

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 2008

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 2009

Obsah

1.	Formulace obecné metodiky pro kvantifikaci externích nákladů působených v dopravě	3
2.	Hodnocení externích nákladů vyvolaných emisemi z dopravy	13
2.1.	Úvod do problematiky	13
2.2.	Předchozí studie v oblasti oceňování externalit	14
2.3.	Současný výzkum – projekty ExternE (Externalities of Energy).....	15
2.4.	Popis metodiky ExternE.....	17
2.5.	Popis modelů pro odhad externích nákladů	19
2.6.	Dopady na lidské zdraví	21
2.7.	Odhad škod na budovách a materiálech způsobených znečištěním ovzduší	24
2.8.	Možnosti kvantifikace dopadů znečištění ovzduší na lesní ekosystémy a ztrát na zemědělské produkci.....	26
2.9.	Testování metodiky ExternE na příkladě emisí ze silniční dopravy	28
2.10.	Vliv dopravy na lidské zdraví – citlivostní analýza.....	39
2.11.	Představení pilotních lokalit	42
2.12.	Vytvoření rozptylových map hlavních znečišťujících látek.....	45
2.13.	Shrnutí dosažených výsledků a doporučení pro další fáze projektu	50
3.	Skleníkové plyny.....	55
3.1.	Inventarizace emisních toků a emisních faktorů skleníkových plynů.....	55
3.2.	Přehled přístupů a modelů ke kvantifikaci externích nákladů vyvolaných změnou klimatu .	56
4.	Hodnocení externích nákladů hluku	61
4.1.	Modelování hluku.....	61
4.2.	Vytvoření, testování výzkumného nástroje pro zjištění ochoty platit za změnu hladiny hluku.	69
5.	Kongesce a nehody.....	74
5.1.	Přehled přístupů ke kvantifikaci externích nákladů vyvolaných kongescemi	74
5.2.	Přehled přístupů ke kvantifikaci externích nákladů z nehod v silniční dopravě.....	84
6.	Závěr.....	89

1. Formulace obecné metodiky pro kvantifikaci externích nákladů působených v dopravě

Externí náklady¹

Koncept externalit je v ekonomii široce známý a používaný, obecně se přijímá, že externality jsou důsledkem selhání trhu. Podle Verhoefa² k externímu efektu dochází tehdy, jestliže funkce užitku (případně zisku) jednatelova subjektu (příjemce) zahrnuje reálnou proměnnou, jejíž aktuální hodnota závisí na chování jiného subjektu (dodavatel), který tyto efekty svého chování nezohledňuje při svém rozhodování.

Podmínka, že se musí jednat o reálnou proměnnou, přitom znamená, že mezi externality nejsou zahrnuty vztahy běžné ekonomické závislosti, které procházejí trhem, aniž by narušovaly koordinační a alokační funkci trhu (tzv. pekuniární vztahy). Teprve u technologických externích efektů (označovaných někdy jako externality v užším slova smyslu) aktivity určitých subjektů ovlivňují přímo produkční a užitkové funkce jiných subjektů, a trh u nich nezajišťuje úhradu externích efektů poškozovanému. Typickým příkladem negativních technologických externalit jsou škody na životním prostředí jako veřejném statku. Navíc podmínka, že se jedná o efekty, které dodavatel nezahrnuje do svého rozhodování, znamená, že za externality nejsou považovány ani vztahy typu směnného obchodu, úmyslného trestného činu, altruistické nebo dobročinné jednání.

V případě existence externalit tržní ceny neodrážejí celkové společenské náklady nebo přínosy. Tradiční teoretické řešení problému externalit spočívá v přinucení jednotlivých aktérů trhu k internalizaci celkových nákladů jejich aktivit a bývá spojováno především s dílem britského ekonomů A. C. Pigoua³, který navrhl, aby stát uvalil daň na emise a to v takové výši, která by se rovnala škodám působeným na efektivní úrovni znečištění. Logika tohoto přístupu je založena na tom, že spotřeba určitého statku vyvolává dodatečné společenské náklady (mezní společenské náklady), které spotřebitel, maximalizující vlastní užitek, nebere v úvahu, proto musí být tyto náklady zahrnuty do ceny spotřebovávaného statku. Cenový signál pak zpětně ovlivňuje chování spotřebitele.

Cíl kvantifikace externích nákladů

Primárním cílem kvantifikace externích nákladů je umožnění jejich internalizace, tj. jejich zahrnutí do ceny užití dopravní infrastruktury. V ekonomické teorii je pro tento účel jako optimální přístup navrhován přístup mezních společenských nákladů (marginal social costs). Pro odvození mezních externích nákladů (na rozdíl od průměrných) je nezbytné použít přístup zdola nahoru, neboť jedině tento způsob umožňuje odhadnutí externích nákladů vyvolaných dodatečným (tedy mezním) vozidlem.

Prakticky shodný cíl kvantifikace externích nákladů sdílí i evropský projekt IMPACT, jehož výstupem je Handbook on estimation of external cost in the transport sector – podkladová studie pro potřeby Komise při přípravě návrhu obecné metodiky internalizace externích nákladů v dopravě.

¹ Viz podrobněji periodická zpráva projektu za rok 2007, dostupná na www.czp.cuni.cz/tranext

² Viz Verhoef E.T.: Externalities, in: van der Berg, J.C.J.M. (ed.) Handbook of Environmental and Resource Economics. Cheltenham: Edward Elgar, 2002, str. 197-214.

³ Srov. Pigou A.C. The Economics of Welfare, London: Macmillan, 1932.

Návrh na doplnění směrnice 1999/62/ES o výběru poplatků za užívání určitých pozemních komunikací těžkými nákladními vozidly o ustanovení umožňující zpoplatnění externích nákladů [KOM(2008) 436 v konečném znění]

Návrh směrnice byl předložen jako součást balíčku opatření k ozelenění dopravy v červenci 2008. Předpokládaný rámec zpoplatnění externích nákladů zahrnuje znečištění ovzduší, hluk a/nebo kongesce formou poplatku za externalitu.

Podmínky uplatnění poplatku za externalitu a jeho maximální hodnoty stanoví směrnice v přílohách IIIa a IIIb. Pokud členský stát neuplatní poplatek na celé síti¹, musí být při výběru úseku(ů), na kterých bude uplatněn poplatek za externí náklady, prokázáno, že se (i) buď jedná o úsek(y), kde jsou působeny vyšší externí náklady než na zbývající síti, nebo že (ii) uvalení poplatku za externí náklady na zbývajících částech může mít negativní dopady na životní prostředí, kongesce, bezpečnost, případně že bude spojeno s disproporční vysokými náklady na uplatnění a výběr poplatku.

Pro stanovení částky poplatku odpovídající části externích nákladů ze znečištění ovzduší dopravou stanoví příloha IIIa výpočtový vzorec, podle kterého se náklady znečištění ovzduší stanoví jako součin emisního faktoru znečišťující látky pro vozidlo stanovené (emisní) třídy a peněžního ocenění dané znečišťující látky. Do poplatku mohou být zahrnuty pouze emise prachových částic a prekurzory ozónu (NO_x a VOC). Pro výpočet mají být použity emisní koeficienty používané pro národní emisní bilance a monetární hodnoty z Handbooku. Pokud vypočtené hodnoty převyšují maximální hodnoty stanovené v tabulce v příloze IIIb, mají být použity hodnoty z tabulky. Návrh připouští použití alternativní metody výpočtu, pokud je vědecky ověřená, a vlastních peněžních hodnot pro znečišťující látky, pokud nebudou překročeny hodnoty stanovené v tabulce v příloze IIIb. V horských oblastech mohou být maximální hodnoty stanoveny až v dvojnásobné výši, je-li to odůvodnitelné gradientem, nadmořskou výškou nebo teplotními inverzemi.

Pro výpočet části poplatku za hluk je stanovený obdobný postup – výpočtový vzorec je založen na hodnotě hluku (euro/osobu), velikosti populace exponované hluku (z hlukového mapování) a průměrné intenzitě provozu. Maximální hodnoty opět stanoví příloha IIIb, které nelze překročit ani při použití alternativní metody výpočtu, leda v horských oblastech, kde mohou být zvýšeny až pětinásobně, je-li to zdůvodněno gradientem vozovky, teplotní inverzí a/nebo amfiteátrovým efektem údolí.

Rovněž výpočet části poplatku za kongesce stanoví příloha IIIa – do výpočtu tentokrát vstupují hodnoty mezních externích nákladů kongesce, ocenění času, průměrné intenzity provozu, rychlosti dopravy a optimálního provozu. Pokud nelze určit optimální úroveň provozu, lze použít polovinu mezních externích nákladů (průměrné) kongesce. Pro hodnotu času tentokrát není odkaz na Handbook; má být použita hodnota z aktuálních studií na ochotu platit¹. Maximální hodnota zpoplatnitelných nákladů kongesce je stanovená v příloze IIIb (s nižšími hodnotami oproti původnímu návrhu Komise) pro tři úrovně kongesce (mimo špičku, ve špičce a v extrémní špičce).

Přístup ke kvantifikaci externích nákladů

Zřejmým východiskem pro kvantifikace je přístup zdola nahoru, neboť jak vyplynulo z diskusí s odborným garantem, metodika by v optimálním případě měla být schopna umožnit rozlišení jednotlivých technologií (např. pohony na alternativní paliva). Navíc přístup zdola nahoru umožňuje zjištění mezních externích nákladů, které je považováno za optimální východisko pro zpoplatnění dopravy (viz též závěry High Level Group on infrastructure charging z roku 1999).

Řešitelský tým si je zároveň vědom významu dosažení/zachování návaznosti s obecnou evropskou metodikou využívanou při přípravě výše zmíněného návrhu novelizace směrnice 1999/62/ES. Tato metodika ve značné míře staví na dosavadních poznatcích zejména ze série evropských projektů UNITE/HEATCO/GRACE a AFFORD/MC-ICAM/RECORDIT či SPECTRUM/DIFFERENT.

Přes některé dosud ne zcela vyjasněné otázky připravované metodiky (patrně nejvýznamnější je v tomto směru volba přístupu ke kvantifikaci externalit z nehod), je možné konstatovat vysokou míru shody v základních přístupech: přístup funkce škody (damage function approach) u environmentálních externalit, modelování úspory přepravního času (VTTS) na bázi křivek závislosti rychlosti a provozu u kongescí a odhady korelace mezi úrovní provozu a nehod pro zjištění externích nákladů nehod.

V řešeném projektu je zvolený přístup zdola nahoru aplikován v pilotních oblastech, jejichž výběr je veden snahou postihnout v co možná největší šíři variabilitu hlavních atributů, které ovlivňují celkovou výši externích nákladů. Dobrým vodítkem pro tento výběr může být přehled obsažený v právě zmíněné rukověti evropské metodiky.

Tabulka 1.1: Atributy významně ovlivňující výši externích nákladů

Typ externality	Atributy
Emise do ovzduší	<ul style="list-style-type: none"> ▪ hustota populace v blízkosti komunikace ▪ úroveň emisí daná typem a stavem vozidel, délkou cesty (studené starty), typem infrastruktury, proměnlivostí cestovní rychlosti ▪ lokální meteorologické podmínky (zvl. průměrná rychlost větru)
Hluk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ situace v provozu – rychlost a velikost dopravního proudu (vůči pozadí) ▪ hustota populace v blízkosti komunikace ▪ druh vozidla/vlaku (OA, NA, bus ...) ▪ styl jízdy, proměnlivost cestovní rychlosti
Kongesce	<ul style="list-style-type: none"> ▪ typ infrastruktury ▪ úroveň provozu a kapacita, obvykle závisí na: <ul style="list-style-type: none"> ○ čas dne ○ lokaci ○ nehodách a (stavebních) uzávěrách
Nehody	<ul style="list-style-type: none"> ▪ typ infrastruktury ▪ úroveň provozu ▪ rychlost vozidla ▪ vlastnosti řidiče (např. věk, zdravotní stav)

Zdroj: Maibach a kol. (2008)

Přístup funkce škody

Přístup funkce škody pro oceňování dopadů na životní prostředí, lidské zdraví a statky je obecně uznávaným analytickým přístupem k oceňování environmentálních externalit (Adamowicz, 2003). Pro některé typy environmentálních externalit – typicky u emisí – bývá přístup funkce škody nazýván jako přístup dráhy působení (Impact Pathway Analysis – IPA) (Friedrich a Bickel, 2001).

Přístup funkce škody je konzistentní jednak s přístupy k hodnocení rizik a rovněž s neoklasickou ekonomickou teorií, avšak zde pouze pokud se jedná o hodnocení mezní změny nebo mezní analýzu. Tento přístup umožňuje vyjádřit jak se změna environmentálních efektů (např. emisí) v důsledku realizace (případně nerealizace) určitých opatření projeví na blahobytu společnosti, resp. jaký bude mít dopad dodatečná jednotka environmentálního efektu.

Tabulka 1.2: Nejlepší přístupy ke kvantifikaci pro hlavní kategorie

Kategorie	Nejlepší praxe
Nehody	náklady zdrojů pro zlepšení zdraví WTP pro odhad statistické hodnoty života (VSL) prostřednictvím projevených preferencí (SP) ke snížení dopravních rizik (alternativně WTA)
Dopady znečištění ovzduší na lidské zdraví	Analýza dráhy dopadu (IPA) s použitím nákladů zdrojů a WTP pro ocenění zdraví (VOLY). (alternativně WTA)
Dopady znečištění ovzduší na budovy a materiály	IPA s použitím nákladů na opravu
Dopady znečištění na přírodu	IPA přístupem ztrát (např. ztráty přírůstu prostřednictvím faktorové ceny)
Hluk	Přístupem WTP založeném na hedonickém ocenění (ztráta renty – tj. WTA) nebo SP za snížení hluku IPA pro dopady na lidské zdraví pomocí WTP pro ocenění zdraví
Kongesce	WTP pro odhad hodnoty času (založené na SP, alternativně WTA)
Změny klimatu	Náklady na vyhnutí se založené na scénářích snížení emisí skleníkových plynů; přístup nákladů škod; stínové ceny ze systému emisního obchodování
Příroda a krajina	Přístup nákladů kompenzace (založený na virtuálních nákladech na restituci)

WTP – ochota platit, WTA – ochota přijmout kompenzaci, SP – vyjádřené preference, IPA – analýza dráhy dopadu
Zdroj: Maibach a kol. (2008)

Kongesce

Náklady kongescí jsou působeny omezenou kapacitou dopravní infrastruktury – to se dominantně týká infrastruktury silniční – v podobě dodatečného cestovního času uživatelů dopravy. Z hlediska vymezení mezních externích nákladů se přitom nejedná o dodatečný cestovní čas uživatele samotného, ale o dodatečný cestovní čas ostatních uživatelů, který vyvolá cesta uživatele uvažovaná jako přidání dodatečného vozidla do stávajícího dopravního proudu.⁴

V případě ostatních dopravních módů, které jsou provozovány na bázi pravidelnosti dané jízdami/letovými/plavebními řády, se setkáváme s náklady vzácnosti (scarcity costs) vycházejícími z omezeného přístupu k nástupišťům/slotům na nádražích, letištích a v přístavech.

Postup kalkulace externích nákladů kongescí je v současnosti plně rozvinut především pro silniční dopravu, pro ostatní dopravní módy mají význam spíše již zmiňované náklady vzácnosti a náklady zpoždění⁵.

Obecným doporučeným východiskem kvantifikace nákladů kongesce v silniční dopravě je následujících 5 kroků:

- 1) klasifikace/inventarizace dopravní sítě (městská/mimoměstská, jedno-/víceproudá). Míra podrobnosti, i v závislosti na velikosti oblasti pro niž jsou náklady kongesce kvantifikovány, může variovat až na úroveň jednotlivých úseků komunikace;
- 2) odvození křivek závislosti rychlosti a provozu pro různé typy dopravních sítí či úseků (linií);

⁴ Viz též kapitolu k přístupům ke kvantifikaci externích nákladů kongescí.

⁵ Srov. např. Maibach a kol. (2008:28).

- 3) ocenění úspory cestovního času (VTTS) – zpravidla se uvažuje s různou hodnotou pro různé účely cest (za prací, pracovní, volnočasové atd.), různé dopravní prostředky (OA, bus, vlak, letadlo atd.), délku cesty a určitý stupeň kongesce (zpravidla odpovídající nárůstu času o 50-150 % oproti volnému dopravnímu proudu);
- 4) výpočet funkce mezních externích nákladů na základě křivek závislosti rychlosti a provozu a hodnoty cestovního času. Formalizovaný výpočet mezních externích nákladů pro daný objem dopravy Q je dán takto:

$$MEC_{cong}(Q) = \frac{VOT \cdot Q}{v(Q)^2} \cdot \frac{\partial v(Q)}{\partial Q}$$

kde:

MEC_{cong} ... mezní externí náklady kongesce

Q ... objem dopravy (počet vozidel za hodinu)

VOT ... hodnota času

$v(Q)$... funkce závislosti rychlosti a provozu (obvykle vypočtená pomocí modelu);

- 5) odhad elasticit poptávky a typů dopravních reakcí, které lze získat pomocí modelů a specifických charakteristik (účel cesty, hustota sítě apod.). Elasticity vypovídají o změně poptávky v závislosti na změně ceny (tedy zprostředkovaně i cestovního času). V současnosti se pro různé typy cest využívají specifické odhady hodnoty času, tím pádem v závislosti na míře kongesce se odezvy podle druhu cest liší.

U odhadů hodnoty času a zejména specifické hodnoty pro různé typy cest (služební, soukromé za nákupy, rekreaci atd.) se přitom ukazují značné rozdíly mezi různými státy, které ve valné míře nejsou dány pouze rozdílnou ekonomickou úrovní (kupní silou), ale rozdílnými preferencemi uživatelů. Podobně se místně specifické ukazují i funkce závislosti rychlosti a provozu, což bývá připisováno jak různým charakteristikám konkrétní infrastruktury, tak i rozdílnému chování účastníků silničního provozu v různých zemích či městech.

Nehody

Za externí náklady jsou v případě dopravních nehod považovány ty společenské náklady, které nejsou kryté pojištěním rizik vyplývajících z provozu vozidla. Zásadní rozdíl je přitom dán diametrálně odlišnými systémy pojištění u silniční dopravy a u ostatních dopravních módů, u nichž je externí část nákladů nehod zpravidla nižší než u silniční dopravy.

V přístupech k oceňování nehod není (na rozdíl od zbylých klíčových kategorií externalit) univerzálně používán přístup zdola nahoru. Dodnes se převážně používá přístup shora dolů (zejména studie INFRAS/IWW) a v podstatě teprve v projektu UNITE (na přelomu milénia) byl rozpracován přístup zdola nahoru umožňující odhad mezních externích nákladů nehod.

Přístup zdola nahoru vychází z elasticit rizik (risk elasticities), tj. korelace mezi úrovní provozu a nehodami. Přestože existuje poměrně rozsáhlá literatura zabývající se empirickým zkoumáním těchto vztahů u silniční dopravy (avšak dosud žádné pro železniční dopravu), neexistuje obecně doporučená výše a dokonce ani směr této elasticity.⁶

Pro výpočet externích nákladů nehod přístupem zdola nahoru lze schematicky rozlišit tři dílčí kroky:

⁶ Viz podrobněji v kapitole o přístupech k oceňování externích nákladů nehod.

- 1) odvození elasticit rizika pro různé typy vozidel a komunikací. Elasticity rizika se dají buď získat z dopravního modelu, případovou studií nebo převzít z jiných studií;
- 2) přiřazení ocenění jednotlivých následků nehod (úmrtí, těžký úraz, lehký úraz, škoda na majetku, náklady na bezpečnostní složky atd.);
- 3) odvození mezních externích nákladů na základě odhadů vnímání rizika uživateli dopravy, včetně zahrnutí transferů týkajících se pojištění rizik.

Ve srovnání s hodnotami dosaženými přístupem shora dolů jsou odhady založené na elasticitách rizik podstatně nižší, neboť se vychází z předpokladu, že samotní účastníci racionálně předpokládají vlastní riziko nehody a externí povahu má jen újma třetí strany (např. WTP za příbuzné / známé). V přístupech shora dolů jsou naopak zahrnuty všechny společenské náklady, které nejsou kryty pojištěním, tedy i takové, které nesou samotní uživatelé (tj. ti, kteří dopravní nehodu způsobili).

Typy nákladů, které by měly být zohledněny v kalkulacích externích nákladů nehod zahrnují:

- přímé ekonomické náklady
- nepřímé ekonomické náklady a
- hodnotu rizika/bezpečnosti.

Do přímých nákladů patří současné a budoucí výdaje, mj. náklady na léčení a rehabilitace, náklady pohotovosti, bezpečnostních složek, právního systému a náklady škod na majetku. Nepřímé náklady představuje ztráta produktivity způsobená předčasným úmrtím nebo dočasnou či trvalou sníženou pracovní schopností. Konečně hodnota bezpečnosti (resp. rizika) představuje statistickou hodnotu lidského života odvozenou z individuální percepce rizika nehody a ochoty platit za jeho snížení.

Pro ocenění statistické hodnoty života a rovněž imateriální újmy spojené s těžkým a lehkým úrazem je vhodné použít odhady získané s použitím netržních metod oceňování.⁷ Dominantní pozornost je přitom věnována oceňování hodnoty statistického života (VSL). Pro ocenění hodnoty statistického života je možné využít buď odhady založené na přístupu odhalených preferencí (revealed preference) nebo projevených preferencí (stated preference). Zatímco v prvním případě jsou získávány hodnoty založené na aktuálním chování jednotlivců (např. v podobě poměru mezi mírou rizikovosti práce a výší mzdy), v případě přístupu projevených preferencí je hodnota odvozována z ochoty platit (případně přijmout kompenzaci) v hypotetické situaci představené v dotazníkovém šetření. Valná většina studií se zabývá odhadem hodnoty statistického života v kontextu silniční dopravy, což lze připsat relativně vyššímu riziku nehody oproti jiným dopravním módům.

Na některé problematické aspekty použití hodnot statistického života získaných přístupem projevených preferencí upozorňují Beattie a kol. (1998). Často zmiňovaným problémem je zkreslení z důvodu hypotetičnosti scénáře, kdy jsou respondenti postaveni do rozhodovací situace, s níž nemají předchozí zkušenost a jejich odpověď může vyjadřovat nejistotu ohledně vyjádřené ochoty platit (kdy skutečná výše ochoty platit je nižší). Druhý případ představuje zkreslení měřítka, kdy je pro respondenta obtížné si představit velikost snížení rizika a jimi udávaná ochota platit zůstává při různých nabízených změnách rizika v podstatě konstantní.

Carthy a kol. (1999) se pokoušejí tento problém obejít kombinací podmíněného oceňování a scénáře standard gamble s oceňováním méně závažných následků a vzájemným vyvažováním rizika úmrtí při hospitalizaci.

Hluk

Oceňování externích nákladů hluku představuje relativně komplexní problém, neboť se týká jak různých zdrojů hluku, jejich časovému rozložení, různých expozičních prostředí, tak i interakcí s ostatními environmentálními externalitami. Oproti jiným typům environmentálních externalit je hluk specifický používáním indikátorů hluku vyjadřujících úroveň hluku za určité období – pro celý den (24

⁷ Alternativní přístup založený na metodě lidského kapitálu představuje pouze spodní odhad statistické hodnoty lidského života, neboť je odvozen jen z ekonomické aktivity jedince, zpravidla soustředěné do období jeho produktivního věku, tj. zhruba 18-65 let.

hodin) $L_{den-večer-noc}$ či $L_{den-noc}$ nebo pro určitou část dne – např. L_{den} pro období dne či L_{noc} pro období noci.

Pro ocenění externích nákladů působených hlukem je využíváno již zmíněného přístupu funkce škody (damage function approach – DFA) rozfázovaného do sedmi kroků (Navrud, 2002):

1. odhad úrovně (změny) hlukových emisí s realizovanými protihlukovými opatřeními (nebo jinými opatřeními, které naopak vedou ke zvýšení hluku), vyjádření změnou v čase, místě, frekvenci, úrovně a zdroje hluku (a složení/příspěvků zdrojů hluku v případě různých zdrojů);
2. modelování disperze hluku;
3. odhad změny expozice hluku v různých geografických oblastech, vyjádřený v dB(A) a hlukových indikátorech (L_{DEN} a L_{NOC}) v prostředí hlukových map;
4. identifikace (odvození) funkcí expozice-odezva (exposure-response functions - ERF), vyjadřujících příčinný vztah mezi úrovní hluku (vyjádřenou příslušným hlukovým indikátorem) a mírou obtěžování, rizik kardiovaskulárních nemocí, subjektivní kvalitou spánku a dalšími efekty;
5. výpočet celkové změny (úrovně) hlukového dopadu pomocí funkcí dávka-odpověď a údajů o počtu případů u jednotlivých dopadů (např. počet infarktů myokardu);
6. stanovení ekonomických hodnot pro jednotlivé dopady (koruny/euro za případ) – obvykle s využitím (netržních) oceňovacích metod;
7. výpočet ekonomických přínosů provedených opatření ke snížení hluku získaný vynásobením ekonomické hodnoty jednotlivého dopadu s identifikovaným množstvím daného typu dopadu (tj. počtem infarktů apod.) a následnou agregací za všechny uvažované dopady.

Pro oceňování dopadů hluku představuje zásadní požadavek existence prokázaného kauzálního vztahu mezi působením hluku a jeho škodlivým následkem. V současnosti existují prokázané vztahy mezi krátkodobým působením hluku a různými poruchami spánku (vč. motility, zvýšené srdeční aktivity, aktivity autonomních nervů a imunitního systému) a zejména mezi dlouhodobou expozicí a obtěžováním, rušením ve spánku, kardiovaskulárními onemocněními, mentálními onemocněními, rozpoznávacími schopnostmi u dětí a poruchami sluchu. Z těchto vztahů jsou pro ocenění dostatečně určité popsány především obtěžování hlukem, rušení ve spánku a riziko infarktu myokardu.

Poměrně nejpropracovanější je oceňování jednoho z dopadů hluku na pohodu nazývaného obtěžování nebo rozmrzelost (annoyance). Pro hodnocení subjektivního vnímání obtěžování hlukem existuje standardizovaná 5-ti stupňová škála – určitý problém zde nicméně představuje kompatibilita s funkcí expozice-odezva, která byla definována pro tři úrovně obtěžování (Miedema a Oudshoorn, 2001). Tento přístup, rozpracovaný mj. v evropském projektu HEATCO (Navrud a kol., 2006) byl zvolen v rámci řešení projektu pro získání ocenění ochoty platit za eliminaci obtěžování hlukem.

Pro ekonomické ocenění jsou víceméně rovnocenně používány jak metody založené na projevených preferencích, tak i metody založené na vyjádřených preferencích. Hédonický model pro odhad hodnoty hluku je obvykle založen na regresní analýze trhu s realitami. To je zároveň i největší přednost modelu, neboť vychází z pozorování reálného trhu. Výhodiskem tohoto přístupu je předpoklad, že transakce realizované na tomto trhu odrážejí preference kupujících pro různé atributy poptávaných nemovitostí. Při znalosti kupních cen nemovitostí, jejich charakteristik a charakteristik okolí – dostupnosti a dalších atributů okolního prostředí – je možné odvodit mezní cenu jednotlivých atributů, a tedy i hluku. Odvozená hodnota hluku je obvykle uváděna jako procentuální snížení hodnoty nemovitosti při zvýšení hladiny hluku o 1 dB a nazývá se index hlukové depreciace (noise sensitivity depreciation index – NSDI). Nejvíce studií využívajících hédonického modelu bylo realizováno pro letecký a silniční hluk, avšak pouze několik málo pro železniční hluk.

V posledních letech roste obliba metody hédonického ocenění díky možnosti využívat při konstrukci modelu podrobné prostorové charakteristiky z obsáhlých databází a vrstev GISu.

V ČR dosud nebyla publikována jediná studie odhadující index depreciace působením hluku, v omezené míře jsou proto využívány hodnoty ze zahraničních studií (zpravidla však bez předchozího testování jejich přenositelnosti).

Z metod založených na přístupu vyjádřených preferencí jsou k oceňování hluku nejčastěji využívány metoda podmíněného hodnocení (contingent valuation) a různé podoby výběrového experimentu (choice experiment/stated choice). Metody založené na přístupu vyjádřených preferencí jsou výrazně více využívány v Evropě (hédonický model je naopak více využíván v USA), dominantně pro oceňování hluku ze silniční a letecké dopravy.

Emise

Emise z dopravy lze uvažovat v různých dimenzích. V nejužším pohledu sem patří emise ze samotného provozu vozidla, tedy typicky ze spalování paliva, otěru pneumatik a brzdových destiček a opotřebením vozovky (tzv. tear and wear). V širším pojetí sem lze zahrnout také emise z výroby paliv, případně i z výroby a likvidace vozidel, neboli emise vázané na fáze životního cyklu předcházející nebo následující fázi samotného provozu (tzv. upstream a downstream procesy).

Emise látek ze spalovacích procesů i ostatních zdrojů, mezi něž patří prachové částice, oxidy síry, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, těkavé organické látky, polycyklické aromatické uhlovodíky, vedou ke zvýšení koncentrací těchto znečišťujících látek v ovzduší. Zvýšená koncentrace těchto látek má za následek nárůst počtu osob trpících respiračními a kardiovaskulárními onemocněními a rovněž vyšší riziko předčasných úmrtí. V důsledku vyšší nemocnosti se zvyšuje spotřeba zdravotní péče (ošetření, hospitalizací, léků apod.), a – shodně jako u předčasných úmrtí – dochází ke ztrátám produktivity a blahobytu (způsobené např. bolestí a utrpením).

Tabulka 1.3: Funkce expozice-odezva používané v metodice ExternE (hlavní funkce)

Polutant	Zdravotní dopad
PM10	Zvýšené riziko úmrtnosti
PM10	Nový případ chronické bronchitidy
O ₃	Zvýšené riziko úmrtnosti (akutní mortalita)
PM2.5	Snížení očekávaného věku dožití (chronická mortalita)
PM10	Hospitalizace s onemocněním dýchacích cest
PM10	Hospitalizace onemocněním oběhové soustavy
PM2.5	Den pracovní absence
PM2.5	Dny s omezenou aktivitou (netto)
PM2.5	Dny s mírně omezenou aktivitou
PM10	Příznaky onemocnění dolních cest dýchacích
O ₃	Příznaky onemocnění dolních cest dýchacích (kromě kašle)
O ₃	Dny s kašlem
PM10 & O ₃	Užívání antiastmatik / bronchodilátoru

Základní kroky přístupu funkce škody nazývané v metodice ExternE jako analýza dráhy dopadů (Impact Pathway Analysis – IPA) lze shrnout následovně:

- **popis dopravního proudu:** identifikace skladby dopravního proudu pro specifický úsek komunikace nebo dopravního koridoru, případně vyšší úrovně agregace (oblast, stát).
- **emise:** určení typu a množství znečišťujících látek (např. množství emisí NO_x na ujetý vozokilometr) pro jednotlivé technologie (emisní faktory). Pro modelování sekundárních znečišťujících látek (ozón, sulfáty, nitráty) je rovněž nezbytné znát pozadové koncentrace těchto znečišťujících látek v atmosféře modelované lokální/regionální situace;
- **rozptyl:** modelování zvýšené koncentrace znečišťujících látek ve všech ovlivněných místech/regionech (např. zvýšení koncentrace ozónu). Disperzní modely umožňují predikovat

jak změny koncentrací primárních znečišťujících látek, tak i procesy atmosférické chemie, kdy dochází k interakcím mezi látkami v atmosféře a vzniku sekundárních polutantů;

- **dopad:** určení relevantních fyzických dopadů (nemocnost a úmrtnost, škody na materiálech, ekosystémech apod.). Pro určení fyzických dopadů jsou využívány vztahy mezi koncentrací škodliviny a dopadem na lidské zdraví (funkce dávka-odpověď resp. koncentrace-odpověď), které pocházejí z epidemiologického, toxikologického a podobných výzkumů;
- **náklady:** vyjádření dopadů v peněžních jednotkách. Ekonomické hodnocení, které je používáno v IPA, nejčastěji vychází z přístupu založeného na zjišťování ochoty platit nebo přijímat kompenzaci za změnu blahobytu.

Ocenění škod na materiálech a na zemědělské produkci je relativně přímočaré – v prvním případě lze použít odhadnuté náklady na obnovu a náklady na preventivní opatření, zatímco v druhém případě lze škody ohodnotit tržní cenou příslušné zemědělské komodity (případně též náklady na prevenci). Výrazně složitější je ocenění změny blahobytu spojené s nemocností a úmrtností, které může zahrnovat následující komponenty:

- výdaje na zdravotní péči spojenou s léčením onemocnění spojených se znečištěním;
- ztrátu produktivity;
- obranné výdaje vynaložené s cílem předcházet onemocnění vyvolanému znečištěním ovzduší;
- ztráta užítku vyvolaná zdravotními obtížemi a ztráta příležitostí k volnočasovým aktivitám;
- změna očekávaného věku dožití nebo riziko předčasného úmrtí.

Do ocenění nemocnosti patří zpravidla první čtyři uvedené kategorie nákladů, tedy přímé náklady (výdaje na zdravotní péči a obranné výdaje), ztráta produktivity a ztráta užítku. Nejproblematictější komponentem z hlediska ocenění je poslední zmíněná ztráta užítku, často též ztotožňovaná s bolestí a utrpením, jejíž ocenění je možné provést s využitím metod netržního ocenění.

Pro ocenění úmrtnosti je používána buď hodnota lidského života (VSL), tedy shodný koncept jako u nehod, avšak v kontextu dopravních nehod, kde se někdy uvažuje se zvláštní premii zvláště útrpné smrti (tzv. „dread premium“), nebo hodnota roku života (VOLY).⁸

Datové zdroje

Pro realizaci projektu jsou využívány různé typy dat, s různou úrovní rozlišení (detailu). Při užití metody případových studií na vybraných pilotních územích jsou pro tato území v průběhu řešení projektu shromažďována popisná data, která umožňují kvantifikaci externích nákladů.

Pro nynější fázi projektu, kdy je dominantní pozornost věnována environmentálním externalitám se tak jedná především o data potřebná pro vyčíslení externích nákladů působených emisemi a hlukem.

Data o dopravě

Pro modelování emisí a hluku z dopravy jsou využívána data z dopravních sčítání, která realizuje Ředitelství silnic a dálnic a doporučené koeficienty vývoje dopravy pro modelování budoucích situací. Pro Prahu jsou využívána data z dopravních sčítání realizovaných UDI/TSK Praha.

Data o emisích z dopravy

Pro stanovení emisních faktorů pro vozidla v dopravním proudu jsou používány databáze emisních faktorů CDV a v rámci citlivostní analýzy jsou porovnávány s emisními faktory podle metodiky MEFA06 a nových evropských studií (ARTEMIS, COPERT 4).

⁸ Více informací v kapitole Hodnocení externích nákladů vyvolaných emisemi z dopravy

Tyto emisní faktory jsou používány jak pro emise klasických polutantů, tak i vybrané neregulované znečišťující látky a skleníkové plyny.

Hlukové mapy

Pro realizaci projektu jsou používány hlukové mapy vytvářené CDV, získané z Útvaru rozvoje hlavního města Prahy a z map z hlukového mapování (geoportál spravovaný CENIA)

Rozptyl a depozice

Pro modelování rozptylu emisí znečišťujících látek z dopravy jsou využívána meteorologická data poskytnutá ČHMÚ (větrné růžice, třídy stability). Depozice znečišťujících látek je získána z rozptylových map zpracovaných CDV pomocí modelů SYMOS, AEOLIUS a ATEM.

Data o receptorech

Data o populaci pocházejí ze statistik ČSÚ. Pro kvantifikaci externích nákladů působených hlukem budou pro vybrané lokality využívány detailní údaje o počtu obyvatel pro adresní bod ze Sčítání lidí, bytů a domů z roku 2001, o jejichž poskytnutí probíhá jednání s ČSÚ. Úroveň rozlišení pro kvantifikaci externích nákladů působených atmosférickými emisemi je nižší, v rámci testování citlivosti je však možné porovnat výsledky s použitím detailních informací o rozložení populace a průměrných hustot obyvatelstva.

Data pro výpočet škod na materiálech budov, ekosystémech a zemědělské produkci jsou získávána z Útvaru rozvoje hlavního města Prahy, ČSÚ a SVÚOM.

2. Hodnocení externích nákladů vyvolaných emisemi z dopravy

Atmosférické emise pocházející z dopravy jako jsou např. oxidy dusíku, tuhé částice, oxid uhličitý, oxid uhelnatý a těkavé organické látky, působí celou řadu dopadů na životní prostředí (environmentální dopady). Problematika environmentálních dopadů je poměrně široká a to z toho důvodu, že prostřednictvím zhoršené kvality ovzduší je ovlivňována nejenom kvalita okolních ekosystémů, ale jsou také působeny dopady na materiály budov, na zemědělskou produkci a v neposlední řadě lze vysledovat dopady na lidské zdraví. Ve většině případů tyto environmentální dopady přináší náklady, které nenesou jejich původce, z ekonomického pohledu představují tyto dopady externí náklady.

V této kapitole podáváme přehled přístupů ke kvantifikaci externích nákladů, které jsou vyvolané emisemi znečišťujících látek z dopravy a popisujeme současný stav výzkumu peněžního hodnocení těchto nákladů. Dále se zaměřujeme na metodiku ExternE, zvláště pak na její přístup ke kvantifikaci dopadů emisí z dopravy na lidské zdraví, škod na budovách a materiálech, dopadů na lesní ekosystémy a ztráty na zemědělské produkci. Tuto metodiku testujeme na 105 modelových scénářích pro Českou republiku pro městskou a venkovskou oblast.

Součástí této kapitoly je představení a zhodnocení modelů, které jsou využitelné pro kvantifikaci externích nákladů emisí z dopravy. Jedná se o softwarový model EcoSenseWeb, RiskPoll 1.05 a GEMIS. V této kapitole jsou také představeny pilotní lokality z hlediska identifikace skladby dopravního proudu, emisních toků a meteorologických podmínek, které byly vybrány pro ekonomické hodnocení externích nákladů vyvolaných emisemi ze silniční dopravy v ČR.

2.1. Úvod do problematiky

Doprava patří mezi významné zdroje znečišťujících látek, které ovlivňují kvalitu životního prostředí. Tyto škodliviny působí škody na lidském zdraví, zemědělské produkci, budovách a materiálech a dále přispívají ke změnám klimatu. Ve většině případů tyto dopady představují externalitu. Alespoň z pohledu ekonomické teorie je důležité kvantifikovat a zahrnout tyto externí náklady do ekonomické analýzy a nastavit tak správné ceny (true prices) ekonomických aktivit, a tedy i dopravy.

Tato výzkumná část si klade za cíl rozpracovat a rozvinout metodologii ExternE v ČR, kterou lze využít pro kvantifikaci externích nákladů emisí z jednotlivých způsobů dopravy využívající jak klasická, tak alternativní paliva. V této zprávě jsou představeny první výpočty hodnot negativních externích nákladů u vybraných způsobů dopravy, které budou dále rozvíjeny v rámci pilotních studií v roce 2009.

Metodika ExternE vychází z tzv. analýzy drah dopadů (impact pathway approach, IPA). IPA přistupuje k analýze externalit ze zdola nahoru, tzv. „bottom-up“ přístup. Výhodou bottom-up přístupu je využití detailních emisních modelů a dále skutečnost, že jsou při kvantifikaci externích nákladů rozlišovány jednotlivé typy paliv, použité technologie a specifické podmínky v lokalitě (místní a regionální meteorologické podmínky, hustota populace, typ zemědělství atd.).

Analýza drah dopadů sleduje cestu jednotlivých znečišťujících látek od místa, kde jsou látky emitovány, až po dotčené receptory (obyvatelstvo, zemědělská produkce, lesní ekosystémy, budovy atd.). V rámci této analýzy je zjišťována závislost mezi zvýšenou koncentrací určité škodliviny vyvolané dopravou a výší dopadu na vybraný receptor, který je vyjádřen ve fyzikálních jednotkách. Pro tento účel se využívají funkce dávka-odpověď (dávka jako například zvýšené koncentrace NO_x a odpověď jako je počet astmatických záchvatů nebo hospitalizací v populaci). Následně se provádí ekonomické ohodnocení dopadů na lidské zdraví, zemědělskou produkci, budovy, materiály a ekosystémy.

Ekonomické hodnocení, které je aplikováno v IPA, vychází nejčastěji z přístupu založeného na zjišťování ochoty jednotlivců platit (willingness to pay, WTP) za přínosy v oblasti životního prostředí

nebo ochoty jednotlivců přijmout kompenzaci (willingness to accept, WTA) za poškození životního prostředí.

Tam, kde je to možné, jsou při peněžním ocenění dopadů využívány tržní ceny (zemědělská produkce, stavební materiály) nebo kvazitržní ceny (veřejné výdaje na léčení). Celá řada oceňovaných statků a služeb však není obchodována na skutečných trzích (např. lidské zdraví, lesní a jiné ekologické ekosystémy). Pro jejich hodnocení je nutné využít alternativní techniky – netržní metody oceňování. Jedná se např. o hedonickou metodu oceňování (hedonic pricing method, HPM), metodu cestovních nákladů (travel cost method, TCM) a metodu podmíněného hodnocení (contingent valuation method, CVM).

2.2. Předchozí studie v oblasti oceňování externalit

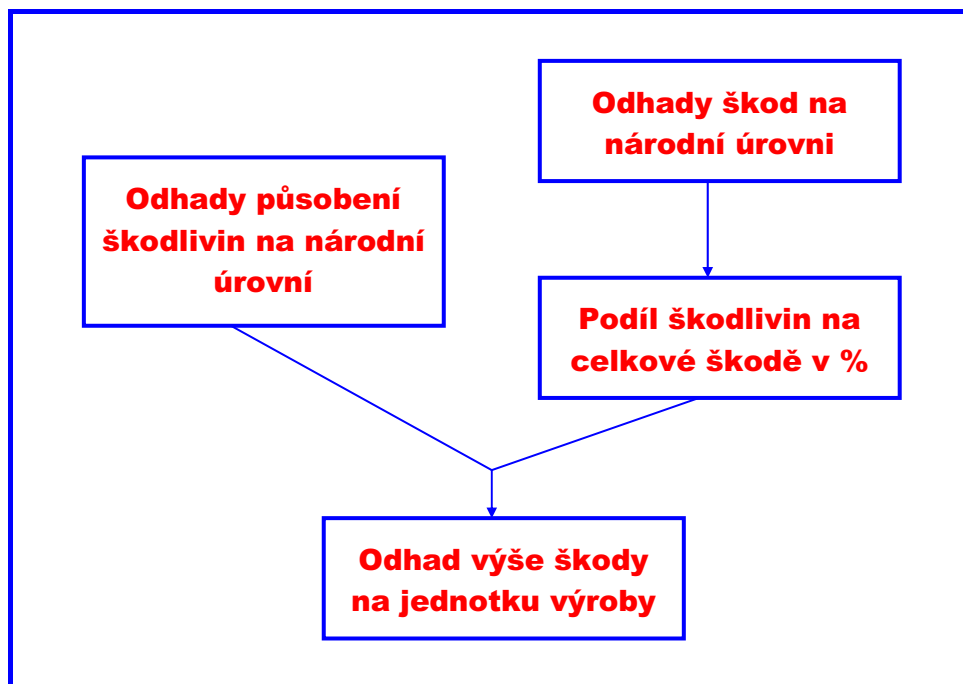
Na konci 80. let a na začátku 90. let 20. století přispělo rostoucí celosvětové znepokojení nad stavem životního prostředí k vytvoření několika studií, které se zabývají odhady externalit spojených se znečišťováním ovzduší. Za významné studie v oblasti oceňování externalit je možno považovat např. Hohmeyer (1988) a Pearce et al (1992).

V Hohmeyerově studii (1988) byl použit přístup „top-down“. Základní prvky této analýzy jsou následující:

- i. Inventarizace emisí oxidu uhelnatého (CO), tuhých částic (PM), oxidů dusíku (NO_x), oxidu siřičitého (SO₂) a těkavých organických látek (VOC) za daný region či stát;
- ii. Vážení těchto emisí relativními faktory toxicity;
- iii. Odhad podílu jednotlivých zdrojů znečišťování na celkové škodě způsobené těmito emisemi;
- iv. Posouzení dostupné literatury z oblasti oceňování škod na životním prostředí, které jsou způsobeny znečištěným ovzduším, a převzetí zahraničních hodnot pro škody způsobené v analyzovaném území. Hlavní kategorie, které byly v rámci této studie sledovány v souvislosti se znečištěným ovzduším, představuje flora, fauna, lidstvo, materiály a změna klimatu;
- v. Pro každou z těchto pěti kategorií byla odhadnuta výše škod odpovídající nákladům na jednotku vyrobené produkce.

Schéma tohoto přístupu představuje Obrázek 2.1. Ačkoliv byla tato studie prvním významným krokem vpřed v oblasti oceňování externalit, je zde několik závažných problémů. I za předpokladu, že přijmeme monetární odhady výše škod, jsou slabým místem relativní faktory toxicity. Důvod je ten, že jsou odvozeny z vládních nařízení pro maximální přípustné koncentrace na pracovišti a nikoliv z funkcí expozice-odpověď. Dále tento přístup nezohledňuje lokální specifika mnohých dopadů, které jsou zcela určující pro hodnocení dopadů z dopravy. V této analýze byly použity průměrné národní hodnoty, a tudíž zde nejsou zohledněny dopady ovlivněné rozdílnou hustotou obyvatel a různými koncentracemi škodlivin. Také byl opomenut přenos znečišťujících látek přes hranice státu.

Obrázek 2.1: Ilustrace „top-down“ přístupu na příkladu ocenění externalit



Zdroj: European Commission (1999)

Také studie Pearce et al (1992) nevycházela z primárních dat. Z toho vyplývá, že ani tato studie nezohledňovala lokální odlišnosti a nebrala v potaz odlišné externí náklady, které vycházely z rozdílné topografie nebo hustoty obyvatelstva ve zkoumaných regionech.

Průkopnické postavení ve využití ekonomického hodnocení opatření, které jsou přijímány k ochraně životního, zaujímají Spojené státy. V oblasti oceňování dopadů vyvolaných znečištěným ovzduším je potřeba zmínit především dvě významné studie, které se zabývaly hodnocením nákladů a přínosů zákona o ochraně ovzduší (Clean Air Act) z roku 1970. První z těchto studií zpracovaných Agenturou ochrany životního prostředí (EPA), publikovaná v roce 1997, měla za cíl odpovědět na otázku, zda zdravotní a environmentální přínosy regulace znečišťování ovzduší odůvodňují náklady, které dopadají na průmysl, daňové poplatníky a spotřebitele. Výsledkem rozsáhlé studie byl závěr, že střední hodnota přínosů za období 1970-1990 odhadnutá ve výši 22,2 bln. USD převyšuje přímé výdaje na dosažení souladu s požadavky zákona vyčíslené na 0,5 bln. USD (US EPA 1997). Druhá ze studií, publikovaná v roce 1999, naopak zjišťovala vztah mezi náklady a přínosy zpřísňujících dodatků zákona přijatých v roce 1990 pro období 1990-2010 (tzv. ex-ante evaluace). Vyhodnocení ocenění přímých nákladů a přínosů (bez zahrnutí nákladů a přínosů opatření týkajících se stratosférického ozónu) ukazuje střední odhad poměru mezi náklady a přínosy 1 ku 4 (roční náklady 19 mld. USD v roce 1990, resp. 27 mld. USD v roce 2010, proti přínosům 71 mld. USD v roce 1990, resp. 110 mld. USD v roce 2010) (US EPA 1999).

2.3. Současný výzkum – projekty ExternE (Externalities of Energy)

Z předchozích studií vyplynulo, že v oblasti oceňování externalit je potřeba výzkum zásadního rozsahu. V průběhu 90. let 20. století došlo k výraznému pokroku v této oblasti zejména díky několika projektům posuzujícím externí náklady spojené s energetickými systémy a dopravou v rámci série projektů ExternE financovaných Evropskou komisí (prostřednictvím Generálního ředitelství pro výzkum).

ExternE 1990-1995

Metodika a aplikace ExternE byly poprvé v komplexní podobě popsány v publikacích ExternE: Externalities of Energy Volume 1-6 (European Commission 1995). V těchto svazcích byly popsány poznatky dosažené v minulém období. Výzkumné aktivity byly mimo jiné zaměřeny na oceňování dopadů způsobených změnou klimatu. Odhad dopadů znečištěného ovzduší na lidské zdraví se v tomto výzkumném období zaměřuje pouze na úmrtnost, a to pouze na akutní dopady. Řada chronických efektů na lidské zdraví byla zanedbána. V dalším období jsou tyto dopady vyjádřeny funkcemi dávka-odpověď. V případě akutních efektů souvisejících s lidským zdravím byla odhadnuta hodnota statistického života (value of statistical life, VSL). Odhad hodnoty života činil 3,5 mil. EUR. Hodnota statistického života je vhodná pro vyjádření efektů, které jsou spojeny s úmrtím při haváriích, nelze ji však použít pro vyjádření efektů, které mají pomalý či postupný dopad na nemocnost nebo příčiny úmrtí jedince. Výzkumný projekt ExternE (European Commission 1995) je považován za velice významný počátek v oblasti výzkumu externalit, které souvisejí zejména s výrobou elektřiny a tepla.

ExternE 1996-2000

V souvislosti s některými metodickými nedostatky, které vyplynuly z aplikace metodiky ExternE v období 1990-1995, byla metodika ExternE v navazujících projektech a výzkumu prohloubena. Výstupem výzkumu projektu probíhajícího v letech 1996-1998 byl ExternE Methodology 1998 Update, který je zahrnut v oficiálních publikacích Evropské komise Volume 7-10 (European Commission 1999). Výzkum byl prohlouben zejména v oblasti úmrtnosti. Výzkum byl v tomto období zaměřen na celkovou chronickou úmrtnost oproti předcházejícímu období, kdy se analyzovala pouze akutní úmrtnost. Z tohoto důrazu plynula také snaha o kvantifikaci celkového dopadu znečištěného ovzduší na lidské zdraví. Pro odhad efektů znečištěného ovzduší na lidské zdraví byla použita hodnota statistického roku života (value of statistical life year, VS LY), která tak nahradila odhady na základě hodnoty statistického života. I když se výsledky ExternE 1998 v oblasti oceňování dopadů na lidské zdraví příliš nelišily od výsledků z ExternE 1995, byl tento postup vnímán vědeckou komunitou jako teoreticky konzistentní a obecně přijatelnější. Taktéž byl prohlouben výzkum v oblasti odhadu efektů spojených se změnou klimatu. Geometrický průměr odhadu škod způsobených 1 tuny emisí CO₂ činí 29 EUR.

Další aktivity v letech 1999-2000 byly zaměřeny na prohloubení metodiky v oblasti kvantifikace externalit v dopravě (European Commission 2000; Friedrich et Bickel ed. 2001). Vedle toho byl výzkum zaměřen na revizi funkcí dávka-odpověď, resp. expozice-odpověď. Revidované odhady nákladů spojených s dopady na lidské zdraví činily 0,6 násobek hodnot odhadů ExternE 1998 pro 1 tunu tuhých látek SO₂ a NO_x. Dále z výsledné revize vyplynulo snížení odhadu škod spojených s globálním oteplováním na přibližně 1/12 odhadu ExternE 1998, tedy cca 2,4 EUR/t CO₂-eq. a zpřesnění odhadovaných dopadů přízemního ozonu.

ExternE 2001-2004

V letech 2001–2003 byla metodika ExternE dále revidována v rámci projektu NewExt. Další evropský výzkum, který navazuje na metodiku ExternE, byl uskutečňován v rámci projektu DIEM (2002-2004), ExternE-Pol (2002–2004) a SusTool (2003-srpen 2004). Oblast výzkumu je zaměřena na zdokonalení metod používaných v oceňování a zpřesnění výsledků souvisejících s dopady na lidské zdraví, na analýzu nových technologií, využití metody ExternE v nových oblastech (nitratové hnojiva a odpadové hospodářství). Dále je metoda ExternE testována jak v rámci stávajících zemí EU, tak v zemích střední a východní Evropy. V souvislosti s těmito projekty jsou rozvíjeny softwarové aplikace ExternE, zejména EcoSense model verze 4.1, Uniform World Model a jeho nová verze RiskPoll. Výsledným výstupem projektu NewExt je zevrubná revize stávající metodiky ExternE.

Vývoj ExternE od roku 2004

Metodiku ExternE a výzkumné práce potvrdila Evropská komise nejenom tím, že zařadila celou řadu souvisejících výzkumných témat do 6. Rámcového programu výzkumu a vývoje, ale také vydáním oficiální publikace (European Commission 2003). Výzkumné aktivity dále pokračují zejména prostřednictvím čtyřletého integrovaného projektu IP NEEDS, který je financován prostřednictvím 6. Rámcového programu. Výzkum je zaměřen na celkové zpřesnění kvantifikace dopadů, prohloubení analýzy disperze a chemické transformace škodlivých látek v atmosféře a analýzu technologií využitím metody LCA, zpřesnění dopadů na lidské zdraví včetně analýzy mortality a morbidity. V rámci projektu budou jsou hodnoceny dopady atmosférických emisí na biodiverzitu, krajinný ráz a dále se očekává zpřesnění dopadů souvisejících se změnou klimatu.

2.4. Popis metodiky ExternE

Jak již bylo zmíněno, velký pokrok v oblasti analýzy a hodnocení externích nákladů z energetických systémů a dopravy byl učiněn díky několika významným evropským projektům (European Commission 1995, 1999, 2000).

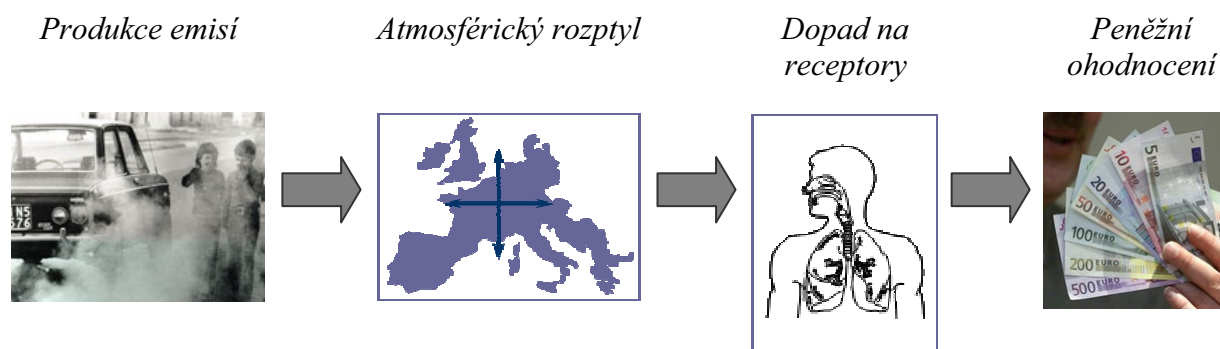
Model, který se používá v projektu ExternE, má mnoho společného s analýzou životního cyklu (life cycle analysis, LCA). Koncept palivového cyklu, kde jsou všechny složky daného systému analyzovány „od kolébky do hrobu“, se shoduje se konceptem LCA.

Jedno z nejvýznamnějších zlepšení metodiky ExternE představuje zavedení přístupu fáze dráhy působení (Impact pathway analysis, IPA), který vychází z přístupu „zdola nahoru“ (bottom-up). Ten umožňuje analyzovat specifické mezní dopady různých technologií v určitém místě. To je důležité z toho důvodu, že externí náklady závisí na podmínkách lokality, ve kterých je posuzovaná technologie aplikována, jakož i na mezních a na průměrných nákladech, které je potřebné pro odhad výše externalit odvodit.

IPA sleduje jednotlivé dráhy dopadu a to od tlaku (emisí) ke stavu (koncentrace a depozice). Následuje kvantifikace příslušných fyzických dopadů na lidské zdraví (úmrtnost a nemocnost jako je nezhoubná rakovina, zástava srdce, astma, bronchitida), na úrodu, stavební materiály a ekosystémy. Fyzický dopad je oceněn v monetárních jednotkách, např. užitím výsledků ze studií podmíněného hodnocení (zejména pro lidské zdraví) nebo pro některé oblasti pomocí tržních nebo standardních cen.

Fáze dráhy působení sleduje cesty znečišťující látky od zdroje, který danou znečišťující látku vypouští, až po příjemce (obyvatelstvo, úroda, lesy, budovy atd.), na které daná škodlivina působí. Tento přístup ve zjednodušené podobě přibližuje Obrázek 2.2.

Obrázek 2.2: Zobrazení analýzy fáze drah dopadů



Zdroj: (European Commission, 1999)

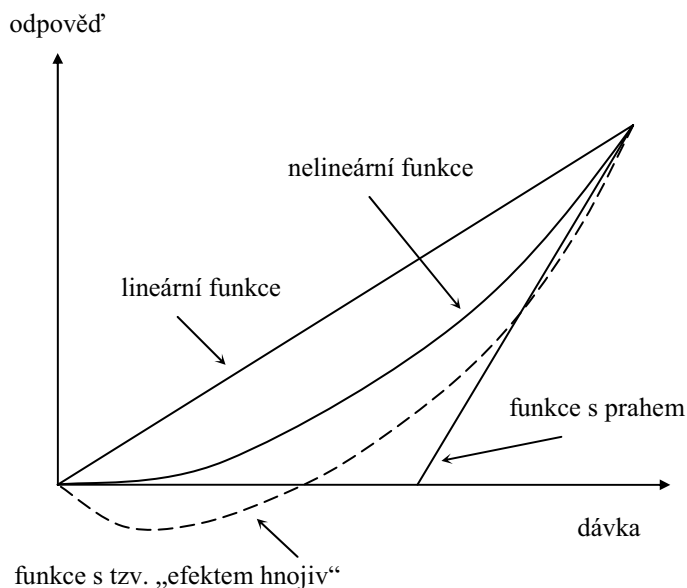
Základní 4 kroky této analýzy lze shrnout následovně:

1. **Emise:** určení relevantních technologií a určení typu a množství znečišťujících látek (např. množství emisí NO_x v kg);
2. **Rozptyl:** určení zvýšené koncentrace znečišťujících látek ve všech ovlivněných regionech (např. zvýšení koncentrace ozónu). Toto určení spoléhá na rozptylové studie, tj. na předpověď šíření polutantů z místa původu;
3. **Dopad:** zjištění souvislosti mezi určitou koncentrací škodliviny a dopadem na lidské zdraví (metoda dávka-odpověď). Potřebné informace mohou být získány ze tří hlavních zdrojů: 1) toxikologické studie na zvířatech, která jsou v experimentálních podmínkách na krátké časové intervaly vystavena vysokým koncentracím škodliviny (výsledky mají umožnit předpovědět reakce lidského organismu); 2) mikroepidemiologické studie alternativně zkoumající odpověď lidského organismu na reálnou expozici, kdy se vychází ze srovnání s kontrolní skupinou, která exponována nebyla; a konečně 3) makroepidemiologické studie, vycházející z velkých souborů dat, kdy je korelována úmrtnost a nemocnost s celou řadou proměnných, z nichž může být vliv znečištění statisticky izolován.

Tento typ primárních dat je použit k definování funkce dávka-odpověď (Obrázek 2.3), která určuje vztah mezi odpovědí nebo poškozením (zdravím) a určitou velikostí expozice (znečištěním ovzduší). Lineární funkce popisuje stav, kdy se škody zvyšují přímo úměrně dávce. V nelineárních funkcích je vztah různý na různých úrovních proměnných, např. škody narůstají rychleji při vyšší úrovni expozice. Funkce může popsat práh citlivosti, např. zdraví nemusí být poškozováno, dokud znečištění nedosáhne určité kritické úrovně. Také se mohou nalézt diskontinuity, kde se škody v určitém kritickém bodu náhle zvýší skokem, a potom pokračují lineárním nebo nelineárním průběhem. Dalším příkladem je funkce s tzv. efektem hnojiv, kdy např. přiměřené použití umělých hnojiv nebo nízké koncentrace některých škodlivin při určitých dávkách vede k pozitivním efektům (zvyšování zemědělské produkce). Jedná se o negativní škody.

Následně je v tomto kroku definována ohrožená část populace, tj. odhadnuta velikost populace, jež je zasažena rozptylovým kontaminačním mrakem, který může dosáhnout velikých rozměrů a vzdáleností. Exponovaná populace jako celek by měla být rozčleněna na skupiny obzvláště náchylné k riziku (např. děti pod pět let, astmatici, lidé nad sedmdesát let).

Obrázek 2.3: Průběh funkce dávka-odpověď



Zdroj: European Commission (1995)

4. **Náklady:** ekonomické hodnocení těchto dopadů. Pro účely ekonomického hodnocení jsou k dispozici dva základní typy informací. Jedná se o náklady na nemoc-zdraví ve smyslu ztráty produkce a náklady na léčení. Oboje náklady vznikají při poškození zdraví a dopadají převážně na veřejné rozpočty. Náklady na ztracené pracovní dny nebo dny s omezenou aktivitou jsou pak obvykle odhadovány z průměrných výdělků, náklady na léčení lze odhadnout z nákladů na poskytovanou zdravotní péči. Tento přístup, tzv. cena nemoci, nepostihuje cenu bolesti a utrpení („discomfort“) a neuvažuje o tom, co by lidé byli ochotni zaplatit, aby snížili riziko nemoci nebo se mu vyhnuli. Tato třetí skupina nákladů bývá odhadována na základě užití nepřímých metod oceňování, zejména pomocí metody podmíněného oceňování, která je založena na vyjádření ochoty platit nebo přijímat a je uskutečňována prostřednictvím sociologického šetření.

2.5. Popis modelů pro odhad externích nákladů

Pro modelování a kvantifikaci externích nákladů spojených se znečištěním ovzduší vyvolaných emisemi z dopravy lze využít různých modelů. V souvislosti s tímto projektem jsou diskutovány následující softwarové produkty – EcoSenseWeb; RiskPoll 1. 05.1 a GEMIS.

EcoSenseWeb1.3 model

Model EcoSense (Krewitt et al 1995) je komplexní model oceňování externích nákladů jednotlivých energetických technologií, který byl vytvořen v rámci projektu ExternE.

Pomocí modelu EcoSenseWeb1.3 lze kvantifikovat významné dopady na lidské zdraví, zemědělskou produkci a budovy a materiály, které vznikají v důsledku znečištění ovzduší z energetických procesů. Dopady změny klimatu tento model nezahrnuje, protože tyto dopady jsou založené na jiném mechanismu a jsou globálního charakteru. Verze EcoSenseWeb1.3 zahrnuje parametry pro výpočet rozptylu mnoha škodlivých látek, včetně klasických polutantů, jako jsou SO_2 , NO_x , tuhé částice frakce

PM₁₀ a PM_{2,5}, také některé těžké kovy a organické látky VOC a NH₃. Současně lze modelovat i zvýšení koncentrací sekundárních polutantů typu ozonu, sulfátů a nitrátů.

Součástí modelu EcoSenseWeb1.3 jsou tři atmosférické rozptylové modely:

- Industrial Source Complex Model (ISC), který byl vytvořen v USA-EPA. ISC modeluje atmosférický rozptyl primárních znečišťujících látek (SO₂, NO_x, tuhých částic) na lokální úrovni.
- Source receptor (SR) maticový model pro regionální modelování přenosu a chemické přeměny znečišťujících látek, který vychází z EMEP/MSC-West Eulerian disperzního modelu.
- SR maticový model pro mezikontinentální přenos látek v oblasti severní hemisféry Země.

Další součástí EcoSense modelu jsou komplexní databáze obsahující data o receptorech (populace, využití půdy, zemědělská produkce, budovy a materiály, atd.), meteorologická data a data emisí za celou Evropu. Model EcoSense dále obsahuje funkce dávka-odpověď a peněžní hodnoty. Výstupem modelu EcoSense jsou marginální externí náklady způsobené danou energetickou technologií (Kč/kWh) nebo celkové externí náklady za celý zdroj. Model poskytuje také hrubé mapové výstupy v rozlišení čtverce 50x50 km a data o dopadech v disagregované formě po jednotlivých polutantech a typech dopadu. Také je možná disagregace podle jednotlivých zemí, kde dopady nastanou. Tento model je dostupný na stránkách <http://ecosenseweb.ier.uni-stuttgart.de/>. V rámci projektu budou využity zejména SR maticové modely pro regionální (myšleno evropskou) úroveň dopadů emisí, které jsou vyvolané dopravou v uvažovaných pilotních lokalitách.

RiskPoll

RiskPoll (Spadaro 2004) je softwarový balíček obsahující několik softwarových aplikací. Základní model SUWM (Simple Uniform World Model) představuje model k odhadu externích nákladů hypoteticky vycházející z naprosté homogenity světa. Kvantifikace škod je spojena, na rozdíl od modelu EcoSense, pouze se škodami na zdraví. SUWM je založen na funkcích koncentrace-odpověď („concentration-response functions“), ne na funkcích dávka-odpověď („dose-response functions“). Pro mnoho dopadů totiž nepotřebujeme explicitně počítat „dávku“ inhalace, protože ty jsou obvykle vyjadřovány v koncentracích, kterým je jedinec vystaven spíše než inhalovaným dávkám. SUWM pro disperzi v ovzduší je jednoduše vyjádřen rovnicemi (Curtiss et Rabl 1996, Spadaro 1999, Spadaro et Rabl 2003).

RiskPoll kromě SUWM obsahuje další modely pro kalkulaci externalit ze stacionárních zdrojů – QUERI, URBAN a RUWM. Všechny tyto modely pracují s výsledky SUWM. Každý model je jinak vhodný pro určité podmínky. QUERI počítá nejlépe primární polutanty, URBAN zase nejlépe rozptyl v městském prostředí.

Softwarový balíček RiskPoll dále obsahuje další modely. Model AGRIMAT se používá pro kvantifikaci lokálních dopadů na zemědělskou produkci a budovy. Vyžaduje poměrně detailní meteorologická data a zejména detailní informace o rozložení receptorů – plodiny a plochy ve čtvercích 5x5 km.

Poslední je model „Toxic metals“, který na základě vstupů podobných modelu AGRIMAT odhaduje zvýšení těžkých kovů v potravinách. Tento model zatím nebyl testován pro použití kvantifikace externích nákladů.

V rámci úkolů této části projektu byl RiskPoll využit pouze pro testování ExternE metodiky, v další fázi projektu bude použit detailnější model EcoSenseWeb1.3., který vychází z konkrétních podmínek dané lokality. Výstupy z této testovací fáze jsou prezentovány dále v této kapitole.

GEMIS

GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems) je počítačový program pro analýzy produkce škodlivých emisí a odpadů a nákladové analýzy metodikou LCA. GEMIS vyhodnocuje vlivy na životní prostředí energetických, dopravních a materiálových procesů, tj. počítá emise škodlivých plynů (SO_2 , NO_x , CO, NMVOC, tuhých látek), skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 , N_2O), produkci tuhých a kapalných odpadů a potřebu obestavěné půdy. Může být použit k analýzám lokálních, regionálních, národních a globálních energetických, dopravních a materiálových komplexů nebo sektorových a mezisektorových systémů a podniků.

GEMIS umožňuje modelovat úplný řetězec všech nutných činností k produkci daného výrobku (služby), tj. sestavovat a propojovat technologické procesy (tvořící tento řetězec) a specifikovat jejich technologické, environmentální a ekonomické parametry. Více viz projekt MZP VaV/320/4/03 „Hodnocení celkového ekologického dopadu využití jednotlivých alternativních zdrojů v ČR“ a jeho závěrečná zpráva, která se hodnocením GEMISu zabývá mnohem hlouběji. V porovnání s předchozími modely GEMIS neobsahuje žádnou část, která se týká modelování atmosférického rozptylu, dopadu polutantů nebo jejich valuace. Protože kvantifikace externích nákladů z emisí dopravy v rámci tohoto projektu vychází z přístupu IPA, kde modelování atmosférického rozptylu je jeho součástí, nebude proto model GEMIS pro samotnou kvantifikaci dopadů využit. GEMIS je freeware program a jeho nejnovější verze je zdarma ke stažení na adrese <http://www.oeko.de/service/gemis/en/index.htm>.

2.6. Dopady na lidské zdraví

V této části jsou popsány a analyzovány některé metody a techniky odhadující peněžní hodnoty, které jsou spojeny se změnami lidského zdraví⁹ zapříčiněné znečištěním ovzduší. Pro odhad těchto hodnot je důležité si vymezit dvě vazby. První vazba je pozorována mezi změnou kvality životního prostředí a změnou zdravotního stavu obyvatelstva. Druhá vazba souvisí se změnou zdravotního stavu a jejím peněžním ekvivalentem, ochotou platit (willingness to pay, WTP) nebo ochotou přijímat kompenzace (willingness to accept, WTA).

Literatura, jak technická tak i ekonomická, týkající se dopadů znečištěného ovzduší na lidské zdraví pochází převážně z výzkumných zdrojů, které byly uskutečněny v USA a v Evropě.

Oceňování snížení rizika úmrtí

Z důvodu, že některé formy znečištění ovzduší mohou přispět ke zvýšené úmrtnosti některých skupin populace, jsou tak ekonomové konfrontováni otázkou ekonomické hodnoty života a záchrany života. Konvenční přístup k oceňování úmrtnosti je založen na odhadování ochoty platit za změnu rizika úmrtí. Tento odhad je převeden na hodnotu statistického života (value of a statistical life, VSL), kdy zjištěná ochota platit (WTP) je vydělena změnou rizika úmrtí. Tak například pokud je odhadnutá WTP ve výši 100 € za snížení rizika úmrtí o 1/10 000, pak hodnota statistického života je 1 mil. €.

Odhady WTP za snížení rizika úmrtí nebo WTA za zvýšení rizika úmrtí jsou zpravidla uskutečňovány prostřednictvím tří metod. První kategorií jsou studie, které zjišťují dodatečné kompenzace zaměstnanců, které jsou vyšší v souvislosti s jejich rizikovějšími podmínkami na pracovišti. Tato kategorie poskytuje odhady pro stanovení WTA. Druhou kategorií jsou studie založené na metodě podmíněného hodnocení (contingent valuation method, CVM). Prostřednictvím této metody založené na dotazování jsou zjišťovány u náhodně vybraných respondentů jejich WTP a WTA za opatření, která vedou ke snížení rizika úmrtí. Třetí kategorií jsou studie zjišťující dobrovolné výdaje reálně vynaložené

⁹ Podpora lidského života patří mezi základní služby, které poskytuje příroda lidem. Změny v kapacitě této služby životního prostředí v důsledku znečištění ovzduší vedou ke zvýšenému výskytu onemocnění, omezení denních aktivit a i ke snížení průměrné délky života (*life expectancy*). Působení člověka na životní prostředí tak ovlivňuje lidské zdraví prostřednictvím řady vazeb, které jsou spjaty s lidskými činnostmi. Např. nárůst koncentrace tuhých částic v ovzduší může přispět ke zvýšení rizika předčasného úmrtí nebo vypouštění emisí do ovzduší z průmyslových zařízení, oprav a nátěrů karosérií automobilů a lakoven může způsobit rakovinu.

na předměty a zařízení, které snižují riziko úmrtí v souvislosti s běžnými lidskými aktivitami, jako je kouření nebo koupě airbagů do automobilu.

Tabulka 2.1 a 2.2 přibližují evropské studie, jejichž hodnoty VSL vyjádřené v ECU vychází z aplikace výše zmíněných metod. Všechny hodnoty jsou uvedeny v ECU roku 1995. Hodnota VOSL se pohybuje v rozmezí od 0,8 a 8,3 mil. ECU. Průměr tohoto rozmezí činí přibližně 4,2 mil. ECU.

Tabulka 2.1: Empirické odhady hodnoty statistického života v Evropě (převzato z Pearce et al 1992)

Země	Studie	Rok	v mil. ECU (1995)
Mzda za vyšší riziko			
UK	Melinek	74	0,8
UK	Veljanovski	78	8,4 - 11,8
UK	Needleman	79	0,4
UK	Marin a Psacharopoulos	82	3,7 - 4,2
Průměr			3,4 - 4,3
Studie CVM			
UK	Melinek	73	0,5
UK	Jones-Lee	76	15,5 - 19,2
UK	Maclean	79	5,2
UK	Frankel	79	5,2 - 21,0
UK	Jones-Lee	85	1,3 - 5,8
SWE	Person	89	2,6 - 3,2
AU	Maier	89	3,2
Průměr			4,7 - 8,3
Studie spotřebních trhů			
UK	Melinek	74	0,4 - 0,8
UK	Ghosh	75	0,8
UK	Jones-Lee	77	1,0 - 11,0
UK	Blomquist	79	1,0 - 3,5
Průměr			0,8 4,1

Tabulka 2.2: Hodnota statistického života v Evropě a USA (převzato z Pearce et al 1992)

	Evropa	USA
	v mil. ECU (1995)	
Mzda za vyšší riziko	3,4 - 4,3	4,2 - 6,6
CVM	4,7 - 8,3	1,7 - 3,0
Spotřební trhy	1,0 - 3,5	1,2 - 1,3
Průměr	2,5 - 4,4	2,4 - 3,6

Oceňování snížení rizika onemocnění

V případě oceňování dopadů znečištění ovzduší na lidské zdraví – nemocnost je nejčastěji využíván přístup ochoty platit (*willingness to pay, WTP*)¹⁰. Cílem tohoto přístupu je zjistit, kolik je jedinec

¹⁰ Jeho využití bylo prvně navrženo v pracích (Schelling, T.C. 1968) a (Mishan, E.J. 1971)

ochoten zaplatit za to, že se vyhne určitému typu onemocnění. Celková hodnota by měla zahrnovat jak vynaložené náklady spojené s léčením nemoci, ztrátu výtěžku, náklady vyvolané aktivitami, jejichž cílem je odvrácení onemocnění (*averting behaviour, AB*) tak i ztrátu pohodlí (užitku) způsobenou bolestí a utrpením.

V praxi jsou zjišťovány jen některé komponenty celkové WTP. Pozornost je zejména věnována zjišťování výše ztráty výtěžku a nákladů vynaložených na léčbu. V obou případech se využívají data vycházející ze skutečného chování jedinců (revealed preferences). Tyto dvě části WTP jsou nejčastěji zjišťovány prostřednictvím *cost-of-illness* (COI)¹¹. Třetí zmíněnou část WTP, náklady vyvolané aktivitami, jejichž cílem je odvrácení onemocnění, je možno vyjádřit prostřednictvím odhadu produkční funkce zdraví. Prostřednictvím této funkce se odhadují hodnoty vstupů, které člověk využívá při rozdílném zdravotním stavu. Následně jsme schopni vyjádřit náklady, které jsou připisovány změně zdravotního stavu člověka, viz. (Pearce et al. 1992).

Nevýhodou obou přístupů, *cost-of-illness* a *averting behavior*, je, že nezahrnují hodnotu nepohodlí způsobeného onemocněním. V takovém to případě jsou tyto přístupy schopny poskytnout pouze hodnotu dolní hranice WTP. Alberini a Krupnick (2003) uvádějí, že celková výše WTP je 1.6 až 4 krát vyšší než součet nákladů na léčbu a ztráty výtěžku.

Jiný přístup, který je využíván v konceptu WTP pro oceňování lidského zdraví, je *hedonická metoda oceňování* (hedonic pricing method, HPM). HPM je metoda, která pro oceňování lidského zdraví využívá tržní ceny. Nejčastěji je oceňování uskutečňováno pomocí trhu z nemovitostmi. Vlastní ocenění je založené na rozdílnosti cen dvou porovnatelných nemovitostí, a to v závislosti na kvalitě životního prostředí. Pokud jsou ostatní parametry (např. kvalita občanské vybavenosti, inženýrských sítí a dopravní dostupnost lokality) u obou porovnávaných nemovitostí stejné, je možné tvrdit, že rozdílná kvalita životního prostředí (např. rozdílné pozadové imisní koncentrace) odpovídá za rozdíl v ceně těchto dvou lokalit. Potom je rozdíl v tržní ceně chápán jako ochota jedinců platit za zlepšení kvality životního prostředí, resp. lidského zdraví.

Další způsob jak zjistit ochotu platit za vyhnutí se některým onemocněním je metoda podmíněného hodnocení (contingent valuation method, CVM). CVM je jediným přístupem, s jehož pomocí lze ohodnotit ztrátu pohodlí způsobenou bolestí a utrpením, tj. čtvrtou komponentu celkové WTP. Výhodou metody podmíněného hodnocení je možnost provést sociologické šetření, jehož prostřednictvím vyjadřují respondenti svou WTP.

Oceněné části WTP, získané prostřednictvím výše zmíněných přístupů, vstupují do *funkcí koncentrace – odpověď* (concentration-response function), případně *dávka – odpověď* (dose-response function), prostřednictvím kterých se vyjadřují dopady na zdraví vzniklé znečištěním ovzduší (Alberini a Krupnick 2003). Funkce dávka – odpověď jsou v současnosti převažujícím postupem, jak kvantifikovat změny na lidském zdraví vzniklé v souvislosti se znečištěným ovzduším.

Tabulka 2.3 zobrazuje přehled jednotlivých typů odhadů v oblasti nemocnosti podle metodiky ExternE (European Commission 1995).

Tabulka 2.3: Vybrané typy odhadů z oblasti nemocnosti

Konečný dopad	Hodnota (ECU)	Použitá metoda
Akutní onemocnění		
den omezené aktivity (restricted activity day)	75	CVM
den s příznakem onemocnění (symptom day)	7,5	CVM
návštěva pohotovosti	223	CVM
hospitalizace v nemocnici (respirační onemocnění)	7 870	CVM
hospitalizace v nemocnici (kardiovaskulární onemocnění)	7 870	CVM
asmatický záchvat	37	COI

¹¹ Tato metoda vychází ze studie (Rice, D.P. 1966)

Chronické onemocnění

chronická nemocnost	1 200 000	CVM
chronická bronchitida - dospělí	105 000	Rowe et al (1995)
zhoubný nádor	450 000	CVM
chronické astma	105 000	CVM

Zdroj: European Commission (1995)

Kvantifikace dopadů na lidské zdraví – příklad metodiky ExternE

Výpočet externích nákladů působených vybranými zdroji znečišťování ovzduší (např. dopravou) na lidské zdraví vychází v metodice ExternE z aplikace analýzy drah dopadů. V rámci této analýzy jsou použity funkce expozice-odpověď (exposure-response functions, ERF), které vymezují vztah mezi zvýšenou koncentrací určité škodliviny (PM₁₀, SO₂ a NO_x) a výší dopadu na nemocnost a úmrtnost. Vybrané ERF z projektů ExternE jsou uvedeny v Příloze 1 této kapitoly. Součástí této přílohy jsou i jednotkové monetární hodnoty pro jednotlivé typy projevů.

2.7. Odhad škod na budovách a materiálech způsobených znečištěním ovzduší

Druhy škod na budovách a materiálech ze znečištění ovzduší

V České republice byla problematika ocenění škod na materiálech a budovách v důsledku znečištění ovzduší řešena zejména v rámci projektu PR 520/16/97 „Ocenění škod na materiálech a budovách vyvolaných znečištěním“ (zadavatel: Odbor ochrany ovzduší MŽP ČR, zpracovatel: Státní výzkumný ústav ochrany materiálů (SVÚOM) ve spolupráci se SEVEEn). Výsledky dlouhodobého výzkumu a aplikace metod jsou prezentovány a diskutovány například v Knotková (1997), Knotková et al (1995), Knotková et al (1991) a Knotková et al (1996). Výzkum efektů spojených s poškozením budov ze znečištění ovzduší v rámci metody ExternE byl proveden pro hl. město Prahu (Kučera et al 1993a; 1993b; 2003).

Znečišťující látky vypouštěné do ovzduší měly v minulosti a mají i dnes významné dopady na budovy. Tyto efekty zahrnují ztrátu (mechanické) pevnosti materiálů, ztrátu těsnosti a selhání ochranných obalů v důsledku znehodnocení materiálů. Depozice tuhých částic vede také ke znečištění fasád budov. K tomuto znečištění dochází většinou ve velkých městech v důsledku emisí z dopravy. Studie používají odvození „dose-response“ funkcí, které dávají do souvislosti dávku znečištění, naměřené koncentrace ve vnějším ovzduší a míru koroze materiálů pro několik druhů materiálů. Poškození se skládá ze znehodnocení materiálů budov a znečištění fasád. Ke znehodnocení budov dochází v důsledku efektu suché a mokré depozice. Tidblad a Kučera (in Friedrich et Bickel 2001) popisují funkce poškození pro materiály z kamene, zinku a galvanizované oceli a pro nátěrové ochranné vrstvy.

Znečištění ovzduší může být spojeno s několika dopady na materiály (Holland et al 2004):

1. *Koroze materiálů – kamenů, kovů a barev v důsledku kyselého spadu na užitkové budovy*

Jedná se o dopady koncentrace SO₂, NO₂ a H⁺. Suchá depozice SO₂ má přitom největší dopad, NO₂ nejmenší. V posuzování by měl být kladen důraz zejména na ocel, zinek a kámen a aplikace stavebních materiálů. Oceňování je založeno na nákladech údržby a obnovy.

2. *Dopady na materiály kulturního rázu (kámen, umělecké předměty atp.) v důsledku kyselé depozice*

Oceňování dopadů na kulturní a historické budovy je složitější z důvodu vyšší variability u nákladů údržby a obnovy než u užitkových budov. V současnosti se této problematice věnuje výzkumný projekt MULTI-ASSESS financovaný Evropskou komisí.

3. Škody způsobené ozonem na polymerických materiálech, zejména přírodním kaučuku

Analýze dopadů znečištění na gumové materiály se doposud věnovalo relativně málo studií. Současný výzkum ve Velké Británii je zaměřen na experimentální posouzení dopadu ozonu. Doposud nebyl zjištěn jasný vztah pro barvy. Výsledky ECF pro gumy by měly být zahrnuty do závěrečné zprávy CAFE programu.

4. Zašpinění / ztmavení materiálů

Špinící efekt tuhými částicemi představuje jeden z nejvýznamnějších dopadů ve městě. Ačkoliv efekt a příčina jsou jasné, kvantifikace škod ze zašpinění tak jasná není. Bylo odvozeno několik funkcí dávka-odpověď pro případ zašpinění. Ocenění je založeno na nákladech čištění.

V poslední době bývají také diskutovány škody projevující se ve formě povzbuzení bujení růstu lišejníků a hub na budovách v důsledku hnojivého efektu dusíkem (Holland et al 2004).

Přehled funkcí expozice-odpověď („exposure-response relationship“)

Přehled funkcí expozice-odpověď (ERF) byl předmětem řady výzkumných projektů. Některé výsledky shrnuje mimo jiné Knotková (1997) a Knotková et al (1996), výsledky ze zahraničních studií najdeme např. v Holland et al (2004) a souhrnně je uvádí následující Tabulka 2.4.

Tabulka 2.4: Popis funkcí expozice-odpověď pro stavební materiály

<p>Nechráněná expozice</p> <p>Korodující ocel (N=148, R2=0.68) ML = 34(SO2)0.33exp{0.020Rh + f(T)}t0.33 f(T) = 0.059(T-10) když T < 10°C, jinak -0.036(T-10)</p> <p>Zinek (N=98, R2=0.84) ML = 1.4(SO2)0.22exp{0.018Rh + f(T)}t0.85 + 0.029Rain(H+)t f(T) = 0.062(T-10) když T < 10°C, jinak -0.021(T-10)</p> <p>Hliník (N=106, R2=0.74) ML = 0.0021(SO2)0.23Rh·exp{f(T)}t1.2 + 0.00023Rain(Cl-)t f(T) = 0.031(T-10) když T < 10°C, jinak -0.061(T-10)</p> <p>Portlandský vápenec (N=100, R2=0.88) R = 2.7(SO2)0.48exp{f(T)}t0.96 + 0.019Rain(H+)t0.96 f(T) = -0.018T</p> <p>Bílý Mansfieldský pískovec (N=101, R2=0.86) R = 2.0(SO2)0.52exp{f(T)}t0.91 + 0.028Rain(H+)t0.91 f(T) = 0 když T < 10°C, jinak -0.013(T-10)</p> <p>Galvanizovaná ocel ošetřená alkyd-melaminovým nátěrem (N=138, R2=0.73) (10-ASTM) = (0.0084(SO2) + 0.015Rh + f(T))t0.43 + 0.00082Rain·t0.43 f(T) = 0.040(T-10) když T < 10°C, jinak -0.064(T-10)</p>

Ocelové desky s alkydem (N=139, R2=0.68)
(10-ASTM) = (0.033(SO₂) + 0.013Rh + f(T))t_{0.41} + 0.0013Rain·t_{0.41}
 f(T) = 0.015(T-11) když T < 11°C, jinak -0.15(T-11)

Expozice pod chráněnou střechou

Korodující ocel (N=148, R2=0.76)
ML = 8.2(SO₂)0.24exp{0.025Rh + f(T)}t_{0.66}
 f(T) = 0.048(T-10) když T < 10°C, jinak -0.047(T-10)

Zinek (N=91, R2=0.80)
ML = 0.058(SO₂)0.16Rh·exp{f(T)}t_{0.49}
 f(T) = 0.039(T-10) když T < 10°C, jinak -0.034(T-10)

Zdroj: Holland et al (2004)

Peněžní ocenění škod na materiálech a budovách

Náklady škod na budovách a materiálech tvoří tři komponenty, viz Rabl (1999):

- výdaje na obnovu původního stavu a podmínek poškozené budovy,
- preventivní opatření, například ve formě dodatečných nákladů na nátěry se zvýšenou odolností,
- ztráta pohodlí, příjemnosti, komfortu z budovy.

Výdaje na obnovu jsou zjistitelné z údajů o relevantním trhu. Náklady spojené s preventivními opatřeními jsou obtížněji odvoditelné, poněvadž materiály, technologie a management spojené s opatřeními jsou v neustálém vývoji. Ztráta pohodlí nebo příjemnosti spojenými s estetickými funkcemi budovy z důvodu jejich zašpinění může být odhadnuta na základě analýzy subjektivní percepce například formou metody podmíněného hodnocení. Jak uvádí Rabl (1999), praktickým kompromisem může být odhad ztráty přínosů založený na hodnotě nákladů obnovy, přičemž celkové náklady škod představují přibližně dvojnásobek hodnoty nákladů obnovy. Výsledky odhadu škod na materiálech shrnuje Tabulka 2.5.

Tabulka 2.5: Výsledky studií k odhadu nákladů škod na budovách a materiálech v důsledku znečištění

	Exponovaná plocha m ² /obyvatele	Náklady obnovy FF/osobu/rok	Náklady obnovy FF/m ² /rok	Znečištění µg/m ³ SO ₂
Německo	56	370	6,65	>30
Praha	83	757	9,12	70
Sarpsborg	165	358	2,17	20-60
Stockholm	132	138	1,04	<20
UK		17		
Paříž	21	35	19	19

Zdroj: Rabl (1999)

2.8. Možnosti kvantifikace dopadů znečištění ovzduší na lesní ekosystémy a ztrát na zemědělské produkci

Přístupy používané v České republice

Funkce lesních ekosystémů je ekonomickými aktivitami stále více narušována a poškozována do takové míry, že již začíná být existenčně ohrožována. Nutnou podmínkou pro vtažení lesních ekosystémů do ekonomického systému a rozhodování je jejich peněžní ocenění. Problematika vyjádření významu mimoprodukčních funkcí lesa není doposud uspokojivě vyřešena, přestože ji společnost vcelku výrazně požaduje. Přesto lze současné poznatky a metodické přístupy pokládat za možné základní východisko vedoucí k výsledkům využitelným v praxi.

V případě legálního vynětí lesních pozemků určených k plnění funkcí lesa je celospolečenská ztráta jeho mimoprodukčních funkcí v současnosti řešena sankčním poplatkem podle lesního zákona ve prospěch veřejných fondů. Právě stanovení újmy na mimoprodukčních funkcích lesa dává poplatek za odnětí lesa smysl.

Problematika stanovení ekonomické hodnoty mimoprodukčních funkcí lesa byla v minulosti opakovaně řešena. V České republice je pozornost věnována především následujícím přístupům:

- Šišákova metoda vyjadřování společenského sociálně-ekonomického významu funkcí lesa (Šišák et al 2002);
- Vyskotova metoda kvantifikace reálných potencionálních funkcí lesů (Vyskot et al 2003);
- Modifikovaná hesenská metoda (Seják et al 2003).

Nové přístupy v oceňování dopadů znečištění ovzduší na ekosystémy a biodiverzitu

Do roku 2004 metoda ExternE nezahrnovala žádnou metodu nebo přístup, s jehož pomocí by bylo možné ocenit dopady znečištění ovzduší na ekosystémy a biodiverzitu. V hodnotách externích nákladů byly tyto efekty plně zanedbány. Projekty NewExt z roku 2002-2003 a IP NEEDS (2004-2008) se však snaží tuto mezeru zaplnit. Projekt NewExt (2004) přichází s přístupem standardní ceny („standard price approach“), který je aplikován na ocenění dopadů na ekosystémy; projekt IP NEEDS vyvíjí zcela novou metodologii pro ocenění dopadů na biodiverzitu.

Přístup standardní ceny (NewExt)

Tento přístup se snaží ocenit dopady eutrofizace z emisí NO_x a NH₃ a acidifikace z emisí SO₂, NO_x a NH₃ na ekosystémy Evropy. V tomto přístupu je sledována stejná logika jako u oceňování změn klimatu, tj. odvozování hodnoty podle preferencí projevených v politickém procesu. Oceňování je založené na nákladech snížení příslušných emisí, které představují zástupnou hodnotu „projevené ochoty evropské společnosti platit za zlepšení kvality ekosystémů“ (NewExt 2004, IV-3). Tato zástupná hodnota představuje implicitní hodnotu politik pro zlepšení stavu ekosystémů. Přístup předpokládá racionalitu v politickém procesu, která vede ke srovnání vyvolaných nákladů a přínosů snížení emisí navržených v politice.

Nová metodologie kvantifikace dopadů na biodiverzitu

Zcela nový přístup je rozvíjen v projektu IP NEEDS v oblasti oceňování dopadů znečištění ovzduší na biodiverzitu.

Přístup vychází z tzv. potenciálně vymizelého segmentu (Potentially Disappeared Fraction, PDF) dle Koellnera (2001). Ten představuje počet druhů, které vymizely při změně užití krajiny ve srovnání s určitým referenčním stavem. Hodnota PDF je propočtena pro každý typ biotopu dle CORINE na m². PDF je normována na hodnotu mezi +1,0 až 0, pro biotopy s relativně velkým počtem druhů může mít hodnoty dokonce mírně záporně (ale blízko nule). Zastavená plocha má například hodnotu indexu PDF 0,97; orná půda využívaná konvenčním zemědělstvím 0,74; orná půda využívaná ekologickým zemědělstvím 0,35 (Ott et al 2005). Tento přístup má podobné charakteristiky jako hesenská metoda, která hodnotí jednotlivé biotopy podle 8 kritérií. Výsledkem je vytvoření indexu ekologických služeb v rozmezí 100 (nejlepší) až 0 (nejhorší); k rozvoji a aplikaci hesenské metody v České republice viz Seják et al. (2003).

2.9. Testování metodiky ExternE na příkladě emisí ze silniční dopravy

Výpočet externích nákladů, které působí doprava v České republice, vychází z použití metodiky ExternE (European Commission, 1999). Tato metodika byla testována na vybraných kategoriích silničních motorových vozidel, které reprezentují jednotlivé druhy používaných pohonných hmot a emisní úrovně v České republice.

Analýza použitých dat

Výpočet externích nákladů pro vybrané kategorie silničních motorových vozidel byl proveden prostřednictvím softwarového programu RiskPoll 1.51 (Spadaro, 2004). Tento program vyžaduje specifická data o daných technologiích. Jedná se především o emisní data, technické charakteristiky daných zdrojů, meteorologická data a údaje o hustotě populace.

Emisní charakteristiky jednotlivých typů vozidel byly převzaty z databáze emisních faktorů automobilů MEFA (Šebor et al., 2002). Aktivní data – tedy samotné hodnoty vstupující do modelu zobrazuje tabulka. Emisní faktory pro emise NO_x, SO₂ a PM₁₀ pro rok 2005 byly vybrány podle toho, zda vozidlo se pohybuje v městském prostředí nebo ve venkovském prostředí. Pro městské prostředí jsme vycházeli z průměrné rychlosti 40 km za hodinu. Ve venkovském prostředí uvažujeme rychlost 80 km za hodinu. U obou typů prostředí uvažujeme 0% sklon vozovky. Emisní faktory pro emise skleníkových plynů (CO₂, CH₄ a N₂O) opět vztažené pro městské a venkovské prostředí byly převzaty z modelu TREMOVE 2.4 (Transport & Mobility Leuven, 2005). Emisní charakteristiky hodnocených vozidel jsou představeny v Tabulce 2.6.

Tabulka 2.6: Emisní charakteristiky hodnocených vozidel

BUS	Městské prostředí			Venkovské prostředí		
	NO _x	SO ₂	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	PM ₁₀
Diesel_konvenční	25,445	0,019	3,852	21,606	0,019	4,628
Diesel_EURO1	14,573	0,019	0,899	12,375	0,019	0,923
Diesel_EURO2	12,491	0,019	0,259	10,607	0,019	0,238
Diesel_EURO3	4,624	0,019	0,187	3,940	0,019	0,263
Diesel_EURO4	3,468	0,019	0,053	2,955	0,019	0,094
CNG_EURO3	2,775	0,000	0,004	2,364	0,000	0,006
LPG_EURO2	2,082	0,000	0,005	1,768	0,000	0,005
LDV						
Diesel_konvenční	6,152	0,006	0,732	5,993	0,005	0,689
Diesel_EURO1	3,569	0,006	0,244	3,379	0,005	0,294
Diesel_EURO2	2,141	0,006	0,120	2,027	0,005	0,145
Diesel_EURO3	0,459	0,005	0,055	0,434	0,005	0,062
Diesel_EURO4	0,255	0,005	0,030	0,241	0,005	0,035
OA						
Diesel_konvenční	1,602	0,004	0,308	1,394	0,003	0,331
Diesel_EURO1	1,105	0,004	0,143	0,970	0,003	0,140
Diesel_EURO2	0,642	0,003	0,072	0,574	0,003	0,051
Diesel_EURO3	0,381	0,003	0,032	0,335	0,003	0,033
Diesel_EURO4	0,250	0,003	0,020	0,222	0,003	0,022
Benzin_konvenční	4,968	0,004	0,001	6,088	0,004	0,003
Benzin_EURO1	0,786	0,005	0,001	0,743	0,004	0,001
Benzin_EURO2	0,321	0,005	0,001	0,299	0,004	0,001
Benzin_EURO3	0,138	0,005	0,001	0,141	0,004	0,001
Benzin_EURO4	0,112	0,005	0,001	0,115	0,003	0,001

LPG_konvenční	2,191	0,000	0,001	1,759	0,000	0,003
LPG_EURO1	0,347	0,000	0,001	0,215	0,000	0,001
LPG_EURO2	0,142	0,000	0,001	0,086	0,000	0,001
LPG_EURO3	0,061	0,000	0,001	0,041	0,000	0,001
LPG_EURO4	0,050	0,000	0,001	0,033	0,000	0,001
CNG_EURO2	0,142	0,000	0,001	0,086	0,000	0,001
CNG_EURO3	0,061	0,000	0,001	0,041	0,000	0,001
CNG_EURO4	0,050	0,000	0,001	0,033	0,000	0,001
HDV						
Diesel_konvenční	34,410	0,012	3,223	35,755	0,012	2,401
Diesel_EURO1	21,936	0,012	1,897	21,937	0,012	1,424
Diesel_EURO2	15,939	0,012	0,491	15,629	0,013	0,371
Diesel_EURO3	2,189	0,012	0,262	2,108	0,013	0,197
Diesel_EURO4	1,682	0,012	0,076	1,604	0,013	0,057

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

Zdroj: (Šebor et al., 2002)

Odhad externích nákladů a především výpočet lokálního dopadu vychází z použití hodinových meteorologických dat (teplota, rychlost a směr větru). Tyto data byla poskytnuta oddělením informačního systému kvality ovzduší Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), které provozuje Informační systém kvality ovzduší (ISKO). Do informačního systému je zahrnut monitoring znečištění ovzduší a kvality srážek na území ČR, který je zajišťován především měřicí sítí stanic automatizovaného imisního monitoringu (AIM). Pro výpočet dopadu znečišťujících látek byly vybrány stanice AIM situované ve vybraných modelových územích, tak aby co nejlépe reprezentovaly lokální meteorologické podmínky dané oblasti. Výběr z meteorologických dat pro výpočet lokálního dopadů pro městské a venkovské prostředí zobrazuje Tabulka 2.7.

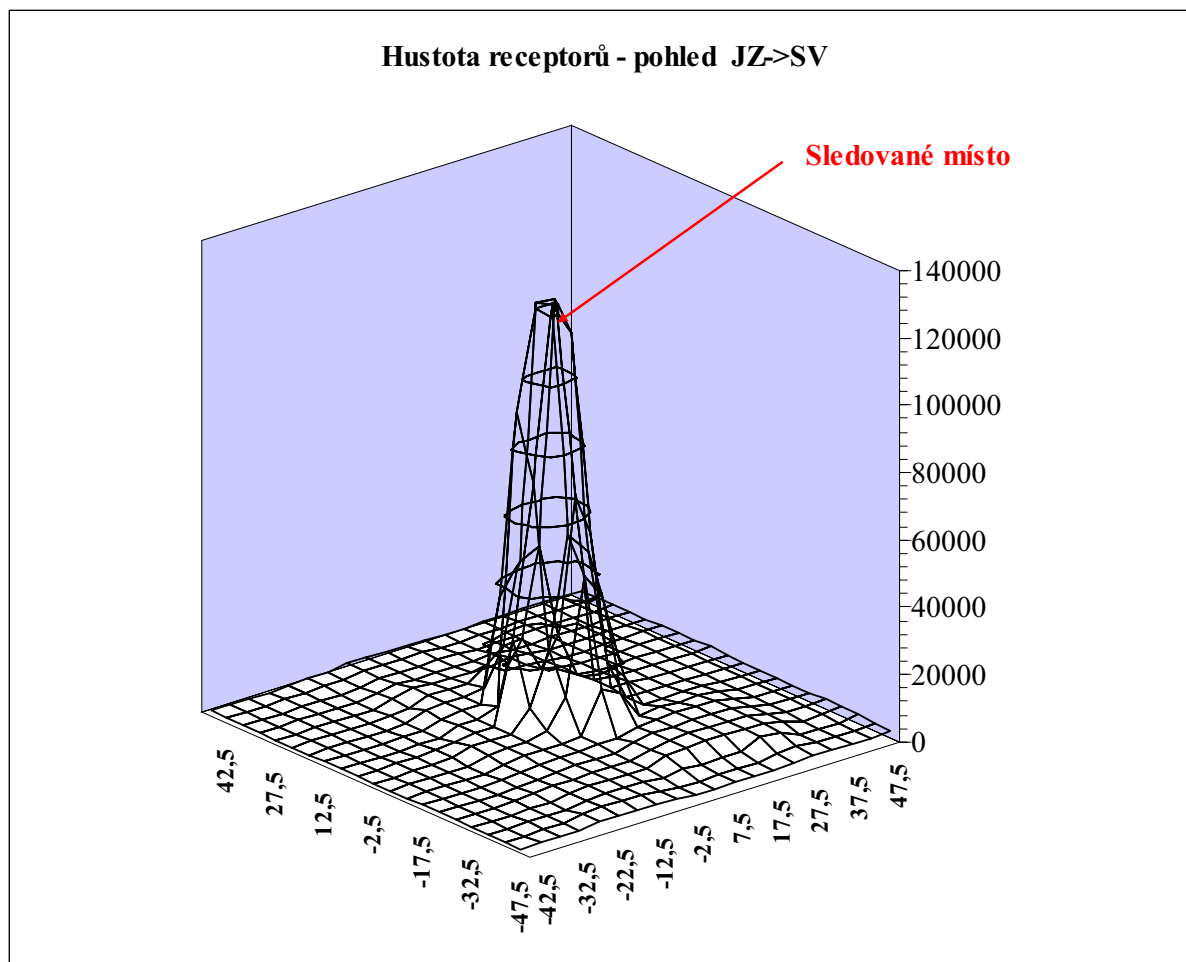
Tabulka 2.7: Vybrané meteorologické údaje pro analýzu lokálního dopadu

Meteorologická data	Městské prostředí	Venkovské prostředí
Průměrná teplota vzduchu (K)	283,7	282,2
Průměrná rychlost větru (m/s)	1,3	2,4
Výška anemometru (m)	10,0	10,0
Pasquill Distribution Class A (%)	5,5	1,5
Pasquill Distribution Class B (%)	28,1	14,3
Pasquill Distribution Class C (%)	7,7	12,7
Pasquill Distribution Class D (%)	4,4	21,4
Pasquill Distribution Class E (%)	2,4	11,4
Pasquill Distribution Class F (%)	52,0	38,7
Průměrná výška promíchávání (m)	622,4	530,6

Zdroj: ČHMÚ

Data o hustotě populace pro sledované lokality metropolitní a urbální oblast byly převzaty od statistického úřadu (ČSÚ) a z materiálů magistrátu hl. m. Prahy (MHMP). Obrázek 2.4 ilustruje hustotu populace v Praze včetně vybrané lokality.

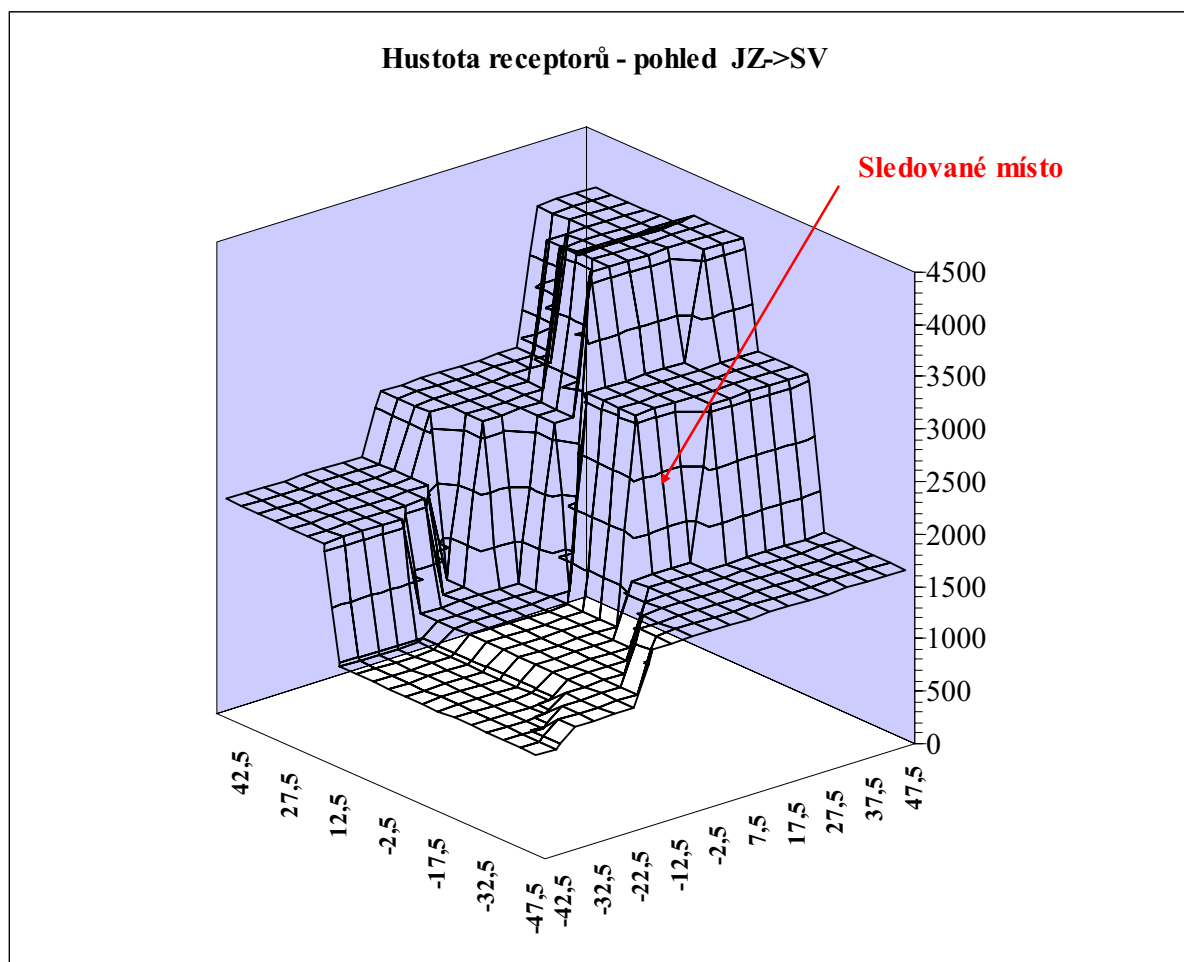
Obrázek 2.4: Hustota populace v Praze (metropolitní oblast) (grid 5km×5km)



Zdroj: COŽP UK

Obrázek 2.5 ilustruje hustotu populace v Severočeském kraji, který byl vybrán jako urbánní oblast.

Obrázek 2.5: Hustota populace v Severočeském kraji (urbánní oblast) (grid 5km×5km)



Zdroj: COŽP UK

Testování metodiky ExternE

Aplikace metodiky ExternE byla zaměřena na dopravní prostředky, které jsou v současné době v ČR běžně využívané, a které budou využívány také v blízké budoucnosti. Výpočet externalit byl zaměřen na samotný provoz jednotlivých silničních motorových vozidel. Vyjádření externích nákladů z procesů, které předcházejí samotnému provozu vozidla (upstream processes) - jako je těžba, doprava, zpracování surovin pro výrobu paliv, maziv a motorového vozidla, jako i jejich samotná výroba - nebylo v této fázi výzkumu uvažováno.

Pro vybrané kategorie silničních motorových vozidel byly vypočítány externí náklady za pomoci softwarové aplikace RiskPoll 1.51 (Spadaro, 2004). Tento model byl primárně určen na kvantifikaci externích nákladů ze stacionárních zdrojů znečištění, takže jsme k aproximaci výsledků na podmínky městské zástavby zvolili a s autorem metody konzultovali aproximaci na městské podmínky dopravy (Spadaro, 2003). Přesnější představu ukazuje Obrázek 2.6.

Obrázek 2.6: Aproximace městských podmínek pomocí modelu RiskPoll

$$\text{Externí náklady} = \text{SUWM} \times (P_{\text{road}}/P_{\text{reg}}) \times (K/K_{\text{adj}})$$

Kde *SUWM* je výsledek z modelu Simple Uniform World Model softwarového balíčku RiskPoll, P_{reg} a P_{road} jsou hustoty populace v regionu, respektive v okolí sledovaného úseku silnice. K a K_{adj} je rychlost usazování znečišťujících látek (normální a upravená). Upravená rychlost usazování je umělý koncept začleněný do kalkulace, který reflektuje specifické podmínky (městské prostředí, malá výška zdroje znečišťování ovzduší) a tím zvyšuje rychlost tohoto přirozeného procesu.

$$K_{\text{adj}} = -\ln(1-q/Q) \times (u \times h_{\text{mix}}) / R_{\text{impact}}$$

Kde q/Q je podíl polutantu usazeného v místě, u je rychlost větru, h_{mix} je výška promíchávání a R_{impact} je rádius dopadu.

Modelování dopadů znečišťujících látek (SO_2 , NO_x a PM_{10}) a skleníkových plynů a následně jejich peněžní ohodnocení pro vybrané kategorie vozidel bylo provedeno na třech modelových oblastech – centrum Prahy (*metropolitan*), Severní Čechy (*urban*) a kraj Vysočina (*rural*). 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 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, urbánní nebo rurální oblasti bylo vytvořeno pro výpočet externích nákladů 105 modelových scénářů. Odhady externích nákladů pro jednotlivé druhy vozidel ilustruje Tabulka 2.8, kde jsou zobrazeny jednotlivé kategorie dopadu na lidské zdraví a dopady skleníkových plynů.

Tabulka 2.8: Externí náklady dopravy v České republice v Kč/vkm (2005)

Oblast	Lidské zdraví			GHG			Celkem		
	Metr.	Urban	Rural	Metr.	Urban	Rural	Metr.	Urban	Rural
BUS									
Diesel_konvenční	205,05	16,74	6,36	0,43	0,43	0,47	205,48	17,16	6,83
Diesel_EURO1	95,81	8,15	3,10	0,41	0,41	0,47	96,23	8,57	3,57
Diesel_EURO2	73,67	5,35	2,03	0,40	0,40	0,47	74,07	5,75	2,51
Diesel_EURO3	28,94	2,24	0,85	0,33	0,33	0,48	29,27	2,57	1,33
Diesel_EURO4	20,30	1,54	0,59	0,33	0,33	0,47	20,63	1,87	1,06
CNG_EURO3	15,42	1,12	0,43	0,25	0,25	0,31	15,67	1,37	0,74
LPG_EURO2	11,62	0,84	0,32	0,27	0,27	0,34	11,89	1,11	0,66
LDV									
Diesel_konvenční	46,27	3,80	1,44	0,16	0,16	0,14	46,43	3,96	1,59
Diesel_EURO1	23,87	2,01	0,76	0,15	0,15	0,14	24,02	2,16	0,90
Diesel_EURO2	13,91	1,16	0,44	0,14	0,14	0,13	14,05	1,30	0,57
Diesel_EURO3	3,51	0,30	0,11	0,14	0,14	0,13	3,65	0,43	0,24
Diesel_EURO4	1,97	0,17	0,06	0,13	0,13	0,13	2,10	0,30	0,19
OA									
Diesel_konvenční	14,03	1,13	0,43	0,09	0,09	0,08	14,12	1,22	0,51
Diesel_EURO1	8,53	0,66	0,25	0,09	0,09	0,08	8,62	0,75	0,33

Diesel_EURO2	4,79	0,35	0,13	0,09	0,09	0,08	4,89	0,44	0,21
Diesel_EURO3	2,68	0,21	0,08	0,09	0,09	0,07	2,77	0,29	0,15
Diesel_EURO4	1,75	0,14	0,05	0,09	0,09	0,07	1,83	0,23	0,13
Benzin_konvenční	27,57	2,88	1,09	0,14	0,15	0,11	27,72	3,02	1,21
Benzin_EURO1	4,41	0,36	0,14	0,14	0,14	0,11	4,56	0,50	0,25
Benzin_EURO2	1,85	0,15	0,06	0,13	0,13	0,10	1,97	0,28	0,16
Benzin_EURO3	0,83	0,07	0,03	0,12	0,12	0,09	0,95	0,19	0,12
Benzin_EURO4	0,68	0,06	0,02	0,11	0,11	0,09	0,80	0,17	0,11
LPG_konvenční	12,15	0,83	0,32	0,17	0,18	0,11	12,32	1,01	0,42
LPG_EURO1	1,93	0,10	0,04	0,16	0,17	0,10	2,08	0,27	0,14
LPG_EURO2	0,79	0,04	0,02	0,14	0,16	0,10	0,93	0,20	0,12
LPG_EURO3	0,34	0,02	0,01	0,13	0,15	0,10	0,48	0,17	0,11
LPG_EURO4	0,28	0,02	0,01	0,13	0,13	0,10	0,42	0,15	0,11
CNG_EURO2	0,79	0,04	0,02	0,09	0,09	0,07	0,88	0,13	0,09
CNG_EURO3	0,34	0,02	0,01	0,08	0,08	0,07	0,43	0,11	0,08
CNG_EURO4	0,28	0,02	0,01	0,08	0,08	0,07	0,37	0,10	0,07

HDV

Diesel_konvenční	244,14	20,25	7,69	0,40	0,40	0,47	244,54	20,65	8,17
Diesel_EURO1	153,06	12,36	4,70	0,38	0,38	0,45	153,44	12,74	5,15
Diesel_EURO2	96,53	7,90	3,00	0,36	0,36	0,44	96,89	8,26	3,44
Diesel_EURO3	16,61	1,28	0,49	0,34	0,34	0,42	16,96	1,63	0,91
Diesel_EURO4	10,71	0,85	0,32	0,33	0,33	0,42	11,05	1,18	0,74

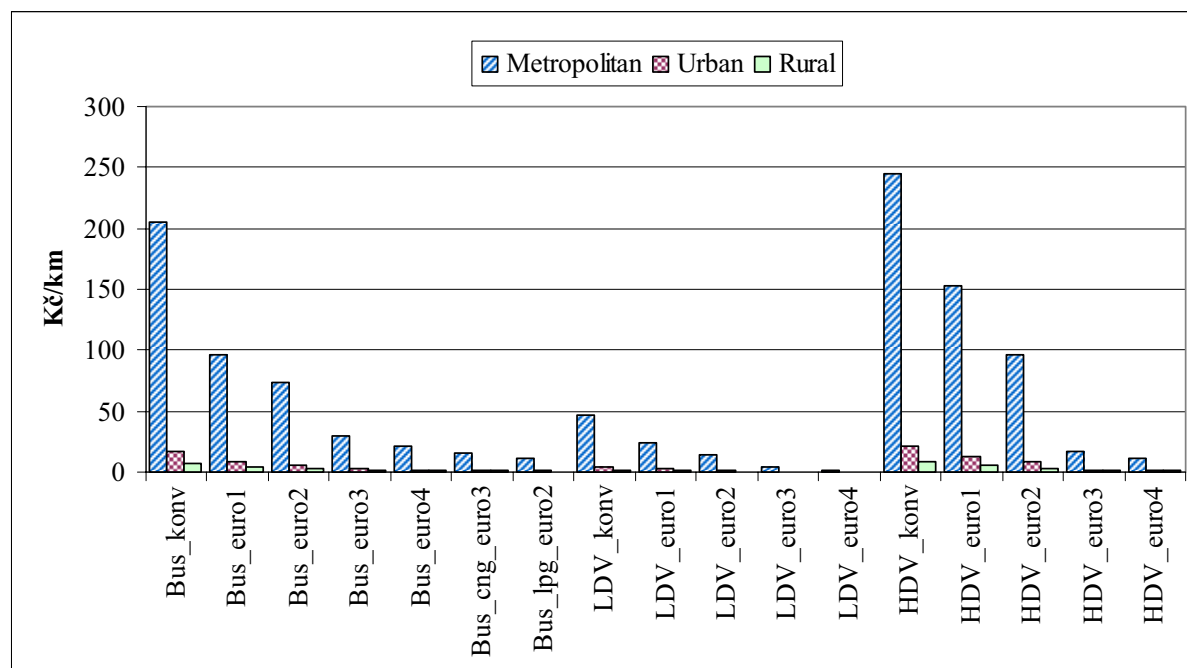
Pozn: OA-osobní automobil, HDV-nákladní automobil, LDV – dodávka

GHG – skleníkové plyny

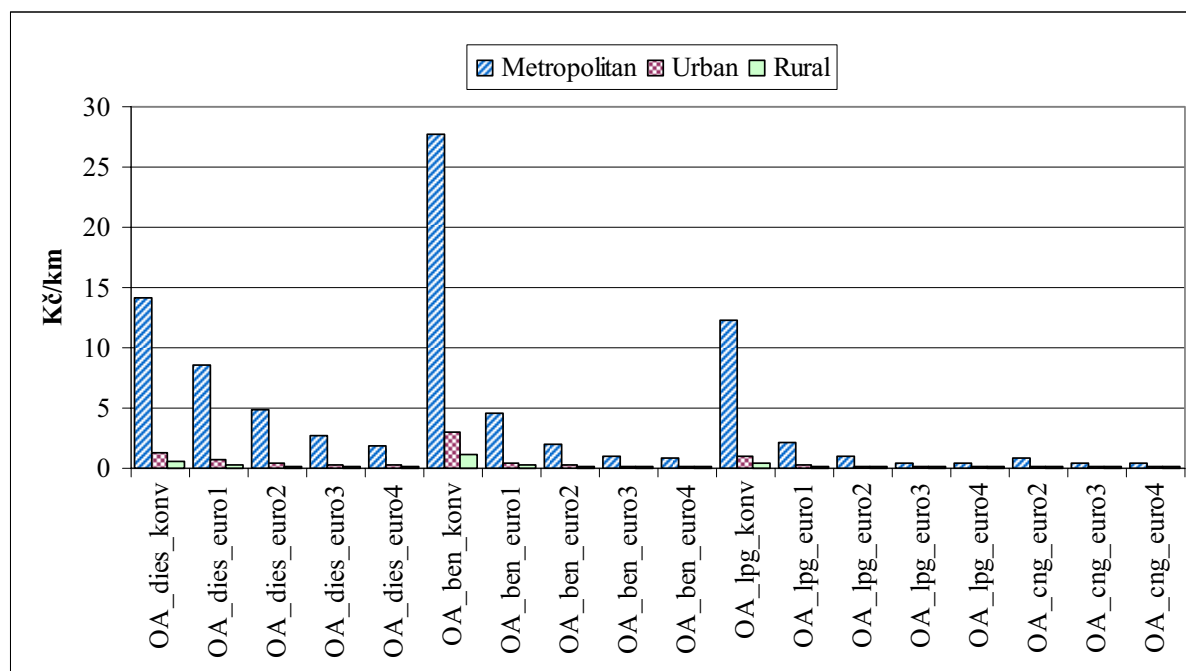
Zdroj: COŽP UK

Grafické vyjádření uvažovaných dopadů pro jednotlivé typy oblastí u vybraných silničních vozidel přibližuje Obrázek 2.7 a Obrázek 2.8.

Obrázek 2.7: Externí náklady pro BUS, LDV a HDV v Kč/vkm (2005)



Zdroj: COŽP UK

Obrázek 2.8: Externí náklady u vybraných kategorií osobních automobilů v Kč/vkm (2005)

Zdroj: COŽP UK

Výše uvedené Obrázky 2.7 a 2.8 přibližují skutečnost, že externí náklady jsou ovlivněny nejen technologií – tedy množstvím polutantu, ale zejména lokalitou, ve které se vozidlo pohybuje. V celkovém hodnocení jde většinou o řádový rozdíl mezi venkovským, městským 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.

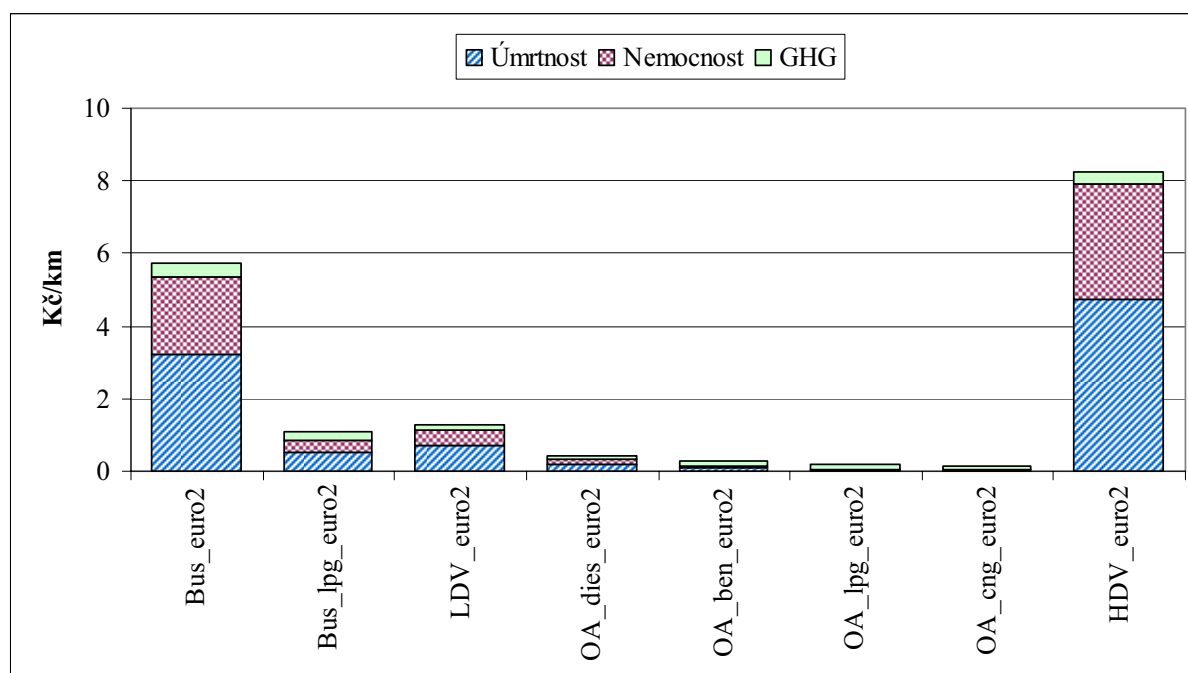
Nejhorší ze sledovaných vozidel jsou nákladní automobily (nad 3,5 t), které mají diesellové motory s emisními parametry odpovídající konvenční úrovni. Pokud takový automobil projíždí hustě obydlenou oblastí jako je centrum Prahy generuje externí náklady (škody na zdraví a škody související s působením skleníkových plynů) více než 245 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 0,37 do 0,88 Kč/vkm (CNG) a od 0,42 do 0,93 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 0,07 do 0,09 Kč/vkm (CNG) a od 0,11 do 0,12 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 (0,19 Kč/vkm).

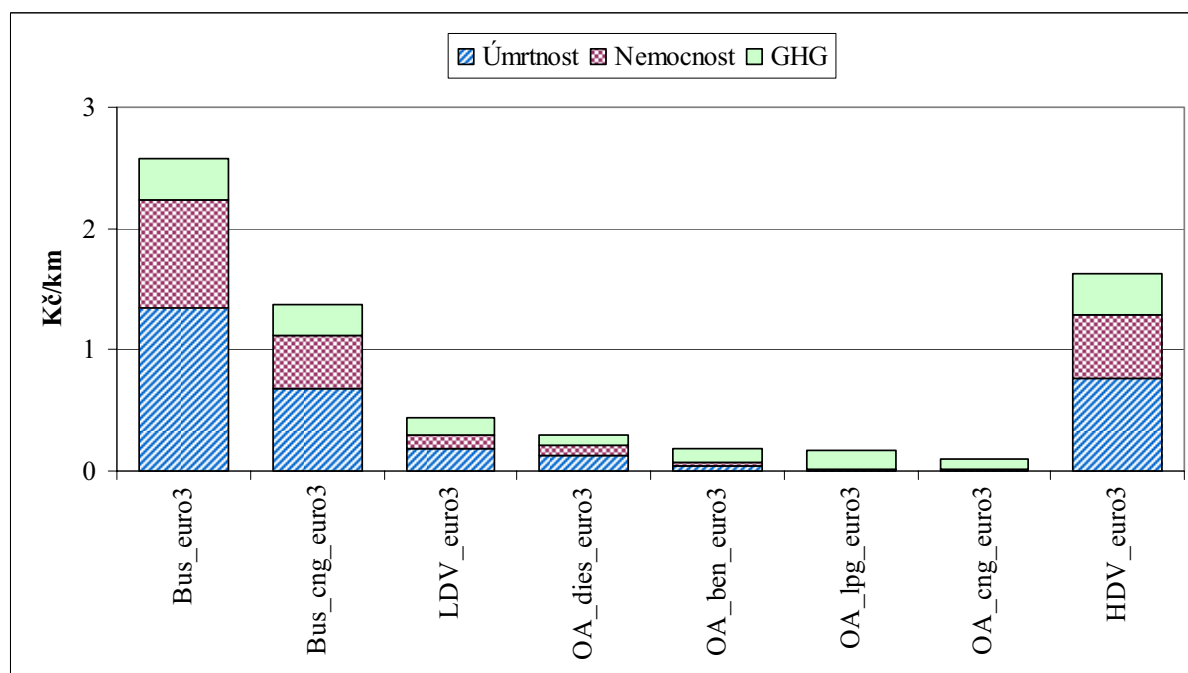
V případě kvantifikace dopadů ze silniční dopravy je významná část škody tvořena dopady na lidské zdraví, kdy dochází ke zvýšenému výskytu onemocnění, převážně respiračních a kardiovaskulárních (morbidita), a i ke snížení průměrné délky života (mortalita). Z celkových externích nákladů působících na lidské zdraví tvoří dopady na nemocnost přibližně 40 % a dopady na mortalitu 60 %. Tuto skutečnost přibližuje Obrázek 2.9 a 2.10 pro vybrané technologie s emisním standardem EURO 2 a 3 pro urbánní oblast.

Obrázek 2.9: Externí náklady pro vozidla s EURO 2 – urbánní oblast (v Kč/vkm pro 2005)



Zdroj: COŽP UK

Obrázek 2.10: Externí náklady pro vozidla s EURO 3 – urbánní oblast (v Kč/vkm pro 2005)



Zdroj: COŽP UK

Další kategorií dopadu, která byla při kvantifikaci externích nákladů uvažována, je dopad skleníkových plynů na změnu klimatu. Dopady změny klimatu se v rámci celkové externality pohybují mezi 1 % - 90 % 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 9 - 50 € za tunu CO₂ ekv.) (viz.

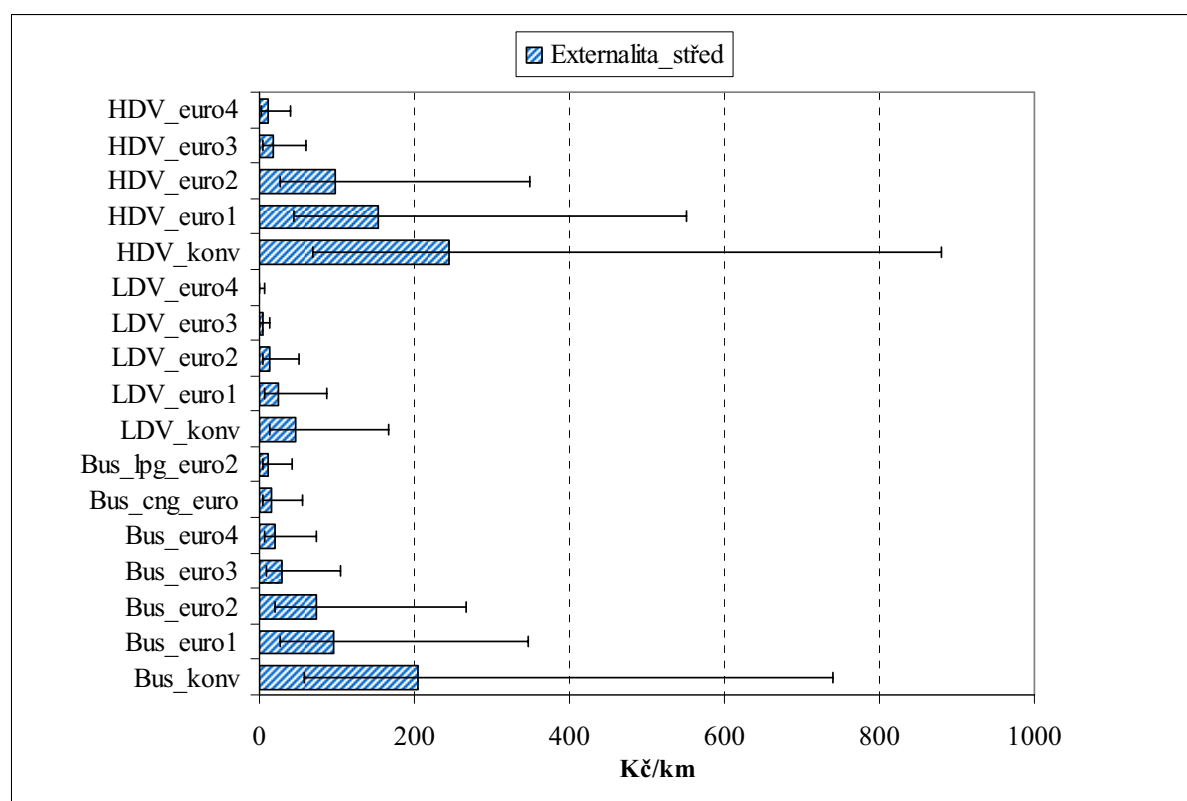
Tabulka 2.9, Obrázek 2.11 a 2.12). V metodě ExternE se v současnosti používá přístup ocenění nákladů na zamezení, kdy cena za 1 tunu CO₂ je 19 € (Fahl et al., 1999). K diskusi variability mezních společenských nákladů změny klimatu viz Downing et Watkiss 2003; 2004 nebo Melichar et al. 2004.

Tabulka 2.9: Přehled jednotkových hodnot vyživaných pro hodnocení dopadů změny klimatu

Přístup	Hodnota 1 t CO ₂	Zdroj
<i>Mezní škody</i>		
medián	2,4 €	ExternE 2000
1 % diskontní míra	9 €	NewExt
ceny roku 2000	105 €/tC	UK DEFRA
střední hodnota	\$5,5	Světová banka
<i>Mezní náklady na zamezení</i>		
dosažení cílů Kyotského protokolu	5 – 20 €	NewExt
obchodovatelná emisní povolení	cca 20 € (18 - 24)	od července do října 2005

Zdroj: European Commission (2005)

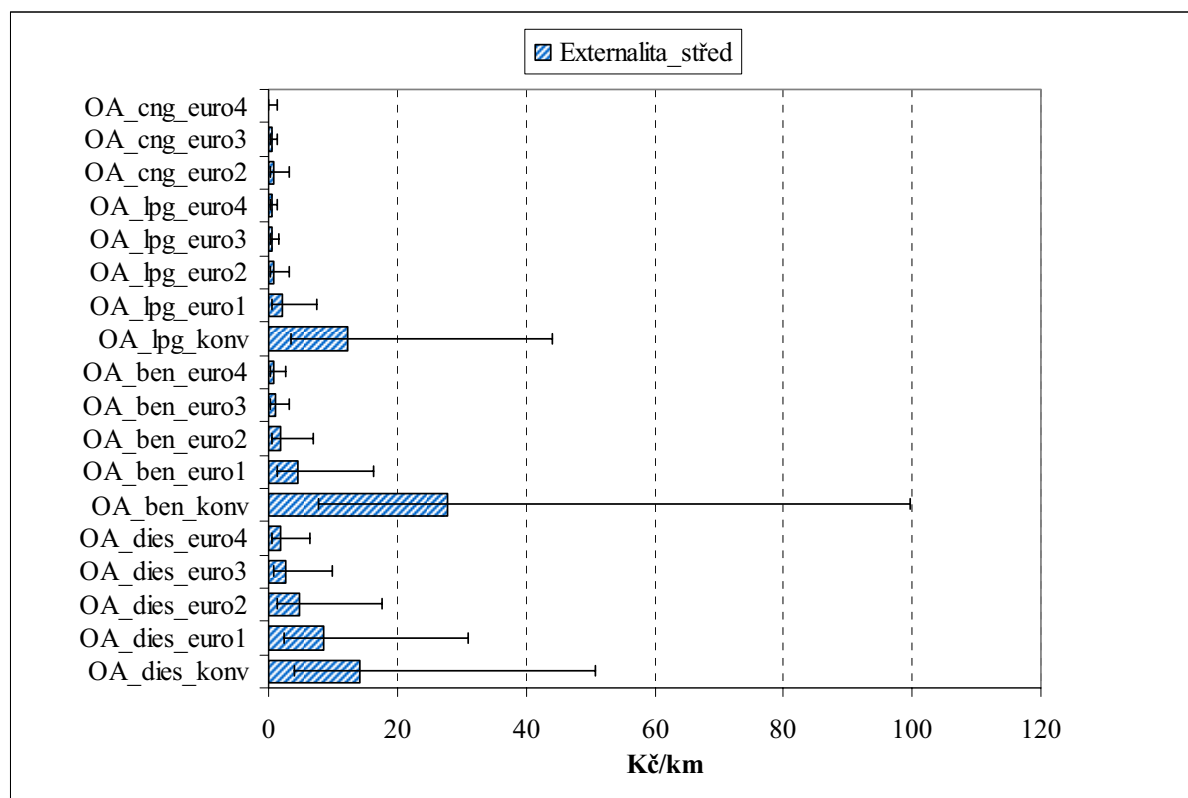
Obrázek 2.11: Citlivostní analýza externí nákladů pro BUS, LDV a HDV v Kč/vkm (2005)



Pozn: dolní mez 9 € za tunu CO₂ ekv., střed 19 € a horní mez 50 € za tunu CO₂ ekv.

Zdroj: COŽP UK

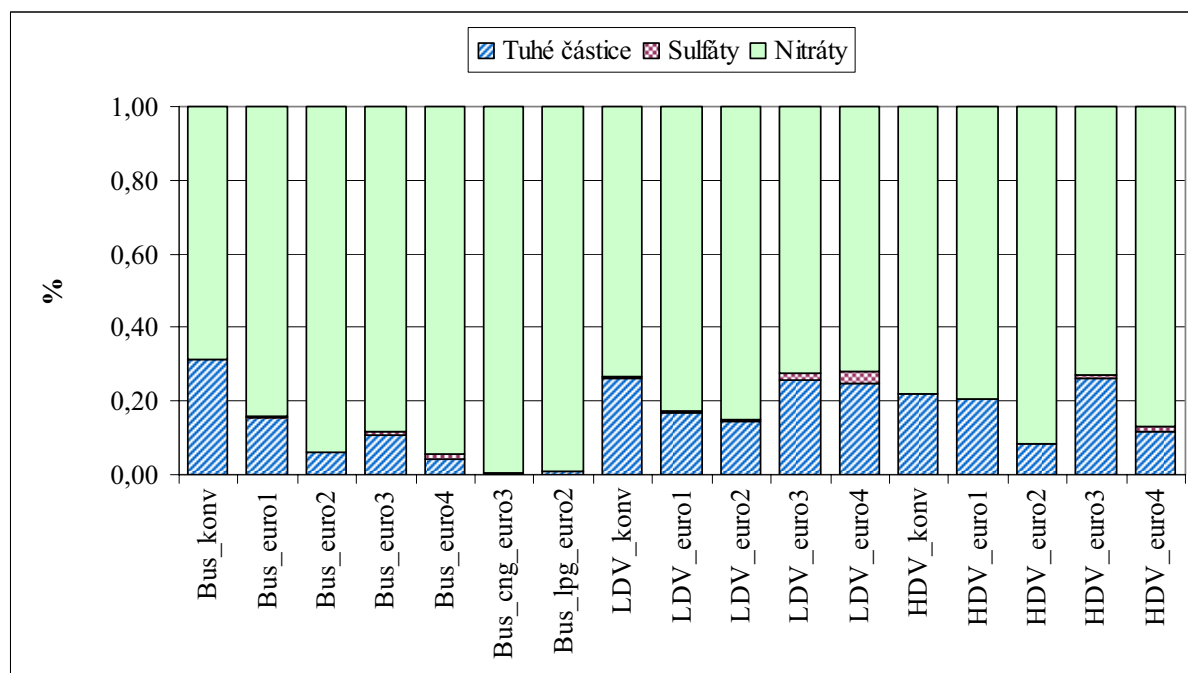
Obrázek 2.12: Citlivostní analýza externí nákladů pro vybrané kategorie osobních automobilů v Kč/vkm (2005)



Pozn: dolní mez 9 € za tunu CO₂ ekv., střed 19 € a horní mez 50 € za tunu CO₂ ekv.
Zdroj: COŽP UK

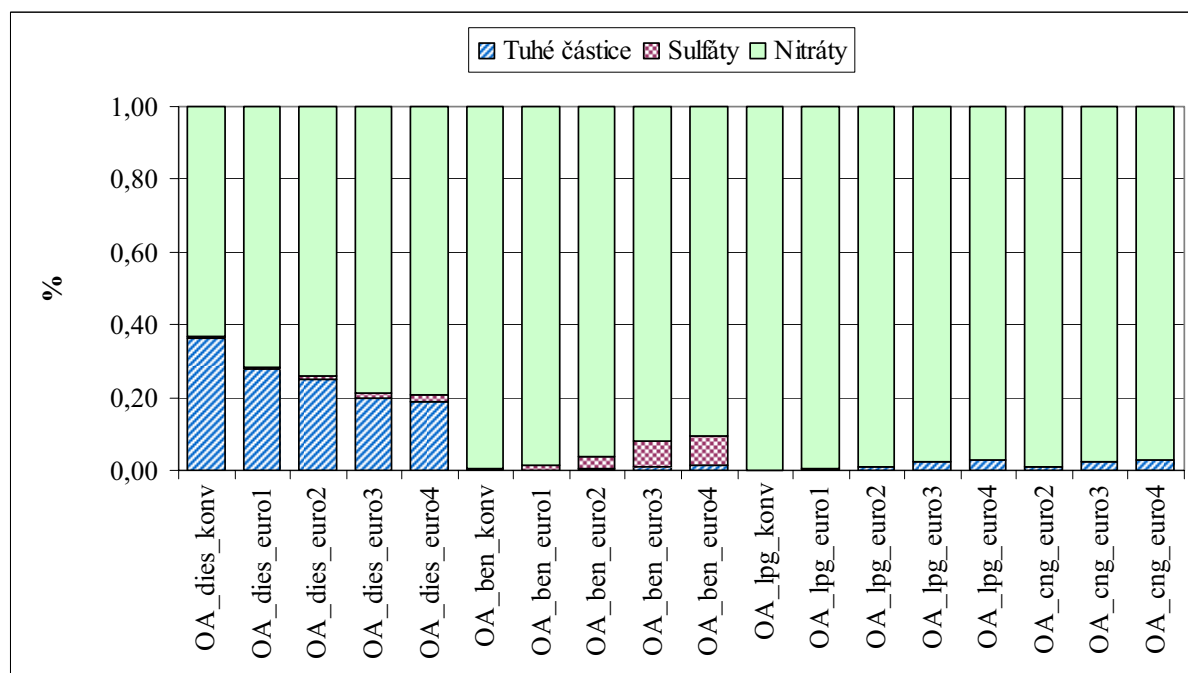
Obrázek 2.13 a 2.14 přibližuje další zajímavou skutečnost. Procentuální zastoupení dopadů na lidské zdraví je zejména způsobeno působením nitrátů (od 60 do 98 %). Dalším významným činitelem jsou tuhé částice. Oproti tomu působení sulfátů na lidské zdraví je minimální.

Obrázek 2.13: Procentuální zastoupení škodlivin na výše externality pro BUS, LDV a HDV v Kč/vkm (2005)



Zdroj: COŽP UK

Obrázek 2.14: Procentuální zastoupení škodlivin na výše externality pro osobní automobily v Kč/vkm (2005)



Zdroj: COŽP UK

Dopady na zemědělskou produkci, ekosystémy, budovy a materiály a dopady ze zvýšené hladiny hluku mají v převážné většině lokální charakter. Tyto druhy externích nákladů však nebyly doposud v rámci této analýzy kvantifikovány a oceněny. Na druhou stranu dle evropských studií ExternE (European Commission, 1999) odhadujeme jejich příspěvek k celé sumě za minoritní.

2.10. Vliv dopravy na lidské zdraví – citlivostní analýza

Emise primárních polutantů, jako jsou tuhé částice, SO₂, NO_x a CO, na jejichž vypouštění do ovzduší se podílí do určité míry také doprava, zvyšuje počet hospitalizovaných pacientů trpících respiračními a kardiovaskulárními onemocněními nebo může zvýšit riziko úmrtí (viz shrnutí např. v CAFE Programu in: AEA Technology 2004; Krupnick et al. 2004). Změny v kvalitě ovzduší tedy působí na zdravotní stav obyvatelstva.

Epidemiologické studie, které byly publikovány v minulých deseti letech, se snaží přesněji popsat provázanost mezi znečištěním ovzduší a dopady na lidské zdraví. Recentní přehled těchto studií podává např. WHO (WHO, 2003) nebo AIRNET Work Group 2 report (Katsouyanni et Hoek (eds.), 2004). Pokud se ekonomové v současnosti snaží vyjádřit dopady znečištění ovzduší na lidské zdraví v monetárních jednotkách, je pro ně epidemiologický výzkum tohoto druhu nepostradatelný. Ekonomické ocenění těchto dopadů není proveditelné, pokud není prokázán kauzální vztah mezi rizikem onemocnění a znečištěním ovzduší.

Výpočet externích nákladů působených vybranými kategoriemi silničních motorových vozidel byl proved s využitím analýzy drah dopadů (*Impact Pathway Approach, IPA*). V rámci této analýzy byly použity tzv. funkce expozice-odpověď (*exposure-response functions, ERF*), které vymezují vztah mezi zvýšenou koncentrací určité škodliviny (PM₁₀, SO₂ a NO_x) a výší dopadu na nemocnost a úmrtnost. Použité ERF jsou převzaty z projektů ExternE (European Commission, 1999).

Dopady¹² určené na základě ERF jsou monetárně ohodnoceny podle jednotkových nákladů, které uvádí následující Tabulka 2.10.

Tabulka 2.10: Monetární hodnoty použité pro ekonomické ocenění dopadů

Dopady na lidské zdraví	€ ₂₀₀₀ ExternE	Hodnoty pro ČR	
		€ ₂₀₀₀ ČR	€ ₂₀₀₀ přes paritu HDP**
Infarkt	3 260	-	1 043
Chronická bronchitida	169 330	-	54 186
Dny s mírně omezenou aktivitou	45	11	14
Dny s omezenou aktivitou	110	54	35
Použití bronchodilatátoru	40	-	13
Kašel	45	11	14
Onemocnění dolních cest dýchacích	8	-	3
Astmatický záchvat	75	-	-
Chronický kašel	240	-	77
Hospitalizace s mozkovou příhodou	16 730	-	-
Hospitalizace pro nemoci dýchací soustavy	4 320	360	1 382
Dny s příznaky	45	11	14
Akutní YOLL (3% diskontní míra)	75 000	41 250	24 000
Chronická YOLL (3% diskontní míra)	50 000	27 500	16 000

*Yoll - dopady na mortalitu vychází z přístupu "years of life lost"

** HDP ČR přepočten přes směnný kurz jako podíl k HDP EU-15, který činí 32% pro rok 2002 [MF, 2004].

Zdroj: Friedrich a Bickel (2001), COŽP

V souvislosti s tím, že COŽP provedl výzkum v oblasti oceňování vybraných typů onemocnění, lze hodnoty jednotkových nákladů používaných v ExternE u některých nemocí revidovat. Tento výzkum je financovaný z projektu VaV/320/1/03 – Externí náklady výroby elektřiny a tepla v podmínkách ČR a metody jejich internalizace a GAČR 402/04/1336 „Nové přístupy k oceňování úmrtnosti a rizika

¹² Dopady jsou kvantifikované ve fyzických jednotkách. Pro morbiditu se využívá počet případů určitého typu onemocnění, počet dnů s omezenou aktivitou; pro mortalitu se používá %změna roční míry úmrtnosti.

onemocnění a jejich aplikace v podmínkách České republiky“, kde je mimo jiné aplikována metoda podmíněného hodnocení (*contingent valuation method, CVM*) a metoda „cost-of-illness“.

Aplikace CVM v oblasti oceňování nemocnosti dospělých poskytlo následující částky, které jsou jedinci ochotni zaplatit za to, že se vyhnou určitému typu onemocnění, viz Tabulka 2.11. Je nutné zdůraznit, že se jedná o hodnoty WTP zjištěné z pilotního šetření aplikované na malý vzorek populace (N=40), které poskytuje výsledky statisticky relativně nevýznamné. Tyto hodnoty jsou pouze orientační, a poskytují pouze proto je nutné výsledné externí náklady prezentované dále brát s rezervou.

Tabulka 2.11: Ochota platit za vyhnutí se onemocnění

WTP za vyhnutí se onemocnění	N	Průměr [s.e.]	95% interval spolehlivosti		Medián [s.e.]
			Spodní	Horní	
návštěva lékaře (A)	35	1417 [s.e. 359]	687	2147	750 [s.e. 377]
zarudlé oči (B)	34	371 [s.e. 85]	197	544	200 [s.e. 90]
hospitalizace (C)	34	3388 [s.e. 885]	1588	5189	1500 [s.e. 944]
setrvání na lůžku (D)	32	991 [s.e. 285]	409	1572	325 [s.e. 309]
kašel (E)	35	371 [s.e. 83]	204	539	200 [s.e. 88]

Pozn.: WTP – willingness to pay
Zdroj: COŽP UK

Celková hodnota dopadů znečištěného ovzduší na lidské zdraví dále zahrnuje vynaložené náklady spojené s léčením nemoci a ztrátu výtěžku. Tyto položky byly zjišťovány pomocí metody cost-of-illness.

COŽP v rámci projektu cCASHh¹³ financovaného Světovou zdravotnickou organizací zjišťovalo prostřednictvím metody podmíněného hodnocení hodnotu statistického života (*value of a statistical life, VSL*) pro ČR na základě ochoty platit za snížení rizika úmrtí z respiračních a kardiovaskulárních onemocnění (Alberini et al., 2005). Hodnota statistického života byla použita pro revidování hodnoty roku ztraceného života (years of life lost, YOLL) pro ČR.

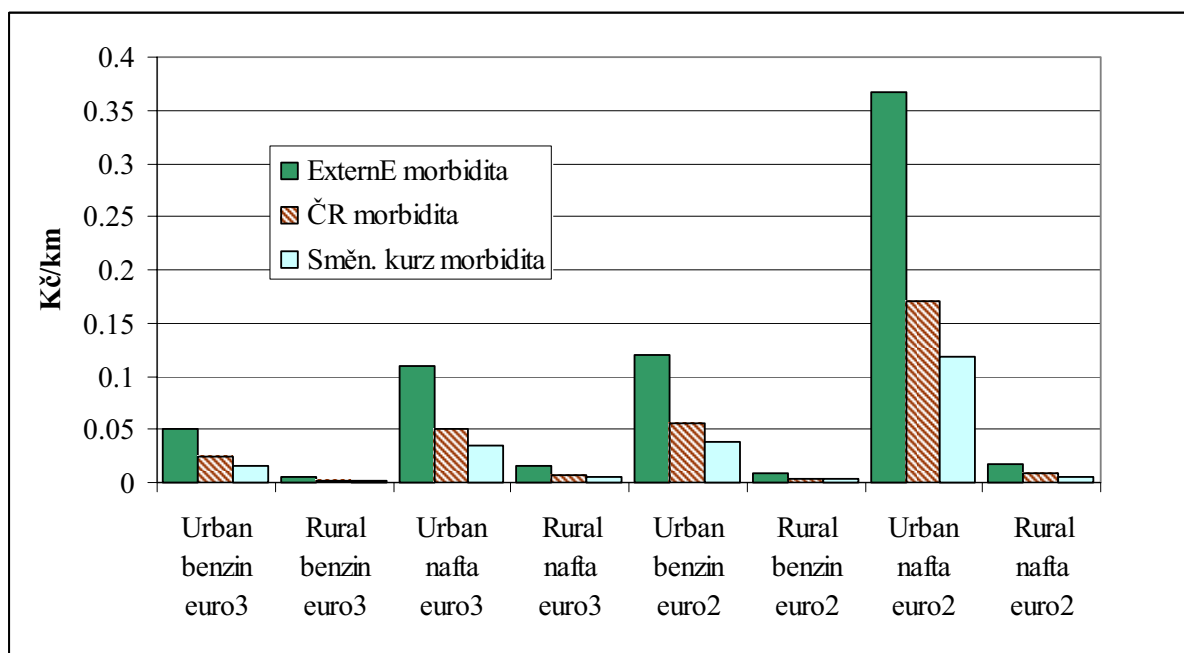
Hodnoty zjišťované pro ČR u vybraných typů onemocnění a úmrtnosti přibližuje **Tabulka** . V této tabulce jsou také uvedeny hodnoty jednotlivých onemocnění, které jsou vypočteny na základě přístupu „benefit transfer“, konkrétně dle poměru HDP v ČR vyjádřeného pomocí směnného kurzu a EU-15 (dále „směnný kurz“).

Obrázek 2.15 a 2.16 porovnává hodnoty morbidit vypočtené z jednotkových hodnot využívaných v ExternE, hodnot přepočtených podle poměru HDP dle směnného kurzu a hodnot vypočtených pro ČR COŽP UK. České hodnoty byly odhadnuty pro pět typů onemocnění¹⁴, které tvoří 28 % z celkové hodnoty morbidit počítané z jednotkových hodnot ExternE (viz Zprávu projektu VaV 320/1/03. Pokud porovnáme tuto část odhadů morbidit, pak české odhady tvoří 44 % hodnoty vypočítané podle ExternE. Použijeme-li úpravu podle poměru HDP (dle směnného kurzu), pak tato hodnota tvoří dokonce 32 % hodnot vypočtených dle ExternE (Friedrich et Bickel 2001).

¹³ climate Change and Adaptation Strategies for Human health in Europe

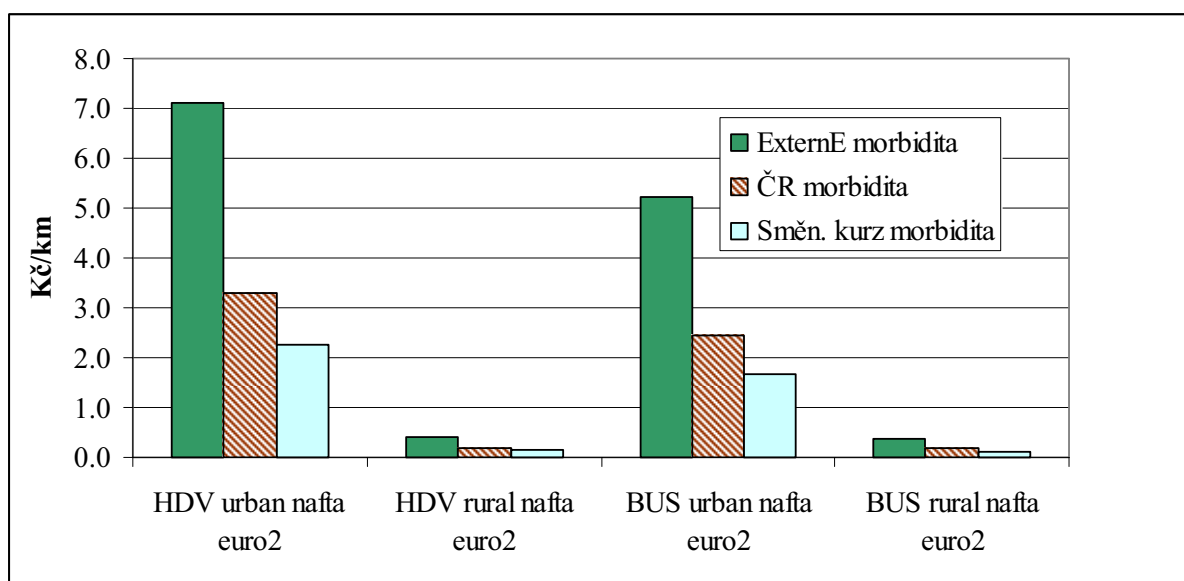
¹⁴ Jedná se o dny s mírně omezenou aktivitou, dny s omezenou aktivitou, kašel, hospitalizace pro nemoci dýchací soustavy a dny s příznaky.

Obrázek 2.15: Porovnání odhadů morbidity (28% část) podle hodnot ExternE, hodnot z ČR a směnného kurzu pro osobní automobily, v Kč/km (2000)



Zdroj: COŽP UK

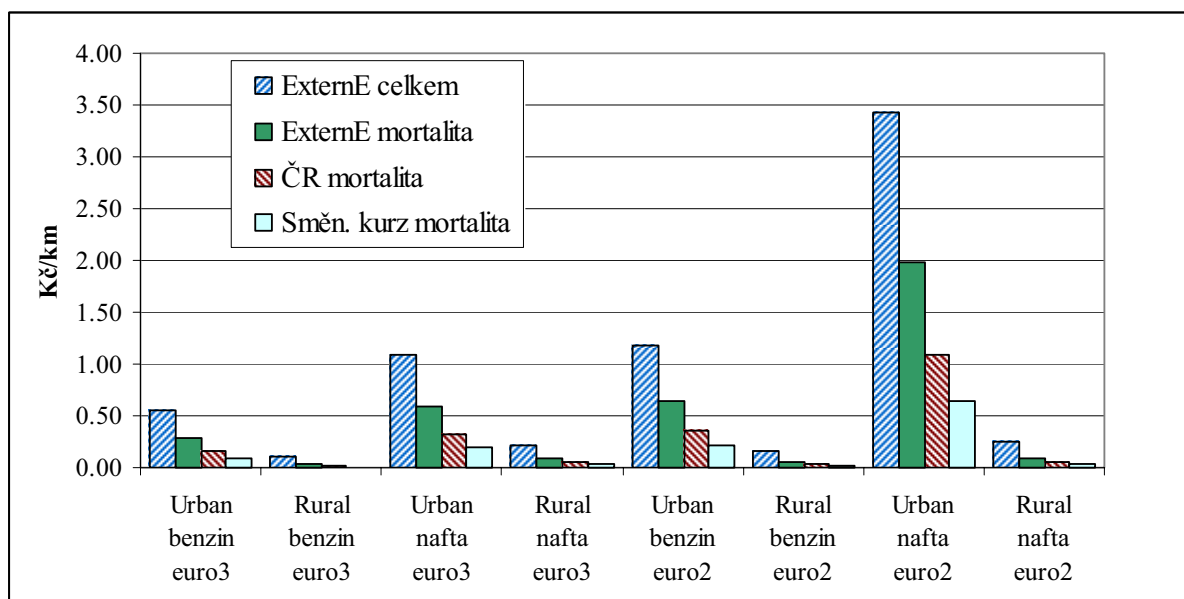
Obrázek 2.16: Porovnání odhadů morbidity (28% část) podle hodnot ExternE, hodnot z ČR a směnného kurzu pro HDV a BUS, v Kč/km (2000)



Zdroj: COŽP UK

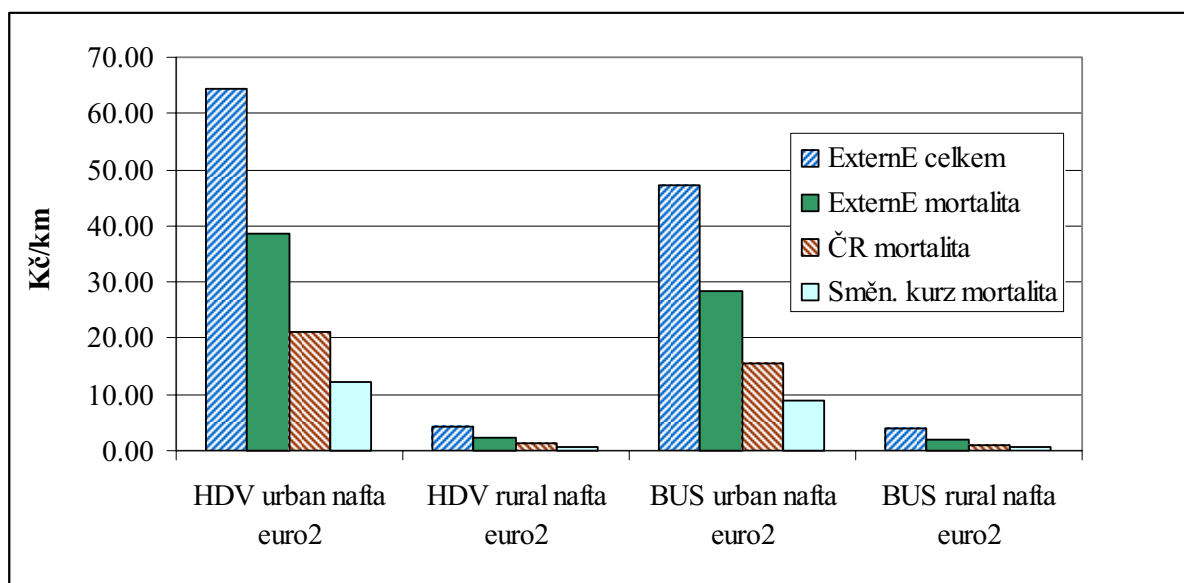
Obrázek 2.17 a 2.18 porovnává hodnoty mortality vypočtené podle odhadů ExternE, hodnoty přepočtené podle poměru HDP dle směnného kurzu a hodnoty vypočtené pro ČR. Dále jsou zde pro ilustraci uvedeny celkové externí náklady, které jsou vypočteny z odhadů ExternE, viz tabulka 5. České hodnota vypočtená pro YOLL tvoří 55 % z hodnoty uváděné v ExternE (Alberini et al., 2005). Použijeme-li úpravu podle směnného kurzu, pak tato hodnota tvoří opět 32 % odhadu.

Obrázek 2.17: Porovnání odhadů mortality podle hodnot ExternE, hodnoty pro ČR a směnného kurzu pro osobní automobily, v Kč/km (2000)



Zdroj: COŽP UK

Obrázek 2.18: Porovnání odhadů mortality podle hodnot ExternE, hodnoty pro ČR a směnného kurzu pro HDV a BUS, v Kč/km (2000)



Zdroj: COŽP UK

2.11. Představení pilotních lokalit

V rámci odhadů externích nákladů emisí z dopravy byly stanoveny emisní toky následujících škodlivin: oxidy dusíku, pevné částice PM₁₀, oxid uhelnatý, benzen, benzo(a)pyren a vybrané těžké kovy (chrom, kadmium). Výpočty emisních toků byly provedeny na lokalitách Vysoké Mýto a Mníšek pod Brdy a to součtem emisí na jednotlivých úsekcích komunikací nacházejících se v intravilánu uvedených obcí. Intenzity dopravy vycházely z výsledků celostátního sčítání dopravy v roce 2005 s uplatněním

přepočtových koeficientů pro rok 2008. Výsledky jsou vztaženy na 1 km komunikací a jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Lokalita Vysoké Mýto

Tabulka 2.12: Intenzita dopravy, emisní faktory a emise oxidů dusíku v lokalitě Vysoké Mýto

Úsek	silnice	T	O	M	S	Ef NO _x _T	Ef_NO _x _O	Emise NO _x (kg/km)
5-0543	I/35	6213	11024	61	17298	12,4326	1,0486	88,80
5-0534	I/35	6213	11024	61	17298	12,4326	1,0486	88,80
5-0543	I/35	6768	13553	81	20402	12,4326	1,0486	98,36
5-3952	II/357	616	3399	37	4052	12,4326	1,0486	11,23
5-0532	II/357	861	4022	32	4914	12,4326	1,0486	14,92
5-0272	III/30523	794	4449	45	5288	12,4326	1,0486	14,53
5-0271	III/30523	210	1183	21	1414	12,4326	1,0486	3,86

T ... intenzita těžkých nákladních vozidel, O ... intenzita osobních a lehkých nákladních vozidel, M ... intenzita motocyklů, S ... intenzita dopravy celkem, Ef NO_x_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef NO_x_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.13: Emisní faktory a emise oxidu uhelnatého a pevných částic v lokalitě Vysoké Mýto

Úsek	silnice	Ef CO_T	Ef_CO_O	Emise CO (kg/km)	Ef PM_T	Ef_PM_O	Emise PM (kg/km)
5-0543	I/35	8,0159	0,9279	60,03	0,8243	0,0606	5,79
5-0534	I/35	8,0159	0,9279	60,03	0,8243	0,0606	5,79
5-0543	I/35	8,0159	0,9279	66,83	0,8243	0,0606	6,40
5-3952	II/357	8,0159	0,9279	8,09	0,8243	0,0606	0,71
5-0532	II/357	8,0159	0,9279	10,63	0,8243	0,0606	0,95
5-0272	III/30523	8,0159	0,9279	10,49	0,8243	0,0606	0,92
5-0271	III/30523	8,0159	0,9279	2,78	0,8243	0,0606	0,25

Ef CO_T, Ef PM_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef CO_O, Ef PM_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.14: Emisní faktory a emise benzenu a benzo(a)pyrenu v lokalitě Vysoké Mýto

Úsek	silnice	Ef benzen_T	Ef_benzen_O	Emise benzen (kg/km)	Ef b(a)p_T	Ef_b(a)p_O	Emise b(a)p (mg/km)
5-0543	I/35	0,33449	0,061619	0,407	0,33449	0,061618892	2,757
5-0534	I/35	0,33449	0,061619	0,407	0,33449	0,061618892	2,757
5-0543	I/35	0,33449	0,061619	0,474	0,33449	0,061618892	3,099
5-3952	II/357	0,33449	0,061619	0,085	0,33449	0,061618892	0,416
5-0532	II/357	0,33449	0,061619	0,104	0,33449	0,061618892	0,536
5-0272	III/30523	0,33449	0,061619	0,111	0,33449	0,061618892	0,540
5-0271	III/30523	0,33449	0,061619	0,029	0,33449	0,061618892	0,143

Ef benzen_T, Ef b(a)p_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef benzen_O, Ef b(a)p_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.15: Emisní faktory a emise chromu a kadmia v lokalitě Vysoké Mýto

Úsek	silnice	Ef Cr_T	Ef_Cr_O	Emise Cr (g/km)	Ef Cd_T	Ef_Cd_O	Emise Cd (g/km)
5-0543	I/35	0,0125	0,0032	0,113	0,0025	0,00065	0,023
5-0534	I/35	0,0125	0,0032	0,113	0,0025	0,00065	0,023
5-0543	I/35	0,0125	0,0032	0,128	0,0025	0,00065	0,026
5-3952	II/357	0,0125	0,0032	0,019	0,0025	0,00065	0,004
5-0532	II/357	0,0125	0,0032	0,024	0,0025	0,00065	0,005

5-0272	III/30523	0,0125	0,0032	0,024	0,0025	0,00065	0,005
5-0271	III/30523	0,0125	0,0032	0,006	0,0025	0,00065	0,001

Ef Cr_T, Ef Cd_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef Cr_O, Ef Cd_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Lokalita Mníšek pod Brdy

Tabulka 2.16: Intenzita dopravy, emisní faktory a emise oxidů dusíku v lokalitě Mníšek p. Brdy

Úsek	silnice	T	O	M	S	Ef NO _x _T	Ef_NO _x _O	Emise NO _x (kg/km)
1-0159	R4	4592	15078	48	19718	12,4326	1,0486	72,90
1-0168	R4	5071	15973	71	21115	12,4326	1,0486	79,80
1-4198	II/116	333	1442	28	1802	12,4326	1,0486	5,65
1-2868	II/116	232	1519	18	1770	12,4326	1,0486	4,48
1-6150	III/11624	55	354	0	409	12,4326	1,0486	1,05

T ... intenzita těžkých nákladních vozidel, O ... intenzita osobních a lehkých nákladních vozidel, M ... intenzita motocyklů, S ... intenzita dopravy celkem, Ef NO_x_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef NO_x_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.17: Emisní faktory a emise oxidu uhelnatého a pevných částic v lokalitě Mníšek p. Brdy

Úsek	silnice	Ef CO_T	Ef_CO_O	Emise CO (kg/km)	Ef PM_T	Ef_PM_O	Emise PM (kg/km)
1-0159	R4	8,0159	0,9279	50,80	0,8243	0,0606	4,70
1-0168	R4	8,0159	0,9279	55,47	0,8243	0,0606	5,15
1-4198	II/116	8,0159	0,9279	4,00	0,8243	0,0606	0,36
1-2868	II/116	8,0159	0,9279	3,27	0,8243	0,0606	0,28
1-6150	III/11624	8,0159	0,9279	0,77	0,8243	0,0606	0,07

Ef CO_T, Ef PM_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef CO_O, Ef PM_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.18: Emisní faktory a emise benzenu a benzo(a)pyrenu v lokalitě Mníšek p. Brdy

Úsek	silnice	Ef benzen_T	Ef_benzen_O	Emise benzen (kg/km)	Ef b(a)p_T	Ef_b(a)p_O	Emise b(a)p (mg/km)
1-0159	R4	0,33449	0,061619	0,434	0,33449	0,061618892	2,465
1-0168	R4	0,33449	0,061619	0,405	0,33449	0,061618892	2,680
1-4198	II/116	0,33449	0,061619	0,038	0,33449	0,061618892	0,200
1-2868	II/116	0,33449	0,061619	0,037	0,33449	0,061618892	0,171
1-6150	III/11624	0,33449	0,061619	0,009	0,33449	0,061618892	0,040

Ef benzen_T, Ef b(a)p_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef benzen_O, Ef b(a)p_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 2.19: Emisní faktory a emise chromu a kadmia v lokalitě Mníšek p. Brdy

Úsek	silnice	Ef Cr_T	Ef_Cr_O	Emise Cr (g/km)	Ef Cd_T	Ef_Cd_O	Emise Cd (g/km)
1-0159	R4	0,0125	0,0032	0,106	0,0025	0,00065	0,021
1-0168	R4	0,0125	0,0032	0,115	0,0025	0,00065	0,023
1-4198	II/116	0,0125	0,0032	0,009	0,0025	0,00065	0,002
1-2868	II/116	0,0125	0,0032	0,008	0,0025	0,00065	0,002
1-6150	III/11624	0,0125	0,0032	0,002	0,0025	0,00065	0,000

Ef Cr_T, Ef Cd_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef Cr_O, Ef Cd_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

2.12. Vytvoření rozptylových map hlavních znečišťujících látek

2.12.1 Úvod

Na základě informací a dat zpracovaných v rámci identifikace skladby dopravního proudu, emisních toků a meteorologických podmínek v pilotních lokalitách byly vybrány reprezentativní úseky a oblasti pro stanovení rozptylových map z dopravy.

Rozptylové studie zpracovány v rámci tohoto projektu jsou určeny jako podkladový materiál pro hodnocení externích nákladů způsobených dopravou. Cílem studií je zpracování imisních charakteristik souvisejících s provozem na vybraných lokalitách. Vlivy spočívající v ovlivnění kvality ovzduší vlivem dalších zdrojů znečištění ovzduší, které jsou v dosahu zpracovávaných lokalit i vliv dálkového přenosu znečištění atmosféry jsou zahrnuty jako součást stávající zátěže znečištění ovzduší a nebyly uvažovány jako samostatné zdroje vcházející do výpočtu rozptylových studií.

Jako pozadové koncentrace, charakterizující současný stav znečištění ovzduší na sledovaných lokalitách, byly využity data kombinovaná z měření a z informativních map ročenky ČHMÚ v roce 2007.

2.12.2 Podklady pro zpracování rozptylových map

Pro zpracování rozptylových map bylo využito následujících informačních zdrojů:

- ČHMÚ, RNDr. J. Keder, CSc. Odborný odhad větrných růžic pro vybrané lokality
- ČHMÚ pobočka Praha, imisní koncentrace
- Metodická příručka pro výpočet znečištění ovzduší z bodových, plošných a liniových zdrojů Symos 97, verze 2006,
- Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů,
- Nařízení vlády č. 597 o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší,
- Metodický pokyn MŽP ČR pro zpracování rozptylových studií,
- podklady pro výpočet – mapa lokalit, intenzity dopravy

Charakteristika zdroje a jeho umístění

Zdrojem znečištění ovzduší, který je předmětem zpracování rozptylových studií, je doprava, která je realizována ve vybraných lokalitách. Pro atmosférické imise bude rozhodující intenzita dopravy v předmětném území. Základem pro výpočet emisí z dopravy jsou data ze sčítání dopravy z roku 2005 s uplatněním přepočtových koeficientů pro rok 2008.

Obecná charakteristika lokality

Charakteristika lokalit je uvedena v předešlé kapitole 2.11.

Klimatická a meteorologická charakteristika lokality

Pro každou lokalitu jsou zpracovány klimatické a meteorologické charakteristiky, které budou kompletně součástí jednotlivých studií.

Z dat ČHMÚ byly převzaty větrné růžice pro vybrané oblasti viz. příloha 2 této kapitoly. Větrné růžice jsou rozpočteny do 120 směrů větru (po 3 stupních). Označení směrů větru se provádí po směru

hodinových ručiček, přičemž 0 stupňů je severní vítr, 90 stupňů východní vítr, 180 stupňů jižní vítr, 270 stupňů západní vítr. Bezvětrí (Calm) je rozpočteno do první třídy rychlosti směru větru¹⁵.

Klasifikace meteorologických situací je rozdělena do pěti tříd stability a každá třída stability do jedné až tří tříd rychlosti větru. Výpočet očekávaných imisních maximálních přízemních koncentrací byl proveden pro každou třídu stability a třídu rychlosti větru.

TŘÍDY STABILITY:

I. třída stability (superstabilní), kdy vertikální teplotní gradient je menší než $-1,6 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ a je limitován rychlostí větrů do $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

II. třída stability (stabilní), zde vertikální teplotní gradient leží v uzavřeném intervalu $\langle -1,6, -0,7 \rangle$ [$^\circ\text{C}/100 \text{ m}$] a je limitován rychlostí větrů do $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

III. třída stability (izotermní), zde vertikální teplotní gradient leží v uzavřeném intervalu $\langle -0,6, +0,5 \rangle$ [$^\circ\text{C}/100 \text{ m}$] v celém rozsahu rychlostí větrů

IV. třída stability (normální), pro kterou je vertikální teplotní gradient v uzavřeném intervalu $\langle +0,6, +0,8 \rangle$ [$^\circ\text{C}/100 \text{ m}$] - společně se III. třídou stability je dominantní charakteristika stavu ovzduší ve střední Evropě.

V. třída stability (konvektivní), kdy vertikální teplotní gradient je větší než $+0,8 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ a je limitován rychlostí větrů do $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

TŘÍDY RYCHLOSTI VĚTRU:

1. třída rychlosti větru - interval $0 - 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
2. třída rychlosti větru - interval $2,6 - 7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
3. třída rychlosti větru - interval nad $7,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Emisní charakteristika

Dopravní intenzity na lokalitách byly stanoveny na základě celostátního sčítání dopravy z roku 2005 a přepočtena koeficienty na rok 2008. Intenzity jsou uvedeny v A710 a A807.

Emisní faktory pro sledované škodliviny, jakožto jeden ze základních vstupních údajů pro celkový výpočet, byly vypočteny statistickým zhodnocením databáze emisních faktorů MEFA, která soustřeďuje naměřené hodnoty různých vozidel, v závislosti na používaném palivu, přítomnosti a typu katalyzátoru, režimu a rychlosti jízdy, stáří vozidel, způsobu měření, atd. Do výpočtu váženého E_f byly dále zahrnuty informace o skladbě vozového proudu na daných lokalitách. Emisní faktory jsou uvedeny v A710 a A807.

Emisní vydatnost zdroje, která vstupuje dále do výpočtu v programu SYMOS 97 je vypočtena jako množství emisního toku v $\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ podle následujícího vztahu:

$$E_{p,u} = \frac{\sum_{k=1}^n E_{p,u,k}}{l_u \cdot 86400} = \frac{\sum_{k=1}^n (I_k \cdot E_{f_{p,k}})}{l_u \cdot 86400}$$

¹⁵ Pozn.: Zeměpisné značení směrů větru označuje, odkud vítr vane (severní vítr fouká od severu, jižní od jihu atd.)

$E_{p,u}$	emise polutantu p , úseku u [$\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]
$E_{p,u,k}$	emise polutantu p , na úseku u , kategorie k [$\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$.]
I_k	průměrná 24-h intenzita dopravy kategorie k
$Ef_{p,k}$	emisní faktor polutantu p kategorie k [$\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$]
l_u	délka úseku u [m]
86400	počet vteřin za den

Vypočtené hodnoty emisí slouží jako vstupní data pro program SYMOS 97, který počítá (modeluje) koncentrace v ovzduší.

2.12.3 Metodika výpočtu

Výpočet krátkodobých i průměrných ročních koncentrací znečišťujících látek a doby překročení zvolených hraničních koncentrací byl proveden podle metodiky „SYMOS 97“, která byla vydána MŽP ČR v r.1998.

Tato metodika je založena na předpokladu Gaussovského profilu koncentrací na průřezu kouřové vlečky. Umožňuje počítat krátkodobé i roční průměrné koncentrace znečišťujících látek v síti referenčních bodů, dále doby překročení zvolených hraničních koncentrací (např. imisních limitů a jejich násobků) za rok, podíly jednotlivých zdrojů nebo skupin zdrojů na roční průměrné koncentraci v daném místě a maximální dosažitelné koncentrace a podmínky (třída stability ovzduší, směr a rychlost větru), za kterých se mohou vyskytovat. Metodika zahrnuje korekce na vertikální členitost terénu, počítá se stáčením a zvyšováním rychlosti větru s výškou a při výpočtu průměrných koncentrací a doby překročení hraničních koncentrací bere v úvahu rozložení četností směru a rychlosti větru. Výpočty se provádějí pro 5 tříd stability atmosféry (tj. 5 tříd schopnosti atmosféry rozptýlovat příměsi) a 3 třídy rychlosti větru. Charakteristika tříd stability a výskyt tříd rychlosti větru vyplývají z následující tabulky:

Tabulka 2.20: Třídy stability atmosféry

Třída stability	rozptylové podmínky	výskyt tříd rychlosti větru (m/s)		
I	silné inverze, velmi špatný rozptyl	1,7		
II	inverze, špatný rozptyl	1,7	5	
III	slabé inverze nebo malý vertikální gradient teploty, mírně zhoršené rozptylové podmínky	1,7	5	11
IV	normální stav atmosféry, dobrý rozptyl	1,7	5	11
V	labilní teplotní zvrstvení, rychlý rozptyl	1,7	5	

Termická stabilita ovzduší souvisí se změnami teploty vzduchu s výškou nad zemí. Vzdůstá-li teplota s výškou, těžší studený vzduch zůstává v nižších vrstvách atmosféry a tento fakt vede k útlumu vertikálních pohybů v ovzduší a tím i k nedostatečnému rozptylu znečišťujících látek. To je právě případ inverzí, při kterých jsou rozptylové podmínky popsány pomocí tříd stability I a II. Výskyt inverzí je dále omezen pouze na dobu s menší rychlostí větru. Silný vítr vede k velké mechanické turbulenci v ovzduší, která má za následek normální pokles teploty s výškou a tedy rozrušení inverzí. Silné inverze (třída stability I) se vyskytují jen do rychlosti větru 2 m/s, běžné inverze (třída stability II) do rychlosti větru 5 m/s.

Běžně se vyskytující rozptylové podmínky představují třídy stability III a IV, kdy dochází buď k nulovému (III. třída) nebo mírnému (IV. třída) poklesu teploty s výškou. Mohou se vyskytovat za jakékoli rychlosti větru, při silném větru obvykle nastávají podmínky ve IV. třídě stability.

V. třída stability popisuje rozptylové podmínky při silném poklesu teploty s výškou. Za těchto situací dochází k silnému vertikálnímu promíchávání v atmosféře, protože lehčí teplý vzduch směřuje od země vzhůru a těžší studený klesá k zemi, což vede k rychlému rozptylu znečišťujících látek. Výskyt těchto

podmínek je omezen na letní půlrok a slunečná odpoledne, kdy v důsledku přehřátého zemského povrchu se silně zahřívá i přízemní vrstva ovzduší. Ze stejného důvodu jako u inverzí se tyto rozptylové podmínky nevyskytují při rychlosti větru nad 5 m/s.

Metodika SYMOS'97 však musela být oproti původní verzi upravena. V souvislosti s předpokládaným vstupem ČR do EU se legislativa v oboru životního prostředí přizpůsobuje platným evropským předpisům a proto v ní vznikají změny, na které musí reagovat i metodika výpočtu znečištění ovzduší, má-li vést i nadále k výsledkům snadno použitelným v běžné praxi. Tyto změny zahrnují např.:

- stanovení imisních limitů pro některé znečišťující látky jako hodinových průměrných hodnot koncentrací nebo 8-hodinových průměrných hodnot (dříve 1/2-hodinové hodnoty)
- stanovení imisních limitů pro některé znečišťující látky jako denních průměrných hodnot koncentrací
- hodnocení znečištění ovzduší oxidy dusíku také z hlediska NO₂ (dříve pouze NO_x)

Znečištění ovzduší oxidy dusíku se podle dosavadní praxe hodnotilo pomocí sumy oxidů dusíku ozn. NO_x. Pro tuto sumu byl stanovený imisní limit a zároveň jako NO_x byly (a dodnes jsou) udávány nejen emise oxidů dusíku, ale i emisní faktory z průmyslu, energetiky i z dopravy. Suma NO_x je přitom tvořena zejména dvěma složkami, a to NO a NO₂. Nová legislativa ponechává imisní limit pro NO_x ve vztahu k ochraně ekosystémů, ale zavádí nově imisní limit pro NO₂ ve vztahu k ochraně zdraví lidí, protože pro člověka je NO₂ mnohem toxičtější než NO.

Ze zdrojů oxidů dusíku (zejména při spalovacích procesech) je společně s horkými spalinami emitován převážně NO, který teprve pod vlivem slunečního záření a ozónu oxiduje na NO₂, přičemž rychlost této reakce značně závisí na okolních podmínkách v atmosféře. Protože vstupem do výpočtu zůstaly emise NO_x, bylo nutné upravit výpočet tak, aby jednak poskytoval hodnoty koncentrací NO₂ a jednak zahrnoval rychlost konverze NO na NO₂ v závislosti na rozptylových podmínkách.

Podle dostupných informací obsahují průměrné emise NO_x pouze 10 % NO₂ a celých 90 % NO. Rychlost konverze NO na NO₂ popisuje parametr k_p, jehož hodnota závisí na třídě stability atmosféry. Zároveň platí, že i po dostatečně dlouhé době zbývá 10 % oxidů dusíku ve formě NO. Vztah pro výpočet krátkodobých koncentrací NO₂ z původních hodnot koncentrací NO_x pak má tvar:

$$c = c_0 \cdot \left(0,1 + 0,8 \cdot \left(1 - \exp \left(-k_p \cdot \frac{x_L}{u_{h1}} \right) \right) \right)$$

kde c je krátkodobá koncentrace NO₂

c_0 je původní krátkodobá koncentrace NO_x

x_L je vzdálenost od zdroje

u_{h1} je rychlost větru v efektivní výšce zdroje

Symos 97 je tzv. dlouhodobý model, což znamená že vstupní meteorologická data (rychlost větru a stabilita ovzduší) vstupují do model po statistickém zpracování skutečných meteorologických pozorování. Výsledek pro sledovanou lokalitu je znázorněn v příloze č.2. Modelování tzv. průměrných dlouhodobých koncentrací se pak provádí pro všechny směry větru a výsledku je přiznána taková váha, jaká je četnost výskytu použité kombinace počasí v daném směru větru. Výsledek tedy odráží průměrný výskyt počasí za modelované období. V rozptylové studii byly použity průměrné roční data o zdrojích i roční průměry meteorologických dat. Výsledkem jsou tedy vyhodnocené průměrné roční koncentrace modelovaných znečišťujících látek.

Použitá metodika dále umožňuje vyhodnocovat tzv. „maximální krátkodobé koncentrace“. Výsledkem jsou teoretická maxima, vypočtená ve všech referenčních bodech ze všech uvedených kombinací meteorologických dat bez ohledu na to, bez ohledu na to zda se za uvedený časový interval vyskytly. Výsledky jsou kromě emisí ovlivněny pouze geometrií zdrojů a terénem.

Při posuzování výsledků modelování je nutno vzít v úvahu všechna omezení modelu. Znamená to, že výsledky koncentrací znečišťujících látek jsou statistické s významným zjednodušením působících

faktorů. Výsledky modelování jsou proto orientační a jsou vhodné především pro porovnání působení jednotlivých zdrojů znečištění. Lokálně se mohou vyskytnout i významně jiné koncentrace.

Pro výpočet imisních koncentrací byly použity údaje o intenzitách silničního provozu (ŘSD) na sledované lokalitě a emisní faktory dle metodiky MEFA.

Údaje o referenčních bodech

Pro výpočet imisní charakteristiky bylo pro každou lokalitu vytvořeno zájmové území s pravidelnou sítí referenčních bodů. Síť referenčních bodů byla vytvořena o kroku 50 m. Číslování referenčních bodů bylo provedeno tak, že počáteční bod („1“) byl zvolen v levém spodním rohu sítě tak, aby při odečítání souřadnic nebylo nutno používat záporných hodnot a ostatní body se číslovají čísla dle vzestupné aritmetické řady (2,3,...n). Následně byly referenčním bodům přiřazovány souřadnice x,y,z podle následujícího systému:

x: vzdálenost referenčního bodu od zvoleného počátku na vodorovné ose v metrech

y: vzdálenost referenčního bodu od zvoleného počátku na svislé ose v metrech

z: nadmořská výška referenčního bodu v metrech (odečítá se z vrstevnicové mapy)

Uvedené souřadnice pro jednotlivé referenční body tvoří jeden ze základních souborů vstupních dat nutných pro konstrukci rozptylové studie, neboť ve zvolených referenčních bodech jsou počítány příslušné hodnoty znečištění.

Stejným způsobem jak je uvedeno se konstruovaly souřadnice emisních zdrojů v rámci zvolených sítí.

Imisní limity

Imisní limity jsou dané Nařízením Vlády ČR číslo 597/2006, které byly zpracovány na základě níže uvedených direktiv EU.

Nový přístup pro hodnocení zátěže venkovního ovzduší plyne z procesu našeho připojení k EU. Imisní limity a jejich postupné přizpůsobování stavu evropské legislativy v čase je uveden v následující tabulce. Požadavky na dodržování imisních koncentrací škodlivin plynou z postupného naplňování směrnic EU 96/62/EC, 1999/30/EC, 92/72/EC a 2000/69/EC s přihlédnutím k platným residuím směrnic 80/79/EEC, 89/427/EEC, 85/203/EEC a 82/884/EEC.

Pro řešení úkol byly sledovány následující škodliviny: oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, pevných částic, benzenu, benzo(a)pyrenu, chromu a kadmia.

Tabulka 2.21: Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí, přípustné četnosti jejich překročení a meze tolerance

Znečišťující látka	Ochrana	Doba průměrování	Imisní limit ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	Přípustná četnost překročení za kalendářní rok	Mez tolerance v roce 2008 limit ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)
Benzo(a)pyren	Ochrana zdraví lidí	rok	1 ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	-	-
Kadmium	Ochrana zdraví lidí	rok	5 ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	-	-
CO	Ochrana zdraví lidí	Max. denní 8 hodinový průměr	10	-	-
PM10	Ochrana zdraví lidí	24 hod	50	35	-
		Kalendářní rok	40	-	-
Benzen	Ochrana zdraví lidí	rok	5	-	2
NO _x	Ochrana ekosystémů a vegetace	rok	30	-	-

Poznámky

Všechny koncentrace musí být měřeny standardními metodami a výpočty korigovány na standardní podmínky (293oK, 101,3 kPa)

2.12.4 Výpočet rozptylové studie a srovnání s platným limitem

Pro charakterizaci imisní situace byly modelovány následující škodliviny: oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, pevných částic, benzenu, benzo(a)pyrenu, chromu a kadmia. Imisní koncentrace byly propočteny schválenou metodikou pro zvolenou síť referenčních bodů. Modelový výpočet byl proveden jako příspěvek dopravy ke stávajícímu imisnímu zatížení lokality. Vlastní výpočty rozptylové studie byly zpracovány jako průměrné roční a maximální koncentrace. Z důvodu možného zkrácení modelovaného imisního zatížení nebyly do konečného hodnocení zahrnuty hodnoty z referenčních bodů ležících přímo ve zdroji tj. nad komunikacemi.

2.12.5 Tabulární a grafické zpracování rozptylové studie

Imisní charakteristiky pro jednotlivé škodliviny v referenčních bodech budou součástí zprávy za rok 2009.

2.13. Shrnutí dosažených výsledků a doporučení pro další fáze projektu

V této části zprávy byla popsána metodika ExternE, která je od začátku 90. let 20. století využívána pro hodnocení externích nákladů pocházejících zejména z energetiky a dopravy. V rámci tohoto projektu je ExternE využíváno pro hodnocení externích nákladů vyvolaných emisemi z dopravy. ExternE vychází z analýzy fáze drah dopadů, která je založena na bottom-up přístupu. IPA sleduje cestu jednotlivých škodlivin od místa, kde jsou látky emitovány, až po dotčené receptory, jako je např. obyvatelstvo, zemědělská produkce, lesní ekosystémy, budovy. Dráhu dopadu lze popsat ve 4 krocích: vypouštění emisí, rozptyl škodlivých látek, dopad na receptory a monetární ohodnocení škod.

Monetární ohodnocení škod, které je v metodice ExternE využíváno, vychází z ekonomie blahobytu a je odvozeno z preferencí jednotlivců. Pro stanovení velikosti změny blahobytu se využívají ekonomické ukazatele jako je spotřebitelský přebytek, kompenzační a ekvivalentní variace. Tam, kde je to možné, se při peněžním hodnocení dopadů využívají tržní ceny (např. koroze materiálů, zašpinění fasád budov). Pro ohodnocení environmentálních statků, které nejsou obchodovány na reálných trzích (např. utrpení v důsledku nemoci, biodiverzita), jsou využity netržní metody oceňování, jako je např. metoda hedonické ceny nebo výběrový experiment. Další možností, která je často v metodice ExternE využívána, je metoda přenosu hodnot (benefit transfer).

V této kapitole byly také představeny předběžné výsledky v oblasti hodnocení externích nákladů metodikou ExternE pro vybrané typy vozidel a paliv v podmínkách České republiky. Především byly odhadnuty externích nákladů ze silničních motorových vozidel aplikací modelu RiskPoll, a dále byla provedena citlivostní analýza externích nákladů pro různé hodnoty dopadů souvisejících se změnou klimatu a citlivostní analýza výše externích nákladů pro různé hodnoty dopadů na lidské zdraví.

Součástí této kapitoly byla představena identifikace skladby dopravního proudu, emisních toků a meteorologických podmínek v pilotních lokalitách a také výchozí informace pro vytvoření rozptylových map hlavních znečišťujících látek v těchto oblastech.

Příloha 1: Charakteristika jednotlivých funkcí dávka-odpověď využitý pro výpočet dopadů na lidské zdraví v rámci metodiky ExterneE

Škodlivin a	Projev	Receptor	Citace	Funkce dávka odpověď*	Druh dopadu	Hodnota na jednotku**
PM10	úmrtnost YOLL***	celá populace	Pope (2002)	2,90E-04	chronická úmrtnost	50000
PM10	chronická bronchitida	celá populace	Abbey (1995)	3,92E-05	nemocnost	169300
PM10	dny s omezenou aktivitou	celá populace	Ostro (1987)	1,98E-02	nemocnost	110
PM10	hospitalizace na respirační onemocnění	celá populace	Dab (1996)	2,07E-06	nemocnost	4320
PM10	chronický kašel	děti	Dockery (1989)	4,14E-04	nemocnost	240
PM10	zástava srdce	nad 65 let	Schwartz/Morris (1995)	2,59E-06	nemocnost	3260
PM10	kašel	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	9,39E-03	nemocnost	45
PM10	užití bronchodilátoru	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	4,56E-03	nemocnost	40
PM10	dýchací obtíže	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	1,70E-03	nemocnost	8
PM10	kašel	astmatici děti	Pope/Dockery (1992)	1,87E-03	nemocnost	45
PM10	užití bronchodilátoru	astmatici děti	Roemer (1993)	5,43E-04	nemocnost	40
PM10	dýchací obtíže	astmatici děti	Roemer (1993)	7,20E-04	nemocnost	8
Sulfáty	úmrtnost YOLL***	celá populace	Pope (2002)	4,83E-04	chronická úmrtnost	50000
Sulfáty	chronická bronchitida	celá populace	Abbey (1995)	6,24E-05	nemocnost	169300
Sulfáty	dny s omezenou aktivitou	celá populace	Ostro (1987)	3,32E-02	nemocnost	110
Sulfáty	hospitalizace na respirační onemocnění	celá populace	Dab (1996)	3,46E-06	nemocnost	4320
Sulfáty	chronický kašel	děti	Dockery (1989)	6,91E-04	nemocnost	240
Sulfáty	zástava srdce	nad 65 let	Schwartz/Morris (1995)	4,33E-06	nemocnost	3260
Sulfáty	kašel	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	1,56E-02	nemocnost	45
Sulfáty	užití bronchodilátoru	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	7,60E-03	nemocnost	40
Sulfáty	dýchací obtíže	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	2,83E-03	nemocnost	8
Sulfáty	kašel	astmatici děti	Pope/Dockery (1992)	3,11E-03	nemocnost	45
Sulfáty	užití bronchodilátoru	astmatici děti	Roemer (1993)	9,04E-04	nemocnost	40
Sulfáty	dýchací obtíže	astmatici děti	Roemer (1993)	1,20E-03	nemocnost	8

* Sklon funkce expozice-odpověď [případ/(rok.osoba.ug/m3)]

**vyjádření monetární hodnoty [€/případ]

***YOLL - ztráta roku života

Příloha 1 : Charakteristika jednotlivých funkcí dávka-odpověď využitý pro výpočet dopadů na lidské zdraví v rámci metodiky ExternE-pokračování

Škodlivin a	Projev	Receptor	Citace	Funkce dávka odpověď*	Druh dopadu	Hodnota na jednotku**
Nitráty	úmrtnost YOLL***	celá populace	Pope (2002)	1,45E-04	chronická úmrtnost	50000
Nitráty	chronická bronchitida	celá populace	Abbey (1995)	1,96E-05	nemocnost	169300
Nitráty	dny s omezenou aktivitou	celá populace	Ostro (1987)	9,89E-03	nemocnost	110
Nitráty	hospitalizace na respirační onemocnění	celá populace	Dab (1996)	1,04E-06	nemocnost	4320
Nitráty	chronický kašel	děti	Dockery (1989)	2,07E-04	nemocnost	240
Nitráty	zástava srdce	nad 65 let	Schwartz/Morris (1995)	1,30E-06	nemocnost	3260
Nitráty	kašel	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	4,69E-03	nemocnost	45
Nitráty	užití bronchodilátoru	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	2,28E-03	nemocnost	40
Nitráty	dýchací obtíže	astmatici dospělý	Dusseldorp (1995)	8,48E-04	nemocnost	8
Nitráty	kašel	astmatici děti	Pope/Dockery (1992)	9,34E-04	nemocnost	45
Nitráty	užití bronchodilátoru	astmatici děti	Roemer (1993)	2,71E-04	nemocnost	40
Nitráty	dýchací obtíže	astmatici děti	Roemer (1993)	3,60E-04	nemocnost	8
SO2	úmrtnost YOLL***	celá populace	Anderson/Toulomi (1996)	5,34E-06	akutní úmrtnost	75000
SO2	hospitalizace na respirační onemocnění	celá populace	Ponce de Leon (1996)	2,40E-06	nemocnost	4320

* Sklon funkce expozice-odpověď [případ/(rok.osoba.ug/m3)]

**vyjádření monetární hodnoty [€/případ]

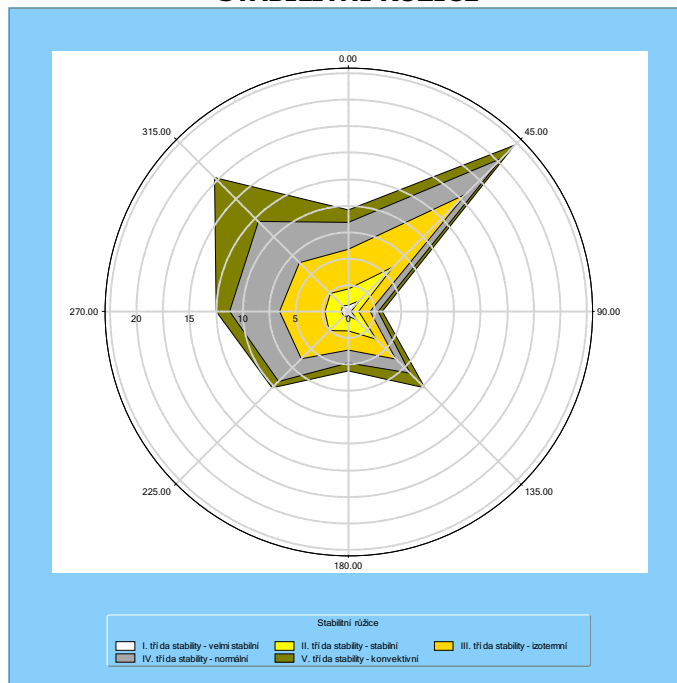
***YOLL - ztráta roku života

Mníšek pod Brdy

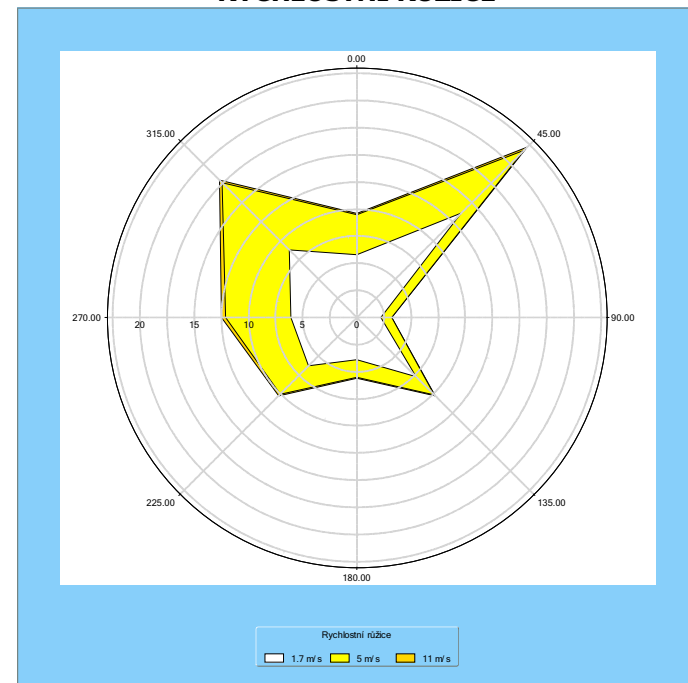
Protokol větrné růžice

PROJEKT: Strana II/450 Kátna, Stránská - Větr
A1102R - I. tř. brlička
DATUM: 29.12.2019 7:53

STABILITNÍ RŮŽICE



RYCHLOSTNÍ RŮŽICE



HODNOTY

Směr:	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	CALM	Součet
I. třída stability - velmi stabilní										
1,70 m/s	0,58	1,43	0,26	1,13	0,44	0,63	0,67	0,77	2,75	8,66
5,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
II. třída stability - stabilní										
1,70 m/s	1,57	4,33	0,67	2,45	1,35	1,87	1,44	1,45	3,06	18,19
5,00 m/s	0,00	0,20	0,04	0,11	0,03	0,06	0,12	0,18	0,00	0,74
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
III. třída stability - izotermní										
1,70 m/s	1,93	4,63	0,60	2,06	1,31	2,21	1,85	2,22	1,32	18,13
5,00 m/s	1,76	5,07	0,47	0,54	0,51	1,45	2,30	1,83	0,00	13,93
11,00 m/s	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,07	0,13	0,09	0,00	0,36
IV. třída stability - normální										
1,70 m/s	0,90	1,69	0,34	1,17	0,47	0,89	1,06	2,06	0,81	9,39
5,00 m/s	1,59	2,73	0,41	0,67	0,64	2,03	3,38	3,21	0,00	14,66
11,00 m/s	0,07	0,40	0,00	0,06	0,10	0,13	0,27	0,21	0,00	1,24
V. třída stability - konvektivní										
1,70 m/s	0,81	1,52	0,33	0,89	0,33	0,70	1,08	2,30	0,67	8,63
5,00 m/s	0,35	0,20	0,08	1,08	0,42	0,16	0,20	3,58	0,00	6,07
11,00 m/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celková růžice										
1,70 m/s	5,79	13,60	2,20	7,70	3,90	6,30	6,10	8,80	8,61	63,00
5,00 m/s	3,70	8,20	1,00	2,40	1,60	3,70	6,00	8,80	0,00	35,40
11,00 m/s	0,10	0,40	0,00	0,10	0,10	0,20	0,40	0,30	0,00	1,60
součet	9,59	22,20	3,20	10,20	5,60	10,20	12,50	17,90	8,61	100,00

3. Skleníkové plyny

3.1. Inventarizace emisních toků a emisních faktorů skleníkových plynů

Inventarizace emisních toků a emisních faktorů byla provedena v dohodnutých lokalitách, pro nejběžněji se vyskytující plyn prokazatelně přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry - oxid uhličitý.

Inventarizace emisních faktorů

Emisní faktory byly posuzovány jak ve vztahu ke spotřebě paliva, tak k ujeté vzdálenosti. Co se týká spotřeby paliva, dosahují průměrné emise tohoto plynu vzniklé spálením 1 kg benzínu hodnoty 3183 g a spálením 1 kg nafty 3138 g. O něco nižší hodnoty vykazují alternativní paliva. Mezivládní panel pro klimatické změny (IPCC) uvádí pro zkapalněný ropný plyn (LPG) hodnotu 3030 g/kg paliva a pro stlačený zemní plyn (CNG) hodnotu 2770 g/kg paliva a pro kategorii biomasy je uvedena hodnota 2760 g/kg paliva. tyto hodnoty jsou víceméně obdobné jak pro vozidla osobní i nákladní dopravy.

Je-li uvažován emisní faktor ve vztahu k ujeté vzdálenosti (g/km) jsou již mezi jednotlivými vozidly velké rozdíly, jak v osobní nákladní dopravě. Množství oxidu uhličitého vztažené na ujetý kilometr závisí hlavně na spotřebě paliv. Emisní faktor nízko-objemových osobních vozidel se pohybuje mezi 120 a 140 g/km. Emisní faktor vozidel vyšších objemů se pohybuje v rozsahu 180-220 g/km i více. Podstatně vyšší emisní faktory ve vztahu na ujetý kilometr vykazuje silniční nákladní doprava - hodnoty okolo 550-700 g/kg spotřebované motorové nafty.

Inventarizace emisních toků

Inventarizace byla provedena na lokalitách Vysoké Mýto a Mníšek pod Brdy a to součtem emisí na jednotlivých úsekcích komunikací nacházejících se v intravilánu uvedených obcí. Intenzity dopravy vycházely z výsledků celostátního sčítání dopravy v roce 2005 s uplatněním přepočtových koeficientů pro rok 2008. Výsledky jsou vztaženy na 1 km komunikací a jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 3.1: Emisní toky v lokalitě Mníšek pod Brdy

Úsek	silnice	T	O	M	S	Ef CO ₂ _T	Ef CO ₂ _O	Emise CO ₂ (kg/km)
1-0159	R4	4592	15078	48	19718	600	180	5469
1-0168	R4	5071	15973	71	21115	600	180	5918
1-4198	II/116	333	1442	28	1802	600	180	459
1-2868	II/116	232	1519	18	1770	600	180	413
1-6150	III/11624	55	354	0	409	600	180	97

T ... intenzita těžkých nákladních vozidel, O ... intenzita osobních a lehkých nákladních vozidel, M ... intenzita motocyklů, S ... intenzita dopravy celkem, Ef CO₂_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef CO₂_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

Tabulka 3.2: Emisní toky v lokalitě Vysoké Mýto

Úsek	silnice	T	O	M	S	Ef CO ₂ _T	Ef CO ₂ _O	Emise CO ₂ (kg/km)
5-0543	I/35	6213	11024	61	17298	600	180	5712
5-0534	I/35	6213	11024	61	17298	600	180	5712
5-0543	I/35	6768	13553	81	20402	600	180	6500
5-3952	II/357	616	3399	37	4052	600	180	982
5-0532	II/357	861	4022	32	4914	600	180	1240
5-0272	III/30523	794	4449	45	5288	600	180	1277
5-0271	III/30523	210	1183	21	1414	600	180	339

T ... intenzita těžkých nákladních vozidel, O ... intenzita osobních a lehkých nákladních vozidel, M ... intenzita motocyklů, S ... intenzita dopravy celkem, Ef CO₂_T ... emisní faktor pro těžká vozidla, Ef CO₂_O ... emisní faktor pro osobní vozidla

3.2. Přehled přístupů a modelů ke kvantifikaci externích nákladů vyvolaných změnou klimatu

Tato část je věnována metodám kvantifikace externích nákladů změny klimatu a doplňuje samostatnou kapitolu ve zprávě za rok 2007. V té byly diskutovány otázky časového a prostorového hlediska externalit ze změny klimatu metody pro kvantifikaci externích nákladů globální změny klimatu a shrnuty výsledky odhadů mezních společenských škod a mezních nákladů na zamezení z dřívějších studií.

V současné praxi se pro oceňování externích nákladů změny klimatu nejčastěji používají přístup mezních společenských škod/externích nákladů a přístup mezních nákladů zamezení Ačkoliv jsou oba přístupy poměrně dobře zasazené do ekonomické teorie hlavního proudu a aplikují pozitivní přístupy, při modelování nákladů musí vždy také stavět na normativních přístupech. Jedná se zejména o problematiku faktoru času a (případného) vážení regionálních dopadů.

Přístupy k odhadu externích nákladů změny klimatu

Změna klimatu může vyvolávat řadu efektů. Od změny výnosů zemědělské produkce a produkce lesa, rozvoj nových nebo rychlejší šíření stávajících nemocí, vyšší míru úmrtnosti v důsledku extrémních teplot nebo jiných extrémních události jako jsou větrné bouře, ekonomické a sociální důsledky migrace, nebo adaptivní opatření v infrastruktuře. Nutno však podotknout, že mezi velice širokou plejádou efektů jsou i efekty pozitivní, například ve formě zvýšení zemědělské produkce v důsledku oteplování nyní chladných lokalit.

Škody spojené se změnou klimatu jsou běžně odhadovány dvěma přístupy. První přístup představuje odhad **mezních společenských externích nákladů**, resp. škod (marginal social costs). Tato metoda vyžaduje aplikaci sofistikovaných kvantitativních metod včetně modelování dopadů ve velice dlouhém období. Tento přístup vychází z ekonomie blahobytu, kdy jsou předmětem výzkumu změny ekonomického blahobytu vyvolané změnou klimatických podmínek. Pro odhad změn blahobytu vychází z tržních cen poškozených aktiv nebo příležitostí, v případě netržních statků (nemocnost a úmrtnost) se uplatní výsledky netržních metod oceňování.

Mezní společenské náklady – někdy i mezní škody – bývají obvykle odhadnuté jako čistá současná hodnota dopadů, které nastanou během dlouhého období v důsledku vypuštění 1 tuny uhlíku do atmosféry v současnosti. Toto vyjádření přitom nelze zaměňovat za celkové dopady změny klimatu nebo průměrné dopady vypočtené z celkových dopadů (tj. vydělením celkovými emisemi uhlíku).

Dostupné odhady nákladů škod způsobené emisemi skleníkových plynů se liší více než řádově, což je mezi jiným způsobeno normativními volbami v oceňování dopadů ohledně rovnosti, diskontování, nevratnosti změn a zohlednění nejistot.

Nejistoty ohledně dopadů klimatické změny se týkají jak dopadů, které mohou být předpovídaný s relativní jistotou (minimálně o směru působení efektu – typicky růst hladiny oceánů), tak dopadů, které modely ukazují výrazně rozdílné úrovně dopadu nebo rozdílné výsledné směry působení efektu (např. průměrné množství srážek) až po dopady zatížené vysokou mírou nejistot předpovědi, kam lze zařadit hlavní potenciální klimatické diskontinuity (chování ledovců v západní Antarktidě, uvolňování a rozpad metanových hydrátů apod.).

V případě oceňování se rozsah nejistot pohybuje od oceňování tržních efektů (změny zachycené trhem např. vlivy na zemědělskou úrodu), přes netržní efekty, které vyžadují netržní metody oceňování (např. dopady na zdraví a na ekosystémy), až po společensky podmíněné netržní efekty, reprezentované dynamickými proměnami v oblasti lidských hodnot a rovnosti, které lze jen velmi obtížně zachytit v odhadech založených na mezních hodnotách nákladů – sem by patřily efekty jako hladomory, regionální konflikty apod.

Obrázek 3.1: Nejistoty v dopadech klimatické změny

		Nejistoty v oceňování ⇨ ⇨ ⇨		
		Tržní	Netržní (společensky podmíněné)	
Nejistoty v predikcích klimatických změn ↓ ↓ ↓	Projekce (např. nárůst hladiny moří)	Ochrany pobřeží Ztráty souše Energie (vytápění/chlazení)	Stres z vedra Ztráta mokřadů	Regionální náklady Investice
	Navázaná rizika (např. sucha, záplavy, orkány)	Zemědělství Voda Proměnlivost (sucha, záplavy, orkány)	Ekosystémové změny Biodiverzita Ztráty na životech Sekundární společenské efekty	Komparativní výhody a struktury trhu
	Systémové změny (např. významné události)	Všechny předchozí a navíc Ztráty území a zdrojů Nemarginální ztráty	Společenské efekty vyššího řádu Regionální kolaps Nevratné ztráty	Regionální kolapsy

Zdroj: Downing a Watkiss (2008)

Druhý přístup se zaměřuje na **mezní náklady na zamezení** (*marginal abatement costs, MAC*). Předmětem odhadu mohou být náklady na opatření, která povedou k určitému snížení emisí skleníkových plynů přispívajících ke změně klimatu. Takto odhadnuté náklady jsou poté vztaženy k celkovému snížení emisí, a tak jsou odvozeny průměrné náklady na zamezení.

Metoda nákladů na zamezení však může být založena také na analýze současné hodnoty nebo odhadu budoucí ceny povolenky za jednotky emise skleníkového plynu. Takto stanovená hodnota potom odráží mezní náklady na zamezení emisí skleníkového plynu. Výše mezních nákladů na zamezení je však výrazně determinována cílem (emisní strop nebo snížení emisí v kreditním systému), který vychází z politického rozhodnutí.

Stanovení určitého snížení je však zásadně stanovováno arbitrárně. Pokud tento cíl odráží společenský konsensus, mohou odhadnuté náklady implicitně zahrnovat společenské (politické) preference. Náklady tak odráží cíle politiky ochrany životního prostředí vyjednané v politickém procesu.

Výsledky tohoto přístupu tedy neanalyzují výši vyvolaných škod, ale pouze jejich stínovou cenu danou náklady na zamezení emisí skleníkových plynů, které škody mohou vyvolat. Přístup mezních nákladů na zamezení vychází z ekonomické teorie, avšak ne až tak z ekonomie blahobytu. Výsledky odhadů provedené pomocí tohoto přístupu proto mohou posloužit pouze jako určitá indikace odhadu externích nákladů, zejména v případech, kdy odhad mezních společenských nákladů není k dispozici.

Odhady mezních nákladů na zamezení

Fahl et al. (1999) odhadovali náklady na splnění závazků z Kjóta pro staré členské země EU (EU-15). Podle těchto odhadů náklady na zamezení emise takového množství emisí skleníkových plynů dosahují výše 19 EUR na tunu CO_{2eq}. Tato hodnota je užívána i v projektech ExtenE pro odhad dopadů změny klimatu (Bickel a Friedrich, 2004).

V projektu UNITE byly používány konstantní faktorové ceny skleníkových plynů. Používané odhady byly založeny na nákladech na zamezení ze studie Capros a Mantzos (2000), která odhadovala náklady na dosažení cílů Kjótského protokolu v rozmezí 5 – 38 EUR/t CO₂, se střední hodnotou 20 EUR/t.

Odhady mezních společenských nákladů

Odhady mezních škod je výstupem složitého makro modelování, které zahrnuje jak negativní, tak pozitivní vyvolané náklady. Komplexnější modely zahrnují velice dlouhé časové období a celou Zemi, rozdělenou na několik regionů. Modelování vychází z popisu referenčního scénáře, jehož hlavní parametry jako je předpoklad dalšího ekonomického růstu, případně příjmu na hlavu, technologického rozvoje a možností adaptace, které významně ovlivňují i výsledky simulace společenských nákladů globálního oteplení.

Rešerše dřívějších studií, které se zabývaly odhadem mezních společenských škod globálního oteplování, byla realizována na zadání Evropského panelu pro klimatické změny. Downing a Watkiss (2003) docházejí k závěru, že se tyto náklady pohybují na úrovni 5 až 125 USD za tunu C (tj. 1,36 až 34,1 USD na tunu CO₂).

Podobné hodnocení dřívějších studií realizoval v roce 2005 také R. Tol, který na základě analýzy 28 studií a celkem 103 odhadů odvodil funkci pravděpodobnosti rozložení hodnot. Průměr ze všech studií dosahuje hodnoty 25 USD/t CO₂ a medián 3,8 USD/t CO₂ (Tol, 2005).

Studie zpracovaná AEA Technology a Stockholm Environmental Institute pro britskou vládu Social Costs of Carbon (Watkiss et al., 2005) zpochybňuje tradiční postupy výpočtu vycházející z přepočtu ostatních skleníkových plynů na oxid uhličitý pomocí globálního potenciálu oteplování (GWP). To je způsobeno rozdílným vývojem nákladů škod působených různými skleníkovými plyny v čase. Následující tabulka přibližuje vývoj nákladů škod působených emisí CO₂ podle jednoho ze scénářů ve zmiňované studii.

Tabulka 3.3: Vývoj nákladů škod emisí CO₂ v různých letech (model PAGE; v EUR/t CO₂)

	<i>5. percentil</i>	<i>průměr</i>	<i>95. percentil</i>
2001	4	18	52
2010	5	24	64
2020	6	31	86
2040	11	51	130
2060	14	75	205

Zdroj: Watkiss a kol. (2006), přepočteno na CO₂.

V projektech série ExternE je kontinuálně rozvíjen model FUND, který spolu s již zmíněným modelem PAGE patří mezi nejpoužívanější integrované modely hodnocení. Model popisuje vztahy mezi proměnnými obyvatelstvo – technologie – emise skleníkových plynů – atmosferické složky – klima – dopady změny klimatu – opatření na snížení emisí.. Takto jsou pro období do roku 2300 z referenčních projekcí vývoje, jednoduchých modelů dopadů a rovnic popisujících sensitivitu nákladů ohledem na klima odvozeny:

- dopady zvýšení hladiny oceánů na pobřeží (ochrana pobřeží, ztráty spojené s narušením funkcí mokřadů, ztráta plynoucí ze sucha, migrace a ztráty biodiverzity),
- dopady na četnost výskytu kardiovaskulárních a respiračních onemocnění, malárií, různých typů horečky, schistosomózy a nemocí trávení,
- dopady na zemědělství a lesy,
- dopady na spotřebu po energiích,
- dopady na vodní zdroje a poptávku po vodě,
- ekonomické dopady na úrovni státu.

V následující tabulce jsou demonstrovány nejlepší odhady ocenění emise uhlíku diskontované k roku 2005 s a bez vážení rovnosti odhadnuté modelem FUND 3.0.

Tabulka 3.4: Mezní externí náklady emise skleníkových plynů (v USD₂₀₀₅/t uhlíku)

	Rok emise									
	2005	2015	2025	2035	2045	2055	2065	2075	2085	2095
0% PRTP										
Bez vážení	82,4	80,7	78,2	75,0	71,3	67,2	62,8	58,4	54,1	50,0
S vážením	208,5	199,7	190,2	180,1	169,5	158,5	147,4	136,5	126,0	116,1
1% PRTP										
Bez vážení	10,8	12,0	12,5	12,3	11,7	10,9	9,9	8,8	7,8	6,8
S vážením	38,8	37,3	35,3	32,8	30,0	27,0	24,0	21,1	18,5	16,0
3% PRTP										
Bez vážení	-6,9	-3,7	-1,8	-0,7	-0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
S vážením	-7,1	-3,4	-1,1	0,1	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Klesající diskontní míra										
	19,3	20,3	20,4	19,7	18,5	17,1	15,4	13,8	12,2	10,7

Poznámky: PRTP – čistá míry preference času (pure rate of time preference)

Zdroj: Anthoff (2007)

V závěru roku 2006 byla publikována vlivná studie týmu vedeného Nicolasem Sternem (Stern, 2007), která pracuje s náklady škod a náklady na mitigační opatření. V této studii jsou pro scénář „business-as-usual“ modelem PAGE2002 náklady škod emisí uhlíku ve výši přibližně 85 USD/t CO₂ (cca 71 EUR). Pro scénáře stabilizace úrovně obsahu CO₂ v atmosféře na 550 ppm a 450 ppm dosahují náklady škod emisí zhruba 30, resp. 25 USD/t CO₂.

Odhady mezních nákladů škod z recentních studií pro různé období a scénáře shrnuje následující tabulka.

Tabulka 3.5: Odhady mezních nákladů škod emisí CO₂, v EUR/tCO₂.

Studie	Rok	Min	Střed	Max	Poznámky
Watkiss, 2005	2000	14	22	87	Pouze výsledky odhadů nákladů škod
	2010	17	27	107	
	2020	20	32	138	
	2030	25	39	144	
	2040	28	44	162	
	2050	36	57	198	
Watkiss, 2005	2000	14	22	51	Výsledky založené na odhadech nákladů škod a nákladů na zamezení
	2010	16	26	63	
	2020	20	32	81	
	2030	26	40	103	
	2040	36	55	131	
	2050	51	83	166	
Tol, 2005		-4	11	53	Založeno na studiích s PRTP = 1%
Stern, 2006	2050		71		Scénář Business-as-usual
	2050		25		Stabilizace na 550 ppm
	2050		21		Stabilizace na 450 ppm

Zdroj: upraveno podle Maibach a kol. (2007)

V projektu HEATCO byl následován přístup shora zmiňované studie Social Cost of Carbon a pro oxid uhličitý je navrhováno ocenění rostoucí v čase. Použité hodnoty byly odvozeny zkombinováním odhadů nákladů škod a nákladů na zamezení s uplatnění v čase klesající diskontní míry a vážení o rovnost.

Tabulka 3.6: Doporučené hodnoty z projektu HEATCO (v EUR/t CO₂)

rok emise	centrální odhad	pro citlivostní analýzu	
		spodní odhad	horní odhad
2000 – 2009	22	14	51
2010 – 2019	26	16	63
2020 – 2029	32	20	81
2030 – 2039	40	26	103
2040 – 2049	55	36	131
2050	83	51	166

V projektu GRACE byly pro ocenění dopadů z klimatické změny doporučovány hodnoty v rozmezí 14 – 51 EUR za tunu CO_{2eq} s centrální hodnotou 22 EUR pro období let 2000-2009 (Lindberg, 2006). Tyto hodnoty byly opět převzaty ze studie Watkiss et al. (2005) a dle autora zhruba odpovídají evropskému cíli omezení změny teploty na 2°C.

4. Hodnocení externích nákladů hluku

4.1. Modelování hluku

4.1.1. Úvod

Na základě vypracované metody definované v aktivitě A708 budou pro řešené druhy dopravy analyzovány a kvantifikovány významné externí náklady. V rámci této části jsou vybrány reprezentativní úseky a oblasti pro jednotlivé způsoby dopravy a předloženy přístupy k hlukovému mapování, kalibraci výpočtových hlukových modelů a stanovení hlukové zátěže obyvatelstva.

4.1.2. Výběr metodiky pro výpočet hodnot hlukových ukazatelů

Silniční doprava

Pro modelování hlukové zátěže ze silniční dopravy bude použita (v souladu s vyhláškou 523/2006 Sb., směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES a Doporučením Komise 2003/613/ES) francouzská národní metodika výpočtu „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)“, uvedená v „Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6“ a ve francouzské normě „XPS 31-133“.

Železniční doprava

Pro modelování hlukové zátěže ze železniční dopravy bude (v souladu s vyhláškou 523/2006 Sb., směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES a Doporučením Komise 2003/613/ES) aplikována nizozemská národní metodika výpočtu publikovaná v „Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996“.

Vazba na směrnici EU 2002/49/EC

Přístupy k tvorbě hlukového mapování jsou předmětem Směrnice 2002/49/EC o hodnocení a snižování hluku v životním prostředí (END) a předchází tvorbě akčních plánů. Předmětná směrnice byla implementována do české legislativy v červenci roku 2006 formou nepřímé novely zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Nepřímá novela byla provedena zákonem č. 222/2006 Sb., kterým se mění zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), ve znění pozdějších předpisů a vyhláškou č. 523/2006 Sb., kterou se stanoví mezní hodnoty hlukových ukazatelů, jejich výpočet, základní požadavky na obsah strategických hlukových map a akčních plánů a podmínky účasti veřejnosti na jejich přípravě (vyhláška o hlukovém mapování). Dle zmíněné směrnice 2002/49/ES budou prezentovat zátěž obyvatel hlukové mapy (počet osob resp. obydlí vystavených hluku) v okolí hlavních silnic, železničních tratí, letišť a v aglomeracích. V roce 2007 bylo požadováno ukončení 1. etapy jejich vypracování, nejdéle po pěti letech budou zpracovány další hlukové mapy dle směrnice a provedena revize, případně aktualizace, již vypracovaných map.

Pro členské státy EU - do 30. června 2007 bylo požadováno zpracování strategických hlukových map pro okolí:

- hlavních silnic - nad 6 mil. vozidel ročně,

- hlavních železničních tratí – nad 60 tis. vlaků ročně,
- okolí hlavních letišť - nad 50 tis. vzletů a přiletů,
- aglomerace s více než 250 tis. obyvateli.

Na tvorbu a vyhodnocení strategických hlukových map je bezprostředně navázána tvorba akčních plánů do července 2008. V jejich rámci byla navržena opatření snižující hluk, která dle potřeby zahrnují plánování dopravy, územní plánování, technická opatření u zdrojů hluku, výběr méně hlučných zdrojů a regulativní nebo ekonomická opatření nebo podněty. Některé z údajů ze strategického hlukového mapování a tvorby akčních plánů lze využít jako vstupní podklady pro zpracování dílčí části tohoto projektu.

4.1.3. Vytipování lokalit

4.1.3.1 Podklady pro hluk ze silniční dopravy

Vstupní podklady pro posouzení hlukové zátěže ze silniční dopravy jsou dány mapovými podklady, přednostně v digitální podobě ve formátu ESRI Shapefile, polohopisem a výškopisem nejlépe v měřítku 1:10 000 resp. 1:5 000 a podrobnější a také ortofotomapou.

Dopravní data budou sledována z hledisek 24 hodinové intenzity dopravy, časovým rozdělením intenzity, složením dopravního proudu a jízdní rychlostí dopravního proudu. Dalšími vstupními podklady jsou údaje o komunikacích (druh povrchu vozovky, profil komunikace, mostní objekty, tunely apod.), údaje o budovách (popřípadě bude zjištěno v rámci terénního průzkumu) výšky budov, výšky poschodí, počet poschodí, poloha a popis protihlukových stěn apod. a informace o plánovaných opatřeních (obchvat, apod.) územní plány – v GIS formátu nad katastrální mapou, údaje o obyvatelích ve vhodném formátu a celkový počet obyvatel v obci.

Vybrané lokality pro silniční dopravu

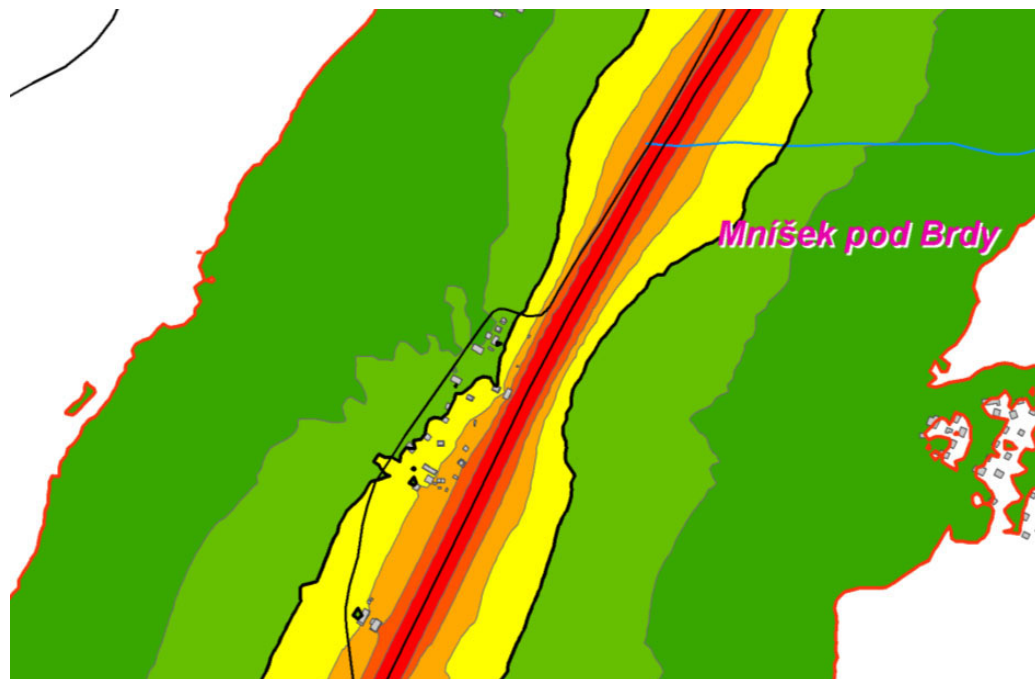
Byly vybrány následující lokality:

- Město Praha.
- Město Vysoké Mýto.
- Obec Mníšek pod Brdy ve Středočeském kraji.

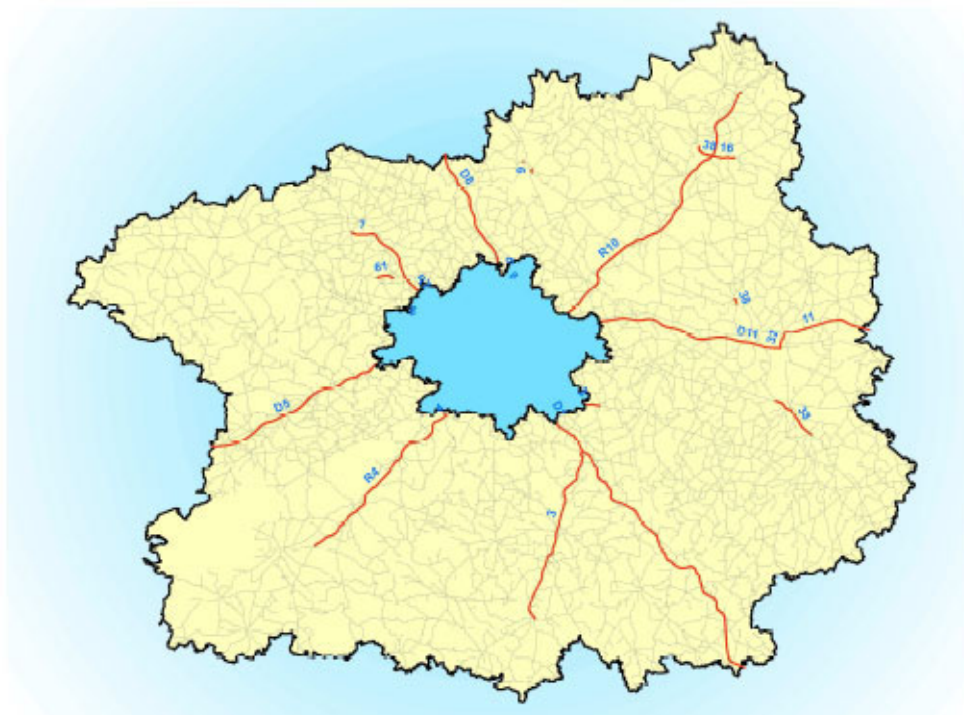
Zejména s ohledem na lidskou populaci, byly vybrány lokality pro další výzkum. Vybraná navržená místa představují určitý typ v oblasti dopravy i jejich interakce s okolním prostředím. Lokalita Mníšek pod Brdy reprezentuje typ venkovské zástavby s dominantní hlavní komunikací procházející v těsné blízkosti obce.

Tato lokalita má společný fenomén - negativní vliv dopravy na zdraví obyvatel a na životní prostředí, který se neomezuje pouze na silniční dopravu, neboť se zde vyskytuje ještě doprava železniční, letecká doprava přítomna není. Lokalita je umístěna v oblasti středočeského kraje a mapa této lokality je zobrazena na Obrázku 4.1. Tento výběr lokality ještě nemusí být definitivní a v roce 2009 může být dále upřesňován. Uvedená lokalita byla vybrána vzhledem k dostupnosti zdrojových dat ze strategického hlukového mapování a tvorby akčních plánů.

Obrázek 4.1: Lokalita Mníšek pod Brdy – středočeský kraj



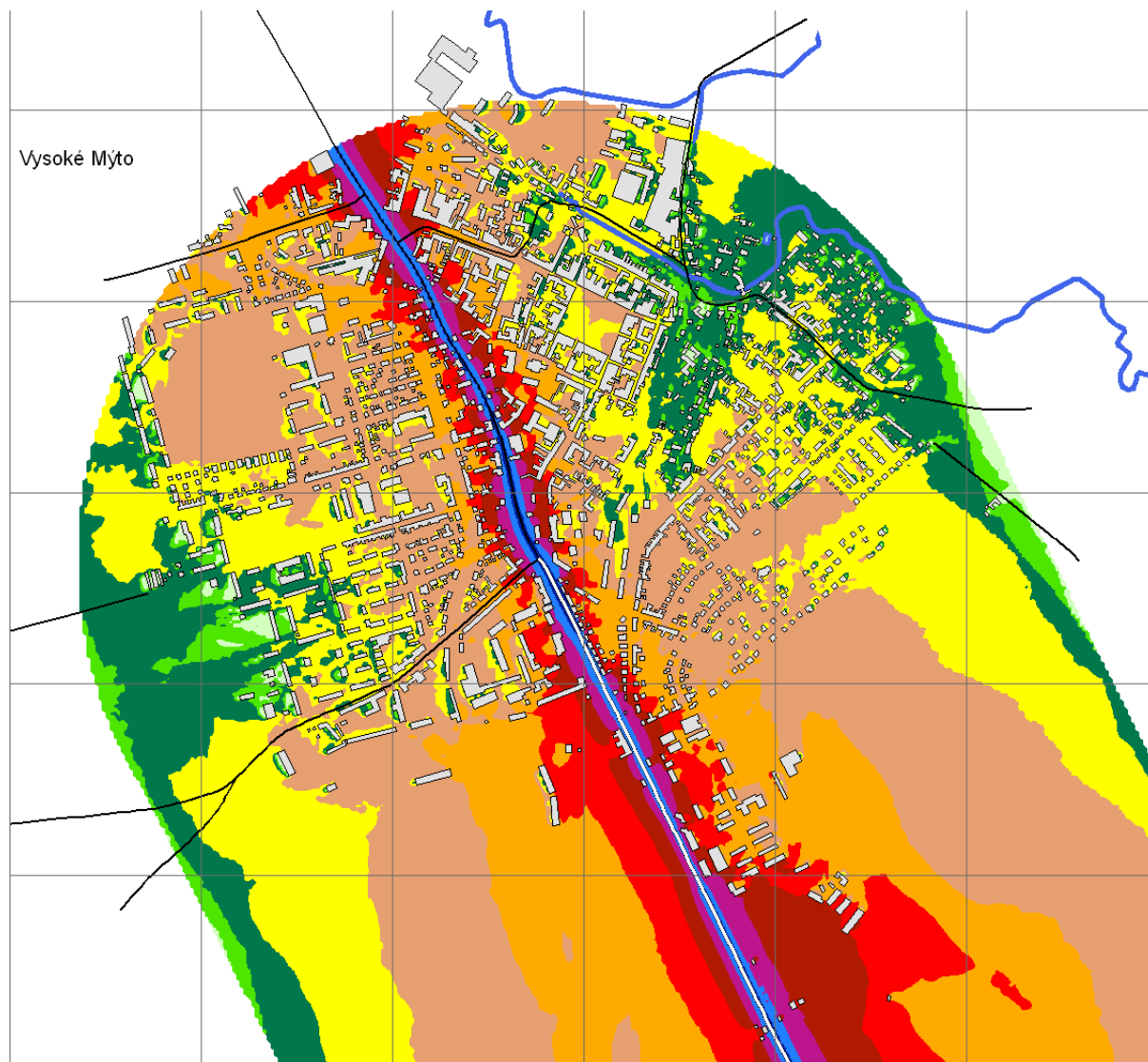
Obrázek 4.2: Přehledná mapa řešených úseků dálnic, rychlostních komunikací a silnic I. třídy ve Středočeském kraji.



Obrázek 4.1 představuje výřez ze strategické hlukové mapy dopravně emisního hlukového modelu, který bude v rámci projektu dále využíván (pro výpočty emisí, časové dostupnosti a externích nákladů kongescí). Obrázek 4.2 znázorňuje mapu řešených úseků dálnic, rychlostních komunikací a silnic I. třídy ve Středočeském kraji, kdy některé dostupné údaje lze efektivně využít.

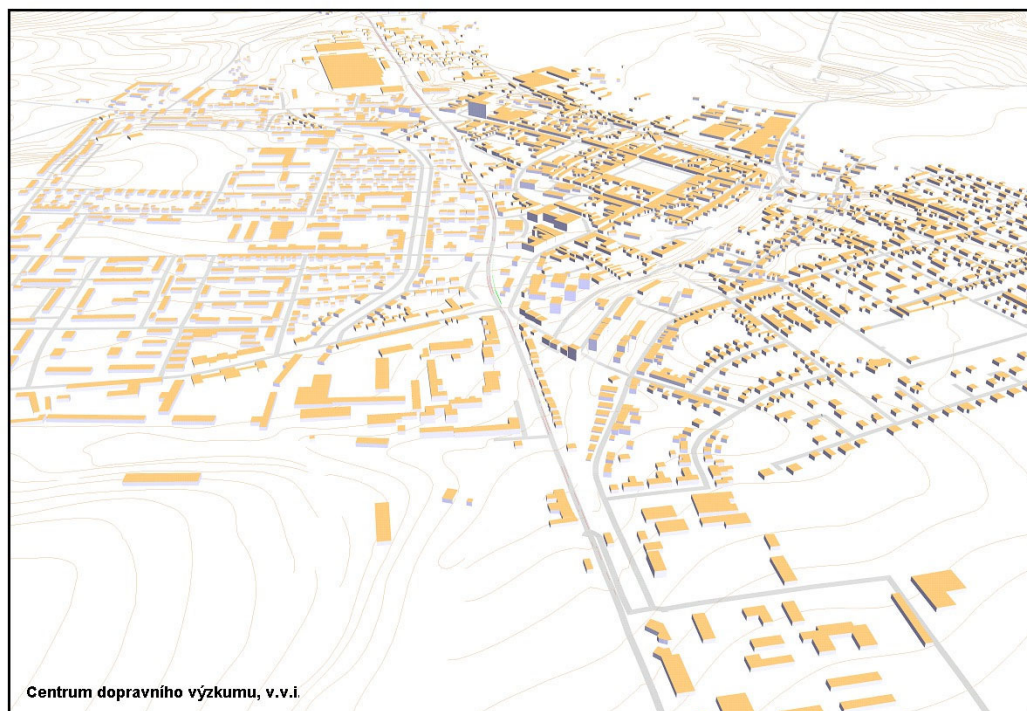
Další oblastí je Vysoké Mýto, kde byly získány základní podkladové materiály pro tvorbu modelu v prostředí programu SoundPLAN viz Obrázek 4.4. Opět se vychází z dostupnosti některých údajů v rámci dat [2] ze strategického hlukového mapování a tvorby akčních plánů viz Obrázek 4.3. Údaje je třeba případně doplnit na základě podrobného terénního průzkumu o data v nich neuvedená (výšky objektů), a přitom zásadní pro hlukové výpočty.

Obrázek 4.3: Lokalita Vysoké Mýto – výřez části mapy města [2].



Základem pro výpočty hluku jsou údaje o automobilové dopravě na posuzované komunikaci I/35 a parametrech uvedené komunikace. Komunikaci je třeba pro výpočty rozdělit do úseků korespondujících se sčítacími úseky dopravy. Nezbytným předpokladem pro korektní výsledky výpočtů je kalibrace výpočtového modelu, za tímto účelem se musí realizovat kalibrační měření.

Obrázek 4.4: Základní rozvržení terénního modelu města Vysoké Mýto v prostředí SW SoundPLAN.



Pro stanovení počtu obyvatel zasažených dopravním hlukem se použijí data o počtech obyvatel na příslušných adresních bodech dle evidenční databáze, jež je nutné zapracovat do rozpracovaného modelu – viz Obrázek 4.4. Stanovení počtu obyvatel zasažených hlukem z dopravy v jednotlivých pětidecibelových pásmech je pak dáno kumulativním načítáním údajů o počtech obyvatel zasažených hlukem ve všech vyhodnocovaných entitách (bytech, resp. domech). Pak lze posuzovat zatížení dopravním hlukem i vyhodnotit vliv navrhnutého protihlukového opatření i jeho přínos k poklesu hlukové zátěže obyvatel. Stejný přístup bude aplikován i ve zbývajících lokalitě – vybrané části Prahy.

Možnosti snižování hluku ze silniční dopravy

V rozsáhlé oblasti opatření pro snížení hlukové zátěže ze silniční dopravy, která zahrnuje opatření u zdroje hluku, na dráze šíření hluku a u příjemce resp. na budovách, existují různé přístupy:

- Urbanisticko-architektonická protihluková opatření.
- Urbanisticko-dopravní protihluková opatření.
- Dopravně-organizační protihluková opatření.
- Stavebně-technická protihluková opatření.

Například mezi stavebně-technické protihlukové opatření patří akusticky dostatečně neprůzvučné překážky postavené na dráze šíření zvukových vln, snižují vytvářením zvukového stínu hladiny akustického tlaku za překážkou. Vhodným řešením je vytváření překážek, jako jsou: protihlukové stěny, zemní valy, hmotné objekty a vegetace. Protihlukové stěny mohou redukovat hlukovou hladinu až o 15 dB, používá se množství různých druhů materiálů a existuje mnoho různých druhů konstrukcí.

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 snižující povrchové vrstvy vozovky představuje reálné opatření na straně zdroje.

Případné posouzení by mělo obsahovat, jak stav poškození vozovky (dobrý, akceptovatelný, neakceptovatelný), tak třídu hlučnosti povrchu vozovky (velmi hlučný, hlučný, normální, tichý, hluk snižující). Současně je třeba vytvořit na základě poškození, stáří, intenzity dopravy, atd., prognózu poškození vozovky v časovém horizontu. V souvislosti s vyhodnocením prognózy stavu povrchu vozovky a druhu zástavby v okolí komunikace lze navrhnout úpravu povrchu vozovky:

- oblast s vysokopodlažní zástavbou – hluk snižující povrch vozovky,
- oblast samostatně stojících rodinných domů – tichý povrch vozovky.

4.1.3.2 Podklady pro hluk ze železniční dopravy

Vstupní podklady pro posouzení hlukové zátěže ze železniční dopravy jsou dány mapovými podklady (přednostně v digitální formě), polohopisem a výškopisem (je-li možno vč. výšek budov) – měřítko 1:10 000 resp. 1:5 000 a ortofotomapou.

Dopravní data budou sledována z hledisek dopravní charakteristiky, tj. druh trakce, počet, skladba (druh), délka (počet vagonů) a rychlost vlaků v příslušných úsecích, vybavení vlaků – jaké mají brzdy, mají-li protihlukové absorbery apod., popisem svršku. Dalšími vstupními podklady jsou údaje o budovách (popřípadě bude zjištěno v rámci terénního průzkumu) výšky budov, výšky poschodí, počet poschodí, poloha a popis protihlukových stěn apod. a informace o plánovaných opatřeních (obchvat, apod.) územní plány – v GIS formátu nad katastrální mapou, údaje o obyvatelích ve vhodném formátu a celkový počet obyvatel v obci.

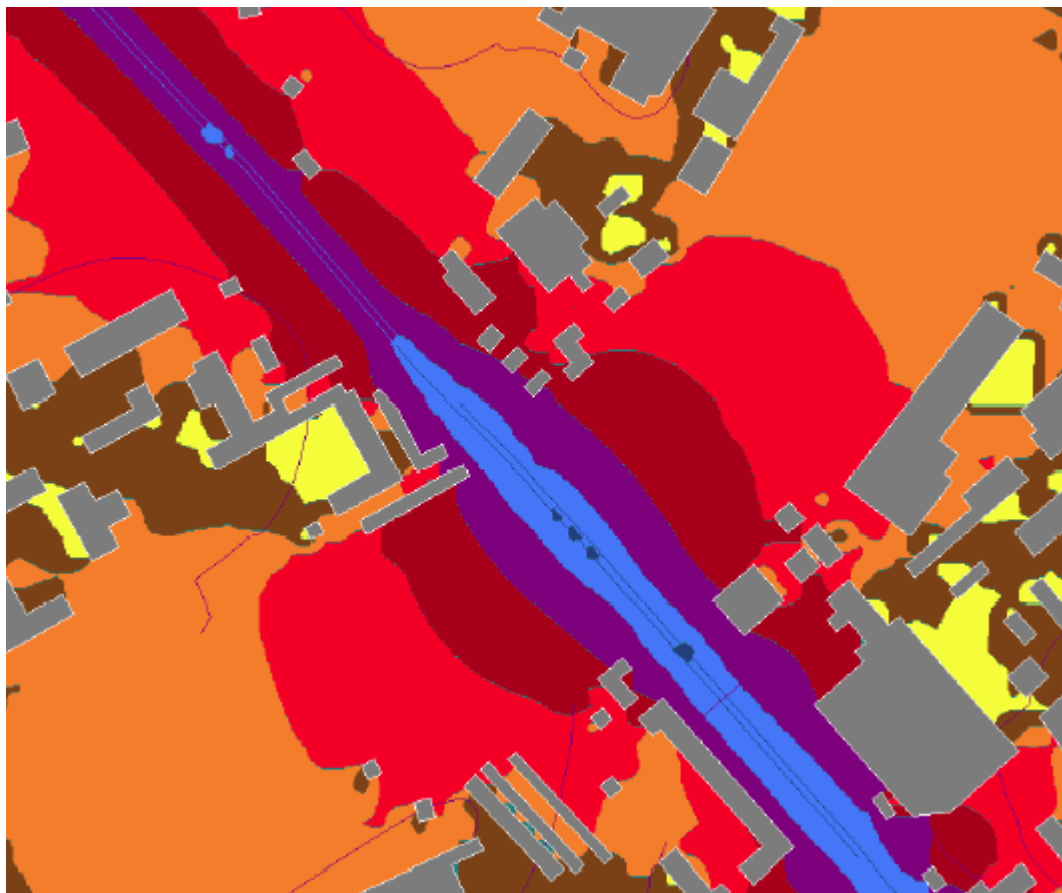
Vybrané lokality pro železniční dopravu

Byly vybrány následující lokality:

- Město Praha.
- Město Česká Třebová.

Výběr lokality pro následný výzkum hluku z železniční dopravy je zúžen na lokality, kde již proběhlo strategické hlukové mapování. Protože strategické mapy jsou poměrně hrubé, v rámci těchto problematických míst musí být provedeno zpřesnění situace a podrobný výpočet. To vyžaduje získání grafických i textových dat problémové oblasti v příslušném formátu, hlukovou kalibraci a posouzení hlukové situace. Problémem jsou též nejednotná vstupní data, jenž jsou doposud k dispozici pro zpracování výškopisu a jeho digitálního modelu v terénu [1] (prostorová data tělesa trati, neexistence komplexního vedení prostorových i databázových údajů ze strany ČD, a.s., různá úroveň a aktuálnost i v souvislosti s výstavbou koridorových tratí). Zpřesnění musí být orientováno jak na dané objekty, tak na zdroje hluku a kalibraci zpracovávané hlukové mapy, pak lze dosáhnout odpovídajícího modelu viz Obrázek 4. 5.

Obrázek 4.5: Ukázka rozložení hlukové zátěže podél trati [1].



Výběr lokality ještě nemusí být definitivní a v roce 2009 může být dále upřesňován. Česká Třebová představuje velmi důležitý tranzitní železniční uzel a lze se domnívat, že zdejší intenzita provozu na tratích je na vyšších úrovních než na většině ostatních tratí a možné ovlivňování obyvatelstva hlukem z železniční dopravy zde představuje významný faktor. Obdobnou situaci lze předpokládat ve vybrané části Prahy.

V dalším kroku je vhodné zpřesnit informace o zdrojích hluku, to znamená o příslušné trati a provozovaných vlakových soupravách. Tato data je možné získat z grafikonu příslušného úseku a ze sešitového jízdního řádu. Délky osobních vlaků a rychlíků je vhodné počítat ze složení souprav a vhodně průměrovat. Délky nákladních vlaků je možné odhadnout podle sešitového jízdního řádu (ten udává maximální délku jen některých vlaků, většinou udává maximální hmotnost). Podíl kotoučových brzd lze odhadnout podle řazení a typů vlaků.

Možnosti snižování železničního hluku

Zatížení akustickými a vibračními jevy dané oblasti od železniční nebo tramvajové dopravy závisí především na následujících faktorech:

- rychlosti, druhu a počtu souprav,
- směrových a výškových poměrech trati,
- přilehlém terénu,
- konstrukci, stavu a údržbě kolejového svršku a spodku,
- technickém stavu vozového parku.

Snížení vlivu hluku na okolí je možno provést buď aktivní nebo pasivní cestou. Aktivně se omezují či odstraňují zdroje hluku nebo se zvyšuje akustický odpor prostředí, ve kterém se akustické vlny šíří. Obecně lze říci, že protihluková opatření se aplikují jednak na vlakové soupravy a jednak přímo v koleji. Pasivně se hluk snižuje tak, že se nebrání přímo expozici hluku od zdroje do okolí, ale v postiženém prostředí se provede např. výměna oken atd.

Velký vliv na snížení hlučnosti má stav tramvajové tratě a její udržování. Hlučné budou vždy tramvajové křižovatky a oblouky s malým poloměrem. Záleží na typu tramvajové tratě - moderní odhlučňovací prvky v kolejišti jsou velmi efektivním řešením. Využití kolejnicových bokovnic je jedním z opatření sloužících ke zvýšení útlumu akustických vln. Jedná se o oboustranné obalení stojny elastickým absorpčním materiálem. Pro omezení přímého vyzařování hluku se rovněž používá odstínění kolejnic pomocí bočně těsně ke kolejnicím přiložených nízkých stěn do výše temene hlavy kolejnice či výše. Elastické desky umístěné mezi plání a šterkovým ložem mají na úroveň valivého hluku malý vliv. Přispívají však, stejně jako nejrůznější pružné podložky, k omezení vibrací, které se šíří do okolí tratě. To je velmi důležité zejména při provozování městské kolejové dopravy nebo železničních tratí, které procházejí zastavěnými oblastmi. Nesrovnatelně tišší je třeba trať zapuštěná ve vozovce, příp. trať zatravněná, než trať s otevřeným svrškem (tj. trať na pražcích ve šterku). U zapuštěných tratí je nezanedbatelná i jejich estetická vlastnost.

Jedním z účinných opatření vhodných ke snížení vyzařovaného hluku s aplikací na vozidlo (soupravě) se může stát použití železničních kol s akustickými tlumiči. Při použití kol s akustickými tlumiči lze očekávat snížení průměrných ekvivalentních hladin způsobovaného hluku o 4 až 8 dB(A).

Ověřeným faktem je, že až 80 procent akustické energie je emitováno do okolí do výšky 80 cm nad temenem kolejnice, proto k dalším opatřením snižujícím úroveň hluku v okolí tratí patří protihlukové stěny. Jsou postaveny souběžně s tratí do výšky 2 až 3 m nad temenem kolejnice. Protihlukové stěny jsou tím více účinné, čím jsou blíže zdrojům hluku. Však jejich použití ve městech u tramvajové dopravy je značně omezené a na mnoha úsecích i nemožné.

4.1.4. Závěr

Důraz je kladen při řešení projektu zejména na výpočtové modelování při využití části údajů z tvorby strategických hlukových map a akčních plánů. Software SoundPLAN, ve kterém je implementována mimo jiné i výpočtová metodika „NMPB-Routes-96“ a metodika „Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96“, se aplikuje pro výpočtové modelování hlukových hladin. Měření in-situ slouží jen pro kalibraci vytvořených modelů. Následně lze stanovit hlukovou zátěž obyvatelstva ze silniční a železniční dopravy.

Byl předložen zobecněný přístup a vybrány vhodné dostupné lokality. Názorný detailní příklad bude součástí řešení v roce 2009.

4.2. Vytvoření, testování výzkumného nástroje pro zjištění ochoty platit za změnu hladiny hluku

4.2.1. Úvod

Tato kapitola představuje výsledky přípravy a realizace dotazníkového šetření zaměřeného na monetární ohodnocení dopadů hluku na blahobyt a kvalitu života obyvatel v oblastech zasažených hlukem ze silniční a železniční dopravy.

4.2.2. Příprava dotazníku

Návrh dotazníku vycházel ze snahy výzkumného týmu zajistit srovnatelnost výsledků s výsledky realizovaných zahraničních výzkumů zaměřených na oceňování dopadů hluku na blahobyt (viz např. Navrud, 2000; Bjorner et al., 2003; Navrud et al. 2006). Z tohoto důvodu byl návrh výzkumných hypotéz a jejich operacionalizace postavena zejména na rešerši domácí a zahraniční odborné literatury (popsané podrobněji v předchozí zprávě).

Mimo hlavního výzkumného cíle, tj. ocenění dopadů v důsledku obtěžování hlukem, byly cíle šetření rozšířeny ještě o analýzu vlivu hlukové zátěže na kvalitu života a na defenzivní výdaje proti hluku, resp. na vztah mezi defenzivními výdaji a vyjádřenou ochotou platit za snížení hladiny hluku. Rešerše odborné literatury poukázala na fakt, že většina studií využívá pro ocenění dopadů hluku scénář ochoty platit (WTP) za snížení hladiny hluku. Ojedinelá je v tomto ohledu study Arsenio et al. (2006), která naopak využívá scénář ochoty akceptovat (WTA) kompenzaci za zvýšení hladiny hluku.

Jedním z hlavních metodologických problémů studií využívajících metodu podmíněného hodnocení zaměřených na monetární ocenění dopadů hluku je, jakým způsobem srozumitelně představit marginální změnu hlukové hladiny respondentům. Pokusy zobrazit tyto změny kardinálně, např. pomocí logaritmické stupnice zvukového tlaku (tedy např. jako změnu o 5dB), nebyly úspěšné, a proto se v současnosti používá ve většině valuačních studií přístup využívající standardizovanou škálu obtěžování (*annoyance*) hlukem. Na této ordinální škále je možné měřit subjektivní pocit obtěžování hlukem.

Standardizovaná ordinální pětibodová škála následně umožňuje spojit jednotlivé subjektivní hladiny obtěžování hlukem s objektivní hladinou hlukové zátěže pomocí Schulzovy křivky dávka-odpověď. Zjistíme-li následně ochotu respondentů platit za změnu hluku ze současné úrovně (na pětibodové ordinální škále) na úroveň, kdy již není respondent obtěžován, můžeme stanovit pravděpodobnostně změnu objektivní hladiny hluku, která je s takovou změnou spojena pro populaci. Následně můžeme zjistit i míru dopadů za marginální snížení hluku na jakékoli úrovni.

Struktura navrženého dotazníku obsahovala následující tématické okruhy:

- obecné otázky na kvalitu života, zdravotní obtíže, a vnímání rušivého působení dopravy
- otázky na realizaci individuálních a veřejných opatření proti hluku v místě bydliště respondenta
- představení hypotetického scénáře a otázky zjišťující ochotu platit za snížení hlukové hladiny
- otázky zjišťující charakteristiky bytu nebo domu a jeho užívání
- sociodemografické otázky
- otázky pro tazatele (hodnocení kvality spolupráce s respondentem během rozhovoru)

4.2.3. Předvýzkum

Návrh dotazníku byl nejdříve testován v rámci předvýzkumu ve dvou vlnách polostrukturovaných rozhovorů. Cílem předvýzkumu bylo ověřit, zda otázky v dotazníku jsou pro respondenty srozumitelné (zejména jádro dotazníku pracujícího založené na vyjádřené ochotě platit), a dále měl předvýzkum pomoci strukturovat vhodně uzavřené otázky.

Protože se během předvýzkumu ukázalo, že je třeba změnit formulaci některých otázek a zejména, že je třeba změnit formulaci části dotazníku využívající metodu podmíněného hodnocení, musely být provedeny dvě vlny předvýzkumu.

První vlna rozhovorů byla provedena na typologickém vzorku dospělé populace Prahy žijící v oblastech s vysokou hladinou silničního a železničního hluku (zhruba nad 65 dB Lden). Druhá vlna rozhovorů byla provedena ve Znojmě, opět na typologickém vzorku populace, vystavené tentokrát pouze vysokým hladinám silničního hluku. Popisné statistiky obou vzorků jsou zachyceny v následujících tabulkách. Jak již bylo řečeno, cílem předvýzkumu bylo ověřit použitelnost dotazníku, zejména jeho srozumitelnost. Z tohoto důvodu byl dotazník testován na typologickém vzorku a nikoli na vzorku, který by odrážel strukturu cílové populace. Respondenti obdrželi za rozhovor odměnu ve výši 200 Kč.

Tabulka 4.1: Struktura vzorku pro předvýzkum – hluková zátěž

Hladina a typ hlukové zátěže	Abs. četnost	
	1. vlna (Praha)	2. vlna (Znojmo)
silniční, vysoká hladina	11	15
silniční, střední hladina	1	
silniční, nízká hladina		1
železniční, vysoká hladina	3	
železniční, střední hladina	1	
železniční, nízká hladina	1	
celkem	17	16

Tabulka 4.2: Struktura vzorku pro předvýzkum – vzdělání

Nejvyšší dosažené vzdělání	Abs. četnost	
	1. vlna (Praha)	2. vlna (Znojmo)
sš bez maturity a nižší	1	10
sš s maturitou	6	4
vyšší odborné	2	
vš	8	2
celkem	17	16

Tabulka 4.3: Struktura vzorku pro předvýzkum – pohlaví

Pohlaví	Abs. četnost	
	1. vlna (Praha)	2. vlna (Znojmo)
muži	7	8
ženy	10	8
celkem	17	16

Tabulka 4.4: Struktura vzorku pro předvýzkum – věk

Věk	Průměr	
	1. vlna (Praha)	2. vlna (Znojmo)
	36	50

Tabulka 4.5: Struktura vzorku pro předvýzkum – délka rozhovoru

Délka rozhovoru	Průměr	
	1. vlna (Praha)	2. vlna (Znojmo)
	29 min.	25 min.

a) První vlna předvýzkumu

První vlna předvýzkumných rozhovorů proběhla ve druhé polovině července 2008 v Praze, celkem bylo realizováno 17 polostrukturovaných rozhovorů s využitím navrženého dotazníku doplněného o otevřené otázky, které se zaměřovaly podrobněji na porozumění jednotlivým otázkám.

Výsledky první vlny předvýzkumu naznačili, že respondenti měli drobné problémy s porozuměním některým otázkám, a že některé části textu dotazníku byly poněkud „těžkopádnější“. V několika případech jsme zjistili chybějící možnosti odpovědí. Dále se ukázalo, že použití grafických karet by usnadnilo respondentům výběr z možných odpovědí u některých otázek. Vážnější problémy se v první vlně předvýzkumu objevily zejména u části dotazníku využívající metodu podmíněného hodnocení.

Respondenti byli ve scénáři podmíněného hodnocení informováni o tom, že by v oblasti, kde žijí, mohla být provedena série opatření, jejichž výsledkem by bylo snížení hlukové úrovně. Následně byli upozorněni na to, že realizace těchto opatření by byla nákladná a proto by byla hrazena ze zvláštních plateb vybíraných od občanů jednotlivými obcemi, které by z těchto poplatků následně tato opatření realizovaly.

Výsledky první vlny předvýzkumu ukázaly, že respondenti mají nedůvěru k možnosti snižovat hladinu hluku z dopravy jiným způsobem, než omezováním této dopravy, anebo výstavbou protihlukových bariér, anebo individuálními opatřeními (izolace fasády, instalace plastových oken). Dále se ukázalo, že respondenti mají velkou nedůvěru k veřejným institucím a tedy i k možnosti realizovat protihluková opatření prostřednictvím těchto institucí. Respondenti vyjadřovali často názor, že za snižování hluku by měli platit ti, kteří ho způsobují (problematika vlastnických práv). Nicméně i přes tyto problémy vyjadřovali respondenti poměrně vysokou ochotu platit za snížení hluku ze současné úrovně na úroveň, která by je již neobtěžovala (mediánová hodnota WTP byla 1000 Kč/rok).

b) Druhá vlna předvýzkumu

Druhá vlna předvýzkumu proběhla v polovině srpna 2008. V druhé vlně předvýzkumu byla testována verze dotazníku upravená na základě předchozích zjištění: především došlo k přeformulování hypotetického scénáře ochoty platit. Nyní byla hypotetická situace formulována tak, že respondenti by za snížení hluku platili nepřímo, prostřednictvím zvýšených životních nákladů. Tato změna měla za úkol snížit míru tzv. protestních odpovědí, tedy odpovědí, kdy respondenti nevyjadřují svou skutečnou ochotu platit, ale svou odpovědí „protestují“ proti představované hypotetické platební situaci.

V nové verzi dotazníku byli respondenti v rámci hypotetického scénáře informováni o tom, že možná protihluková opatření by byla hrazena zejména přepravci, kteří hluk způsobují. Přepravci by ovšem tyto zvýšené náklady zakalkulovaly do svých cen, takže by v důsledku stouply ceny zboží a služeb spojených s dopravou. To by v důsledku vedlo ke zvýšení životních nákladů. Respondenti byli následně dotázáni, jak velké zvýšení životních nákladů by přijali, kdyby současně poklesla hladina hluku, které jsou vystaveni, na hladinu, která by je již neobtěžovala.

Výsledky druhé vlny předvýzkumu poukázaly na některé drobné problémy ve formulaci otázek a strukturování odpovědí a také na fakt, že respondenti špatně rozuměli některým používaným škálám. Významnějším problémem bylo to, že respondenti brali do úvahy při zvažování své ochoty platit i jiné dopady dopravy než pouze zvýšení hladiny hluku. Dále se i v této verzi objevoval problém s neochotou respondentů akceptovat zvýšené životní náklady v situaci, kdy jsou přesvědčeni, že za snižování hluku by měli platit ti, kdo ho způsobují. Dalším problémem, který se v této fázi předvýzkumu ukázal bylo to, že respondenti uváděli, že jsou ochotni platit tzv. zbytné částky (charitativní platba). Mediánová WTP byla 1000 Kč/rok.

Všechny zjištěné problémy byly zohledněny při návrhu verze dotazníku určené pro pilotní testování (viz příloha).

4.2.4. Pilotáž a hlavní vlna šetření

Pilotáž upraveného dotazníku probíhala na přelomu října a listopadu 2008, ve vybraných lokalitách v Praze, kde je obyvatelstvo vystaveno vysokým hlukovým zátěžím ze silniční a železniční dopravy.

Pilotáž byla provedena s využitím tazatelské sítě agentury SCaC, která provádí i sběr dat v hlavní vlně šetření.

Dotazování probíhalo metodou standardizovaných rozhovorů (CAPI) v domácnostech respondentů. V dané ulici byli vybírány takové domácnosti, jejichž okna směřují do příslušné rušné ulice, resp. směrem k železniční trati. V domácnosti pak byl vybrán jeden z hlavních představitelů domácnosti, ochotný vyjádřit se k danému tématu.

Sběr dat provedli celkem 4 tazatelé. Bylo dotázáno celkem 25 dotazníků verze „silniční doprava“ a 25 dotazníků verze „železniční doprava“ (struktura vzorku - viz tabulky níže).

Před zahájením sběru byli všichni zúčastnění tazatelé proškoleni a byla jim zdůrazněna důležitost pilotního sběru a nutnost zaznamenání jejich postřehů a případných komplikací, které by se mohli vyskytnout v průběhu dotazování. Jejich postřehy a komentáře byly podrobněji probírány na společné debriefingové schůzce tazatelů.

Tazatelé neměli v zásadě žádné závažnější problémy s dotazníkem ani pomocnými materiály. Průměrná doba potřebná k vyplnění jednoho dotazníku s respondentem byla u verze „železniční doprava“ 23 minut a u verze „silniční doprava“ 25 minut.

Tabulka 4.6: Struktura vzorku pro pilotní šetření – hluková zátěž

úroveň hluku	Abs. četnost	
	verze "železniční doprava"	verze "silniční doprava"
vysoká	7	11
střední	9	14
nízká	9	0
celkem	25	25

Tabulka 4.7: Struktura vzorku pro pilotní šetření – pohlaví

pohlaví	Abs. četnost	
	verze "železniční doprava"	verze "silniční doprava"
muž	13	12
žena	12	13
celkem	25	25

Tabulka 4.8: Struktura vzorku pro pilotní šetření – vzdělání

vzdělání	Abs. četnost	
	verze "železniční doprava"	verze "silniční doprava"
základní	1	2
stredoškolské bez maturity	5	10
stredoškolské s maturitou	10	12
vyšší odborné	2	0
vysokoškolské	7	1
celkem	25	25

Tabulka 4.9: Struktura vzorku pro pilotní šetření – věk

věk	Medián	
	verze "železniční doprava"	verze "silniční doprava"
	36	49

Výsledky pilotního šetření a debriefingového rozhovoru s tazateli naznačily, že dotazník stále obsahuje některé problematické části. Především se ukázalo, že mnoho respondentů stále vnímalo navrhované opatření jako neefektivní či nefunkční a že nevěřili tomu, že by peníze, které zaplatí prostřednictvím zvýšených cen zboží a služeb byly skutečně využity na snížení hlukové zátěže.

Debriefing s tazateli naznačil, že na tuto situaci mělo vliv několik faktorů:

- a) špatná předchozí zkušenost respondentů s nedostatečnou realizací protihlukových opatření v místě jejich bydliště
- b) nedostatek informací o hypotetickém opatření ve scénáři podmíněného hodnocení
- c) zavádějící interpretace tazatelů, kteří – v případě, že respondent plně otázkou na ochotu platit plně neporozuměl – tuto otázku interpretovali nevhodným způsobem (zejména jako platbu místních poplatků)

Tyto problémy vedly k tomu, že dotazník byl opět upraven a mírně přepracován, a tato přepracovaná verze byla využita v rámci hlavní vlny sběru dat. Sběr dat probíhá formou CAPI v následujících oblastech:

železniční doprava

- Město Praha.
- Město Česká Třebová.

silniční doprava

- Město Praha.
- Město Vysoké Mýto.
- Obec Mníšek pod Brdy ve Středočeském kraji.

Celkem bude provedeno 600 strukturovaných rozhovorů. Hlavní vlna sběru dat nebyla v době odevzdání ještě ukončena a v současnosti stále ještě probíhá sběr dat. Ke zdržení oproti původnímu harmonogramu došlo v důsledku problému zjištěných při dotazování v rámci předvýzkumu a pilotu dotazníku (viz výše). Možnost těchto problémů byla anticipována v návrhu projektu; bohužel se s podobným typem problémů u metody podmíněného hodnocení, a zvláště u oceňování hluku, často setkáváme.

5. Kongesce a nehody

5.1. Přehled přístupů ke kvantifikaci externích nákladů vyvolaných kongescemi

Dopady kongescí

V případě kongescí se dopady vyjadřují v podobě změny cestovního času účastníků dopravy oceněné pomocí hodnoty času, resp. úspory cestovního času (value of time – VoT, value of travel time savings – VTTS). Spíše v teoretické rovině a modelových aplikacích je přitom možné uvažovat i dopady druhého řádu vyvolané např. opožděnými dodávkami materiálu pro výrobu (v určitých případech se však nemusí jednat o technologické externality, ale pekuniární efekty).

V širším měřítku jsou, vedle kvantifikovatelných dopadů měřitelných ztrátou cestovního času nebo cestovní rychlosti, rovněž zmiňovány další typy dopadů, z nichž některé jsou dosti obtížně kvantifikovatelné.

Jedním z často vnímaných dopadů kongescí je změna rizika nehod. I když intuitivní předpoklad (založený zpravidla na větším počtu vozidel) spojuje kongesce s nárůstem rizika nehod, empirická evidence ukazuje složitější vztah. Studie zpracovaná pro britské ministerstvo dopravy (Brownfield et al. 2003) došla ke zjištění, že v urbánních a semi-urbánních oblastech dochází v období trvajících kongescí k více než 50% poklesu rizika nehod oproti období mimo kongesci (v případě uživatelů jednostopých vozidel a chodců však zůstává nezměněn podíl smrtelných a těžkých úrazů). Toto zjištění je dáváno do souvislosti s obeznameností pravidelných uživatelů se stavem těchto úseků v období kongescí a rovněž s podstatně nižší rychlostí vozidel. Naproti tomu v případě dálnic podle zmíněné studie dochází k bezmála zdvojnásobení rizika nehod oproti situaci bez kongescí (v případě jednostopých vozidel dokonce 7krát), nicméně podíl nehod se smrtelným nebo vážným úrazem je v podmínkách kongescí nižší.

Jiným případem širších dopadů kongescí jsou zvýšené nároky na soustředění řidičů v podobě stresu vedoucímu ke zvýšené nervozitě, agresivitě, zmatenosti či vyčerpání. I když jsou takové typy dopadů všeobecně přijímány, jejich zahrnutí do nákladů kongescí není snadno proveditelné.

Druhy kongescí

Podle projektu AFFORD lze rozlišit dva typy efektů kongescí – 1) kongesce úzkého hrdla (bottleneck congestions), které se typicky objevují na silničních křižovatkách (klasicky ve městech), v železničních stanicích a letištích a nejsou nijak podmíněny počtem ujetých kilometrů, a 2) kongesce proudové, které vyplývají z překročení nosné kapacity úseku komunikace. Proudové kongesce se pro makrosimulační modely definují pomocí křivek závislosti rychlosti a provozu (speed-flow curves), pro mikrosimulaci je však nutné zohlednit částečnou vzájemnou závislost vozidel. Ve městech a při zablokování přístupových komunikací na hlavní komunikace často dochází zároveň k oběma typům kongescí.

Naproti tomu Brownfield a kol. (2003) rozlišují tři typy kongescí, které se liší frekvencí a předvídatelností.

Tabulka 5.1: Členění kongescí podle studie Brownfield a kol. (2003)

Typ kongesce	Definice
Periodické kongesce (recurrent)	Kongesce, která se vyskytuje na určitém úseku v pravidelných časech. Může být pravidelnými uživateli komunikace v tuto dobu předvídána. Typickými příklady jsou kongesce v ranní a odpolední špičce.
Neperiodické kongesce (non-recurrent)	Vyskytují se na určitém úseku nahodile, nepravidelně. Jsou pro uživatele neočekávané a nepředvídatelné a běžně se vyskytují z důvodů jako jsou dopravní

	nehody, poruchy vozidla a jiných důvodů omezení propustnosti komunikace.
Pre-kongesce (kongesce okraje)	Vyskytují se v situaci, kdy dochází k narušení charakteru volného proudu, avšak kdy ještě nedochází ke stavu úplné kongesce. Tato situace se může vyskytovat buď na začátku nebo konci období kongesce nebo v oblastech lokalizovaných před nebo za úseky s kongescí.

Zdroj: Grant-Muller (2007)

Přístupy k měření nákladů kongescí

Pro měření nákladů kongescí má podstatný význam hned několik klíčových parametrů. Ty se týkají jednak samotného účelu měření indikátoru nákladů kongescí (mezních, průměrných nebo celkových), tak i použitelnosti dostupných metod. Z hlediska účelu měření nákladů kongescí je nezbytné rozlišovat především mezi celkovými a mezními náklady kongesce¹⁶. Mezní náklady kongesce představují efekty vyvolané přidáním dodatečného vozidla.

Pro modelování kongescí existují v zásadě dva typy modelů – statické a dynamické. Dynamické modely výpočtu nákladů kongesce zpravidla vypadají jako iterativní výpočtový proces mezi nabídkou, poptávkou a cestovními náklady. Přitom i dynamické modely výpočtu nákladů kongesce mohou být založeny jak na dynamickém, tak na statickém modelu dopravní sítě.

Podle Shirese (2006) existují čtyři hlavní metody výpočtu nákladů kongescí:

- 1) linkové vztahy mezi rychlostí a proudem,
- 2) oblastní vztahy mezi rychlostí a proudem,
- 3) modely přiřazování na síť (network assignment),
- 4) mikro-simulační modely.

Modely linkových vztahů mezi rychlostí a proudem představují relativně nejjednodušší přístup, když předpokládají jeden vztah mezi rychlostí a proudem pro všechna spojení určitého typu (lokace, času, kvality). I když u těchto modelů není možný odklon z jednoho typu spojení na jiný, pomocí elasticit je možné zahrnout nárůst či úbytek cest.

Modely oblastních vztahů mezi rychlostí a proudem vyjadřují jedním vztahem rychlosti a proudu průměrné cestovní časy v určité oblasti dopravní sítě. Pro různé oblasti dopravní sítě však mohou být definovány různé vztahy mezi rychlostí a proudem. Obvykle je možné navíc zohlednit možnost odklonu mezi jednotlivými oblastmi a také vznik či potlačení cesty.

Modely přiřazení na síť využívají detailní dopravní modely, které modelují zpoždění na jednotlivých spojeních a křížení. Tyto modely umožňují zahrnout jak odklony mezi různými spojeními, tak i, v závislosti na komplexnosti modelu, mezi dopravními módy.

Mikro-simulační modely představují možnost modelovat chování jednotlivých vozidel v dopravním systému a to navíc v reálném čase. Na rozdíl od předchozích tří modelů nejsou založeny na průměrném chování (vyjádřeném vztahem rychlosti a proudu), ale na modelování chování vozidla v reakci na dynamické změny v dopravní síti (např. nehody, pokročilé telematické prvky apod.). Mikro-simulační modely jsou z důvodu značných nároků na výpočetní kapacitu obvykle vytvářeny pro menší části dopravní sítě než modely přiřazení na síť, v poslední době ovšem dochází k jejich výraznému rozvíjení.

Přístup mezních nákladů vyžaduje odhad změny externích nákladů uživatelů vyvolaných dodatečným vozidlem v dopravní síti, což lze odvodit třeba pomocí makrosimulačního modelu nebo praktického měření. Maibach a kol. (2007) definují 5 kroků pro odvození těchto nákladů:

- 4) klasifikace dopravní sítě (městská/mimoměstská, jedno-/víceproudá);

¹⁶ V literatuře se lze setkat také s pojmem náklady excesivního břemena kongesce (excess burden of congestion).

- 5) odvození křivek závislosti rychlosti a provozu (proudu) pro různé typy dopravních sítí či úseků;
- 6) ocenění úspory cestovního času (VTTS) – zpravidla se uvažuje s různou hodnotou pro různé účely cest (za prací, pracovní, volnočasové atd.), různé dopravní prostředky (OA, bus, vlak, letadlo atd.), délku cesty a určitý stupeň kongesce (zpravidla odpovídající nárůstu času o 50-150 % oproti volnému dopravnímu proudu);
- 7) výpočet funkce mezních externích nákladů na základě křivek závislosti rychlosti a provozu a hodnoty cestovního času
- 8) odhad elasticit poptávky a typů dopravních reakcí, které lze získat pomocí modelů a specifických charakteristik (účel cesty, hustota sítě apod.)

Formalizovaný výpočet mezních externích nákladů pro daný objem dopravy Q je dán takto:

$$MEC_{Cong}(Q) = \frac{VOT \cdot Q}{v(Q)^2} \cdot \frac{\partial v(Q)}{\partial Q}$$

Kde:

VOT ... hodnota času

Q ... objem dopravy (počet vozidel za hodinu)

v(Q) ... funkce závislosti rychlosti a provozu

MEC_{cong} ... mezní externí náklady kongesce

Hodnota času

Pro kvantifikaci externích nákladů dopravních kongescí je čas a jeho hodnota klíčovým faktorem. Od 60. let byla realizována velká řada studií na odhady hodnoty (úspory) času (value of travel time savings – VTTS / value of time - VOT). Ty obvykle vychází z pozorování, že cestující jsou ochotni zaplatit za to, aby ušetřili čas. Odhady hodnoty času se nejčastěji používají pro analýzy efektů změn rychlosti dopravy na dopravní chování a také pro odhady společenských přínosů úspor cestovního času při kalkulacích u investic do dopravních projektů.

Oceňování času se liší podle toho, zda se jedná o čas cestovní, čas čekání na spoj, čas strávený přeseďáním atd. Vzhledem k tomu, že hodnota času (která se nejčastěji stanovuje metodou ochoty platit nebo ochoty akceptovat) je výrazně subjektivní, ovlivňují ji také další faktory související s přepravou konkrétním dopravním prostředkem (např. čistota dopravního prostředku, možnost sednutí si v dopravním prostředku, prostor zastávky, očekávané kongesce, vnímaná bezpečnost a jiné). Z tohoto důvodu se obvykle používají rozdílné hodnoty času pro různé dopravní prostředky. Dalším faktorem ovlivňujícím hodnotu času je také účel cesty a příjem.

Můžeme rozlišit následující komponenty cestovního času (Grant-Muller et al., 2004, str. 26):

- čas strávený v dopravním prostředku
- čas přístupu (nástup a výstup z dopravního prostředku)
- čas chůze k dopravnímu prostředku
- čas strávený čekáním na dopravní prostředek
- čas strávený přeseďáním
- zpoždění (odchylka od očekávaného trvání cesty)
- skrytý čekací čas (jde o časový rozdíl mezi žádoucím a skutečným časem opuštění určitého místa, např. domova nebo práce, dochází k němu pouze v případě, že spoje jsou velmi řídké, Holmberg 1977)
- čas strávený hledáním parkovacího místa

- časové ztráty v důsledku kongescí a nespolehlivosti.

V anglicky psané literatuře se často vyčleňuje zvláště **čas intervalu** (headway), což je čas strávený čekáním na dopravní prostředek (většinou polovina časového intervalu mezi spoji), ale může být také interpretovaný jako čas zpoždění. Headway může být takto stanoven pro všechny uživatele všech druhů dopravy, kdežto čas strávený čekáním zahrnuje pouze uživatele hromadné dopravy.

Pro kvantifikaci hodnoty času se používají odhady založené jak na projevených preferencích (RP, *revealed preferences*), tak i na vyjádřených preferencích (zpravidla metodou podmíněného hodnocení, *contingent valuation - CVM*), které vedou k získání ochoty platit (WTP, *willingness to pay*) nebo ochoty akceptovat (WTA, *willingness to accept*). V poslední době převažuje použití metody podmíněného hodnocení, která se spolu s metodou výběrového experimentu (choice experiment – CE) stala jakýmsi standardním nástrojem pro kvantifikaci hodnoty času. Jak však ukazuje Wardman (2001 a 1997), výsledky výzkumů ve Velké Británii získané metodou podmíněného hodnocení jsou mírně nižší než hodnoty získané na základě projevených preferencí.

Hodnota času stráveného v dopravním prostředku v pracovní době (tedy ne dojíždění a cesty ve volném čase) se obvykle vyjadřuje jako hodnota hrubé mzdy plus další náklady na práci, jako jsou sociální a důchodové pojištění a další (mzdové) náklady zaměstnavatele – tzv. náklady zdrojů (*resource costs*). Je to z toho důvodu, že čas pracovníka strávený v dopravním prostředku mohl být využit efektivněji.

Pokud bychom chtěli přesně vyjádřit hodnotu času u každého cestujícího, museli bychom získat velmi desagregovaná data. Ta však obvykle nejsou k dispozici. Může se proto použít postup, kdy vytvoříme více skupin dle příjmu s využitím průměrného příjmu pro každou skupinu. V tomto případě by však mělo být dostatečně testováno, zda navržené příjmové segmenty obyvatel skutečně odráží rozdíly v hodnotách cestovního času.

Evropské studie na VOT

V této části se pokusíme shrnout výsledky evropských výzkumných projektů věnovaných studiím hodnoty cestovního času. Jedněmi z nejvýznamnějších byly projekty *UNITE*, *MC-ICAM* a *HEATCO*. Řešitelé evropského projektu UNITE z roku 2003 docházejí k následujícím závěrům (Doll, 2002; Bossche, 2003):

- z empirických dat vyplývá, že hodnota úspor cestovního času u dojíždění je vyšší než pro ostatní soukromé účely. Nicméně zdá se, že tento rozdíl v moderních společnostech stále klesá;
- čas strávený v dopravním prostředku cestováním v urbánních oblastech dosahuje podle většiny výsledků hodnot okolo 50 % průměrné mzdy za daný čas;
- výsledky studií ve Velké Británii, Švédsku a Norsku ukazují, že hodnoty úspor cestovního času jsou výrazně vyšší pro meziměstskou než pro městskou dopravu. Dále hodnoty úspor cestovního času pro cesty letadlem jsou výrazně vyšší než u jiných druhů dopravních prostředků;
- studie ukazuje, že jednotlivé komponenty cestovního času, jako je čas čekání a přisedání, jsou ceněny více než cestovní čas jako celek. Rozdíly v hodnotách jsou vztaženy k nabídkovým faktorům. (Evropské projekty UNITE a MC-ICAM navrhují faktor 1,5 pro zpoždění a kongesci a faktor 1,6 pro čas čekání a přisedání.);
- hodnota cestovního času je ovlivněna pohodlím cestování (např. počtem míst k sezení, kongescemi);
- hodnota časových úspor roste s příjmem, tento růst je však degresivní.

Tabulka 5.2: Hodnoty cestovního času pro osobní dopravu z projektů UNITE a MC-ICAM (hodnota osobo-hodiny v EURO, hodnoty pro rok 1998)

Osobní doprava	UNITE [*] , EURO/hod.			MC-ICAM, EURO/hod.		
	Pracovní	Dojíždění	Ostatní účely	Pracovní	Dojíždění	Ostatní účely
Auto město	21,00	6,00	4,00	21,00	6,00	4,00

MHD	21,00	6,00	4,00	21,00	6,00	4,00
Auto, meziměsto				21,00	7,00	5,00
Autobus	21,00	6,00	4,00	21,00	6,00	4,00
Vlak	21,00	6,40	4,70	21,00	6,50	5,00
Letadlo	28,50	10,00	10,00	29,00	10,00	10,00

Pozn.: *Projekt UNITE nerozlišuje mezi městskou a meziměstskou hodnotou pro automobil

Zdroj: Proost et al. (2003)

UNITE a MC-ICAM stanovují také národní hodnoty času. Přepoččet je odvozen od parity kupní síly. Výsledky ukazuje následující tabulka.

Tabulka 5.3: Národní hodnoty času

Země	HDP/obyv. v € 1998 PPP	Koeficient pro transfer
UNITE/MC-ICAM	22 150	1,000
Rakousko	23 900	1,079
Belgie	23 677	1,069
Dánsko	25 459	1,149
Finsko	21 833	0,986
Francie	21 132	0,954
Německo	23 010	1,039
Řecko	14 171	0,640
Irsko	23 194	1,047
Itálie	21 531	0,972
Lucembursko	37 491	1,693
Nizozemí	24 141	1,090
Norsko	27 391	1,237
Portugalsko	15 891	0,717
Španělsko	17 223	0,778
Švédsko	21 799	0,984
Švýcarsko	27 091	1,223
Velká Británie	21 673	0,979
Maďarsko	10 470	0,473
Estonsko	9 193	0,415

Zdroj: Proost et al. (2003)

Evropský projekt HEATCO (Shires a de Jong 2006) využívá k ocenění času v osobní a nákladní dopravě hodnoty získané na základě meta-analýzy, která používá hodnoty času z výše uvedených studií. Přímo v samotném projektu HEATCO byl metodou podmíněného hodnocení oceňován čas cesty za prací. Následující tabulka přibližuje průměrné hodnoty za EU-25.

Tabulka 5.4: Doporučené hodnoty času v osobní a nákladní dopravě (průměr EU-25)

Sektor/účel	Jednotka	OA/SND	Železnice	Bus	Letecká
Osobní doprava					
- práce	€ ₂₀₀₂ /osobu a hodinu	23,82		19,11	32,80
- dojíždění, krátké vzdálenosti		8,48		6,10	
- dojíždění, dlouhé vzdálenosti		10,89		7,83	16,25
- ostatní, krátké vzdálenosti		7,11		5,11	

- ostatní, dlouhé vzdálenosti		9,13		6,56	13,62
Nákladní doprava	€ ₂₀₀₂ /tunu a hodinu	2,98	1,22		

Zdroj: HEATCO, deliverable 5

Jeden z nejrozsáhlejších výzkumů na národní úrovni lze nalézt ve Velké Británii, kde se kvantifikaci hodnoty času věnoval především Wardman (1998, 2001) z ITS University of Leeds. Ten analyzoval a shrnul přes stovku britských studií hodnoty času. Shrnutí hodnoty času stráveného v dopravním prostředku ukazuje následující tabulka. Rozdílné hodnoty vychází z rozdílných elasticit odvozených na základě rozdílu reálného HDP na hlavu. Department for Transport navrhuje hodnotu příjmové elasticity jedna, zatímco jiné návrhy doporučují hodnotu příjmové elasticity 0,5 v závislosti na mezisektorových srovnáních britských studií hodnoty času z posledních 20-ti let.

Tabulka 5.5: Elasticity poptávky po jednotlivých typech dopravy ve Velké Británii

Kontext	Mód	Důchodová elasticita = 1,0	Důchodová elasticita = 0,5	Vzorek
		Průměr €/hod.	Průměr €/hod.	
Městské dojíždění	Auto	5,8	5,3	64
	Autobus	4,0	3,6	17
	Vlak	6,9	6,0	17
	Metro	8,8	7,9	5
Doprava ve volném čase, město	Auto	6,2	5,6	73
	Autobus	2,5	2,3	22
	Vlak	6,2	5,5	14
	Metro	7,0	6,2	16
Služební cesty, město	Auto	12,7	11,2	11
	Vlak, metro	18,4	17,1	8
Ostatní cesty, město	Auto	6,1	5,6	84
	Autobus	3,1	2,8	27
	Ostatní	6,1	5,3	29
Meziměstské dojíždění	Auto	10,1	9,6	11
	Vlak	12,1	11,0	21
	Ostatní	8,7	7,4	9
Meziměstská, volný čas	Auto	8,8	7,9	23
	Vlak	12,8	11,5	44
	Letecká	74,1	71,2	4
	Metro	11,2	9,6	8
Meziměstská, služební cesty	Auto	17,6	16,9	16
	Vlak (1. třída)	30,9 (50,2)	28,1 (44,2)	34 (17)
	Letecká	86,6	79,1	12
Meziměstská, ostatní	Auto	7,1	7,1	10
	Vlak	16,9	14,7	18
	Ostatní	8,3	7,3	15

Zdroj: Wardman (2001)

Wardmanovy výsledky se blíží hodnotám doporučeným projekty UNITE a HEATCO, ačkoli jsou jeho výsledky odvozeny modelováním s využitím několika metod ze závěrů různých studií získaných během

dlouhého časového období. Nejvíce se liší úzké hodnoty pro autobus a vysoké pro leteckou dopravu. Wardmanovy závěry jsou následující:

- meziměstské cesty mají vyšší hodnoty než městské,
- služební cesty mají vyšší hodnotu cestovního času než cesty za jiným účelem (spíše zaměstnancova než zaměstnavatelova hodnota ochoty platit),
- u cest ve městě má dojíždění vyšší hodnotu než cesty ve volném čase u všech dopravních prostředků s výjimkou automobilu, pro meziměstské cesty je tento rozdíl pouze malý,
- hodnota času se výrazně mění podle použitého dopravního prostředku,
- u cest po městě má metro nejvyšší hodnotu cestovního času,
- získané hodnoty naznačují, že uživatelé vlaku mají vyšší hodnoty cestovního času než uživatelé automobilu, zvláště u meziměstských cest, ačkoli zde může být efekt vzdálenosti, protože meziměstské cesty vlakem jsou delší než meziměstské cesty automobilem.

Wardman (2001) se také zaměřil na hodnotu dalších časových komponentů, jako je čas čekání na dopravní prostředek a další. Většina těchto hodnot vychází z výzkumů vyjádřených preferencí (SP), které mohou být o něco nižší než projevené preference (RP). Tyto hodnoty zachycuje následující tabulka.

Tabulka 5.6: Faktory času stráveného ve vozidle k času čekání a docházky

Kontext	Druh dopravy	Účel	Čekací čas		Čas docházky	
			Střední hodnota	Vzorek	Střední hodnota	Vzorek
Vše	Všechny	Vše	1,76	62	1,68	183
Městská	Auto	Vše	2,06 ¹	30		
		Dojíždění			1,37	29
		Volný čas			1,74	25
		Ostatní			1,55	34
	Bus	Vše	1,59	11		
		Dojíždění			1,67	10
		Volný čas			1,66	13
		Ostatní			2,02	13
	Ostatní	Vše	1,17 ²	11		
		Dojíždění			1,99	29
		Volný čas			1,97	9
		Ostatní			1,37	8
Meziměstská	Vše	Vše	1,70	10	1,51	13

¹ Park and Ride

² Metro

Zdroj: Wardman 2001

Z těchto výsledků můžeme shrnout následující:

- cestující metrem mají relativně nízkou hodnotu času čekání
- u meziměstské dopravy je čas docházky relativně méně důležitý u delších cest.

Zajímavé výsledky získal Wardman pro hodnotu headway (čas intervalu), tato hodnota je méně než poloviční oproti hodnotě času čekání na dopravní prostředek. Z toho plyne, že lidé používají jízdní řády a plánují si své cesty dopředu. Dále se zdá, že pro časté a známé cesty, jako je např. dojíždění, je

headway méně důležitá než u méně častých cest. Toto může být způsobeno pocitem jistoty cestujících, že cestu rutinně znají a nic neočekávaného se na této cestě neudá. Headway faktor je větší pro cesty městské a pro meziměstské cesty je nižší než faktor pro čas strávený čekáním na dopravní prostředek.

Zemí, která má nejvíce studií a velmi podrobně zpracované metodiky vztahující se k oceňování, je Velká Británie. Tak například britské ministerstvo dopravy Department for Transport (2004) navrhlo agregované hodnoty cestovního času pro pracovní cesty v rozdělení podle použitého dopravního prostředku. Tyto hodnoty zachycuje následující tabulka.

Tabulka 5.7: Hodnota cestovního času pro pracovní cesty (v librách za hodinu, ceny a hodnoty pro rok 2002)

Vozidlo	Náklady zdrojů	Vnímané náklady	Tržní cena
Řidič automobilu	21,86	21,86	26,43
Pasažér automobilu	15,66	15,66	18,94
Velké nákladní vozidlo (řidič nebo pasažér)	8,42	8,42	10,18
Ostatní nákladní vozidla (řidič nebo pasažér)	8,42	8,42	10,18
Sportovní užitkové vozidlo – řidič	8,42	8,42	10,18
Sportovní užitkové vozidlo – pasažér	16,72	16,72	20,22
Řidič taxi	8,08	8,08	9,77
Pasažér taxi	36,97	36,97	44,69
Pasažér vlaku	30,57	30,57	36,96
Pasažér metra	29,74	29,74	35,95
Chodec	24,51	24,51	29,64
Cyklista	14,06	14,06	17,00
Motocyklista	19,78	19,78	23,91
Průměr všech pracujících osob	22,11	22,11	26,73

Zdroj: TAG, unit 3.5.6

Dále se podíváme na hodnotu času u dojíždění a u cest ve volném čase. Ochota platit se podstatně mění v závislosti na řadě faktorů, mimo jiné podle

- příjmu cestujícího,
- účelu a urgentnosti cesty,
- pohodlí a atraktivity samotné cesty.

Department for Transport (2004) dále navrhl agregované hodnoty cestovního času pro cesty ve volném čase dle účelu cesty. Hodnoty vychází ze studie zpracované Institute for Transport Studies pro Department for Transport (DfT) v roce 2003 a publikované jako Values of Travel Time Saving in the UK. Tyto hodnoty zachycuje následující tabulka.

Tabulka 5.8: Hodnoty cestovního času pro pracovní cesty (libry/hod., ceny a hodnoty r. 2002)

Účel	Náklady zdrojů	Vnímané náklady	Tržní cena
Dojíždění do práce	4,17	5,04	5,04
Ostatní	3,68	4,46	4,46

Zdroj: TAG, unit 3.5.6

Hodnota nepracovního času narůstá s důchodem s důchodovou elasticitou 0,8. Odhady pro hodnotu pracovního času předpokládají její nárůst s důchodovou elasticitou 1. Z posledních dvou tabulek je patrný velmi podstatný rozdíl hodnoty času pro pracovní a nepracovní cesty. Je to z toho důvodu, že pracovní cesty vykonávané v pracovní době představují pro zaměstnavatele náklad, který vychází z délky času strávené v dopravním prostředku.

DfT dále doplňuje data o rozložení cest v pracovním a nepracovním čase, která vycházejí z Národního dopravního výzkumu v letech 1999 – 2001. Slouží jako doplnění k hodnotám času dle účelu cesty a je rozděleno dle cestovní vzdálenosti. Více následující tabulka.

Tabulka 5.9: Rozložení cest v pracovním a nepracovním čase

Typ vozidla a účel cesty	Pracovní dny (v hod.)					Průměr víkend	Průměr celý týden
	7 – 10	10 - 16	16 - 19	19 - 7	Průměr		
	% cest vozidlem						
Auto							
Pracovní	6,8	8,3	5,5	3,6	6,5	1,7	5,0
Dojíždění	40,6	11,6	32,3	26,4	25,4	9,1	20,3
Ostatní	52,7	80,1	62,2	70,0	68,1	89,3	74,7
Nákladní vozidlo							
Práce	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0
Ne-práce (dojíždění a ostatní)	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	% cest na osobu						
Auto							
Pracovní	5,2	2,2	4,1	1,2	4,7	1,1	3,4
Dojíždění	33,3	15,6	25,8	10,9	20,0	6,4	15,2
Ostatní	61,5	82,2	70,1	87,9	75,3	92,5	81,4
SUV							
Pracovní	1,5	1,2	1,8	2,6	1,5	1,0	1,4
Dojíždění	41,7	10,6	43,0	47,4	26,9	12,4	24,3
Ostatní	56,8	88,2	55,2	50,0	71,5	86,6	74,3
Vlak							
Pracovní	6,7	13,6	6,7	8,8	8,3	2,8	7,6
Dojíždění	71,7	14,9	68,0	60,4	58,2	11,1	52,2
Ostatní	21,6	71,5	25,4	30,8	33,5	86,1	40,3
Příměstský vlak							
Pracovní	2,8	0,7	3,3	5,3	2,4	1,2	2,2
Dojíždění	83,0	10,8	70,7	23,7	48,2	21,7	43,8
Ostatní	14,2	88,5	26,0	71,1	49,4	77,1	54,0

Zdroj: TAG, unit 3.5.6

S využitím rozložení cest, jejich vzdáleností a dalších dat byla spočítána tržní hodnota cestovního času na průměrné vozidlo. Britský národní průměr hodnoty cestovního času na vozidlo je 11,28 liber/hod. Detailnější výsledky zachycuje následující tabulka.

Tabulka 5.9: Tržní hodnota cestovního času pro jedno vozidlo podle cestovní vzdálenosti (v librách/hod, ceny a hodnoty roku 2002)

Typ vozidla a účel cesty	Pracovní dny (v hod.)					Průměr víkend	Průměr celý týden
	7 - 10	10 - 16	16 - 19	19 - 7	Průměr		
Auto							
Pracovní	30,74	30,00	29,61	29,81	30,18	31,68	30,18
Dojíždění	5,84	5,79	5,69	5,69	5,74	5,74	5,74
Ostatní	7,58	7,89	8,08	7,86	7,90	8,74	8,21
Průměr	10,97	12,05	9,90	9,77	10,88	9,22	10,46
Nákladní vozidlo							
Práce	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	12,83	12,22
Ne-práce (dojíždění a ostatní)	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	9,31	7,29
Průměr	11,55	11,55	11,55	11,55	11,55	12,41	11,63
SUV							
Pracovní	19,80	15,11	19,80	24,24	18,57	13,88	17,33
Dojíždění	18,45	6,83	22,50	23,43	15,68	3,94	12,61
Ostatní	35,97	47,28	32,38	30,58	38,69	50,06	41,68
Celkem	74,21	69,22	74,68	78,28	72,93	67,87	71,62

Zdroj: TAG unit 3.5.6

Recentní studie Tsenga a Verhoefa (2007) rozvíjí dynamický koncept časově specifických hodnot úspory cestovního času, kde jsou zohledněny časové preference jako přebytek ochoty platit za možnost být na určitém místě oproti tomu být na místě jiném. Jejich výsledky ukazují, že hodnota úspory času je výrazně časově závislá a časově závislé stínové ceny jsou silně proměnlivé v ranní špičce.

Autoři některých studií (*Mackie, Jara-Díaz a Fowkes 2001 a Bruzelius 2001*) navrhují, aby úspory cestovního času za práci byly oceňovány na základě nákladů zaměstnavatele. Tedy základem by měla být hrubá mzda plus fixní náklady spojené s prací.

V Evropě, kde jsou poměrně vysoké příspěvky zaměstnavatelů, se dále obvykle doporučuje použít pro hodnotu cestovního času za účelem pracovním 100 % platby zaměstnavatele (tj. 100 % mzdy včetně ostatních osobních nákladů zaměstnavatele), zatímco např. v USA je to 100 % mzdy zaměstnance.

Jak ukazuje *Graham a Glaister (2004)*, hodnota času na kilometr pro průměrného řidiče vozidla vzrostla z přibližně 50 % vyvolaných nákladů řízení na vozo-km v roce 1960 na 65 % v roce 2000. Hodnota času může být relativně důležitější pro řidiče automobilu dnes než v minulosti, protože tato položka roste rychleji než mnoho jiných komponent vyvolaných nákladů.

České hodnoty VOT

Ministerstvo dopravy ČR vydává po projednání se Státním fondem dopravní infrastruktury tyto prováděcí pokyny, kterými se stanoví jednotný postup Ředitelství silnic a dálnic ČR při zabezpečení vyhodnocení ekonomické efektivity u dálničních a silničních staveb. Toto vyhodnocení je součástí investičního záměru akce (projektu) vypracovávaného ŘSD ČR (investorem) a předkládaného ministerstvu a je součástí zdůvodnění nezbytnosti dané stavební akce a vyhodnocení její efektivity - konkrétně části, týkající se průkazu efektivity u akcí na pozemních komunikacích. Podle materiálu „Základní data pro výpočty ekonomické efektivity silničních a dálničních staveb v investičních záměrech v ČR s použitím programu HDM-4 s kalibrovanými daty“ (CSHS - "Český systém hodnocení silnic"), příloha C, bylo pro rok 2007 ocenění času cestujících v ČR stanoveno v průměrné výši 164,- Kč/hod. Pro hodnotu času při přepravě zboží byly pro rok 2007 stanoveny následující hodnoty:

Kategorie vozidla	Hodnota času Kč/hod/voz
lehká nákladní (do 3,5 t)	6,80
střední nákladní (3,5 -10 t)	37,00
těžká nákladní (nad 10 t)	86,20
návěsové soupravy	134,20

Obdobně pro železniční infrastrukturu byly Ministerstvem dopravy ČR pro Správou železniční dopravní cesty vydány Prováděcí pokyny pro hodnocení efektivity investic železničních staveb. V osobní dopravě je použito stejné ocenění ceny času jako pro hodnocení silničních staveb (tj. program HDM-4). Tato hodnota vyjadřuje hodnotu produktivního času, tak i ohodnocení volného času.

Pro nákladní dopravu stanoví pokyny pro výpočet hodnoty času přepravy zboží následující vzorec:

$$\text{Kč/tunohod} = \frac{\text{průměrná hodnota 1 tuny zboží (v Kč)} \times \text{průměrná vytiženost vozidel (v \%)} \times \text{průměrná výnosnost (v \%)}}{365 \text{ dní} \times 24 \text{ hodin}}$$

I přes existenci těchto základních hodnot a diferenciací však v České republice dosud nebyly odvozeny hodnoty času s rozlišením typu cest a druhu dopravních prostředků.

5.2. Přehled přístupů ke kvantifikaci externích nákladů z nehod v silniční dopravě

Dopady způsobené nehodami principiálně zahrnují poškození lidského zdraví (včetně smrtelných následků) a škody na prostředí. V tomto ohledu se jedná o kategorie dopadů obdobné kategoriím dopadů u znečištění ovzduší, avšak s určitými odlišnostmi.

Za externí náklady nehod jsou považovány ty společenské náklady, které nejsou kryty pojištěním odvozeným od rizika. V tomto smyslu je úroveň externalit z nehod podmíněna nejen množstvím nehod, ale i systémem pojištění.

V přístupech k oceňování nehod není (na rozdíl od zbylých hlavních kategorií externalit) dominantně používán přístup zdola nahoru. V minulosti se převážně používal přístup shora dolů a v podstatě až v projektu UNITE byl rozpracován přístup zdola nahoru umožňující odhad mezních externích nákladů nehod.

Přístup shora dolů vychází z celkových statistik nehodovosti a uvažuje přímé a nepřímé ekonomické náklady – náklady na léčení a rehabilitaci, administrativní náklady právního systému, ztráty produktivity atd., přičemž se substrahuje ta část společenských nákladů, která je kryta pojištěním. V zásadě přitom za externalitu považuje ztrátu produktivity a společenské ocenění rizika. Ocenění hodnoty rizika je odvozeno ze statistické hodnoty života VSL /VRR (value of risk reduction).

Naproti tomu přístup zdola nahoru vychází z elasticit rizik (risk elasticities), tj. korelace mezi úrovní provozu a nehodami. Ve srovnání s hodnotami dosaženými přístupem shora dolů jsou odhady založené na elasticitách rizik podstatně nižší, neboť se vychází z předpokladu, že samotní účastníci racionálně předpokládají vlastní riziko nehody a externí povahu má jen újma třetí strany (např. WTP za příbuzné / známé).

Projekt GRACE pro odhad externích nákladů nehod přístupem zdola nahoru rozlišuje tři kroky:

- 9) získání elasticit rizika pro různé typy vozidel a komunikací. Elasticity rizika se dají buď získat z dopravního modelu, případovou studií nebo převzít z jiných studií;
- 10) aplikace odhadů ocenění jednotlivých následků nehod (úmrť, těžký úraz, lehký úraz, škoda na majetku);
- 11) odvození mezních externích nákladů na základě odhadů vnímání rizika uživateli dopravy, včetně zahrnutí transferů týkajících se pojištění rizik.

Pro přístup shora dolů jsou definovány 4 kroky, které však vedou k odhadu průměrných (a nejprve celkových) nákladů:

- 1) sběr statistických dat o nehodovosti a případné korekce o podhodnocení (zvl. u statistik silničních nehod)
- 2) ocenění následků nehod (úmrť, těžký úraz, lehký úraz, škoda na majetku) a zohlednění transferů z pojištění a případného vymáhání odškodnění;
- 3) výpočet celkových nákladů nehod pro specifický druh dopravy a alokace na různé typy vozidel, pro alokaci nákladů lze vycházet z odpovědnosti (zavinění) za nehodu;
- 4) výpočet průměrných nákladů nehod jako podílu celkových nákladů nehod pro daný typ dopravy a dopravních výkonů daného typu dopravy.

Současný stav poznání v oblasti přístupů k odhadu mezních externích nákladů se točí v zásadě okolo tří různých metodologických přístupů (Lindberg, 2006):

- 1) přístup zdola nahoru, který separátně odhaduje jednotlivé komponenty (riziko nehody, elasticitu rizika, internalizované privátní mezní náklady, pravděpodobnost zranění atd.),
- 2) přístup odvozený z pojištění,
- 3) přístup založený na modelech všeobecné rovnováhy.

První z uvedených přístupů byl rozpracován v projektu UNITE a mezní externí náklady nehod jsou v něm vyjádřeny následujícím vztahem:

$$MC_j^c = r(a + b)[1 - \theta + E] + rc(1 + E)$$

kde:

r ... riziko nehody

a, b, c ... kategorie nákladů (a ... hodnota statistického života (VSL); b ... VSL pro příbuzné a přátele; c ... náklady pro zbytek společnosti (dominantně materiální)

θ ... pravděpodobnost jedince, že bude při nehodě zraněn

E ... elasticita rizika

U přístupu založeného na pojištění je část nákladů odpovídajících externalitě odvozována ze vztahu mezi dopravním proudem a pojistnými sazbami, zpravidla odvozovanými z agregovaných dat. Tento přístup je dominantně využíván v USA a jeho základním předpokladem je to, že pojištění musí pokrývat všechny náklady nehody. V takové situaci se průměrný řidič rozhoduje mezi krytím nákladů nehody buď ve formě pojištění, nebo dobrovolně nese riziko nehody (a s ní spojených nákladů). Zároveň musí platit předpoklad, že výše pojistného s množstvím najetých kilometrů mírně roste (stejně jako roste riziko nehody).

Přístup založený na modelování všeobecné rovnováhy vyžaduje obdobně jako prvně zmíněný přístup detailní znalost elasticit rizika, navíc je model schopen obsáhnout i vliv chování vyhýbajícího se riziku a rovněž dopady druhého řádu - typicky snížení příjmů v důsledku ekonomických ztrát způsobených nehodami. Vzhledem k vysokým nárokům na vstupní data je však použití modelu všeobecné rovnováhy pro výpočet externalit nehod spíše okrajové.

Vnímání rizika a elasticita rizika

Problematika vnímání rizika je klíčová pro rozlišení externí a interní části nákladů nehod. Principiálně zahrnuje jak vnímání vlastního rizika, tak i vnímání rizika pro ostatní. Přístup zdola nahoru pragmaticky vychází z předpokladu, že uživatel předpokládá vlastní riziko, avšak riziko pro ostatní již nikoli – tato část je potom považována za externalitu. Tomuto předpokladu je však vyčítáno, že není příliš realistický, neboť u velmi malých rizik – jakým je např. riziko smrtelného úrazu – empirické výzkumy ukazují obecnou tendenci taková rizika přeceňovat (zároveň však i podceňovat velká rizika). To, že jednotlivec vnímá mezní riziko spojené se změnou ujeté vzdálenosti nebo dodatečné cesty je do značné míry arbitrární předpoklad.

Elasticita rizika nehody představuje vztah mezi objemem dopravy a rizikem nehody. Jak již bylo zmíněno v kapitole popisující přístupy ke kvantifikaci externích nákladů kongescí, je tento vztah poměrně komplikovaný. Dickerson a kol. (2000) ukazují, že elasticita rizika se výrazně mění v závislosti na objemu dopravy – podle jejich studie jsou externality z nehod při nízkém provozu minimální a při zvýšeném provozu výrazně rostou. Hiselius (2005) naopak na švédských silnicích nachází opačný trend, je-li dopravní proud pojmán jako homogenní, pak při nárůstu provozu riziko nehod klesá. Další studie pak ukazují, že elasticity rizika se patrně liší podle typu komunikace, složení dopravního proudu (podíl nákladních vozidel a nemotorové dopravy). Empirická evidence tak nedovoluje vyvodit jednoznačný závěr ohledně výše a směru této elasticity.

Oceňování nehod

Oceňování nehod zahrnuje několik typů nákladů – přímé ekonomické náklady, nepřímé ekonomické náklady a hodnotu bezpečnosti samé. Do přímých nákladů patří současné a budoucí výdaje, mj. náklady na léčení a rehabilitace, náklady pohotovosti, bezpečnostních složek, právního systému a náklady škod na majetku. Nepřímé náklady představuje ztráta produktivity způsobená předčasným úmrtím nebo dočasnou či trvalou sníženou pracovní schopností. Konečně hodnota bezpečnosti (resp. rizika) představuje statistickou hodnotu lidského života odvozenou z individuální percepce rizika nehody a ochoty platit za jeho snížení (viz dále).

Náklady nehod mohou být vyjádřeny v různých měrných jednotkách – náklady na nehodu, na úraz, oběť, nebo pachatele, případně na vozokilometr nebo osobokilometr.

Hodnota statistického života

Problematice odhadu statistické hodnoty lidského života (VSL) v kontextu dopravních nehod i mimo něj je v zahraniční věnována velká pozornost již od 70. let. Prakticky rovnocenně jsou pro tyto odhady využívány metody projevených i vyjádřených preferencí, přičemž model mzdového diferenciálu pracovních rizik je dominantně využíván v USA a Kanadě, zatímco metoda podmíněného hodnocení je hojně využívána i v evropských státech.

Přehled studií na ocenění hodnoty statistického života metodou podmíněného hodnocení

<i>Autor</i>	<i>Rok</i>	<i>Země</i>	<i>VSL (USD)</i>
Acton	1973	US	158 511
Melinek	1974	UK	1 000 200
Jones-Lee	1976	UK	26 560 000
Mulligan	1977	US	798 211

Frankel	1979	US	33 000 000
Macleane	1979	UK	6 990 000
Jones-Lee et al.	1985	UK	6 679 000
Gerking, DeHaan and Schulze	1988	US	5 389 364
Maier, Gerking and Weiss	1989	Rakousko	3 716 000
Jones-Lee	1992	UK	6 023 407
Miller and Guria	1991	Austrálie	1 835 000
Viscusi, Magat and Huber	1991	US	4 758 000
Persson and Cedervall	1991	Švédsko	15 671 000
McDaniels	1992	US	25 397 000
Belhadji	1994	Kanada	1 226 000
Soderquist	1994	Švédsko	1 645 000
Schwab Christe	1995	Švýcarsko	1 167 000
Lanoie et al.	1995	Kanada	3 099 000
Desaigues and Rabl	1995	Francie	1 300 000
Kidholm	1995	Dánsko	1 255 000
Johannesson et al.	1996	Švédsko	5 994 000
Beattie et al.	1998	UK	10 725 000
Guria et al.	1999	Nový Zéland	3 120 600
Carthy et al.	1999	UK	2 459 000
Krupnick et al.	2000	Kanada	2 500 000
Corso, Hammit and Graham	2001	US	4 270 000
Persson et al.	1995	Švédsko	4 858 000
Persson et al.	2001	Švédsko	3 224 000
Cook and Ludwig	2001	US	6 588 000

Zdroj: Dionne a Lanoie (2004)

Z novějších studií lze zmínit švédskou studii Andersona (2008), chilskou studii Rizzi et Ortúzar (2006) nebo britskou studii Chilton et al. (2007).

Jedním z populárních témat výzkumu je závislost hodnoty statistické hodnoty života (resp. snížení rizika) na kontextu – řada výzkumů (např. Chilton et al. 2007, Tsuge et al. 2005, Viscusi et al. 2003) se v poslední době zabývá vlivem kontextu na vnímání rizika (např. pracovní úrazy vs. úrazy v dopravě) a existenci „prémie“ odpovídající např. úmrtí z příčiny vnímané jako obzvláště útrpné (nevyléčitelná rakovina vs. smrtelný úraz při dopravní nehodě). Získané poznatky zatím pro značnou heterogenitu v podstatě nedávají jednoznačnou odpověď, jakým kontextům by odpovídalo zahrnutí případných „prémii útrpné smrti“.

V evropských projektech UNITE a HEATCO byly odvozovány hodnoty pro různé členské státy EU, přičemž průměrná hodnota pro EU dosahuje přibližně 1,5 mil. € a pro přenos hodnot je doporučována úprava přes paritu kupní síly.

Mezi hodnotou statistického života a ochotou platit za vyhnutí se těžkému a lehkému úrazu byla na základě studie Jones-Lee et al. (1995) byl odvozena následující relace – ochota platit za těžký úraz představuje asi 15 % hodnoty VSL, ochota platit za lehký úraz pak 1 % hodnoty VSL. Tyto relace byly využívány i v projektu UNITE, následně však byly revidovány v projektu HEATCO, kde pro ocenění těžkého a lehkého úrazu byly stanoveny faktory 0,13 hodnoty VSL pro těžký a 0,01 hodnoty VSL pro lehký úraz.

Doporučené hodnoty z projektu HEATCO pro ocenění úrazů při nehodách v případě absence odpovídajících národních hodnot (bez zahrnutí materiálních škod) přibližuje následující tabulka.

Tabulka 5.10: Doporučené hodnoty pro ocenění úrazů z projektu HEATCO (v EUR roku 2002)

Země	Smrtelný úraz	Těžký úraz	Lehký úraz
Rakousko	1 683 000	231 300	18 300
Belgie	1 606 000	244 000	15 700
Kypr	1 012 000	129 900	9 600
ČR	935 000	118 100	8 800
Dánsko	1 672 000	210 300	16 500
Estonsko	627 000	79 500	5 900
Finsko	1 551 000	208 600	15 600
Francie	1 551 000	217 800	16 400
Německo	1 496 000	209 400	17 100
Řecko	1 067 000	136 500	10 500
Maďarsko	803 000	103 000	7 600
Irsko	1 837 000	235 100	18 000
Itálie	1 496 000	190 700	14 700
Lotyšsko	539 000	67 700	5 100
Litva	572 000	73 000	5 400
Lucembursko	2 915 000	432 700	27 200
Malta	1 133 000	142 800	10 700
Nizozemí	1 672 000	223 600	18 000
Norsko	2 057 000	307 000	21 500
Polsko	627 000	79 500	5 900
Portugalsko	1 056 000	137 400	9 700
Slovensko	704 000	89 100	6 600
Slovinsko	1 023 000	130 000	9 700
Španělsko	1 298 000	160 900	12 100
Švédsko	1 573 000	239 300	17 000
Švýcarsko	1 804 000	262 800	20 100
Velká Británie	1 617 000	211 100	16 800

Stav v ČR

CDV při vyčíslování ekonomických ztrát způsobených nehodovostí v silničním provozu v ČR (Daňková, 2007) počítá s přímými a nepřímými náklady, výše zmiňovaná hodnota bezpečnosti do kvantifikace není zahrnuta (cit. autorka sama obtížnost zjištění těchto dopadů zmiňuje).

V kategorii přímých nákladů jsou zjišťovány přímé náklady na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), vyšší sociální výdaje (dávky nemocenského pojištění vdovské, vdovecké, sirotčí a invalidní důchody) a hmotné škody. Mezi nepřímé náklady pak jsou zahrnuty ztráty na produkci jako podíl výše hrubého domácího produktu v běžných cenách a středního stavu počtu obyvatel v produktivním věku (muži 15-62 let a ženy 15-60 let).

V ČR byla dle znalostí řešitelů dosud realizována jediná studie, která se pokusila o zjištění hodnoty statistického života v kontextu rizika dopravní nehody a to metodou výběrového experimentu (Kutáček a Šed'a, 2004).

6. Závěr

V uplynulém roce se řešení projektu postupně přesouvalo z rešeršní fáze do fáze výzkumné. Jakýmsi logickým završením rešeršní fáze bylo dokončení obecné metodiky kvantifikace externích nákladů z dopravy v podmínkách ČR, která vymezuje obecný přístup ke kvantifikaci jednotlivých typů externích nákladů a přibližuje zdrojová data využívaná v řešení projektu.

Na poznatky získané v prvním roce řešení navázalo zejména řešení dílčích cílů týkajících se kvantifikace externích nákladů hluku a atmosférických emisí. Za významný přínos projektu považujeme kvantitativní výzkum realizovaný za účelem získání ekonomické hodnoty hluku. V této části projekt navazuje na současný stav poznání ve světě a to i díky možnosti řešitelů konzultovat proces přípravy dotazníkového šetření s autory šetření v projektu HEATCO (prof. Navrud, dr. Longo).

V následujícím období se řešení projektu bude soustředit na vyhodnocení externích nákladů hluku a atmosférických emisí a zahájení přípravy dotazníkového šetření pro ocenění cestovního času a rizika nehod.

I v dalších fázích řešení projektu budou řešitelé bedlivě sledovat vývoj jak v oblasti výzkumu, tak i probíhající politické vyjednávání o návrhu novely směrnice 1999/62/ES, která by umožnila zpoplatnění externích nákladů působených provozem těžkých nákladních vozidel. I když zatím není zcela jisté, že tento návrh bude nakonec přijat, je nepochybné, že internalizace externích nákladů představuje jeden z klíčových nástrojů dosažení cílů evropské a české dopravní politiky.

Literatura

- Adamowicz W. (2003) Valuation of Environmental Externalities, in: Hensher D.A., Button K.J. (eds.) Handbook of Transport and the Environment, Amsterdam: Elsevier.
- AEA Technology (2004): Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Consultation - Issue 3 - July 2004. Draft for Consultation and Peer Review. AEA Technology, AEAT/ED51014/ Methodology Paper Issue 3. Draft for Consultation and Peer Review. Presented at the CBA Working Group, European Commission, DG Environment, Brussels, July 16, 2004.
- Alberini, A. and Krupnick A. (2003): Valuing the health effects of pollution. In: Tietenberg, T. and Folmer, H.: The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2003/2004. A Survey of Current Issues. Cheltenham, UK. Edward Edgar, 233-277.
- Alberini, A., Ščasný, M., Braun Kohlová, M., Melichar, J.: The Value of Statistical Life in the Czech Republic: Evidence from Contingent Valuation Study; in: Ščasný, M., Melichar, J., eds.: Non-market Valuation Methods in environmental area. Proceedings from the International Seminar on Lectures in Non-market Valuation Methods in environmental area, Charles University in Prague, 21-23 October 2005.
- Anderson H. (2008) Willingness to Pay for Car Safety: Evidence from Sweden, Environmental and Resource Economics, Vol. 41(4), p. 579-594.
- Anthoff D. (2007) Report on marginal external damage costs of greenhouse gas emissions, Deliverable 5.4, NEEDS (New Energy Externalities Developments for Sustainability), project funded by 6th Framework RTD Programme, ISIS, Rome.
- Bickel P., Friedrich R. (2004) ExternE: Externalities of Energy. Methodology 2005 Update, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Bossche M. A. van den, Certan C., Simme Veldman, Chris Nash, Daniel Johnson, Andrea Ricci, Riccardo Enei (2002) Guidance on Adapting Marginal Cost Estimates, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 15, Funded by 5th Framework RTD Programme, Netherlands Economic Institute (NEI), Rotterdam, August 2002.
- Brownfield J., Graham A., Eveleigh H., Ward H., Robertson S., Allsop R. (2003) Congestion and accident risk, Road Safety Research Report No. 44, Department for Transport UK.
- Bruzelius N. (2001) The Valuation of Logistics Improvements in CBA of Transport Investments: A Survey. Report to the SAMGODS group, Swedish Institute for Transport and Communications Analysis (SIKA).
- Capros P., Mantzos L. (2000) Kyoto and technology at the European Union: costs of emission reduction under flexibility mechanisms and technology progress, Int. J. Global Energy Issues, Vol. 14, pp. 169-183.
- Carthy, T., Chilton, S., Covey, J., Hopkins, L., Jones-Lee, M., Loomes, G., Pidgeon, N. and Spencer, A. (1999) On the Contingent Valuation of Safety and the Safety of Contingent Valuation: Part 2 - The CV/SG "Chained" Approach, Journal of Risk and Uncertainty, 17(3), 187-213.
- Chilton S., Jones-Lee M., Metcalf H., Loomes G., Robinson A., Covey J., Spencer A., Spackman M. (2007) Valuation of health and safety benefits, Research Report RR541, UK Health and Safety Executive.
- Curtiss, PS, A Rabl (1996): "Impacts of air pollution: general relationships and site dependence". Atmospheric Environment, Vol.30, p.3331-3347.
- Daňková A. (2007) Ekonomické ztráty způsobené nehodovostí v silničním provozu v ČR za rok 2006, Centrum dopravního výzkumu, dostupné na <http://www.cdv.cz/text/oblasti/bsp/analyzy-nehodovosti/ekonomicke-ztraty-2006.pdf>
- Department for Transport (2004) valuace of Time and Operating Costs. Transport Analysis Guidance Unit 3.5.6, UK Department of Transport.
- Dickerson A.P., Peirson J.D., Vickerman R.W. (2000) Road Accidents and Traffic Flows: An Econometric Investigation, Economica, Vol. 67, s. 101-121.
- Dionne G., Lanoie P. (2004) Public Choice about the Value of a Statistical Life for Cost-Benefit Analyses. The Case of Road Safety, Journal of Transport Economics and Policy, Vol 38, Part 2 (May 2004), s. 247-274.
- Doll C (2002) Transport User Cost and Benefit Case Studies. UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency) Deliverable 7. Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds, IWW Karlsruhe.

- Downing T., Watkiss P. (2003) The marginal social costs of carbon in policy making: Applications, uncertainty and a possible risk based approach, in: DEFRA International Seminar on the Social Costs of Carbon, dostupné na <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/carboncost/proceedings.htm>
- Downing T., Watkiss P. (2008) The social cost of carbon: Valuation estimates and their use in UK policy, *Integrated Assessment Journal*, Vol. 8(1), pp. 85-05.
- Downing, T., Watkiss, P. (2004): Overview, The Marginal Social Costs of Carbon in Policy Making, Applications, Uncertainty and a Possible Risk Based Approach. Workshop on The Marginal Social Costs of Carbon in Policy Making. London, May 2004.
- European Commission (1995): Externalities of Energy: Volume 1: Summary; Volume 2: Methodology; Volume 3: Coal and Lignite; Volume 4: Oil and Gas; Volume 5: Nuclear; Volume 6: Wind and Hydro Fuel Cycles. European Commission, Directorate-General XII. Science, Research and Development. Brussels.
- European Commission (1999): ExternE: Externalities of Energy. Vol.7: Methodology 1998 Update (EUR 19083); Vol.8: Global Warming (EUR 18836); Vol.9: Fuel Cycles for Emerging and End-Use Technologies, Transport and Waste (EUR 18887); Vol.10: National Implementation (EUR 18528). Published by European Commission, Directorate-General XII, Science Research and Development. Office for Official Publications of the European Communities, L-2920 Luxembourg.
- European Commission (2000): External Costs of Energy Conversion - Improvement of the Externe Methodology And Assessment Of Energy-Related Transport Externalities. Final Report for Contract JOS3-CT97-0015, published as Environmental External Costs of Transport. R. Friedrich & P. Bickel, editors. Springer Verlag Heidelberg 2001.
- European Commission (2003): External costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport. Published by European Commission, Directorate-General for Research. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- European Commission. ExternE: Externalities of Energy, Methodological 2005 Update. European Commission, Directorate-General for Research. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2005, ISBN 92-79-00423-9.
- Fahl, U., Läge, E., Remme, U., Schaumann, P. (1999), "E3Net." In: Forum für Energiemodelle und Energiewirtschaftliche Systemanalysen in Deutschland (Hrsg.) (1999) Energiemodelle zum Klimaschutz in Deutschland. Physica-Verlag, Heidelberg.
- Friedrich, R., Bickel, P. (Eds.) (2001): Environmental External Costs of transport. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Graham, D.J., Glaister, S. (2004): Road Traffic Demand Elasticity Estimates: A Review. *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, 261-274.
- Grant-Muller S. et al. (2004) Study of Policies regarding Economic instruments Complementing Transport Regulation and the Undertaking of physical Measures (SPECTRUM), Deliverable 6, project funded by the European Community, Institute for Transport Studies, University of Leeds.
- Grant-Muller S., Laird J. (2007) Cost of congestion: literature based review of methodologies and analytical approaches, Scottish Executive Social Research, Edinburgh.
- Hensher D.A. (2001) Measurement of the Valuation of Travel Time Savings, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 35, Part 1 (January 2001), s.71-98.
- Hiselius L.W. (2004) Estimating the relationship between accident frequency and homogeneous and inhomogeneous traffic flows, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36 (2004), s. 985–992.
- Hohmeyer, O. (1988): Social Costs of Energy Consumption. Springer Verlag, Berlin.
- Holland, M., Hunt, A., Hurley, F., Watkiss, P. (2004): Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Consultation - Issue 3 - July 2004. Draft for Consultation and Peer Review. AEA Technology, AEAT/ED51014/ Methodology Paper Issue 3. Presented at the CBA Working Group, European Commission, DG Environment, Brussels, July 16, 2004.
- Holmberg, B. (1977): Standard for regional public transport – measurement and evaluation (norsky). Nordiska institutet för samhällsplanering. R1977:1 Lund.
- Jones-Lee M.W., Dolan P., Loomes G. (1995) Risk-risk versus standard gamble procedures for measuring health state utilities, *Applied Economics*, 27(11), pp. 1103–1111.
- Katsouyanni, K. and Hoek, G. (eds.) (2004): Air pollution and risks to human health – Epidemiology, AIRNET Work Group 2 report, Institute for Risk Assessment Science, University of Utrecht.

- Knotková D. (1997): Economic evaluation of Corrosion damage on buildings and structures performed in the Czech Republic, in UN/ECE Economic Workshop, 1997, Economic evaluation of air pollution damage to materials, V. Kucera, D. Pearce, Y. W. Brodin (Editors), Swedish Environmental Agency, Stockholm, Sweden, Report 4761.
- Knotková D., Holler P., Šmejkalová D., Vlčková J. (1995): Evaluation of economic loss cause by Atmospheric pollution, výzkumná zpráva SVUOM.
- Knotková D., Holler P., Šmejkalová D., Vlčková J., Hollerová P. (1991) Evaluation of economic losses caused by atmospheric pollution on historic and modern objects in the territory of Prague, SVUOM, November 1991.
- Knotková, D., Kreislová, K., Sochor, V. (1996): Ekonomické hodnocení škod na materiálech a budovách včetně historických památek vyvolaných znečištěním ovzduší, SEVEN, Praha, 1996.
- Koellner, T. (2001): Land Use in Product Life Cycles and its Consequences for Ecosystem Quality, University of St. Gallen, ETH Zürich.
- Komise ES (2008) Stratégie pour une mise en oeuvre de l'internalisation des coûts externes. Annexe technique à la stratégie pour une mise en oeuvre de l'internalisation des coûts externes, Documet de travail des services de la Commission, SEC(2008) 2207, Bruxelles.
- Krewitt, W., Trukenmueller, A., Mayerhofer, P. and Friedrich, R. (1995): EcoSense - an Integrated Tool for Environmental Impact Analysis. In Space and Time in Environmental Information Systems. Umwelt-Informatik aktuell, Vol. Band 7 (Eds, Kremers, H. and Pillmann, W.) Metropolis-Verlag, Marburg Germany.
- Krupnick, A., Ostro, B., Bull, K. (2004): Peer review of the Metodology of Cost-Benefit Analysis of the Clean Air for Europe Programme. Paper prepared for European Commission, Environmental DG. October 12, 2004.
- Kucera (2003): Changing pollution situation and its effect on material corrosion, presented at the UN ECE Conference Cultural Heritage Research: a Pan-European Challenge, available at http://www.heritage.xtd.pl/pdf/full_kucera.pdf.
- Kucera V., J. Henriksen, D. Knotková, C. Sjoström (1993b): Model for calculation of corrosion cost caused by air pollution and its application in three cities. In „ Progress in the understanding and prevention of corrosion“, EFC Congress, Barcelona, July 1993, Ed. J. M. Costa and A. D. Mercer, London, Institute of Materials, Vol.1, pp 24 - 32.
- Kucera, V., Henriksen, J., Leygraf, C., Coote, A.T., Knotkova, D. and Stöckle, B. (1993a). Materials Damage Caused by Acidifying Air Pollutants - 4 Year Results from an International Exposure Programme within UN ECE. International Corrosion Congress, Houston, September 1993.
- Kutáček S., Šed'a V. (2004) Valuation of statistical life in road accidents, in: Ščasný M., Brůha J., Foltýnová H. (eds.) Approaches to assessing the environment, Praha: Charles University Environment Center.
- Lindberg G. (2006) Marginal costs case studies for road and rail transport: State-of-the-art of external marginal accident costs, Annex to Deliverable 3, FP6 project Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimates (GRACE), ITS University of Leeds.
- Mackie, P.J., Jara-Diaz, S., Fowkes, A.S. (2001): The value of travel time savings in evaluation. Transportation Research Part E (37), pp. 91-106.
- Maibach M., Schreyer C., Sutter D., van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A., Doll C., Pawlowska B., Bak M. (2008) Handbook on estimation of external cost in the transport sector, project IMPACT Deliverable 1, CE Delft.
- Melichar, J., Ščasný, M., Havránek, M., Braun Kohlová, M., Máca, V., Urban, J. (2004): Průběžná zpráva projektu MŽP VaV/320/1/03 „Externí náklady výroby elektřiny a tepla v podmínkách ČR a metody jejich internalizace“ k roku 2004. COŽP UK, Praha.
- Michalík M., Šlachťová H., Příprava strategické hlukové mapy ze železniční dopravy v ČR, 1. ročník mezinárodní konference k problematice hluku, Lázně Poděbrady, 2006.
- Mishan, E.J. (1971): Evaluation of life and limb; a theoretical approach. J Pol Econ, 79, 687-705.
- MZdr (nedat.) Hlukové mapy České republiky, Ministerstvo zdravotnictví České republiky, dostupné na <http://hlukovemapy.mzcr.cz>
- 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 4, HEATCO – Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, projekt 6. rámcového programu Evropské komise, IER University Stuttgart.

- NewExt (2004): "New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies". Funded under the EC 5th Framework Programme (1998 – 2002), Thematic programme, Energy, Environment and Sustainable Development, Part B, Energy; Generic Activities, 8.1.3. Externalities ENG1-CT2000-00129.
- Pearce, D., Bann, C. and Georgiou, S. (1992): The Social Costs of Fuel Cycles. A report to the UK Department of Energy. The Centre for Economic and Social Research into the Global Environment, (CSERGE), University College London and University of East Anglia.
- Proost S., Adler N., de Berger B., Calthorp E., de Palma A., Henstra D., Lindsey R., Ramjerdi F., Shepherd S., Vold A. (2003) Modelling and Cost Benefit Framework, MC-ICAM (Implementation of Marginal Cost Pricing in Transport – Integrated Conceptual and Applied Model Analysis), project funded by 5th Framework RTD Programme, ITS Leeds.
- Rabl, A. (1999): Air Pollution and Buildings: An Estimation of Damane Costs in France. Environmental Impacts Assessment Review. Elsevier, 19, pp. 361-385.
- Rice, D.P. (1966): Estimating the cost of illness, US Department of Health, Rockville.
- Rizzi L.I., Ortúzar J.D. (2006) Road Safety Valuation under a Stated Choice Framework, Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 40(1), p. 71-96.
- Schelling, T.C. (1968): The life you save may be your own, in: Chase, S.B. (ed.) Problems in public expenditure analysis, Washington.
- Šebor, G. et al (2002): MEFA - Emission factor for motor vehicles, Ministry for the Environment of the Czech Republic, Prague.
- Seják, J., I. Dejmal et al (2003): Valuing and Pricing of Biotopes in the Czech Republic. Prague: CEI, 2003.
- Shires J. (2006) Road congestion review. Discussion note for GRACE project, ITS University of Leeds.
- Shires J.D., de Jong G.C. (2006) An international meta-analysis of values of time, Annex A to Deliverable 5, HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, projekt 6. rámcového programu Evropské komise, IER University Stuttgart.
- Šišák et al. (2002): Oceňování společenské sociálně-ekonomické významnosti základních funkcí lesa. Ministerstvo zemědělství. Praha.
- Small, K. et al. (1999): Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in congested conditions for Highway User-Cost Estimation. NCHRP 431, TRB 1999
- Spadaro J.V. et A. Rabl (2003): Pathway Analysis for Population-Total Health Impacts of Toxic Metal Emissions, Draft paper prepared for the Environmental Science and Policy. 15 March 2003.
- Spadaro, J.V. (2004): RiskPoll manual and reference documentation (version 1.05). Impact assessment tools to estimate the health and environmental risks from exposure to routine atmospheric emissions. January 2004.
- Spadaro, JV (1999): "Quantifying the Effects of Airborne Pollution: Impact Models, Sensitivity Analyses and Applications". Doctoral thesis, Ecole des Mines, 60 boul. St.-Michel, F-75272 Paris, France.
- Stern, N. (2007) The Economics of Climate Change. The Stern Review, Cambridge University Press.
- Tol R.S.J. (2005) The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties, Energy Policy, Vol. 33, pp. 2064-2074.
- Transport & Mobility Leuven (2005): TREMOVE model, version 2.40. www.tremove.org.
- Transport Costing and Project Assessment), project funded by 6th Framework RTD Programme, University of Stuttgart.
- Tseng Y.Y., Verhoef E. (2007) Value of Time by Time of Day: A Stated-Preference Study, TI 2007-061/3, Tinbergen Institute Discussion Paper,
- Tsuge, T., Kishimoto, A., Takeuchi, K. (2005) A Choice Experiment Approach to the Valuation of Mortality, The Journal of Risk and Uncertainty, 31(1): 73-95.
- UBA (2007) Ökonomische bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau: Umweltbundesamt, April 2007.
- US EPA (1997): The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1970 to 1990. Report to Congress. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, October 1997.
- US EPA (1999): The Benefits and Costs of Clean Air Act, 1990 to 2010. Report to Congress. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, November 1999.

- Viscusi, W.K., Aldy. J.E. (2003) The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World, *Journal of Risk and Uncertainty*, 27(1):5-76.
- Vyskot et al.(2003): Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky. Ministerstvo životního prostředí. Praha.
- Wardman, M. (1998): The Value of Travel Time: A Review of British Evidence. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 32, No. 3, pp. 285-316
- Wardman, M. (2001): A Review of British Evidence on Time and Service Quality Valuations. *Transportation Research Part E* (37), pp. 107-128
- Watkiss P. et al. (2005) The Social Cost of Carbon (SCC) Review: Methodological Approaches for Using SCC Estimates in Policy Assessment, Final Report, London : UK Defra, 2005.
- WHO (2003): Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Oxide, Report on a WHO Working Group, WHO Regional Office for Europe, Bonn.

PŘEDVÝZKUM – HLUK, v5-1_road

Poznámka pro tazatele: varianta pro silniční hluk.

1. Zaznamenejte, jaký typ respondenta, jste rekrutoval/a

Silniční hluk vysoká zátěž	.....	1
Silniční hluk střední zátěž	.....	2
Silniční hluk nízká zátěž	.....	3

Představení

Dobrý den, jmenuji se ___ a jsem z Univerzity Karlovy, kde v současnosti provádíme výzkum zaměřený na kvalitu života v různých oblastech České republiky. Abychom tomuto problému lépe porozuměli, provádíme nyní řadu rozhovorů s obyvateli těchto oblastí. Jedná se o výzkum, který je nekomerční a všechny informace, které nám sdělíte, zůstanou anonymní a budou použity jen pro tyto výzkumné účely. Rozhovor bude trvat přibližně 30-40 minut. Můžeme začít?

2. Zaznamenejte čas zahájení rozhovoru: hod _____ min _____

Část I. Kvalita života

3. Když vezmete do úvahy všechny souvislosti, jak jste v této době celkově spokojen/a se svým životem?

KARTA 1

velmi nespokojený velmi spokojený
0.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10

Poznámka pro tazatele: zdůrazněte, že 0 je velmi nespokojený a 10 velmi spokojený.

4. Když vezmete do úvahy všechny souvislosti, jak jste celkově spokojený/á s životem v oblasti, kde bydlíte? Jako oblast, kde bydlíte, uvažujte okolí bytu/domu v docházkové vzdálenosti.

KARTA 1

velmi nespokojený velmi spokojený
0.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8.....9.....10

Část II. Zdraví

5. jak hodnotíte svůj zdravotní stav ve srovnání s vašimi vrstevníky?

KARTA 2

- velmi dobrý 1
spíše dobrý 2
spíše špatný 3
velmi špatný 4

6. Potýkal/a jste se nebo se potýkáte v posledních 12 měsících s některou z následujících obtíží?

- vysoký tlak 1
zhoršený sluch 2
hučení v uších 3
častá nespavost 4
časté poruchy soustředění 5
migréna 6

Poznámka pro tazatele: zakroužkujte všechny možnosti, u nichž respondent odpoví „ano“.

Část III. Působení hluku

7. Jak závažným problémem byla v místě Vašeho bydliště během posledních 12 měsíců...

KARTA 3

	není problém										velmi závažný problém										neví		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
a) kriminalita	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
b) špatná dostupnost hromadnou dopravou	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
c) nedostatek parkovacích míst	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
d) čistota ulic	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
e) nedostatek zeleně	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
f) hluk z dopravy	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99
g) špatná občanská vybavenost (dostupnost školy, zdravot. zařízení, pošty)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	99

8. Cítíte se jako chodec ohrožen silniční dopravou v místě Vašeho bydliště?

KARTA 4

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

9. Když jste doma, obtěžují Vás následující jevy spojené se silniční dopravou?

KARTA 4

a) prach a špína

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

b) vibrace

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

c) znečištění ovzduší

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

d) zápach

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

e) hluk

Vůbec ne	.....	1
Lehce	.....	2
Středně	.....	3
Hodně	.....	4
Extrémně	.....	5

10. Vadí Vám v místě Vašeho bydliště nějaké další negativní vlivy silniční dopravy, které jsme ještě nezmiňovali?

.....
.....

11. Má hluk ze silniční dopravy v místě Vašeho bydliště nějaké konkrétní dopady na Váš každodenní život? Pokud ano, jaké?

Ruší ve spánku1
Ruší při hovoru2
Ruší při poslechu hudby či sledování TV3
Omezuje možnost větrání4
Jiné (doplňte)5

.....

12. Obtěžují Vás ještě nějaké jiné zdroje hluku, když jste doma? Pokud ano, jaké?

Provozovny služeb v okolí (bary, restaurace, kluby apod.) ...1
Dílny, továrny nebo jiné provozy2
Hluční sousedé3
Výtah v domě4
Jiný druh dopravy5
Jiné (doplňte)6

.....

Část IV. Protihluková opatření

13. Učinila Vaše domácnost nějaká protihluková opatření? Jaké výdaje na ně vynaložila?

(uvedte i pokud respondent v otázce 9e uvedl „vůbec ne“).

Realizovaná opatření		Vynaložené prostředky v Kč
Výměna oken za protihluková	ano - ne	
Odhlučnění/zateplení fasády	ano - ne	
Změna užívání bytu (přesunutí ložnice apod.)	ano - ne	
Jiná (doplňte)....		
Jiná (doplňte)....		

Poznámka pro tazatele: Domácností se rozumí soubor osob společně bydlících, které se společně podílejí na úhradě základních výdajů (na výživu, provoz domácnosti, údržbu bytu apod.).

14. Byla v místě vašeho bydliště provedena nějaká protihluková opatření?

KARTA 5

protihlukové bariéry (stěny, valy, vegetace apod.)	..... 1
odklon dopravy / obchvat	..... 2
omezení rychlosti	..... 3
omezení rychlosti v nočních hodinách	..... 4
vyloučení nákladních vozidel	..... 5
zřízení jednosměrných ulic	..... 6
opatření ke zvýšení plynulosti dopravy (např. vypínání semaforů v noci)	..... 7
instalace povrchu vozovky z asfaltu (místo hlučnějšího povrchu)	..... 8
instalace povrchu vozovky ze speciálních nízkohlučných asfaltů	..... 9
jiné (doplňte)	..... 10
.....	

Poznámka pro tazatele: zakroužkujte všechny možnosti, které respondent uvádí.

Část V. Hodnocení hluku ze silniční dopravy

V současnosti se připravují v celé Evropské unii tzv. akční plány, které mají navrhnout soubor vhodných opatření ke snížení hluku, mimo jiné i ve Vaší oblasti.

Některými z těchto opatření jsou např.:

- výstavba protihlukových bariér
- výstavba obchvatů
- pokládání nízkohlučného asfaltu
- zavedení dopravy pod zem nebo do podúrovňových vozovek
- omezování nákladní dopravy
- omezování rychlosti apod.

Realizace protihlukových opatření bude ovšem vyžadovat dodatečné náklady na jejich výstavbu a udržování. Jednou z možností by bylo přenesení těchto nákladů na provozovatele silniční nákladní přepravy. Dá se očekávat, že toto opatření se zprostředkovaně projeví ve zvýšení cenové hladiny většiny zboží a služeb, včetně zboží každodenní potřeby.

15. Souhlasil/a byste se zavedením takového opatření, kdyby se Vaše roční výdaje během následujících [XX] let zvýšily o [YY] Kč?

Ano 1 → Q16

Ne 2 → Q17

16. A souhlasil/a byste, kdyby byly Vaše roční výdaje po dobu [XX] let vyšší o [YY] Kč?

Ano 1 → Q18

Ne 2 → Q18

17. A souhlasil/a byste, kdyby byly Vaše roční výdaje po dobu [XX] let vyšší o [YY] Kč?

Ano 1 → Q18

Ne 2 → Q18

18. Jaké maximální zvýšení Vašich ročních výdajů byste akceptoval/a?

..... Kč

FILTR 1: Na následující otázku odpovídá pouze respondent, který uvedl v otázce 18 nulovou hodnotu, ostatní → 20.

19. Jaké jsou Vaše důvody odmítnutí této platby?

Opatření by nebyla efektivní1

Opatření by měl financovat stát (obec) ze stávajících zdrojů2

Nemohu si to dovolit3

Nemám dostatek informací4

Jiné důvody (doplňte):5

.....

KONEC FILTRU 1

FILTR 2: Na otázky 20 a 21 odpovídá pouze respondent, který v otázce 18 uvedl nenulovou hodnotu, ostatní → 22

20. Uvedl/a byste nižší částku, kdybyste věděl/a, že toto opatření sníží skutečně pouze a jen hladinu hluku ze silniční dopravy, ale neodstraní další negativní jevy spojené s dopravou?

Ano1 → Q32b

Ne2 → Q32c

21. S jakým zvýšením Vašich ročních výdajů byste souhlasil/a v případě, že by byla snížena pouze a jen hladina hluku ze silniční dopravy?

(vypište:) _____ Kč

KONEC FILTRU 2

22. Představte si nyní prosím, že by se realizovalo jiné opatření. Realizace tohoto opatření by měla za následek to, že by se ceny nezvýšily na dobu [XX] let, ale na dobu [YY] let. Jaká by byla nejvyšší částka, o kterou by se v tomto případě mohly zvýšit Vaše roční výdaje?

..... Kč

FILTR 3: Na následující otázky 23 a 24 odpovídá pouze respondent, který uvedl v otázce 18 a/nebo 22 nenulovou hodnotu. Ostatní → 25

23. Z jakého důvodu jste uvedl/a právě tuto částku?

Jedná se o charitativní částku	.....1
Je to nejvyšší částka, kterou si mohu dovolit zaplatit	.....2
Takto si cením opatření proti hluku	.....3
Obdobnou částkou přispívám na dobročinné účely	.....4
Jiné důvody (doplňte):	.....5

.....

24. Částku, kterou jste uvedl/a, jste vyjádřil/a pouze za sebe nebo ze celou Vaši domácnost?

za sebe	..... 1
za domácnost	..... 2

KONEC FILTRU 3

FILTR 4: Na následující otázku odpovídá pouze respondent, který uvedl v otázce 22 nulovou hodnotu, ostatní → 26.

25. Jaké jsou Vaše důvody odmítnutí této platby?

Opatření by nebyla efektivní	.....1
Opatření by měl financovat stát (obec) ze stávajících zdrojů	.....2
Nemohu si to dovolit	.....3
Nemám dostatek informací	.....4
Jiné důvody (doplňte):	.....5

.....

KONEC FILTRU 4

Část VII. O Vašem bydlení

26. V jakém typu obydlí v současné době žijete?

Byt v bytovém domě	..... 1→ 34
Dvou (a více) generační dům.....	2→ 34
Rodinný dům	..... 3→ 35
Řadový domek	..... 4→ 35
Jiné (doplňte)	..... 5→ 32_____

FILTR 5: následující údaj vyplňujte v případě, že respondent bydlí v bytovém domě.

27. V jakém patře je byt situován: _____

Poznámka pro tazatele: V případě přízemního bytu nebo sklepního bytu zaznamenejte 0, v případě zvýšeného přízemí zaznamenejte 1, v případě mezonetového bytu zaznamenejte číslo patra převažující plochy bytu.

KONEC FILTRU 5: Pokračují všichni

28. Jak dlouho v tomto bytě/domě bydlíte?

a) _____ (počet let)

V případě, že respondent bydlí v domě necelý rok, uveďte počet měsíců zlomkem, např. 1/12 = 1 měsíc.

29. Uvažujete o tom, že se z nynějšího bydliště odstěhujete?

Ano, v horizontu do 3 let	.....1
Ano, v horizontu 3- 5 let	.....2
Ano, v horizontu 5-10 let	.....3
Ano, v horizontu delším než 10 let	.....4
Neuvažuji o tom	.....5
Nevím	.....6

30. Uveďte přibližný rok, kdy byl dům postaven:

do roku 1900	..... 1
1901 - 1945	..... 2
1946 - 1960	..... 3
1961 - 1990	.....4
po roce 1990	.....5

31. Uveďte počet obytných místností bytu (rodinného domu) včetně kuchyně.

Počet: _____

32. Kolik má Váš byt/dům celkem oken, včetně francouzských oken a balkónových dveří. Počítejte pouze okna v obytných místnostech a nezapočítávejte okna do světlíku.

Počet: _____

33. Kolik těchto oken vede **do rušné ulice**?

Počet: _____

34. Jaké typy oken má Váš byt /dům?

KARTA 7

dřevěná eurookna nebo plastová okna	.....	1
dřevěná okna s dvojitým sklem	.....	2
dřevěná dvojitá okna s jednoduchým sklem (špaletová).....		3
dřevěná okna s jedním sklem	.....	4
jiné (doplňte)	.....	5

35. Zůstáváte doma v denních hodinách v pracovní dny?

Ano, většinu dnů	.....	1
Ano, jenom některé dny	.....	2
Vůbec ne	.....	3
Jiné (doplňte)	.....	4

FILTR 6: na následující otázku odpovídá pouze respondent, který odpověděl na předchozí otázku "ano" (1 nebo 2).

36. Pracujete doma?

Ano	.....	1
Ne	.....	2

KONEC FILTRU 6: Pokračují všichni

37. Zůstává některý člen domácnosti (kromě Vás) přes den doma v pracovní dny?

Ano	.....	1
Ne	.....	2

38. Jak často v noci v létě větráte okny **do rušné ulice**?

Mám otevřené okno po celou noc	.....	1
Větrám pouze před spaním, pak okno zavřu	.....	2
Větrám zřídka	.....	3
Vůbec nevětrám	.....	4
Jiné (doplňte)	.....	5

doplnit

39. Je slyšet v noci v místnosti, ve které spíte, při zavřených oknech hluk ze **silnice**?

- Ano, silný hluk 1
- Ano, slabý hluk 2
- Ne, žádný hluk 3
- Nevím 4

40. Je slyšet v místnostech, ve kterých trávíte čas během dne, při zavřených oknech hluk ze silnice?

- Ano, silný hluk 1
- Ano, slabý hluk 2
- Ne, žádný hluk 3
- Nevím 4

Část VIII. Postoje a percepce

41. Do jaké míry jste, podle Vašeho názoru, citlivý/á na hluk?

- velmi citlivý/á.....1
- středně citlivý/á.....2
- málo citlivý/á.....3
- nejsem citlivý/á.....4

42. Jak byste popsal/a vztahy se svými sousedy?

KARTA 8

- velmi dobré.....1
- spíše/ převážně dobré.....2
- ani dobré ani špatné/ neosobní/ formální.....3
- spíše/ převážně špatné.....4
- velmi špatné.....5

43. Jste vy nebo nějaký člen Vaší domácnosti členem nějaké organizace, která se věnuje ochraně životního prostředí?

- Ano 1
- Ne 2

44. Zabýváte se Vy nebo člen Vaší domácnosti profesně/volnočasově ochranou životního prostředí?

- Ano 1
- Ne 2

Část IX. Socioekonomické proměnné

Následující otázky, které Vám položíme, se týkají Vaší osoby. Jsme si vědomi, že tyto otázky mohou být pro Vás citlivé. Chtěli bychom Vás ujistit, že Vámi poskytnuté údaje budou sloužit pouze pro vědecké účely, nikoli pro účely komerčního výzkumu a že získané údaje jsou anonymní. Přesto, upozorněte nás na to, když nebudete chtít na některé otázky odpovídat, budeme to respektovat.

45. Ve kterém roce jste se narodil/a? _____

46. Kolik žije ve Vaší domácnosti celkem osob (včetně Vás)? _____

47. Kolik žije ve Vaší domácnosti dětí do 18 let? _____

48. Jaký je váš rodinný stav?

ženatý/ vdaná.....1

svobodný/á2

ovdovělý/á3

rozvedený/á4

49. Kolik aut vlastní Vaše domácnost?

Počet _____

50. Jak často jezdíte autem (jako řidič nebo spolujezdec)?

Vyberte pouze jednu odpověď

denně 1

každý týden alespoň jednou..... 2

každý měsíc alespoň jednou..... 3

několikrát do roka 4

zřídka nebo vůbec ne 5

51. Jak často jezdíte vlakem?

Vyberte pouze jednu odpověď

denně 1

každý týden alespoň jednou..... 2

každý měsíc alespoň jednou..... 3

několikrát do roka 4

zřídka nebo vůbec ne 5

52. Vyberte, prosím, příjmový interval, který nejlépe odpovídá Vašemu čistému měsíčnímu příjmu včetně sociálních dávek a důchodů.

KARTA 9

1 - 4 999 Kč1

5 000 - 5 999 Kč	.....2
6 000 - 6 999 Kč	.....3
7 000 - 7 999 Kč	.....4
8 000 - 8 999 Kč	.....5
9 000 - 9 999 Kč	.....6
10 000 - 10 999 Kč	.....7
11 000 - 11 999 Kč	.....8
12 000 - 12 999 Kč	.....9
13 000 - 13 999 Kč	.....10
14 000 - 14 999 Kč	.....11
15 000 - 15 999 Kč	.....12
16 000 - 16 999 Kč	.....13
17 000 - 17 999 Kč	.....14
18 000 - 18 999 Kč	.....15
19 000 - 19 999 Kč	.....16
20 000 - 21 999 Kč	.....17
22 000 - 23 999 Kč	.....18
24 000 - 25 999 Kč	.....19
26 000 - 27 999 Kč	.....20
28 000 - 29 999 Kč	.....21
30 000 - 34 999 Kč	.....22
35 000 - 39 999 Kč	.....23
40 000 a více	.....24
bez vlastního příjmu	.....25
nechci odpovídat	.....26

53. Vyberte prosím z následujících intervalů ten, který odpovídá nejlépe čistému měsíčnímu příjmu Vaší domácnosti včetně sociálních dávek a důchodů.

KARTA 10

1 – 4 999	.....1
5 000 – 6 999	.....2
7 000 – 7 999	.....3
8 000 – 9 999	.....4
10 000 – 11 999	.....5
12 000 – 13 999	.....6
14 000 – 15 999	.....7
16 000 – 17 999	.....8
18 000 – 19 999	.....9
20 000 – 21 999	.....10
22 000 – 23 999	.....11
24 000 – 25 999	.....12
26 000 – 27 999	.....13
28 000 – 29 999	.....14
30 000 – 31 999	.....15
32 000 – 33 999	.....16
34 000 – 36 999	.....17
37 000 – 39 999	.....18
40 000 – 44 999	.....19
45 000 – 49 999	.....20

50 000 – 59 999.....	21
60 000 – 69 999.....	22
70 000 a více.....	23
Nevím	24
nechci odpovídat....	25

54. Jaké je Vaše nejvyšší dokončené vzdělání?

základní	1
středoškolské bez maturity (vyučení/á)	2
středoškolské s maturitou	3
vyšší odborné	4
vysokoškolské.....	5

55. Jaký je Váš typ pracovního poměru?

zaměstnanec na plný úvazek	1
zaměstnanec na částečný úvazek	2
soukromník, podnikatel	3
nezaměstnaný	4
student, učeň	5
důchodce	6
trvale v domácnosti	7
na mateřské / rodičovské dovolené	8
pracující student / pracující důchodce	9

56. Jaké je PSČ Vašeho bytu/domu?

.....

57. V jakém vztahu je vaše domácnost k bytu nebo domu, v němž bydlíte?
(vyberte pouze jednu možnost)

vlastní byt/dům.....	1
byt/dům v pronájmu.....	2
byt v družstevním vlastnictví.....	3
vlastní ho spolužijící osoba.....	4

58. Jaké mají, podle Vašeho mínění, protihluková opatření šanci na úspěch?
(označte na stupnici míru úspěšnosti v procentech)

0% ... 10% ... 20% ... 30% ... 40% ... 50% ... 60% ... 70% ... 80% ... 90% ... 100%
(bez šance) (zcela úspěšná)

59. Zaznamenejte čas ukončení rozhovoru: hod _____ min _____

Děkujeme Vám, že jste nám věnoval/a svůj čas a zúčastnil/a se našeho šetření.

Budete-li mít nějaké dotazy, můžete nám zavolat, napsat nebo poslat email na kontaktní

adresu, kterou od nás obdržíte.

Část X. Otázky pro tazatele

60. datum dotazování

Den: _____ měsíc: _____

61. Identifikace lokality bydlení

a. Název ulice: _____

b. Číslo domu popisné (červená tabulka): _____ nebo orientační (modrá tabulka): -

62. Dotazovaná osoba byl/a

muž.....1

žena.....2

63. Rozuměl respondent dobře otázkám, které jste mu pokládal/a?

velmi dobře _____ velmi špatně
1.....2.....3.....4.....5

64. Bral respondent dotazování vážně?

velmi vážně _____ nebral vážně/
dělal si z toho legraci
1.....2.....3.....4.....5