezi běžnými a insomnickými zaměstnanci byl odhadnut na 3,4 dne, nicméně autoři studie upozorňují na možná úskalí přenosu této hodnoty a doporučují použít relativní podíl na produktivitě vyjádřený jako 2 % HDP na zaměstnance. V podmínkách ČR přitom 2% podíl na HDP na zaměstnance představuje přibližně 14 tisíc Kč, zatímco při použití 3,4 dnů pracovní absence (a za předpokladu 215 efektivních pracovních dnů) dostaneme ztrátu produktivity ve výši zhruba 11 tis. Kč.

U jednoho případu infarktu myokardu je třeba zohlednit jak přímé náklady léčení – odhadnuté na 52 tis. Kč – tak i ztrátu produktivity – odhadovanou na 63 tis. Kč – a rovněž ztrátu blahobytu v důsledku bolesti a nepohodlí, která byla nepřímou odhadnuta ve výši 52,5 tis. Kč. Vedle toho je určitá část infarktů smrtelná, a tedy je nutné do kvantifikace zahrnout i náklady mortality. Alternativně jsou tyto náklady odhadnuty s využitím hodnoty ztraceného roku života (year of life lost – YOLL, resp. value of life year - VOLY), tj. vynásobením počtu ztracených let (YOLLs) hodnotou roku ztraceného života (VOLY), nebo pomocí hodnoty statistického života (value of statistical life – VSL), kdy se zpravidla použije jediná hodnota pro každý případ předčasného úmrtí bez ohledu na počet ztracených let života. Zatímco podle prvního přístupu jsou náklady úmrtnosti na jeden statistický případ infarktu myokardu přibližně 222 tis. Kč, při druhém přístupu je to bezmála 4 mil. Kč.

Průměrné externí náklady pro hlukové úrovně

S ohledem na odlišné indikátory hlukové expozice pro jednotlivé dopady je ocenění expozice jednotlivým hlukovým úrovním (po 1 dB(A) příslušného hlukového indikátoru) představeno v následujících tabulkách v členění podle těchto dopadů. Obtěžování hlukem je uvedeno v rozsahu L_{DvN} 43 – 81 dB(A), kde spodní odpovídá prahu pro silné obtěžování hlukem (shodné rozpětí je uvedeno také ve zprávě projektu HEATCO), rušení ve spánku je uváděno v rozsahu L_{noc} 40 – 70 dB(A), což odpovídá rozpětí doporučeném v pozičním dokumentu pracovní skupiny Evropské komise (EC WGHSEA, 2004), konečně pro dodatečné případy infarktu myokardu je

zahrnut rozsah od L_{den} 61 – 81 dB(A), kdy spodní hranice odpovídá prahu tohoto expozičního vztahu. Všechny tři hlukové indikátory jsou používány při vytváření hlukových map dle směrnice 2002/49/ES o hluku ve vnějším prostředí, i když v praxi jsou zpravidla reportovány pouze indikátory L_{DVN} a L_{noc} .

Tabulka 5 - externí náklady obtěžování hlukem (v Kč na osobu a rok)

L_{DEN} dB(A)	TranExt		HEATCO	
	silniční	železniční	silniční	železniční
43	161	83	124	46
44	189	99	143	53
45	218	116	162	61
46	249	133	183	70
47	280	152	204	79
48	312	172	226	89
49	345	193	249	99
50	379	215	273	110
51	414	239	297	121
52	450	264	323	133
53	488	290	349	146
54	527	318	375	159
55	567	347	403	172
56	608	378	431	186
57	651	410	460	200
58	696	444	489	215
59	742	480	519	231
60	789	518	550	247
61	838	557	582	263
62	888	599	614	280
63	941	642	646	297
64	995	688	680	315
65	1050	736	713	334
66	1108	785	748	353
67	1168	837	782	372
68	1229	892	818	392
69	1292	948	854	412
70	1358	1008	890	433
71	1425	1069	927	455

72	1495	1133	964	477
73	1566	1200	1002	499
74	1640	1269	1040	522
75	1716	1341	1078	545
76	1795	1416	1117	569
77	1875	1493	1156	593
78	1958	1574	1196	618
79	2044	1657	1236	643
80	2132	1744	1276	669
81	2223	1833	1317	695

Tabulka 6 - externí náklady rušení hlukem ve spánku (v Kč na osobu a rok)

L _N dB(A)	přepočten přes HDP		přepočten podle délky trvání	
	<i>silniční</i>	<i>železniční</i>	<i>silniční</i>	<i>železniční</i>
40	325	205	257	162
41	345	214	273	170
42	369	226	292	179
43	397	239	314	189
44	429	255	339	202
45	466	273	368	216
46	506	293	400	232
47	551	315	436	249
48	600	339	475	268
49	653	366	517	289
50	711	394	562	312
51	772	425	611	336
52	838	458	662	362
53	908	493	718	390
54	982	530	776	419
55	1060	570	838	451
56	1142	611	903	483
57	1229	655	972	518
58	1319	701	1043	554
59	1414	749	1118	592
60	1513	799	1197	632
61	1617	852	1278	673

62	1724	906	1363	717
63	1836	963	1451	761
64	1951	1022	1543	808
65	2071	1083	1638	856
66	2195	1146	1736	906
67	2324	1211	1837	958
68	2456	1279	1942	1011
69	2593	1348	2050	1066
70	2733	1420	2161	1123

Tabulka 7 - externí náklady rizika infarktu myokardu v důsledku expozice silničnímu hluku (v Kč na osobu a rok)

L_D dB(A)	náklady úmrtnosti jako VOLY	náklady úmrtnosti jako VSL
61	14	150
62	20	214
63	27	289
64	35	373
65	44	468
66	54	572
67	65	686
68	77	807
69	89	937
70	102	1073
71	115	1216
72	129	1364
73	144	1517
74	159	1673
75	174	1833
76	189	1995
77	205	2159
78	220	2323
79	236	2488
80	251	2653
81	267	2817

Postup výpočtu externích nákladů hluku z dopravy

- vyčíslení počtu osob vystavených určité hladině hluku dle výsledků hlukové mapy/studie pro stávající stav a navrhované opatření
- úprava hodnot na cenovou úroveň roku prováděného hodnocení
- vypočtení dopadů – vynásobení počtu osob zasažených v jednotlivých hladinách příslušného hlukového indikátoru příslušným jednotkovým externím nákladem
- vyjádření celkové změny externích nákladů hluku při realizaci opatření jako rozdílu mezi celkovými externími náklady hluku při stávajícím stavu a při realizaci uvažovaného protihlukového opatření.

Výpočet nákladů hluku podle novely směrnice o euroviněťě

Již v úvodu zprávy zmiňovaná novela směrnice o euroviněťě stanoví v příloze IIIa postup pro výpočet zpoplatnitelných nákladů hlukového znečištění z dopravy, alternativně je však možné převzít maximální hodnoty stanovené v příloze IIb. Výpočtový vzorec vypadá následovně:

$$NCV_j \text{ (celodenní)} = e \times \sum_k NC_{jk} \times POP_k / WADT$$

kde

NCV_j ... náklady hluku z těžkého nákladního vozidla na silnici kategorie j (€/vkm)

NC_{jk} ... náklady hluku na exponovanou osobu na silnici kategorie j hluku k (€/osobu)

POP_k ... populace exponovaná dennímu hluku k na kilometr (osob/km)

$WADT$... vážený průměrný denní provoz (OA ekvivalent)

e ... faktor ekvivalence mezi těžkými nákladními vozidly a osobními automobily, nesmí být vyšší než 4

Přitom může členský stát uplatnit různé faktory váhy pro období dne a noci, výsledný vážený průměrný poplatek za hluk však nesmí přesáhnout celodenní hodnotu nákladů hluku NCV_j . Zevrubná diskuse faktorů ovlivňujících úroveň hluku ze silniční dopravy je obsahem následující kapitoly.

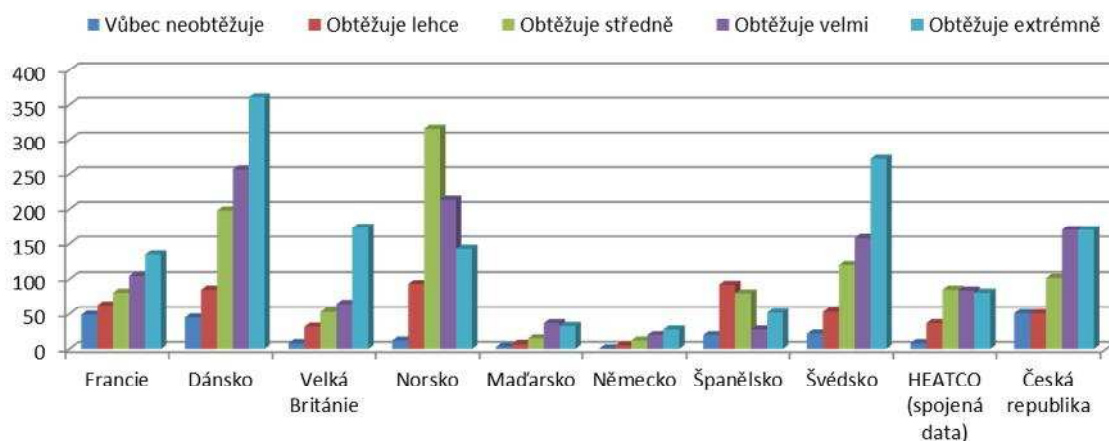
Vedle toho, jak již bylo zmíněno, novela směrnice určuje v příloze IIIb i maximální sazbu poplatku za náklady hluku a to zvlášť pro noc (2 €/vkm) a den (1,1 €/vkm) a podle oblasti pro příměstské a meziměstské.

Srovnání hodnot se zahraničními studii

Přímé porovnání odvozených hodnot naráží na praktickou nesouměřitelnost s ohledem na odlišné referenční hlukové indikátory, rozsah dopadů zahrnutých do kvantifikace a výrazné nejistoty týkající se přenosu hodnot. Následující graf proto uvádí pouze srovnání ocenění

obtěžování hlukem, neboť se jedná – z hlediska ocenění dopadů – o nejnvýznamnější kategorii externích nákladů. I přes podobnost srovnávaných studií v použití podmíněné metody ocenění (contingent valuation), představuje zásadní překážku přímého srovnávání hodnot užití odlišného konceptu ocenění – zatímco pro ČR byly odhadnuty hodnoty ochoty přijmout kompenzaci za strpění hluku z dopravy, v případě ostatních studií se jedná o odlišný formát – ochotu platit za vyhnutí se hluku z dopravy.

Obrázek 11 – Peněžní ocenění jednotlivých úrovní obtěžování hlukem (v EUR/rok)

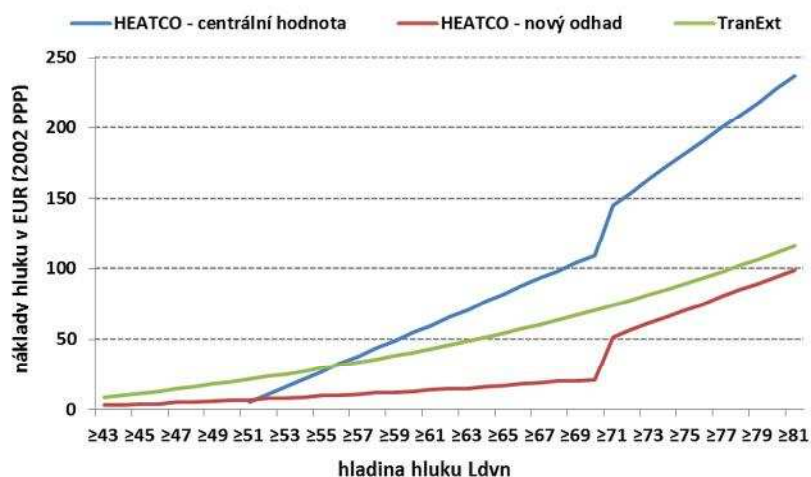


Pozn.: data za VB, Norsko, Maďarsko, Španělsko a Švédsko a spojená data pocházejí z valuační studie realizované v projektu HEATCO (Navrud et al. 2006), Francie (Lambert et al. 2001), Dánsko (Bjørner et al., 2003). Data za ČR byla převedena na EUR paritou kupní síly a uvádějí ochotu přijmout kompenzaci (WTA), ostatní ochotu platit (WTP).

Další srovnání je provedeno s doporučenými prozatímními hodnotami projektu HEATCO, kde je uvedeno hned několik sad hodnot, dle použitého ocenění jednoho decibelu a způsobu přepočtu pro příslušnou členskou zemi EU. Pro porovnání byly zvoleny jak centrální hodnoty, tak i hodnoty podle „nového přístupu“, který využívá výsledky valuační studie realizované v tomto projektu (Navrud et al. 2006). Následující graf ukazuje porovnání nákladů hluku ze silniční dopravy, kdy výsledky dosažené v našem projektu jsou pro účely tohoto srovnání přepočítány paritou kupní síly na hodnotu eura roku 2002.

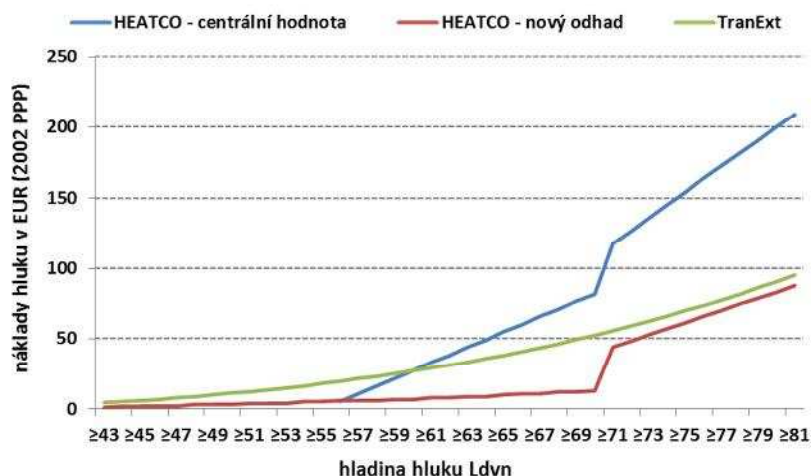
Uvedené srovnání ukazuje, že výsledky naší valuační studie poskytují peněžní odhady, které jsou dobře srovnatelné s výsledky jiných studií přenesených do podmínek ČR.

Obrázek 12 - Porovnání ocenění expozice hluku ze silniční dopravy (v EUR_{2002PPP} na osobu a rok)



Obdobně vypadá i srovnání pro hluk ze železniční dopravy, kdy výsledky z našeho výzkumu se v převážné míře pohybují v rozmezí hodnot doporučených v projektu HEATCO.

Obrázek 13 – Porovnání ocenění expozice hluku ze železniční dopravy (v EUR_{2002PPP} na osobu a rok)



Literatura

Babisch W. (2006) Transportation Noise and Cardiovascular Risk. Review and Synthesis of Epidemiological Studies, WaBoLu-Hefte 01/06, Dessau: Umweltbundesamt.

Babisch W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. Noise Health 10:27-33.

Bickel P. (2006) Derivation of fall-back values for impacts due to noise, Annex E to HEATCO Deliverable 5, HEATCO – Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, available at <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de>.

Bjørner, T.B., T. Lundhede and J. Kronbak (2003) Valuation of Noise Reduction – Comparing results from hedonic pricing and contingent valuation. AKF Forlaget, October 2003, Copenhagen, Denmark, 148 pp.

EC WGHSEA (2004) Position paper on dose-effect relationships for night time noise, European Commission Working Group on Health and Socio-Economic Aspects, November 2004, dostupné na <http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/positionpaper.pdf>

Lambert, J., Poisson, F., Champelovier, P. (2001) Valuing benefits of a road traffic noise abatement programme: a contingent valuation survey. 17th International Congress on Acoustics, Rome.

Miedema H.M.E., Oudshoorn C.G.M. (2001) Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and Their Confidence Intervals, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 109, No. 4, s. 409-416.

Miedema H.M.E., Passchier-Vermeer W., Vos H. (2003) Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance, TNO Inro report 2002-59, Delft.

Miedema H.M.E., Vos H. (2007). Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behav Sleep Med* 5:1-20.

Navrud S., Trædal Y., Hunt A., Longo A., Gressmann A., Leon C., Espino R., Markovits-Somogyi, Meszaros F. (2006) Economic values for key impacts valued in the Stated Preference surveys, Deliverable four, HEATCO – Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, available at <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de>.

Diskuse faktorů ovlivňujících hluk ze silniční dopravy

Hlukové indikátory

Při hodnocení vlivu hluku ve venkovním prostoru se postupuje podle hodnot hluku vyjádřených v ekvivalentních hladinách akustického tlaku L_{Aeq} (tedy v časově integrovaných hodnotách hluku) a dalších kritérií ve vazbě na způsob využití území, druhy zdrojů hluku atd. Takové vyjádření vlivu hluku však není dokonalé, nepříznivé účinky hluku záleží i na jeho dalších vlastnostech, jako je maximální hladina hlukových událostí, jejich frekvence v čase nebo denní době. Převládající způsob hodnocení hluku dle ekvivalentní hladiny je však užitečný, srovnáváme-li vzájemně podobné hlukové situace. V běžné praxi se podle ekvivalentních hladin posuzuje ustálený nebo proměnný hluk, jako např. hluk z dopravy, hluk z většiny průmyslových zdrojů apod. Předpokládá se, že souhrnný efekt hlukových událostí vnímaných člověkem je úměrný součtu jejich zvukové energie (princip stejné energie). Proto se stanovuje jako průměr celkové energie za určitý čas T (16 hodin, 8 hodin, 1 hodina apod.), tj. ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ která je odvozena integrací hlukových úrovní s váhovým filtrem A , který záznam hluku přizpůsobuje citlivosti lidského sluchového orgánu.

Podle platných právních předpisů jsou v ČR pro hodnocení vlivu hluku z dopravy ve venkovním prostoru stanoveny hlukové indikátory časově vztažené na:

- Denní doba - $L_{Aeq,16h}$ = ekvivalentní hladina akustického tlaku stanovená pro celou denní dobu (délka 16 hodin, od 6 do 22 hodin),
- Noční doba - $L_{Aeq,8h}$ = ekvivalentní hladina akustického tlaku stanovená pro celou noční dobu (délka 8 hodin, od 22 do 6 hodin).

Hodnota těchto hlukových indikátorů může být zjišťována měřením nebo výpočtem. Výpočet pomocí hlukového modelování je např. pro účely územního plánování vhodnější a z hlediska možnosti podchycení připravovaných změn je jediné možným způsobem. Pro hlukové modelování různých zdrojů hluku byly vyvinuty odpovídající výpočtové metody, které moderní výpočtové programy ve svém algoritmu zahrnují.

Hygienické limity hluku v ČR jsou dány nařízením vlády č.148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Pro hluk ze silniční dopravy jsou stanoveny následovně:

Použije-li se korekce pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací, v chráněném venkovním prostoru staveb:

- $L_{Aeq,16h} = 70$ dB pro denní dobu (6.00 - 22.00 hod).
- $L_{Aeq,8h} = 60$ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod).

Nepoužije-li se korekce pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací, v chráněném venkovním prostoru staveb pro hluk v okolí hlavních pozemních komunikací, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující:

- $L_{Aeq,16h} = 60$ dB pro denní dobu (6.00 - 22.00 hod).
- $L_{Aeq,8h} = 50$ dB pro noční dobu (22.00 - 6.00 hod).

Jednotka

Intenzita hluku se vyjadřuje v decibelech (dB), což je poněkud ošemetné – nárůst této veličiny není symetrický, jak jsme zvyklí třeba u jednotek hmotnosti nebo délky. Decibel je logaritmická veličina – nárůst hluku o 3 dB znamená zdvojnásobení objemu hluku.

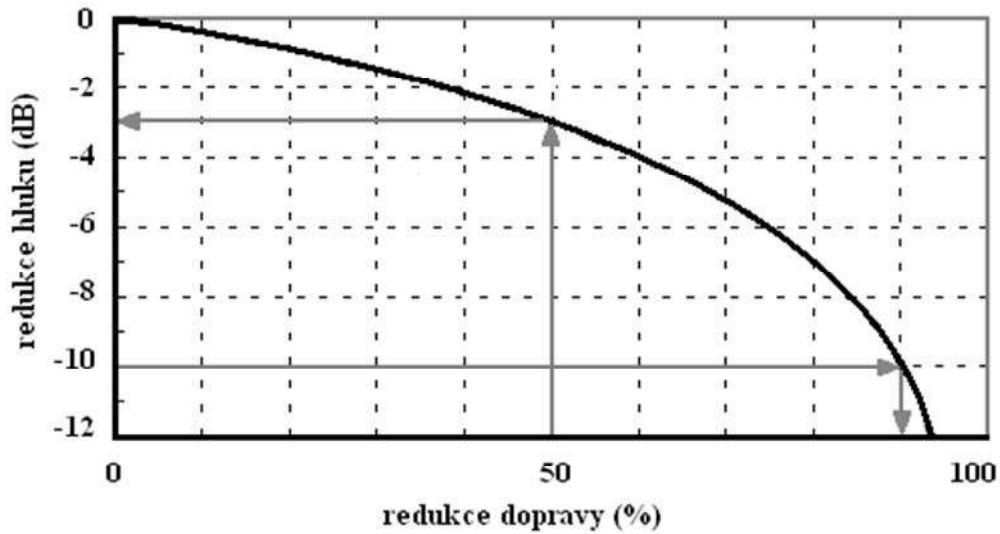
Kritická mez dopravního hluku vzhledem intenzitě dopravy

Stanovit kritickou mez intenzity dopravního hluku z automobilového provozu, při níž dochází k překračování mezních hlukových limitů je obtížné. Na základě různých studií menších územních celků (Cholava a kol. 2005, Cholava a kol. 2009a, Cholava a kol. 2009b, Cholava a kol. 2009c) vyplývá, že problematická intenzita provozu pro starou hlukovou zátěž začíná na hodnotách 8000 – 14 000 vozidel za den v závislosti na složení dopravního proudu, rychlosti, stavu a sklonu komunikace, vzdálenosti vlastních obytných sídel, aj., (ČSN ISO 1996-1, ČSN ISO 1996-2, ČSN ISO 11819-1, ČSN 73 6121, ČSN 73 6122, ČSN 73 6123-1, ČSN 73 6129, ČSN 73 6130, ČSN 73 6175, ČSN 73 6177). (Uvedené číslo platí při cca 10% zastoupení nákladních vozidel v dopravním proudu, rychlosti 50 km/h, rovné asfaltové ježděné vozovce bez zřetelnějších poruch, při vzdálenosti 7,5m od vozovky.) Pro výstavbu nových silničních komunikací však platí přísnější hygienický limit, který je minimálně o 10 dB nižší (dle nařízení vlády č. 148/2006 Sb.), což představuje pro identický případ, riziko překročení hygienického limitu již při intenzitě provozu 1000 – 1600 vozidel za den dle výše uvedeného příkladu. Pro identické podmínky však při vyšší rychlosti 80 km/h jsou mezní intenzity provozu vozidel nižší. Pro starou hlukovou zátěž je mezní hlukový limit dosažen při hodnotách 5000 – 8000 vozidel za den pro novou komunikaci, kde platí přísnější hygienický limit, představuje riziko překročení hygienického limitu již intenzita provozu 600 – 900 vozidel za den.

Závislost intenzity dopravy na dopravní hluk

Vliv snížení intenzity prostřednictvím odklonu dopravy přibližuje Obrázek 14. Pokles dopravní intenzity o 20% přinese snížení hlukové zátěže o 1 dB. Až teprve snížení dopravní intenzity na polovinu (o 50%) přináší znatelný pokles hladiny hluku o 3 dB. Subjektivní pokles hluku o polovinu (-10 dB) vyžaduje snížení dopravy o 90 %. Avšak intenzita dopravy a rychlost spolu souvisejí a snížení intenzity je obvykle spojeno se zvýšením rychlosti. V důsledku toho nemusí být dosaženo optimálního přínosu z redukováného dopravního proudu (Cholava a kol. 2009).

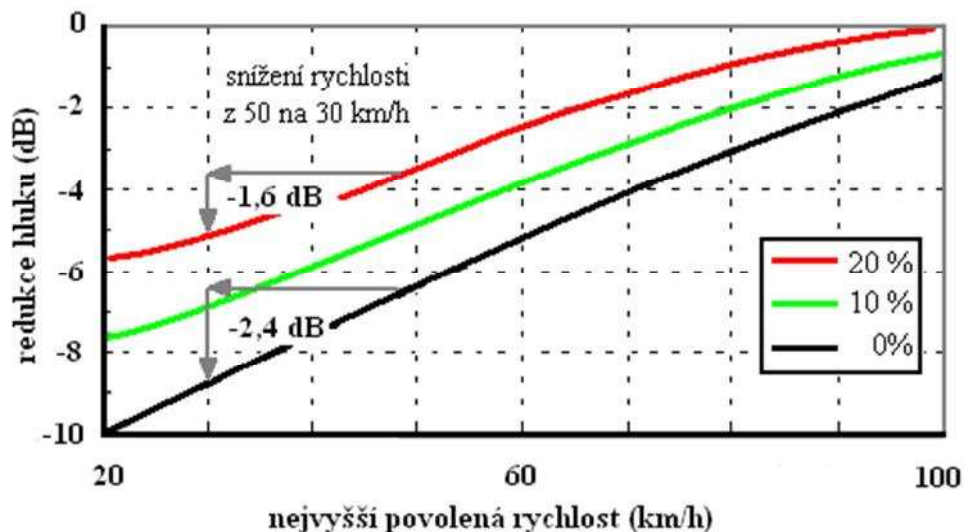
Obrázek 14 - Vliv snížení intenzity dopravy.



Závislost snížení rychlosti na dopravní hluk

Snížením rychlosti lze jak ukazuje Obrázek 15 dosáhnout podstatného snížení hluchosti a představuje jedno z aktivních protihlukových opatření. Souborem měření bylo zjištěno, že snížením rychlosti o 10 km/h lze dosáhnout redukce hluku přibližně o 1 dB (závislé na skladbě dopravního proudu). Důležité je vědět, že takovéto omezení rychlosti bude z hlediska hluku podstatně úspěšnější, pokud v těchto místech nebudou opatření, která nutí vozidla ke zpomalení a následné akceleraci.

Obrázek 15 - Vliv rychlosti na hluk ze silniční dopravy v závislosti na podílu nákladních vozidel.



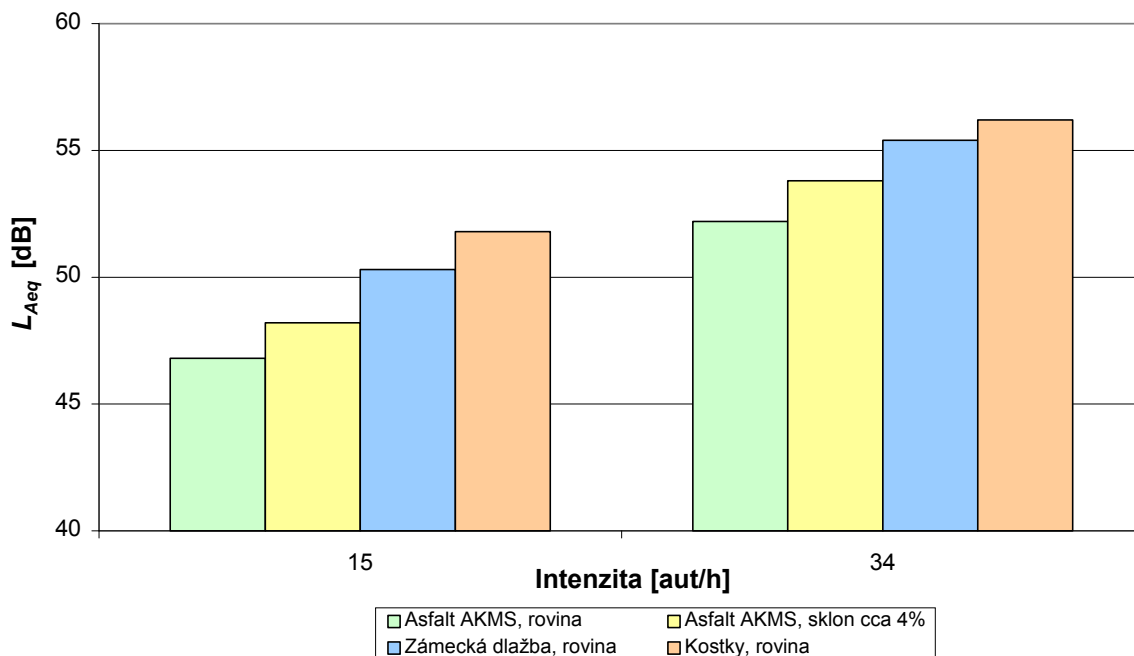
Toto opatření je vhodné pro snížení hluku v obytné zástavbě s nižší intenzitou provozu bez výrazné intenzity nákladní dopravy. Lze aplikovat i na městské okruhy, kde snížení rychlosti z 80 km/h na 50 km/h přinese opět snížení hluchosti přibližně o 2-3 dB (nižší hodnota snížení hluku je dána vyšší intenzitou nákladní dopravy). Aplikace snížení rychlosti z hlediska hlukové zátěže není

vhodná na rychlostních komunikacích, kde snížení rychlosti ze 130 km/h na 110 km/h nepřinese téměř žádné snížení hlukové zátěže. Těžká nákladní auta nedosahují rychlosti 110 km/h tj. snížení rychlosti pro ně nebude mít vliv a již při 10% intenzitě v dopravním proudu představují velmi významnou složku z hlediska celkové hlukové zátěže.

Závislost sklonu vozovky na dopravní hluk

Vliv na hlučnost má i sklon vozovky, což je pro rozdílné povrchy ve městě ukázáno na výsledcích měření v terénu (ČSN ISO 1996-1, ČSN ISO 1996-2, Striegler 2009) v obytných zónách (viz Obrázek 16), kde je zachycen i vliv různorodých povrchů, o nichž bude dále řeč. Z obrázku je zřejmé, že zvýšením sklonu vozovky o cca 4% dojde ke zvýšení celkové hlukové zátěže měřené při vzdálenosti 7,5 m od středu bližšího jízdního pruhu v úrovni 1-2 dB.

Obrázek 16 - Vliv povrchu a sklonu vozovky na hlučnost při dané intenzitě provozu.



Závislost povrchu vozovky na dopravní hluk

Zdroje automobilového hluku v základu dělíme na hluk způsobený hnací jednotkou vozidla, stykem pneumatiky s vozovkou a aerodynamický. Nejvýznamnější z těchto položek od rychlosti přibližně 40 km/h je hluk vznikající stykem pneumatika – vozovka, a proto povrchy vozovek v celkové emisi hluku z automobilového provozu hrají velmi důležitou úlohu. Pak mezi důležitá technická opatření u zdrojů hluku za účelem jeho snižování patří nízkohlučné povrchy, které mají významnou roli uvnitř obcí a měst, ve kterých často nelze realizovat stavební opatření, jako jsou protihlukové stěny, a to z důvodu nedostatečného prostoru, zabezpečení příjezdu či ochrany estetického vzhledu. Snižování hluku, vznikajícího mezi pneumatikou a vozovkou, prostřednictvím hluk snižujících povrchových vrstev vozovky představuje reálné opatření na straně zdroje. Mezi perspektivní kryty vozovek snižujících hlučnost patří:

- asfaltový koberec tenký – AKT,
- asfaltový koberec drenážní – AKD (jednovrstvý i dvouvrstvý),
- gumoasfaltový koberec,
- různé technologie provádění krytů na cementobetonových vozovkách: např. vymývaný cementový beton (povrch s obnaženým kamenivem).

Následující Tabulka 8 uvádí pro vybrané druhy povrchů vozovek konkrétní hodnoty změn hlukových hladin (Morgan 2008). Nevýhodou nízkohlučných povrchů jsou vyšší pořizovací náklady, menší životnost a nutnost častější údržby (čištění). Navíc vlivem degradace povrchu dochází k daleko vyššímu nárůstu hlučnosti, kdy asfaltový koberec mastixový, který v průběhu své životnosti vykazuje nižší rozpětí způsobovaného hluku přibližně v třetinové výši na rozdíl od asfaltového koberce drenážního (Cholava a kol. 2011).

Tabulka 8 - Příklady vlivu konstrukce obrusné vrstvy na změnu hladiny hluku.

Obrusná vrstva vozovky	Změna hladiny hluku v [dB]
Cementový beton	+2,0
Cementový beton bez přebroušení ocelovými kartáči s hlazením v podélném směru vláčením juty	-2,0
Zdrsněný litý asfalt	+2,0
Asfaltový beton nebo zdrsněný AKMS	0,0
AKMS zrnitosti 0/8 a 0/11 bez dodatečného podrcení	-2,0
Otevřený asfaltový koberec s mezerovitostí min. 15%-obj. zrnitosti 0/11	-4,0
Otevřený asfaltový koberec s mezerovitostí min. 20%-obj. zrnitosti 0/11	-5,0

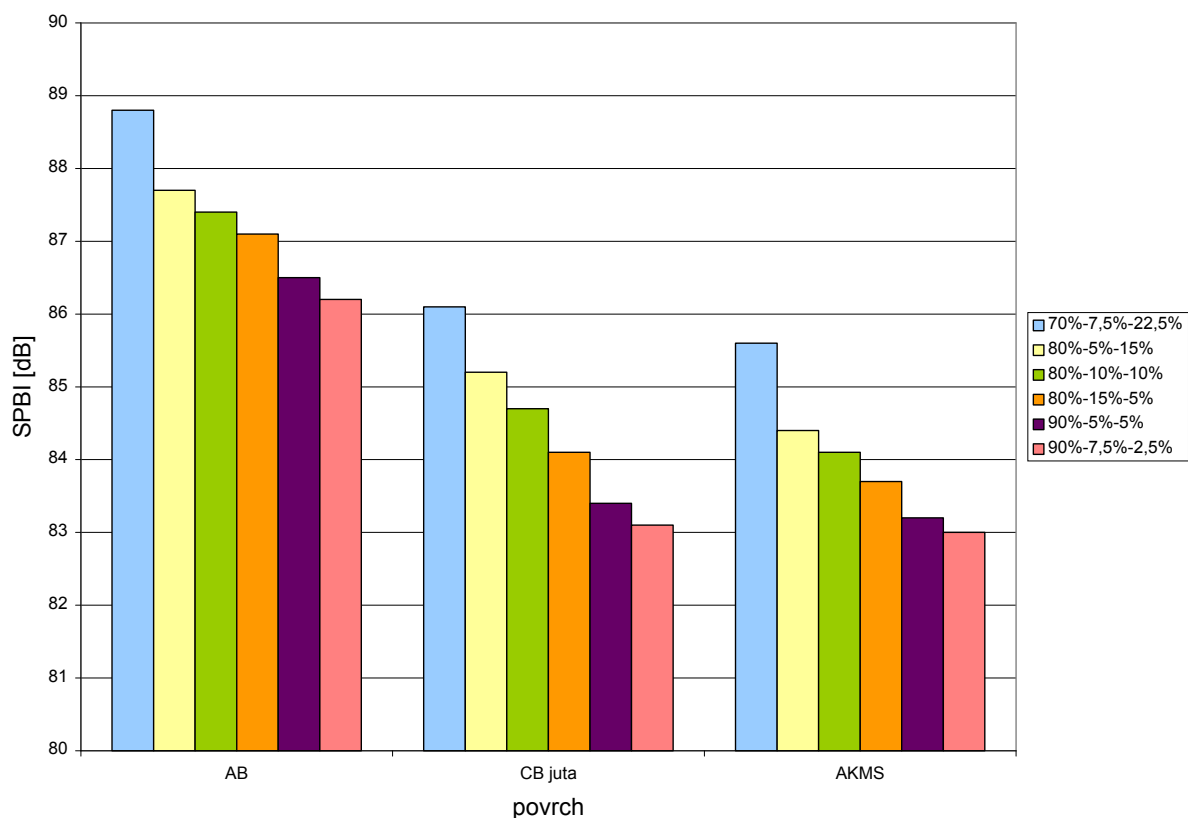
Závislost degradace povrchu vozovky na dopravní hluk

V současné době není tento parametr k dispozici a je předmětem výzkumu např. projektu TA01030459.

Závislost složení dopravního proudu na dopravní hluk

Z provedených měření (FEHRL 2008, Cholava a kol. 2011) pro určení SPBI indexů jednotlivých povrchů vozovek, lze změnou výpočtového vzorce na základě změřených dat získat informaci o dopravním hluku v závislosti na zastoupení kategorie jednotlivých vozidel.

Obrázek 17 - Vliv zastoupení jednotlivých vozidel na hlučnost při dané intenzitě provozu na různých typech povrchů vozovek.



Obrázek 17 jasně ukazuje, že zvýšení podílu nákladní dopravy v intenzitě dopravního proudu o 10% představuje zvýšení hlukové zátěže přibližně o 1 dB. (Procentuální zastoupení v obrázku udává podíl osobních automobilů k dvounápravovým těžkým nákladním automobilům k vícenápravovým těžkým nákladním automobilům.)

Literatura

ČSN ISO 1996-1 akustika, Popis a měření hluku prostředí, část 1: Základní veličiny a postupy. Český normalizační institut, 2004.

ČSN ISO 1996-2 akustika, Popis, měření a posuzování hluku prostředí - Část 2: Určování hladin hluku prostředí. Český normalizační institut, 2009.

ČSN ISO 11819-1 - Akustika - Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk - Část 1: Statistická metoda při průjezdu. Český normalizační institut, 2000.

ČSN 73 6121: Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy - Provádění a kontrola shody. Český normalizační institut, 2008.

ČSN 73 6122: Stavba vozovek - Vrstvy z litého asfaltu - Provádění a kontrola shody. Český normalizační institut, 2008.

ČSN 73 6123-1: Stavba vozovek - Cementobetonové kryty - Část 1: Provádění a kontrola shody. Český normalizační institut, 2006.

ČSN 73 6129: Stavba vozovek - Postřikové technologie. Český normalizační institut, 2008.

ČSN 73 6130: Stavba vozovek. Emulzní kalové vrstvy. Český normalizační institut, 2009.

ČSN 73 6175: Měření nerovnosti povrchů vozovek. Český normalizační institut, 2009.

ČSN 73 6177: Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek. Český normalizační institut, 2009.

FEHRL. Report on state-of-the-art of test methods, TYROSAFE D04, Seventh Framework Programme, FP7-217920, Netherlands, 2008.

CHOLAVA, R. a kol. Metodický pokyn pro stanovení hlukové zátěže z dopravy na území ČR. Závěrečná zpráva, Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2005. 17 s. Zadavatel: Ministerstvo dopravy.

CHOLAVA, R. a kol. Optimalizace technických opatření pro snížení hlukové zátěže v okolí pozemních komunikací. Průběžná zpráva, Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2011. 81 s. Zadavatel: Ministerstvo dopravy.

CHOLAVA, R., KŘIVÁNEK, V., JEDLIČKA, J. Hluková studie města Kopřivnice – analýza. Studie, Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2009. 110 s., 11 příl. Zadavatel: město Kopřivnice.

CHOLAVA, R., KŘIVÁNEK, V., JEDLIČKA, J. Hluková studie města Kopřivnice - návrhová část. Studie, Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2009. 91 s., 8 příl. Zadavatel: město Kopřivnice.

CHOLAVA, R., KŘIVÁNEK, V., VOKOUN, P. Měření hluku z dopravy v ulicích Nová, Komenského v Hranicích. Studie, Brno: Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2009. 43 s., 1 příl. Zadavatel: město Hranice.

Nařízení vlády č.148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

MORGAN, P., Guidance Manual for the Implementation of Low-Noise Road Surfaces, SILVIA Project Report, FEHRL, 2006, Brussels, Belgium, ISSN 1362-6019. Accessed December 2008,. available from: <http://www.trl.co.uk/silvia>.

STRIEGLER, R. a kol. Metodika plošného zklidňování dopravy - TEMPO 30. Průběžná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., 2009, str. 110-184, Příloha 1, Vytipování lokalit pro měření, vlastní měření a vyhodnocení naměřených dat. Zadavatel: Ministerstvo dopravy.

Externí náklady kongescí

Model přepravního proudu vyjadřující závislost přepravního času na množství vozidel a rychlosti

Úvod – souhrn řešení v předešlém období

Model přepravního proudu byl zpracován na modelové oblasti Brna a nejbližšího okolí v prostředí kanadského software EMME (Équilibre Multimodal- Multimodal Equilibrium), který patří k nejužšímu druhu tohoto druhu ve světě. Cílem tohoto modelu byly výpočty časových prodlev (zdržení), ke kterým dochází v důsledku narůstajících kongescí a které by měly sloužit jako základ pro výpočty externích nákladů na kongesci. Časové charakteristiky byly vypočítány pro všechny cesty ze zdrojových do cílových zón modelu, se zaměřením na individuální automobilovou dopravu (IAD).

Výsledky výpočtů průměrných zdržení pro vybrané vztahy byly prezentovány ve zprávě za řešení projektu TRANEXT v roce 2009. Podstatou bylo porovnání časových charakteristik modelu s tzv. časem volného toku, což je hypotetický čas projetí vozidla A úsekem u , který nebere v úvahu zdržení na křižovatkách a v kongescích. Pro výpočty časových prodlev byly uvažovány 3 kategorie cestovního času:

- TT1 - čas volného toku bez zdržení na křižovatkách
- TT2 - čas volného toku se zdržením na křižovatkách
- TT3 - čas toku závislého na intenzitě a kapacitě úseku

Pro řešení zdržení na křižovatkách bylo odzkoušeno jak zjednodušené, tak detailní modelování křižovatek. Jejich shrnutí uvádíme v následující tabulce.

Tabulka 9 - Vypočtené časové indikátory

Scénář	Průměrný řas jedné cesty IAD [min]	Celkový počet cest IAD za den	Celkový cestovní čas všech cest IAD [hod]
1010 - uplatnění funkce BPR	13.28	581778	128766.8
1011 - čas volného toku	10.13	581778	98223.5
rozdíl - celkové zdržení [hodiny]			30543.3
počet obyvatel v Brně			366 680
průměrné zdržení na obyvatele a cestu IAD [min]			4.997

Vypočtenou celkovou dobu zdržení v modelovém městě Brně je možno chápat jako dobu strávenou stáním a popojížděním v režimu dopravních kongescí. Tato doba zdržení byla vzata jako základ pro stanovení externích nákladů způsobené kongescemi. Toto stanovení je založeno na ztrátě času a jeho finančním ocenění.

Řešení v roce 2010

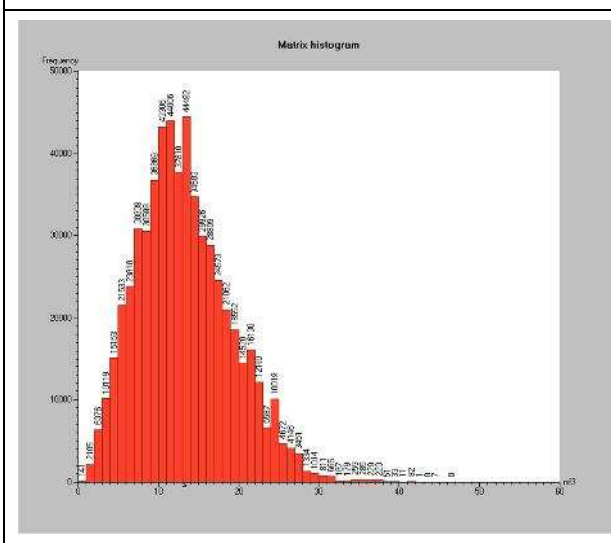
Další řešení problematiky časového vyjádření kongescí vycházelo z obecného požadavku koordinátora projektu TRANEXT – začlenění konceptu „dodatečného vozidla“ do analýz časových ztrát vzniklých v důsledku kongescí. Důvodem je to, že jedním z požadovaných vstupů pro výpočet nákladů kongesce jsou vztahy rychlosti - proudu popisujících účinek dodatečného vozidla na dopravní systém a tedy na náklady ostatních uživatelů a společnosti.

Vzniká ovšem otázka, jako ono „dodatečné vozidlo“ aplikovat v systému dopravního modelu, který počítá jako dopravní objemy – intenzity (a to přidělením matice dopravních vztahů na modelovou dopravní síť). Dalším výsledkem je cestovní čas, rovněž ve formě matice (čas přepravy IAD i IDS ze zdrojů do cílů) i ve formě atributu úseku. Vzhledem k tomu, že model obsahuje více než 580 tisíc cest automobilovou dopravou za den (viz tabulka výše), nemá žádný smysl přidávat do tohoto systému jediné vozidlo. Jednak by nezpůsobilo žádné změny a jednak není jasné do které dvojice zón (neboli OD pár) toto vozidlo přidat.

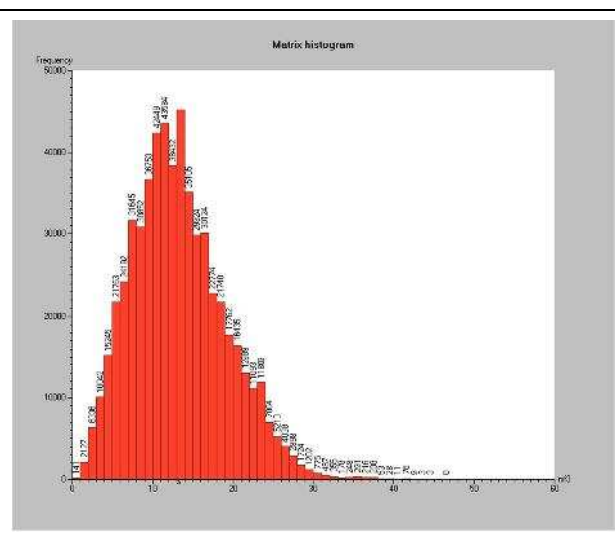
Proto bylo nakonec zvoleno jiné řešení – a to přidání jednoho dodatečného vozidla do těch OD párů, jejichž zdrojová zóna je ve vnějších částech modelu (tj. okraj a okolí Brna) a cílová zóna je tvořena širším centrem Brna (definována územním městské části Brno – střed). Takto skutečně vznikne určité navýšení dopravy, které zapříčiní zvýšení kongesce a s tím spojené dodatečné finanční náklady.

Jednotkové zvýšení se týkalo celkem 36 zdrojových zón, z čehož 12 tvořily obce v nejbližším okolí Brna, jež jsou ještě součástí modelu, a dalších 24 zón tvořily vjezdy do modelového území, tzv. externí zóny. Dále toto jednotkové zvýšení připadlo na celkem 47 destinací, což jsou základní sídelní jednotky (ZSJ) v městské části Brno – střed. Tím došlo k navýšení o 1692 vozidel. Následně bylo provedeno zatěžování a porovnání obou scénářů (bez dodatečného vozidla a s dodatečným vozidlem), a to s pomocí histogramů matic.

Obrázek 18 - Histogram cest bez uvažování dodatečného vozidla (aktualizovaný průměrný čas 13,2181 min)



Obrázek 19 - Histogram cest se zahrnutím dodatečného vozidla (aktualizovaný průměrný čas 13,2271 min)



Oba histogramy jsou si velmi podobné, což je dáno jen nepatrným zvýšením průměrného cestovního času automobilové dopravy, a to o 0,009 min. Je to proto, že navýšení počtu cest (o 1692 vozidel) je oproti celkovému počtu více než 500000 vozidel velmi malé.

Porovnání a určení časového zvýšení může být provedeno pouze pro ty dvojice zón (neboli OD páry), ve kterých k navýšení došlo. Taková situace potom vypadá následovně:

Průměrný cestovní čas – pouze cesty z vnějších zón do centra (tj. do m.č. Brno – střed) [min]	
- bez zahrnutí dodatečného vozidla	- se zahrnutím dodatečného vozidla
14.4496 min	14.6365 min
Rozdíl na jedno vozidlo: 0.1869 min	
Celkové zpoždění se zahrnutím dodatečného vozidla: 316,24 [min / 24 hod]	

Příprava a realizace dotazníkového šetření

Na základě zpracovaného přehledu současného stavu v oblasti oceňování cestovního času (ale i rizika nehody), který byl zevrubně popsán v předešlých zprávách projektu a na základě diskusí uvnitř řešitelského týmu a po projednání se styčným garantem projektu byl návrh uspořádání dotazníkového šetření upraven do podoby případové studie na zjištění hodnoty úspor cestovního času na trase Praha – Brno / Brno-Praha (*Valuation of travel time savings*).

Vzhledem k zásadně odlišným přístupům k oceňování cestovního času v osobní a v nákladní dopravě, podstatné absenci takových hodnot pro cestovní na delších trasách u osobní dopravy a v neposlední řadě i kvůli limitovaným prostředkům se šetření zaměřilo pouze na osobní dopravu s různými účely, včetně pracovních (služebních) cest.

Předmětem našeho zkoumání byly charakteristiky poslední uskutečněné cesty na trase Praha – Brno (resp. Brno-Praha) u populace aglomerací těchto dvou měst – přístupem tzv. odhalených preferencí (*revealed preferences*). Důvodem pro volbu této trasy byla možnost rovnocenné volby mezi hlavními dopravními módy – osobní auto, autobus a vlak na uvedené trase, která odpovídá trase dálnice D1 a I. železničnímu koridoru. Současně je zkoumáno i rozhodování o hypotetické volbě cesty na téže trase pomocí přístupu vyjádřených preferencí (*stated preferences*). Dále jsou zjišťovány využití úspor cestovního času a alokace času v domácnosti a socio-demografické charakteristiky respondentů, které mohou vysvětlovat volbu dopravního prostředku, resp. hodnotu cestovního času.

Jak již bylo zevrubně diskutováno ve zprávě za rok 2009 dominantní valuační metoda používaná pro přístup vyjádřených preferencí je výběrový experiment (*choice experiment*). S ohledem na rozdílné uspořádání jednotlivých valuačních přístupů (projevených a vyjádřených preferencí – viz dále u popisu pilotního šetření) je pro modelování projevených preferencí vhodné použít multimodální model volby cesty (*multimodal route choice*), zatímco pro vyjádřené preference lze použít pouze unimodální model volby cesty. Důvodem pro nepoužití multimodálního modelu ve výběrovém experimentu jsou specifika jednotlivých módů, která nelze postihnout v omezeném počtu atributů, které výběrový experiment (resp. mentální zátěž respondenta) umožňuje použít.

Cílová populace šetření byla definována jako dospělí uživatelé D1, vlakového a autobusového spojení mezi aglomerací Prahy a Brna. Ze vzorku byly v rámci rekrutace vyloučeny osoby, které pokračují za hranice jedné či druhé aglomerace. Vzhledem k tomu, že neexistují data o dělbě přepravní práce na této trase, byla kvóta pro účely cest (soukromé vs. pracovní) stanovena rovnocenně přes všechny uvažované dopravní módy. Tato alternativa umožňuje následovně využití:

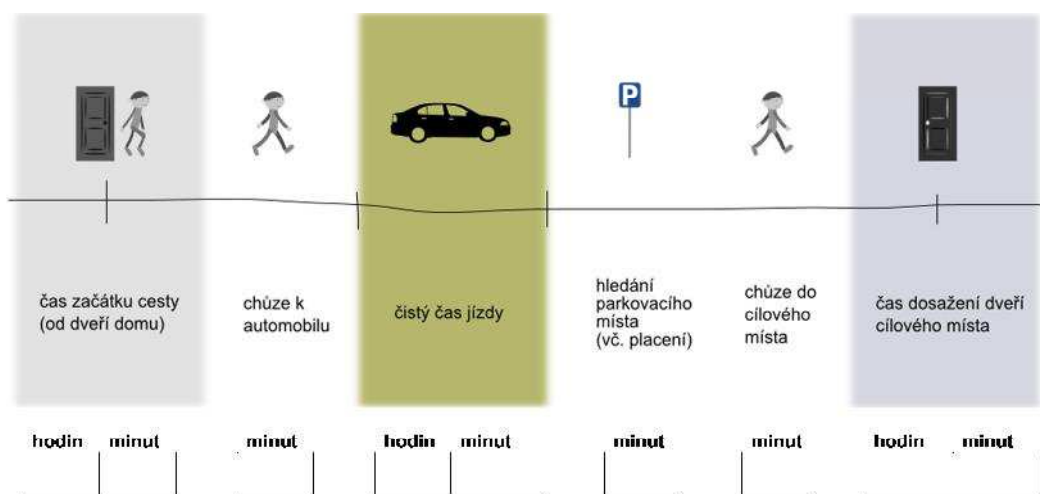
- 1) když nás bude zajímat pouze odhad hodnoty cestovního času pro uživatele různých DP a cestující s různým účelem (celkem 6 hodnot), aniž bychom chtěli počítat celkovou změnu blahobytu, při konkrétních změnách atributů cest;
- 2) pokud se v budoucnu podaří získat odhad, kolik osob asi tím kterým způsobem na této trase cestuje (podíl účelů, ale ani ekonomická aktivita však asi stejně nikdy nebude

k dispozici) – tak bude podle podílů DP možné učinit jednoduchou agregaci a vypočítat celkovou změnu blahobytu

Vlastní dotazník byl posléze před pilotním šetřením naprogramován jako elektronická webová aplikace (snímky verze pro hlavní vlnu sběru dat jsou přiloženy jako příloha zprávy), v následujícím textu jsou shrnuty hlavní prvky dotazníku pro obě části, odhalené preference i výběrový experiment. V části dotazníku týkajícího se poslední cesty (tj. odhalených preferencí) byly zjišťovány následující charakteristiky:

- Přesná destinace – katastrální území/městský obvod/název obce začátku a konce cesty
- Použitý dopravní prostředek (u vlaku cestovní třída)
- Cestovní čas:
 - Docházky
 - Čekání
 - Volné jízdy
 - Jízdy v zácpě
 - Zpoždění – očekávané a skutečné
 - Docházky
- Den v týdnu
- Cesta ve špičce vs. mimo špičku
 - Cestovní náklady – provozní (na pohonné hmoty, jízdné atp.)
- Zaplacené parkovné
- Vlastnictví zákaznických karet
- Dostupné slevy na jízdné
- Účel cesty
 - Ve volném čase
 - Cesta do práce
 - Pracovní cesta
- Cesta jako řidič vs. pasažér
- Cesta se zavazadlem
- Způsob trávení cestovního času
 - Na práci (%)
 - Odpočinek (%)
- Frekvence obdobné cesty
- Potěšení z cesty
- možnost vyrazit případně na cestu dříve nebo později
- časová rezerva na cestu a způsob jejího využití

Obrázek 20 – Ilustrace dotazování na trvání jednotlivých úseků poslední cesty (pro cestu osobním autem)



Předvýzkum

Návrh dotazníku pro předvýzkum byl připraven na jaře 2010 a testován při osobních rozhovorech realizovaných řešiteli tohoto výzkumného úkolu. Při přípravě dotazníku byly využívány i poznatky ze šetření dopravního chování městského obyvatelstva v rámci projektu Analýza každodenního dopravního chování dospělého městského obyvatelstva a nástroje regulace dopravy realizovaného za podpory OP Infrastruktura a MD ČR.

Na základě uskutečněných rozhovorů (přibližně 10 rozhovorů s respondenty, kteří za poslední měsíc alespoň jednou realizovali cestu na trase Praha-Brno či opačně) byly v navrženém dotazníku upraveny a vyjasněny nejasné a nelogické pasáže. Následně - v polovině května 2010 – bylo započato s programováním elektronické verze dotazníku pro realizaci pilotního šetření na vzorku cca 50 respondentů.

Pilotní sběr dotazníku

Pilotní sběr dotazníku byl SC&C realizován v červenci 2010 na celkovém vzorku 57 respondentů formou elektronického webového dotazníku (computer-assisted web interviewing - CAWI).

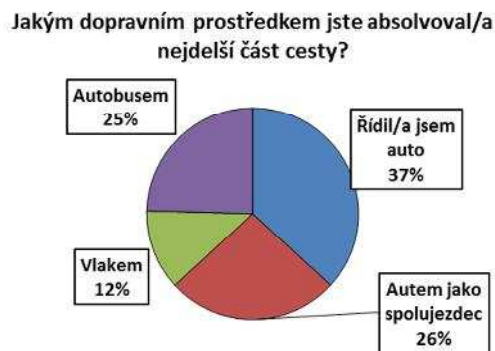
Cílová populace šetření byla stanovena to následujícím způsobem:

- patří do ní lidé, kteří v posledních 4 týdnech cestovali mezi Prahou a Brnem (Praha nebo Brno musí být cílová stanice a zároveň Praha nebo Brno musí být bydlištěm respondenta)
- cíl cesty musí být buď služební nebo soukromý
- způsob dopravy: auto - vlak - autobus
- věkové kategorie 18 a více let, muži i ženy.

V červenci 2010 (19. - 30. 7.) byla provedena pilotáž celého projektu, které se zúčastnilo 61 respondentů, kteří cestovali mezi Prahou a Brnem v posledním měsíci. K cestě mohli respondenti využít auto, autobus nebo vlak. Sběr dat probíhal pomocí on-line dotazníku (metoda CAWI). Při získávání respondentů byla využita telefonická rekrutace na populaci Prahy a Brna. Úspěšnost získání vhodného respondenta byla necelá 2 %, dotazník nakonec vyplnilo 0,8 % oslovených respondentů. Celková délka dotazníku byla zhruba 30 minut.

Vzhledem k prodlení sběru dat v hlavní vlně jsou zde pro ilustraci použitého přístupu prezentovány vybrané výsledky z pilotního šetření a rovněž jsou nastíněny dílčí úpravy provedené v dotazníku pro hlavní vlnu.

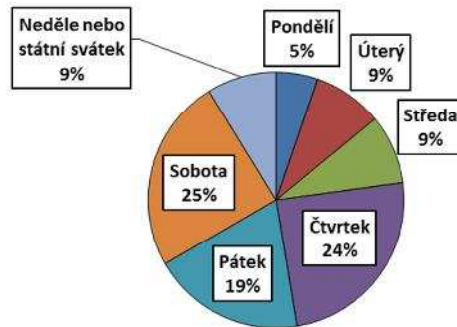
Následující graf přibližuje rozdělení na použitý způsob dopravy, zásadní úpravu pro hlavní vlnu představuje vyloučení skupiny „autem jako spolujezdec“, neboť jak se opakovaně ukazovalo, tito respondenti v převažující většině nehradí náklady na cestu a často ani nemají vliv na volbu času.



Bezmála dvě třetiny respondentů odpovídali na cestu na trase Brno-Praha.

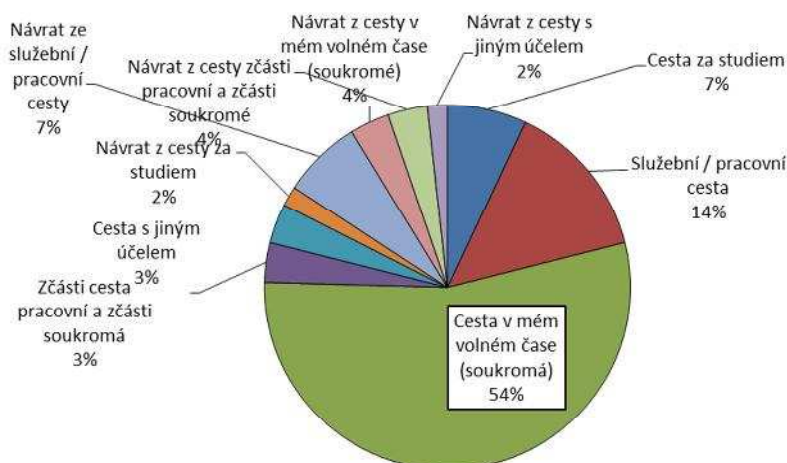


Zajímavé je rozložení těchto cest na dny v týdnu, kdy více než dvě třetiny cest připadají na tři po sobě jdoucí dny v týdnu – čtvrtek, pátek a sobota.



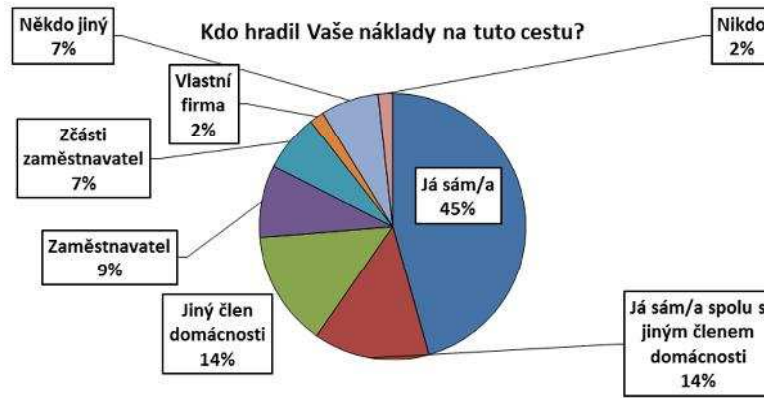
Který den v týdnu jste cestu do Prahy / Brna uskutečnil/a?

Vysvětlení tohoto rozdělení by mohla poskytnout kategorizace účelu cesty na trase Praha-Brno / Brno-Praha, které přibližuje následující graf. Zde však v nadpoloviční míře převažují cesty ve volném čase, což bylo velmi pravděpodobně způsobeno sběrem dat v průběhu letních prázdnin, podíl ostatních účelů s výjimkou služební/pracovní cesty nepřesahuje 10 %.

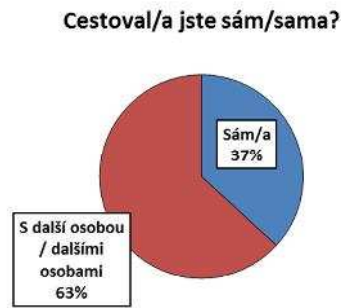


Jaký byl účel Vaší cesty do Prahy / Brna?

S účelem cesty úzce souvisí i otázka na to, kdo hradil náklady respondenta spojené s uskutečněním této cesty. Vzhledem k vysokému podílu soukromých cest není překvapující vysoký podíl odpovědí „já sám/sama“, resp. „společně s jiným/i členem/y domácnosti“ a „jiný člen domácnosti“.

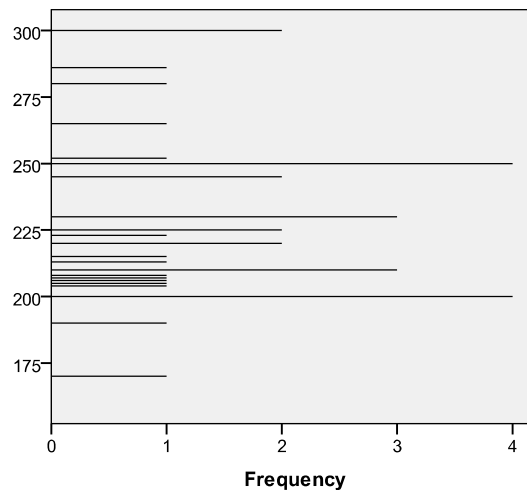


Výrazně nadpoloviční většina respondentů cestovala s jednou nebo více dalšími spolucestujícími.

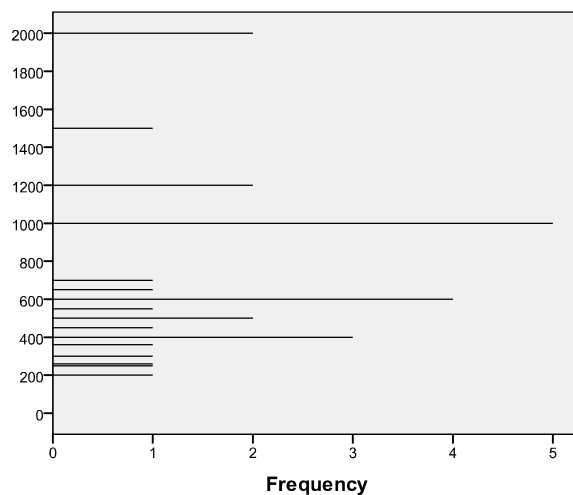


Respondentů, kteří popisovanou cestu vykonali autem (celkem 36), jsme se dotazovali i na odhad délky této cesty a vynaložených nákladů. Získané údaje jsou uvedeny v následujících histogramech. Průměrná uváděná vzdálenost cesty byla 228 km a průměrné vynaložené náklady 758 Kč.

AUTO - Jak dlouhá byla Vaše cesta od domu k domu? (počet km)

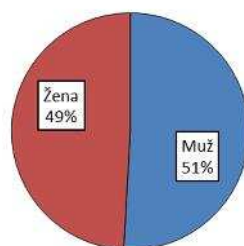


AUTO - Odhadnete náklady na auto na tuto cestu? (Kč)

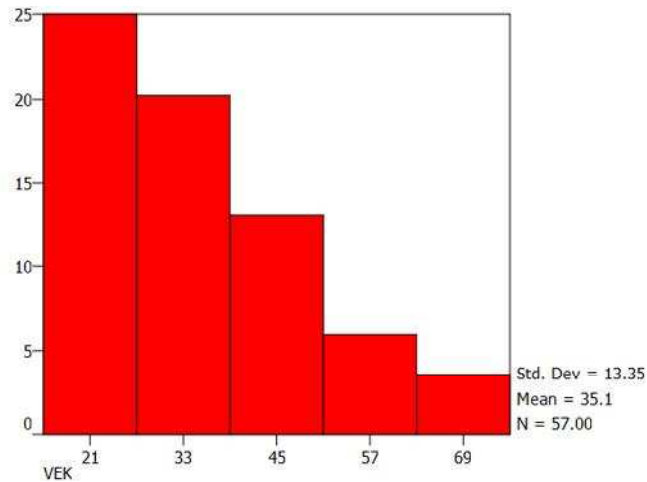


Podíváme-li se na socioekonomické charakteristiky respondentů v pilotním šetření pak zastoupení obou pohlaví je takřka rovnoměrné.

Pohlaví respondenta

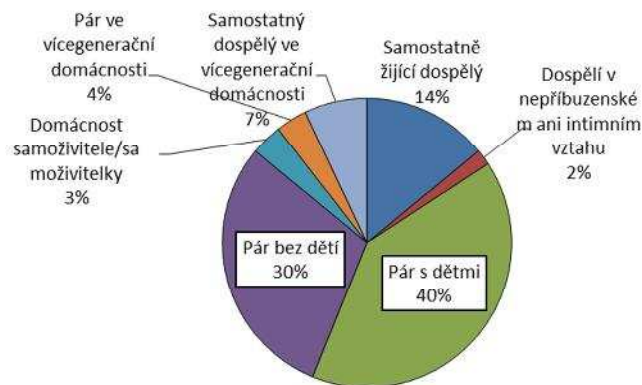


Věkové složení vzorku bylo nereprezentativní, s výrazně vyšším zastoupením mladších věkových skupin, jak ukazuje následující histogram. Z tohoto důvodu je průměrný věk respondenta pouze 35 let.



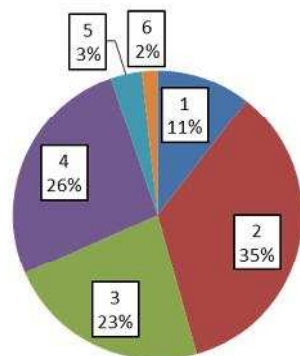
Věk respondenta

Nejčastějšími typy domácnosti jsou pár s dětmi a pár bez dětí, které jsou zastoupeny 40 %, resp. 30 %.



typ domácnosti respondenta

Tomu odpovídá i rozložení počtu osob v domácnosti respondenta, když nejčastěji se jedná o dvojčlennou domácnost, následované čtyř- a tříčlennými domácnostmi.



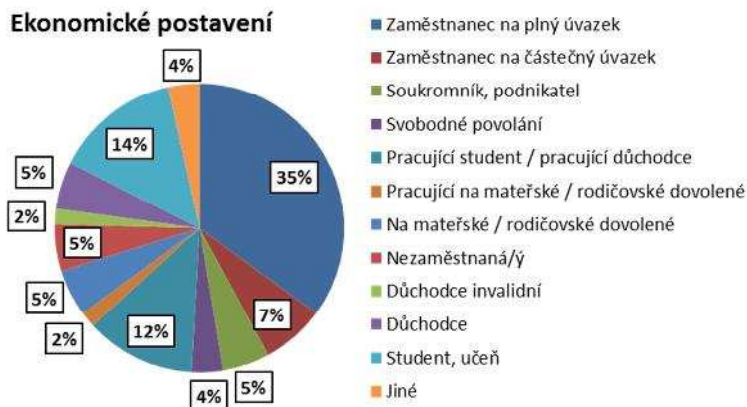
Počet osob v domácnosti

Výrazně nadpoloviční většina respondentů uvedla jako nejvyšší ukončené vzdělání střední školu s maturitou, podíl vysokoškoláků dosahuje bezmála jedné čtvrtiny.

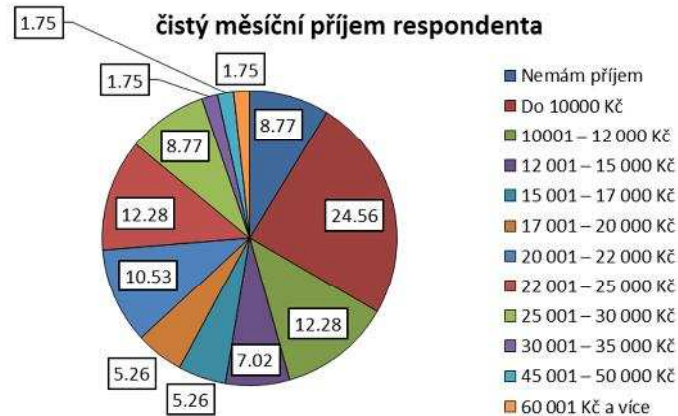


Nejvyšší ukončené vzdělání

Nejčastějším ekonomickým postavením je u respondentů zaměstnání na plný úvazek (35 %), celkově je ve vzorku zastoupen vysoký počet studentů (a učňů) – patří sem 14 % respondentů, pro které je to jediná ekonomická aktivita, a část z 12 % spojené skupiny pracujících studentů a důchodců.



Žádný z respondentů neodmítl uvést svůj osobní čistý příjem, což nepřímo svědčí o důvěryhodnosti dotazníku. Takřka 9 % uvedlo, že nemají žádný vlastní příjem nemá, takřka 25% podíl má příjmová kategorie 22-25 tis. Kč.



Úpravy dotazníku pro hlavní vlnu sběru dat

Na rozdíl od pilotního šetření, kde byl pro design výběrového experimentu využit parciální ortogonální design, je ve verzi dotazníku pro hlavní vlnu použit Bradleyho design. Jeho výhodou je, že v každém výběrovém experimentu jsou plně obsaženy úrovně status quo, na druhé straně však mohou být nabízeny jen dvě alternativy najednou. Tento postup byl využit i v několika studiích z poslední doby, včetně norské studie na hodnotu cestovního času (Ramjerdi et al. 2009) a probíhající holandské studie (de Jong et al. 2009).

Jak již bylo zmíněno, dotazník obsahoval 3 varianty výběrového experimentu, vždy se 3 atributy a každý atribut má 5 úrovní (-2, -1, 0, 1, 2). Respondent má vždy na výběr mezi dvěma alternativami (označeny v dotazníku jako Cesta A a Cesta B). Každý respondent měl učinit 8 a 8 voleb od každé varianty výběrového experimentu a na 5. místě varianty 2 kontrolní volbu s dominantní alternativou. Celkem tedy 17 voleb výběrového experimentu, přičemž pořadí, v jakém měli respondenti na obě varianty odpovídat, bylo u poloviny vzorku opačné. Pořadí variant bylo u jednotlivých respondentů náhodné.

Protože každý respondent dostane celkem 8 (9) výběrových párů a celkový počet nedominantních výběrových párů je 96 (resp. 108 i s dominantními variantami), měl by pro každého respondenta být náhodně generován jeden z 12 bloků (rovněž s náhodným pořadím jednotlivých párů), tak abychom ve finále měli pokryté rovnoměrně všechny výběrové páry.

Hodnoty jednotlivých atributů byly pro jednotlivé varianty odvozeny následovně:

Varianta 1a

náklady

- základní cena cesty (status quo) odpovídá nákladům cesty uvedeným respondentem v dotazníku
- procentní snížení/zvýšení

cestovní čas

- vychází ze základního času cesty (status quo) uvedeného respondentem
- snížení/zvýšení pro jednotlivé úrovně podle dopravního prostředku o x

čas strávený v zácpě

- imputovaný a přepočtený na minuty

Varianta 1b

náklady

- základní cena cesty (status quo)
- procentní snížení/zvýšení základní ceny pro jednotlivé úrovně

cestovní čas

- vychází ze základního času cesty (status quo)
- snížení/zvýšení pro jednotlivé úrovně podle dopravního prostředku o x minut

průměrné zpoždění

- kladný rozdíl cestovního času a průměru z výpočtu distribuce cestovního času (viz odvození níže u Varianty 2)

Varianta 2

náklady

- základní cena cesty (status quo)
- procentní snížení/zvýšení základní ceny pro jednotlivé úrovně

cestovní čas (v této variantě se respondentovi nezobrazuje)

- vychází ze základního času cesty (status quo)
- snížení/zvýšení pro jednotlivé úrovně podle dopravního prostředku o x minut

distribuce cestovního času

- z odvozeného cestovního času (T) je odvozena distribuce cestovního času (5 časových údajů) vynásobením koeficienty (δt_1 až δt_5)

Realizace hlavní vlny sběru dat

Na základě zkušenosti z pilotní etapy, byly v rámci rekrutace vhodné cílové populace využity následující metody:

- a. plošná telefonická rekrutace v Praze a Brně (úspěšnost 1 - 2%)
- b. rekrutace pomocí tazatelské sítě - na nádražích, benzinových stanicích, v dopravních prostředcích
- c. pomocí inzerce

- d. pomocí snowballu - v případě, že respondent dotazník vyplnil, mohl dodat kontakty na další osoby, které splňovaly dané podmínky.

Tabulka 10 - Hrubé stanovení proporcí (kvót) pro sběr dat

		Auto řidič	Autobus	Vlak	celkem
Praha - Brno	soukromě	50	50	50	150
	služebně	50	50	50	150
Brno - Praha	soukromě	50	50	50	150
	služebně	50	50	50	150
celkem					600

Jako nejobtížnější se v této záležitosti jeví:

- a. získat respondenty z nejstarší generace nad 55 let
- b. vyhledat populaci, která využívá pro služební cesty autobus nebo vlak

Sběr dat v hlavní vlně byl zahájen 12. listopadu 2010 s předpokládaným dokončením ke konci ledna 2011. Po dokončení sběru dat, jejich vyčištění a okódování, bude zahájena jejich analýza, tak aby bylo možné minimalizovat dopady časové prodlevy sběru.

Literatura

De Jong G., Tseng Y., Kouwenhoven M., Verhoef E., Bates J. (2007). The Value of Travel Time and Travel Time Reliability. Survey Design, Report prepared for The Netherlands Ministry of Transport, Public Works and Water Management.

Ramjerdi F. et al. (2010) Norwegian Value of Travel Time (VTT) Study, final report, Transportøkonomisk institut, Oslo.

Externí náklady nehod v silniční dopravě

Anotace⁸

Dopravní nehody vedou k několika důsledkům, přičemž dopady na úmrtnost patří mezi jedny z nich. Nežádoucí dopady ve formě případů předčasné úmrtnosti se oceňují prostřednictvím hodnoty statistického života (VSL). Vesměs starší literatura se také zaměřovala na odvození mezní míry substituce několika rizik úmrtí, ty však nejsou schopné poskytnout odhad hodnoty statistického života. Ta může být odvozena z preferencí a tedy ochoty platit za malé snížení rizika úmrtí pomocí aplikace některé metody netržního oceňování jako je metoda hédonické mzdy, averzních výdajů, podmíněného hodnocení nebo výběrových experimentů. Ekonomická literatura poskytuje řadu takovýchto studií, přičemž některé z nich diskutujeme.

Zaměřujeme se však spíše na meta-analýzy, jejichž cílem obecně je syntetizovat výzkum v předemné oblasti a zkvalitnit přehledů literatury, specificky odhalit zda určitý metodologický postup, typ dat nebo metody samé, nebo kontext jako odvození ochoty platit za snížení rizik úmrtí v dopravě vedou k signifikantně jiným odhadům závislé proměnné, VSL. Konkrétně shrnujeme 7 meta-analýz; Viscusi (1992), Kochi et al. (2006), Mrozek a Taylor (2002), Viscusi a Aldy (2003), Blaeij et al. (2003), Dekker a Brouwer (2009) a studie postavené na databázi OECD odhadů VSL jako Braathen et al. (2009), Lindhjem et al. (2010) a Navrud a Lindhjem (2010). Cílem posledně jmenované studie je také doporučit hodnotu VSL pro země OECD, které se pohybuje v rozmezí 1 až 10.5 milionů USD, s centrální hodnotou VSL kolem 2.5 milionů USD (ceny 2005). Dopady na úmrtnost jsou běžně součástí analýzy nákladů a přínosů politik zejména v USA a Velké Británii. Na úrovni Evropské Unii, zejména DG Životní prostředí se nejvíce věnovalo oceňování efektů na úmrtnost v CBA politik; doporučena je centrální hodnota 1 milion Euro s intervalem 0.75 až 3.5 milionu Euro (ceny 2005), obdobně jako CBA programu CAFE, která užila průměrnou hodnotu VSL ve výši 1.1 milionu Euro a medián 2.28 milionu Euro. Materiál „The European Commission 2009 Impact Assessment Guidelines“ doporučuje členským zemím použít metodologii, která vyhovuje daným podmínkám, přičemž pouze indikuje hodnotu VSL, která se pohybovala v minulosti mezi 1 až 2 miliony Euro a u VOLY mezi 50 000 až 100 000 Euro.

V evropském projektu VERHI-Children byla na základě empirického dotazníkového šetření metodou podmíněného hodnocení odhadnuta hodnota VSL pro dopravní nehody i pro Českou republiku. Tento unikátní projekt také poskytuje přímé srovnání hodnot VSL pro další dvě příčiny úmrtí, konkrétně pro úmrtí z důvodu respiračního onemocnění a rakoviny, a to jak pro dospělé tak dětskou populaci. Tyto hodnoty vycházejí z šetření, které využilo metodu výběrového experimentu, a které bylo provedeno na populaci o velikosti 1506 respondentů koncem roku 2008. Průměrná hodnota VSL v oblasti dopravních nehod byla odhadnuta pro českou populaci ve výši 12 milionů Kč pro dospělé a 18 milionů Kč pro děti (ceny roku 2008). Tento výzkum také nepodporuje rozlišení hodnoty VSL pro dopravní nehody podle toho, zda rizika by byly sníženy vlastní aktivitou respondenta nebo veřejným programem. V případě, že užití různé hodnoty VSL pro různé příčiny není politikem eticky opodstatněné, výzkum uvádí průměrnou hodnotu VSL – bez kontextu – ve výši 18 milionů Kč pro dospělé a 25 milionů Kč pro děti. Pakliže není

⁸ Tato anotace shrnuje anglické zpracování této kapitoly Ludmilou Stakovych a Milanem Ščasným, které je v původním znění přílohou 1 této zprávy.

opodstatněné ani rozlišení mezi různými příjemci snížení rizika – dospělé versus dětské populace – výzkum uvádí odhad průměru VSL ve výši kolem 20 milionů Kč. Tuto hodnotu VSL podporuje i výsledek předcházejícího výzkumu v rámci evropského projektu cCASHh (medián 18.5 milionu Kč; ceny 2005), doporučení Evropské Komise (kolem 1 milionu Euro) nebo doporučení meta-analýzy zpracovanou v rámci projektu OECD pro země OECD (2.5 milionu USD).

Závěr

V roce 2010 byly ve valné míře dokončeny aktivity vztahující se k dílčím cílům projektu týkající se externích nákladů působených emisemi znečišťujících látek do ovzduší a emisemi hluku z dopravy. I přes nastalé zpoždění v realizaci dotazníkového šetření na ocenění hodnot cestovního času (a jeho kvality), není naplnění této aktivity ohroženo. Získané výsledky z tohoto šetření by měly představovat nové a velmi detailní poznání o percepci cestovního času, jeho kvality a dalších atributů na dopravní chování dospělého obyvatelstva při cestování na delších trasách. V tomto ohledu by zvolená případová studie trasy Praha-Brno mohla přinést i významný přínos pro koncepční činnost týkající se optimalizace dopravní sítě, komodality a uplatnění principů uživatel platí a znečišťovatel platí.

V závěrečném roce se bude pozornost řešitelského týmu upírat k dokončení rozpracovaných aktivit, agregaci výsledků, jejich prezentaci a formulaci doporučení, jak získané hodnoty externích nákladů používat.

Přílohy

1. Milan Ščasný a Ludmila Stakhovych – Value of a Statistical Life for Road Accidents: A Review
2. Podkladová studie ATEM "Zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze. Modelové hodnocení kvality ovzduší."
3. Dotazník na ocenění hodnoty cestovního času, spolehlivosti cestovního času a času stráveného v kongesci

Příloha 1

Value of a Statistical Life for Road Accidents: A Review

Value of a Statistical Life for Road Accidents: A Review

Milan Ščasný & Ludmila Stakhovych

January 2011

Anotace

Dopravní nehody vedou k několika důsledkům, přičemž dopady na úmrtnost patří mezi jedny z nich. Nežádoucí dopady ve formě případů předčasné úmrtnosti se oceňují prostřednictvím hodnoty statistického života (VSL). Vesměs starší literatura se také zaměřovala na odvození mezní míry substituce několika rizik úmrtí, ty však nejsou schopné poskytnout odhad hodnoty statistického života. Ta může být odvozena z preferencí a tedy ochoty platit za malé snížení rizika úmrtí pomocí aplikace některé metody netržního oceňování jako je metoda hédonické mzdy, averzních výdajů, podmíněného hodnocení nebo výběrových experimentů. Ekonomická literatura poskytuje řadu takovýchto studií, přičemž některé z nich diskutujeme.

Zaměřujeme se však spíše na meta-analýzy, jejichž cílem obecně je syntetizovat výzkum v předemné oblasti a zkvalitnit přehledů literatury, specificky odhalit zda určitý metodologický postup, typ dat nebo metody samé, nebo kontext jako odvození ochoty platit za snížení rizik úmrtí v dopravě vedou k signifikantně jiným odhadům závislé proměnné, VSL. Konkrétně shrnujeme 7 meta-analýz; Viscusi (1992), Kochi et al. (2006), Mrozek a Taylor (2002), Viscusi a Aldy (2003), Blaeij et al. (2003), Dekker a Brouwer (2009) a studie postavené na databázi OECD odhadů VSL jako Braathen et al. (2009), Lindhjem et al. (2010) a Navrud a Lindhjem (2010). Cílem poslední jmenované studie je také doporučit hodnotu VSL pro země OECD, které se pohybuje v rozmezí 1 až 10.5 milionů USD, s centrální hodnotou VSL kolem 2.5 milionů USD (ceny 2005). Dopady na úmrtnost jsou běžně součástí analýzy nákladů a přínosů politik zejména v USA a Velké Británii. Na úrovni Evropské Unii, zejména DG Životní prostředí se nejvíce věnovalo oceňování efektů na úmrtnost v CBA politik; doporučena je centrální hodnota 1 milion Euro s intervalem 0.75 až 3.5 milionu Euro (ceny 2005), obdobně jako CBA programu CAFE, která užila průměrnou hodnotu VSL ve výši 1.1 milionu Euro a medián 2.28 milionu Euro. Materiál „The European Commission 2009 Impact Assessment Guidelines” doporučuje členským zemím použít metodologii, která vyhovuje daným podmínkám, přičemž pouze indikuje hodnotu VSL, která se pohybovala v minulosti mezi 1 až 2 miliony Euro a u VOLY mezi 50 000 až 100 000 Euro.

V evropském projektu VERHI-Children byla na základě empirického dotazníkového šetření metodou podmíněného hodnocení odhadnuta hodnota VSL pro dopravní nehody i pro Českou republiku. Tento unikátní projekt také poskytuje přímé srovnání hodnot VSL pro další dvě příčiny úmrtí, konkrétně pro úmrtí z důvodu respiračního onemocnění a rakoviny, a to jak pro dospělé tak dětskou populaci. Tyto hodnoty vycházejí z šetření, které využilo metodu výběrového experimentu, a které bylo provedeno na populaci o velikosti 1506 respondentů koncem roku 2008. Průměrná hodnota VSL v oblasti dopravních nehod byla odhadnuta pro českou populaci ve výši 12 milionů Kč pro dospělé a 18 milionů Kč pro děti (ceny roku 2008). Tento výzkum také nepodporuje rozlišení hodnoty VSL pro dopravní nehody podle toho, zda rizika by byly sníženy vlastní aktivitou respondenta nebo veřejným programem. V případě, že užití různé hodnoty VSL pro různé příčiny není politikem eticky opodstatněné, výzkum uvádí průměrnou hodnotu VSL – bez kontextu – ve výši 18 milionů Kč pro dospělé a 25 milionů Kč pro děti. Pakliže není opodstatněné ani rozlišení mezi různými příjemci snížení rizika – dospělé versus dětské populace – výzkum uvádí odhad průměru VSL ve výši kolem 20 milionů Kč. Tuto hodnotu VSL podporuje i výsledek předcházejícího výzkumu v rámci evropského projektu cCASHh (medián 18.5 milionu Kč; ceny 2005), doporučení Evropské Komise (kolem 1 milionu Euro) nebo doporučení meta-analýzy zpracované v rámci projektu OECD pro země OECD (2.5 milionu USD).

I. INTRODUCTION

Road accidents result in economic losses that include loss on tangible asset, damage of transportation infrastructure, negative effect on the environment and adverse effect on human health including cost of illness, welfare effect due to suffer, pain and other inconveniences and even welfare effect due to premature death. In this study we focus specifically on the later impact, i.e. the valuation of fatalities.

Policy-makers have been paying attention for the impacts due to road accidents due to the scale and severity of the impacts. For instance, on average, in Czech Republic there were about 25,000 cases of road traffic accidents resulted in about 30,000 personal injuries or more than 1,000 deaths each year since 2000 (CDV 2010). Another, about yearly average, 25 drivers and passenger of the road vehicles were victims of rail traffic accidents (CDV 2010). Road safety policy especially introduced in last years reduced the frequency of road accidents (21,706 in 2009) and related impacts (27,244 injured, and 901 killed in 2009), but still road safety has remained on the top of policy agenda. Thus, the number of road accidents decreased by 15% in 2009 compare to 2000, and the number of injuries – by 16%, and the number of fatalities decreased by 39% (Transport Yearbook 2009). These significant improvements most likely were achieved by introducing different safety programs, and it would be useful to know the benefits of the policies and possible expenditures for introducing new ones for further enhancements.

Safety measures cost something, and question is whether such measures are socially desirable with respect to satisfying economic criteria on economic efficiency. To provide such test, one need to rely on cost-benefit analysis in that avoided effect of policy is monetized and then compared with involved costs. This study aims at the valuation of one specific impact of road accidents which is fatality, or avoided premature death. Therefore, we are going to review the valuation studies, which specifically derive so called value of statistical life (or value of preventing fatality) for road accidents. The goal of this study is threefold: first, we review literature to find what is the range of VSL values for road traffic accidents and for which countries are such benefit estimates available at all; second, based on our review of meta analyses, we like to know whether road traffic VSLs differ from VSLs derived in different context. Then, we review current regulatory practise for valuation of mortality risk. Last, we are interested in whether such valuation studies and values are also available for Central and eastern European countries, and especially for the Czech Republic.

II. METHODOLOGY

At first, economics does not provide any method to value life as such which value is infinite. Valuation of preventing fatality is based on preferences for small mortality risk, which are derived indirectly from a price differential for the risk from revealed behavior in real situation (e.g. buying safety belts or more safe cars, or accepting higher wage for larger fatal occupational risk), or directly by asking people for their willingness to pay for avoiding certain

risks in hypothetical contingent situation. While adverse expenditures, hedonic pricing, or hedonic wage method (HW) is used to derive price differentials for the risks, a stated preference (SP) technique (such as contingent valuation (CV) method or choice experiment, CCE) would have to be used to derive the values directly. To complete picture, older literature aimed at deriving the rate of substitution among various risks by eliciting risk-risk trade-offs (Viscusi et al., 1991).

Valuation methods are used to derive willingness to pay (WTP) values of changes in the risk of dying (Kochi et al. 2006). What is basic idea behind the mortality valuation? Reducing the risk of dying by 1 in 1,000 in the population of 1,000 people can be translated in a way that 1 life – statistically speaking – will be saved (or 1 premature death will be avoided). If a person from the population is, on average, willing to pay 1,000 CZK for the risk reduction by 1 in 1,000, a value of preventing one fatality would be 1 million CZK, i.e. $1,000 \text{ CZK} * 1000$. Such value is so called the value of a statistical life, or VSL. So, one's life is not valued directly, but it is valued through her preferences for avoiding small risk (see Cameron 2010 for discussion of the term).

However, it is important to remember that the stated values are highly dependent on the context of a research, so that the results are context-specific (see Alberini and Scasny, 2010 for further discussion). The WTP to reduce a risk of dying from a road accident is much lower from WTP to reduce a risk of dying from air pollution (Willinger 2001). People may value differently a 5 percent reduction in the death probability of cancer compared with a 5 percent death probability from an airplane crash, expressing preferences for risk reduction based on ability to control risks, degree of responsibility (voluntariness), altruistic or paternalistic motifs, associated dread or uncertainty (Knetsch 2000).

III. SINGLE STUDIES

a] The risk-risk approach

Range of studies used the risk-risk approach (Viscusi et al., 1991), in which the analyst aims at eliciting the risk rates for several distinct in certain characteristics and context mortality risks. For instance, Magat et al. (1996) study used the risk-risk paired choice questions to trade-off three types of risks such as lymph system illness either curable or terminal, peripheral neuropathy and the risk of dying in an automobile accident. On the contrary to the previous studies, they conclude that median respondent was indifferent between reducing the risk of terminal lymph cancer and reducing automobile death, while terminal lymph cancer risk is about 1.33 worse than the risk of curable lymph cancer and as automobile death. Van Houtven et al. (2008) survey asked to choose one of two locations to live which would differ in a rate of risk of dying from a car accident and one of three types of cancer also assuming certain latency and morbidity period for cancer. Their results indicate that individuals have a strong preference for avoiding cancer risks (roughly three times the rate of accidental risks for a latency of 5 years); however, this preference decrease as the cancer latency period increases (having the cancer premium of about 50% for a latency of 25 years). Controllability of the risk and highly self-rated fatal cancer risk had positive effect on avoiding respective risk, while the effect – in most cases with negative sign - of personal or friend/relative's experience was not statistical significant. Chilton et al. (2006) similarly use "risk-risk" methodology – innovatively extended – to account for separability of baseline risk (contextless) and dread effects while trading various risks, overall eight different instantaneous causes of death including, for example, pedestrian accident, automobile driver/passenger accident, places, or murder. In their focus group of 157 interviewed persons, they found substantial dread elements in certain types of death (especially for rail accident, fire in a public places, and drowning), which however appeared in some cases to be cancelled out by low baseline risks.

Despite usefulness of these studies to explain the motivation and preferences for various attributes of risk, none of them cannot derive the Value of Statistical Life or any monetary value for the risks directly, which might be used in the cost-benefit analysis. Such values can be only provided by valuation studies which we now explore.

b] Valuation studies

There is quite large range of the VSL estimates in the literature with its minimum somewhere about \$0.2 million (Loomis and du Vair 1993) and maximum at \$87.6 million (Arabsheibani and Marin 2000). The values of the WTP for reduction of mortality risks, and therefore the VSL values, obviously depend on the method of valuation, on the risk context, on the location of the survey, on the sample characteristics, on the initial and declining risk, and other factors. Taking into account these facts, and according to a recent research of all the studies from different countries, the VSL values in road safety context lies in a range from USD 0.66 million to USD 33.58 million, with a mean of USD 5.4 million (2004 USD-PPP). Therefore, careful

assessment is needed to determine the plausible range of VSL, taking into account these findings.

The literature on road traffic risk valuation is huge and most likely contains the highest share of studies across the risk context. For instance, Braathen et al. (2009) identify about 29 surveys that are based on stated preference technique, which deliver 277 estimates of road traffic related VSLs. In this study, we review only a few of them, with a following discussion of the meta-analyses in the next chapter.

For instance, the Andersson's study (year of data collection is 1998) used the contingent valuation method to elicit individuals' preferences for their own and others' safety in road traffic. It showed that the VSL based on mean WTP for the private safety measure in Sweden was SEK 57.85 million (or USD 6.82 million, 2005 GDP-PPP) which was 3 times as high as the WTP for the public safety measure (Andersson and Lindberg 2009).

The Rizzi's study (year of data collection is 2000) used stated choice techniques to allow one to recreate the context of a particular trip customized to the respondent's past experience to measure WTP for road safety. It was found out that VSL based on mean WTP in Chile was CLP 385.4 million (or USD 1.32 million, 2005 GDP-PPP), which compare to resulted obtained from developed countries was strictly lower value, mainly due to lower average income (Rizzi and Prtuzar 2006).

According to Hultkrantz' study (year of data collection is 2004), which was aimed to evaluate improved road safety in Sweden, it was also found out that WTP value for public-good context programs was considerably lower than WTP for private-good context. Specifically, the public-good value was 60% below a private-good value (Hultkrantz et al. 2006). So the VSL for private-good sub-sample based on mean WTP, and values converted to USD based on 2005 GDP-PPP, was USD 5.76 mln, and only USD 2.19 mln for public-good sub-sample (OECD 2010).

According to Alberini and Scasny (2010) conjoint choice study carried out in Italy and in the Czech Republic, VSL is context-specific, i.e. VSLs differ for the cause of death (respiratory illnesses, cancer, or road-traffic accidents), whether adult or child is the beneficiary of the risk reduction, or whether the risk is delivered by public program or through private action. It is worth to mention that the sample of the research was somewhat specific - only respondents with children were interviewed - so that results need not be representative for general population. As to a context specific VSL values, in Italy the adult VSL was EUR 3.4 million for respiratory illnesses, EUR 5.3 million for cancer, and EUR 2.8 million for road traffic accidents. It turned out that the results were not statistically different between respiratory illness and road traffic accidents, but significantly different from the VSL for cancer (people are willing to pay more to reduce cancer risks, and less to reduce risks of dying from respiratory illness and road traffic accidents). The results for the Czech Republic were quite similar, in that they suggest the VSL for adults for the respiratory illness context and road traffic accidents were almost similar

values: EUR 0.86 million and EUR 0.71 million respectively, but much lower than for cancer context.

Besides that, Alberini and Scasny have found out that in the Italy study, child and adult VSL were not significantly different from each other, and the values were EUR 4.7 million and EUR 4.0 million respectively. In the Czech study, child VSL was around EUR 1.44 million and adult VSL was EUR 1.14 million that was marginally statistically different. And as to public versus private risk reductions, in both the Italy and the Czech Republic study, people were prepared to pay more for risk reductions delivered by public programs.

IV. META-ANALYSES

Due to growing number of mortality valuation studies, there is growing need for conducting reviews and meta-analysis in order to provide the best practice for cost-benefit analysis or examine the effect of design and context. For instance, Chestnut and De Civita (2009) present a recent review of the North American literature, while Navrud and Lindhjem (2010) provide a practical guide to policy makers on how to derive and use mortality risk values in policy analyses.

Meta-analysis (MA) is used to synthesize research findings and improve the quality of literature reviews. Sometimes it is explored in order to come up with generic unit values. In a meta-analysis, several original studies are analysed as a group, where the result from each study is treated as a single observation in a regression analysis (with proper specification in the case of multiple results from particular study). We identified overall seven general sources of MA results on mortality risk valuation.

The first present a study by Viscusi (1992) who examined 37 hedonic wage, contingent valuation and hedonic price, but because he found that the later studies evaluated failed to provide an unbiased estimate, he did not use hedonic pricing studies. The estimates of VSL reported by Viscusi ranged from \$0.8 to 17.7 million, a mean VSL estimate was \$6.3 million, with a standard deviation of \$4.2 million (US EPA 1999). Viscusi's study also became a primary source for deriving the VSL estimate used by the US Environmental Protection Agency in its analyses.

Kochi et al. (2006) extended Viscusi's 1992 study by including new estimates. Overall they collected 47 hedonic wage and 29 CV studies. In their analysis, based on empirical Bayes approach, they combined and compared estimates of VSL from 40 selected studies conducted between 1974 and 2002 that provided 197 VSL estimates. The estimated composite distribution of empirical Bayes adjusted VSL had a mean of USD 5.4 million and a standard deviation of USD 2.4 million. Kochi et al. study primarily focused on investigation differences between HW and SP studies, and no special attention was paid for road traffic VSL estimates. They conclude about larger VSL values for the HW studies (the mean of 9.6 million with s.d. 4.9 million) compared to

VSL from SP studies (mean of 2.8 million with s.d. 1.3 million). They also found that study location did seem to matter – e.g. UK studies generated larger estimates than US ones –, but additional investigation is necessary to identify why there were so significant differences. The sensitivity analysis also found no significant difference in the VSL estimates from HW studies using different sources of occupational risk data.

Next two MA's by Mrozek and Taylor (2002) and Viscusi and Aldy (2003) target the VSL estimates from labour market studies, when the former analyse RP studies only, and the later both RP and SP studies. Viscusi and Aldy (2003) reported a mean VSL of C\$10.8 million, when they included all the estimates from studies worldwide, the mean became C\$7.9 million. We should highlight that most of the studies, about 65%, came from the United States, the rest from Canada, Australia, and some European countries, mostly from the UK. Mrozek and Taylor (2002) provide the mean of CAD\$9.7 million very similar to Viscusi and Aldy's result for US studies. They argue however that many wage-risk studies do not sufficiently control for inter-industry differences in wages that can lead to an over-statement of the risk premium. After adjustment for this issue they obtained the mean VSL of about CAD\$3.7 million for US studies. Using the VSL based on wage differentials for risky jobs estimated from labour market in hedonic wage studies may not be however appropriate to assess the value of very different mortality risks such as from transportation, environmental risks or health policies which affect the general population, or specific groups like children or elderly. Next MA studies therefore focused on context specific studies or examination of such differences across context.

Blaeij's et al. (2003) MA study reviewed the empirical literature on the VSL specifically derived for road safety. They MA included 30 studies (see Table in Appendix) and 96 VSL estimates – most of them (74) are SP studies – with VSL estimates varied from USD 150,000 to 30 million. Meta-analysis showed that revealed preference studies (with the mean of \$7.66 million) result in lower estimates than stated preference studies (the mean larger by \$0.47 million); WTP for the risk reductions is significantly higher for private action compare to public goods context.¹

Dekker and Brouwer's (2009) MA analysis was restricted to VSL studies using stated preference methods and consisted of 27 VSL studies on air pollution, road safety and general context, reporting 98 mortality VSL estimates. The MA indicates considerable variation in WTP for mortality risk reductions within and between risk contexts. The range of VSL estimates within road safety context is between USD 0.66 and 33.58 million, within air pollution context – between USD 0.13 and 5.43 million, and within a general context – between USD 0.53 and 8.91 million (2004 USD-PPP). The higher VSL estimates in road safety context may be explained

¹ Other findings is that VSL cannot be viewed independently of prevailing level of risk and the hypothesized changes in risk levels. A greater risk reduction should lead to a declining WTP per statistical life, i.e. VSL. For example, in Jones-Lee et al. (1983) the initial risk level is 10 per 100,000, and a risk decline of 2 per 100,000 leads to a VSL 2,210,000 British pounds, while a risk reduction of 5 per 100,000 results in a VSL of 1,430,000 pounds. The declining VSL for higher risk reductions might be explained by not perceived adequately by the respondents the assuming differences in the level of risk decline.

by the smaller risk reductions within this context, which result in a higher VSL given constant WTP. Then there was chosen a set of control variables for risk, population and study characteristics to explain the observed variation in WTP for mortality risk reductions within the three risk contexts. Estimation results emphasize that the variation in WTP values across studies can't be explained only by controlling for risk context in combination with other risk and study specific characteristics. Indications of contextual effects are, nevertheless, present and suggest the existence of a WTP risk premium for mortality risk reductions in the air pollution and general mortality risk context relative to improving road safety. Part of this risk premium is captured through and can be controlled for in benefits transfer practices by the smaller risk reductions applied in road safety studies.

Braathen's et al. (2009) presents the newest meta-analysis based on comprehensive review of literature and compiled OECD database on stated preference studies, mostly contingent valuation studies. As such, these studies aimed at asking people to state their WTP to reduce their risk of dying prematurely from environmentally related mortality risks, transportation risks or from health conditions (i.e. without specifying the cause of death). Their meta-analysis included studies conducted since 1970 and included about 900 VSL estimates, divided into three risk context: health, traffic, and environment. The mean value of VSL for traffic was USD 16 million, for health – USD 4 million, and for environment context – USD 9 million (2005 USD-PPP). The results of the study showed that the included variables explained at least 70% of the variation in VSL, and in some restricted models up to 90% of the variation. In most MA studies, survey method variables explain the majority of the variation. This is an important finding when having a tendency to use such models for benefit transfer applications. Moreover, it was found out, that increased income leads to higher WTP and higher VSL, as was predicted in theory and previous empirical research. VSL increases with 1.2% when mean income of the sample increases with 1%. Therefore, VSL in developed countries is higher than in developing countries, and that allows using the current practice of using income to scale VSL up and down when transferring VSL between countries.

Using same dataset Lindhjem et al. (2010) generates a mean VSL estimate of \$ 6 million (2005-US \$), which increase to \$ 7 million when each study is given equal weight. Trimming the model by removing the 2.5 % highest and 2.5 % lowest estimates results in a VSL of about \$ 4.5 million. The corresponding median value, which is less sensitive to the highest VSL estimates, is about \$ 2.5 million (2005-US \$). Then, based on the two benefit transfer approached, Navrud and Lindhjem (2010) recommend using a range of \$ 1 - 10.5 million (2005-US \$) as an OECD average VSL estimate, with the lower end of this range of \$ 2.5 million (2005-US \$).

V. CURRENT REGULATORY PRACTISES VALUING MORTALITY RISKS

The base VSL estimates used by the major U.S. regulatory agencies are summarized by Robinson and Hammitt (2010). They note that most agencies use central values somewhat between \$ 1 to 5 million (all expressed in 2007 dollars). The US Environmental Protection

Agency, which has been responsible for the majority of the regulations using VSL estimates, uses a central estimate of \$7.5 million, while the US Department of Transportation uses the value of \$ 5.8 million with \$3.2. to \$8.4 million for the sensitivity. The central value of other agencies is summarized in the table. As noted by Navrud and Lindhjem (2010), the US EPA recommends that the same values are to be used in all benefit analyses regardless of age, income or other population characteristics and the only recommended adjustments that are made are due to expectations of increased real income over time, delays between exposure and changes in mortality incidence (*i.e.* latency), and some external costs (*e.g.* insured medical costs) which are not likely to be included in estimates of individual WTP.

Agency	Reported VSL Estimates (range, dollar year)
Office of Management and Budget 2003 guidance	\$1 million-\$10 million (no dollar year reported)
Environmental Protection Agency 2000 guidance	\$7.5 million (\$0.9 million-\$21.1 million)
Department of Transportation 2008 guidance	\$5.8 million (sensitivity analysis: \$3.2 million, \$8.4 million; probabilistic analysis: s.d. of \$2.6 million)
Food and Drug Administration 2007 analyses	\$5 million, \$6.5 million (varies, no dollar year reported)
Department of Homeland Security 2008 analyses	\$6.3 million (\$4.9 million-\$7.9 million, 2007 dollars)

Source: Robinson and Hammit (2010).

In Europe, the WTP results from mostly from SP studies have been used in cost-benefit analysis especially in the UK. Specifically, the CBA guidelines for the *transport* sector requires to establish VSL estimates in order to value both fatal and non-fatal accidents in the UK since 1993. The UK Department of Transport (UK DfT 2009) uses the midpoint of VSL from a range of £0.75 to £1.25 million (1997 prices) – that is produced by the most recent UK SP studies – to establish a VSL mid-point value of £ 1 million. The VSL value is updated to 2007 pounds yielding a central VSL estimate of £ 1,080,760. Then, the productivity loss of £ 555,660 and medical and ambulance costs of £ 970 is added to get currently used estimate of the social benefits of preventing a fatality that is £ 1,638,390. The UK DEFRA uses VOLY, rather than VSL in their CBA which is specifically derived from SP studies to value a 2 to 6 months loss in life expectancy for every death brought forward due to air pollution.

Navrud and Lindhjem (2010) document other countries, which use VSL values in their CBA. As one example, the Australia Government (2008) based on an extensive literature review of VSL studies recommends a credible estimate of the VSL is \$ 3.5 million and a VOLY of \$151,000 (both in Australian dollar).

At European Union, the recommended value of VSL can be found in the European Commission DG Environment's (2001) document "Recommended Interim Values for the Value of Preventing a Fatality in DG Environment Cost Benefit Analysis"². Based on an expert review meeting of US and European experts, three values are provided: €1 million (2000) is recommended as a baseline figure for VSL with a lower bound of about €0.65 million and upper bound of around €2.5 to €3.5 million. The central value is based on contingent valuation studies of the value of preventing a statistical transport fatality which result in a value of around €1.5m that was

² http://ec.europa.eu/environment/enveco/others/pdf/recommended_interim_values.pdf.

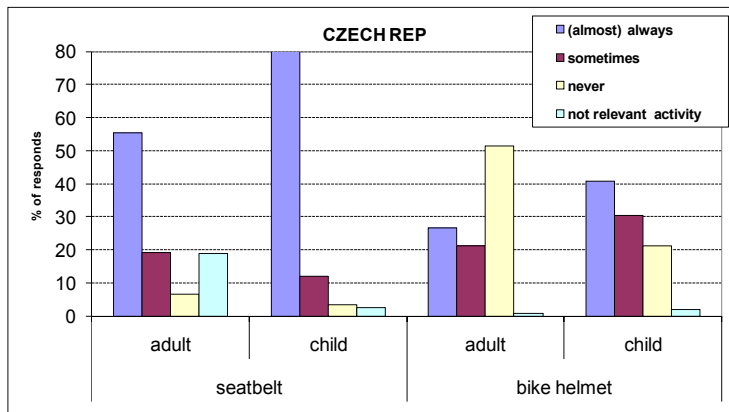
further adjusted for the age of mortality victims usually associated with environmental pollution. A lower estimate of €0.75 million (in 2005 prices) was based on research by Krupnick *et al.* (2002) in North America. The experts also recommended using stated preference studies to determine a VSL for Europe, most probably due to the lack of European wage risk studies and because the SP studies better cover the affected population (Navrud and Lindhjem 2010). The Clean Air for Europe (CAFE) CBA, undertaken by DG Environment as part of the Air Quality Thematic Strategy (Wattkiss *et al.* 2005), on behalf of the European Commission uses the VSL value of €2.28 million for mean and €1.11 million for median (2005 prices) that is based on CV survey on WTP to avoid risk of dying (Markandya *et al.* 2004). The European Commission 2009 *Impact Assessment Guidelines* discuss a number of different approaches to valuation, and suggest that countries use the methodology that is appropriate to the circumstances. The *Guidelines* indicate that the VSL has been estimated at €1-2 million in the past and 50.000 – 100.000 Euros for VOLY, and suggest that these range are used “if no more context specific estimates are available” (European Commission 2009, Annexes, p. 43).

VI. VSL FOR THE CZECH REPUBLIC

The only study which provides the VSL estimate for road traffic accidents is the study by Alberini and Ščasný (2010; 2011). Their results are based on EU funded VERHI-Children project, which aimed at valuation of health risks in adult and children in three European countries, namely in the UK, Italy and the Czech Republic (Alberini *et al.*, 2010). In the Czech Republic, the final questionnaire was administered in several locales in the Czech Republic in November and December 2008, for a total sample size of 1506 completed questionnaires. Data were collected by the professional survey firm, IPSOS Tambor. The final survey was preceded by an extensive pre-survey carried out since 2006 that was followed by two pilot studies conducted in Prague between June and September 2008 while interviewing hundreds of respondents in total. It was decided to restrict attention to parents with at least one child younger than 18. The final sample of the parents was to be evenly divided among three age groups, namely persons younger 35, aged of 35-44, and older than 45. We also wanted to make sure that the respondents were evenly divided among men and women (fathers and mothers, respectively), and that their education level matched that of the target population. The survey was carried out at respondent's home in six different regions simultaneously controlling representation of different size of the cities.

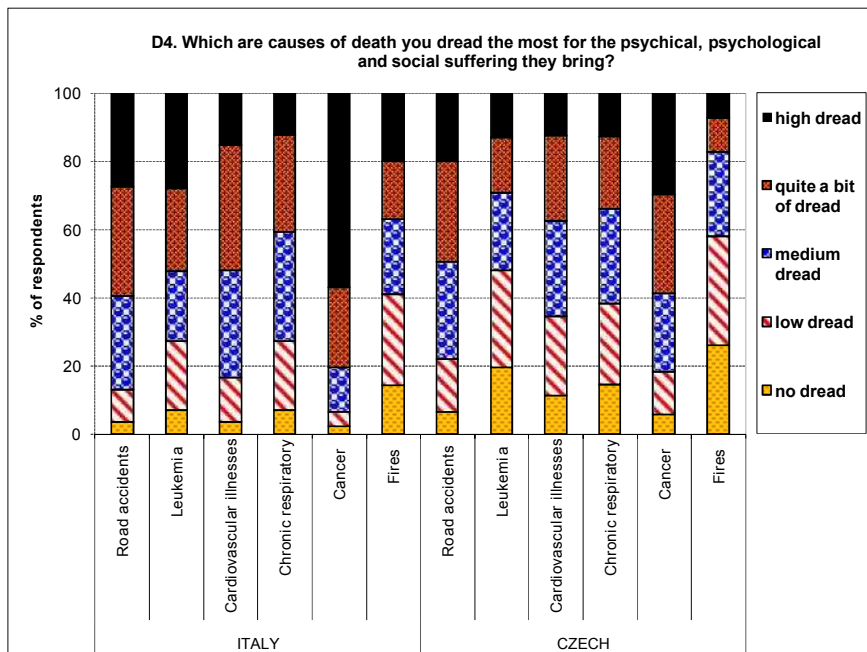
The survey – that relied on a conjoint choice experiment – also asked several questions to investigate attitudes towards road traffic risks and related behavior. For instance, this study found that 68% (or 55% from total) parents who use a car and 84% of children who are driven by car are using always seatbelts. There are, however, still 8% of adults who use a car and 3% of their children who has never used the belts. Usage of bike helmets is less frequent; for those who bike, 52% of adults and 23% of children has never used bike helmets (see Table for the means out of totals).

Figure 1: How often do you use seatbelts / bike helmets?



Alberini and Ščasný (2010) also found that dying from cancer is associated on average with highest dread, while dying from road traffic accidents is the second dreaded risks among six analysed in their survey. About half of Czech respondents associate dying from road traffic accidents with high or quite high dread.

Figure 2: Causes of death you dread the most



This survey also provides the most recent estimate of VSL for road accidents for the Czech Republic. Without distinguishing the context, this study reports VSL of **18.25 million CZK** (s.e. 2.00 million), €1.08 million (expressed by PPP) for adults and **24.66 million CZK** (s.e. 2.21 million), €1.46 million for children. The VSL estimate for adults from the VERHI-Children survey is thus in line with the figures from a previous CV study (see Alberini et al. 2006), which found the VSL for cardiovascular and respiratory illness risk for to be €0.6 million, and is in sharp

contrast with the VSL estimated from the Czech labour market.³ That underscores the importance of empirical studies looking at specific contexts when one wishes to estimate the benefits of certain measures.

In order to examine possible difference in valuation of risk reductions for different causes, Alberini and Ščasný (2010) used the cause of death as one of the attributes of their conjoint choice experiment. Specifically, they elicit preferences for avoiding the risks of dying for respiratory illnesses, cancer, and in road-traffic accidents.

First, they found an evidence of a significant cancer premium, which was especially pronounced for adults. This finding is consistent with the high levels of dread the respondents associated with cancer. VSLs for cancer risks are not however statistically different between adults and children.

Second, the results of Alberini and Ščasný (2011) also suggest that road traffic accident VSLs are the smallest among three concerned causes of death, their difference with respiratory illness VSL is not statistically different at the conventional levels. The value of **adult VSL for road traffic accidents of about 12 million CZK** (€0.71 million in PPP) and about **19 million CZK** (or €1.12 million) **for children**. Road traffic VSLs are about of the level of VSL for respiratory illness context, but much lower than for a cancer context. It might be explained by the fact that people may link road accidents risks with one's behaviour and regard them as controllable.

Table 1: VSL estimates for various causes of death.

Model parameters	CHILD		ADULT	
	coeff.	t stat	coeff.	t stat
ALPHA	0.1155	8.782	0.0783	6.223
ALPHA_CANCER	0.0503	3.884	0.0875	5.402
ALPHA_ROAD	-0.0207	-1.822	-0.0136	-1.073
BETA	-0.005	-22.22	-0.0054	-23.362
DELTA	-0.0048	-0.359	0.0165	0.989
log L	-4310.85		-4547.12	
N	4746		5115	
VSL estimates	mill.czk	s.e. (VSL)	mill.czk	s.e. (VSL)
Respiratory	22.987	2.330	14.605	2.110
Cancer	32.998	3.000	30.917	3.088
Road traffic acc.	18.869	2.261	12.062	2.183

³ For instance, Ščasný and Urban (2008) reports VSLs derived from hedonic wage differentials in a range of €10 to €16 million depending on data and sample used; if the job risk rates as subjectively perceived by worker VSL estimate is of about €3.4 million (at purchasing power parity).

Last, Czech respondents were also willing to pay more for public programs road traffic accidents risk reductions, than for private ones (Alberini and Ščasný 2011). If we distinguish the cause of death together with the mode of risk reduction, the VSL for road traffic accidents –if delivered by private action or public program– is not statistically different from respiratory illness VSL derived for the private mode of delivery (that is about 12 million CZK for adults, or about 16 million CZK for children).

Table 2: VSL estimates for various context and mode of risk reduction delivery, in million of CZK.

	CHILD		ADULT	
	coeff.	t stat	coeff.	t stat
ALPHA	0.0784	5.631	0.0655	4.467
ALPHA_CANCER	0.0336	2.207	0.0775	4.18
ALPHA_ROAD	-0.0199	-1.232	-0.0093	-0.531
PUBLIC	0.0531	3.646	0.0196	1.281
PUBLIC_CANCER	0.041	1.985	0.0112	0.492
PUBLIC_ROAD	-0.0064	-0.314	-0.0122	-0.528
BETA	-0.005	-22.155	-0.0054	-23.401
DELTA	-0.0202	-1.745	0.0021	0.125
log L	-4274.79		-4544.61	
N	4746		5115	

VSL in milion CZK		CHILD	ADULT
respiratory	private action	15.7	12.1
	public policy	26.3	15.8
cancer	private action	22.4	26.5
	public policy	30.6	28.6
road traffic	private action	11.7	10.4
	public policy	10.4	8.1

Source: Alberini and Ščasný 2010; 2011.

To conclude, thanks to unique survey being conducted within the VERHI-Children project also in the Czech Republic, there are VSL estimates derived explicitly for road traffic accident context as for adults as for children. If one likes to distinguish the value of a statistical life in cost-benefit analysis for the road safety projects, we recommend using a value of 12 million CZK for adults and 19 million CZK for children (2008 prices). After controlling for the effect of cause of death and the mode of risk reduction delivery, we do not suggest to distinguish the value of VSL estimates. If one prefers, however, do not differentiate values of same physical impacts in the cost-benefit analysis regardless the cause of death and the mode of delivery, we suggest using

a value of VSL of about 18 million CZK for adults and 25 million CZK for children. If one is even reluctant to distinguish the beneficiary of risk reducing policy, we suggest using generic value of VSL of about **20 million CZK**; i.e. the value that is close enough to a base value of preventing a fatality in DG Environment cost benefit analysis.

Literature

Alberini, Anna, Milan Scasny, Marketa Braun Kohlova and Jan Melichar (2006), "The Value of a Statistical Life in the Czech Republic: Evidence from a Contingent Valuation Study," in Bettina Menne and Kris Ebi (eds.), *Climate Change Adaptation Strategies for Europe*, Darmstadt, Germany: Springer.

Alberini, A., Bateman, I., Loomes, G., Ščasný, M. (2010), *Valuing Environment-Related Health Impacts with special emphasis on children (VERHI-Children)*. OECD, Paris.

Alberini, A., Scasny, M. (2011) Context and the VSL: Evidence from a Stated Preference Study in Italy and the Czech Republic. *Environmental & Resource Economics* (forthcoming).

Alberini, Anna and Milan Ščasný (2010), "Does the Cause of Death Matter? The Effect of Dread, Controllability, Exposure and Latency on the VSL," FEEM working paper 2010.139, Milan, Italy, October.

Andersson H, Lindberg G. (2009) Benevolence and the value of road Safety. *Accident Analysis and Prevention*, 41, p. 286-293.

Arabsheibani RG, Marin A. (2000) Stability of estimates of the compensation for danger. *Journal of Risk and Uncertainty* 20(3):247-269.

Blaeij, A. de, Florax, R. J.G.M., Rietveld, P., Verhoef, E. (2003) "The Value of Statistical Life in Road Safety: a Meta-Analysis". *Accidents Analysis and Prevention* 35 (2003) 973-986.

Braathen NA, Lindhjem H, Navrud S. (2009) Valuing lives saved from environmental, transport and health policies: a meta-analysis of stated preference studies. <http://www.oecd.org/dataoecd/20/48/43809818.pdf>

Braathen, N. A, H. Lindhjem and S. Navrud (2009): *Valuing Lives Saved from Environmental, Transport and Health Policies: A Meta-analysis of Stated Preference Studies*. OECD, Paris. [www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/epoc/wpnep\(2008\)10/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?cote=env/epoc/wpnep(2008)10/final&doclanguage=en).

Cameron, T.A. (2010) Euthanizing the Value of a Statistical Life. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2010, pp. 1–18.

Chestnut, L. G. And P. De Civita (2009), *Economic valuation of mortality risk reduction: Review and recommendations for policy and regulatory analysis*. Research paper. Government of Canada.

Chilton, Susan, Michael Jones-Lee, Francis Kiraly, Hugh Metcalf, and Wei Pang (2006), "Dread Risks," *Journal of Risk and Uncertainty*, 33(3),165-182.

Dekker, T., Brouwer, R. (2009) The Effect of Risk Context on the Value of Statistical Life: A Bayesian Meta-Model. EAERE Conference in Amsterdam, June 2009.

European Commission (2009), Impact Assessment Guidelines, SEC(2009) 92.

European Commission DG Environment (2001), Recommended interim values for the value of preventing a fatality in DG Environment cost benefit analysis. http://ec.europa.eu/environment/enveco/others/pdf/recommended_interim_values.pdf.

Hultkrantz L, Lindberg G, Andersson C. (2006) The value of improved road safety. *Journal of Risk and Uncertainty*, 32, p. 151-170.

Jones-Lee, M.W., Hammerton, M., Habbott, V. (1983) The value of transport safety: results of a national sample survey. Report to the Department of Transport, University of Newcastle-upon-Tyne, Department of Economics, Newcastle-upon-Tyne.

Knetsch J. (2000) Environmental valuations and standard theory: behavioral findings, context dependence and implications. In: Tietenberg T, Folmer H, eds. *The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2000/2001*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2000, p. 267-299.

Kochi I, Hubbell B, Kramer R. (2006) An empirical Bayes approach to combining and comparing estimates of the value of a statistical life for environmental policy analysis. *Environmental & Resource Economics*, 34, p. 385-406.

Lindhjem, H, V., Navrud, S., Braathen, N.A. (2010), Meta-analysis of stated preference VSL studies: Further model sensitivity and benefit transfer issues. PIMAVE Technical Report, OECD, Paris.

Magat, Wesley A., W. Kip Viscusi, Joel Huber, (1996), "A Reference Lottery Metric for Valuing Health," *Management Science*, 42(8), 1118-1130.

Markandya, A., et al. (2004), EC NewExt Research Project: Mortality Risk Valuation, Final Report, European Commission, Brussels.

Ministry of Transport of the Czech Republic. *Transport Yearbook 2009*, p.142. https://www.sydos.cz/en/yearbook_pdf/Transport_yearbook_2009.pdf

Mrozek J R and Taylor L O (2002), "What determines the value of life? A Meta-analysis". *Journal of Policy Analysis and Management*, 21(2): 253-270.

Navrud, S., Lindhjem, E. (2010), Valuing mortality risk reductions in regulatory analysis of environmental, health and transport policies. ENV/EPOC/WPNEP/(2010)11, OECD, October 2010.

Rizzi, L.I., Ortúzar, J.D. (2006) Estimating the Willingness-to-pay For Road Safety Improvements. *Transport Reviews*, 26(4), p. 471-485.

Robinson, L. A. And J. K. Hammit (2010), "Valuing health and longevity in regulatory analysis: Current issues and challenges". Jerusalem papers in regulation & governance. Working paper No 4., May 2010, 22 pp

Ščasný, Milan and Jan Urban (2008), Application of the Hedonic Wage Model: Value of Statistical Life Derived from Employee's Choice in the Czech Labor Market. In: Ščasný, M., Braun Kohlová, M. et al., Modelling of Consumer Behaviour and Wealth Distribution. Matfyzpress, Praha. ISBN: 978-80-7378-039-5, pp. 125-145.

Van Houtven, George, Melonie B. Sullivan, Chris Dockins (2008), "Cancer Premiums and Latency Effects: A risk Tradeoff Approach for Valuing Reductions in Fatal Cancer Risks," Journal of Risk and Uncertainty, 36, 179-199.

Viscusi, W. K. and Aldy, J. (2003) "The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World". The Journal of Risk and Uncertainty 27:5-76.

Viscusi, W. K. (1992) Fatal Tradeoffs: Public and Private Responsibilities or Risk. New York, NY: Oxford 1663 University Press.

Viscusi, W. K. (2009) The Devaluation of Life. Regulation and Governance, 3, p. 103-127.

Viscusi, W. Kip and Joseph E. Aldy (2007), "Labor Market Estimates of the Senior Discount for the Value of a Statistical Life," Journal of Environmental Economics and Management, 53(3), 377-392.

Viscusi, W. Kip, Wesley A. Magat, and Joel Huber. (1991). "Pricing Environmental Health Risks: Survey Assessments of Risk-Risk and Risk-Dollar Trade-Offs for Chronic Bronchitis," Journal of Environmental Economics and Management 21, 32-51.

Watkiss, P., et al. (2005), Final Methodology Paper (Volume 1) for Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFE) programme.

Willing, M. Environmental (2001) Quality, Health and the Value of Life. Environmental Valuation in Europe. Cambridge Research for the Environment.

Appendix.

Table: Road safety VSL studies as reviewed by Blaeij et al. 2003 meta-analysis.

Annotated overview of studies with empirical estimates of the value of statistical life in road safety, in 1997 US dollars ($\times 1000$)^a

Authors	Country	Year of		Study type	No. of estimates	Range of VOSL estimates in 1997 US dollars ^b		
		Publication	Data			Single estimate	Lowest estimate	Highest estimate
Atkinson and Halvorson (1990)	US	1990	1986	Revealed	1	4538		
Baker (1973)	US	1973	1973 ^c	CPLS	4		826	12,385
Beattie et al. (1998)	UK	1998	1996	Stated	4		1344	15,187
Blomquist (1979) ^d	US	1979	1988	Revealed	1	1506		
Blomquist and Miller (1992)	US	1996 ^e	1987	Revealed	3		1444	5,588
Carthy et al. (1999)	UK	1999	1997	Stated	4		4031	5,246
Cohen (1980)	US	1980	1974	CPLS	1	380		
Corso et al. (2000)	US	2000	1999	Stated	8		2336	5,548
Desaigues and Rabl (1995)	France	1995	1994	Stated	6		882	20,510
Dreyfus and Viscusi (1995)	US	1995	1987	Revealed	1	4056		
Ghosh et al. (1975) ^d	UK	1975	1973	Revealed	1	1692		
Hansen and Scuffham (1995)	New Zealand	1994	1994 ^c	CPLS	1		637	727
Jara-Diaz et al. (2000)	Chile	2000	1999	Stated	1	4348		
Johannesson et al. (1996)	Sweden	1996	1995	Stated	4		5242	6,312
Jondrow et al. (1983) ^d	US	1983	1988	Revealed	1	1903		
Jones-Lee et al. (1983)	UK	1983	1982	Stated	11		594	10,149
Kidholm (1995)	Denmark	1995	1993	Stated	3		745	1,110
Lanoie et al. (1995)	Canada	1995	1986	Stated	2		1739	3,111
Maier et al. (1989)	Austria	1989	1989 ^c	Stated	6		1557	4,297
McDaniels (1992)	US	1992	1986	Stated	3		8327	29,933
Melinek (1974)	UK	1974	1974 ^c	Revealed	1	784		
Miller and Guria (1991)	New Zealand	1991	1990	Stated	5		1101	1,760
				Revealed	1	1434		
Morrall (1986)	US	1986	1984	CPLS	4		143	1,864
Persson and Cedervall (1991)	Sweden	1991	1987	Stated	10		1224	25,949
Persson et al. (1995)	Sweden	1995	1993	Stated	2		4262	4,866
Persson et al. (2001)	Sweden	2001	1998	Stated	1	2307		
Schwab Christe (1995)	Switzerland	1995	1993	Stated	1	906		
Schwab Christe and Soguel (1995)	Switzerland	1995	1994	Stated	2		816	981
Viscusi et al. (1990)	US	1991	1991 ^c	Stated	1	9116		
Winston and Mannering (1984) ^d	US	1984	1988	Revealed	1	1903		

^a Many studies are taken from Elvik's (1995) literature review.

^b The VOSL estimates are expressed in local currencies and current prices (applying to a specific year), so that spatial and temporal adjustments are necessary for comparison of estimates. VOSLs in current prices are transformed to constant prices of 1997 using a GDP deflator, and subsequently transformed into 1997 US dollars using 1997 purchasing power parities (PPP). Both the GDP deflators and PPPs are taken from *World Development Indicators* (World Bank, 2000).

^c Refers to year of the study rather than year of the data, because the latter is unavailable.

^d Estimates taken from Miller (2000).

^e The value of statistical life estimates are taken from the 1992 working paper.

Source: Taken from Blaeij et al. 2003, p. 974.

Příloha 2

**studie ATEM – Zavedení nízkoemisní zóny na komunikační síti v Praze.
Modelové hodnocení kvality ovzduší.**

A T E M

Ateliér ekologických modelů, s. r. o.

**ZAVEDENÍ NÍZKOEMISNÍ ZÓNY
NA KOMUNIKAČNÍ SÍTI V PRAZE
MODELOVÉ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ**

Leden 2011

ZAVEDENÍ NÍZKOEMISNÍ ZÓNY NA KOMUNIKAČNÍ SÍTI V PRAZE MODELOVÉ HODNOCENÍ KVALITY OVZDUŠÍ

ZADAL:

Univerzita Karlova v Praze

Centrum pro otázky životního prostředí

José Martího 2/407

162 00 Praha 6

ZPRACOVAL:

ATEM – Ateliér ekologických modelů, s. r. o.

Hvožd'anská 3/2053

148 01 Praha 4

e-mail: atem@atem.cz

tel.: 241 494 425

VEDOUCÍ PROJEKTU:

Mgr. Jan Karel

držitel autorizace ke zpracování rozptylových studií
dle zák. č. 86/2002 Sb.

osvědčení MŽP č. j. 2108/780/10/KS

SPOLUPRÁCE:

Mgr. Radek Jareš

Ing. Josef Martinovský

Mgr. Robert Polák

Leden 2011

O B S A H

Ú V O D	4
1. PRODUKCE EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK.....	6
1.1. Stanovení vstupních dopravních dat.....	6
1.2. Metodika výpočtu emisí znečišťujících látek.....	10
1.3. Výsledky emisních výpočtů.....	11
2. MODELOVÉ VÝPOČTY KVALITY OVZDUŠÍ.....	16
2.1. Vstupní data.....	16
2.1.1. Klimatologické a rozptylové podmínky	17
2.1.2. Referenční body	17
2.2. Metodika výpočtu.....	18
2.2.1. Charakteristika modelu.....	18
2.3. Imisní limity	19
2.4. Výsledky modelových výpočtů	20
2.4.1. Imisní koncentrace včetně imisního pozadí.....	20
2.4.1.1. Suspendované částice frakce PM ₁₀ – průměrné roční koncentrace	20
2.4.1.2. Suspendované částice frakce PM ₁₀ – maximální denní koncentrace.....	21
2.4.1.3. Oxid dusičitý – průměrné roční koncentrace	23
2.4.1.4. Oxid dusičitý – maximální denní koncentrace.....	24
2.4.1.5. Oxid siřičitý – průměrné roční koncentrace	25
2.4.1.6. Oxid siřičitý – maximální denní koncentrace.....	26
2.4.1.7. Suspendované částice frakce PM _{2,5} – průměrné roční koncentrace	27
2.4.1.8. Suspendované částice frakce PM _{2,5} – maximální denní koncentrace.....	28
2.4.1.9. Benzen – průměrné roční koncentrace.....	29
2.4.2. Imisní koncentrace bez imisního pozadí	31
2.4.2.1. Prachové částice PM – průměrné roční koncentrace	31
2.4.2.2. Benzo(a)pyren – průměrné roční koncentrace	32
2.4.2.3. Formaldehyd – průměrné roční koncentrace.....	33
2.4.3. Imisní zatížení území troposférickým ozónem	35
3. OSÍDLENÍ V POSUZOVANÉM ÚZEMÍ	37
4. POSTUP STANOVENÍ CHRARAKTERISTIK PRO VÝPOČET EXTERNÍCH NÁKLADŮ.....	38
4.1. Stanovení počtu exponovaných obyvatel	38
4.2. Stanovení ploch exponovaných střech	46
4.3. Stanovení ploch exponovaných fasád	53
Z Á V Ě R	62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
SEZNAM VÝKRESŮ	67

Ú V O D

Předložená studie byla vypracována jako součást výzkumného projektu, řešeného Centrem pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze. Projekt je zaměřen na řešení otázek stanovení tzv. externích nákladů, vznikajících v důsledku automobilového provozu. Jedním z mechanismů, které vedou k vzniku těchto nákladů, je působení znečišťujících látek v ovzduší na zdraví obyvatel a povrchové části budov (střechy a fasády).

Cílem předkládané studie je pak modelově vyjádřit změny v kvalitě ovzduší, ke kterým dojde v případě zavedení určitého dopravního opatření v soustředěné městské zástavbě, porovnat tyto změny se současnou úrovní imisní zátěže a následně pro všechny modelované situace připravit podklady pro stanovení tzv. externích nákladů, vznikajících ve vazbě na danou úroveň imisní zátěže.

Jako modelované opatření bylo zadavatelem zvoleno vymezení tzv. „nízkoemisní zóny“, tj. oblasti se zákazem vjezdu vozidel, nespĺňujících stanovené emisní limity. Posuzovány byly dvě varianty, v první byl omezen vjezd vozidlům nespĺňující normu EURO 3 a nižší, ve druhé variantě poté nespĺňující normu EURO 4 a nižší. Hodnocení je provedeno pro část území hl. m. Prahy, přičemž prostorový rozsah zóny byl navržen tak, aby pokrýval širší centrum města a současně umožňoval zachovat objízdné trasy po komunikacích, které tvoří hranici této zóny. Hranici tzv. nízkoemisní zóny tak z větší části tvoří Městský okruh (MO), dále navazuje na ul. M. Horákové a Veletržní na Most Barikádníků, po ul. Povltavská a Čuprova do Libně a odtud přes Krejčárek na Ohradu a po ul. Jana Želivského, Bělocerkevská, Bohdalecká a Chodovská zpět na Jižní spojku (MO).

Výsledky hodnocení jsou prezentovány v tabelárních přehledech a zejména pak na grafických výstupech. Modelování bylo na základě požadavku zadavatele provedeno pro celkem 8 znečišťujících látek, a to pro prachové částice, suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý, benzen, benzo(a)pyren a formaldehyd.

- v rámci předkládané studie pak byly zpracovány následující výstupy: grafická prezentace výsledků modelových výpočtů formou izolinií – vždy celková zátěž

v území (popř. zátěž z automobilové dopravy, pokud nebyly celkové hodnoty k dispozici) a tzv. rozdílové mapy, umožňující přehledně porovnat obě varianty nízkoemisní zóny s výchozím stavem a rovněž mezi sebou.

- textový komentář k výsledkům modelových výpočtů.
- tabulky s údaji o počtu obyvatel, žijících v jednotlivých pásmech imisní zátěže (v rozpětí shodném s výkresy) pro všechny hodnocené imisní veličiny.
- tabulky s údaji o plochách fasád a střech budov v jednotlivých pásmech imisní zátěže.

1. PRODUKCE EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

1.1. Stanovení vstupních dopravních dat

Základním podkladem pro hodnocení emisí z automobilové dopravy jsou intenzity dopravy, tj. údaje o počtu vozidel na jednotlivých komunikacích.

Celkem byly modelovány 3 stavy zatížení komunikační sítě.

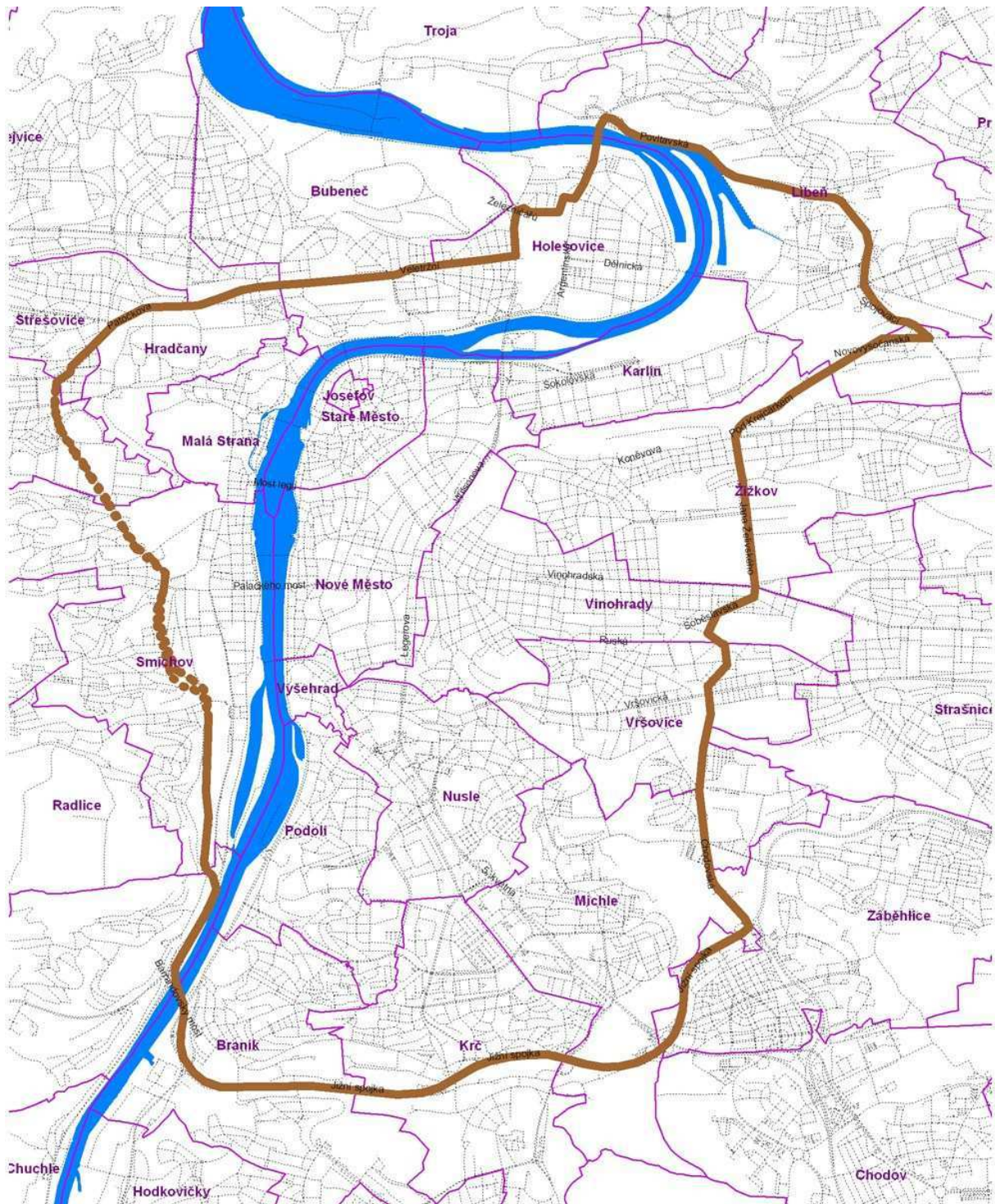
Dopravní data pro modelování výchozího stavu (varianta 0) byla převzata z projektu „Modelové hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy – Aktualizace 2010“ [4]. Jedná se o výsledky sčítání dopravy na hlavní komunikační síti Prahy, které je každoročně prováděno Technickou správou komunikací hl. m. Prahy (TSK), příslušné údaje jsou pak publikovány na www stránkách TSK [10].

Dále byly hodnoceny dvě varianty dopravně-inženýrských opatření, které představují vymezení nízkoemisní zóny s omezením vjezdu vozidel nesplňující normu EURO 3 a nižší, ve druhé variantě poté nesplňující normu EURO 4 a nižší.

Rozsah nízkoemisní zóny je uveden na obrázku 1. Zóna je navržena tak, aby zahrnovala většinu tzv. širšího centra města a současně umožňovala využít dostatečně významné komunikace jako objízdné trasy. V jižním a západním segmentu využívá dokončené úseky MO (Jižní spojka, tunel Mrázovka a Strahovský tunel), dále vede po ul. M. Horákové a Veletržní na Most Barikádníků, po ul. Povltavská a Čuprova do Libně a odtud přes Krejčárek na Ohradu a po ul. Jana Želivského, Bělocerkevská, Bohdalecká a Chodovská zpět na Jižní spojku. Vyjmenované komunikace budou tvořit objízdné trasy. Výměra zóny je cca 41 km².

Změny dopravní zátěže způsobené regulací dopravy ve variantě 1 (zavedení zóny EURO 3) a ve variantě 2 (zavedení zóny EURO 4) byly provedeny v součinnosti zpracovatele a zadavatele předkládané studie na základě odborného odhadu a s využitím zkušenosti z obdobných projektů řešených v minulosti. Jedná se tak pouze o očekávané přiblížení reálnému stavu po uvažovaném zavedení nízkoemisní zóny v hodnoceném rozsahu.

Obrázek 1: Uvažované vymezení nízkoemisní zóny



Na základě analýz vozového parku [12] byl určen procentuelní podíl vozidel, pro která bude platit zákaz vjezdu do zóny (nesplňují emisní limit EURO 3 ve variantě 1 a emisní limit EURO 4 ve variantě 2).

Dále bylo uvažováno následující:

- 20 % řidičů přejde po určité době na lepší vozidlo – tj. budou do zóny jezdit i nadále, ale s vozidlem splňujícím určený emisní limit
- 30 % vozidel do zóny vůbec nepojede – řidiči využijí MHD nebo jiný způsob řešení svých potřeb v centru (internet, telefon, taxi apod.)
- 50 % vozidel zónu objede komunikacích, které vymezují její hranici – jedná se o automobily, které nesměřují dovnitř zóny, neboť cíl jejich jízdy je mimo tento prostor.

Dopravní podíly u jednotlivých kategorií vozidel pro obě hodnocené varianty uvádí tabulka 1.

Tab. 1. Podíl vozidel, které nesmějí vjet do uvažované nízkoemisní zóny

Navrhovaná zóna	Osobní vozidla	Lehká nákladní vozidla	Těžká nákladní vozidla	Autobusy
Podíl vozidel určený na základě bilance vozového parku				
Nízkoemisní zóna EURO 3	45	32	41	54
Nízkoemisní zóna EURO 4	72	58	76	87
Podíl vozidel po přičtení 20 % nevyhovujících vozidel, která majitelé vymění za vozidla splňující požadující emisní limit				
Nízkoemisní zóna EURO 3	36	26	33	43
Nízkoemisní zóna EURO 4	57	47	61	69

Celkové očekávané snížení dopravního výkonu v uvažované zóně ukazuje níže uvedená tabulka.

Tab. 2. Průměrné intenzity v prostoru uvažované nízkoemisní zóny (počet vozidel)

Navrhovaná zóna	Osobní vozidla	Lehká nákladní vozidla	Těžká nákladní vozidla	Autobusy
Bez opatření	18 290	424	80	232
Nízkoemisní zóna EURO 3	11 727	314	54	132
Nízkoemisní zóna EURO 4	7 796	226	31	71

Pro 50 % vozidel, která nesmějí vjet do zóny, byly uvažovány objízdné trasy, na kterých byl stanoven nárůst intenzit dopravy následujícím postupem.

Na hranici uvažované nízkoemisní zóny bylo určeno hlavních 27 dopravních profilů, které byly určeny vůči zóně jako rozhodující tranzitní komunikace v jednotlivých směrech. Na jednotlivých profilech byly zohledněny intenzity na vstupech do zóny (viz tabulka 3) a byl stanoven počet objíždějících vozidel (intenzita × podíl nevyhovujících aut × podíl vozidel, které objedou zónu po hraničních komunikacích (50 %)). Výsledný počet vozidel byl následně rozložen na vymezené objízdné trase nízkoemisní zóny od každého jednotlivého profilu v následujícím poměru:

- 50 % intenzit dopravy z daného dopravního profilu v každém směru do vzdálenosti 1/3 délky objízdné trasy
- 40 % intenzit dopravy z daného dopravního profilu v každém směru ve vzdálenosti od 1/3 do 2/3 délky objízdné trasy
- 30 % intenzit dopravy z daného dopravního profilu v každém směru ve vzdálenosti od 2/3 délky objízdné trasy.

Výčet vstupních profilů a celkových intenzit, které byly rozpočítány po uvažované objízdné trase v uvedeném poměru, uvádí níže uvedená tabulka.

Tab. 3. Dopravní intenzity na dopravních tranzitních profilech na hranici vymezené nízkoemisní zóny

Úsek	Profil	Výchozí intenzity dopravy na daném profilu při vstupu do zóny		Počet vozidel, který bude převeden po obvodu nízkoemisní zóny EURO 3		Počet vozidel, který bude převeden po obvodu nízkoemisní zóny EURO 4	
		Osobní vozidla	Nákladní vozidla a autobusy	Osobní vozidla	Nákladní vozidla a autobusy	Osobní vozidla	Nákladní vozidla a autobusy
Koněvova	1	11100	551	2489	123	3980	207
Olšanská	2	11200	300	2512	51	4016	92
Vinohradská	3	12500	300	2803	53	4482	95
Ruská	4	5500	100	1233	17	1972	31
Vršovická	5	11700	300	2624	52	4195	94
U plynárny	6	10300	500	2310	107	3693	182
5. května	7	35400	1309	7938	251	12694	441
Michelská	8	13800	885	3095	204	4948	342
Budějovická	9	8000	593	1794	134	2869	225
V podzámčí	10	13800	479	3095	94	4948	164
Modřanská	11	16900	641	3790	135	6060	230
Strakonická	12	16400	1428	3678	327	5881	552
Radlická	13	19200	940	4306	188	6885	331
Ostrovského	14	8800	502	1973	106	3155	181
nápojení ze Strah. tunelu	15	6800	300	1525	52	2438	94
Plzeňská	16	16100	973	3610	223	5773	373
Holečkova	17	11100	336	2489	72	3980	122
Bělohorská	18	8200	403	1839	81	2940	140
U Brusnice	19	5700	300	1278	59	2044	102
Na valech	20	14600	1010	3274	197	5235	344
Nad štolou	21	9000	634	2018	138	3227	233
Bubenská	22	13300	400	2982	72	4769	129
Argentinská	23	24300	818	5449	154	8713	271
Vrbenského	24	6200	700	1390	122	2223	220
Zenklova	25	7300	203	1637	37	2618	66
Sokolovská	26	11900	404	2669	73	4267	132
Pod plynojemem	27	5500	400	1233	72	1972	131

1.2. Metodika výpočtu emisí znečišťujících látek

Na základě vstupních dopravních dat byly provedeny výpočty emisí na jednotlivých úsecích pro 10 znečišťujících látek: **prachové částice PM, prachové částice frakce PM₁₀, PM_{2,5}, oxidy dusíku, oxid siřičitý, benzen, benzo(a)pyren, formaldehyd, oxid uhelnatý a metan.**

Pro výpočty emisí byl použit model MEFA-06, který obsahuje emisní faktory publikované MŽP ČR [1, 2]. Tyto emisní faktory byly publikovány samostatně pro jednotlivé kombinace následujících vstupních dat: typ vozidla, emisní kategorie, rychlost jízdy, sklon komunikace a výpočtový rok.

Model MEFA-06 umožňuje využívat tato data pro modelování tak, že

- nahrazuje sestavu emisních faktorů spojitými funkcemi, jejichž hodnoty ve všech zadaných bodech nabývají hodnot publikovaných faktorů, umožňují však zadávat vstupní data plynule v celém rozsahu.
- obsahuje typické matice skladby vozového parku (podíl vozidel bez katalyzátoru a automobilů splňujících limity EURO 1 – 4) a pro každou kategorii vozidel (osobní, lehké nákladní, těžké nákladní, autobusy) vypočítá průměrnou emisi pro daný výpočtový rok a typ komunikace. Výpočet tak zohledňuje dynamickou skladbu vozového parku pro území hl. m. Prahy pro zadané roky ve výchozím stavu a dále modulovaný vozový park v oblasti zvolené nízkoemisní zóny a dále pro vozidla na objízděné trase zóny.
- hodnoty „průměrných emisních faktorů“ jsou stanoveny v g.km^{-1} podle hodnot platných pro zadané podmínky na komunikaci (rychlost, sklon, plynulost).
- z výsledných hodnot „průměrných emisních faktorů“ vypočte emisní vydatnost na celém úseku v g.s^{-1} .

V rámci výpočtu emisí z dopravy bylo provedeno i vyhodnocení množství prachových částic zviřených projíždějícími automobily – tzv. sekundární prašnost z automobilové dopravy. Množství prachu zviřeného automobily bylo stanoveno výpočtem na základě metodiky dle studie „Návrh metodiky pro hodnocení primární a sekundární prašnosti ze silniční dopravy a návrhy opatření pro omezování imisní zátěže PM₁₀ a PM_{2,5} z automobilové dopravy“, kterou Ateliér ekologických modelů zpracoval v r. 2010 pro Ředitelství silnic a dálnic ČR [3]. Pro výpočet množství zviřených částic ze zpevněných komunikací se vychází z počtu projíždějících vozidel, jejich průměrné hmotnosti a uvažované průměrné rychlosti vozidel.

Ve výpočtech byla zohledněna sekundární prašnost ze silniční dopravy také u celkových prachových částic PM a u benzo(a)pyrenu.

Vzhledem k tomu, že metodika MEFA neobsahuje emisní faktory pro oxid uhličitý, byly pro stanovení emisí CO₂ použity emisní faktory ze švýcarsko-německé databáze „Handbook Emission Factors for Road Transport“ (HBEFA) [11].

1.3. Výsledky emisních výpočtů

Vypočtené hodnoty jsou pro jednotlivé kategorie vozidel prezentovány tabulkovou formou. Výsledné emisní bilance hodnocených látek shrnují tabulky 4 – 14. Na vybrané komunikační síti jsou bilancovány ve dvou částech: úseky uvnitř oblasti regulace a dále úseky, které tvoří její hranici.

Výsledky emisních výpočtů potvrzují předpoklady, že nejvýraznější snížení emisí lze očekávat na úsecích uvnitř regulované oblasti. Naopak na úsecích na hranici, kam se přesune část automobilové dopravy, je nutno předpokládat nárůst emisí. Výsledné tabulky představují celkovou emisní bilanci na dopravní síti ve zvoleném rozsahu včetně povrchových a tunelových úseků.

Tab. 4. Emise prachových částic PM z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	2452,5	1870,4	1437,1
emisní příspěvek na hranici zóny	-	716,0	821,7
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	1674,4	1205,7	794,9
příspěvek na hranici zóny	-	662,4	797,5

Tab. 5. Emise prachových částic PM₁₀ z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	496,7	369,2	279,6
emisní příspěvek na hranici zóny	-	152,3	174,9
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	346,5	239,9	154,6
příspěvek na hranici zóny	-	144,6	172,8

Tab. 6. Emise prachových částic PM_{2,5} z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	150,0	99,3	74,0
emisní příspěvek na hranici zóny	-	52,2	60,1
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	106,6	64,1	40,4
příspěvek na hranici zóny	-	50,0	58,7

Tab. 7. Emise NO_x z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	1197,7	311,2	171,9
emisní příspěvek na hranici zóny	-	766,4	841,1
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	338,8	81,6	37,5
příspěvek na hranici zóny	-	252,1	287,1

Tab. 8. Emise SO₂ z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	8,3	5,3	3,4
emisní příspěvek na hranici zóny	-	2,3	3,7
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	0,7	0,4	0,2
příspěvek na hranici zóny	-	0,3	0,4

Tab. 9. Emise benzenu z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	86,41	16,68	9,08
emisní příspěvek na hranici zóny	-	38,42	39,88
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	0,81	0,29	0,14
příspěvek na hranici zóny	-	0,54	0,67

Tab. 10. Emise benzo(a)pyrenu z automobilové dopravy (kg.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	7759,9	4812,5	3196,0
emisní příspěvek na hranici zóny	-	2809,5	4335,3
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	1147,9	708,9	449,0
příspěvek na hranici zóny	-	516,6	815,2

Tab. 11. Emise formaldehydu z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	68,5	13,6	7,4
emisní příspěvek na hranici zóny	-	25,6	26,6
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	7,9	2,9	1,4
příspěvek na hranici zóny	-	4,4	5,6

Tab. 12. Emise CO₂ z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	6479,8	4154,9	2762,2
emisní příspěvek na hranici zóny	-	2329,2	3724,4
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	674,0	432,4	263,1
příspěvek na hranici zóny	-	305,8	524,7

Tab. 13. Emise methanu z automobilové dopravy (t.rok⁻¹)

	Osobní automobily		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	69,0	15,9	8,6
emisní příspěvek na hranici zóny	-	50,3	54,2
	Nákladní vozidla a autobusy		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	2,3	0,8	0,4
příspěvek na hranici zóny	-	1,6	2,0

**Tab. 14. Emise znečišťujících látek z automobilové dopravy, rozdílové hodnoty
 (varianty – výchozí stav)**

	částice PM (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-1051	-1895
hranice zóny	1378	1619
Celkem	328	-276
	částice PM ₁₀ (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-234	-409
hranice zóny	297	348
Celkem	63	-61
	částice PM _{2,5} (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-93	-142
hranice zóny	102	119
Celkem	9	-23
	oxidy dusíku (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-1144	-1327
hranice zóny	1019	1128
Celkem	-125	-199
	oxid siřičitý (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-3	-5
hranice zóny	3	4
Celkem	-1	-1
	benzen (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-70	-78
hranice zóny	39	41
Celkem	-31	-37
	benzo(a)pyren (kg.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-3386	-5263
hranice zóny	3326	5151
Celkem	-60	-112

	formaldehyd (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-60	-68
hranice zóny	30	32
Celkem	-30	-35
	oxid uhličitý (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-2567	-4129
hranice zóny	2635	4249
Celkem	68	121
	methan (t.rok ⁻¹)	
	var. 1 (nízkoemisní zóna EURO 3) – výchozí stav	var. 2 (nízkoemisní zóna EURO 4) – výchozí stav
uvnitř zóny	-55	-62
hranice zóny	52	56
Celkem	-3	-6

Z výsledků vyplývá, že u většiny hodnocených látek převládá v obou variantách pozitivní bilance, kdy vlivem převedení dopravní zátěže na okruh dochází i při prodloužení objízdne trasy pro vozidla s horším vozovým parkem vlivem lepších parametrů objízdne trasy (rychlost, plynulost, sklon trasy) k celkovému poklesu emisní zátěže. Výjimku představují prachové částice (celkové a frakce PM₁₀ a PM_{2,5}), kde tvoří významnou položku sekundární prašnost z dopravy, která není závislá na skladbě vozového parku, ale na počtu vozidel pojíždějících po komunikacích. Zde tak dochází k pozitivní bilanci až při zavedení nízkoemisní zóny EURO 4, kdy nastává razantní pokles intenzit dopravy na území nízkoemisní zóny. Celkový nárůst emisí tak zůstává pouze u oxidu uhličitého, kde je pro výpočet emisní zátěže rozhodující pouze spotřeba vozidel, a tak dochází v obou navrhovaných variantách k celkovému nárůstu emisní zátěže na zvolené silniční síti.

2. MODELOVÉ VÝPOČTY KVALITY OVZDUŠÍ

Hodnocení kvality ovzduší bylo na základě zadání provedeno pro realizaci nízkoemisní zóny ve dvou hodnocených variantách.

Modelování bylo provedeno pro celkem 8 znečišťujících látek, tj. **pro prachové částice, suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý¹, oxid siřičitý, benzen, benzo(a)pyren a formaldehyd.**

Pro prachové částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý a benzen bylo k dispozici imisní pozadí, které bylo použito z poslední aktualizace studie „Modelové hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy“ [4], kterou Ateliér ekologických modelů zpracoval v roce 2010. Jedná se o výpočet koncentrací znečišťujících látek z téměř 15 000 bodových, plošných a liniových zdrojů včetně dálkového přenosu znečištění z mimopražských zdrojů.

Pro ostatní hodnocené látky (prachové částice PM, benzo(a)pyren a formaldehyd) nebylo imisní pozadí k dispozici a ve výpočtech jsou tak zohledněny pouze příspěvky z liniových zdrojů v posuzované lokalitě.

Hodnoceny jsou průměrné roční koncentrace všech uvedených látek a maximální denní koncentrace prachových částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a maximální denní koncentrace oxidu dusičitého a oxidu siřičitého.

2.1. Vstupní data

Vstupní data pro hodnocení kvality ovzduší zahrnují zejména zdroje znečišťování (popsané v předcházející kapitole), údaje o rozptylových podmínkách a síť výpočtových bodů.

¹ Pozn. v případě oxidu dusíku se standardně provádějí výpočty emisí pro oxidy dusíku, avšak imisní výpočty pro oxid dusičitý. Imisní limit je totiž stanoven pro oxid dusičitý (NO₂), avšak emise je nutno provést pro celou směs oxidů dusíku, kde je hlavní složkou (přes 90 %) oxid dusnatý (NO). Ten nelze v hodnocení opomenout, neboť v atmosféře dochází k jeho oxidaci na NO₂. Do modelu tedy vstupuje NO + NO₂ (= NO_x), přičemž model uvažuje transformaci NO na NO₂ a prezentuje pak již výslednou hodnotu NO₂.

2.1.1. Klimatologické a rozptylové podmínky

Mezi základní charakteristiky meteorologických podmínek, které významně ovlivňují rozptyl znečišťujících látek v atmosféře, patří údaje o rychlosti a směru proudění vzduchu a také o teplotním zvrstvení atmosféry. Pro popis těchto parametrů použitelných v modelovém systému slouží datový soubor označovaný jako větrná růžice. Struktura větrné růžice je volena tak, aby bylo možné modelovat rozptyl znečištění v atmosféře na základě relativní četnosti jednotlivých tříd rychlosti a směrů větru, který je charakteristický pro danou lokalitu.

Pro každou kombinaci rozptylových podmínek jsou pak vypočteny výsledné imisní charakteristiky (koncentrace) znečišťujících látek. Model tak umožňuje sledovat imisní stavy pro každý typ rozptylových podmínek, který se může v zájmové oblasti vyskytovat.

Na území hl. m. Prahy je používána datová sestava 141 větrných růžic, které popisují rozptylové podmínky v jednotlivých částech hl. m. Prahy. Tato sestava větrných růžic byla zpracována pro model ATEM pracovníky Ústavu fyziky atmosféry AV ČR. Růžice popisují proudění ve vybrané lokalitě za různých rozptylových podmínek v členění na šestnáct základních směrů proudění (S, SSV, SV, VSV, ...), tři třídy rychlosti větru (1,7; 5,0 a 11,0 m.s⁻¹) a pět tříd stability.

2.1.2. Referenční body

Referenční bod (RB) představuje místo v území, ve kterém jsou vypočteny charakteristiky znečištění ovzduší pro jednotlivé druhy znečišťujících látek. Každý bod této sítě je charakterizován souřadnicemi X, Y a nadmořskou výškou Z.

Modelové hodnocení kvality ovzduší v posuzovaném území bylo provedeno v pravidelné trojúhelníkové síti referenčních bodů s krokem sítě **300 m**. Podél hranice uvažované emisní zóny byly podél objízdné trasy doplněny výpočtové body ve vzdálenosti 50 m od komunikace a s rozestupem 75 m a ve vzdálenosti 100 m od komunikace s rozestupem 100 m. Výpočetní oblast byla zvolena tak, aby zahrnovala jak samotný prostor uvažované zóny, tak její okolí, které bude její realizací významněji ovlivněno. Referenční body pokrývají plochu o rozloze cca **110 km²**.

Do výpočtu bylo zahrnuto celkově **2 648 referenčních bodů**.

2.2. Metodika výpočtu

2.2.1. Charakteristika modelu

Pro výpočet byl použit model ATEM [5], který je v Nařízení vlády č. 597/2006 Sb. uveden jako jedna z referenčních metod pro stanovení rozptylu znečišťujících látek v ovzduší. Jedná se o gaussovský disperzní model rozptylu znečištění, který imisní situaci hodnotí na základě podrobných klimatologických a meteorologických údajů [6, 7]. Je založen na stacionárním řešení rovnice difúze pasivní příměsi v atmosféře. Model umožňuje:

- výpočet znečištění ovzduší plynnými látkami a prachovými částicemi od velkého počtu bodových, liniových a plošných zdrojů znečištění ovzduší
- výpočet charakteristik znečištění v husté pravidelné i nepravidelné síti referenčních bodů tak, aby výsledky mohly být dále zpracovány např. pomocí geografického informačního systému (GIS) a podány v mapové formě
- výpočet znečištění v relativně komplikovaném terénu
- výpočet na základě většího počtu větrných růžic, přičemž každá z nich je charakteristická pro určitou část modelové oblasti a popisuje větrné poměry v této oblasti.

Model zohledňuje odstraňování látek z atmosféry a transformaci oxidu dusnatého na oxid dusičitý. Pro výpočet koncentrace NO_2 se vychází z výpočtu koncentrace NO_x , avšak ve vstupních datech musí být zadán emisní poměr NO_2/NO_x a tento poměr je nutno znát pro každý jednotlivý zdroj (např. pro automobilovou dopravu se hodnota NO_2 pohybuje obvykle mezi 0,04 a 0,10). Na základě vzdálenosti zdroje a referenčního bodu a velikosti rychlosti proudění v úrovni ústí zdroje je nejprve určen čas, který je nutný k překonání dané vzdálenosti. Následně je vypočten imisní poměr NO_2/NO_x , který závisí na této časové hodnotě, výchozím poměru NO_2/NO_x a limitním poměru NO_2/NO_x dle meteorologických podmínek.

Model umožňuje komplexně hodnotit imisní zatížení v zájmovém území. Výsledky modelových výpočtů poskytují následující imisní hodnoty:

1. **Průměrné roční koncentrace** sledovaných znečišťujících látek
2. **Maximální krátkodobé koncentrace**, resp. maximální hodinové hodnoty
3. **Dobu překročení imisních limitů** pro jednotlivé znečišťující příměsi
4. **Podíly jednotlivých skupin zdrojů**
5. **Příspěvky k celkové koncentraci** z jednotlivých směrů proudění
6. **Směry proudění**, kritické pro výskyt zvýšených hodinových koncentrací

2.3. Imisní limity

Výsledky modelových výpočtů jsou vyhodnoceny ve vztahu k imisním limitům, které určují přípustnou úroveň znečištění ovzduší. Jejich hodnoty jsou pro jednotlivé znečišťující látky stanoveny Nařízením vlády č. 597/2006 Sb. V případě krátkodobých (hodinových či denních) koncentrací je vedle výše limitu stanoven i tolerovaný počet překročení limitní hodnoty v průběhu kalendářního roku.

V následující tabulce jsou uvedeny imisní limity pro hodnocené látky.

Tab. 15. Limitní hodnoty pro ochranu zdraví

Látka	Časový interval	Imisní limit
oxid dusičitý	1 rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$
	1 den	-*
suspendované částice PM ₁₀	1 rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$
	1 den	50 $\mu\text{g.m}^{-3}$
suspendované částice PM _{2,5}	1 rok	25 $\mu\text{g.m}^{-3}$
	1 den	-*
oxid siřičitý	1 rok	-*
	1 den	125 $\mu\text{g.m}^{-3}$
benzen	1 rok	5 $\mu\text{g.m}^{-3}$
benzo(a)pyren	1 rok	1 ng.m^{-3}
formaldehyd	1 rok	-*
prachové částice	1 rok	-*

* imisní limit není pro tyto látky stanoven

Pro suspendované částice PM_{2,5} nejsou v současnosti v české legislativě stanoveny imisní limity. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu v Článku 15 stanoví, že členské státy přijmou veškerá nezbytná opatření, která nevyžadují neúměrné náklady, aby koncentrace PM_{2,5} ve vnějším ovzduší nepřekračovaly cílovou hodnotu 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ ve vnějším ovzduší. V rámci předkládané studie byla tedy použita tato limitní hodnota.

2.4. Výsledky modelových výpočtů

2.4.1. Imisní koncentrace včetně imisního pozadí

Rozložení vypočtených hodnot průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} , $PM_{2,5}$, oxidu dusičitého, oxidu siřičitého a benzenu a maximálních denních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} , $PM_{2,5}$, oxidu dusičitého a oxidu siřičitého je uvedeno na výkresech 2 – 17. Jak již bylo uvedeno, jsou zde pro každou oblast zobrazeny:

- imisní situace ve výchozím stavu (bez realizace opatření)
- imisní situace po realizaci opatření ve variantě 1 (realizace nízkoemisní zóny EURO 3) a ve variantě 2 (realizace nízkoemisní zóny EURO 4)
- tzv. rozdílová mapa, která umožňuje porovnat očekávané změny, které nastanou vlivem realizace hodnoceného opatření v porovnání s výchozím stavem a také v porovnání obou variant.

2.4.1.1. Suspendované částice frakce PM_{10} – průměrné roční koncentrace

Hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 2, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší koncentrace lze zaznamenat podél nejvíce dopravně zatížených komunikací (Barrandovský most, Jižní spojka), ale také ojediněle v centru na Smíchově, kde překračují 35, místy 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- koncentrace PM_{10} v pásmu nad 30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lemuje v centru všechny významné komunikace a zasahuje tak Smíchov, Nové Město, území od Holešovic přes Karlín až po Hloubětín, ale také Nusle, Vršovice a další území podél významných dopravních tahů. Obdobné hodnoty lze očekávat i lokálně v řadě dalších míst, především v místech křížení více zatížených komunikací.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace PM_{10} je stanoven na 40 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Překročení imisního limitu je patrné v blízkosti Jižní spojky a Barrandovského mostu. Hodnoty blízké imisnímu limitu lze také zaznamenat na území Smíchova. V ostatních lokalitách hodnoceného území je limit dle výsledků modelových výpočtů splněn.

Na základě rozdílových map (výkres 3) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži PM_{10} vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné zlepšení imisní situace. Nejvýraznější snížení koncentrací (o více než 3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice a dále lokálně v oblasti Smíchova. Pokles o 2 až 3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze očekávat na rozsáhlé ploše Smíchova a Nového města a dále lokálně podél významnějších křižovatek. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až

přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně až $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat podél Jižní spojky, ulice Pod Krejčárkem, Povltavské, Železničářů a dalších komunikací. Navýšení přes $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.

- ve variantě 2 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 v centrální části převážně o 1 až $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles o více než $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ podél Wilsonovy ulice, lokálně na území Smíchova. Pokles o více než $3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je poté patrný na Smíchově, na Novém Městě, Vinohradech a v okraji dalších přilehlých částí, stejně tak jako v Nuslích a podél významnějších křižovatek. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 2,
- výkres 3 ukazuje rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, rozdílové mapy imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem .

2.4.1.2. *Suspendované částice frakce PM_{10} – maximální denní koncentrace*

Při interpretaci výsledků modelových výpočtů je nutno připomenout, že modelové hodnoty maximálních denních koncentrací IH_d se vzhledem ke své konstrukci odlišují od hodnot měřených. To je způsobeno především odlišným způsobem stanovení modelové a měřené hodnoty, ale též charakterem zdrojů znečištění. Skutečná hodnota maximální koncentrace v daném roce závisí na aktuální emisní situaci, která může být značně proměnlivá a nelze ji modelově přesně postihnout. Vypočtená hodnota představuje pravděpodobnou nejvyšší naměřenou koncentraci během několika let v daném místě a nelze jí s limitem přímo srovnávat.

Hodnoty maximálních denních koncentrací suspendovaných částic PM_{10} ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 4, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší hodnoty (překračující $300 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je možné očekávat v případě kombinace nejhorších emisních a rozptylových podmínek v okolí kotelny Haman a dále v okolí významných liniových zdrojů, mezi které patří Jižní spojka a Brněnská ulice. Pouze lokálně lze zaznamenat hodnoty nad $300 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ zejména v blízkosti křižovatek také v centru města.
- hodnoty nad $220 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pak již byly vypočteny téměř na celé ploše posuzovaného území, hodnoty nad $260 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pak prakticky podél všech významných komunikací a křižovatek

v území. Nejnižší hodnoty se pohybují pod hranicí $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na okraji posuzovaného území.

Imisní limit pro maximální denní koncentrace částic PM_{10} je stanoven na $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Překročení imisního limitu bylo vypočteno na celém území Prahy. Podle nařízení vlády č. 597/2006 Sb. může být tento limit překročen pouze v 35 případech v průběhu roku, což je 9,6 % roční doby. To znamená, že dle platné legislativy je limit pro 24hodinové koncentrace překročen tam, kde se hodnoty vyšší než $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyskytují více než $35\times$ za rok. Vypočtené hodnoty představují koncentrace, které se mohou vyskytovat v lokalitě při nejhorších emisních a imisních podmínkách a nejsou běžně dosahovány. Nejvyšší měřené denní koncentrace PM_{10} dosahují těchto hodnot jednou za několik let.

Na základě rozdílových map (výkres 5) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži $\text{IH}_d \text{PM}_{10}$ vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny zlepšení imisní situace až o $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejvýraznější zlepšení (od 15 do $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno v centrální části města (od Smíchova přes Nové Město až do Holešovic a i na všech sousedících katastrálních územích), dále na rozsáhlé ploše Nuslí, Michle a Vršovic a lokálně podél významnějších křižovatek. Na převládající ploše uvažované zóny je poté možné očekávat pokles koncentrací o 5 až $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je zřejmý podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 30 , lokálně až $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat v blízkosti portálů tunelů městského okruhu a dále podél Veletržní, ulice Železničářů, mostu Barikádníků, Povltavské, Novovysočanské, Jana Želivského a dalších komunikací. Navýšení o více než $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze očekávat na většině plochy uvažované zóny pokles o více než $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pokles o více než $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je poté možné zaznamenat na větší ploše Nuslí, Michle a Nového Města, v okrajové části Vršovic, Žižkova, Karlína a Holešovic a na řadě dalších lokalit menšího rozsahu. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 4.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 5.

2.4.1.3. Oxid dusičitý – průměrné roční koncentrace

Hodnoty průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 6, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací NO₂ nad 50 µg.m⁻³ lze zaznamenat pouze lokálně v blízkosti křížení Jižní spojky a Modřanské, v prostoru mezi Jižní spojkou, Michelskou a ulicí 5. května a podél Barrandovského mostu a ulice K Barrandovu.
- koncentrace mezi 40 a 50 µg.m⁻³ pak byly vypočteny kromě širšího okolí zmíněných lokalit podél dalších úseků Jižní spojky a dále v centrální části města od Smíchova po Nového Města a na okraji přilehlých částí města, lokálně lze hodnoty přes 40 µg.m⁻³ zaznamenat také v blízkosti Chotkovy ulice.
- hodnoty překračující 30 µg.m⁻³ jsou patrné prakticky v celé centrální části Prahy a podél dalších komunikací s vyššími intenzitami automobilové dopravy.

Imisní limit je u průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého stanoven ve výši 40 µg.m⁻³. Podle výsledků modelových výpočtů je imisní limit překročen především v okolí Barrandovského mostu (včetně přilehlé části ulice K Barrandovu a přilehlé části Jižní spojky), podél Jižní spojky, Chotkovy ulice a na území Nového Města a přilehlých částí Smíchova, Vinohrad, Žižkova a Karlína.

Z porovnání rozdílových map (výkres 7) průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého pak vyplývá, že:

- vlivem realizace nízkoemisní zóny ve variantě 1 (zóna EURO 3) dojde v širším centru města k celoplošnému poklesu koncentrací NO₂. Nejvýraznější snížení přes 10 µg.m⁻³ lze očekávat u nejméně zatížených úseků Wilsonovy ulice a dále na spojnici mezi Smíchovem a Novým Městem (Ječná, Žitná, Resslova, ...). Pokles o více než 4 µg.m⁻³ lze zaznamenat na převážné ploše uvažované zóny. Na jejím okraji se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je znatelný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 4 µg.m⁻³, místy až 8 µg.m⁻³. Významnější nárůst koncentrací (přes 8, lokálně přes 10 µg.m⁻³) lze zaznamenat podél Novovysočanské, ulice Pod Krejčárkem, Povltavské, ulice Železničářů, Bělocerkevské a dalších komunikací. Navýšení nad 4 µg.m⁻³ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 v centrální části převážně o 1 až 2 µg.m⁻³ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než 2 µg.m⁻³. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles o více než 10 µg.m⁻³ ve větší vzdálenosti od Wilsonovy ulice a dále na ploše Nového Města a přilehlých městských částí, dále je pokles o více než 10 µg.m⁻³ patrný na území Smíchova a dále lokálně podél Patočkovy ulice, v blízkosti ulice 5. května. Rozšíří se také pole poklesu o více než 4 µg.m⁻³. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst pouze lokálně překročí 1 µg.m⁻³. Oproti

výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.

- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 6.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 7.

2.4.1.4. *Oxid dusičitý – maximální denní koncentrace*

Opět je nutné podotknout, že při interpretaci výsledků modelových výpočtů je nezbytné brát na zřetel, že modelové hodnoty maximálních denních koncentrací IH_d se mohou vzhledem ke své konstrukci odlišovat od hodnot měřených. Vypočtené hodnoty představují koncentrace, které se mohou vyskytovat v lokalitě při nejhorších emisních a imisních podmínkách a nejsou běžně dosahovány. Nejvyšší měřené denní koncentrace dosahují těchto hodnot jednou za několik let.

Hodnoty maximálních denních koncentrací oxidu dusičitého ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 8, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší hodnoty (překračující $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je možné očekávat v případě kombinace nejhorších emisních a rozptylových podmínek v okolí významných liniových zdrojů, mezi které patří Jižní spojka a Brněnská ulice, ale také v blízkosti významnějších křižovatek na území centra. Další lokality se zvýšenými hodnotami se nacházejí v blízkosti významnějších kotelen a provozů na území města (Libeň, Bubeneč, ...).
- hodnoty nad $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pak již byly vypočteny téměř na celé ploše posuzovaného území, hodnoty nad $175 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ prakticky podél všech významných komunikací a křižovatek v území. Nejnižší hodnoty se pohybují pod hranicí $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ na okraji posuzovaného území ve větší vzdálenosti od zdrojů emisní zátěže.

Imisní limit pro maximální denní koncentrace oxidu dusičitého není stanoven.

Na základě rozdílových map (výkres 9) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži $IH_d \text{NO}_2$ vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny zlepšení na rozsáhlé ploše o více než $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejvyšší pokles, přes $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, byl vypočten v centrální části nízkoemisní zóny na území Nového Města, Vinohrad a v přilehlých městských částech, ale také v jižní části zóny v prostoru Nuslí a Michle. Lokálně byl pokles o více než $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vypočten podél Libeňského mostu. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 25, lokálně až $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat podél ulice Železničářů, mostu Barikádníků, Povltavské, Spojovací, Novovysočanské, Jana Želivského a dalších

komunikací. Navýšení o $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a více je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.

- ve variantě 2 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze očekávat na většině plochy uvažované zóny pokles o více než $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pokles o více než $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byl vypočten na větší ploše Nuslí, Michle a Nového Města, Vinohrad, Žižkova a Holešovic, Malé Strany a Starého Města. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 8.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 9.

2.4.1.5. Oxid siřičitý – průměrné roční koncentrace

Hodnoty průměrných ročních koncentrací oxidu siřičitého ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 10, ze kterého je patrné, že:

- Nejvyšší hodnoty v území překračují 6 , lokálně $7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zvýšené koncentrace lze zaznamenat v centru města, zejména na území Smíchova, Nového Města, Starého Města, Vinohrad a přilehlé části Karlína, Vršovic, Nuslí a Žižkova, kde se projevuje vliv vyšších emisí z plošných zdrojů, tedy vytápění obytné zástavby a dále širší okolí nejvýznamnějšího zdroje v Praze, kterým je Teplárna Malešice.
- v okrajových částech hodnoceného území se hodnoty pohybují pod hranicí $4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit průměrných ročních koncentrací oxidu siřičitého již není stanoven, do roku 2006 platil limit $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Z porovnání rozdílových map (výkres 11) průměrných ročních koncentrací oxidu siřičitého pak vyplývá, že:

- vlivem realizace nízkoe emisní zóny ve variantě 1 (zóna EURO 3) dojde v širším centru města k velmi malému poklesu koncentrací, neboť emise z automobilové dopravy mají na celkové imisní zatížení pouze minimální vliv. Nejvýraznější snížení, přes $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lze očekávat u nejvíce zatížených úseků Wilsonovy ulice a dále na spojnici mezi Smíchovem a Novým Městem (Ječná, Žitná, Resslova, Palackého most, ...). Pokles o více než $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze zaznamenat dále podél významnějších komunikací v území, kromě centrální části zejména podél ulice 5. května. Podél okraje uvažované zóny změny nepřevýší $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst podél hraniční objezdové trasy podle výsledků modelových výpočtů pouze lokálně překročí $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a to podél Novovysočanské, ulice Pod

Krejčárkem, ulice Železničářů, Bělocerkevské a dalších komunikací. Na převládající délce povrchových úseků objízdné trasy však převládá navýšení do $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 v centrální části vyšší do $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, pouze lokálně bylo vypočteno i vyšší snížení. Ve srovnání s výchozím stavem lze zaznamenat nejvyšší pokles o $0,075 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně o $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél Wilsonovy ulice a dále na spojnici mezi Smíchovem a Novým Městem (Ječná, Žitná, Resslova, Palackého most, ...). Snížení o více než $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné zaznamenat v širším okolí těchto lokalit, pokles o více než $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pak již převládá na ploše uvažované nízkoemisní zóny. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst jen lokálně překročí $0,02 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 10.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 11.

2.4.1.6. Oxid siřičitý – maximální denní koncentrace

Hodnoty maximálních denních koncentrací oxidu siřičitého ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 12, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší hodnoty (překračující $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je možné očekávat v případě kombinace nejhorších emisních a rozptylových podmínek v okolí významných bodových zdrojů v území (Protektory Praha v Libni, teplárna v Malešicích, a další).
- na převážné ploše posuzovaného území lze očekávat hodnoty mezi 20 a $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a to zejména v okrajových částech posuzované lokality, v centrální jsou ve většině zastoupeny koncentrace v rozmezí od 40 do $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro maximální denní koncentrace oxidu siřičitého je stanoven na $125 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Překročení imisního limitu nebylo na ploše posuzovaného území překročeno.

Na základě rozdílových map (výkres 13) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži $\text{IH}_d \text{SO}_2$ vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny pouze minimální pokles imisní zátěže obdobně jako u průměrných ročních koncentrací. Nejvyšší pokles nepřekročí $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, snížení o více než $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze zaznamenat pouze lokálně v centrálních i okrajových částech uvažované zóny. Stejně tak nárůst podél uvažované objízdné trasy překročí pouze lokálně $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, na převážné délce uvažované trasy však byly vypočteny příspěvky do $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat pouze minimální změny v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 dosahovat nejvýše do $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze nejvyšší pokles mírně přes hranici $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a to podél Wilsonovy, Ječné, Žitně a Resslerovy ulice a podél Dvořákova nábřeží. Pokles o více než $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ byl vypočten na větší centrální části, dále podél ulice 5. května a podél významnějších komunikací a křižovatek. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 12.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem ukazuje výkres 13.

2.4.1.7. *Suspendované částice frakce $\text{PM}_{2,5}$ – průměrné roční koncentrace*

Hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic $\text{PM}_{2,5}$ ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 14, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší vypočtené hodnoty průměrných ročních koncentrací suspendovaných částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ přesahují $18 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně až $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a byly vypočteny podél nejvíce dopravně zatížených komunikací (Barrandovský most, lokálně Jižní spojka a ojedinele v centru na Smíchově a podél Wilsonovy ulice).
- koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ nad $16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ se vyskytují v centru, kde zasahují Smíchov, Nové Město a Holešovice a lokálně na dalších částech města (podél Patočkovy, Milady Horákové a Svatovítské). Obdobné hodnoty lze očekávat i lokálně v řadě dalších míst, především v místech křížení více zatížených komunikací.
- hodnoty mezi 15 a $16 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat podél všech kapacitních komunikací, a to jak v centru, tak na okrajích města a prakticky v celém širším centru Prahy, nižší koncentrace je možné očekávat pouze na okrajích uvažované zóny ve větší vzdálenosti od zdrojů imisní zátěže.

Pro suspendované částice $\text{PM}_{2,5}$ nejsou v současnosti v české legislativě stanoveny imisní limity. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu v Článku 15 stanoví, že členské státy přijmou veškerá nezbytná opatření, která nevyžadují neúměrné náklady, aby koncentrace $\text{PM}_{2,5}$ ve vnějším ovzduší nepřekračovaly cílovou hodnotu $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. V rámci předkládané studie byla tedy použita tato limitní hodnota, která není na hodnoceném území překročena.

Na základě rozdílových map (výkres 15) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži $\text{PM}_{2,5}$ vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny zlepšení imisní zátěže až do $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nejvýraznější zlepšení (o více než $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice a dále na spojnici Nového Města a Smíchova podél Legerovy, Sokolské, Ječné, Žitné, Resslovy a lokálně v blízkosti významnějších komunikací a křižovatek. V území Nového Města, Smíchova a podél ulice 5. května lze zaznamenat pokles o více než $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 1, lokálně $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat podél Barrandovského mostu, ulice Pod Krejčárkem, Povltavské, ulice Železničářů, Bělocerkevské a dalších. Navýšení nad $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější pokles v prostoru uvažované zóny, který bude oproti variantě 1 lokálně převyšovat $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles o více než $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ podél Wilsonovy ulice, pokles o více než $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dále na spojnici Nového Města a Smíchova podél Legerovy, Sokolské, Ječné, Žitné nebo Resslovy. Pokles o více než $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné zaznamenat na většině území navržené nízkoemisní zóny. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 14.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 15.

2.4.1.8. Suspendované částice frakce $\text{PM}_{2,5}$ – maximální denní koncentrace

Hodnoty maximálních denních koncentrací suspendovaných částic $\text{PM}_{2,5}$ ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 16, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší hodnoty (překračující $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) je možné očekávat v případě kombinace nejhorších emisních a rozptylových podmínek podél významných liniových zdrojů, (Jižní spojka, Brněnská ulice, Barrandovský most). Pouze lokálně lze zaznamenat hodnoty nad $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, zejména v blízkosti křižovatek také v centru města.
- hodnoty mezi 80 a $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ převažují v centrální části města v blízkosti významnějších komunikací, na okraji posuzovaného území lze poté zaznamenat pokles koncentrací pod hranici 80 , lokálně pod $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro maximální denní koncentrace částic $\text{PM}_{2,5}$ není stanoven.

Na základě rozdílových map (výkres 17) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži $\text{IH}_d \text{PM}_{10}$ vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisní zátěže. Nejvýraznější zlepšení (o více než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno v centrální části města (Nové Město a sousedící katastrálních území), dále na ploše Nuslí, Michle a lokálně podél významnějších křižovatek. Na převládající ploše uvažované zóny je poté možné očekávat pokles koncentrací o 2 až $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 10, lokálně až $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat podél Veletržní, ulice Železničářů, mostu Barikádníků, Povltavské, Novovysočanské, Pod Krejčárkem, Soběslavská a dalších komunikací. Navýšení o $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a více je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 2 až $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán rozdíl o více než $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze očekávat na většině plochy uvažované zóny pokles o více než $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pokles o více než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je poté možné zaznamenat na větší ploše Nuslí, Michle a Nového Města a v okrajové části Vršovic, Žižkova, Karlína a Holešovic a na řadě dalších lokalit menšího rozsahu. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 16.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem ukazuje výkres 17.

2.4.1.9. Benzen – průměrné roční koncentrace

Hodnoty průměrných ročních koncentrací benzenu ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 18, ze kterého je patrné, že:

- nejvyšší koncentrace byly vypočteny (více než $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) podél Wilsonovy ulice v úseku mezi Seifertovou a nábřežím, dále v souvislé ploše mezi Sokolskou a Karlovým náměstím (podél ulic Ječná a Žitná) a podél Patočkovy.
- pásmo hodnot v rozmezí $1,5 - 2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pak bylo vypočteno v souvislém pásmu od Radlické přes Janáčkovo nábřeží a Palackého most směrem k severojižní magistrále a odtud podél ulice Wilsonova až k nábřeží Kpt. Jaroše. Lokálně pak byly vypočteny obdobné hodnoty v několika dalších oblastech.
- na okrajích města byly vypočteny koncentrace benzenu mezi $0,5$ a $1,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, se zvýšenými hodnotami podél radiálních komunikací s nižší plynulostí dopravy.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace benzenu je stanoven ve výši $5 \mu\text{g.m}^{-3}$. Tato hodnota není podle modelových výpočtů na hodnoceném území překročena.

Na základě rozdílových map (výkres 19) je pak možné vyhodnotit očekávané změny v imisní zátěži benzenem vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné zlepšení imisní situace. Nejvýraznější zlepšení (o více než $1 \mu\text{g.m}^{-3}$) bylo vypočteno zejména na území Nového Města podél Wilsonovy ulice a dále na spojnici mezi Legerovou a Rašínovo nábřežím. Pokles o více než $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$ lze očekávat v širším okolí zmíněných lokalit a dále na ploše Smíchova, Nuslí a dále lokálně podél významnějších křižovatek. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten byl vypočten podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje nejvýše $0,5$, lokálně až $1 \mu\text{g.m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $0,5 \mu\text{g.m}^{-3}$) lze zaznamenat podél Patočkovy, Veletržní, ulice Železničářů, Povltavské, Novovysočanské, ulice Pod Krejčárkem, Soběslavské, Bělocerkevské a dalších komunikací. Navýšení nad $0,1 \mu\text{g.m}^{-3}$ je možné, až na úsek Jižní spojky, očekávat podél všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které však nebudou oproti variantě 1 významné, nejvyšší snížení pouze mírně přesahuje $0,1 \mu\text{g.m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles v obdobném rozsahu jako ve variantě 1 s mírně vyššími poklesy v dotčených lokalitách. Stejně tak nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $0,1 \mu\text{g.m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 18.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem ukazuje výkres 19.

2.4.2. Imisní koncentrace bez imisního pozadí

Rozložení vypočtených hodnot průměrných ročních koncentrací prachových částic PM, benzo(a)pyrenu a formaldehydu je uvedeno na výkresech 20 – 25. Pro každou oblast jsou zobrazeny:

- imisní příspěvky z automobilové dopravy ve výchozím stavu (bez realizace opatření)
- imisní příspěvky z dopravních zdrojů po realizaci opatření ve variantě 1 (realizace nízkoemisní zóny EURO 3) a ve variantě 2 (realizace nízkoemisní zóny EURO 4)
- tzv. rozdílová mapa, která umožňuje porovnat očekávané změny, které nastanou vlivem realizace hodnoceného opatření v porovnání s výchozím stavem a také v porovnání obou variant.

2.4.2.1. Prachové částice PM – průměrné roční koncentrace

Hodnoty imisních příspěvků z dopravy k průměrným ročním koncentracím prachových částic PM ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 20, ze kterého je patrné, že:

- z modelovaných oblastí lze nejvyšší imisní příspěvky automobilové dopravy ke koncentracím PM zaznamenat v okolí Jižní spojky, Brněnské, Barrandovského mostu a ulice k Barrandovu, kde překračují $80 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, hodnoty nad $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze očekávat v širším okolí výše uvedených lokalit a dále lokálně podél Wilsonovy ulice a na území Smíchova.
- imisní příspěvky přesahující $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze zaznamenat podél všech významnějších komunikací a křižovatek v území v centrální části města. Podél méně významných komunikací příspěvky klesají pod $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- se vzdáleností od komunikací se vypočtené hodnoty IH_r PM postupně snižují a na nejméně zatížených okrajích jednotlivých oblastí dosahují méně než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace prachových částic není stanoven.

Na základě rozdílových map (výkres 21) je pak možné vyhodnotit očekávané změny imisních příspěvků z dopravy k zátěži PM vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy. Nejvýraznější zlepšení (o více než $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice. Pokles o více než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ bylo vypočteno na území Nového Města, Smíchova a dále lokálně na území Vršovic a Nuslí. Snížení o více než $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je patrné prakticky na celé centrální ploše uvažované zóny v blízkosti komunikací. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje 15 , lokálně až $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze

zaznamenat v blízkosti portálů městského okruhu, dále podél Barrandovského mostu, Jižní spojky, ulice Pod Krejčárkem, Spojovací, Povltavské, ulice Železničářů a dalších komunikací. Navýšení nad $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.

- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles až o více než $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a to podél Wilsonovy ulice, lokálně také na území Smíchova. Pokles o více než $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je poté patrný na Smíchově, na Novém Městě, Vinohradech a v okraji dalších přilehlých částí, stejně tak jako v Nuslích, Michli, Vršovicích a podél dalších významnějších křižovatek a komunikací na území uvažované nízkoemisní zóny. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 20.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 21.

2.4.2.2. *Benzo(a)pyren – průměrné roční koncentrace*

Hodnoty imisních příspěvků z dopravy k průměrným ročním koncentracím benzo(a)pyrenu ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 22, ze kterého je patrné, že:

- z modelovaných oblastí lze nejvyšší imisní příspěvky automobilové dopravy ke koncentracím benzo(a)pyrenu zaznamenat v okolí Jižní spojky, Barrandovského mostu a ulice k Barrandovu, kde překračují $0,2 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnoty nad $0,1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ lze očekávat v širším okolí výše uvedených lokalit a dále podél významných komunikací na území od Smíchova, přes Nové Město do Holešovic a dále lokálně podél významnějších komunikací a křižovat na posuzovaném území.
- imisní příspěvky přesahující $0,05 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ lze zaznamenat podél všech významnějších komunikací a křižovatek v území v centrální části města. Podél méně významných komunikací příspěvky klesají pod $0,05 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Se vzdáleností od komunikací se vypočtené hodnoty IH_r B(a)P postupně snižují a na nejméně zatížených okrajích jednotlivých oblastí dosahují méně než $0,02 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace benzo(a)pyrenu je stanoven ve výši $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Vypočtené hodnoty nelze ovšem s limitem přímo porovnávat, neboť se jedná pouze o příspěvky z vybrané komunikační sítě, bez vlivu dalších zdrojů. Z výsledků je

nicméně patrné, že se v nejvíce zatížených oblastech (Jižní spojka, Barrandovský most, ulice K Barrandovu) pohybují na úrovni mírně nad 20 % imisního limitu.

Na základě rozdílových map (výkres 23) je pak možné vyhodnotit očekávané změny imisních příspěvků z dopravy k zátěži benzo(a)pyrenem vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy. Nejvýraznější snížení imisních příspěvků (o více než $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$) bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice a dále prostoru Nového Města na spojnici mezi Sokolskou a Rašínovým nábřežím. Pokles mezi $0,01$ a $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$ je patrný prakticky na celé centrální ploše uvažované zóny v blízkosti komunikací. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje $0,01$, lokálně $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$) lze zaznamenat podél ulice Pod Krejčárkem, ulice Železničářů, Bělocerkevská a dalších komunikací. Navýšení nad $0,01 \text{ ng.m}^{-3}$ je možné očekávat až na výjimky v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 výraznější, a to až do $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles až o více než $0,075 \text{ ng.m}^{-3}$, a to podél Wilsonovy ulice, lokálně také na území Smíchova. Pokles o více než $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$ je poté patrný na Smíchově a dále na spojnici mezi Sokolskou a Rašínovým nábřežím. Snížení o více než $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$ lze zaznamenat v širším okolí výše uvedených lokalit, dále podél ulice 5. května a Patočkovy. Na zbytku uvažované nízkoemisní zóny převládá pokles nad $0,01 \text{ ng.m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $0,05 \text{ ng.m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 22.
- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 23.

2.4.2.3. Formaldehyd – průměrné roční koncentrace

Hodnoty imisních příspěvků z dopravy k průměrným ročním koncentracím formaldehydu ve výchozím stavu (ve variantě 0) jsou zobrazeny na výkrese 24, ze kterého je patrné, že:

- z modelovaných oblastí lze zaznamenat nejvyšší imisní příspěvky automobilové dopravy ke koncentracím formaldehydu v centrální části města, tj. podél Wilsonovy ulice a dále

v úseku od Sokolské po Karlovo náměstí (Ječná, Žitná), kde překračují $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Hodnoty nad $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze očekávat v širším okolí výše uvedených lokalit a dále na širším území Nového Města, na Smíchově, podél Patočkovy ulice, v blízkosti Barrandovského mostu, ulici K Barrandovu a v místě významnějších křižovatek.

- imisní příspěvky přesahující $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ lze zaznamenat podél všech významnějších komunikací a křižovatek. Podél méně významných komunikací příspěvky klesají pod $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Se vzdáleností od komunikací se vypočtené hodnoty postupně snižují a na nejméně zatížených okrajích jednotlivých oblastí dosahují méně než $0,25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Imisní limit pro průměrné roční koncentrace formaldehydu není stanoven.

Na základě rozdílových map (výkres 25) je pak možné vyhodnotit očekávané změny imisních příspěvků z dopravy k zátěži formaldehydem vlivem realizace posuzovaných opatření:

- ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy. Nejvýraznější snížení imisních příspěvků (o více než $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice a dále v prostoru Nového Města na spojnici mezi Sokolskou a Rašínovo nábřežím. Pokles od $0,5$ do $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné zaznamenat na území Nového Města a sousedících katastrálních územích a dále podél ulice 5. května, Patočkovy a lokálně v blízkosti významnějších křižovatek. Pokles mezi $0,1$ a $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je patrný prakticky na celé centrální ploše uvažované zóny v blízkosti komunikací. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Ten je patrný podél uvažované objízdné trasy vymezené zóny, kde překračuje $0,1$, lokálně $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Významnější nárůst koncentrací (přes $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) lze zaznamenat podél ulice Pod Krejčárkem, ulice Železničářů, Bělocerkevská a dalších komunikací. Navýšení nad $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné, kromě úseku Jižní spojky, očekávat v blízkosti všech povrchových úseků objízdné trasy uvažované zóny.
- ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 mírně vyšší, v centrální části ojedinele nad $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve srovnání s výchozím stavem tak lze zaznamenat pokles až o více $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, který bylo vypočteno kolem Wilsonovy ulice a dále v prostoru Nového Města na spojnici mezi Sokolskou a Rašínovo nábřežím. Pokles od $0,5$ do $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je možné zaznamenat na území Nového Města a sousedících katastrálních územích a dále podél ulice 5. května, Patočkovy a lokálně v blízkosti významnějších křižovatek. Pokles mezi $0,1$ a $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ je patrný prakticky na celé centrální ploše uvažované zóny v blízkosti komunikací. K okraji zóny se pokles koncentrací postupně snižuje, až přechází v nárůst koncentrací. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Oproti výchozí variantě tak lze očekávat obdobné rozložení imisních nárůstů jako ve variantě 1 s mírně vyššími hodnotami.
- imisní zatížení ve variantě 1 a 2 ukazuje výkres 24.

- rozdílové mapy imisní situace varianty 1 oproti výchozí situaci, imisní situace varianty 2 oproti výchozí situaci a rozdílovou mapu navrhovaných variant navzájem znázorňuje výkres 25.

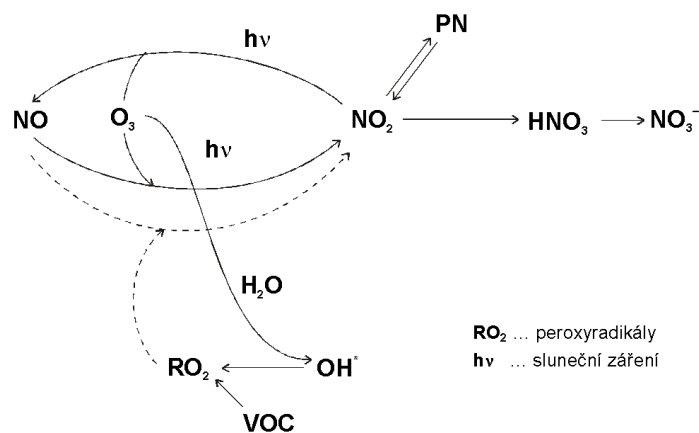
2.4.3. Imisní zatížení území troposférickým ozónem

Vedle „primárně emitovaných“ znečišťujících látek vzniká v důsledku automobilového provozu i celá řada tzv. „sekundárních polutantů“. Jedná se o sloučeniny, které nejsou emitovány přímo automobily, ale vznikají teprve následně jako produkt chemických reakcí v atmosféře. Příkladem sekundárně vznikající znečišťující látky je i oxid dusičitý, který je v předcházející části imisně hodnocen. V tomto případě se jedná o polutant s relativně krátkou dobou vzniku a ne příliš komplikovaným procesem transformace, který je v odborné literatuře popsán a je (ve svých průměrných parametrech) zahrnut do imisního modelu.

Zcela odlišná situace je v případě troposférického (přízemního) ozónu. Z pohledu ochrany ovzduší se jedná o poměrně významnou znečišťující látku, která se vyznačuje vlivy na zdraví lidí i na vegetaci, v obou případech je pro ozón charakteristické plošné překračování imisních limitů.

Modelování rozložení koncentrací troposférického ozónu v rozsáhlém území (což je případ prezentované nízkoemisní zóny) je však standardními nástroji prakticky neproveditelné. Prekurzory vzniku troposférického ozónu jsou těkavé organické látky (VOC) a oxidy dusíku (NO_x). Ozón se tvoří vlivem slunečního záření (fotooxidační reakce), přičemž rychlost a průběh reakce velmi závisí na složení VOC, na poměru NO/NO_2 atd. Obdobně jako ostatní produkty ozón v těchto reakcích průběžně vzniká a současně je odstraňován (viz obrázek 2).

Obrázek 2: Zjednodušené schéma cyklu fotochemických reakcí



Souběžně dochází k transportu látek atmosférou, v důsledku toho uvedené procesy často probíhají ve značných vzdálenostech od původního zdroje. Nejvyšší koncentrace ozónu jsou často naměřeny zcela mimo působení hlavních zdrojů emisí VOC a NO_x, např. ve vzdálenosti několika kilometrů od hlavních dopravních tahů – typickým příkladem jsou naměřené zvýšené koncentrace přízemního ozónu v Berouně jako důsledek nárůstu emisí z dopravy v Praze. To je dáno jednak nutnou reakční dobou, jednak skutečností, že přímo u komunikací převládají podmínky směřující k rychlejšímu odbourávání ozónu.

Z hlediska posouzení vlivů navrhované nízkoemisní zóny tedy nemá význam hodnotit přiblížení či oddálení automobilového provozu od obytné zástavby, neboť toto oddálení může podle aktuálních podmínek vést k poklesu i k nárůstu koncentrací O₃.

Lze však provést porovnání celkových emisí prekurzorů přízemního ozónu, tedy oxidů dusíku a zejména těkavých organických látek. Vzhledem k tomu, ozón představuje celoplošný problém minimálně na regionální úrovni, je možné tyto celkové emisní hodnoty interpretovat tak, že při jejich nárůstu dochází k celkovému zvýšení „náchylnosti“ širšího řešeného území k výskytu zvýšených koncentrací ozónu, ačkoli přesnou lokalizaci pásem zvýšených hodnot nelze stanovit.

Porovnání produkce emisí NO_x a VOC pro hodnocené varianty řešení nízkoemisní zóny je uvedeno v následující tabulce.

Tab. 15a. Produkce emisí před a po zavedení nízkoemisních zón (t.rok⁻¹)

	Oxidy dusíku (NO _x)		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
celkový objem emisí uvnitř zóny	1536,5	392,8	209,4
emisní příspěvek na hranici zóny	-	1018,5	1128,2
	Těkavé organické látky (VOC)		
	výchozí stav	varianta 1	varianta 2
uvnitř zóny	2195,3	423,0	224,8
příspěvek na hranici zóny	-	903,8	943,0

Z tabulky je patrné, že po realizaci nízkoemisní zóny EURO 3 dojde v řešeném území celkově k poklesu emisí prekurzorů ozónu, a to o 40 % u těkavých organických látek a o 8 % u oxidů dusíku. Po realizaci zóny EURO 4 byl poté vypočten významnější pokles, a to o 47 % u těkavých organických látek a o 13 % u oxidů dusíku.

3. OSÍDLENÍ V POSUZOVANÉM ÚZEMÍ

Posuzované území zahrnuje širší střed města, tj. nejvíce obydlenu část Prahy. Pro vyhodnocení počtu obyvatel a charakteristiky objektů v jednotlivých pásmech imisních koncentrací znečišťujících látek v ovzduší byly využity:

- digitální vrstva zástavby
- údaje o počtu obyvatel v základních sídelních jednotkách (ZSJ)

V rámci oblasti pokryté modelovými výpočty kvality ovzduší se v řadě ZSJ vyskytuje pouze část obytné zástavby, celkový počet obyvatel v zástavbě zahrnuté do provedených výpočtů je 630 00 trvale bydlících obyvatel.

4. POSTUP STANOVENÍ CHRARAKTERISTIK PRO VÝPOČET EXTERNÍCH NÁKLADŮ

4.1. Stanovení počtu exponovaných obyvatel

Pro účely kvantifikace míry zdravotního rizika byl stanoven počet obyvatel dotčených stanovenými hodnotami koncentrací znečišťujících látek. Hodnocení bylo provedeno pro pásma imisních veličin dle grafických výstupů (map) rozptylové studie, pro všechny vypočtené ukazatele. Hodnocení bylo všechny tři posuzované varianty (výchozí stav, zóna EURO 3 a zóna EURO 4) i pro pásma rozdílových hodnot mezi jednotlivými variantami.

Pro tyto ukazatele byl určen počet osob žijících v zadaných pásmech vypočtených koncentrací pomocí nástrojů geografického informačního systému. Analýza byla provedena na základě výše uvedených demografických dat podle základních sídelních jednotek.

Nejprve byla vytvořena vektorová vrstva obytné a smíšené zástavby území, tj. bez výrobních objektů a budov veřejné vybavenosti. Pro tuto zástavbu byl počet obyvatel v rámci ZSJ rozpočten podle půdorysné plochy domů. Jedná se o určité zjednodušení, které však není významné, neboť v rámci ZSJ je charakter zástavby obvykle obdobný.

V dalším kroku byl pro každou variantu proveden součet počtu obyvatel pro jednotlivá pásma imisní zátěže. V každém pásmu byly sečteny objekty spadající do uvedeného intervalu imisní zátěže a sečten jim přiřazený počet stálých obyvatel. V případě, že objekt leží na rozhraní dvou pásem, byl do daného imisního intervalu přiřazen počet obyvatel odpovídající poměrné části objektu spadající do daného imisního pole.

Celkově bylo tedy vytvořeno 72 souhrnů, které jsou prezentovány v tab. 16 – 39.

Tab. 16. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
60	100	9 142	36 976	57 137
100	125	82 840	155 232	155 401
125	150	183 955	143 740	122 542
150	175	175 057	114 053	107 863
175	200	140 997	117 180	117 914
200	250	38 083	62 893	69 217

Tab. 17. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-100	-50	58 317	96 725	-
-50	-25	110 675	82 345	-
-25	-15	35 636	26 170	2 094
-15	-5	28 161	26 915	109 537
-5	5	214 973	207 990	502 251
5	15	63 650	61 684	16 192
15	25	38 233	38 693	-
25	50	65 393	66 859	-
50	100	15 036	22 693	-

Tab. 18. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
130	180	5 772	5 900	6 892
180	220	112 088	130 878	199 811
220	260	376 837	356 317	288 736
260	300	117 390	108 689	104 744
300	500	17 987	28 290	29 891

Tab. 19. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-30	-	43 715	-
-30	-15	94 651	160 021	12 630
-15	-5	134 398	48 794	216 765
-5	5	238 173	224 326	383 332
5	15	93 893	75 343	17 347
15	25	52 018	54 413	-
25	50	13 604	17 390	-
50	100	3 337	6 072	-

Tab. 20. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
40	60	125	125	127
60	80	139 362	190 892	246 532
80	100	447 137	374 844	316 006
100	120	39 476	55 365	57 591
120	140	3 721	8 315	9 114
140	200	253	533	704

Tab. 21. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-20	-10	20 776	74 694	-
-10	-5	122 461	126 445	7 534
-5	-2	86 368	45 447	176 367
-2	2	244 879	230 456	421 331
2	5	68 504	56 082	24 416
5	10	54 302	53 616	426
10	20	25 858	33 078	-
20	50	6 926	10 256	-

Tab. 22. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
20	30	34 886	35 046	35 138
30	40	199 651	200 971	202 005
40	60	350 492	349 071	347 961
60	80	42 775	42 722	42 709
80	100	1 733	1 733	1 730
100	250	537	531	531

Tab. 23. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-1,0	-0,5	-	9 660	-
-0,5	-0,25	21 999	66 499	2 686
-0,25	0,25	601 907	535 441	625 430
0,25	0,5	5 636	14 384	1 843
0,5	1,0	532	3 692	115
1,0	2,0	-	398	-

Tab. 24. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace B(a)P

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,02	50 772	62 642	109 796
0,02	0,05	307 540	335 369	317 592
0,05	0,10	221 745	187 695	152 532
0,10	0,15	41 666	38 037	39 229
0,15	0,20	8 014	5 717	9 257
0,20	0,60	337	614	1 668

Tab. 25. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace B(a)P, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	440	-
-0,10	-0,075	-	7 920	-
-0,075	-0,05	7 020	23 703	-
-0,05	-0,01	198 568	205 311	115 623
-0,01	0,01	356 373	295 841	479 881
0,01	0,05	63 589	81 859	34 570
0,05	0,075	4 218	9 841	-
0,075	0,10	306	4 119	-
0,10	0,16	-	1 040	-

Tab. 26. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace benzenu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0,2	0,5	43 136	83 230	120 838
0,5	1,0	412 202	468 508	432 012
1,0	1,5	141 039	58 142	56 836
1,5	2,0	23 346	14 233	13 942
2,0	3,0	10 351	5 933	6 369
3,0	4,0	-	28	77

Tab. 27. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace benzenu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,5	-1,0	16 937	23 067	-
-1,0	-0,5	67 434	84 614	-
-0,5	-0,1	184 113	167 652	22 172
-0,1	0,1	296 485	289 626	607 902

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
0,1	0,5	47 977	47 574	-
0,5	1,0	14 494	14 545	-
1,0	2,0	2 634	2 996	-

Tab. 28. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace formaldehydu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,25	171 200	368 344	393 433
0,25	0,5	262 247	161 952	137 614
0,5	0,75	134 106	61 587	60 511
0,75	1,0	37 357	19 448	19 018
1,0	1,5	19 082	15 551	15 618
1,5	2,0	5 234	2 961	3 439
2,0	3,0	848	231	441

Tab. 29. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – denní koncentrace formaldehydu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,0	-1,5	1 100	2 262	-
-1,5	-1,0	9 703	13 012	-
-1,0	-0,5	47 282	58 452	-
-0,5	-0,1	206 392	198 014	20 793
-0,1	0,1	305 920	297 632	609 281
0,1	0,5	46 750	46 764	-
0,5	1,0	12 326	12 919	-
1,0	2,0	601	1 019	-

Tab. 30. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO_2

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
13	20	12 914	15 750	19 548
20	25	137 435	168 265	190 470
25	30	225 564	238 425	226 883
30	35	162 679	148 717	131 502
35	40	51 909	41 352	41 574
40	50	38 364	15 755	18 248
50	60	1 209	1 640	1 652
60	80	-	170	197

Tab. 31. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-20	-10	12 862	28 393	-
-10	-8	22 639	26 203	-
-8	-4	124 447	136 103	-
-4	-2	73 048	50 820	3 471
-2	-1	21 666	17 572	74 899
-1	1	234 394	226 386	546 568
1	2	37 209	35 971	5 136
2	4	57 637	55 324	-
4	8	38 666	41 880	-
8	10	6 484	7 691	-
10	15	1 022	3 731	-

Tab. 32. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	20	167 191	216 871	292 185
20	30	251 906	227 760	179 500
30	40	124 777	99 204	79 149
40	60	68 051	64 203	58 364
60	80	15 516	17 697	16 625
80	180	2 633	4 339	4 251

Tab. 33. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-25	-	1 788	-
-25	-15	569	40 460	-
-15	-10	16 367	115 389	4 539
-10	-5	157 145	94 565	131 283
-5	-2,5	69 646	21 182	134 740
-2,5	2,5	275 756	251 907	355 810
2,5	5	49 329	45 499	3 311
5	10	38 021	34 654	391
10	15	14 753	13 820	-
15	20	6 073	6 391	-
20	50	2 415	4 419	-

Tab. 34. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
14	20	25 483	26 385	28 770
20	25	238 848	270 202	302 791
25	30	292 261	266 482	239 755
30	35	64 430	59 004	50 824
35	40	8 799	6 994	6 810
40	45	250	944	1 063
45	65	3	63	61

Tab. 35. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-10	-5	-	3 038	-
-5	-3	2 159	57 086	6
-3	-2	31 431	112 978	4 956
-2	-1	157 049	82 365	139 097
-1	-0,5	56 558	18 985	133 008
-0,5	0,5	266 933	248 613	349 305
0,5	1	47 915	43 432	3 256
1	2	40 603	35 836	446
2	3	16 098	14 375	-
3	5	10 257	11 419	-
5	15	1 071	1 947	-

Tab. 36. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
10	12	7	7	7
12	14	138 074	144 825	182 582
14	16	390 114	403 930	376 338
16	18	95 215	74 587	64 254
18	20	6 618	6 354	6 503
20	30	46	371	390

Tab. 37. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-4,0	-2,0	-	1 168	-
-2,0	-1,5	763	12 984	-
-1,5	-1,0	13 857	54 010	-
-1,0	-0,5	112 324	154 246	13 206
-0,5	0,5	463 360	363 636	616 868
0,5	1,0	25 964	27 199	-
1,0	1,5	10 699	11 167	-
1,5	2,0	2 477	4 586	-
2,0	5,0	630	1 078	-

Tab. 38. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
2	3	699	1 010	1 396
3	4	103 565	103 910	103 759
4	5	128 766	128 326	128 172
5	6	125 350	124 861	124 702
6	7	145 700	148 782	150 470
7	9	125 994	123 185	121 575

Tab. 39. Počet obyvatel v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Počet obyvatel		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	744	-
-0,10	-0,75	-	11 051	-
-0,75	-0,05	8 770	28 675	-
-0,05	-0,02	84 576	141 995	35 503
-0,02	0,02	511 659	405 791	583 532
0,02	0,05	23 069	28 987	11 039
0,05	0,075	2 000	9 316	-
0,075	0,10	-	3 255	-
0,10	0,20	-	260	-

4.2. Stanovení ploch exponovaných střech

Pro výpočet plochy střech budov v jednotlivých pásmech imisní zátěže byl použit podobný postup jako v případě počtu obyvatel. Jako podkladová mapa byla použita ovšem použita vektorová vrstva veškeré zástavby. Pro každou budovu byla vypočtena plocha jejího půdorysného průmětu a takto spočtené plochy byly sečteny podle pásem imisní zátěže v nichž se budovy nacházejí. Pokud budova ležela na rozhraní dvou imisních pásem byla započtena pouze příslušná část plochy spadající do daného pásma koncentrací.

Tento postup byl zopakován pro všechna imisní pásma pro všechny hodnocené charakteristiky a všechny tři varianty, celkem bylo vytvořeno 72 statistik o plochách střech. Tyto údaje jsou uvedeny v tab. 40 – 63.

Tab. 40. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
60	100	193 733	907 736	1 407 806
100	125	2 010 159	3 878 308	3 962 856
125	150	4 529 815	3 681 473	3 085 360
150	175	4 626 141	3 209 864	2 988 819
175	200	3 879 302	2 983 821	3 078 130
200	250	1 101 858	1 679 806	1 818 037

Tab. 41. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-100	-50	2 046 926	3 053 737	-
-50	-25	2 777 345	1 988 163	-
-25	-15	789 903	594 260	71 525
-15	-5	643 560	608 200	3 206 651
-5	5	4 744 651	4 571 858	12 762 232
5	15	1 945 964	1 834 056	300 600
15	25	1 209 036	1 252 592	-
25	50	1 728 129	1 819 607	-
50	100	455 494	618 535	-

Tab. 42. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
130	180	280 196	279 217	312 792
180	220	3 394 394	3 738 610	5 255 327
220	260	8 881 459	8 737 771	7 284 057
260	300	3 166 686	2 667 510	2 541 651
300	500	618 273	917 900	947 181

Tab. 43. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-30	-	1 215 932	-
-30	-15	2 604 365	4 040 274	288 208
-15	-5	3 553 228	1 456 983	5 649 675
-5	5	5 500 307	5 173 762	10 014 509
5	15	2 814 400	2 333 332	388 616
15	25	1 503 462	1 600 885	-
25	50	299 039	39 4968	-
50	100	66 207	12 4872	-

Tab. 44. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
40	60	22 350	22 368	22 415
60	80	4 234 328	5 303 103	6 596 475
80	100	10 725 944	9 250 029	7 872 339
100	120	1 218 512	1 492 463	1 548 562
120	140	134 030	251 623	275 758
140	200	5 844	21 422	25 459

Tab. 45. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-20	-	1 125	-
-20	-10	677 544	2 330 627	-
-10	-5	3 389 065	3 079 836	185 647
-5	-2	2 146 771	1 161 483	4 652 215
-2	2	5 606 583	5 319 516	10 942 019

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
2	5	2 201 380	1 839 222	550 689
5	10	1 539 541	1 557 459	10 438
10	20	639 616	844 906	-
20	50	140 508	206 834	-

Tab. 46. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO_2

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
20	30	1 267 875	1 272 884	1 275 558
30	40	6 080 917	6 130 239	6 163 354
40	60	7 973 956	7 922 221	7 887 484
60	80	911 903	909 638	908 801
80	100	69 858	69 589	69 407
100	250	36 499	36 437	36 404

Tab. 47. Plocha střech v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO_2 , rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-1,0	-0,5	-	332 009	-
-0,5	-0,25	741 229	1 999 237	91 282
-0,25	0,25	15 438 153	13 554 594	16 202 540
0,25	0,5	140 322	349 891	41 997
0,5	1,0	21 304	88 812	5 189
1,0	2,0	-	16 465	-

Tab. 48. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace B(a)P

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,02	1 292 346	1 569 471	2 657 965
0,02	0,05	7 474 249	8 171 565	7 992 275
0,05	0,10	5 812 057	5 264 369	4 261 454
0,10	0,15	1 448 848	1 126 994	1 105 944
0,15	0,20	292 847	176 148	267 186
0,20	0,60	20 661	32 461	56 184

Tab. 49. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace B(a)P, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	12 751	-
-0,10	-0,075	-	302 407	-
-0,075	-0,05	263 444	832 582	-
-0,05	-0,01	5 201 231	5 118 756	3 421 478
-0,01	0,01	9 019 995	7 329 430	12 053 287
0,01	0,05	1 775 187	2 405 349	866 243
0,05	0,075	75 875	246 036	-
0,075	0,10	5 276	76 489	-
0,10	0,16	-	17 208	-

Tab. 50. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace benzenu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0,2	0,5	1 210 238	2 171 839	3 116 061
0,5	1,0	10 551 811	12 521 622	11 593 669
1,0	1,5	3 248 105	1 303 601	1 283 112
1,5	2,0	917 027	243 005	239 556
2,0	3,0	413 827	99 765	106 735
3,0	4,0	-	1 176	1 875

Tab. 51. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace benzenu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,5	-1,0	724 412	964 548	-
-1,0	-0,5	1 980 879	2 278 906	-
-0,5	-0,1	4 376 814	4 016 984	946 192
-0,1	0,1	7 426 974	7 244 192	15 394 816
0,1	0,5	1 527 912	1 520 797	-
0,5	1,0	255 901	262 113	-
1,0	2,0	48 116	53 468	-

Tab. 52. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace formaldehydu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,25	4 481 306	9 188 590	10 171 118
0,25	0,5	6 692 909	4 966 119	3 990 789
0,5	0,75	3 055 908	1 449 830	1 432 979

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0,75	1,0	1 070 642	421 583	416 540
1,0	1,5	800 291	255 359	259 593
1,5	2,0	215 246	54 904	61 987
2,0	3,0	24 706	4 623	8 002

Tab. 53. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace formaldehydu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,0	-1,5	34 479	84 528	-
-1,5	-1,0	426 783	588 348	-
-1,0	-0,5	1 599 566	1 794 003	-
-0,5	-0,1	4 933 483	4 709 045	924 307
-0,1	0,1	7 797 796	7 568 367	15 416 701
0,1	0,5	1 335 009	1 363 328	-
0,5	1,0	197 096	208 197	-
1,0	2,0	16 796	25 192	-

Tab. 54. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO_2

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
13	20	299 255	341 694	396 545
20	25	3 165 088	3 813 418	4 263 404
25	30	5 751 881	5 955 188	6 021 785
30	35	3 850 994	4 572 135	3 925 567
35	40	1 686 786	1 062 167	1 093 875
40	50	1 534 947	522 183	565 275
50	60	51 662	67 373	67 050
60	80	395	6 850	7 507

Tab. 55. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO_2 , rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-20	-10	513 817	1 106 056	-
-10	-8	812 670	823 941	-
-8	-4	3 262 499	3 302 943	-
-4	-2	1 582 545	1 153 436	219 773
-2	-1	586 430	501 037	2 425 689
-1	1	5 424 469	5 181 569	13 603 826
1	2	1 214 663	1 181 511	91 720

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
2	4	1 776 425	1 682 249	-
4	8	1 031 631	1 196 729	-
8	10	106 959	136 218	-
10	15	28 900	75 319	-

Tab. 56. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	20	4 780 073	5 809 550	7 686 293
20	30	5 748 981	5 525 769	4 433 486
30	40	3 307 136	2 499 204	1 952 785
40	60	1 894 548	1 802 459	1 606 875
60	80	503 785	546 434	511 575
80	180	106 485	157 592	149 994

Tab. 57. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-25	-	72 786	-
-25	-15	34 437	1 245 957	452
-15	-10	516 151	2 742 519	199 040
-10	-5	3 825 416	2 415 536	3 407 984
-5	-2,5	1 918 384	661 077	3 335 720
-2,5	2,5	6 925 567	6 256 675	9 294 842
2,5	5	1 426 557	1 294 679	97 056
5	10	1 058 965	977 187	5 914
10	15	403 835	382 407	-
15	20	148 567	160 989	-
20	50	83 129	131 196	-

Tab. 58. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha střech (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
14	20	803 753	810 349	874 725
20	25	5 665 556	6 267 342	7 195 638
25	30	7 406 190	7 206 656	6 504 563
30	35	2 120 297	1 774 932	1 498 796
35	40	326 197	233 694	216 995
40	45	18 527	38 774	40 789
45	65	488	9 261	9 502

Tab. 59. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-10	-5	-	127 285	-
-5	-3	91 194	1 765 290	1 257
-3	-2	1 029 244	2 581 273	220 265
-2	-1	3 719 780	2 124 044	3 610 864
-1	-0,5	1 562 574	570 924	3 316 985
-0,5	0,5	6 659 254	6 142 578	9 087 397
0,5	1	1 425 088	1 271 079	97 489
1	2	1 122 565	1 012 825	6 751
2	3	445 484	395 029	-
3	5	252 216	287 801	-
5	15	33 609	62 880	-

Tab. 60. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
10	12	2 758	2 471	2 363
12	14	3 536 262	3 539 781	4 212 019
14	16	9 457 745	10 369 815	10 032 623
16	18	3 081 661	2 222 059	1 886 924
18	20	253 859	183 018	181 801
20	30	8 723	23 864	25 278

Tab. 61. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-4,0	-2,0	-	62 670	-
-2,0	-1,5	42 440	487 419	-
-1,5	-1,0	542 416	1 648 931	-
-1,0	-0,5	2 998 192	3 526 521	476 990
-0,5	0,5	11 712 696	9 473 828	15 864 018
0,5	1,0	721 063	736 713	-
1,0	1,5	253 188	277 106	-
1,5	2,0	57 395	96 690	-
2,0	5,0	13 618	31 130	-

Tab. 62. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
2	3	32 224	33 408	35 357
3	4	2 485 341	2 492 352	2 495 067
4	5	3 925 687	3 917 247	3 911 507
5	6	3 595 267	3 598 684	3 605 236
6	7	3 588 302	3 659 656	3 697 572
7	9	2 714 187	2 639 661	2 596 269

Tab. 63. Plocha střech v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha střech (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	41 408	-
-0,10	-0,075	-	405 120	-
-0,075	-0,05	33 3864	1 079 382	-
-0,05	-0,02	266 3019	3 479 455	1 382 927
-0,02	0,02	1 280 3365	10 321 341	14 761 840
0,02	0,05	50 1494	780 885	196 241
0,05	0,075	3 9266	172 461	-
0,075	0,10	-	52 790	-
0,10	0,20	-	8 166	-

4.3. Stanovení ploch exponovaných fasád

Pro výpočet plochy fasád ovlivněných jednotlivými pásmy imisních koncentrací byla využita stejná digitální vrstva zástavby jako v předchozím případě. V digitální vrstvě byly nejdříve odstraněny hranice mezi objekty (stěny mezi objekty) uvnitř domovních bloků, tj. vyloučena rozhraní objektů, které nejsou exponována vnějšímu ovzduší a netvoří tak fasádu. Dále byly objektům přiřazeny průměrné výšky zástavby v rozlišení podle urbanistických obvodů. Jedná se o určité zjednodušení, platí však, že v rámci jednoho urbanistického obvodu je charakter zástavby obvykle obdobný a průměrná výška zástavby tak pro odhad plochy fasád představuje vhodný parametr. Z vrstvy budov (resp. budov a domovních bloků) byly vyextrahovány hranice objektů (linie), které tvoří půdorysnou reprezentaci fasády.

Pro tyto linie bylo následně provedeno protnutí s imisními poli, tzn. každé linii byl přiřazen údaj o tom, v jakém pásmu koncentrací se nachází. Pokud linie procházela více imisními poli, byla na hranici rozdělena a každé části přiřazena správná hodnota pásma koncentrací. Takto vzniklo 72 souborů linií, každý pro jednotlivou hodnocenou imisní charakteristiku a variantu.

Poté byly spočteny délky jednotlivých linií ve všech 72 souborech a z nich pomocí údaje o průměrné výšce vypočteny plochy fasád zasažených imisními koncentracemi ve všech variantách. Vyhodnoceny byly i rozdílové hodnoty mezi variantami. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tab. 64 – 87.

Tab. 64. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
60	100	615 540	2 945 750	4 583 237
100	125	5 699 222	11 328 636	11 559 703
125	150	13 531 701	11 157 263	9 270 482
150	175	13 483 736	9 013 025	8 407 611
175	200	11 073 465	8 266 308	8 461 615
200	250	3 296 888	4 989 570	5 417 904

Tab. 65. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace NO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-100	-50	6 052 402	9 332 842	-
-50	-25	8 680 314	6 048 462	-
-25	-15	2 390 234	1 795 230	235 325
-15	-5	1 951 215	1 864 224	9 919 014
-5	5	13 272 990	12 755 777	36 630 012
5	15	5 602 971	5 319 589	916 201
15	25	3 499 300	3 560 768	-
25	50	4 987 490	5 253 244	-
50	100	1 263 636	1 770 416	-

Tab. 66. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
130	180	939 523	933 618	1 030 352
180	220	10 012 810	11 103 644	15 945 231
220	260	26 358 227	25 874 669	21 161 104
260	300	8 812 903	7 452 253	7 135 946
300	500	1 577 089	2 336 368	2 427 919

Tab. 67. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-30	-	3 756 309	-
-30	-15	8 016 820	12 626 995	930 425
-15	-5	10 875 088	4 033 728	17 409 882
-5	5	14 992 476	14 237 405	28 220 281
5	15	8 327 083	6 755 136	1 139 964
15	25	4 332 518	4 644 524	-
25	50	957 325	1 278 265	-
50	100	199 242	368 190	-

Tab. 68. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
40	60	68 263	68 659	68 890
60	80	12 683 250	15 987 299	20 116 376
80	100	31 377 084	26 790 977	22 457 383
100	120	3 210 043	4 190 300	4 313 229
120	140	339 589	618 034	693 552
140	200	22 323	45 283	51 122

Tab. 69. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-20	-	2 940	-
-20	-10	2 055 052	7 150 478	-
-10	-5	10 483 655	9 501 311	553 645
-5	-2	6 436 044	3 334 369	14 512 393
-2	2	15 427 117	14 663 596	30 943 254
2	5	6 547 634	5 404 220	1 664 601
5	10	4 442 204	4 561 012	26 659
10	20	1 880 909	2 445 197	-
20	50	427 937	637 429	-

Tab. 70. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO₂

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
20	30	3 956 093	3 969 994	3 979 528
30	40	17 041 733	17 191 312	17 288 040
40	60	23 864 776	23 708 367	23 605 319
60	80	2 503 244	2 497 323	2 494 891
80	100	193 497	192 874	192 153
100	250	141 209	140 682	140 621

Tab. 71. Plocha fasád v pásmech koncentrací – denní koncentrace SO₂, rozdílové hodnoty

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-1,0	-0,5	-	1 047 388	-
-0,5	-0,25	2 284 856	6 081 685	286 825
-0,25	0,25	44 935 855	39 252 050	47 247 651
0,25	0,5	399 701	994 915	147 303
0,5	1,0	80 140	262 522	18 773
1,0	2,0	-	61 992	-

Tab. 72. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace B(a)P

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,02	3 722 823	4 591 382	8 003 871
0,02	0,05	21 503 734	23 638 732	23 018 172
0,05	0,10	17 398 239	15 576 430	12 521 041
0,10	0,15	4 153 968	3 304 627	3 199 369
0,15	0,20	864 569	498 652	800 568
0,20	0,60	57 219	90 729	157 531

Tab. 73. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace B(a)P, rozdílové hodnoty

Pásma koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	42 364	-
-0,10	-0,075	-	911 204	-
-0,075	-0,05	807 772	2 442 447	-
-0,05	-0,01	16 039 484	15 726 408	10 291 532
-0,01	0,01	25 464 399	20 685 162	34 865 260
0,01	0,05	5 104 948	6 852 225	2 543 760
0,05	0,075	264 981	714 940	-
0,075	0,10	18 968	271 552	-
0,10	0,16	-	54 250	-

Tab. 74. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace benzenu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0,2	0,5	3 294 788	6 140 764	8 996 096
0,5	1,0	30 386 063	36 552 580	33 750 748
1,0	1,5	10 165 002	3 859 821	3 795 694
1,5	2,0	2 620 624	790 659	775 770
2,0	3,0	1 234 075	352 614	374 418
3,0	4,0	-	4 114	7 826

Tab. 75. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace benzenu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,5	-1,0	2 094 023	2 824 449	-
-1,0	-0,5	6 086 040	6 971 566	-
-0,5	-0,1	13 309 470	12 208 750	2 756 719
-0,1	0,1	21 010 118	20 478 546	44 943 833
0,1	0,5	4 207 806	4 188 453	-
0,5	1,0	801 300	816 814	-
1,0	2,0	191 795	211 974	-

Tab. 76. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace formaldehydu

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	0,25	12 615 874	27 373 617	30 153 623
0,25	0,5	19 460 864	13 734 556	10 983 761
0,5	0,75	9 353 679	4 279 836	4 220 404
0,75	1,0	3 236 335	1 256 037	1 243 005
1,0	1,5	2 282 301	829 931	835 874
1,5	2,0	662 476	207 680	231 539
2,0	3,0	89 023	18 895	32 346

Tab. 77. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace formaldehydu, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-2,0	-1,5	122 218	281 837	-
-1,5	-1,0	1 210 794	1 649 882	-
-1,0	-0,5	4 866 550	5 505 749	-
-0,5	-0,1	15 003 745	14 301 297	2 668 266
-0,1	0,1	22 036 545	21 383 642	45 032 286

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
0,1	0,5	3 728 940	3 790 382	-
0,5	1,0	660 963	686 891	-
1,0	2,0	70 797	100 872	-

Tab. 78. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO_2

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
13	20	943 863	1 049 384	1 159 553
20	25	8 720 229	10 991 842	12 548 031
25	30	16 941 545	17 553 578	17 601 763
30	35	11 432 718	13 345 383	11 401 734
35	40	5 122 149	2 995 663	3 087 882
40	50	4 396 527	1 550 861	1 686 423
50	60	141 893	192 170	191 575
60	80	1 628	21 671	23 591

Tab. 79. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace NO_2 , rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-20	-10	1 502 359	3 224 568	-
-10	-8	2 385 583	2 492 772	-
-8	-4	10 262 980	10 377 242	-
-4	-2	4 636 992	3 275 450	546 841
-2	-1	1 594 440	1 401 490	7 336 899
-1	1	15 109 427	14 383 248	39 512 428
1	2	3 666 325	3 575 787	304 384
2	4	5 072 819	4 857 056	-
4	8	3 028 221	3 419 929	-
8	10	337 292	439 798	-
10	15	104 114	253 212	-

Tab. 80. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
0	20	13 917 632	17 385 302	23 206 786
20	30	17 058 791	16 057 504	12 517 369
30	40	9 778 514	7 277 710	5 601 676
40	60	5 354 651	5 070 565	4 593 456
60	80	1 308 010	1 505 589	1 393 395
80	180	282 954	403 882	387 870

Tab. 81. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-50	-25	-	172 882	-
-25	-15	74 286	3 681 179	1 948
-15	-10	1 436 092	8 599 116	471 297
-10	-5	12 014 086	7 375 144	10 446 714
-5	-2,5	5 689 491	1 730 756	10 355 512
-2,5	2,5	19 398 971	17 624 533	26 082 271
2,5	5	4 123 727	3 671 384	326 308
5	10	3 048 555	2 814 965	16 502
10	15	1 196 099	1 114 703	-
15	20	456 129	506 554	-
20	50	263 116	409 336	-

Tab. 82. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
14	20	2 264 576	2 266 554	2 455 186
20	25	16 631 565	18 572 985	21 381 908
25	30	21 921 818	21 217 036	19 076 153
30	35	6 017 021	4 924 902	4 085 610
35	40	816 691	600 569	576 466
40	45	47 195	96 273	102 941
45	65	1 686	22 233	22 288

Tab. 83. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM₁₀, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-10	-5	-	299 424	-
-5	-3	219 551	5 300 731	1 425
-3	-2	3 046 249	8 108 679	532 660
-2	-1	11 737 781	6 416 288	11 085 164
-1	-0,5	4 514 370	1 538 801	10 185 422
-0,5	0,5	18 659 584	17 300 541	25 548 423
0,5	1	4 107 822	3 593 557	328 128
1	2	3 216 530	2 897 503	19 330
2	3	1 296 369	1 155 785	-
3	5	793 588	880 213	-
5	15	108 708	209 030	-

Tab. 84. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
10	12	9 253	8 641	8 469
12	14	10 231 691	10 256 764	12 356 306
14	16	27 832 075	30 669 477	29 620 240
16	18	8 977 159	6 198 006	5 135 766
18	20	627 883	512 306	521 837
20	30	22 491	55 358	57 934

Tab. 85. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace PM_{2,5}, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-4,0	-2,0	-	146 409	-
-2,0	-1,5	96 482	1 350 118	-
-1,5	-1,0	1 508 768	5 062 665	-
-1,0	-0,5	9 277 415	11 117 555	1 265 231
-0,5	0,5	33 706 225	26 598 704	46 435 321
0,5	1,0	2 089 141	2 166 395	-
1,0	1,5	779 151	830 458	-
1,5	2,0	196 905	324 422	-
2,0	5,0	46 465	103 826	-

Tab. 86. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 0	Varianta 1	Varianta 2
2	3	104 556	106 971	111 071
3	4	6 808 327	6 835 290	6 845 117
4	5	10 861 308	10 830 227	10 812 220
5	6	10 270 909	10 276 619	10 291 093
6	7	10 784 106	11 019 541	11 143 140
7	9	8 871 346	8 631 904	8 497 911

Tab. 87. Plocha fasád v pásmech koncentrací – roční koncentrace SO₂, rozdílové hodnoty

Pásmo koncentrací (µg.m ⁻³)		Plocha fasád (m ²)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,15	-0,10	-	120 380	-
-0,10	-0,075	-	1 204 869	-
-0,075	-0,05	1 020 849	3 109 023	-
-0,05	-0,02	7 908 529	10 841 359	4 003 729

Pásma koncentrací ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Plocha fasád (m^2)		
		Varianta 1-0	Varianta 2-0	Varianta 2-1
-0,02	0,02	37 080 852	29 393 523	43 041 795
0,02	0,05	1 545 271	2 265 360	655 028
0,05	0,075	145 051	542 118	-
0,075	0,10	-	190 080	-
0,10	0,20	-	33 840	-

Z Á V Ě R

Předložená studie byla vypracována jako součást výzkumného projektu, zaměřeného na stanovení tzv. externích nákladů, vznikajících v důsledku automobilového provozu. Jedním z mechanismů, které vedou k vzniku těchto nákladů, je vliv znečištění ovzduší na zdraví obyvatel a poškození fasád či střech budov. Cílem studie je modelově vyjádřit změny v kvalitě ovzduší, ke kterým dojde v případě zavedení určitého dopravního opatření v soustředěné městské zástavbě a připravit tak podklady pro navazující vyčíslení těchto externích nákladů.

Posuzovaným opatřením je vymezení tzv. „nízkoemisní zóny“ (tj. oblasti se zákazem vjezdu vozidel, nesplňujících stanovené emisní limity) v centrální části Prahy. Posuzovány byly dvě varianty, v první byl omezen vjezd vozidlům nesplňující normu EURO 3, ve druhé variantě poté nesplňující normu EURO 4.

Modelování bylo provedeno pro celkem 8 znečišťujících látek, tj. pro prachové částice, suspendované částice PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý, benzen, benzo(a)pyren a formaldehyd.

Pro prachové částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, oxid dusičitý, oxid siřičitý a benzen bylo k dispozici imisní pozadí, které bylo převzato z modelového hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy z prosince 2010. Pro ostatní hodnocené látky (prachové částice PM, benzo(a)pyren a formaldehyd) nebylo imisní pozadí k dispozici a ve výpočtech jsou tak zohledněny pouze příspěvky z liniových zdrojů v posuzované lokalitě. Hodnoceny jsou průměrné roční koncentrace všech uvedených látek a maximální denní koncentrace prachových částic frakce PM₁₀ a PM_{2,5} a maximální denní koncentrace oxidu dusičitého a oxidu siřičitého.

Pro každou hodnocenou látku je zobrazena imisní situace ve výchozím stavu (bez realizace opatření), imisní situace po realizaci navrhovaných opatření a rozdílové mapy. Z výsledků modelových výpočtů vyplývá, že v oblastech v širším centru města uvnitř zóny dojde vlivem opatření ke snížení imisní zátěže, zatímco v okolí hraniční objízdne trasy se imisní zatížení zvýší v důsledku nárůstu intenzit dopravy. Očekávané změny jsou shrnuty v následujícím přehledu.

- u průměrných ročních koncentrací suspendovaných prachových částic frakce PM₁₀ ve variantě 1 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat nejvýraznější snížení koncentrací (o více než 3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Podél objízdne trasy byl zaznamenán naopak nárůst imisní zátěže, který na převážné části překračuje 3, lokálně až 5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru

uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 v centrální části převážně o 1 až 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než 3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nezměnil, nárůst nepřekročí 1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

- u maximálních denních koncentrací částic frakce PM_{10} ve variantě 1 (realizaci nízkoemisní zóny EURO 3) lze očekávat v oblasti uvažované zóny zlepšení imisní situace až o 30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Naopak podél objízdné trasy bylo vypočteno navýšení místy o 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a více, lokálně přes 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 (zavedení nízkoemisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ vyšší, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u průměrných ročních koncentrací oxidu dusičitého dojde vlivem realizace nízkoemisní zóny ve variantě 1 (zóna EURO 3) v širším centru města k celoplošnému poklesu koncentrací NO_2 s nejvýraznějším snížením přes 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací byl naopak vypočten podél objízdné trasy, kde bude dosahovat více než 4, lokálně až přes 10 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Při realizaci nízkoemisní zóny EURO 4 je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 1 až 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ výraznější, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst pouze lokálně překročí 1 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u maximálních denních koncentrací oxidu dusičitého ve variantě 1 lze očekávat v oblasti uvažované zóny zlepšení na rozsáhlé ploše o více než 25 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ s nejvyšším poklesem přes 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Navýšení podél hraniční objízdné trasy bylo vypočteno ve výši nad 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně přes 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 je možné očekávat významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ výraznější, ojediněle o více než 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny, kterou tvoří objízdná trasa, se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u průměrných ročních koncentrací oxidu siřičitého dojde vlivem realizace nízkoemisní zóny ve variantě 1 (zóna EURO 3) v širším centru města k mírnému poklesu koncentrací, neboť emise z automobilové dopravy mají na celkové imisní zatížení pouze minimální vliv. Nejvýraznější snížení mírně převyšuje 0,05 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Stejně tak nárůst podél objízdné trasy pouze lokálně převyšuje 0,05 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 v centrální části nejvýše o cca 0,02 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ výraznější. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst jen lokálně překročí 0,02 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- ve variantě 1 lze očekávat u maximálních denních koncentrací SO_2 v oblasti uvažované zóny pouze minimální pokles imisní zátěže obdobně jako u průměrných ročních koncentrací, nejvyšší pokles nepřekročí 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Stejně tak nárůst podél uvažované objízdné trasy překročí pouze lokálně 0,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 dojde pouze k minimální

změně v prostoru uvažované zóny, která bude oproti variantě 1 dosahovat nejvýše do $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny nepřekročí $0,6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

- ve variantě 1 bylo u průměrných ročních koncentrací suspendovaných prachových částic frakce $\text{PM}_{2,5}$ zaznamenáno v oblasti zóny zlepšení imisní zátěže až do $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst podél uvažované objízdne trasy poté dosahuje $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně převyšuje $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 4) je možné očekávat významnější pokles v prostoru uvažované zóny, lokálně bude převyšovat $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny poté nepřekročí $0,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u maximálních denních koncentrací $\text{PM}_{2,5}$ lze očekávat ve variantě 1 v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisní zátěže, nejvíce přes $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél objízdne trasy poté nárůst převyšuje převážně $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně však až $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 byl zaznamenán významnější pokles v prostoru uvažované zóny, který bude oproti variantě 1 převážně o 2 až $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ výraznější. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- při realizaci nízkoe emisní zóny EURO 3 lze očekávat u průměrných ročních koncentrací benzenu v oblasti uvažované zóny celoplošné zlepšení imisní situace, nejvýznamněji o více než $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél uvažované objízdne trasy lze poté zaznamenat navýšení přes $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně přes $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Při zavedení nízkoe emisní zóny EURO 4 dojde v prostoru uvažované zóny oproti variantě 1 k dalšímu poklesu imisní zátěže, nejvyšší snížení však pouze mírně přesahuje $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Stejně tak nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u průměrných ročních koncentrací prachových částic PM lze zaznamenat ve variantě 1 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 3) v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy, které lokálně přesáhne až $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél objízdne trasy lze očekávat navýšení přes $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně přes $20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 4) byly vypočteny významnější poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 převážně o 5 až $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ výraznější, ojediněle byl zaznamenán pokles o více než $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.
- ve variantě 1 (zavedení nízkoe emisní zóny EURO 3) lze u průměrných ročních koncentrací benzo(a)pyrenu očekávat v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy, lokálně o více než $0,05 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél objízdne trasy lze očekávat navýšení nad $0,01 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně přes $0,05 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Při realizaci nízkoe emisní zóny EURO 4 je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 výraznější, a to do $0,05 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací podél objízdne trasy uvažované zóny se oproti variantě 1 významně nemění, nárůst nepřekročí $0,05 \text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$.
- u průměrných ročních koncentrací formaldehydu lze očekávat ve variantě 1 v oblasti uvažované zóny celoplošné snížení imisních příspěvků z dopravy, a to až přes $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Podél hranice zóny lze zaznamenat nárůst přes $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, lokálně přes $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Ve variantě 2 je možné očekávat poklesy v prostoru uvažované zóny, které budou oproti variantě 1 mírně výraznější, v centrální části ojediněle nad $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Nárůst koncentrací na hranici uvažované zóny poté nepřekročí $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Na základě uvedených výsledků byla provedena analýza rozložení obyvatelstva a budov v daném území vzhledem k jednotlivým pásmům imisních koncentrací pro všechny tři hodnocené varianty a všechny imisní charakteristiky. Tyto údaje jsou prezentovány v tabulkách v textové části studie a byly současně předány zadavateli ve formě databází určených jako podklad pro další analýzu dopadů změn v kvalitě ovzduší na obyvatelstvo a budovy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MŽP ČR: Emisní faktory motorových vozidel. <http://www.mzp.cz>
- [2] ATEM: MEFA 06 - program pro výpočet emisních faktorů pro motorová vozidla. <http://www.atem.cz/mefa.html>
- [3] Píša V. a kol: Návrh metodiky pro hodnocení primární a sekundární prašnosti ze silniční dopravy a opatření pro omezování imisní zátěže PM10 a PM2,5 z automobilové dopravy, Praha, 2010
- [4] Píša V. a kol.: Aktualizace modelového hodnocení kvality ovzduší na území hl. m. Prahy (Aktualizace 2010), MHMP, Praha, 2010
- [5] ATEM: Imisní model ATEM. <http://www.atem.cz/atem.html>
- [6] Böhm, S., Brechler, J., Píša, V., Pretel, J., (1995): Air Quality in the Capital of Prague (Czech Republic), Proceedings of the 21th CCMS/NATO Technical Meeting On Air Pollution Modelling and its Application, Nov.6-10,1995, AMS, Baltimore, MD, USA
- [7] Bednář, J., Brechler, J., Bubník, J., Keder, J., Macoun, J., Píša V.: Kompendium ochrany kvality ovzduší. Část 6: Modelování přenosu a rozptylu znečišťujících příměsí v atmosféře. Gaussovské rozptylové modely. Ochrana ovzduší 1/2006
- [8] Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [9] Šebor G. a kol.: projekt VaV č. 1F54E/121/520 „Souhrnná metodika pro hodnocení emisí znečišťujících látek ze silniční dopravy“, Praha, 2010
- [10] TSK: Intenzity dopravy na sledované síti TSK v roce 2009. <http://www.tsk-praha.cz>
- [11] Keller M., Wuethrich P., Ickert L., Najjar Ch., Stutzer B. a kol.: Handbook emission factors for road transport. v 3.1. INFRAS AG, Bern, 2010
- [12] ATEM: Vyhodnocení dynamické skladby vozového parku na území hlavního města Prahy v roce 2009, Praha 2009

SEZNAM VÝKRESŮ

1	referenční body
2	průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – varianta 0 průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – varianta 1 průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – varianta 2
3	průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var2 – var1)
4	maximální denní koncentrace PM ₁₀ – varianta 0 maximální denní koncentrace PM ₁₀ – varianta 1 maximální denní koncentrace PM ₁₀ – varianta 2
5	maximální denní koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var1 – var0) maximální denní koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var2 – var0) maximální denní koncentrace PM ₁₀ – rozdílová mapa (var2 – var1)
6	průměrné roční koncentrace NO ₂ – varianta 0 průměrné roční koncentrace NO ₂ – varianta 1 průměrné roční koncentrace NO ₂ – varianta 2
7	průměrné roční koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var1)
8	maximální denní koncentrace NO ₂ – varianta 0 maximální denní koncentrace NO ₂ – varianta 1 maximální denní koncentrace NO ₂ – varianta 2
9	maximální denní koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var1 – var0) maximální denní koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var0) maximální denní koncentrace NO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var1)
10	průměrné roční koncentrace SO ₂ – varianta 0 průměrné roční koncentrace SO ₂ – varianta 1 průměrné roční koncentrace SO ₂ – varianta 2
11	průměrné roční koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var1)
12	maximální denní koncentrace SO ₂ – varianta 0 maximální denní koncentrace SO ₂ – varianta 1 maximální denní koncentrace SO ₂ – varianta 2
13	maximální denní koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var1 – var0) maximální denní koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var0) maximální denní koncentrace SO ₂ – rozdílová mapa (var2 – var1)
14	průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – varianta 0 průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – varianta 1 průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – varianta 2
15	průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var2 – var1)
16	maximální denní koncentrace PM _{2,5} – varianta 0 maximální denní koncentrace PM _{2,5} – varianta 1 maximální denní koncentrace PM _{2,5} – varianta 2
17	maximální denní koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var1 – var0)

	maximální denní koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var2 – var0) maximální denní koncentrace PM _{2,5} – rozdílová mapa (var2 – var1)
18	průměrné roční koncentrace BZN – varianta 0 průměrné roční koncentrace BZN – varianta 1 průměrné roční koncentrace BZN – varianta 2
19	průměrné roční koncentrace BZN – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace BZN – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace BZN – rozdílová mapa (var2 – var1)
20	průměrné roční koncentrace PM – varianta 0 průměrné roční koncentrace PM – varianta 1 průměrné roční koncentrace PM – varianta 2
21	průměrné roční koncentrace PM – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace PM – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace PM – rozdílová mapa (var2 – var1)
22	průměrné roční koncentrace B(A)P – varianta 0 průměrné roční koncentrace B(A)P – varianta 1 průměrné roční koncentrace B(A)P – varianta 2
23	průměrné roční koncentrace B(A)P – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace B(A)P – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace B(A)P – rozdílová mapa (var2 – var1)
24	průměrné roční koncentrace FRM – varianta 0 průměrné roční koncentrace FRM – varianta 1 průměrné roční koncentrace FRM – varianta 2
25	průměrné roční koncentrace FRM – rozdílová mapa (var1 – var0) průměrné roční koncentrace FRM – rozdílová mapa (var2 – var0) průměrné roční koncentrace FRM – rozdílová mapa (var2 – var1)

Příloha 3

**Dotazník na ocenění hodnoty cestovního času, spolehlivosti
cestovního času a času stráveného v kongesci**



Dovolte nám, přivítat Vás ve výzkumu dopravy, který spolu se společností SC&C provádí Univerzita Karlova v Praze. Předmětem tohoto výzkumu jsou zkušenosti cestujících na trase Praha – Brno a Brno – Praha. Ubezpečujeme Vás, že se všemi údaji, které nám prostřednictvím tohoto dotazníku sdělíte, bude nakládáno důvěrně a že nebudou spojeny s Vaším jménem. Předpokládáme, že Vám vyplnění dotazníku zabere asi 30 minut. Předem děkujeme za spolupráci a doufáme, že pro Vás bude téma našeho výzkumu zajímavé.

[Další](#)[Stop](#)

t4 - Mozilla Firefox

Soubor Úpravy Zobrazení Historie Záložky Nástroje Nápověda

http://85.207.19.66/mrWeb/mrWeb.dll

Google

t4

Dovolte nám dotázat se Vás na podrobnosti Vaší poslední cesty mezi Prahou a Brnem / Brnem a Prahou.

Předchozí

Další

Stop

Prosím upřesněte směr a trvání své poslední cesty mezi Prahou a Brnem / Brnem a Prahou.

- Z Prahy do Brna a zpět (v jednom dni)
- Z Prahy do Brna a zpět (s maximálně 2 přenocováními)
- Z Brna do Prahy a zpět (v jednom dni)
- Z Brna do Prahy a zpět (s maximálně 2 přenocováními)
- Jednosměrná cesta do Brna (tj. v Praze jste strávil/a více než 2 noci nebo se do Prahy budete teprve vracet)
- Jednosměrná cesta do Prahy (tj. v Brně jste strávil/a více než 2 noci nebo se do Brna budete teprve vracet)

Předchozí

Další

Stop

**Při vyplňování dotazníku nás bude zajímat pouze cesta jedním směrem.
Dále se Vás budeme ptát pouze na cestu do Brna - tedy pouze na cestu zpět.**

Předchozí

Další

Stop

Který den v týdnu jste cestu do Brna uskutečnil/a?

- Pondělí
- Úterý
- Středa
- Čtvrtek
- Pátek
- Sobota
- Neděle nebo státní svátek

Předchozí

Další

Stop

**Jaká byla výchozí adresa Vaší cesty (byt, kancelář, hotel aj.)?
Vyberte oblast, v níž se nachází výchozí místo Vámi popisované cesty.**

Praha okolí Prahy

Upřesněte adresu zadáním počátečního písmene nebo čísla městské části / obce, kde začínala Vámi popisovaná cesta:

A,B C,Č D H,CH I,J K L M N O P R,Ř S,Š T,U,Ú V Z,Ž 1-22

Zastavil/a jste po cestě, abyste vyřídil/a další záležitosti, které nebyly hlavním účelem Vaší cesty (např. nákup při návratu ze služební cesty nebo návštěva přátel při návštěvě příbuzných)?

POZOR: Neuvažujte zastávky na odpočinek nebo občerstvení či jiné zastávky, které byly přímo na trase cesty.

Ano
 Ne

Předchozí

Další

Stop

**Jaká byla cílová adresa Vaší cesty (byt, kancelář, hotel aj.)?
Vyberte oblast, v níž se nachází cílové místo Vaší cesty.**

Brno okolí Brna

Upřesněte adresu zadáním počátečního písmene nebo čísla městské části / obce, kde končila Vámi popisovaná cesta:

A,B C,Č D H,CH I,J K L M N O P R,Ř S,Š T,U,Ú V Z,Ž 1-22

**Jaká byla cílová adresa Vaší cesty (byt, kancelář, hotel aj.)?
Vyberte oblast, v níž se nachází cílové místo Vaší cesty.**

Brno okolí Brna

Upřesněte adresu zadáním počátečního písmene nebo čísla městské části / obce, kde končila Vámi popisovaná cesta:

A,B C,Č D H,CH I,J K L M N O P R,Ř S,Š T,U,Ú V Z,Ž 1-22

Vyberte jméno obce / městské části, kde končila Vámi popisovaná cesta:

- Tuřany
- Útěchov
- Vinohrady
- Žabovřesky
- Žebětín
- Židenice
- Jiné, vypište:
- Nevím, neznám městskou část / obec

Předchozí

Další

Stop

Uskutečnil/a jste bezprostředně před cestou do Brna nebo po ní jinou cestu do jiného cílového místa?

- Ano
- Ne

Předchozí Další

Stop

Jakým dopravním prostředkem jste absolvoval/a nejdelsí část cesty?

- Řídil/a jsem auto
- Jel/a jsem vlakem
- Jel/a jsem autobusem

Předchozí

Další

Stop

Vyberte prosím všechny dopravní prostředky, které jste k cestě z výchozího do cílového místa použil/a. (Nemáme na mysli dopravní prostředky, které jste použil/a na navazující cesty konané ve stejný den.)

PRAHA (vč. okolí)

BRNO (vč. okolí)



Dopravní prostředky využité **PŘED** uskutečněním nejdlejší části cesty: (MOŽNO VÍCE ODPOVĚDÍ)

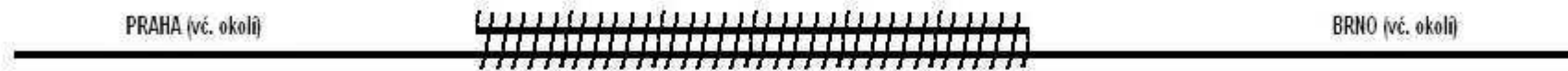
- Metro (MHD)
- Autobus (MHD)
- Tramvaj (MHD)
- Taxi
- Auto
- Příměstský vlak
- Jiný
- Žádný



Dopravní prostředky využité **PO** uskutečnění nejdlejší části cesty: (MOŽNO VÍCE ODPOVĚDÍ)

- Trolejbus (MHD)
- Autobus (MHD)
- Tramvaj (MHD)
- Taxi
- Auto
- Příměstský vlak
- Jiný
- Žádný

Prosím upřesněte na následující časové ose časy odjezdu, příjezdu, odchodu z domova, příp. kanceláře a příchodu domů či jinam.



Odchod z domova / kanceláře v:

Hodin:
Minut:

Čas odjezdu (dopravního prostředku pro hlavní část cesty):

Hodin:
Minut:

Čas příjezdu (dopravního prostředku pro hlavní část cesty):

Hodin:
Minut:

Příchod domů / do kanceláře v:

Hodin:
Minut:

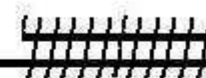
Předchozí

Další

Stop

Prosím upřesněte na následující časové ose, jak dlouho Vám trvaly jednotlivé úseky cesty. Je třeba vyplnit údaje o všech úsecích.

PRAHA (vč. okolí)



**Odchod z domova
/ kanceláře v:**

Hodin:

Minut:

Chůze k
zastávce
hromadné
dopravy

MINUT:

Čekání na
zastávce

MINUT:

Jízda prostř.
hromadné
dopravy
(včetně
případných
přestupů)

MINUT:

Chůze k
nádraží

MINUT:

Plánované
čekání na
nádraží

MINUT:

Čekání na
nádraží v
důsledku
zpožděného
odjezdu

MINUT:

**Čas odjezdu
(dopravního
prostředku
pro hlavní část
cesty):**

Hodin:

Minut:



BRNO (vč. okolí)

**Čas příjezdu
(dopravního
prostředku
pro hlavní část
cesty):**

Hodin:

Minut:

Chůze k
zastávce
hromadné
dopravy

MINUT:

Čekání na
zastávce

MINUT:

Jízda prostř.
hromadné
dopravy
(včetně
případných
přestupů)

MINUT:

Chůze od
zastávky
hromadné
dopravy

MINUT:

**Příchod domů
/ do kanceláře v:**

Hodin:

Minut:

Měl/a jste na cílové místo dorazit v nějaký pevně stanovený čas?

- Ano (pevný čas příjezdu)
- Ne (flexibilní čas příjezdu)

Předchozí Další

Stop

Prosím upřesněte, jak jste na místo dorazil/a oproti plánovanému příjezdu?

- Dříve
- Přesně na čas
- Později
- Nedokážu určit*

Předchozí

Další

Stop

**O kolik minut později jste dorazil/a oproti plánovanému příjezdu?**

- méně než 5 minut
- 6 min - 10 min
- 11 min - 15 min
- 16 min - 20 min
- 21 min - 25 min
- 26 min - 30 min
- 31 min - 45 min
- 46 min - 60 min
- 1 hod 01 min - 1 hod 15 min
- 1 hod 16 min - 1 hod 30 min
- 1 hod 31 min - 1 hod 45 min
- 1 hod 46 min - 2 hod 00 min
- 2 hod 01 min - 2 hod 30 min
- 2 hod 31 min - 3 hod 00 min
- 3 hod 01 min - 3 hod 30 min
- 3 hod 31 min - 4 hod 00 min
- více než 4 hodiny

Předchozí

Další

Stop

Přeorganizoval/a jste v důsledku zpoždění své aktivity?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

Utrpěl/a jste v důsledku zpoždění nějakou finanční ztrátu?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

Vyrážel/a jste na cestu do Brna s časovou rezervou?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

Byla tato rezerva vynucena jízdním řádem nebo jste pouze chtěl/a mít jistotu, že dorazíte včas?

- Vynucena jízdním řádem
- Abych dorazil/a včas
- Z jiného důvodu

Předchozí Další

Stop

**Jak velká tato časová rezerva byla na začátku cesty?
minut:**

Kolik z této časové rezervy zbylo na konci cesty?

nic, ještě jsem přijel/a později

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

Počítal/a jste při plánování cesty s tím, že se můžete oproti plánovanému příjezdu zpozdit?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

Jak velké zpoždění jste při plánování cesty očekával/a?
minut:

Předchozí Další

Stop

Mohl/a jste cestu případně uskutečnit v jinou denní dobu?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

Plánoval/a jste cestu tak, abyste snížil/a riziko pozdního příjezdu?

- Ano
- Ne

Předchozí

Další

Stop

**V jedné z předcházejících otázek jste uvedl/a, že jste do Brna přijel/a o 21 min - 25 min později.
Co byste býval/a dělal/a v době, kterou jste kvůli zpoždění strávil/a navíc na cestě? Jaké jiné činnosti jste tento čas ubrala?
Rozdělte příslušný počet minut mezi jednotlivé činnosti.**

Pracoval/a - minut:
Věnoval/a se aktivitám volného času (vč. nakupování) - minut:
Věnoval/a se jiným aktivitám - minut:

Pokud byste stejnou cestu uskutečnil/a autobusem, kolik minut byste potřeboval/a, abyste se dostala ...

Z výchozího místa k odjezdu autobusu?

Od autobusu do cílového místa?

Předchozí

Další

Stop

**Zajímalo by nás, jakým způsobem jste strávil/a cestovní čas?
(Označte všechny činnosti, které jste během cesty provozoval/a.)**

- Prací včetně pracovních telefonátů.
- Nepracovním hovorem se spolucestujícími, soukromými telefonáty
- Odpočinkem, zábavou
- Studiem
- Jinak

Předchozí

Další

Stop

Odhadněte prosím, kolik minut z cestovního času jste věnoval/a práci?

Nyní se Vás budeme ptát na finanční náklady, které byly s touto cestou spojené.

Předchozí Další

Stop

Jakým způsobem jste uhradil/a cestu?

- Jednosměrnou jízdenkou
- Zpáteční jízdenkou
- S pomocí kilometrické banky
- Jízdenkou eLiška
- Skupinovou jízdenkou
- Sporo Tikelem
- Jinak

Předchozí Další

Stop

**Jaký typ slevy na vlak máte pro cestu mezi Prahou a Brnem / Brnem a Prahou k dispozici?**

- In-kartu/Rail plus
- In-gold
- In-senior
- In-junior
- Zvláštní jízdné pro držitele průkazu ZTP, ZTP/P
- Síťovou jízdenku ČD Net
- Zaměstnanecké (a rodinných příslušníků)
- Jinou
- Žádnou

Předchozí

Další

Stop

Kolik stála jednosměrná jízdenka (včetně případné místenky)?
Kč:

Předchozí Další

Stop



Jaký typ slevy na jízdné máte pro cestu mezi Prahou a Brnem / Brnem a Prahou k dispozici?

2) Pro přepravu AUTOBUSEM:

- Kreditovou jízdenku (např. STUDENT AGENCY)
- Studentský průkaz (ISIC apod.)
- Zvláštní jízdné pro držitele průkazu ZTP, ZTP/P
- Jinou
- Žádnou

Předchozí

Další

Stop

Kdo hradil Vaše náklady na tuto cestu?

- Já sám/a
- Já sám/a spolu s jiným členem domácnosti (osoba, se kterou žiji)
- Jiný člen domácnosti (osoba, se kterou žiji)
- Zaměstnavatel
- Zčásti zaměstnavatel
- Vlastní firma (jako náklady osoby samostatně výdělečně činné)
- Někdo jiný
- Nikdo

Předchozí

Další

Stop

Jaký byl účel Vaší cesty do Brna?

- Cesta do práce (dojíždění)
- Cesta za studiem
- Služební / pracovní cesta
- Cesta v mém volném čase (soukromá)
- Zčásti cesta pracovní a zčásti soukromá
- Cesta s jiným účelem
- Návrat z cesty do práce (dojíždění)
- Návrat z cesty za studiem
- Návrat ze služební / pracovní cesty
- Návrat z cesty v mém volném čase (soukromé)
- Návrat z cesty zčásti pracovní a zčásti soukromé
- Návrat z cesty s jiným účelem

Předchozí

Další

Stop

Cestoval/a jste sám/a nebo s nějakou jinou (blízkou) osobou?

- Sám/a
- S další osobou / dalšími osobami

Předchozí Další

Stop

S kolika dalšími (blízkými) osobami jste cestoval/a?

Kolik z těchto osob je mladších 18 let?

**Kolikrát jste v roce 2010 cestoval/a mezi Brnem a Prahou či naopak?
Počítejte každou cestu jedním směrem. Zpáteční cestu počítejte jako 2 samostatné cesty.
Nezapomeňte započítat cestu, o níž jste právě hovořil/a.**

Z toho:

Kolikrát z toho jste cestoval/a autem (jako řidič)?

Kolikrát z toho jste cestoval/a autem (jako spolujezdec)?

Kolikrát z toho jste cestoval/a vlakem?

Kolikrát z toho jste cestoval/a autobusem?

Předchozí

Další

Stop



V následující části dotazníku nás bude zajímat, jakým způsobem byste na trase Praha - Brno cestoval/a v případě, že by se změnily dopravní možnosti nebo byla zavedena různá dopravní opatření. Co se týče nákladů, mohla by se například změnit cena pohonných hmot nebo výše úhrady za použití dálnice. To by mohlo změnit náklady na použití automobilu, ale také např. autobusu. Jiná opatření by mohla zase ovlivnit plynulost provozu a tedy i cestovní rychlost a to jak na silnici, tak na železniční trati.

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

Shrňme charakteristiky Vaší poslední cesty do Brna:

Zkontrolujte prosím, že uvedené časové údaje a náklady odpovídají průběhu Vaší poslední cesty do Brna. V případě potřeby zde uvedené údaje upravte, aby odpovídaly skutečnosti.

Účel cesty:

Služební / pracovní cesta ▾

Použitý dopravní prostředek:

Jel/a jsem vlakem ▾

Trvání cesty (hlavním dopravním prostředkem):

hodin minut
2 30

Zpoždění / dřívější příjezd:

o 21 min - 25 min později ▾

Počet minut zpoždění:

23

Náklady na jednu cestu v Kč:

170

Počet spolucestujících:

1 ▾

Předchozí

Další

Stop

Str_vybexp - Mozilla Firefox

Soubor Úpravy Zobrazení Historie Záložky Nástroje Nápověda

http://85.207.19.66/mrIWeb/mrIWeb.dll

Str_vybexp

Nyní si představte, že byste chtěl/a uskutečnit cestu mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady, jako tu, na níž jsme se ptali v předchozí části. Jednalo by se také o "Služební / pracovní cesta", ve stejnou dobu a s 1 spolucestujícími.

Navíc si představte, že Vy budete platit náklady na cestu a je proto možné, že se je budete snažit snížit. Zároveň to budete Vy, kdo bude mít užitek z toho, když se zkrátí trvání cesty.

Celkem bude následovat 17 voleb, v nichž se budete opakovaně rozhodovat mezi možnými způsoby cestování. V každé volbě se prosím rozhodujte znovu, bez ohledu na svou předchozí odpověď.

Předchozí

Další

Stop

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.1	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	114 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 04 min 2 hod 22 min 2 hod 30 min 3 hod 00 min 3 hod 30 min	2 hod 49 min 3 hod 00 min 3 hod 00 min 3 hod 00 min 3 hod 14 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input checked="" type="radio"/> Cestu A <input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.2	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	1 hod 56 min 2 hod 13 min 2 hod 20 min 2 hod 48 min 3 hod 16 min	1 hod 48 min 2 hod 08 min 2 hod 30 min 3 hod 20 min 4 hod 18 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.3	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	204 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 22 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 38 min	1 hod 52 min 2 hod 08 min 2 hod 15 min 2 hod 42 min 3 hod 09 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.4	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	204 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	1 hod 36 min 1 hod 53 min 2 hod 15 min 3 hod 06 min 3 hod 56 min	2 hod 04 min 2 hod 22 min 2 hod 30 min 3 hod 00 min 3 hod 30 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.5	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	170 Kč na osobu	184 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 14 min 2 hod 33 min 2 hod 41 min 3 hod 13 min 3 hod 45 min	2 hod 21 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 42 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/>	<input type="button" value="Další"/>

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.6	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 08 min 2 hod 31 min 3 hod 00 min 4 hod 08 min 5 hod 15 min	2 hod 04 min 2 hod 22 min 2 hod 30 min 3 hod 00 min 3 hod 30 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A? <input type="radio"/> Cestu A <input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.7	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	170 Kč na osobu	153 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	1 hod 56 min 2 hod 13 min 2 hod 20 min 2 hod 48 min 3 hod 16 min	1 hod 46 min 2 hod 06 min 2 hod 30 min 3 hod 27 min 4 hod 22 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.8	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	114 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 29 min 2 hod 51 min 3 hod 00 min 3 hod 36 min 4 hod 12 min	1 hod 48 min 2 hod 08 min 2 hod 30 min 3 hod 20 min 4 hod 18 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.9	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	184 Kč na osobu	170 Kč na osobu
MOŽNÉ TRVÁNÍ CESTY:	1 hod 52 min 2 hod 08 min 2 hod 15 min 2 hod 42 min 3 hod 09 min	2 hod 21 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 30 min 2 hod 42 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Nyní bude následovat dalších 8 voleb, avšak s jiným způsobem vyjádření charakteristik cesty. Jednotlivé možnosti se kromě finančních nákladů liší také celkovým trváním cesty a zpožděním spoje.

[Předchozí](#)[Další](#)

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.1	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	170 Kč na osobu	114 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 20 min	2 hod 30 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	11 min	19 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?		
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.2	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	184 Kč na osobu	170 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30 min	3 hod 00 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	11 min	22 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?		
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.3	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	170 Kč na osobu	114 Kč na osobu
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30 min	2 hod 41 min
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	19 min	12 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A <input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.		
SITUACE č.4	CESTA A	CESTA B
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30min	2 hod 15min
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	11 min	17 min
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?	
	<input type="radio"/> Cestu A <input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>	

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.5	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	170 Kč na osobu	204 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30 min	2 hod 20 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	11 min	0 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A? <input type="radio"/> Cestu A <input type="radio"/> Cestu B		
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.6	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	3 hod 00 min	2 hod 30 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	0 min	11 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?		
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.7	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30 min	3 hod 00 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	20 min	14 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?		
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

Služební / pracovní cesta mezi místy Praha - Žižkov a Brno - Vinohrady s 1 spolucestujícími.			
SITUACE č.8	CESTA A	CESTA B	
FINANČNÍ NÁKLADY:	153 Kč na osobu	170 Kč na osobu	
CELKOVÉ TRVÁNÍ CESTY:	2 hod 30 min	3 hod 00 min	
PRŮMĚRNÉ ZPOŽDĚNÍ:	11 min	0 min	
	Pokud by toto byly dostupné možnosti, jak uskutečnit cestu mezi Prahou a Brnem, KTEROU MOŽNOST BYSTE ZVOLIL/A?		
	<input type="radio"/> Cestu A	<input type="radio"/> Cestu B	
	<input type="button" value="Předchozí"/> <input type="button" value="Další"/>		

t10 - Mozilla Firefox

Soubor Úpravy Zobrazení Historie Záložky Nástroje Nápověda

http://85.207.19.66/mrWeb/mrWeb.dll

Google

t10

Nyní se Vás dotážeme na okolnosti, které nám mohou pomoci porozumět Vaším předchozím odpovědím.

Předchozí

Další

Stop

Kolik je ve Vaší domácnosti provozuschopných automobilů?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Jak byste popsal/a auto, které jste použil/a na svou poslední cestu nebo byste mohl/a použít? Vyberte prosím z nabízených tříd automobilů.

Malé nebo mini

- (např. Škoda Fabia, Fiat Panda/Punto, Renault Twingo/Clio, Peugeot 106/107/206/207, Daewoo Matiz/Chevrolet Spark)

Nižší střední

- (např. Renault Megane, Volkswagen Golf, Ford Focus, Opel Astra, Peugeot 306/307, Toyota Corolla)

Střední

- (např. Škoda Octavia, Volkswagen Passat, Ford Mondeo, Renault Laguna, Mazda 6, Opel Insignia/Vectra)

Vyšší střední nebo luxusní

- (např. Škoda Superb, Audi A6/A8, BMW 5)

Terénní

- (např. Škoda Yeti, Hyundai SantaFe, Nissan Qashqai, Honda CR-V)

MPV

- (např. Škoda Roomster, Renault Scenic/Espace, Citroen Xsara/C4 Picasso, Ford C-MAX)

Předchozí

Další

Stop

Na jaké palivo toto auto jezdí?

- Benzín
- Nafta
- LPG
- Jiné

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

X17 - Mozilla Firefox

Soubor Úpravy Zobrazení Historie Záložky Nástroje Nápověda

http://85.207.19.66/mrIWeb/mrIWeb.dll

Google

X17

Vlastníte v Praze či Brně časové předplatné (měsíční, čtvrtletní či roční) na městskou hromadnou dopravu? Prosím upřesněte:

- Nevlastním žádné časové předplatné
- Vlastním časové předplatné v Praze
- Vlastním časové předplatné v Brně
- Vlastním časové předplatné v Praze i v Brně

Předchozí

Další

Stop

Kolik osob žije ve Vaší domácnosti, včetně Vás?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Předchozí

Další

Stop



Uvedte prosím postupně pro jednotlivé členy Vaší domácnosti, kolik jim je let a zda mají řidičský průkaz, či nikoliv.

	Věk	Řidičský průkaz	
		Ano	Ne
Vy	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osoba 1	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osoba 2	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
osoba 3	<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)



Prosím popište s pomocí následujících možností typ Vaší domácnosti.

- Samostatně žijící dospělý
- Dospělí v nepříbuzenském ani intimním vztahu
- Pár s dětmi
- Pár bez dětí (ještě nemáte děti nebo se již odstěhovaly ze společné domácnosti)
- Domácnost samoživitele/samoživitelky
- Pár ve vícegenerační domácnosti
- Samostatný dospělý ve vícegenerační domácnosti
- Jiný

Předchozí

Další

Stop

Jaké je Vaše nejvyšší dokončené vzdělání?

- Základní škola
- Střední škola bez maturity
- Střední škola s maturitou
- Vysoká škola

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

Jaké je Vaše současné ekonomické postavení?

- Zaměstnanec na plný úvazek
- Zaměstnanec na částečný úvazek
- Soukromník, podnikatel
- Svobodné povolání
- Spolupracující člen rodiny
- Pracující student / pracující důchodce
- Pracující na mateřské / rodičovské dovolené
- Na mateřské / rodičovské dovolené
- Nezaměstnaná/ý
- Důchodce invalidní
- Důchodce
- Student, učeň
- Trvale v domácnosti
- Jiné

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)



Máte ve svém (hlavním) zaměstnání nějaké podřízené a kolik?

- Nemám žádné podřízené
- Mám 1 - 2 podřízené
- Mám 3 - 5 podřízených
- Mám 6 - 10 podřízených
- Mám 11 - 20 podřízených
- Mám 21 a více podřízených

Předchozí

Další

Stop

Dovolte nám zeptat se na Vaši pracovní dobu. Vyberte prosím z následující nabídky variantu, která nejlépe vystihuje povahu Vaší pracovní doby.

- Mám možnost zvolit si celkový objem času, který věnuji práci.
- Nemám možnost zvolit si celkový objem pracovního času, ale mám volnou/klouzavou pracovní dobu.
- Nemám možnost zvolit si celkový objem pracovního času, ani kdy budu práci vykonávat.

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

Máte možnost využívat služební / firemní automobil? Prosím upřesněte.

- Mám ho vždy k dispozici.
- Mám ho někdy k dispozici.
- Nemám ho nikdy k dispozici.

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)

Rádi bychom věděli, jaký je Váš osobní celkový čistý měsíční příjem.
Připomínáme, že veškeré údaje, které nám sdělíte, jsou zcela důvěrné.

- Nemám příjem
- Do 10000 Kč
- 10001 - 12 000 Kč
- 12 001 - 15 000 Kč
- 15 001 - 17 000 Kč
- 17 001 - 20 000 Kč
- 20 001 - 22 000 Kč
- 22 001 - 25 000 Kč
- 25 001 - 30 000 Kč
- 30 001 - 35 000 Kč
- 35 001 - 40 000 Kč
- 40 001 - 45 000 Kč
- 45 001 - 50 000 Kč
- 50 001 - 55 000 Kč
- 55 001 - 60 000 Kč
- 60 001 Kč a více

Předchozí

Další

Stop

Rádi bychom věděli, jaký je v průměru čistý měsíční příjem Vaší domácnosti. Myslíme tím Vás a členy Vaší rodiny, kteří s Vámi žijí a společně hospodaří. Zahrňte prosím všechny mzdy, platy, důchody, dávky, podpory a ostatní příjmy, které získáváte. Připomínáme, že veškeré údaje, které nám sdělíte, jsou zcela důvěrné.

- Do 10000 Kč
- 10001 - 15 000 Kč
- 15 001 - 20 000 Kč
- 20 001 - 25 000 Kč
- 25 001 - 30 000 Kč
- 30 001 - 40 000 Kč
- 40 001 - 50 000 Kč
- 50 001 - 60 000 Kč
- 60 001 - 70 000 Kč
- 70 001 - 80 000 Kč
- 80 001 - 90 000 Kč
- 90 001 - 100 000 Kč
- 100 001 Kč a více

Předchozí

Další

Stop

Kdo ve Vaší domácnosti vydělává nejvíce?

- Já sám/a
- Partner/ka
- Někdo jiný
- Já a partner/ka přibližně stejně
- Já a někdo jiný přibližně stejně
- Nevím

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)



Tímto jste se dostal/a na samý konec dotazníku. Velice Vám děkujeme za spolupráci. Pokud máte k tématu cestování mezi Brnem a Prahou jakýkoliv další komentář, neváhejte uvést ho níže.
V nejbližších dnech Vám zašleme krátké čestné prohlášení, ve kterém Vás požádáme o vyplnění údajů potřebných k tomu, abychom Vám mohli vyplatit odměnu za vyplnění tohoto dotazníku.
Děkujeme Vám za Váš čas a přejeme krásný den.

Komentář:

[Předchozí](#)[Další](#)[Stop](#)