

Externí náklady osobní silniční dopravy v Brně

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Mgr. Ing. Pavlína Balcarová, Ph.D.

Pavlína Červenková

Brno 2017

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své vedoucí bakalářské práce Mgr. Ing. Pavlíně Balcarové, Ph.D. za odborné vedení a cenné připomínky, které přispěly k vytvoření této práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Externí náklady osobní silniční dopravy v Brně** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 4. ledna 2017

Abstract

Červenková, P. The external costs of passenger road transport in Brno. Brno: Mendel University in Brno, 2017.

This bachelor thesis deals with the external costs of passenger road transport in Brno. In this work are at first defined types of negative external effects of road transport, instruments used to regulate the negative effects of transport and it describes the methods used to quantify the external costs of transport. The external costs caused by congestion, accidents, noise and emissions in Brno are quantified in the practical part. The work also includes mention of specific measures that are implemented in Brno in order to reduce the negative impacts of transport.

Keywords

External costs, passenger road transport, instruments of regulation, methods of quantification, congestions, traffic accidents, noise, emissions.

Abstrakt

Červenková, P. Externí náklady osobní silniční dopravy v Brně. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2017.

Tato bakalářská práce pojednává o externích nákladech osobní silniční dopravy v Brně. V rámci práce jsou nejdříve vymezeny druhy negativních externích efektů silniční dopravy, nástroje používané k regulaci negativních efektů dopravy a popsány metody využívané ke kvantifikaci externích nákladů dopravy. V praktické části jsou kvantifikovány externí náklady vzniklé v důsledku kongescí, dopravních nehod, hluku a emisí na území města Brna. Součástí práce je také vymezení konkrétních opatření, která jsou v Brně realizována za účelem snížení negativních dopadů dopravy.

Klíčová slova

Externí náklady, osobní silniční doprava, metody kvantifikace, nástroje regulace, kongesce, dopravní nehody, hluk, emise.

Obsah

1	Úvod a cíl práce	11
1.1	Úvod práce	11
1.2	Cíl práce.....	12
2	Teoretická východiska	13
2.1	Externality.....	13
2.2	Řešení externalit.....	13
2.2.1	Řešení externalit soukromým vyjednáváním	14
2.2.2	Řešení externalit vládním zásahem	15
2.3	Negativní externality silniční dopravy.....	15
2.3.1	Kongesce.....	16
2.3.2	Dopravní nehody.....	17
2.3.3	Hluk	17
2.3.4	Znečištění ovzduší	18
2.4	Možné způsoby eliminace negativních externalit dopravy	18
2.4.1	Ekonomické nástroje	19
2.4.2	Normativní nástroje.....	19
2.4.3	Nástroje regulace dopravy ve městech.....	20
2.4.4	Technická opatření.....	22
2.5	Metody kvantifikace externích nákladů dopravy	22
2.5.1	Metody nepreferenční	23
2.5.2	Metody preferenční	23
3	Metodika a postup kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně	25
3.1	Kongesce.....	25
3.2	Dopravní nehody.....	28
3.3	Hluk.....	32
3.4	Emise.....	36
4	Analýza dopravní situace v Brně	41

5	Kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně	43
5.1	Kongesce	43
5.2	Dopravní nehody	44
5.3	Hluk.....	46
5.4	Emise	48
6	Dopravní opatření realizovaná v Brně	50
6.1	Omezení pohybu automobilů v historickém jádru Brna	50
6.2	Parkovací politika v centru Brna	50
6.3	Velký městský okruh Brno.....	50
6.4	Městská hromadná doprava v Brně	51
6.5	Projekty zaměřené na zlepšení životních podmínek obyvatel Brna v souvislosti s dopravou	51
6.5.1	CIVITAS ELAN	51
6.5.2	CIVITAS 2MOVE2.....	52
6.5.3	Plán udržitelné městské mobility pro město Brno.....	52
7	Shrnutí výsledků práce	53
7.1	Zhodnocení výsledků kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně	53
7.2	Zhodnocení stávajících opatření ke snížení negativních externích efektů osobní silniční dopravy v Brně	54
8	Závěr	55
9	Literatura	57
10	Seznam tabulek	62
A	Vstupní hodnoty použité ve výpočtech	65

1 Úvod a cíl práce

1.1 Úvod práce

Osobní doprava je nedílnou součástí života lidí. Kvůli rostoucí provázanosti regionů a trhů lidé každodenně cestují za prací, školou, nákupy, koníčky nebo kulturou. V případě osobní dopravy si každý jedinec může sám zvolit, jaký způsob dopravy pro cestování využije. V tomto okamžiku však často nastává nepříznivý scénář, kdy si pro svou cestu zvolí osobní automobil. Na individuální automobilovou dopravu totiž připadá největší podíl přepravních výkonů osobní dopravy.

Osobní silniční doprava přináší řadu pozitivních efektů. Jedná se především o úsporu času, vyšší pohodlí při cestování a časovou nezávislost vykonání cesty oproti cestování hromadnou dopravou, vlakem či autobusem. Tyto příznivé efekty se však týkají samotných řidičů osobních automobilů a jejich spolujezdců, z ekonomického hlediska se tedy jedná o soukromé přínosy.

Na druhou stranu individuální automobilová doprava způsobuje velké množství negativních efektů, které dopadají na celou společnost. Jedná se především o emise výfukových plynů, které obsahují škodliviny nepříznivě působící na lidské zdraví a látky přispívající ke klimatickým změnám, následky dopravních nehod na lidském zdraví či v materiální podobě, kongesce vznikající na nejvytíženějších úsecích dopravní infrastruktury, hluk neblaze působící na pohodu a zdravotní stav lidí. U těchto negativních efektů dopravy nenese škody pouze ten, kdo je způsobil, a proto jsou tyto efekty z ekonomického pohledu považovány za externí náklady. Lidé, kteří jsou zvyklí využívat pro cestování výhradně své osobní automobily, si však negativní následky tohoto svého jednání neuvědomují.

Existuje množství nástrojů, prostřednictvím kterých je možné omezit negativní externí efekty dopravy. Ekonomické a normativní nástroje jsou používány pro regulaci dopravy na celém území České republiky v rámci strategie dopravní politiky, existují však i další opatření, která mohou využívat samotná města s cílem ovlivnit chování svých obyvatel v oblasti jejich cestovních zvyklostí. Dopravní strategie měst jsou zaměřeny především na podporování alternativních druhů dopravy, v rámci kterých je produkováno nižší množství negativních externích efektů, případně žádné. Dále se města snaží snížit objem individuální automobilové dopravy především ve svých centrálních částech, díky čemuž dochází k omezení negativních dopadů dopravy na obyvatele.

Externí náklady způsobené v důsledku individuální automobilové dopravy dosahují nejvyšších hodnot ve velkých městech kvůli velkému dopravnímu vytížení a velkému počtu obyvatel, kteří jsou vystaveni negativním efektům dopravy. Jedním z českých měst, kde je nevyhovující dopravní situace především v dopravních špičkách zřejmá, je Brno.

Město Brno má významné postavení v České republice vzhledem k množství pracovních a podnikatelských příležitostí, studijních možností a možností kulturního a zábavního vyžití. Z tohoto důvodu do Brna každodenně přijíždí množství lidí žijících mimo Brno. Dopravní infrastruktura především v centrální části města Br-

na však není uzpůsobena tak velkému dopravnímu náporu, kterému v posledních letech v důsledku růstu objemu dopravy čelí. Z tohoto důvodu jsou postupně realizována opatření pro optimalizaci dopravního vytížení v Brně a zkvalitnění životních podmínek brněnských obyvatel.

1.2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je kvantifikovat externí náklady, které vznikají v důsledku negativních externích efektů osobní silniční dopravy na území města Brna. V rámci této práce jsou kvantifikovány externí náklady vznikající v důsledku kongescí, dopravních nehod, hluku a emisí.

Dílním cílem práce je zhodnotit opatření realizovaná ve městě Brně za účelem snížení dopadů negativních efektů silniční dopravy a navrhnout možná řešení přispívajících k eliminaci negativních externích efektů osobní silniční dopravy na území města Brna.

2 Teoretická východiska

V této kapitole je nejdříve vymezen pojem externalita jako jedna z forem tržního selhání, následně jsou uvedeny obecné možnosti řešení externalit. Dále jsou blíže specifikovány čtyři negativní externality vznikající v důsledku silniční dopravy, na které připadá největší podíl vzniklých externích nákladů, a vymezeny nástroje sloužící k jejich eliminaci. V této části jsou také nastíněny metody, které se používají ke kvantifikaci negativních externalit v dopravě.

2.1 Externality

Pojem externalita je obecně označení pro externí neboli vnější efekt. Čadil, Kadeřábková a Vorlíček (2006, s. 89) uvádí z pohledu ekonomické teorie, že *„k externalitám dochází, pokud nějaký subjekt provádí činnost, která není v rozporu s (vlastnickým) právem, a přitom nenesou úplné důsledky této své aktivity“*.

V ekonomické teorii se rozlišují především externality pozitivní a negativní. Ten, kdo vytváří negativní externality, nenesou veškeré náklady související se svou činností a část nákladů přechází na někoho jiného. V případě pozitivních externalit ten, kdo je vytváří, nezíská veškeré výnosy ze své činnosti a část výnosů získá někdo jiný. Dále je možné rozlišit externality produkční, které vznikají, pokud je jedinec vytváří při produkci nějakého statku, a spotřební externality, které vznikají, pokud je jedinec vytváří spotřebou nějakého statku (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006).

Vznik externalit je připisován nedokonalosti právního systému v oblasti vymezení vlastnických práv k volným zdrojům. Kadeřábková a Vorlíček (2010, s. 11) uvádí, že: *„externality vznikají kvůli existenci volných (tzn. nikým nevlastněných) zdrojů, respektive kvůli jejich používání. Každý má totiž právo využívat tyto volné zdroje, jak se mu zlíbí, neboť neexistuje nikdo, komu by patřili a kdo by tak mohl určovat, k čemu a za jakých podmínek budou (respektive mohou být) využívány...“*.

Důsledkem toho, že subjekty vytvářející externality nenesou veškeré náklady nebo výnosy své činnosti, je fakt, že tržní ceny neodrážejí celkové společenské náklady nebo výnosy. Trhy s externalitami tedy vykazují ekonomickou neefektivnost, jelikož není dosaženo optimální alokace zdrojů. Úroveň produkce statků, které vytváří negativní externality, bude nadměrná, zatímco úroveň produkce statků, které vytváří pozitivní externality, bude nedostatečná. Z tohoto důvodu jsou externality považovány za jednu z forem tržního selhání (Brůhová-Foltýnová, 2009).

2.2 Řešení externalit

Pro účely odstranění či snížení externalit se používá pojem internalizace externalit, která představuje přenesení externích nákladů či výnosů na subjekty, které je vytváří, a jejich začlenění do rozhodovacích procesů těchto subjektů. Pokud má být zajištěna internalizace v případě negativních externalit, je nutné dosáhnout toho,

aby původce negativních externalit hradil veškeré náklady své činnosti (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Tomová (2006, s. 17) uvádí, že: „základní myšlenkou internalizace externích nákladů je odstranění rozdílu mezi marginálními společenskými a marginálními soukromými náklady“.

V ekonomické teorii jsou uváděny dva základní způsoby řešení externalit, a to prostřednictvím soukromého vyjednávání nebo vládním zásahem.

2.2.1 Řešení externalit soukromým vyjednáváním

Prvním z možných obecných řešení externalit je soukromé vyjednávání mezi stranou, která vykonává činnost, při níž vzniká nezamýšlený vedlejší efekt, a stranou, na kterou má tento efekt vliv. Toto řešení je označováno jako Coaseův teorém podle britského ekonomy Ronalda Coaseho, který se soukromým řešením externalit zabýval. Tento přístup vychází z předpokladu, že pokud jsou strany schopny se vzájemně dohodnout, může být dosaženo efektivní alokace zdrojů, jelikož obě strany budou motivovány k nalezení vzájemně prospěšného řešení, kterým dojde k internalizaci externalit. Prvním předpokladem pro použití tohoto způsobu jsou nízké transakční náklady, které představují náklady na uskutečnění soukromého vyjednávání. Druhým předpokladem je jasné vymezení vlastnických práv. Tyto dva předpoklady jsou vzájemně provázány, jelikož pokud budou jasné vymezena vlastnická práva, v případě malého počtu účastníků budou transakční náklady nízké a soukromá vyjednávání zabrání vzniku externalit. Dosažení žádoucího výsledku je tedy závislé především na počtu účastníků, nízkým transakčním nákladům a právním systémem (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006).

Vzhledem k velkému množství uživatelů silniční sítě a velkému množství příjemců negativních efektů silniční dopravy lze odvodit, že řešení v oblasti silniční dopravy prostřednictvím soukromého vyjednávání není možné. Reálně nejde dosáhnout toho, aby každý řidič při každé své cestě osobním automobilem zkontaktoval všechny obyvatele zasažené negativními externalitami způsobené provozem svého vozu a hradil jim vzniklé náklady. Pokud bychom situaci chtěli zjednodušit, dalo by se uvažovat o tom, že by byla vytvořena strana řidičů a strana zasažených obyvatel, přičemž řidiči by byli ochotni zasaženým obyvatelům externí náklady kompenzovat. Jednalo by se o průměrnou platbu každého řidiče a průměrné inkaso každého zasaženého obyvatele. Toto řešení by však nebylo spravedlivé. Řešení by nepřijali řidiči, kteří by užívali silniční síť nejméně, a obyvatelé, kteří by byly negativními efekty zasaženi nejvíce. První předpoklad Coaseova teorému v podmínkách externalit silniční dopravy tedy není splněn, protože transakční náklady pro zjištění skutečně způsobených externích nákladů jednotlivými řidiči by byly velmi vysoké vzhledem k velkému množství účastníků dopravy a velkému množství osob zasažených negativními efekty dopravy (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006).

Jak bylo dříve uvedeno, vznik externalit je připisován existenci a používání volných zdrojů, ke kterým nejsou vymezena vlastnická práva. Doprava má velký vliv na kvalitu životního prostředí, především na kvalitu ovzduší. Vzduch je však volným statkem, ke kterému nikdo nemá vlastnická práva (Kadeřábková, Vorlíček

2010). Z tohoto hlediska doprava nesplňuje ani druhý předpoklad Coasova teorému, kterým je jasná definice vlastnických práv.

2.2.2 Řešení externalit vládním zásahem

Druhým obecným způsobem odstranění externalit je vládní zásah prostřednictvím daní nebo dotací či další státní nástroje regulace vedoucí k omezení nebo zakázání činností, které způsobují externí náklady, přičemž východiskem tohoto způsobu řešení je legislativní zakotvení. Tomuto způsobu řešení externalit se věnoval britský ekonom Arthur Cecil Pigou (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006).

Podle tohoto přístupu je nutné v případě negativních externalit zajistit, aby jejich tvůrci nesli celkové náklady svých činností, čehož se dosáhne právě uvalením daně. Zavedením této daně se tedy dosáhne následujících dvou cílů (Brůhová-Foltýnová, 2009):

- Prostřednictvím daně dojde k uhrazení externích nákladů.
- Zavedení daně ovlivní chování jedinců produkující negativní externality tak, aby při svém rozhodování vzali v úvahu externí náklady, které společnosti vznikají z této jejich činnosti, a v důsledku toho svou činnost omezí.

V opačném případě by dotace měly být poskytnuty těm, kteří vytváří pozitivní externality, aby jim byly kompenzovány veškeré přínosy z jejich činnosti. Tato dotace má ovlivňovat chování subjektů tím způsobem, že budou brát v úvahu externí prospěch v zájmu společnosti a budou k této činnosti dále motivováni (Brůhová-Foltýnová, 2009).

V případě veřejného řešení externalit je velkým problémem určení správné výše daně a dotace. Optimální výše daně by měla odpovídat výši externích nákladů, aby se soukromé a společenské náklady vyrovnaly. Optimální výše dotace by měla odpovídat výši externího užítku, aby se soukromé a společenské užítky vyrovnaly (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006).

Další problém může představovat očekávaný dopad na chování subjektů při zavedení určitého opatření. V případě, že stát realizuje nějaké opatření za účelem konkrétního ovlivnění chování obyvatel, tak je nutné si uvědomit, že jejich reakce nemusí odpovídat předpokládanému efektu.

V případě silniční dopravy existuje množství nástrojů, které mají charakter vládního zásahu. Tyto nástroje budou blíže popsány v jedné z následujících kapitol.

2.3 Negativní externality silniční dopravy

Obecně platí, že společenské náklady dopravy jsou součtem soukromých nákladů dopravy a externích nákladů dopravy. Pokud aplikujeme obecnou definici externalit do oblasti dopravy, můžeme konstatovat, že negativní externality v dopravě vznikají tehdy, jestliže uživatel dopravy neplatí všechny náklady, které jsou spojeny s jeho dopravními aktivitami, a tudíž některé z nákladů připadají na jiné subjekty. Ekonomické ztráty způsobené negativními externími efekty silniční dopravy potom nese celá společnost.

Všechny druhy dopravy mají negativní vliv na životní prostředí, avšak za nejvýznamnější odvětví se považuje silniční doprava, protože způsobuje většinu externích nákladů vzhledem k největšímu podílu na přepravních výkonech. Rozlišují se následující negativní efekty způsobené dopravou (Update of the Handbook on External Costs of Transport, 2014, s. 12):

- Kongesce.
- Nehody.
- Hluk.
- Znečištění ovzduší.
- Změna klimatu.
- Další dopady na životní prostředí.
- Opotřebením silniční a železniční infrastruktury.

Tomová (2006, s. 74) uvádí, že „*ke standardně hodnoceným externím efektům v rámci hodnocení projektů dopravní infrastruktury patří kongesce, znečištění ovzduší, globální klimatické změny, hluk a náklady dopravních nehod*“. Z tohoto důvodu jsou v následujících podkapitolách blíže specifikovány čtyři negativní externí efekty dopravy, kterým jsou kongesce, nehody, hluk a znečištění ovzduší. V další části této práce jsou pak vyčísleny odhady externích nákladů vzniklých v důsledku právě těchto negativních efektů osobní silniční dopravy na území města Brna. Z důvodu lokálního pojetí negativních efektů dopravy nejsou v rámci této práce vyčísleny externí náklady globálních klimatických změn.

2.3.1 Kongesce

Kongesce představují negativní externí efekt výhradně silniční dopravy vyskytující se ve velkých městech. Problematika vzniku kongescí v silniční dopravě vyplývá z faktu, že silniční síť je jedním z veřejných statků, kterými se rozumí „*statky, z jejichž užívání (spotřeby) nemůže být (technicky) vyloučen spotřebitel, který za ně nezplatí (resp. může to být i teoreticky možné, ale je to natolik drahé, že je to nemožné prakticky*“ (Čadil, Kadeřábková, Vorlíček, 2006, s. 98). Z tohoto hlediska jsou výjimkou dálnice, kde je podmínkou jejich užívání zakoupení dálniční známky.

Čadil, Kadeřábková a Vorlíček (2006, s. 49) dále uvádí, že: „*definující charakteristikou veřejného statku je nerivalita. Spotřeba statku jedním spotřebitelem, a to ani skutečně ani potenciálně nijak neomezuje dostupné množství statku, které je k dispozici ostatním*“. Při vysokém množství uživatelů však silniční síť tuto charakteristiku nesplňuje z důvodu omezené kapacity.

Kongesce tedy vznikají ve chvíli, kdy dopravní síť využívá tak velké množství uživatelů, že dochází k překročení maximální kapacity dopravní sítě. Všem uživatelům v kongesci vznikají ekonomické ztráty v podobě dodatečného cestovního času, který není efektivně využit, a také v podobě vyšších nákladů na provoz (vyšší spotřeba pohonných hmot), které jsou však hrazeny samotnými uživateli. Za externí náklady kongescí jsou tedy považovány pouze časové ztráty (Duchon, 2010).

Na výši externích nákladů způsobené kongescemi má vliv především typ infrastruktury, úroveň provozu a kapacity, přičemž úroveň provozu a kapacity pak závisí především na denní době, lokaci, nehodách a stavebních uzávěrách (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008, s. 25).

Pro kvantifikaci externích nákladů kongescí je potřeba nejdříve vypočítat vzniklé časové ztráty a následně je ocenit na základě hodnoty času (Tomová, 2006).

2.3.2 Dopravní nehody

Dopravní nehody mohou způsobit poškození lidského zdraví, škody na majetku a škody na životním prostředí. Veškeré tyto dopady představují ekonomické náklady, z nichž ne všechny jsou považovány za externí (Daňková, 2010).

Kromě těchto primárních dopadů mohou nehody způsobit i další náklady, jelikož v důsledku nehod mohou vznikat kongesce. Jak bylo uvedeno dříve, kongesce představují externí náklady v podobě časových ztrát uživatelů dopravy. Náklady kongescí vzniklých v důsledku nehod by bylo velmi obtížné vyčíslit, jelikož ne všechny nehody kongesci způsobí, a vznik kongesce v důsledku dopravní nehody závisí především na místě vzniku a aktuální dopravní situaci v dané lokaci, kterou však není možné zobecnit (Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2012).

Následky dopravních nehod nedopadají pouze na jejich přímé účastníky, ale i na jejich rodiny, celou společnost a státní rozpočet. Stát se snaží o snížení počtu a závažnosti dopravních nehod plánováním a realizací dopravně-bezpečnostních opatření, díky kterým mají být sníženy škody na lidském zdraví, majetku a životním prostředí (Daňková, 2010).

Na výši externích nákladů způsobené dopravními nehodami má vliv především typ infrastruktury, objem provozu, rychlost vozidla a vlastnosti řidiče (např. věk a zdravotní stav). Rychlost vozidla a vlastnosti řidiče (schopnost reagovat) mají vliv na závažnost důsledků dopravní nehody (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008, s. 25).

Pro účely finanční kvantifikace nákladů dopravní nehodovosti je nutné rozložit celkové náklady na několik dílčích složek, přičemž největší položku představuje hodnota lidského života (Tomová, 2006).

2.3.3 Hluk

Hluk ze silniční dopravy představuje problém hlavně v městských aglomeracích, kde velké množství lidí bydlí v blízkosti intenzivně využívaných silničních tras. Z tohoto důvodu jsou obyvatelé měst vystaveni nadměrné hlukové zátěži způsobené dopravou, která má negativní dopady na jejich zdraví.

Hluk působí negativně především na nervový systém lidí, kvůli čemuž lidé vystaveni nadměrnému hluku často trpí únavou, psychickou nepohodou, vyskytují se u nich problémy s pamětí a pozorností nebo poruchy spánku. Mezi závažnější zdravotní problémy způsobené dlouhodobým vystavením nadměrnému hluku pat-

ří vysoký krevní tlak, poškození srdce, poruchy sluchu a oslabení imunitního systému (Adamec et al., 2008).

Hluk ze silniční dopravy je způsobený při nižších rychlostech vozidla hlukem motoru a při vyšších rychlostech vozidla hlukem vznikajícím při kontaktu pneumatiky s povrchem vozovky (Křivánek, 2010).

Na výši externích nákladů způsobených hlukem má vliv situace v provozu (rychlost a velikost dopravního proudu), hustota populace v blízkosti komunikace, druh vozidla (kategorie a technický stav), styl jízdy (proměnlivost cestovní rychlosti) a technický stav vozovky (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008, s. 26).

Pro určení nákladů hluku je potřeba stanovit stupnici úrovní hluku a ocenit škody, které na jednotlivých úrovních hluku vznikají (Duchoň, 2010). Ke zjištění ekonomické hodnoty různých úrovní hluku se doporučuje využít jednu z metod pro zjištění ochoty platit za snížení hlukové zátěže či ochoty přijmout kompenzaci za vystavení nadměrné hlukové zátěži, avšak problém se stanovením průměrné hodnoty nákladů hluku představuje odlišnost v individuálním vnímání hluku jednotlivci (Tomová, 2006).

2.3.4 Znečištění ovzduší

Za největší problém silniční dopravy je považován její dopad na životní prostředí a lidské zdraví v důsledku znečištění ovzduší emisemi, které vznikají spalováním pohonných hmot. Tento externí efekt je stejně jako hluk a kongesce nejzávažnější zejména ve velkých městech s vysokou hustotou osídlení a intenzivní silniční dopravou.

Při spalování pohonných hmot je do ovzduší emitováno velké množství chemických látek, především oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), oxid siřičitý (SO_2), pevné částice (PM), oxid uhličitý (CO_2), oxid dusný (N_2O) a metan (CH_4). Tyto látky mají různé negativní dopady na zdraví člověka, přičemž některé z nich přispívají i ke skleníkovému efektu. Škodlivé látky emitované dopravními prostředky způsobují u lidí plicní a srdeční onemocnění, nervové poškození, vznik nádorů a změny v imunitním systému (Adamec, 2010).

Na výši externích nákladů způsobené emisemi má vliv hustota populace v blízkosti komunikace, úroveň emisí (daná typem a stářím vozidla, použitým palivem, účinností odstraňování částic z výfukových plynů), délka cesty, typ infrastruktury, proměnlivost cestovní rychlosti a lokální meteorologické podmínky (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008, s. 25).

Pro kvantifikaci externích nákladů v důsledku znečištění ovzduší je potřeba odhadnout množství produkovaných emisí a ohodnotit jejich dopad na zdraví lidí (Tomová, 2006).

2.4 Možné způsoby eliminace negativních externalit dopravy

V rámci dopravní politiky existuje velké množství nástrojů, které slouží k regulaci dopravy, přičemž je důležité, aby použité nástroje byly ve vzájemném souladu. Re-

gulace dopravy je realizována za účelem změny poptávky po dopravě a snížení určitých negativních efektů dopravy.

2.4.1 Ekonomické nástroje

Prostřednictvím ekonomických nástrojů dochází k internalizaci externích nákladů, jelikož představují změny relativních cen výrobků a služeb. Tyto nástroje se používají za účelem působení na změnu chování ekonomických subjektů, k regulaci určitých negativních efektů dopravy a k získávání prostředků do veřejných rozpočtů. Ekonomické nástroje jsou dále rozděleny na fiskální nástroje, obchodovatelná emisní povolení a pojištění (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Mezi fiskální nástroje s regulačním efektem na dopravu patří (Brůhová-Foltýnová, 2009, s. 68):

- Ekologické daně, daňové diferenciacce, výjimky a úlevy.
- Kordonové zpoplatnění (poplatky za vjezd do určité zóny nebo poplatky za ujetou vzdálenost ve zpoplatněné zóně).
- Zpoplatnění použití dopravní infrastruktury (časové či výkonové).
- Dotace a jiné přímé nebo nepřímé podpory z veřejných rozpočtů.

Obchodovatelná emisní povolení se používají za účelem regulace množství vypouštěných emisí. Tento nástroj stanovuje maximální množství vypouštěných emisí v závislosti na množství vydaných povolenek, přičemž jednotliví znečišťovatelé mohou mezi sebou emisní povolenky obchodovat (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Pojištění je základním nástrojem pro internalizaci externích nákladů dopravních nehod. Na pojistný systém jsou kladeny dva zásadní požadavky (Brůhová-Foltýnová, 2009):

- Aby pojistné závazky kryly plné náklady nehod (náklady nehod nenesou celá společnost, hradí je pouze řidiči).
- Aby byli odměňováni řidiči za bezpečný provoz a penalizováni řidiči za neopatrnou jízdu.

Mezi ekonomické nástroje, které jsou v České republice používány k regulaci osobní silniční dopravy, patří především spotřební daně z pohonných hmot (daň z minerálních olejů), daně z vozidel (silniční daň), zpoplatnění použití dopravní infrastruktury ve formě dálničních známek, systém pojištění odpovědnosti z provozu vozidla a systém havarijního pojištění.

2.4.2 Normativní nástroje

Normativní nástroje představují legislativně zakotvená administrativní opatření, která jsou založena na donucovací pravomoci orgánů státní správy. Řadí se sem nařízení (zákazy a příkazy), limity, standardy a normy. Mezi normativní nástroje, které jsou v dopravní politice nejčastěji využívány, patří emisní standardy a omezení pohybu motorových vozidel (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Emisní standardy stanovují limitní hodnoty určitých škodlivých látek emitovaných při spalování pohonných hmot. Pro Českou republiku jsou závazné evropské emisní standardy tzv. emisní normy EURO, které stanovují minimální emisní požadavky nových vozidel. Od roku 2014 platí pro nová osobní vozidla emisní norma EURO 6 (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Omezit pohyb vozidel je možné na několika úrovních zavedením speciálních zón. Rozlišují se zóny nízkoemisní (limituje se množství určitých emisí), zóny environmentální (městské oblasti s omezeným vjezdem nákladních vozidel), zóny s omezenou dopravou (městské oblasti s omezeným vjezdem nákladních i osobních vozidel) a zóny bez aut. Zavedení těchto zón je často doplněno použitím dalších nástrojů dopravní politiky, jejichž cílem je snížit celkový objem osobní silniční dopravy, podpořit alternativní způsoby dopravy a zatraktivnit hromadnou dopravu (Brůhová-Foltýnová, 2009).

2.4.3 Nástroje regulace dopravy ve městech

Jak bylo dříve uvedeno, negativní externí efekty osobní silniční dopravy jsou nejzávažnější právě ve velkých městech kvůli velkému počtu účastníků silniční dopravy a velkému množství lidí vystavených negativním efektům dopravy. Vzhledem k faktu, že objem osobní silniční dopravy ve městech stále narůstá, v důsledku čehož narůstá i množství produkovaných negativních externalit, je nezbytné dopravu ve městech regulovat.

Největší problémy způsobené dopravou představují ve městech především časté kongesce, negativní dopady na životní prostředí a lidské zdraví (znečištění ovzduší emisemi, hluk), narůstající počet nehod, problémy s parkováním v centrálních oblastech měst a zabírání veřejných prostorů parkujícími automobily (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Regulace dopravy za účelem snížit negativní dopady dopravy na životní prostředí a zdraví obyvatel ve městech by měla být zaměřena na omezování individuální automobilové dopravy současně s podporováním alternativních možností dopravy přátelštějších k životnímu prostředí, za které jsou považovány nemotorové druhy dopravy (cyklistika a chůze) a veřejná hromadná doprava (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Individuální automobilová doprava může být omezována v rámci procesu tzv. zklidňování dopravy, kterým se rozumí „proces omezování negativních fyzických a sociálních vlivů dopravy na městský život, a to zejména pomocí snižování rychlostí a intenzit motorové dopravy“ (Striegler, Pokorný, 2010, s. 12). Hlavním cílem zklidňování dopravy je tedy dosáhnout snížení rychlosti vozidel za účelem zvýšení bezpečnosti provozu a zlepšení kvality života obyvatel měst. Těchto cílů může být dosaženo zaváděním zpoplatněných parkovacích zón a omezováním pohybu automobilů (Striegler, Pokorný, 2010).

1. Pěší a cyklistická doprava

Pěší a cyklistická doprava neprodukuje emise ani hluk, nespotřebovává neobnovitelné zdroje, nezpůsobuje kongesce, nemá velké nároky na zabírání veřej-

ného prostoru a příznivě působí na zdraví lidí. V případě podpory pěší dopravy je nejdůležitější klást důraz na vybudování kvalitního prostoru pro chůzi a zajištění bezpečnosti pro chodce. Cyklistika je podporována především poskytnutím dotací na budování a údržbu cyklistické infrastruktury. V praxi města cyklistiku podporují i zavedením systému půjčování městských kol zdarma. Vzhledem k tomu, že chůzí a jízdou na kole je možné se dopravit pouze na menší vzdálenosti, je potřeba také zajistit kvalitní napojení na veřejnou hromadnou dopravu a současně zajistit cyklistům možnost zaparkovat kola u významných uzlů hromadné dopravy nebo možnost je přepravit dopravním prostředkem veřejné hromadné dopravy. Pro zajištění bezpečnosti chodců a cyklistů je vhodné také v určitých oblastech omezovat pohyb a rychlost automobilů (Brůhová-Foltýnová, 2009).

2. Veřejná hromadná doprava

Veřejná hromadná doprava se řadí mezi druhy dopravy příznivé k životnímu prostředí vzhledem k tomu, že v porovnání s individuální automobilovou dopravou vykazuje nižší zatížení emisemi a hlukem, vyšší bezpečnost, nezpůsobuje kongesci, má nižší spotřebu neobnovitelných zdrojů a menší nároky na veřejný prostor.

U hromadné dopravy je nutné zajistit, aby byla obyvateli vnímána jako atraktivní alternativa způsobu dopravy, protože pouze tak je možné ovlivnit jejich dopravní zvyklosti směrem od individuální automobilové dopravy k dopravě hromadné. Je tedy nutné nabídnout kvalitní síť a služby veřejné hromadné dopravy, přičemž důraz by měl být kladen na její spolehlivost, pravidelnost, eliminaci zpoždění, jednoduchou dostupnost, cenovou dostupnost a výhodnost vzhledem osobní automobilové dopravě, bezpečnost a komfort (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Adamec (2010) uvádí, že v rámci hromadné dopravy může být dosaženo snížení zatížení životního prostředí emisemi modernizací vozového parku veřejné dopravy, jestliže budou v rámci hromadné dopravy používána nízkoemisní vozidla a vozidla na alternativní pohon.

Městská hromadná doprava bývá dotována z veřejných rozpočtů za účelem snížení cestovních nákladů obyvatel využívající hromadnou dopravu oproti cestovním nákladům vzniklých při cestě automobilem. Prostřednictvím nižších cestovních nákladů se města snaží obyvatele motivovat k tomu, aby pro své cesty upřednostnili právě městskou hromadnou dopravu (Brůhová-Foltýnová, 2009).

3. Parkovací politika

V rámci parkovací politiky jsou zaváděny zpoplatněné parkovací zóny a snižovány počty parkovacích míst v centrech měst. Kombinace těchto dvou nástrojů působí nejúčinněji na změnu v rozhodování subjektů pravidelně dojíždějících osobními automobily tak, že přejdou z využívání osobních automobilů k cestování na využívání veřejné hromadné dopravy. V důsledku snížení dopravního zatížení ve městech dojde ke snížení kongescí a množství výfuko-

vých a hlukových emisí. Poplatky jsou navíc zdrojem příjmů do veřejných rozpočtů (Brůhová-Foltýnová, 2009).

4. Omezení pohybu automobilů

K omezování vjezdu určitých automobilů do vymezených městských oblastí dochází prostřednictvím zavedení již zmíněných speciálních zón. V praxi se nejčastěji zavádějí zóny environmentální a zóny s omezenou dopravou.

Environmentální zóny se zavádějí s cílem omezit vjezd motorovým vozidlům, která nejvíce znečišťují životní prostředí emisemi. Jedná se především o stará vozidla, nákladní vozidla a vozidla, která nesplňují určité emisní parametry. Zóny s omezenou dopravou omezují vjezd motorovým osobním i nákladním vozidlům plošně. Do těchto zón mohou vjet pouze vozidla, jejichž majitelé mají povolení jako například obyvatelé žijící uvnitř vymezené zóny (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Mimo zóny omezující vjezd vozidlům se zavádí i zóny omezující jejich rychlost. V České republice existují v současné době tři typy zón s plošným omezením rychlosti, kterými jsou obytné zóny, pěší zóny a zóny 30. Tyto zóny se zavádějí na místech, na nichž je žádoucí snížit rychlost projíždějících automobilů s cílem dosáhnout zvýšení bezpečnosti a snížení hluku z dopravy (Striegler, Pokorný, 2010).

2.4.4 Technická opatření

Kromě výše uvedených opatření a nástrojů, které jsou realizovány v rámci určitého města či lokality, existují i další možnosti snížení negativních externích efektů. Jedná se o technická opatření na vozidlech a na komunikacích. Je důležité podporovat jejich vývoj a zavádění do praxe, jelikož prostřednictvím jejich působení může dojít k výraznému poklesu konkrétních negativních externích efektů dopravy.

Technická opatření na vozidlech jsou zaměřena na snižování emisí pevných částic z výfukových plynů, snižování hluku vozidel a snižování spotřeby paliva. Kromě technických opatření na běžných vozidlech je vhodné také podporovat využívání tzv. nízkoemisních vozidel, která jsou šetrnější k životnímu prostředí. Jedná se o vozidla na alternativní paliva (plyn, biopaliva) a hybridní elektrické vozy. Problém však je, že tato vozidla vykazují v současné době jisté nedostatky, zejména cenovou dostupnost, dostupnost alternativních paliv, dojezd, spolehlivost, komfort a bezpečnost. Technická opatření na komunikacích představují protihlukové clony a nízkohlučné povrchy komunikací zřizované za účelem snížení hluku z dopravy (Adamec, 2010).

2.5 Metody kvantifikace externích nákladů dopravy

Aby mohly být externí náklady dopravy internalizovány, je nutné je nejdříve kvantifikovat. Zjištěné výsledky je pak možné použít v analýzách srovnávajících náklady a přínosy v rámci procesu plánování dopravních opatření, která mají snížit externí náklady dopravy.

Jelikož externí náklady neprocházejí trhem, a tudíž neexistuje jejich tržní hodnota, byla v rámci ekonomické teorie vyvinuta řada tzv. netržních metod oceňování, které slouží právě k vyčíslení externích nákladů z dopravy. Netržní oceňovací metody je možné rozdělit na metody nepreferenční (také označované jako metody nákladové) a metody preferenční (Tomová, 2006).

2.5.1 Metody nepreferenční

Nepreferenční metody vychází z vynaložených nákladů. Mezi nepreferenční metody se řadí metoda preventivních nákladů, kterou se určují náklady na preventivní opatření proti škodám způsobeným externalitami nebo náklady potřebné na jejich omezení na požadovanou hranici. Dále sem patří metoda obnovovacích nákladů, kterou se určují náklady nutné na obnovu již vzniklé škody, která nastala v důsledku negativního externího efektu (Tomová, 2006).

2.5.2 Metody preferenční

Preferenční metody jsou založené na zjišťování spotřebitelských preferencí metodou odhalených preferencí nebo vyjádřených (projevených) preferencí prostřednictvím dotazníkových šetření. Zasaženým subjektům je kladena otázka, kolik jsou ochotni zaplatit za snížení negativních dopadů externích efektů, případně kolik jsou ochotni přijímat jako kompenzaci za to, že jsou vystaveni negativním dopadům externích efektů. Tyto metody vychází ze subjektivního hodnocení jednotlivců (Brůhová-Foltýnová, 2009).

Metodou vyjádřených preferencí respondenti projevují své hodnoty volbou některé z nabízených možností dané hypotetické situace, ačkoliv existuje možnost, že ve skutečnosti by se mohli zachovat jinak. Metodou odhalených preferencí se analyzuje skutečné konkrétní chování jednotlivých subjektů v určité situaci. Data získaná prostřednictvím dotazníkových šetření slouží ke kvantifikaci průměrné hodnoty daného externího efektu (Brůhová-Foltýnová, 2009). Kvalita získané hodnoty externího efektu je závislá na kvalitě formulací otázek, kvalitě vyhodnocení odpovědí a jejich statistického zpracování (Tomová, 2006).

Pro účely finanční kvantifikace negativních externalit dopravy je nutné určit hodnoty dvou specifických položek, kterými jsou hodnota statistického života a hodnota času (Tomová, 2006).

Hodnota statistického života představuje „*ohodnocení malé změny rizika ztráty života*“ (Tomová, 2006, s. 65) a je potřebná ke stanovení nákladů dopravní nehodovosti a nákladů způsobených emisemi a hlukem.

Prostřednictvím hodnoty času je možné vyjádřit časové úspory (respektive časové ztráty), které jsou nutné pro stanovení nákladů kongescí (Tomová, 2006). Každý člověk hodnotí cestovní čas jinak v závislosti na subjektivním vnímání času a mnoha faktorech dané cesty. Mezi faktory, které mají vliv na ochotu platit za úsporu času, patří především typ dopravního prostředku z hlediska komfortu, účel cesty, naléhavost cesty a příjem cestujícího (Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2009).

V současnosti se pro účely finanční kvantifikace externalit používají především preferenční metody (Tomová, 2006). Metoda ochoty platit (případně ochoty přijímat kompenzaci) se využívá pro oceňování škod na lidském zdraví v důsledku emisí, hluku a dopravních nehod a ke kvantifikaci hodnoty času (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008).

3 Metodika a postup kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně

V dílčích kapitolách jsou detailně popsány použité metody a postupy kvantifikace externích nákladů čtyř negativních efektů osobní silniční dopravy, kterými jsou kongesce, nehody, hluk a emise.

Náklady kongescí jsou vyčísleny na základě modelu dopravního zatížení a odhadu hodnoty cestovního času, které jsou řešeny v projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2011). Kvantifikace nákladů dopravních nehod je provedena na základě průměrných nákladů nehod roku 2014, které jsou vyčísleny za použití *Metodiky výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích* (Centrum dopravního výzkumu, 2013). Pro výpočet nákladů hluku jsou použity odhady nákladů hluku získané z *Metodiky oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012). Za účelem vyčíslení nákladů emisí jsou použity náklady emisí odhadnuté v rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2011).

Pro účely výpočtu externích nákladů bylo též nutné získat a upravit potřebná vstupní data. Postup úpravy vstupních dat je také popsán v dílčích kapitolách. Data nutná k výpočtu externích nákladů jednotlivých negativních efektů osobní silniční dopravy v Brně jsou získána především ze strategického hlukového mapování České republiky v roce 2012, z celostátního sčítání dopravy v roce 2010, z *Přehledu o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014* (Policie ČR, 2015) a z *Ročenky dopravy České republiky 2014* (Ministerstvo dopravy ČR, 2015).

Výpočet celkových externích nákladů jednotlivých negativních efektů osobní silniční dopravy je proveden pro osobní silniční dopravu na území města Brna, které vznikly za celý rok 2014. Rok 2014 byl zvolen vzhledem k požadavku aktuálnosti výsledných odhadů. Pro rok 2015 nebylo možné odhady externích nákladů dopravy kvantifikovat z důvodu nedostupnosti veškerých dat nutných k výpočtu externích nákladů dopravy za rok 2015.

Náklady hluku a hodnota cestovního času jsou upraveny na cenovou úroveň roku 2014 prostřednictvím meziročních indexů reálných příjmů při použití indexu spotřebitelských cen. Pro převedení nákladů emisí na cenovou úroveň roku 2014 jsou použity meziroční indexy spotřebitelských cen.

3.1 Kongesce

Jak bylo uvedeno dříve, pro ocenění dodatečného cestovního času, který představuje externí náklady dopravních kongescí, je nutné znát hodnotu cestovního času. Nejlepší přístup ke kvantifikaci odhadu hodnoty času je metoda ochoty platit, alternativně ochoty přijmout kompenzaci, která se zjišťuje prostřednictvím dotazníkových šetření (Handbook on estimation of external costs in the transport sector, 2008).

V případě kongescí je tedy nutné zjistit, kolik jsou lidé ochotni platit za úsporu cestovního času bez kongescí v porovnání s úsporou cestovního času v kongesci. Je možné předpokládat, že lidé budou ochotni platit za úsporu cestovního času v kongesci více, jelikož tento čas nebudou moct v případě řízení osobního automobilu využít efektivněji a budou tuto situaci považovat za plýtvání časem.

Denní externí náklady kongescí v Brně jsou vypočteny jako součin hodnoty času stráveného v kongesci při cestě autem a odhadu denních časových ztrát způsobených kongescemi v Brně. Roční náklady kongescí v Brně v roce 2014 pak jsou vypočteny jako součin denních nákladů kongescí v Brně a počtu pracovních dnů v roce 2014 za předpokladu, že ke kongescím dochází pouze během pracovních dnů.

V rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2012) bylo provedeno dotazníkové šetření s cílem získat odhad hodnoty cestovního času a hodnoty času stráveného v kongesci pro tři druhy dopravy (osobní automobil, autobus, vlak) na trase mezi Brnem a Prahou v obou směrech. Dotazníkové šetření probíhalo od listopadu 2010 do dubna 2011 prostřednictvím tazatelské sítě SC & C.

V rámci dotazníkového šetření byla využita metoda odhalených preferencí pro analýzu skutečného chování lidí při cestování na základě získaných dat poslední uskutečněné cesty a metoda vyjádřených preferencí prostřednictvím výběrového experimentu pro analýzu rozhodování o volbě cesty na základě hypotetické situace (*Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky*, 2011).

Na základě statisticko-ekonometrické analýzy byly pro cesty uskutečněné osobním automobilem v rámci výběrového experimentu shledány jako statisticky významné následující faktory (*Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky*, 2012, s. 61):

- Účel cesty.
- Příjem respondenta.
- Frekvence cest.

V Tab. 1 jsou uvedeny odhadnuté hodnoty cestovního času a hodnoty času stráveného v kongesci při zohlednění vlivu statisticky významných faktorů.

Tab. 1 Odhadnuté hodnoty cestovního času a času stráveného v kongesci pro cestování automobilem (Kč/hod)

Specifikace cesty	Hodnota cestovního času	Hodnota času stráveného v kongesci
Základní model	179	251
Nepracovní cesta, vyšší příjem, nízká frekvence cest	136	200
Pracovní cesta, vyšší příjem, nízká frekvence cest	180	266
Nepracovní cesta, nižší příjem, nízká frekvence cest	114	169
Nepracovní cesta, vyšší příjem, vyšší frekvence cest	167	247
Pracovní cesta, nižší příjem, nízká frekvence cest	144	213
Pracovní cesta, vyšší příjem, vyšší frekvence cest	239	353
Nepracovní cesta, nižší příjem, vyšší frekvence cest	135	200
Pracovní cesta, nižší příjem, vyšší frekvence cest	179	265

Zdroj: Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky (2012, s. 62-63)

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že lidé jsou ochotni platit vyšší částku za úsporu cestovního času (platí i pro úsporu času stráveného v kongesci) v případě pracovních cest, pokud mají vyšší příjem a pokud cestují častěji. Z výsledků dále vyplývá, že lidé jsou ochotni platit vyšší částky za úsporu času stráveného v kongesci.

V projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2012) není uvedeno, k jakému roku se odhadnuté hodnoty cestovního času vztahují. Vzhledem k tomu, že dotazníkové šetření, na jehož základě byly hodnoty odhadnuty, probíhalo od listopadu 2010 do dubna 2011, jsou odhadnuté hodnoty cestovního času považovány za hodnoty vztahované k roku 2010.

Jak bylo dříve uvedeno, jedním z významných faktorů pro oceňování cestovního času je příjem cestujících. Z tohoto důvodu jsou odhadnuté hodnoty cestovního času převedeny na cenovou úroveň roku 2014 prostřednictvím meziročních indexů reálných příjmů při použití indexu spotřebitelských cen (Tab. A. 1, v Příloze A).

V rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2010) byl pro účely kvantifikace externích nákladů kongescí zpracován model přepravního proudu individuální automobilové dopravy vyjadřující závislost přepravního času na množství vozidel, který byl zpracován na modelové oblasti Brna a nejbližšího okolí prostřednictvím software EMME¹. Modelování bylo realizováno za účelem zjištění dodatečného cestovního času způsobeného kongescemi na základě porovnání doby trvání cesty bez zdržení způsobeného kongescí oproti době trvání cesty se zdržením způsobeným kongescí.

Model obsahuje 581 778 cest uskutečněných individuální automobilovou dopravou za den, přičemž průměrné časové zpoždění na jednu cestu bylo odhadnuto na 3,15 minut. Celková výše dodatečného cestovního času způsobeného kongescemi, která byla zjištěna na základě modelování dopravního zatížení Brna, tedy dosahuje 30 543,35 hodin za den (Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2011, s. 47).

Vzhledem k tomu, že v rámci modelování cestovního zatížení Brna z hlediska kongescí nebyly zohledněny statisticky významné faktory pro ocenění cestovního času (účel cesty, příjem, frekvence cest), je pro výpočet externích nákladů kongescí v Brně v roce 2014 použit odhad hodnoty času stráveného v kongesci základního modelu (251 Kč) upraveného na cenovou úroveň roku 2014.

3.2 Dopravní nehody

Výpočet celkových a průměrných ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice provádí každoročně Centrum dopravního výzkumu. Pro účely ocenění ekonomických následků dopravních nehod vytvořili pracovníci této instituce certifikovanou metodiku, která je prezentována v publikaci s názvem *Metodika výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích* (Centrum dopravního výzkumu, 2013).

V rámci *Metodiky výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích* (Centrum dopravního výzkumu, 2013) jsou celkové náklady rozděleny na přímé a nepřímé náklady, přičemž přímé náklady vznikají v přímé souvislosti s řešením dopravní nehody, je možné přesně vyčíslit jejich výši a jsou vynaloženy v krátkodobém časovém horizontu po vzniku nehody, zatímco nepřímé náklady nesouvisí přímo s řešením dopravní nehody, vyčíslení jejich výše vyžaduje složitější postup a jsou vynaloženy v dlouhodobém časovém horizontu po vzniku nehody.

¹ Jedná se o produkt kanadské společnosti INRO, který je považován za jeden z nejdůvěryhodnějších systémů pro modelování dopravy na světě (INRO, © 2016).

V Tab. 2 je zachyceno rozdělení nákladů vzniklých v důsledku dopravních nehod na náklady přímé a nepřímé.

Tab. 2 Rozdělení nákladů dopravních nehod

Přímé náklady	Zdravotní péče	Výjezd zdravotnické záchranné služby, ústavní nemocniční péče a rehabilitace, provedení zdravotní pitvy
	Hasičský záchranný sbor ČR	Záchranné práce, likvidační práce
	Policie ČR	Vyšetření a zpracování nehody, cesta k dopravní nehodě, administrativní náklady (soudní pitva, znalecké posudky, tlumočnické služby)
	Hmotné škody včetně administrativních nákladů pojišťoven	
	Soudy a správní orgány	Administrativní náklady (mzdové náklady pracovníků, náklady na svědectví, znalecké posudky)
Nepřímé náklady	Ztráty na produkci	
	Sociální výdaje	Dávky nemocenského pojištění, vdovské a vdovecké důchody, sirotčí důchody, invalidní důchody
	Náhrada škody stanovená soudy (subjektivní škody pro odškodnění obětí nehod)	Ocenění vzniklé bolesti, změny kvality a délky života a jiné, zpravidla nenahraditelné škody

Zdroj: Centrum dopravního výzkumu (2013), vlastní zpracování

Pro přesnější vyčíslení nákladů nehod je vhodné nehody rozdělit podle druhu a závažnosti následků na nehody se smrtelným zraněním, nehody s těžkým zraněním, nehody s lehkým zraněním a nehody pouze s hmotnou škodou (Centrum dopravního výzkumu, 2013).

Náklady vzniklé v důsledku nehodovosti osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014 jsou vypočteny jako součin průměrných nákladů na jednu osobu nebo nehodu stanovených podle závažnosti pro rok 2014 a počtem nehod a zraněných v Brně v roce 2014.

Průměrné náklady na jednu nehodu či zraněnou osobu v závislosti na vážnosti nehody stanovené pro rok 2014 jsou uvedeny v Tab. 3.

Tab. 3 Průměrné náklady na osobu/nehodu v roce 2014

Důsledky dopravní nehody	Ztráta na osobu/nehodu
Úmrtí	20 881 000 Kč
Těžké zranění	5 089 000 Kč
Lehké zranění	429 000 Kč
Pouze hmotná škoda	262 000 Kč

Zdroj: Centrum dopravního výzkumu (2015)

Pro kvantifikaci byly dále použity statistické údaje týkající se nehodovosti na území České republiky v roce 2014, které eviduje Policie České republiky ve statistických ročenkách s názvem *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice*.

V Tab. 4 jsou uvedena data o počtu nehod, obětí a zraněných v důsledku nehod, které se staly v Jihomoravském kraji a v Brně v roce 2014.

Tab. 4 Počet nehod, obětí a zraněných v roce 2014

Dopravní nehody	Jihomoravský kraj	Brno
Počet nehod	6 950	2 703
Počet nehod s následky na životě nebo zdraví	2 282	887*
Podíl z celkového počtu nehod	32,83 %	32,82 %
Počet nehod pouze s hmotnou škodou	4 668	1 816*
Podíl z celkového počtu nehod	67,17 %	67,18 %
Počet usmrcených	66	10
Počet těžce zraněných	315	96
Počet lehce zraněných	2 580	725

Pozn. * označuje odvozené údaje

Zdroj: Policie ČR (2015)

Z důvodu, že výše zmíněná publikace neobsahovala data o počtu nehod s následky na životě nebo zdraví a počtu nehod pouze s hmotnou škodou pro Brno (nutný údaj pro určení celkových nákladů nehod v Brně), byl tento počet určen tak, aby byl zachován stejný podíl těchto nehod na celkovém počtu nehod v Brně, jako je podíl těchto nehod v Jihomoravském kraji na celkovém počtu nehod v Jihomoravském kraji.

Je nutné uvést, že do údajů nejsou zahrnuta data o počtu osob zemřelých na následky zranění utrpěných při nehodách v silničním provozu v době od 24 hodin

po nehodě do 30 dnů. Třicetidenní doba pro sledování osob, které byly účastníky dopravní nehody, je zavedena v České republice od roku 1980 a jejím účelem je umožnění ucelenějšího pohledu na následky nehod. V roce 2014 v uvedené časové lhůtě následně zemřelo v České republice dalších 59 osob na následky utrpených zranění, není však blíže uvedeno, do kterých krajů a okresů oběti spadají. Z tohoto důvodu nemohl být upraven počet usmrčených a těžce zraněných v Brně (Policie ČR, 2015).

Při výpočtu bylo potřeba uvažovat o tom, jak počet nehod a obětí v Brně snížit o ty nehody, které nebyly způsobeny osobními automobily (figurovaly v nich pouze nákladní vozy či jiné dopravní prostředky).

V *Přehledu o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014* (Policie ČR, 2015) je uveden počet nehod způsobených řidiči osobních automobilů pro jednotlivé kraje, avšak i nehody způsobené chodci, zvířaty, řidiči motorových vozidel, závadami komunikací či technickými závadami vozidel vznikají v důsledku toho, že silniční doprava existuje. Pořád se tedy jedná o negativní externalitu silniční dopravy, přestože viníkem není řidič osobního dopravního prostředku, jelikož kdyby silniční doprava neexistovala, tyto nehody by nevznikaly. Z tohoto důvodu jsou tyto typy nehod také zahrnuty do celkového počtu nehod v Brně.

Dále je evidován nemalý počet nehod, kde viník není znám, protože od nehody ujel (1 468 pro Jihomoravský kraj v roce 2014, tj. 21,12 % z celkového počtu nehod). Avšak ani o počet těchto nehod není celkový počet nehod vzniklých v Brně snížen, jelikož na základě statistických dat je možné předpokládat, že většina těchto nehod byla způsobena právě osobními automobily.

V projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2009) je uvedeno, že je vhodné pro účely kvantifikace externích nákladů nehod data evidovaná v policejních statistikách upravit o případy neohlášených nehod. U nehod, kde vznikly škody pouze na majetku, je ohlašovací povinnost v České republice stanovena zákonem č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích ve výši 100 000 Kč s účinností od 1. 1. 2009. Z toho vyplývá, že ve statistikách dopravní nehodovosti nejsou evidovány všechny nehody pouze s majetkovými škodami. Celkový počet nehod v Brně však není upraven o nehody tohoto typu právě kvůli nedostupnosti údajů.

Z celkového počtu nehod v Brně byly tedy vyloučeny pouze nehody přímo zaviněné řidiči nákladních automobilů a dalších vozidel, které nespádají do kategorie osobních prostředků silniční dopravy. Vzhledem k tomu, že v *Přehledu o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014* (Policie ČR, 2015) není pro Brno blíže specifikováno, kolik nehod je způsobeno řidiči jiných motorových vozidel, byl podíl jiných dopravních prostředků na nehodovosti v Brně určen podle dat dostupných pro Jihomoravský kraj. V Tab. 5 je uveden počet nehod v Jihomoravském kraji v roce 2014, které způsobil řidič jiného vozidla než je osobní prostředek silniční dopravy.

Tab. 5 Počet nehod v Jihomoravském kraji v roce 2014 podle vozidla viníka

Dopravní prostředek	Počet nehod
Nákladní automobil	542
Nákladní automobil s přívěsem	61
Nákladní automobil s návěsem	181
Autobus	47
Traktor	14
Tramvaj	9
Trolejbus	4
Jiné motorové vozidlo	12
Celkem	870

Zdroj: Policie ČR (2015)

Počet nehod v Jihomoravském kraji v roce 2014 způsobených jinými dopravními prostředky než jsou osobní automobily a motocykly je 870. Z celkového počtu nehod v Jihomoravském kraji (6 950) to představuje přibližně 12,52 %. Je možné tedy vycházet z úvahy, že pokud se tyto prostředky podílí 12,52 % na počtu nehod, budou se ve stejném poměru podílet na výši nákladů nehod (není však zohledněna závažnost nehod způsobena těmito dopravními prostředky). Tento podíl je určený pro Jihomoravský kraj, z důvodu nedostupnosti stejných dat pro Brno však je použit pro úpravu celkové výše nákladů dopravních nehod způsobených osobními silničními vozidly v Brně.

3.3 Hluk

Při oceňování externích nákladů hluku vzniklých v důsledku silniční dopravy v Brně se vycházelo z *Metodiky oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012), která je výsledkem řešení výzkumného projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky*. Hned na úvod této kapitoly je nutné uvést, že určení ekonomických ztrát v důsledku hluku bude vztaženo k celkové silniční dopravě v Brně (tedy k osobní i nákladní).

Metodika oceňování hluku z dopravy (Máca et al., 2012) byla zaměřena na ocenění následujících negativních následků hluku způsobeného silniční dopravou, jelikož u těchto následků byl dodatečně prokázán vztah mezi vystavením hlukové zátěži a jeho negativním dopadem na zasaženou populaci:

- Obtěžování hlukem.
- Rušení spánku.
- Kardiovaskulární nemoci.

V rámci *Metodiky oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012) byly náklady vzniklé v důsledku obtěžování hlukem oceněny ztrátou pohody, jejíž ekonomická hodnota byla zjišťována prostřednictvím dotazníkového šetření realizovaného v roce 2009 v rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České*

republiky metodou ochoty přijmout kompenzaci za strpění hlukového zatížení. Rušení spánku bylo oceněno ztrátou produktivity a do oceňování zvýšeného rizika kardiovaskulárních onemocnění byly zahrnuty náklady na léčení, ztráty produktivity, ztráty pohody a zvýšení rizika předčasného úmrtí (Máca et al., 2012).

Externí náklady hluku ze silniční dopravy v Brně v roce 2014 jsou vypočítány jako součin počtu obyvatel Brna vystavených určité úrovni hlukového zatížení a ročních nákladů na osobu upravené na cenovou úroveň roku 2014, jejichž výše je závislá na typu negativního efektu hluku a úrovni hlukového zatížení.

Intenzita hluku se vyjadřuje v tzv. ekvivalentních hladinách akustického tlaku ($L_{Aeq,T}$), které jsou označovány jako hlukové indikátory či hlukové ukazatele. Ekvivalentní hladiny akustického tlaku vyjadřují průměrné hodnoty hluku v určitých časových intervalech T (Máca et al., 2012).

Podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací § 12 odst. 1 jsou v České republice pro hluk z dopravy stanoveny ekvivalentní hladiny akustického tlaku následovně:

- Pro denní dobu - $L_{Aeq,16h}$ (délka 16 hodin, od 6 do 22 hodin).
- Pro noční dobu - $L_{Aeq,8h}$ (délka 8 hodin, od 22 do 6 hodin).

Oproti těmto hlukovým ukazatelům jsou pro účely hlukového mapování stanoveny ekvivalentní hladiny akustického tlaku podle vyhlášky č. 523/2006 Sb., o hlukovém mapování § 2 odst. 2 následovně:

- Pro denní dobu - L_d (délka 12 hodin, od 6 do 18 hodin).
- Pro večerní dobu - L_v (délka 4 hodin, od 18 do 22 hodin).
- Pro noční dobu - L_n (délka 8 hodin, od 22 do 6 hodin).
- Pro celý den - L_{dvn} (délka 24 hodin).

Počet obyvatel Brna zasažených určitou hlukovou zátěží byl získán prostřednictvím mapové aplikace Strategického hlukového mapování České republiky², které bylo provedeno v roce 2012 Ministerstvem zdravotnictví České republiky.

Pomocí této mapové aplikace byl zjištěn počet obyvatel Brna vystavených určité hlukové zátěži v 5 dB intervalech během celého dne (L_{dvn}) a během noci (L_n) v roce 2012 (Tab. A. 2, v Příloze A), kdy celkový počet obyvatel Brna byl 379 871 obyvatel.

Pro potřeby výpočtu externích nákladů hluku pro Brno v roce 2014 bylo potřeba provést u dat získaných pro rok 2012 následující změny:

- Počet zasažených obyvatel byl upraven vzhledem k vývoji celkového počtu obyvatel Brna. Střední stav obyvatelstva v Brně v roce 2014 byl 376 822 (Český statistický úřad, 2016), oproti celkovému počtu obyvatel Brna zahrnutého do mapování (379 871) je tedy zaznamenán pokles o 0,80 %. O tento úbytek

² Strategické hlukové mapování v České republice je prováděno v pravidelných pětiletých cyklech. Tato povinnost plyne ze směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí čl. 7 odst. 2.

obyvatel Brna v roce 2014 oproti roku 2012 byl upraven počet obyvatel Brna zasažených hlukem ve všech hlukových pásmech.

- V rámci *Metodiky oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012) je uvedeno, že obtěžování hlukem a riziko kardiovaskulárních nemocí se vztahuje na celou populaci, avšak rušení spánku působí externí ztráty pouze zaměstnané části obyvatelstva. Vzhledem k omezeným statistickým datům pro Brno byl určen podíl zaměstnaných osob jako podíl počtu zaměstnaných osob v Jihomoravském kraji (557 500) na celkovém počtu obyvatel Jihomoravského kraje v roce 2014 (střední stav obyvatelstva 1 170 678; Český statistický úřad, 2016). Výsledný podíl (47,62 %) zaměstnaných v Jihomoravském kraji byl použit pro určení počtu zaměstnaných obyvatel Brna, kteří jsou vystaveni hlukové zátěži.

V Tab. 6 je uveden počet obyvatel Brna, kteří jsou vystaveni dané úrovni hlukové zátěže po celý den (L_{dvn}), a počet zaměstnaných obyvatel Brna, kteří jsou vystaveni hlukové zátěži v noci (L_n).

Tab. 6 Počet obyvatel Brna zasažených danou hlukovou zátěží

Hluk (dB)	L_{dvn} (všichni obyvatelé)	L_n (zaměstnaní)
40 – 44	X	25 273
45 – 49	X	58 576
50 – 54	71 424	40 295
55 – 59	124 893	23 005
60 – 64	70 630	15 731
65 – 69	40 870	2 173
70 – 74	29 066	X
Nad 75	1 290	X

Pozn. X označuje nedostupná data

Zdroj: data ze sčítání dopravy, upravené o vlastní výpočty

Při oceňování negativních efektů hluku se v rámci *Metodiky oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012) vycházelo z předpokladu, že k negativnímu efektu obtěžování hlukem dochází celý den (hlukovým indikátorem je ekvivalentní hladina 24 hodinového hluku L_{dvn}), k rušení spánku dochází během noci (hlukovým indikátorem je ekvivalentní hladina 8 hodinového nočního hluku L_n) a k přispívání kardiovaskulárních onemocnění dochází během denní doby (hlukovým indikátorem je ekvivalentní hladina 16 hodinového denního hluku $L_{Aeq,16h}$).

V Tab. 7 jsou pro jednotlivé negativní externí efekty hluku uvedeny předpokládané prahové hodnoty působení, kterými se rozumí hraniční úrovně hluku, při kterých nedochází k daným negativním dopadům.

Tab. 7 Prahové hodnoty negativních externích efektů hluku

Negativní efekt	Prahové hodnoty
Silné obtěžování hlukem	$L_{dvn} < 42$ dB
Střední obtěžování hlukem	$L_{dvn} < 37$ dB
Lehké obtěžování hlukem	$L_{dvn} < 32$ dB
Rušení spánku	L_n 40 - 70 dB
Kardiovaskulární nemoci	$L_{Aeq,16h} > 60$ dB

Zdroj: Máca et al. (2012, s. 9)

V *Metodice oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012) jsou uvedeny odhady ročních nákladů na osobu pro jednotlivé negativní efekty hluku ze silniční dopravy (obtěžování hlukem, rušení spánku a kardiovaskulární nemoci) vztažené k úrovni hluku po 1 dB upravené na cenovou úroveň roku 2010 (Tab. A. 3, v Příloze A). Náklady jsou stanoveny pro silné obtěžování hlukem v rozsahu L_{dvn} 43 – 81 dB, rušení spánku v rozsahu L_n 40 – 70 dB a pro zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění v rozsahu $L_{Aeq,16h}$ 61 – 81 dB (Máca et al., 2012, s. 15).

Pro potřeby výpočtu bylo nutné provést u odhadnutých hodnot nákladů negativních efektů hluku následující změny:

- Vzhledem k tomu, že počet zasažených obyvatel hlukem je stanoven pro 5 dB hluková pásma, musely být náklady jednotlivých negativních efektů hluku stanoveny v rámci 5 dB intervalů hlukových úrovní. Hodnoty nákladů těchto hlukových intervalů byly určeny jako aritmetický průměr hodnot úrovní hluku po 1 dB, které do daného intervalu spadají. V důsledku této úpravy jsou náklady stanoveny pro obtěžování hlukem v rozsahu L_{dvn} 40 – nad 75 dB, rušení spánku v rozsahu L_n 40 – 69 dB a pro zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění v rozsahu $L_{Aeq,16h}$ 60 – nad 75 dB.
- V *Metodice oceňování hluku z dopravy* (Máca et al., 2012) je uvedeno, že je nutné výsledné hodnoty změnit pro daný rok v závislosti na vývoji reálných příjmů. Hodnoty byly tedy upraveny na cenovou úroveň roku 2014 prostřednictvím meziročních indexů reálných příjmů při použití indexu spotřebitelských cen (Tab. A. 1, v Příloze A).

Roční náklady na jednu osobu vzniklé v důsledku jednotlivých negativních efektů hluku upravené na cenovou úroveň roku 2014 jsou pro 5 dB hluková pásma uvedeny v Tab. 8.

Tab. 8 Roční náklady způsobené hlukem ze silniční dopravy (v Kč/os, cenová úroveň roku 2014)

Hluk (dB)	Obtěžování hlukem	Rušení spánku	Kardiovaskulární nemoci
Hlukový indikátor	L_{dvn}	L_n	$L_{Aeq,16h}$
40 – 44	174,81	349,22	X
45 – 49	280,28	519,68	X
50 – 54	451,14	788,11	X
55 – 59	652,02	1 154,51	X
60 – 64	889,04	1 617,70	30,62
65 – 69	1 168,14	2 178,85	82,56
70 – 74	1 495,03	X	162,95
Nad 75	1 961,08	X	276,63

Pozn. X označuje nedostupné údaje vzhledem ke stanoveným prahovým hodnotám jednotlivých negativních efektů hluku

Zdroj: Máca et al. (2012, s. 15), upraveno o vlastní výpočty

3.4 Emise

Pro výpočet mezních externích nákladů emisí způsobených dopravou byla v projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* použita metodika ExternE³, která vychází z analýzy drah dopadů. V rámci analýzy drah dopadů je zjišťována „závislost mezi zvýšenou koncentrací dané škodliviny vyvolané dopravou a výší dopadu na vybraný receptor...“ (Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2009, s. 13). Analýza drah dopadů využívá přístup zdola nahoru, který umožnil stanovit odhady mezních externích nákladů pro jednotlivé kategorie vozidel (osobní automobil, dodávka, nákladní automobil, autobus) v závislosti na použitých pohonných hmotách (diesel, benzin, LPG, CNG), zvolených emisních úrovních (bez katalyzátoru, EURO 1, EURO 2, EURO 3, EURO 4) a typu oblasti z hlediska hustoty osídlení (metropolitní, urbánní, rurální; Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2011).

Mezní externí náklady emisí vyčíslené v rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2011) představují škody na lidském zdraví způsobené oxidem siřičitým (SO₂), oxidy dusíku (NO_x) a pevnými částicemi (PM₁₀), které byly oceněny prostřednictvím nákladů na léčení, ztráty produktivity a zvýšení rizika předčasného úmrtí.

Externí náklady emisí vzniklých v důsledku osobní silniční dopravy v Brně jsou vypočteny pouze pro silnici I/42 (délka 18,86 km), která je označována jako Velký městský okruh Brno. Tento krok bylo nezbytné udělat z důvodu náročnosti výpočtu externích nákladů emisí pro celé Brno podle zvoleného přístupu kvantifi-

³ ExternE je metodika používaná k oceňování externalit vznikajících zejména v oblasti energetiky a dopravy. Tato metodika byla vyvinutá a postupně zdokonalovaná v rámci několika projektů realizovaných od roku 1990 a financovaných Evropskou komisí (Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky, 2009)

kace, v rámci kterého by bylo nutné zohlednit intenzity dopravy jednotlivých dálničních úseků, silnic a místních komunikací v Brně.

Externí náklady emisí v důsledku osobní silniční dopravy na Velkém městském okruhu v Brně pro rok 2014 jsou vypočítány jako součin průměrné roční intenzity osobní dopravy na tomto úseku, délky zvoleného úseku a výše mezních externích nákladů na jeden vozokilometr cenové úrovně roku 2014 se zohledněním skladby dopravního proudu z hlediska typu používaných pohonných hmot a emisních úrovní osobních vozů, jelikož typ pohonných hmot a emisní úroveň osobních automobilů má na množství produkováných emisí největší vliv.

V Tab. 9 jsou uvedeny mezní externí náklady emisí pro osobní automobil projíždějící středně osídlenou oblastí (urbánní) v závislosti na typu pohonných hmot a emisní úrovni v cenách roku 2014 převedených z hodnot odhadnutých pro cenovou úroveň roku 2010 (Tab. A. 4, v Příloze A) na základě meziročních indexů spotřebitelských cen (Tab. A. 1, v Příloze A).

Tab. 9 Mezní externí náklady emisí osobního automobilu pro urbánní oblast (v Kč/vkm, cenová úroveň 2014)

Typ pohonných hmot a emisní úroveň	Mezní externí náklady
Diesel - Bez katalyzátoru	1,39
Diesel - EURO 1	0,81
Diesel - EURO 2	0,43
Diesel - EURO 3	0,26
Diesel - EURO 4	0,17
Benzin - Bez katalyzátoru	3,55
Benzin - EURO 1	0,44
Benzin - EURO 2	0,18
Benzin - EURO 3	0,09
Benzin - EURO 4	0,08

Zdroj: Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky (2011, s. 8), upraveno o vlastní výpočty

Pro vyčíslení externích nákladů emisí způsobených silniční dopravou na silnici I/42 byly použity jednotkové mezní externí náklady stanovené pro středně osídlenou oblast (urbánní), jelikož k 1. lednu 2014 byla hustota obyvatelstva pro okres Brno-město stanovena na 1 640 obyvatel na km² (Český statistický úřad, 2015). V projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2010) je považována za středně osídlenou oblast lokalita s hustotou osídlení 2 400 obyvatel na km², které se hustota osídlení v Brně blíží nejvíce.

V rámci celostátního sčítání dopravy⁴ realizovaného v roce 2010 byla silnice I/42 rozdělena na 29 sčítacích úseků, pro něž byl zjištěn roční průměr denních intenzit⁵ pro jednotlivé druhy vozidel (Tab. A. 5, v Příloze A). Údaje o intenzitách osobních vozidel⁶ jednotlivých úseků byly zprůměrovány za účelem zjištění průměrné denní intenzity osobních vozidel pro celou komunikaci. Výsledná průměrná denní intenzita osobních vozidel na silnici I/42 je 24 508 vozidel.

Vzhledem k nedostupnosti aktuálnějších dat o intenzitě dopravy na komunikacích v Brně, je vypočtená průměrná denní intenzita osobních vozidel na silnici I/42 považovaná za údaj platný pro rok 2014, přestože se jedná o údaj roku 2010.

Pro určení podílu dieselových a benzinových osobních automobilů na celkovém počtu osobních automobilů se vycházelo z údajů *Ročenky dopravy České republiky 2014* (Ministerstvo dopravy ČR, 2015). V Tab. 10 jsou uvedena data o počtu osobních automobilů zachycující skladbu vozového parku osobních automobilů v České republice v roce 2014 z hlediska používaných pohonných hmot.

Tab. 10 Osobní automobily registrovaných v České republice v roce 2014

Osobní automobily	Počet	Podíl na celkovém počtu osobních automobilů
Osobní automobily celkem	4 833 386	100,00 %
Dieselové osobní automobily	1 631 014	33,74 %
Benzinové osobní automobily	3 189 890	66,00 %
Ostatní osobní automobily	12 482	0,26 %

Zdroj: Ministerstvo dopravy České Republiky (2015, s. 52)

V Tab. 11 je uvedeno složení vozového parku osobních automobilů v České republice v roce 2014 z hlediska emisních úrovní.

⁴ Celostátní sčítání dopravy se provádí pravidelně v pětiletých intervalech. Poslední sčítání dopravy bylo realizováno v roce 2015, avšak data dosud nejsou dostupná (Ředitelství silnic a dálnic, © 2015).

⁵ Denní intenzitou dopravy se rozumí počet vozidel, která projedou sledovaným úsekem během 24 hodin v obou směrech.

⁶ Za osobní vozidla se v rámci sčítání dopravy považují osobní a dodávková vozidla bez přívěsů i s přívěsy.

Tab. 11 Složení vozového parku osobních automobilů z hlediska emisních norem v České Republice v roce 2014

Emisní norma	Podíl na celkovém počtu osobních automobilů
Bez katalyzátoru	13,11 %
EURO 1	8,62 %
EURO 2	16,25 %
EURO 3	25,06 %
EURO 4	20,24 %
EURO 5 a EURO 6	16,72 %

Zdroj: Sdružení automobilového průmyslu (2015)

Na základě stanovených podílů osobních automobilů dle typu pohonných hmot a emisních úrovní na celkovém počtu osobních automobilů v České republice v roce 2014 je možné určit, kolik osobních vozů, které denně projedou silnicí I/42, připadá z celkového počtu osobních vozů (24 508) na jednotlivé kategorie vozidel.

V Tab. 12 je uveden podíl osobních vozů dle jednotlivých kategorií vozidel z hlediska typu pohonných hmot a emisní úrovně na celkovém počtu osobních automobilů a průměrné denní a roční intenzity osobních vozů na silnici I/42 dle jednotlivých kategorií osobních vozidel.

Tab. 12 Podíl jednotlivých kategorií osobních vozidel na celkovém počtu osobních vozidel, průměrné denní a roční intenzity osobních vozů na silnici I/42

Typ pohonných hmot a emisní úroveň	Podíl osobních vozů na celkovém počtu	Průměrné denní intenzity osobních vozů	Průměrné roční intenzity osobních vozů
Diesel - Bez katalyzátoru	4,42 %	1 083	395 295
Diesel - EURO 1	2,91 %	713	260 245
Diesel - EURO 2	5,48 %	1 343	490 195
Diesel - EURO 3	8,46 %	2 073	756 645
Diesel - EURO 4	6,83 %	1 674	611 010
Benzin - Bez katalyzátoru	8,65 %	2 120	773 800
Benzin - EURO 1	5,69 %	1 395	509 175
Benzin - EURO 2	10,73 %	2 630	959 950
Benzin - EURO 3	16,54 %	4 054	1 479 710
Benzin - EURO 4	13,36 %	3 274	1 195 010
Celkem	83,07 %	20 359	7 431 035

Zdroj: vlastní výpočty

Z údajů uvedených v tabulce je možné vidět, že 16,93 % osobních automobilů není zahrnuto dále do výpočtu externích nákladů emisí. Jedná se o vozy, které splňují

emisní standardy EURO 5 a EURO 6 (pro tyto kategorie nebyly provedeny odhady mezních externích nákladů v rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky*) a automobily fungující na jiný pohon, než jsou dieselové a benzinové motory (tato vozidla se podílejí pouze 0,26 % na celkovém počtu osobních automobilů).

4 Analýza dopravní situace v Brně

V této kapitole jsou analyzovány údaje, které vypovídají o vývoji dopravní situace v Brně. Dopravní situace v Brně je nejdříve analyzován z hlediska vývoje počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji, jelikož se vychází z předpokladu, že část obyvatel Jihomoravského kraje přijíždí do Brna kvůli práci, nákupům, koníčkům či kultuře. Vzhledem k tomuto předpokladu vypovídá vývoj počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji o dopravním zatížení v Brně lépe, než vývoj počtu osobních automobilů registrovaných v Brně.

Vývoj dopravní situace v Brně je následně zhodnocen na základě vývoje intenzit osobní dopravy na úsecích dálnice D1, které procházejí Brnem. Tyto údaje jsou použity vzhledem k předpokladu, že úseky dálnice D1 procházející Brnem nejsou využívány pouze k průjezdu "kolem" Brna, ale i k vjezdu do města, jelikož je obyvatelé Brna využívají k rychlejšímu průjezdu mezi určitými městskými částmi a mimoobrnější obyvatelé po nich do Brna přijíždějí.

Dále je vývoj dopravní situace v Brně analyzován z hlediska vývoje počtu osob přepravených městskou hromadnou dopravou v Brně.

Údaje uvedené v Tab. 13 zobrazují vývoj počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji v letech 2010 až 2015.

Tab. 13 Vývoj počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Počet osobních automobilů	467 852	476 330	488 497	491 628	504 154	530 161

Zdroj: Ministerstvo dopravy ČR (2016)

Data ukazují neustálý meziroční nárůst počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji od roku 2010. Zvyšuje se tedy počet obyvatel Jihomoravského kraje, kteří vlastní, a tudíž i pro cestování využívají osobní automobily, z čehož je možné odvodit, že dochází k nárůstu objemu individuální automobilové dopravy v Jihomoravském kraji. Pokud uplatníme již zmíněný předpoklad, že část obyvatel Jihomoravského kraje (mimo obyvatele Brna) dojíždí do Brna kvůli práci, nákupům či za kulturou, lze takto zjištěný růst individuální automobilové dopravy vztáhnout také na Brno.

V Tab. 14 je zachycen vývoj průměrných denních intenzit osobní dopravy na čtyřech úsecích dálnice D1, které procházejí Brnem, v letech 2003 až 2012⁷.

⁷ Aktuálnější data nejsou dostupná, jelikož dosud nebyly prezentovány výsledky z celostátního sčítání dopravy realizovaného v roce 2015.

Tab. 14 Vývoj průměrných denních intenzit osobní dopravy na úsecích dálnice D1 (v tis. vozidel)

Úsek D1	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brno-západ – Brno-centrum	44,90	46,10	48,00	50,80	X	X	59,10	59,50	60,10	57,20
Brno-centrum – Brno-jih	52,50	54,10	54,90	57,70	62,30	67,50	66,60	64,60	66,30	63,20
Brno-jih – Brno-Slatina	36,10	39,10	40,50	40,80	44,40	X	X	49,80	50,40	49,10
Brno-Slatina – Brno-východ	26,70	30,00	31,40	32,80	35,40	37,10	X	35,10	36,00	35,90

Pozn. X označuje nedostupná data
Zdroj: ceskedalnice.cz (2013)

Na všech uvedených úsecích dálnice D1 došlo v roce 2012 oproti roku 2011 ke snížení průměrné denní intenzity osobní dopravy. Pokud však porovnáme data z roku 2003 s nejaktuálnějšími údaji z roku 2012, je možné vidět, že se počet osobních automobilů, které projíždějí úseky dálnice D1 vedoucí Brnem, významně zvýšil. Na základě dříve zmíněného předpokladu, že tyto dálniční úseky jsou využívány brněnskými i mimobrněnskými obyvateli k vjezdu do města, je možné konstatovat, že z dlouhodobého hlediska v Brně dochází k růstu individuální automobilové dopravy.

V Tab. 15 jsou uvedena data zachycující vývoj počtu osob přepravených městskou hromadnou dopravou v Brně v letech 2010 až 2015.

Tab. 15 Vývoj počtu osob přepravených městskou hromadnou dopravou v Brně (v mil. os)

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Počet přepravených osob	385	389	392	391	395	396

Zdroj: KORDIS JMK (2016)

Z údajů je možné odvodit, že počet osob přepravených městskou hromadnou dopravou v Brně od roku 2010 meziročně roste s výjimkou roku 2013, ve kterém došlo k poklesu počtu přepravených osob. Tento pozitivní vývoj přepravních výkonů městské hromadné dopravy v Brně vypovídá o zvyšování počtu osob, které cestují prostřednictvím městské hromadné dopravy místo využití osobního automobilu.

5 Kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně

V následujících dílčích kapitolách jsou kvantifikovány externí náklady osobní silniční dopravy v Brně, které vznikly v důsledku kongescí, dopravních nehod, hluku a emisí v roce 2014. Výpočet byl proveden na základě postupu popsaneho v rámci třetí kapitoly s názvem *Metodika a postup kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně*.

5.1 Kongesce

Denní externí náklady kongescí, které vznikají v důsledku osobní silniční dopravy v Brně, jsou vypočteny jako součin hodnoty času stráveného v kongesci při cestě autem a odhadu denních časových ztrát způsobené kongescemi v Brně. Tyto údaje jsou shrnuty v Tab. 16.

Tab. 16 Údaje nutné ke stanovení externích nákladů kongescí v Brně

Údaj	Hodnota času stráveného v kongesci	Denní časové ztráty v důsledku kongescí	Denní externí náklady kongescí
Odhadnutý výsledek	251 Kč/hod	30 543,35 hod	7 666 380,85 Kč

Zdroj: Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky (2011, s. 47)

Denní ztráty v důsledku kongescí osobní silniční dopravy v Brně dosahují výše 7 666 380,85 Kč. Roční náklady kongescí v Brně v roce 2014 jsou vypočteny jako součin denních nákladů kongescí v Brně a počtu pracovních dnů v roce 2014, kterých bylo 252 (Pracovní kalkulačka, 2016). Roční ztráty v důsledku kongescí dosahují 1 931 927 760 Kč.

Je nutné si uvědomit, že ačkoliv jsou výsledky založeny na velmi kvalitním modelu dopravního proudu, skutečná výše nákladů v důsledku časového zpoždění v rámci Brna může být značně odlišná z následujících důvodů:

- Ve výpočtu nebylo možné zohlednit statisticky významné atributy hodnoty cestovního času.
- Nebyl uveden rok, ke kterému se odhady hodnot cestovního času vztahují. Odhady hodnot jsou považovány za hodnoty roku 2010 vzhledem k časovému horizontu, v rámci kterého probíhalo dotazníkové šetření.
- Modelování v rámci projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* probíhalo od roku 2009, přičemž je nutné si uvědomit, že objem osobní silniční dopravy neustále roste, a také dochází ke změnám dopravní infrastruktury.

- Na vznik kongescí mohou mít vliv dopravní nehody (tento vztah však nejde zobecnit).
- Na vznik kongescí mohou mít vliv stavební práce (tento vztah však nejde zobecnit).

Vyčíslení externích nákladů kongescí může sloužit pro hodnocení efektivnosti při plánování a realizaci stavebních opatření zaměřených na snížení časových ztrát způsobených v důsledku kongescí.

5.2 Dopravní nehody

Náklady vzniklé v důsledku nehodovosti osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014 jsou vypočteny jako součin průměrných nákladů na jednu osobu nebo nehodu se zohledněním závažnosti, které byly stanoveny pro rok 2014, a počtem nehod a zraněných v Brně v roce 2014.

V Tab. 17 je uveden počet zraněných osob a nehod v Brně v roce 2014, průměrná výše ztrát na zraněnou osobu nebo nehodu v roce 2014, a celkové ztráty způsobené dopravními nehodami osobních silničních prostředků v Brně v roce 2014 dle závažnosti nehod.

Tab. 17 Počet osob/nehod, průměrné ztráty a celkové ztráty dopravních nehod v Brně v roce 2014

Důsledky dopravní nehody	Počet osob/nehod	Ztráta na osobu/nehodu	Celkové ztráty
Úmrtí	10	20 881 000 Kč	208 810 000 Kč
Těžké zranění	96	5 089 000 Kč	488 544 000 Kč
Lehké zranění	725	429 000 Kč	311 025 000 Kč
Pouze hmotná škoda	1 816	262 000 Kč	475 792 000 Kč
Celkem			1 484 171 000 Kč

Zdroj: Policie ČR (2015), Centrum dopravního výzkumu (2015)

Celkové náklady nehodovosti způsobené silniční dopravou v Brně jsou vyčísleny ve výši 1 484 171 000 Kč pro rok 2014. Jedná se pouze o odhad na základě zjištěných údajů, kdy některé údaje musely být odvozeny. Jelikož výsledek zahrnuje i náklady způsobené jinými dopravními prostředky než jsou osobní dopravní prostředky, je potřeba náklady tedy snížit o 12,52 % (tento podíl nehod připadá na ostatní dopravní prostředky). Odhadnuté náklady nehodovosti osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014 činí přibližně 1 298 353 000 Kč.

Vypočítaný odhad ztrát z dopravní nehodovosti způsobená osobní silniční dopravou v Brně se může od skutečnosti lišit z následujících důvodů:

- Počet nehod pouze s hmotnou škodou pro Brno byl odvozen na základě dat pro Jihomoravský kraj.
- Ve výsledku není zohledněn počet následných úmrtí.

- Výsledná hodnota obsahuje i náklady nehod s neznámým viníkem (všechny nehody nemusí být způsobeny osobním silničním vozidlem).
- Výsledná hodnota obsahuje i náklady nehod způsobené chodci, zvířaty, řidiči nemotorových vozidel, závadami komunikací a technickými závadami vozidel (ve všech nehodách nemusí figurovat osobní silniční vozidla).
- Výsledná hodnota je upravena o podíl nehod způsobených řidiči nákladních a dalších dopravních prostředků, avšak bez zohlednění závažnosti těchto nehod a na základě údajů pro Jihomoravský kraj.
- Do výpočtu nejsou zahrnuty nehody pouze s hmotnou škodou na majetku, jejíž výše nepřesáhla limit pro ohlašovací povinnost.

Výsledná výše odhadu ztrát z dopravní nehodovosti způsobené osobní silniční dopravou v Brně, může být použita pro hodnocení efektivnosti dopravně-bezpečnostních opatření na tomto území, které přispějí ke snížení počtu a závažnosti nehod, a v důsledku toho i k úspoře finančních prostředků společnosti.

V případě, že bychom chtěli odhadnout výši ztrát z dopravní nehodovosti, která připadá na externí efekty dopravy, je potřeba výslednou hodnotu upravit o částku, která byla uhrazena pojišťovny v rámci pojištění odpovědnosti z provozu vozidel a havarijního pojištění pozemních vozidel. Při této úpravě se vycházelo z předpokladu, že řidiči prostřednictvím placení pojistného hradí část škod vzniklých v důsledku dopravních nehod. Část nákladů tedy nesou účastníci silničního provozu sami, a tudíž se jedná o náklady soukromé, nikoli externí.

V rámci *Výroční zprávy České asociace pojišťoven pro rok 2014* (Česká asociace pojišťoven, 2015) je uvedena celková výše pojistného plnění uhrazeného v roce 2014 v následující výši:

- Pojištění odpovědnosti z provozu vozidel – 21 400 815 000 Kč.
- Havarijní pojištění pozemních vozidel – 9 537 811 000 Kč.

Pracovníci Centra dopravního výzkumu vyčíslili celkové ztráty z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích v roce 2014 na 55 248 600 000 Kč (Centrum dopravního výzkumu, 2015).

Na základě těchto údajů bylo vypočteno, že prostřednictvím systému pojištění bylo uhrazeno téměř 56 % nákladů vzniklých v důsledku dopravních nehod. Externí náklady nehod tedy tvoří přibližně 44 % celkových nákladů nehod, jelikož tyto náklady představují náklady celé společnosti.

Pro zhodnocení věrohodnosti odvozeného podílu interních a externích nákladů nehod je uvedeno následující zjištění z projektu *Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky* (2012, s. 76):

„V několika případových studiích realizovaných v projektu UNITE⁸ byl podíl interních nákladů odhadován v rozmezí 59 až 76 %“.

⁸ Projekt UNITE byl součástí pátého rámcového programu Evropské unie pro výzkum a technologický rozvoj. Tento projekt byl zaměřený na možnosti vývoje udržitelné dopravní politiky přede-

Na základě odvození prostřednictvím výše pojistného plnění se interní náklady nehod v České republice podílí na celkových nákladech 56 %. Tento podíl nespadá do intervalu 59–76 %, avšak výsledný podíl je velmi blízký spodní hranici tohoto intervalu.

Pokud se zjištěný podíl externích nákladů nehod použije na výslednou hodnotu odhadu celkových nákladů nehod osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014, je možné vypočítat, že v roce 2014 externí náklady v důsledku nehodovosti osobní silniční dopravy v Brně činily přibližně 571 275 000 Kč.

5.3 Hluk

V metodické části práce bylo uvedeno, že externí náklady hluku ze silniční dopravy v Brně v roce 2014 jsou vypočítány jako součin počtu obyvatel Brna vystavených určitému hlukovému zatížení a ročních nákladů na osobu cenové úrovně roku 2014 vzniklých v důsledku konkrétního negativního efektu hluku při určité hlukové úrovni.

V Tab. 18 jsou uvedeny externí náklady hluku v závislosti na typu negativního efektu hluku a hladině hlukového zatížení.

vším prostřednictvím zajištění spravedlivého a efektivního zpoplatnění užívání dopravní infrastruktury (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency, 2003).

Tab. 18 Externí náklady negativních efektů hluku ze silniční dopravy v Brně v roce 2014 (v Kč)

Hluk (dB)	Obtěžování hlukem	Rušení spánku	Kardiovaskulární nemoci
Frakce obyvatel	Všichni obyvatelé	Zaměstnaní obyvatelé	Všichni obyvatelé
Hlukový indikátor	L_{dvn}	L_n	L_{dvn} (místo $L_{Aeq,16h}$)
40-44	X	8 825 837,06	X*
45-49	X	30 440 775,68	X*
50-54	32 222 223,36	31 756 892,45	X*
55-59	81 432 242,80	26 559 502,55	X*
60-64	62 792 895,20	25 448 038,70	2 162 690,60
65-69	47 741 881,80	4 734 641,05	3 374 227,20
70-74	43 454 541,98	X*	4 736 304,70
nad 75	2 529 793,20	X*	356 852,70
Celkem	270 173 578,34	127 765 687,49	10 630 075,20

Pozn. X označuje nedostupná data, X* nedostupná data vzhledem ke stanoveným prahovým hodnotám jednotlivých negativních efektů hluku

Zdroj: vlastní výpočty

Odhad celkových externích nákladů způsobených hlukem ze silniční dopravy v Brně dosahuje v roce 2014 výše 408 569 341,03 Kč.

Vypočítaná výše ztát způsobených hlukem ze silniční dopravy v Brně se může od skutečnosti lišit z následujících důvodů:

- Hlukové mapování, z kterého jsou čerpána data o počtu obyvatel Brna vystavených hlukové zátěži, proběhlo v roce 2012. Počet obyvatel reálně zasažených hlukem v roce 2014 může být jiný než odvozený počet zasažených obyvatel na základě vývoje počtu obyvatel Brna, i vzhledem k realizovaným protihlukovým a jiným dopravním opatřením od roku 2012.
- Podíl zaměstnaných obyvatel Brna byl kvůli nedostupnosti statistických dat odvozen na základě podílu zaměstnaných obyvatel v Jihomoravském kraji.
- Rozsah působení jednotlivých negativních efektů hluku byl upraven na 5 dB intervaly hlukové úrovně.
- V rámci hlukového mapování není zjišťován počet zasažených obyvatel pouze během denní doby ($L_{Aeq,16h}$), kvůli čemuž byl do výpočtu nákladů kardiovaskulárních nemocí zahrnut počet osob vystavených celodenní hlukové zátěži (L_{dvn}).
- Ačkoliv silné obtěžování hlukem působí externí náklady už od hlukové úrovně 43 dB, vzhledem k nedostupnosti dat o počtu obyvatel Brna vystavených celodennímu hluku na úrovni nižší než 50 dB, jsou externí náklady obtěžování hlukem vyčísleny až od úrovně 50 dB.

5.4 Emise

Jak bylo uvedeno v metodické části práce, externí náklady emisí v důsledku osobní silniční dopravy na Velkém městském okruhu v Brně (silnice I/42 o délce 18,86 km) pro rok 2014 jsou vypočítány jako součin průměrné roční intenzity osobní dopravy na tomto úseku, délky zvoleného úseku a výše mezních externích nákladů na jeden vozokilometr cenové úrovně roku 2014 se zohledněním skladby dopravního proudu z hlediska typu pohonných hmot a emisních úrovní osobních vozů.

V Tab. 19 jsou shrnuty hodnoty nutné k výpočtu i výsledná výše externích nákladů emisí v roce 2014 na silnici I/42 v Brně.

Tab. 19 Externí náklady emisí osobní silniční dopravy v roce 2014

Typ pohonných hmot a emisní úroveň	Mezní externí náklady v Kč/vkm	Průměrné roční intenzity osobních vozů na silnici I/42	Roční externí náklady v Kč
Diesel - Bez katalyzátoru	1,39	395 295	10 362 816,54
Diesel - EURO 1	0,81	260 245	3 975 658,77
Diesel - EURO 2	0,43	490 195	3 975 383,41
Diesel - EURO 3	0,26	756 645	3 710 284,42
Diesel - EURO 4	0,17	611 010	1 959 020,26
Benzin - Bez katalyzátoru	3,55	773 800	51 808 231,40
Benzin - EURO 1	0,44	509 175	4 225 337,82
Benzin - EURO 2	0,18	959 950	3 258 838,26
Benzin - EURO 3	0,09	1 479 710	2 511 659,75
Benzin - EURO 4	0,08	1 195 010	1 803 031,09
Celkem		7 431 035	87 590 261,72

Zdroj: Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky (2011, s. 8), vlastní výpočty

Celkové externí náklady vzniklé v důsledku emisí z osobní silniční dopravy na silnici I/42 v Brně byly pro rok 2014 odhadnuty ve výši 87 590 261,72 Kč. Výpočet externích nákladů emisí byl realizován pouze pro vybraný silniční úsek, tudíž je nutné předpokládat, že roční náklady emisí z osobní silniční dopravy pro celé Brno by byly mnohem vyšší. Nejvyšší část těchto nákladů by byla tvořena v centrální části Brna, kde často dochází k nadměrnému zatížení dopravní infrastruktury a kde negativní efekty silniční dopravy dopadají na velké množství obyvatel.

Vypočítaný odhad škod způsobených emisemi ze silniční na silnici I/42 v roce 2014 se může od skutečnosti lišit z následujících důvodů:

- Průměrné denní intenzity osobní dopravy na hodnoceném úseku byly zjištěny na základě celostátního sčítání realizovaného v roce 2010, přičemž byla sta-

novena průměrná dopravní intenzita pro celou vybranou komunikaci na základě aritmetického průměru dopravních intenzit jednotlivých sčítacích úseků této komunikace. Aktuálnější data o dopravních intenzitách na brněnských komunikacích nejsou v současnosti dostupná.

- Pro určení počtu zasažených obyvatel na základě hustoty osídlení se nevycházelo z reálné hustoty osídlení kolem vybrané komunikace, ale z průměrné hustoty osídlení pro okres Brno-město. Pro výpočet byly použity mezní externí náklady odhadnuté pro středně osídlenou oblast.
- Do celkových nákladů emisí nejsou zahrnuty externí náklady osobních automobilů, které splňují emisní standardy EURO 5 a EURO 6 a automobily fungující na jiný pohon, než jsou dieselové a benzinové motory. Tyto osobní automobily však produkují nejmenší množství emisí. Je možné tedy předpokládat, že externí náklady, které by na tyto kategorie připadaly, by byly oproti ekologicky méně šetrným kategoriím osobních automobilů nízké.

6 Dopravní opatření realizovaná v Brně

V této kapitole jsou uvedena opatření, která jsou v Brně zavedena nebo je naplánováno jejich zavedení s cílem snížit dopravní zátěž v centrální části Brna, zvýšit kvalitu životních podmínek obyvatel Brna a zlepšit přepravní podmínky brněnské městské hromadné dopravy. Dále jsou v této kapitole přiblíženy projekty, do kterých se Brno zapojilo za účelem zlepšit životní podmínky obyvatel Brna v souvislosti s dopravou.

6.1 Omezení pohybu automobilů v historickém jádru Brna

V historickém jádru města Brna ohraničeného malým městským okruhem jsou zavedeny dvě pěší zóny, do kterých je povolen vjezd dopravní obsluhy do okamžité hmotnosti 3,5 tuny a cyklistům. Do pěší zóny 1 je pro dopravní obsluhu⁹ a cyklisty vjezd umožněn 24 hodin denně, zatímco do pěší zóny 2 je dopravní obsluha a cyklistům umožněn vjezd ve vymezeném časovém intervalu. Dále je v centrální části vymezeno pět zón s trvalým nebo časovým dopravním omezením, které jsou upraveny příslušným dopravním značením. Omezení vjezdu do centrální části Brna je zajištěno výsuvnými a pevnými sloupky (Statutární město Brno, 2016a).

6.2 Parkovací politika v centru Brna

V centru Brna je zaveden systém parkování na placených parkovištích, která provozuje Magistrát města Brna. Dále je v Brně otevřeno několik parkovacích domů, avšak kapacity parkovacích domů nejsou plně využity i přesto, že obecně existují problémy s nedostatkem parkovacích míst (Zezulová, 2016).

Problém s parkováním se týká především obyvatel, kteří bydlí v centrální části Brna vzhledem k vysokému dopravnímu vytížení této lokality. Z tohoto důvodu je plánováno od roku 2017 postupně zavádět v některých městských částech Brna systém rezidentního parkování s cílem zlepšit dostupnost parkovacích míst pro občany, kteří mají v dané lokalitě trvalé bydliště. Parkovací místa na ulicích budou vyhrazena z velké části pro rezidenty, v důsledku čehož se předpokládá zaplnění parkovacích domů řidiči, kteří do centra Brna nejezdí z důvodu, že v této lokalitě bydlí (Statutární město Brno, 2016b).

6.3 Velký městský okruh Brno

Vzhledem k nadměrnému zatížení silniční sítě především v centrální části Brna je naplánováno a postupně realizováno budování Velkého městského okruhu Brno,

⁹ Dopravní obsluhou se rozumí vozidla zajišťující zásobování nebo lékařské, opravárenské, údržbářské, komunální a podobné služby, vozidla s označením O1, vozidla taxislužby a vozidla, jejichž řidiči, popř. provozovatelé mají v místě za značkou bydliště, sídlo nebo garáž.

který je z většiny tvořen silnicí I/42. Okruh má procházet městskými částmi mimo centrum města, aby negativními externími efekty dopravy bylo vystaveno menší množství obyvatel. Okruh má mít podobu čtyřproudové rychlostní silnice za účelem zajištění plynulé dopravy a rychlého propojení brněnských městských částí a okolí Brna, díky čemuž dojde k časovým úsporám cestujících. V důsledku odklonění silniční dopravy z centra Brna na plánovaný okruh je tedy možné očekávat snížení objemu silniční dopravy v centrální části Brna, a tudíž ke snížení množství emisí, hlukové zátěže a vzniku kongescí na ulicích v centru Brna. V současné době je zprovozněno přibližně 32 % z celé trasy, přičemž výstavba by měla být dle předpokladu dokončena v roce 2035 (Ředitelství silnic a dálnic ČR, © 2012–2016).

6.4 Městská hromadná doprava v Brně

Ke snížení negativních externalit dopravy a zvýšení atraktivity městské hromadné dopravy v Brně zkvalitněním poskytovaných služeb přispívají následující činnosti a kroky Dopravního podniku města Brna (Dopravní podnik města Brna, 2016):

- Reakce na vývoj poptávky cestujících po přepravě změnou jízdních řádů a linek hromadné dopravy (optimalizace počtu spojů a jejich kapacity, návaznost na jiné druhy dopravy, zavedení expresních autobusových linek).
- Snaha o zvýšení komfortu při cestování veřejnou dopravou (nákup nízkopodlažních dopravních prostředků, umožnění nákupu jízdenek přes mobilní telefony).
- Obměna skladby vozového parku (od roku 2009 nákup autobusů minimálně splňující emisní normu EURO 5, od roku 2014 nákup autobusů s pohonem na CNG splňující emisní normu EURO 6).
- Provoz městské plnicí stanice na stlačený zemní plyn (CNG) zpřístupněné i veřejnosti.
- Rekonstrukce tramvajových tratí s cílem snížit hlukovou zátěž obyvatel.

6.5 Projekty zaměřené na zlepšení životních podmínek obyvatel Brna v souvislosti s dopravou

6.5.1 CIVITAS ELAN

Město Brno je jedním z měst zapojených do projektu CIVITAS ELAN, který probíhal v letech 2008 až 2012. Iniciativa CIVITAS je program koordinovaný Evropskou komisí a Generálním ředitelstvím pro mobilitu a dopravu, jehož hlavní myšlenkou je „zapojení a podpora občanů při rozvoji ohleduplných řešení dopravy pro čisté město, zajišťující kvalitní prostředí a zdraví všech obyvatel“ (Iniciativa CIVITAS, 2016).

Statutární město Brno v rámci tohoto projektu spolupracovalo s Dopravním podnikem města Brna na několika opatřeních, mezi které patřilo vytvoření Integrovaného centra mobility pro poskytování dopravních a turistických informací,

snížení spotřeby elektrické energie v tramvajích a trolejbusch prostřednictvím systému dálkového řízení vytápění a zvýšení kvality služeb městské hromadné dopravy pro zdravotně postižené. Tě bylo dosaženo díky zavedení nízkopodlažních minibusů, které jsou také využívány na linkách s malou vytížeností. Zavedení minibusů má za následek snížení negativních externalit vzhledem k faktu, že minibusy splňují vyšší emisní normu oproti starším autobusům, mají nižší spotřebu paliva a nižší provozní náklady (Opatření projektu CIVITAS ELAN, 2016).

Další část projektu CIVITAS ELAN byla zaměřená na výměnu praktických zkušeností v oblasti plánování intermodálních přestupních uzlů, které představují „*místo, kde dochází ke změně dopravních prostředků v rámci jedné cesty*“ (Opatření projektu CIVITAS ELAN, 2016). V současné době se v městě Brně řeší výstavba intermodálního přestupního uzlu v rámci projektu Europoint Brno. Jedním z hlavních cílů tohoto projektu přestavby železničního uzlu je právě zajistit lepší provázanost mezi různými druhy dopravy (Statutární město Brno, 2016c).

6.5.2 CIVITAS 2MOVE2

Brno se po skončení projektu CIVITAS ELAN zapojilo do dalšího projektu zaměřeného na udržitelnou mobilitu v rámci iniciativy CIVITAS s označením 2MOVE2, který probíhá od roku 2012. V rámci tohoto projektu byla realizována následující opatření (Opatření projektu CIVITAS 2MOVE2, 2016):

- Zavedení rozšířené přepravy jízdních kol ve městské hromadné dopravě prostřednictvím držáků na jízdní kola na vybraných linkách v letních sezónách.
- Výstavba parkoviště typu Park and Ride napojené na městskou hromadnou dopravu u Ústředního hřbitova.
- Vývoj mobilní aplikace, která má informovat o volných parkovacích místech a dopravní situaci ve městě Brně.

Dalším z opatření projektu CIVITAS 2MOVE2 byla příprava plánů udržitelné městské mobility v partnerských městech projektu. V důsledku tohoto opatření probíhá příprava dokumentu s názvem Plán udržitelné městské mobility pro město Brno.

6.5.3 Plán udržitelné městské mobility pro město Brno

Plán udržitelné městské mobility pro město Brno (dále jen Plán mobility) představuje vytvoření strategického plánu, v rámci kterého mají být navržena a následně realizována opatření s cílem zlepšit kvalitu životních podmínek ve městě Brně. V rámci analytické části Plánu mobility byl zhodnocen aktuální dopravní stav, stav životního prostředí a analyzovány faktory, které mají vliv na poptávku po přepravě. V současné době probíhá projednávání návrhové části Plánu mobility, na základě které má být v roce 2017 vytvořen Akční plán udržitelné městské mobility města Brna - seznam projektů. Tento dokument má obsahovat konkrétní opatření v oblasti dopravy, která mají zajistit dosažení stanoveného cíle projektu (O projektu, 2016).

7 Shrnutí výsledků práce

V následující kapitole jsou zhodnoceny výsledky kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014, které vznikly v důsledku kongescí, dopravních nehod, hluku a emisí. Dále jsou v této kapitole zhodnocena opatření realizovaná v Brně za účelem snížení negativních dopadů dopravy a navrženy kroky ke snížení negativních efektů silniční dopravy v Brně.

7.1 Zhodnocení výsledků kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně

V Tab. 20 jsou uvedeny odhady externích nákladů jednotlivých negativních efektů osobní silniční dopravy v Brně pro rok 2014 a jejich podíl na celkových externích nákladech.

Tab. 20 Externí náklady osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014

Negativní efekt	Externí náklady	Podíl na celkových nákladech
Kongesce	1 931 927 760,00 Kč	64,41 %
Dopravní nehody	571 275 000, 00 Kč	19,05 %
Hluk	408 569 341,03 Kč	13,62 %
Emise	87 590 261,72 Kč	2,92 %
Celkem	2 999 362 362,75 Kč	100,00 %

Zdroj: vlastní výpočty

Celkové externí náklady osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014 dosahují téměř tři miliardy korun českých. Na jednoho obyvatele Brna¹⁰ připadají roční škody přibližně ve výši 7 960 Kč.

Z výsledků je možné odvodit, že náklady kongescí tvoří více než polovinu celkových externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně (64,41 %). Druhý největší podíl externích škod vzniká v důsledku dopravních nehod (19,05 %). Třetí největší podíl celkových externích nákladů je způsoben hlukem (13,62 %), po kterém následují externí škody v důsledku emisí (2,92 %). Je nutné však připomenout, že externí náklady emisí byly odhadnuty pouze pro určitý úsek dopravní infrastruktury (silnice I/42), z čehož je možné odvodit, že reálné externí náklady emisí v Brně dosahují větší hodnoty.

Z dosažených výsledků kvantifikace externích nákladů vyplývá, že ročně dosahují externí náklady osobní silniční dopravy v Brně miliardových částek, přičemž největší podíl těchto nákladů představují časové ztráty v důsledku kongescí.

¹⁰ Střední stav obyvatelstva k 1. 7. 2014 byl 376 822 obyvatel (Český statistický úřad, 2016).

7.2 Zhodnocení stávajících opatření ke snížení negativních externích efektů osobní silniční dopravy v Brně

V Brně bylo realizováno několik opatření zaměřených na omezení individuální automobilové dopravy v centrální části Brna v souvislosti s parkovací politikou a omezením vjezdu, přičemž je dále plánováno zavedení rezidenčního parkování. Tato opatření jsou realizována s cílem způsobit změnu v rozhodovacích procesech osob využívajících pro cestování osobní automobily, čehož má být dosaženo právě ztížením podmínek pro nalezení parkovacích míst v centrální části města a dodatečnými cestovními náklady v podobě parkovacích poplatků. Tyto kroky je nutné podpořit nabídkou alternativních způsobů dopravy šetrnějších k životnímu prostředí.

Nejpodstatnější změny, které souvisí s podporou využívání druhu dopravy příznivější k životnímu prostředí, jsou viditelné na snaze zlepšit služby městské hromadné dopravy v Brně vzhledem k potřebám cestujících. Dopravní podnik města Brna se snaží o kvalitnější prostředí v dopravních prostředcích městské hromadné dopravy a optimalizaci časového rozvržení a návaznosti spojů. Z analýzy dopravní situace v Brně je zjevné, že tyto změny příznivě působí na vývoj počtu přepravených osob městskou hromadnou dopravou v Brně.

Rostoucí snahy o snížení negativních efektů dopravy ve městě Brně jsou patrné z účasti města Brna v posledních letech v několika projektech zaměřených na zlepšení životních podmínek obyvatel Brna v souvislosti s dopravou. Z účasti v těchto projektech je zjevné, že pokud má být dosaženo snížení objemu individuální automobilové dopravy a zkvalitnění životního prostředí, je nutné realizovat více druhů opatření, která jsou vzájemně propojená.

Emise a hluk jsou negativní efekty dopravy, které si lidé, kteří je působí i kteří jsou příjemci negativních dopadů těchto efektů, uvědomují nejméně vzhledem k faktu, že se projevují v dlouhém časovém období. Z tohoto důvodu si lidé (a především řidiči osobních automobilů) tyto dopady neuvědomují, případně jim nevěnují svou pozornost, a proto je důležité se zaměřit na rozšíření povědomí o této problematice. Brno by se mělo zaměřit především na šíření informací týkajících se negativních dopadů dopravy, jelikož sami obyvatelé Brna jsou ti, kteří mohou nejvíce přispět ke zkvalitnění životních podmínek v Brně změnou svých cestovních zvyklostí.

Nedostatkem bránícím využívání alternativního způsobu dopravy, kterým je cyklistická doprava, jsou neideální podmínky pro tento typ dopravy. V Brně jsou vybudované cyklostezky, avšak jsou převážně vybudovány za účelem rekreace. Pokud by obyvatelé Brna měli využívat kola pro cestování do práce namísto využívání osobních automobilů, bylo by vhodné se zaměřit na rozšíření cyklostezek a vybudování parkovišť pro kola s možností přestupu na městskou hromadnou dopravu. Nabídka kvalitní cyklistické infrastruktury může obyvatele Brna motivovat ke zvolení cyklistické dopravy namísto individuální automobilové dopravy.

8 Závěr

Individuální automobilová doprava má dominantní postavení v osobní dopravě vzhledem k největšímu podílu na přepravních výkonech. Na globální úrovni dochází k pozitivnímu vývoji snižování dopadů negativních efektů silniční dopravy na životní prostředí především díky zpřísnění emisních limitů prostřednictvím EURO norem a vývojem nových technologií zaměřených na ekologičtější provoz dopravních prostředků. Tato práce je však zaměřena na analýzu problémů souvisejících s osobní silniční dopravou z lokálního pohledu.

Hlavním cílem této práce bylo kvantifikovat externí náklady čtyř negativních efektů osobní silniční dopravy ve městě Brně, kterými jsou kongesce, dopravní nehody, hluk a emise. Dílčím cílem bylo vymezit a zhodnotit opatření realizovaná za účelem snížení negativních efektů dopravy v Brně a navrhnout možné řešení vedoucí k eliminaci negativních externích efektů osobní silniční dopravy na území města Brna.

Výsledky kvantifikace externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně poukazují na nutnost řešit tento aktuální problém, jelikož v důsledku osobní silniční dopravy v Brně dochází ročně k miliardovým ztrátám. Na základě zjištěných výsledků je možné konstatovat, že největší podíl celkových externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně vzniká v důsledku kongescí, následně v důsledku dopravních nehod, hluku a emisí.

Za nejvíce problematický negativní efekt osobní silniční dopravy v Brně je tedy možné považovat kongesce, jelikož tvoří největší díl celkových externích nákladů osobní silniční dopravy v Brně. Přestože je v Brně realizováno množství opatření, která mají regulovat objem individuální automobilové dopravy především v centrální části Brna, kde ke kongescím často dochází, objem individuální automobilové dopravy v centrální části neustále přesahuje kapacity projektované silniční infrastruktury, což dokazuje výskyt častých kongescí především v dopravních špičkách. Opatření, které by mělo výskyt kongescí omezit, představuje především postupně realizovaná výstavba Velkého městského okruhu v Brně. Je možné předpokládat, že díky tomuto opatření řidiči při cestování osobním automobilem upřednostní možnost rychlého propojení jednotlivých městských částí prostřednictvím okruhu, v důsledku čehož dojde ke snížení zatížení centrální části Brna silniční dopravou. Pokles objemu dopravy v centrální části města současně přispěje ke snížení zatížení životního prostředí výfukovými a hlukovými emisemi.

Dopravní nehody jako jeden z negativních efektů dopravy mají odlišný charakter, jelikož závisí na dopravním chování řidičů, jejich pozornosti, rychlosti jejich reakcí, a z větší či menší části na prvku náhody. Je možné předpokládat, že pokud dojde ke snížení objemu individuální automobilové dopravy, dojde i ke snížení množství dopravních nehod, avšak opatření pro zvýšení bezpečnosti obyvatel představují z lokálního pohledu především zóny omezující rychlost zaváděné v rezidenčních oblastech a realizace určitých dopravně-bezpečnostních opatření zaměřených na zpřehlednění úseků s častým výskytem dopravních nehod. Za úče-

lem snížení výskytu dopravních nehod je nutné také klást nároky na zodpovědnou a opatrnou jízdu řidičů.

Aby bylo dosaženo snížení externích nákladů v důsledku hluku a emisí, je nutné obyvatele Brna motivovat k využívání jiných druhů dopravy, než je individuální automobilová doprava. V Brně jsou viditelné snahy k dosažení tohoto cíle především přizpůsobením služeb městské hromadné dopravy cestovním požadavkům obyvatel. V oblasti cyklistické dopravy jsou v Brně zjevné nedostatky, které by bylo vhodné odstranit rozšířením cyklostezek a vybudováním parkovišť pro kola v blízkosti přestupních uzlů městské hromadné dopravy.

Ačkoliv existuje množství realizovaných či teprve plánovaných opatření a nástrojů, jejichž cílem je snížit externí efekty osobní silniční dopravy v Brně, největší význam má cestovní chování samotných obyvatel města. K radikálnímu snížení negativních efektů individuální automobilové dopravy může dojít především tím, že si sami obyvatelé města uvědomí důsledky svých rozhodnutí při volbě druhu dopravního prostředku a začnou upřednostňovat ekologicky příznivější druhy dopravy při svých každodenních cestách.

9 Literatura

- ADAMEC, VLADIMÍR ET AL., 2008. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2156-9.
- ADAMEC, VLADIMÍR, 2010. Udržitelná mobilita. In: *Silniční doprava*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 90-123. ISBN 978-80-7204-728-4.
- BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, HANA, 2009. *Doprava a společnost: Ekonomické aspekty udržitelné dopravy*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1610-0.
- CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2013. *Metodika výpočtu ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích: aktualizovaná verze 2013*. Brno: Centrum dopravního výzkumu. ISBN 978-80-86502-55-7.
- CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU, 2015. Tisková zpráva: Za dopravní nehody jsme v roce 2014 zaplatili přes 55 miliard Kč. In: *Centrum dopravního výzkumu* [online]. Brno, 10. 12. 2015 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.cdv.cz/novinky/tiskova-zprava-za-dopravni-nehody-jsme-v-roce-2014-zaplatili-pres-55-miliard-kc/>
- CESKEDALNICE.CZ, [2013]. Intenzity 2012. In: *Ceskedalnice.cz* [online]. [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/prilohy/intenzity-2012.pdf>
- ČADIL, JAN, BOŽENA KADEŘÁBKOVÁ A JAN VORLÍČEK, 2006. *Analýza externalit: Přístup ekonomické teorie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 80-213-1596-2.
- ČESKÁ ASOCIACE POJIŠŤOVEN, [2015]. *Výroční zpráva 2014* [online]. [Praha]: Česká asociace pojišťoven [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.cap.cz/images/onas/vyrocnizpravy/2014.pdf>
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2015. Rozloha území, počet obyvatel, hustota obyvatelstva a počet obcí podle krajů a okresů k 1. 1. 2014. In: *Český statistický úřad* [online tabulka]. Zveřejněno 24. 11. 2015 [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20548157/130055150101.pdf/9575e32f-ac83-4939-a1d5-e1fb084d4476?version=1.0>
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016. Sestavení vlastní tabulky. In: *Český statistický úřad: Veřejná databáze* [online tabulka]. [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=uziv-dotaz#k=1&pvokc=100&uroven=30&w=>
- DAŇKOVÁ, ALENA, 2010. Efektivita dopravně bezpečnostních opatření. In: *Silniční doprava*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 43-62. ISBN 978-80-7204-728-4.
- DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA BRNA, 2016. Tiskové zprávy. In: *DPMB* [online]. [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/?seo=tiskove-zpravy&all>
- DUCHOŇ, BEDŘICH, 2010. Externalita a dopravní systém. In: *Teorie externalit a její aplikace v udržitelném rozvoji*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, s. 49-71. ISBN 978-80-01-04526-8.

- Handbook on estimation of external costs in the transport sector: Produced within the study Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT)*, 2008 [online]. Delft: CE Delft [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf
- Iniciativa CIVITAS. [2016]. *CIVITAS Brno* [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://civitas.brno.cz/civitas/?q=node/132>
- INRO, © 2016. Emme. In: *INRO* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>
- KADEŘÁBKOVÁ, BOŽENA A JAN VORLÍČEK, 2010. Externality. In: *Teorie externalit a její aplikace v udržitelném rozvoji*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, s. 11-48. ISBN 978-80-01-04526-8.
- KORDIS JMK, 2016. *Výroční zpráva společnosti KORDIS JMK, a.s. 2015* [online]. Brno: KORDIS JMK, 31. 3. 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.idsjmk.cz/kestazeni/2015VyrocniZprava.pdf>
- KŘIVÁNEK, VÍTĚZSLAV, 2010. Moderní inženýrské řešení v silniční dopravě. In: *Silniční doprava*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 124-157. ISBN 978-80-7204-728-4.
- 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, 2009* [online]. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/periodicka_zprava_2008_web.pdf
- Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky: Periodická zpráva k řešení projektu realizovaného v rámci veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji v programu „Podpora realizace udržitelného rozvoje dopravy“ v roce 2009, 2010* [online]. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/TranExt_zprava_2009.pdf
- 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 2010, 2011* [online]. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/TranExt_zprava_2010_final.pdf
- Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky: Závěrečná zpráva k řešení projektu realizovaného v rámci veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji v programu „Podpora realizace udržitelného rozvoje dopravy“, 2012* [on-

- line]. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/ZZ_TrانExt_f inal.pdf
- MÁČA, VOJTĚCH ET AL., 2012. *Metodika oceňování hluku z dopravy* [online]. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí UK [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: https://www.czp.cuni.cz/czp/images/stories/Vystupy/TranExt/metodika_hluk.pdf
- MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, [2015]. *Ročenka dopravy České Republiky 2014* [online]. [Praha]: Ministerstvo dopravy České republiky [cit. 2016-12-03]. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/ročenka_pdf/Rocenka_dopravy_2014.pdf
- MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, [2016]. *Ročenka dopravy České Republiky 2015* [online]. [Praha]: Ministerstvo dopravy České republiky [cit. 2016-12-17]. ISSN 1801-3090. Dostupné z: https://www.sydos.cz/cs/ročenka_pdf/Rocenka_dopravy_2015.pdf
- MINISTERSTVO PRÁCE A SOCIÁLNÍCH VĚCÍ ČR, 2016. *Vývoj vybraných ukazatelů životní úrovně v České republice v letech 1993 – 2015* [online]. Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí České republiky [cit. 2016-11-19]. ISBN 978-80-7421-130-0. Dostupné z: http://www.mpsv.cz/files/clanky/27762/Vyvoj_vybranych_ukazatelu_zivotni_urovne_v_CR_v letech_1993_az_2015.pdf
- MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČR, 2016. *Mapová aplikace SHM 2012*. In: *Hlukové mapy 2012* [online]. [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzis.cz/Registr/shm/>
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=74904&nr=272~2F2011&rpp=15#local-content>
- O projektu. [2016]. *Plán mobility Brno* [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.mobilitabrno.cz/o-projektu>
- Opatření projektu CIVITAS 2MOVE2. [2016]. *CIVITAS Brno* [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://www.civitas.brno.cz/?q=node/164>
- Opatření projektu CIVITAS ELAN. [2016]. *CIVITAS Brno* [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: http://civitas.brno.cz/?q=elan_opatreni
- POLICIE ČR, 2015. *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014* [online]. Praha: Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/soubor/prehled-nehodovosti-za-rok-2014-pdf.aspx>
- Pracovní kalkulačka. 2016. *Kalendar.beda.cz* [online]. [cit. 2016-10-22]. Dostupné z: <http://kalendar.beda.cz/pracovni-kalkulacka>

- ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR, © 2011. Intenzity dopravy - Jihomoravský kraj. In: *Celostátní sčítání dopravy 2010* [online]. [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/results/section/default.aspx?l=Jihomoravsk%C3%BD%20kraj>
- ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR, © 2012–2016. Dopravní význam Velkého městského okruhu. In: *Velký městský okruh Brno* [online]. [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <http://www.mestsky-okruh-brno.cz/dopravni-souvislosti/>
- ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR, © 2015. Celostátní sčítání dopravy. In: *ŘSD ČR: Sčítání dopravy* [online]. [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Scitani-dopravy>
- SDRUŽENÍ AUTOMOBILOVÉHO PRŮMYSLU, 2015. Vyřazování a likvidace vozidel, dovozy ojetých OA, složení parku OA a dopady na výši emisí a bezpečnost provozu. In: *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. Doplněno 9. 4. 2015 [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/sfiles/2014-VyrazovaniOA-LUV.ppsx>
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/49/ES, o hodnocení a řízení hluku ve venkovním prostředí. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2002. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=CS>
- STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO, 2016a. Organizace dopravy centrální oblasti města Brna. In: *Brno* [online]. Poslední aktualizace 1. 9. 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <https://www.brno.cz/sprava-mesta/magistrat-mesta-brna/usek-socialne-kulturni-a-dopravy/odbor-dopravy/oddeleni-verejne-a-individualni-dopravy-dopravni-urad-a-drazni-spravni-urad/organizace-dopravy-v-centralni-oblasti-historickeho-jadra-mesta-brna/>
- STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO, 2016b. Matěj Hollan: Systém rezidentního parkování začneme v Brně postupně spouštět v roce 2017. In: *Brno* [online]. 1. září 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.brno.cz/brno-aktualne/co-se-deje-v-brne/a/matej-hollan-system-rezidentniho-parkovani-zacneme-v-brne-postupne-spoustet-v-roce-2017/>
- STATUTÁRNÍ MĚSTO BRNO, 2016c. Cíle projektu. In: *Europoint Brno* [online]. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z: <http://europointbrno.cz/cile-projektu/>
- STRIEGLER, RADIM A PETR POKORNÝ, 2010. Zklidňování dopravy. In: *Silniční doprava*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s. 11-42. ISBN 978-80-7204-728-4.
- TOMOVÁ, ANNA, 2006. *Finančná kvantifikácia externalít dopravy: metodické prístupy*. Žilina: Žilinská univerzita. ISBN 80-8070-548-8.
- UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency. [2003]. *UNITE* [online]. [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.its.leeds.ac.uk/projects/unite/>
- Update of the Handbook on External Costs of Transport*, 2014 [online]. [London]: Ricardo-AEA [cit. 2016-10-15]. Dostupné z: <http://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf>

- Vyhláška 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). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=63182&nr=523~2F2006&rpp=15#local-content>
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000. Dostupné také z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=49756&nr=361~2F2000&rpp=15#local-content>
- ZEZULOVÁ, EMA, 2016. Brno otevřelo pátý parkovací dům. Řidiči od úterý zaparkují v Panenské ulici. In: *Brněnský deník.cz* [online]. 26. 9. 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: http://brnensky.denik.cz/zpravy_region/ridici-od-utery-zaparkuji-v-panenske-ulici-brno-otevrela-novy-parkovaci-dum-20160926.html

10 Seznam tabulek

Tab. 1 Odhadnuté hodnoty cestovního času a času stráveného v kongesci pro cestování automobilem (Kč/hod)	27
Tab. 2 Rozdělení nákladů dopravních nehod	29
Tab. 3 Průměrné náklady na osobu/nehodu v roce 2014	30
Tab. 4 Počet nehod, obětí a zraněných v roce 2014	30
Tab. 5 Počet nehod v Jihomoravském kraji v roce 2014 podle vozidla viníka	32
Tab. 6 Počet obyvatel Brna zasažených danou hlukovou zátěží	34
Tab. 7 Prahové hodnoty negativních externích efektů hluku	35
Tab. 8 Roční náklady způsobené hlukem ze silniční dopravy (v Kč/os, cenová úroveň roku 2014)	36
Tab. 9 Mezní externí náklady emisí osobního automobilu pro urbánní oblast (v Kč/vkm, cenová úroveň 2014)	37
Tab. 10 Osobní automobily registrovaných v České republice v roce 2014	38
Tab. 11 Složení vozového parku osobních automobilů z hlediska emisních norem v České Republice v roce 2014	39
Tab. 12 Podíl jednotlivých kategorií osobních vozidel na celkovém počtu osobních vozidel, průměrné denní a roční intenzity osobních vozů na silnici I/42	39
Tab. 13 Vývoj počtu osobních automobilů registrovaných v Jihomoravském kraji	41
Tab. 14 Vývoj průměrných denních intenzit osobní dopravy na úsecích dálnice D1 (v tis. vozidel)	42
Tab. 15 Vývoj počtu osob přepravených městskou hromadnou dopravou v Brně (v mil. os)	42
Tab. 16 Údaje nutné ke stanovení externích nákladů kongescí v Brně	43

Tab. 17 Počet osob/nehod, průměrné ztráty a celkové ztráty dopravních nehod v Brně v roce 2014	44
Tab. 18 Externí náklady negativních efektů hluku ze silniční dopravy v Brně v roce 2014 (v Kč)	47
Tab. 19 Externí náklady emisí osobní silniční dopravy v roce 2014	48
Tab. 20 Externí náklady osobní silniční dopravy v Brně v roce 2014	53

Přílohy

A Vstupní hodnoty použité ve výpočtech

Tab. A. 1 Vývoj meziročního indexu spotřebitelských cen a meziročního indexu reálných příjmů při použití indexu spotřebitelských cen

Rok	2010	2011	2012	2013	2014
Meziroční indexy spotř. cen	101,50 %	101,90 %	103,30 %	101,40 %	100,40 %
Meziroční indexy reálných příjmů při použití indexu spotř. cen	100,50 %	97,00 %	100,30 %	97,70 %	103,90 %

Zdroj: Ministerstvo práce a sociálních věcí ČR (2016, s. 14)

Tab. A. 2 Počet obyvatel Brna vystavených dané hlukové intenzitě během celého dne (L_{dvn}) a během noci (L_n)

Hluk (dB)	L_{dvn}	L_n
40 – 44	X	53 500
45 – 49	X	124 000
50 – 54	72 000	85 300
55 – 59	125 900	48 700
60 – 64	71 200	33 300
65 – 69	41 200	4 600
70 – 74	29 300	X
Nad 75	1 300	X

Pozn. X označuje nedostupné údaje

Zdroj: Ministerstvo zdravotnictví ČR (2016), vlastní zpracování

Tab. A. 3 Externí náklady jednotlivých efektů hluku silniční dopravy (v Kč/os/rok, cenová úroveň roku 2010)

Hluk (dB)	Obtěžování hlukem	Rušení spánku hlukem	Riziko infarktu myokardu
Frakce populace	Celá populace	Zaměstnaní	Celá populace
Hlukový indikátor	L_{dvn}	L_n	$L_{Aeq,16h}$
40	X	308	X
41	X	327	X
42	X	350	X
43	163	376	X
44	191	407	X

45	221	441	X
46	251	480	X
47	283	522	X
48	315	569	X
49	349	619	X
50	383	674	X
51	419	732	X
52	455	794	X
53	494	860	X
54	533	930	X
55	573	1 005	X
56	615	1 083	X
57	659	1 165	X
58	704	1 251	X
59	750	1 341	X
60	798	1 434	X
61	847	1 532	18
62	899	1 634	26
63	951	1 740	35
64	1 006	1 850	45
65	1 062	1 963	56
66	1 121	2 081	69
67	1 181	2 202	83
68	1 243	2 328	97
69	1 307	2 457	113
70	1 373	2 591	129
71	1 441	X	147
72	1 512	X	164
73	1 584	X	183
74	1 659	X	202
75	1 736	X	221
76	1 815	X	240
77	1 897	X	260
78	1 981	X	280
79	2 067	X	300
80	2 156	X	320
81	2 248	X	340

Pozn. X označuje nedostupné údaje vzhledem ke stanoveným prahovým hodnotám jednotlivých negativních efektů hluku

Zdroj: Máca et al. (2012, s. 15)

Tab. A. 4 Mezní externí náklady v důsledku působení emisí osobních automobilů na lidské zdraví stanovené pro urbánní oblast (v Kč/vkm, cenová úroveň roku 2010)

Typ pohonných hmot a emisní úroveň	Mezní externí náklady
Diesel - Bez katalyzátoru	1,30
Diesel - EURO 1	0,76
Diesel - EURO 2	0,40
Diesel - EURO 3	0,24
Diesel - EURO 4	0,16
Benzin - Bez katalyzátoru	3,31
Benzin - EURO 1	0,41
Benzin - EURO 2	0,17
Benzin - EURO 3	0,08
Benzin - EURO 4	0,07

Zdroj: Kvantifikace externích nákladů dopravy v podmínkách České republiky (2011, s. 8)

Tab. A. 5 Roční průměr denních intenzit osobních vozidel na jednotlivých úsecích silnice I/42

Číslo sčítacího úseku	Roční průměr denních intenzit osobních vozidel	Začátek a konec sčítacího úseku	Konec sčítacího úseku
6-7421	24 253	mimoúrov. x s 23	konec směrového dělení kom. 42
6-5003	23 957	konec směrového dělení kom. 42	mimoúrov. x s 384
6-5051	19 182	mimoúrov. x s 384	x s MK - ul. Luční , Zborovská
6-5052	17 675	x s MK - ul. Luční , Zborovská	x s 640
6-5004	13 117	x s 640	x s MK - ul. Purkyňova
6-5012	11 656	x s MK - ul. Purkyňova	x s MK - ul. Palackého (od centra)
6-5015	12 963	x s MK - ul. Palackého (od centra)	x s MK - ul. Riegrova, Palackého
6-5005	11 355	x s MK - ul. Riegrova, Palackého	x s MK - ul. Božetěchova
6-5011	11 364	x s MK - ul. Božetěchova	mimoúrov. x s 43 a 6421
6-5043	24 541	vyús.z MK Sportovní	odbočení ke kruh. obj
6-5044	24 541	odbočení ke kruh. obj	x s MK Křížíkova (býv. 42)
6-5025	28 158	x s MK Křížíkova (býv. 42)	x s 37915

6-5035	28 442	x s 37915	zaús.642 - (ul.Provazníkova)
6-5008	31 888	x s MK - ul. Dukelská, Tomkovo nám.	zaús.374 od Obřan
6-5045	33 696	zaús.(642 - ul.Provazníkova)	x s MK - ul. Dukelská - Tomkovo nám.
6-5009	36 418	zaús.374 od Obřan	vyús. 642 na Vinohrady
6-5032	27 044	vyús. 642 na Vinohrady	zaús.MK - ul. Bubeníčková
6-5586	29 333	x s MK - ul. Táborská	mimoúrov. x s 50 a 374
6-5587	35 308	zaús.MK - ul. Bubeníčková	x s MK - ul. Táborská
6-5033	21 022	mimoúrov. x s 50 a 374	vyús.MK - ul.Olomoucká
6-5034	31 223	vyús.MK - ul.Olomoucká	x s MK - ul. Tržní, Charbulova
6-7434	27 825	x s MK - ul. Tržní, Charbulova	vyús. 41 do Komárova
6-7431	32 978	x s MK - ul. Plotní	x s MK - ul. Trnitá, Rosická (ÚAN)
6-7437	25 216	vyús. 41 do Komárova	x s MK - ul. Plotní
6-7438	32 978	x s MK - ul. Trnitá, Rosická (ÚAN)	vyús.MK - ul. Uhelná
6-7433	35 276	vyús.MK - ul. Uhelná	vyús. 52 do Hor.Heršpic
6-7435	25 879	vyús. 52 do Hor.Heršpic	x s MK ul. Nové Sady - Reneská
6-7436	16 719	x s MK - ul. Nové Sady, Reneská	x s MK - Vídeňská
6-7432	16 719	x s MK - Vídeňská	mimoúrov. x s 23

Pozn. x značí křížovatku

Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic (© 2011)