

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Budil** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **412619**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky a řízení stavebnictví**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Projektový management a inženýring**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Uživatelské náklady při rekonstrukcích dálnic**

Název diplomové práce anglicky:

**User costs in highway restorations**

Pokyny pro vypracování:

Možnosti a metody rekonstrukce dálnic; uživatelské (externí) náklady; legislativní rámec problematiky; datová základna a metodika výpočtu uživatelských nákladů a praktická aplikace jejich výpočtu; cost-benefit analýza; ekonomické vyhodnocení problematiky.

Seznam doporučené literatury:

Ricardo-AEA (2014), Update of the Handbook on External Costs of Transport, Report for the European Commission; Evropská komise (2014), Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů - Ekonomický nástroj pro hodnocení politiky soudržnosti v letech 2014–2020; Mallela, Sadasivam (2011), Work Zone Road User Costs - Concepts and Applications, Federal Highway Administration (USA)

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Radan Tomek, MSc., katedra ekonomiky a řízení stavebnictví FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **02.10.2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **06.01.2019**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Ing. Radan Tomek, MSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Renáta Schneiderová Heralová, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu použitých zdrojů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Radanu Tomkovi, MSc. za pomoc a podnětné rady při vypracování této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Tomáši Honcovi ze společnosti PUDIS a.s. za poskytnuté materiály a projektovou dokumentaci potřebnou k řešení praktické části práce.

V Praze dne .....

.....

Bc. Tomáš Budil

# Uživatelské náklady při rekonstrukcích dálnic

User costs in highway restorations

## **Anotace**

Diplomová práce se zabývá stanovením uživatelských nákladů v rámci rekonstrukcí dálnic v České republice. V úvodní části je objasněna skladba těchto nákladů a způsob jejich výpočtu. Jsou uvedeny faktory, které mají na výši uvedených nákladů významný vliv.

V další části jsou uvedeny základní informace o způsobu rekonstrukce jednoho z úseků dálnice D1 v rámci současného projektu její modernizace, včetně popisu dopravně inženýrských opatření v rámci této akce. Dále jsou pro daný úsek stanoveny uživatelské náklady, včetně jejich výše připadající na jeden den modernizace. Výsledky jsou porovnány s celkovou investicí do projektu. V závěru práce je také zhodnocen celkový přístup Ministerstva dopravy České republiky k problematice výpočtu uživatelských nákladů v rámci investic do rekonstrukcí a modernizací dálniční sítě v České republice.

## **Annotation**

The main topic of this diploma thesis is the calculation of user costs within the restoration of highways in the Czech Republic. The first part explains the composition of these costs and the way they are calculated. Factors that have a significant impact on the amount of these costs are listed.

The next section provides basic information about a way of restoration of the chosen section of the D1 highway within its actual modernization project, including a description of traffic restrictions within this modernization. In addition, the user costs of this section of the modernization are calculated including the amount of these cost for one day of such modernization. The results are compared with the total investment into the project. At the end of the thesis is also evaluated the overall approach of the Ministry of Transport of the Czech Republic to the issue of calculation of user costs in the framework of investments in the reconstruction and modernization of the highway network in the Czech Republic.

**Klíčová slova:** uživatelské náklady, rekonstrukce silnic, dopravní omezení, dopravní zpoždění

**Key words:** user costs, highway restoration, traffic restrictions, travel delay

# Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod diplomové práce .....</b>	<b>8</b>
1.1	Uživatelské náklady – základní charakteristika a členění.....	8
1.2	HEATCO jako přístup k výpočtu uživatelských nákladů.....	9
<b>2</b>	<b>Náklady zpoždění .....</b>	<b>11</b>
2.1	Čas zpoždění .....	11
2.2	Kapacita komunikace.....	11
2.3	Kvalita provozu.....	12
2.4	Faktory ovlivňující kapacitu komunikace .....	13
2.5	Ekonomická hodnota cestovního času .....	13
2.5.1	Ekonomická hodnota uspořené pracovního cestovního času .....	14
2.5.2	Ekonomická hodnota uspořené osobního cestovního času.....	15
2.5.3	Ekonomická hodnota uspořené cestovního času při přepravě zboží .....	16
2.6	Výpočet uživatelských nákladů zpoždění.....	17
<b>3</b>	<b>Náklady zvýšeného rizika dopravních nehod.....</b>	<b>19</b>
3.1	Způsob výpočtu nákladů zvýšeného rizika dopravních nehod .....	19
3.2	Odhad rizika dopravní nehody.....	20
3.3	Výpočet míry rizika nehodovosti .....	21
3.4	Oceňování nákladů dopravních nehod .....	22
<b>4</b>	<b>Náklady dopravních emisí .....</b>	<b>23</b>
4.1	Odhad emisní míry a hodnota emisí .....	24
<b>5</b>	<b>Nezpeněžitelné vlivy.....</b>	<b>26</b>
5.1	Hluk .....	26
5.2	Obchodní dopady .....	26
<b>6</b>	<b>Modernizace dálnice D1.....</b>	<b>27</b>
6.1	Úsek 05, EXIT 41 Šternov – EXIT 49 Psáře .....	28

<b>6.2</b>	<b>Technické řešení modernizace úseku 05 .....</b>	<b>29</b>
6.2.1	Asfaltová konstrukce vozovky.....	30
6.2.2	Cementobetonová konstrukce vozovky .....	31
<b>6.3</b>	<b>Dopravně inženýrská opatření stavby .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b><i>Způsob výpočtu uživatelských nákladů zpoždění v úseku 05 .....</i></b>	<b>39</b>
7.1	Stanovení intenzity dopravy v úseku 05 .....	40
7.2	Doba zpoždění v úseku 05 .....	41
7.3	Stanovení hodnoty ÚNZ na 1 km omezení úseku.....	45
7.4	Uživatelské náklady zpoždění na úseku 05 .....	47
<b>8</b>	<b><i>Náklady zvýšeného rizika dopravních nehod v úseku 05 .....</i></b>	<b>49</b>
8.1	Výpočet míry rizika nehodovosti v úseku 05.....	51
8.2	Stanovení celkové hodnoty UNdn v úseku 05.....	52
<b>9</b>	<b><i>Výpočet uživatelských nákladů dopravních emisí .....</i></b>	<b>55</b>
9.1	Stanovení hodnoty ÚNde na 1 km úseku 05 .....	60
9.2	Stanovení celkové hodnoty UNde v úseku 05.....	60
<b>10</b>	<b><i>Celková hodnota uživatelských nákladů pro úsek 05 .....</i></b>	<b>63</b>
<b>11</b>	<b><i>Závěr .....</i></b>	<b>64</b>
	Seznam tabulek.....	66
	Seznam obrázků .....	67
	Seznam zkratk .....	67
	<b><i>Bibliografie .....</i></b>	<b>68</b>

## 1. Úvod diplomové práce

Spojnicí a hlavní dopravní tepnu mezi třemi největšími městy v České republice, tedy Prahou, Brnem a Ostravou, tvoří dálnice D1. Jedná se o nejstarší a nejvytíženější dálnici v České Republice. Její modernizace spočívá především v pokládce nového povrchu a rozšíření ze stávající šířky 26,5 metrů na 28 metrů. Rozsah rekonstrukce a modernizace vyvolal mnoho otázek nejen u odborné veřejnosti, zvláště pak její časová náročnost a s ní spojená dopravní omezení, která se dotýkají všech uživatelů této klíčové dálnice.

S dopravními omezeními se pojí mimo jiné náklady uživatelů, které jsou u zadavatelů často přehlíženy. Prvním cílem této magisterské práce je objasnění struktury těchto nákladů, metodiky výpočtu těchto nákladů a následné vyčíslení uživatelských nákladů na vybraném úseku modernizované dálnice. Výsledné hodnoty by měly být stanoveny jak pro konkrétní úsek, tak pro typický kilometr dálnice, na kterém rekonstrukce probíhá. Veškeré informace spojené s délkou a typem omezení vycházejí z reálných údajů a hodnot projektové dokumentace, zejména z DIO. Proto se práce zabývá úsekem, který již byl realizován. Zásadním výstupem práce je pak porovnání výše uživatelských nákladů s celkovou investicí do projektu a úvaha nad mírou jejich významnosti v rámci současného procesu vyhodnocování investic do rekonstrukcí státním investorem. Závěrem jsou pak zhodnoceny možnosti realistického výpočtu uživatelských nákladů v tuzemském prostředí a celkový přístup Ministerstva dopravy České republiky k jejich problematice.

### 1.1 Uživatelské náklady – základní charakteristika a členění

Doprava značně přispívá k hospodářskému růstu a umožňuje světový obchod. Bohužel, většina forem dopravy má nejen pozitivní vliv na společnost, ale vyvolává také vedlejší účinky. Silniční vozidla například vytváří silniční zácpy, vlaky a letadla k zvýšené úrovni hluku v okolním prostředí a lodě ke znečišťování ovzduší. Takové vedlejší účinky vedou k různým zdrojovým nákladům, které lze vyjádřit v ekonomické rovině. Jsou to zejména časové náklady zpoždění, snížení produktivity v důsledku ztrát životů při dopravních nehodách a náklady způsobené znečištěním ovzduší [1].

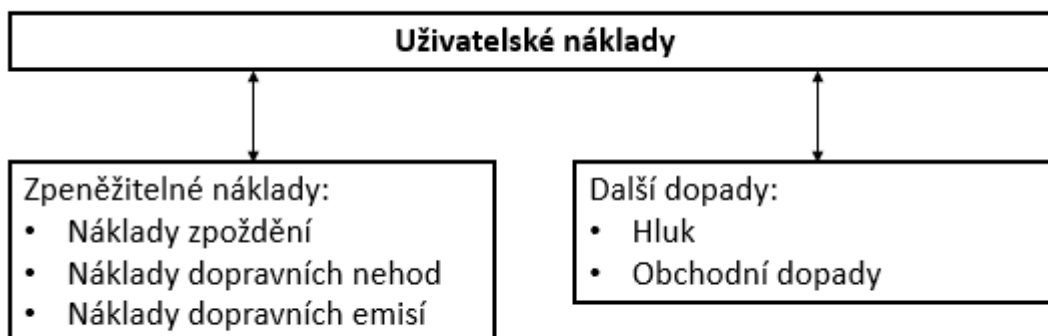
Když vedlejší účinky určité činnosti přinášejí společnosti náklady, ekonomové hovoří o takových nákladech jako o externích nebo uživatelských nákladech [1].



Definice základních pojmů v oblasti uživatelských nákladů:

- **Pracovní oblast** je definovaná jako část dálnice, ve které údržba a stavební opravy ovlivňují počet dopravních pruhů nebo mění pravidla provozu při průjezdu touto oblastí.
- **Uživatelské náklady pracovní oblasti** jsou definovány jako náklady vznikající uživatelům dálnic při průjezdu pracovními oblastmi [2].

V rámci této diplomové práce jsou uživatelské náklady pracovní oblasti definované jako zpeněžené dopady pracovní oblasti na uživatele těchto dálnic. Jedná se o náklady ze zpoždění při průjezdu oblastí, operativní náklady vozidla, náklady zvýšeného rizika dopravních nehod a enviromentální náklady. Mimostaveništní externality jako hluk, obchod a dopad na místní komunitu mohou být mezi uživatelskými náklady také započteny. Tyto mimostaveništní dopady jsou náročné na výpočet, protože faktory ovlivňující jejich výpočet jsou často velice specifické a žádná obecná metoda nebo nástroj pro jejich výpočet ještě nebyl vytvořen [2]. Složky uživatelských nákladů pracovních oblastí popisuje následující obrázek a jsou dále popsány v následující části.



Obrázek 1.1: Rozdělení uživatelských nákladů

Zdroj: vlastní

## 1.2 HEATCO jako přístup k výpočtu uživatelských nákladů

Evropská unie spustila v únoru 2004 program s názvem HEATCO (Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) [3], jehož hlavním cílem bylo navrhnout společné pokyny pro hodnocení dopravních projektů v rámci EU v oblastech:

- Hodnoty času zpoždění a dopravní zácpy
- Hodnoty snížení rizika úrazu
- Náklady na zdravotní dopady způsobené znečišťujícími látkami a hlukem
- Širší ekonomické a nepřímé dopady investičních projektů

Dalším cílem bylo co možná největší sblížení národních směrů v oblasti hodnocení efektivity stavebních projektů a navázání spolupráce mezi tvůrci národních politik a dalšími zúčastněnými stranami. Data a některé metodiky z této studie budou použity při výpočtech uživatelských nákladů v této diplomové práci. Použití jiných metodik je nutné zejména z toho důvodu, že studie HEATCO nepracuje s možností již existujících projektů a CBA analýza je založená na situaci porovnávací projekt aktuální s projektem k výstavbě a z nich plynoucí náklady a zisky [3].

## 2 Náklady zpoždění

Náklady zpoždění jsou počítány násobkem odhadovaných zpoždění osobní a nákladní dopravy způsobené průjezdem pracovní oblastí a jednotkovými náklady na cestovní čas [2].

### 2.1 Čas zpoždění

Čas zpoždění je dodatečný čas nezbytný k průjezdu pracovní oblastí nebo čas pro objetí této oblasti [2]. V rámci EU platí dohoda, že čas zpoždění nebo zrychlení je dán rozdílem času „ode dveří ke dveřím“. Je tedy započítán čas zpoždění všech použitých dopravních prostředků [3]. Tato práce se zabývá pouze časem zpoždění vzniklým v pracovní zóně a čas zpoždění je tedy složen z následujících částí [2]:

- Zpoždění ze změny rychlosti je dodatečnou dobou nutnou k přibrzdění z původní rychlosti na rychlost v pracovní oblasti a čas nutný k dosažení původní rychlosti po průjezdu pracovní oblastí
- Zpoždění nižší rychlostí je dodatečnou dobou vznikající při průjezdu pracovní oblastí za rychlosti v ní přikázané.
- Zpoždění z objížďky je dodatečnou dobou nutnou při zvolení alternativní trasy a objetí pracovní oblasti.
- Zpoždění zastavením je dodatečnou dobou, která vzniká úplným zastavením z původní povolené rychlosti (místo plynulého zpomalení na rychlost v pracovní oblasti) a opětovným zrychlením vozidla na rychlost v pracovní oblasti.
- Zpoždění „kolonou“ je dodatečnou dobou způsobenou překročenou dopravní kapacitou v pracovní oblasti.

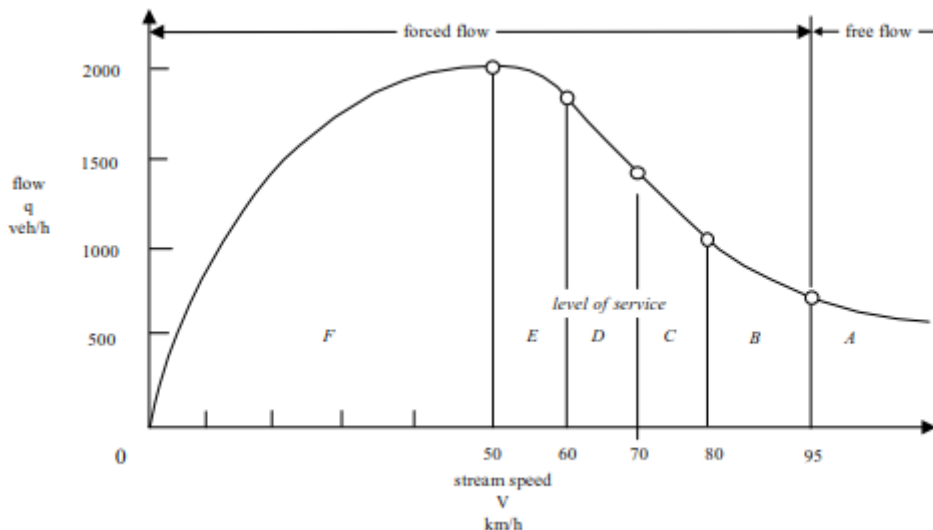
### 2.2 Kapacita komunikace

Kapacita dopravní oblasti je dána maximálním počtem vozidel, o kterých je možné se domnívat, že touto oblastí mohou opakovaně projet za daný čas. Kapacita závisí výhradně na dopravních podmínkách a kvalitě provozu. Standardní jednotkou kapacity je počet vozidel za hodinu (v/h). V případě víceprroudých komunikací se tato jednotka udává jako počet vozidel za hodinu na jeden jízdní pruh (v/h/p) [4].

## 2.3 Kvalita provozu

Pojem kvalita provozu (Level of service) se vztahuje k provozním podmínkám, za kterých se jízda odehrává. Jedná se o kvalitativní měřítko takových faktorů jako je rychlost, doba jízdy, přerušování jízdy, volnost předjíždění, manévrovací schopnost, bezpečnost, komfort, pohodlí a úroveň provozních nákladů [4]. Z hlediska dopravních toků je určeno 6 společných úrovní kvality provozu. Podle Handbook of road technology [4] jsou to:

- A. Volný průjezd za vysoké rychlosti (méně než 700 v/h/p). Řidič projíždí úsekem bez omezení.
- B. Odpovídající mimoměstským komunikacím s mírnými návrhovými toky (700-1000 v/h/p). Řidič má relativní svobodu ve výběru rychlosti.
- C. Odpovídající navrhovaným tokům ve městech (1000-1500 v/h/p). Řidiči si nemohou vybírat rychlost nebo libovolně manévrovat, ale rychlosti jsou stále optimální.
- D. Odpovídající tokům v blízkosti tolerované kapacity (1500-1800 v/h/p).
- E. Na hranici aktuální kapacity (1800-2000 v/h/p). Při této kvalitě provozu může docházet ke krátkodobým zastavením.
- F. Poptávka překračuje kapacitu. Jsou typické kolony, zdržení a zastavování. Kapacita se pohybuje od 2000 do 0 v/h/p.



Obrázek 2.1: Kvalita provozu

Zdroj: Handbook of road technology [4]

## 2.4 Faktory ovlivňující kapacitu komunikace

Dopravní kapacita komunikace za určité kvality provozu je uvedena výše. Tyto kapacity jsou ale kvůli dalším podmínkám často nižší. Handbook of road technology [4] uvádí mimo jiné tyto faktory:

- Šířka jízdního pruhu – kapacita jízdního pruhu se zvětšuje o 1 % za každých přidaných 50 mm šířky pruhu až do šířky pruhu 3,6 m. Stejně tak se u úzkých pruhů kapacita zmenšuje. U šířky pruhu 2,8 m dochází k redukci kapacity o 15 %. Redukce může být větší, pokud jsou po stranách pruhu překážky nebo bariéry.
- Složení dopravních prostředků – doprava je složená z různých typů prostředků a každý z těchto prostředků má svou dopravní kapacitu. Maximální kapacita v režimu 2+2 pro nákladní automobilovou dopravu je asi 400 kamionů/h. Celková kapacita tedy velmi závisí na jejich množství v dopravě. Kamion má jinou hodnotu ve výpočtu kapacity zejména kvůli jeho délce, slabším jízdním vlastnostem, nižší rychlosti v kopcovitých oblastech a svou přítomností mění chování ostatních řidičů. Proto je nutné přizpůsobit kapacitní efekt kamionů k osobním automobilům, a to je možné pomocí koeficientu PCU (passenger car unit), který má pro nákladní automobily a autobusy hodnotu 3,0.
- Nahodilé události – jedná se o jevy, které ovlivňují kapacitu krátkodobě. Jsou to zejména práce na silnici, údržba, velice špatné počasí, odstavená nebo nabouraná vozidla blokující část nebo celý jízdní pruh, zpomalující řidiči pozorující dopravní nehody nebo neobvyklé situace atd.

## 2.5 Ekonomická hodnota cestovního času

Stejně jako služby a zboží, také čas strávený cestováním má svou ekonomickou hodnotu. Zpeněžitelná hodnota cestovního času je založená na myšlence, že čas strávený na cestě by mohl být stráven produktivněji ať už pracovní nebo rekreačně. Peněžitá hodnota cestovního času je na základě informací Work zone road user cost [2] dána součtem následujících hodnot:

1. Hodnoty uspořené osobního cestovního času (pouze u osobních automobilů a autobusů)
2. Hodnoty uspořené pracovního cestovního času (pouze u osobních automobilů)
3. Hodnoty uspořené cestovního času v nákladní dopravě

### 2.5.1 Ekonomická hodnota uspořené pracovního cestovního času

Ekonomická hodnota pracovního cestovního času se liší podle mzdové sazby cestujícího (tzn. podle jeho příjmu). Posouzení, která přesahují minimální úroveň rozdělení, mohou tuto změnu zohlednit. U případů, jako jsou mýtné dálnice nebo vysokorychlostní železnice za zvýšenou hodnotu jízdného, je segmentace podle příjmové skupiny a účelu cesty zásadní. Vzhledem k tomu, že odlišné způsoby cestování nabízejí různé úrovně služeb (rychlost, délka cesty, komfort) za různé ceny, zjistíme, že cestující s určitými ekonomickými hodnotami pracovního cestovního času se obvykle rozhodnou cestovat určitým způsobem. Toto rozdělení zavádí mnohem sofistikovanější přístup, než jakým je jednotná hodnota pro všechny skupiny uživatelů, ale není tak složité jako rozdělení podle příjmů. Pro takovéto rozdělení je ale nutné podrobné modelování provozu a dopravy, které v některých případech není možné nebo je velice náročné na vstupní data [3].

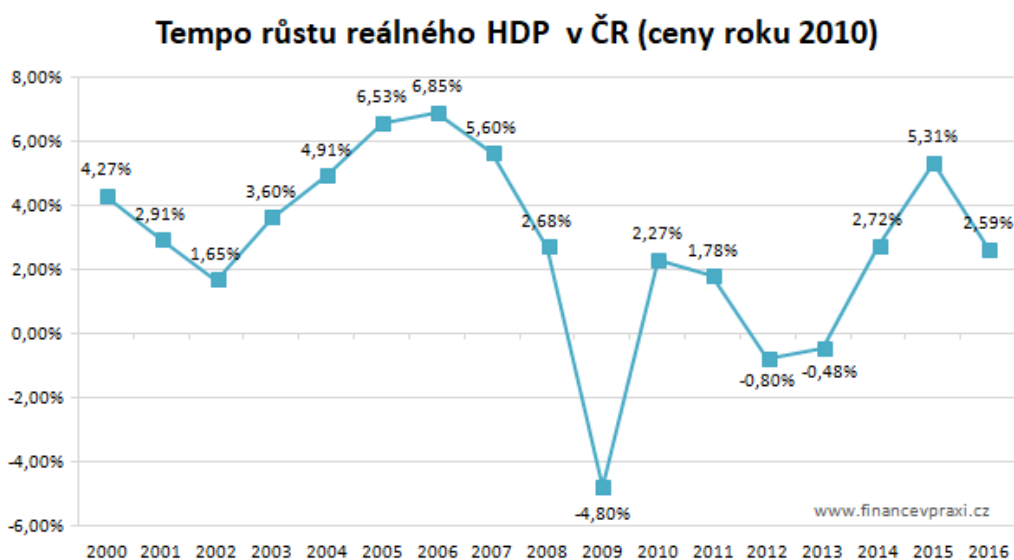
Ke zjednodušení výpočtu byly na základě meta-analýzy HEATCO stanoveny také ekonomické hodnoty pracovního cestovního času pro osobní a nákladní dopravu. Tato meta-analýza je založena na 77 studiích z 33 zemí pro osobní přepravu a 33 studiích z 18 zemí pro nákladní dopravu. Tyto hodnoty byly vypočteny pro rok 2002 [3]. V dalším výpočtu budou použity hodnoty pro rok 2016. Tento rok by vybran z důvodu možnosti využití nejaktuálnějších dat jak ročních průměrů denních průjezdů dopravních prostředků v úseku, tak statistik nehodovosti.

Pro jejich aktualizaci je nutné je vynásobit rozdílem HDP na obyvatele dané země. HDP na obyvatele se v naší zemi vyvíjelo podle následujícího obrázku.

**Tabulka 2.1: Odhadovaná ekonomická hodnota pracovního cestovního času (€/os./hod.)**

Země	Odvětví dopravy			
	Autobusová (2002)	Autobusová (2016)	Automobilová a vlaková (2002)	Automobilová a vlaková (2016)
Česká republika	21,31	<b>27,65</b>	26,57	<b>34,47</b>

Zdroj: HEATCO [3]



**Obrázek 2.2: Vývoj HDP v ČR**

Zdroj: Finance v praxi [5]

## 2.5.2 Ekonomická hodnota uspořené osobního cestovního času

Zobecnění hodnoty uspořené osobního cestovního času je náročnější. Studie HEATCO [3] uvádí tato hlediska, na základě kterých se může hodnota uspořené času měnit. Rozdělují se podle:

- Účelu cesty (dojíždění, nákupy, koníčky atd.)
- Příjmů cestujícího
- Sociálně-ekonomického statusu (důchodce, dítě atd.)
- Délky cesty
- Typu dopravního prostředku a s ním spojený komfort
- Způsobu zdržení

Sofistikovaný odhad rozložení takových cest by takto rozdělil hodnotu osobního cestovního času nad rámec minimálního standardu. Podobné přístupy a argumenty, které byly popsány v diskusi o rozdělení pracovního cestovního času, platí také pro hodnoty osobního cestovního času. Ideální scénář je rozdělit hodnoty osobního cestovního času podle účelu cesty, příjmů, vzdálenosti a komfortu dopravy [3].

Nicméně, tam, kde modelování dopravy nepodporuje takovou úroveň (příkladem je také modelování dopravy v České Republice), toto rozdělení nemůže být použito. V takových

situacích budou hodnoty osobního cestovního času odrážet propojení průměru charakteristiky příjmů a délky cesty cestujících (podle způsobu dopravy) ve spojení s komfortními vlastnostmi spojenými s tímto režimem [3]. Také tyto hodnoty stanovila studie HEATCO.

**Tabulka 2.2: Odhadovaná ekonomická hodnota osobního cestovního času (€/osoba/hodina)**

Země	Odvětví dopravy			
	Autobusová (2002)	Autobusová (2002)	Automobilová a vlaková (2002)	Automobilová a vlaková (2016)
<b>Česká republika</b>	8,28	<b>10,74</b>	11,51	<b>14,93</b>

Zdroj: HEATCO [3]

### 2.5.3 Ekonomická hodnota uspořeného cestovního času při přepravě zboží

Hodnoty uspořeného cestovního času při přepravě zboží souvisí s očekávanými úsporami nákladů přepravní společnosti. Vzhledem k tomu, že řidiči a posádky různých režimů dopravy jsou placeny různými částkami a způsoby (např. za tunu přepraveného zboží), a že časově závislé provozní náklady na vozidlo se mohou lišit podle typu výpočtu těchto nákladů a typu vozidla, minimální úroveň rozdělení pro dopravu zboží je režim. Ušetřená výše nákladů díky úspoře času cesty může být dána také druhem zboží, které se přepravuje – zboží s vysokou hodnotou, dodávka „just in time“, potraviny podléhající zkáze atd. Nicméně pouze nejpodrobnější studie budou mít informace o druhu přepravovaného zboží. Za takových podmínek by poté bylo možné vypočítat přesnou hodnotu uspořeného cestovního času. V České Republice taková studie neexistuje, proto bude opět využita studie HEATCO, ve které byly určeny hodnoty úspory času pro tunu přepravovaného materiálu [3]. K dopočítání celkové hodnoty uspořeného cestovního času v nákladní dopravě je nutné znát průměrné naložení nákladních automobilů v České Republice.

**Tabulka 2.3: Odhadovaná hodnota ušetřeného cestovního času v nákladní dopravě (€/t/hod.)**

země	Odvětví dopravy		
	Železniční doprava (2002)	Silniční doprava (2002)	Silniční doprava (2016)
<b>Česká republika</b>	1,57	3,83	<b>4,97</b>

Zdroj: HEATCO [3]



## 2.6 Výpočet uživatelských nákladů zpoždění

Celková suma uživatelských nákladů bude dána součtem nákladů vzniklých zdržením v osobní dopravě uživatelů, kteří cestují pracovně, uživatelů, kteří cestují ve svém volném čase a nákladů, vzniklých zdržením při přepravě zboží.

$$UNZ = UNZ_P + UNZ_O + UNZ_A + UNZ_Z \quad (2-1)$$

Kde:  $UNZ$  – uživatelské náklady zpoždění [€/den]  
 $UNZ_P$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $UNZ_O$  – uživatelské náklady zpoždění osobního času [€/den]  
 $UNZ_A$  – uživatelské náklady zpoždění autobusů (osob. i prac.) [€/den]  
 $UNZ_Z$  – uživatelské náklady zpoždění přepravy zboží [€/den]

Uživatelské náklady dané zpožděním při pracovní cestě jsou počítány takto:

$$UNZ_P = T_Z * PPC * PO * EH_P \quad (2-2)$$

Kde:  $UNZ_P$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $PPC$  – poměr pracovních a osobních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost vozidla [osoba/vozidlo]  
 $EH_P$  – ekonomická hodnota pracovního času [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady dané zpožděním při osobní cestě jsou počítány takto:

$$UNZ_O = T_Z * POC * PO * EH_O \quad (2-3)$$

Kde:  $UNZ_O$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $POC$  – poměr osobních a pracovních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost vozidla [osoba/vozidlo]  
 $EH_O$  – ekonomická hodnota osobního času [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady dané zpožděním při cestě autobusem jsou počítány takto:

$$UNZ_A = T_Z * POC * PO * EH_{OA} + T_Z * PPC * PO * EH_{PA} \quad (2-4)$$

Kde:  $UNZ_A$  – uživatelské náklady zpoždění autobusu [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $POC$  – poměr osobních a pracovních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost autobusu [osoba/vozidlo]  
 $EH_{OA}$  – ekonomická hodnota osobního času v autobuse [€/osoba/hod]  
 $PPC$  – poměr pracovních a osobních cest  
 $EH_{PA}$  – ekonomická hodnota pracovního času v autobuse [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady plynoucí ze zpoždění při přepravě zboží jsou počítány takto:

$$UNZ_Z = T_Z * PN * EH_Z \quad (2-5)$$

Kde:  $UNZ_Z$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech nákladních vozidel [h]  
 $PN$  – průměrné naložení vozidla [t/vozidlo]  
 $EH_Z$  – ekonomická hodnota přepravovaného zboží [€/tuna/hod]

### 3 Náklady zvýšeného rizika dopravních nehod

Dopravní nehody patří k nejviditelnějším a nejdůležitějším negativním dopadům dopravní obsluhy. Snížení počtu dopravních nehod a s nimi spojenými náklady je jedním z nejdůležitějších hledisek při přípravě dopravních projektů [3].

Investiční projekty, které zlepšují dopravní infrastrukturu, typicky vedou ke snížení počtu dopravních nehod a ztrát díky bezpečnějším návrhovým standardům vůči předchozímu řešení projektu. Na druhou stranu mohou některé projekty zvýšit intenzitu dopravy a tím i počet dopravních nehod. V důsledku toho není celkový účinek nového projektu a priori jasný. Hodnota změn v rizicích úrazů představuje část uživatelských přínosů v dopravní CBA a je důležitou součástí při určování nákladů a přínosů projektů dopravní infrastruktury [3].

#### 3.1 Způsob výpočtu nákladů zvýšeného rizika dopravních nehod

Náklady zvýšeného rizika dopravních nehod mohou být vyjádřeny podle studie HEATCO [3] takto:

$$\sum_i = r_i * n_i * vkm \quad (3-1)$$

Kde:

- $i$  – typ následku nehody (úmrtí, těžké zranění, lehké zranění, škoda na majetku)
- $r_i$  – riziko podle typu následku dopravní nehody na vozokilometr
- $n_i$  – náklady podle typu následku dopravní nehody
- $vkm$  – vozokilometr

Další náklady mohou vznikat nepřímou cestou, například ztrátou času a zvýšenou spotřebou paliva kvůli dopravní zácpě vzniklé dopravní nehodou. Tyto náklady nejsou ve výpočtu zahrnuty, protože jejich hodnotu nelze všeobecně stanovit.

Z důvodu přesnosti a průhlednosti celého výpočtu je doporučeno odhadovat a ohodnocovat jasně definované následky a k nim přiřazená rizika [3]. V případě dopravních nehod jsou to:

- úmrtí – usmrcení přímo plynoucí z dopravní nehody
- těžká zranění – zranění, která potřebují ošetření v nemocnici a mohou zanechávat trvalé následky, nicméně oběť nezemře v rámci sledované doby

- lehká zranění – zranění, jejichž ošetření nepotřebuje ošetření v nemocnici. V případě, že je nutné ošetření v nemocnici, následky zranění rychle zmizí
- škody na majetku – nehody bez zranění

Doba pro klasifikaci nehody s následkem úmrtí je 30 dní podle definice EUNET [6]. V České republice je tato doba snížena na 1 den. Tedy pouze nehody, na základě kterých dojde k úmrtí v rámci 24 hodin, jsou klasifikovány jako nehody s následkem úmrtí [7]. Klasifikace do 4 různých kategorií může být často nedostačující a příliš nepřesná. Například zranění vedoucí k trvalé invaliditě by měla být hodnocena jinak než těžká zranění, ze kterých se oběť plně uzdraví. Protože ale pro tyto kategorie neexistují žádná data, ve výpočtu být rozděleny nemohou.

### 3.2 Odhad rizika dopravní nehody

Určité typy rizik mohou být přiřazeny k určitým typům infrastruktury, intenzity a dopravy. Pro sestavení takových hodnot ale ve většině případů neexistují data nebo tato rizika nejsou spočítána. K určení budoucích rizik dopravních nehod je nutné použít místní nebo národní statistiky a trendy nehodovosti. Změny v typu dopravní infrastruktury s nadcházejícím projektem by měly být při odhadu co nejvíce zohledněny [3]. Základní údaje o nehodovosti lze čerpat z internetových stránek Policie ČR, Ministerstva dopravy a Českého statistického úřadu.

Při výpočtu rizik dopravní nehodovosti je nutné upravit počet uvedených dopravních nehod o korekční indexy, které zohledňují míru nenahlášených dopravních nehod. Korekční indexy jsou uvedené v následující tabulce.

**Tabulka 3.1: korekční indexy pro nenahlášené dopravní nehody**

Typ následku nehody	Průměrný korekční index
Úmrtí	1,02
Těžké zranění	1,5
Lehké zranění	3,0
Škody na majetku	6,0

Zdroj: HEATCO [3]

### 3.3 Výpočet míry rizika nehodovosti

Statistika dopravních nehod je často stanovena ve formě míry rizika nehodovosti nebo počtu dopravních nehod za určité časové období. Míra nehodovosti je hodnotou očekávaných nebo zaznamenaných dopravních nehod na sledovaném úseku za určitý čas normalizovaný délkou úseku a intenzitou dopravy za stejnou dobu. Záznamy o dopravních nehodách jsou v daném úseku analyzovány běžně v 3letém období. Běžně je udávány v jednotkách na vozokilometry. Vzorec pro výpočet míry nehodovosti v daném úseku je podle Work zone road user cost [2] potom:

$$MRN = \frac{N * 10^6}{T * L * RPDI * 365} \quad (3-2)$$

Kde: MRN = míra rizika nehodovosti  
N = počet dopravních nehod v daném úseku  
T = sledovaná doba (roky)  
L = délka sledovaného úseku (km)  
RPDI = roční průměrné denní intenzity (voz/den)

Přítomnost pracovní zóny zvyšuje pravděpodobnost nehod v dané oblasti. Míra rizika nehodovosti pracovní zóny je odhadována pomocí úpravy o modifikační faktor nehod (crash modification factor – CMF). Modifikační faktory pro různé typy pracovních zón jsou poskytnuty na webu CMF Clearinghouse [8]. Následující tabulka zobrazuje typické CMF při uzavírce jízdních pruhů na dálnicích.

**Tabulka 3.2: CMF při uzavírce jízdního pruhu v pracovní zóně**

Typy dopravních nehod	Následky dopravních nehod	CMF
Všechny	Všechny kategorie	1,77
Všechny	Škody na majetku	1,9
Všechny	Těžká a lehká zranění	1,6

Zdroj: Work zone road user cost [2]

### 3.4 Oceňování nákladů dopravních nehod

Oceňování dopravních nehod může být rozděleno do přímých nákladů, nepřímých nákladů a hodnoty bezpečnosti. Přímé náklady lze považovat jako výdaje dnes nebo v budoucnosti. Zahrnují zdravotní a rehabilitační náklady, právní náklady, náklady na záchranou službu a náklady na škodu. Nepřímé náklady jsou dány ztrátou výrobní kapacity, které je výsledkem předčasného úmrtí nebo snížené pracovní schopnosti v důsledku nehody [3].

Přímé a nepřímé náklady však nereflktují spokojenost lidí s bezpečností při přepravě. Ochota zaplatit za snížení pravděpodobnosti zranění nebo předčasného úmrtí při přepravě je pro moderní společnost běžná. Hodnota bezpečnosti, která tuto ochotu zaplatit vyjadřuje, se také označuje jako hodnota statistického života. Tyto hodnoty jsou určeny zvláště pro každou zemi, přestože je možné tvrdit, že je nespravedlivé použít různé hodnoty pro posouzení rizika v různých zemích. Kdyby však byla používána stejná hodnota v zemích s různými příjmy na obyvatele, docházelo by k nesprávnému využívání těchto zdrojů. Země s průměrně nižšími příjmy by investovaly do zvýšení bezpečnosti příliš mnoho, zatímco země s vyššími příjmy by naopak neinvestovaly dostatečné prostředky [3]. Průměrná hodnota škody na majetku odhadnutá policisty byla podle přehledu o nehodovosti na pozemních komunikacích v ČR pro rok 2016 [9] odhadnuta na 58 709 Kč, což je podle průměrného kurzu CZK/EUR pro rok 2016 podle serveru kurzy.cz [10] 2174 €. V následující tabulce jsou uvedeny přepočítané odhadované jednotkové hodnoty následků dopravních nehod.

**Tabulka 3.3: Jednotkové hodnoty následků dopravních nehod (€)**

země	Následky dopravních nehod		
	Úmrtí	Těžké zranění	Lehké zranění
Česká republika	1 209 242	162 443	11 807

Zdroj: HEATCO [3]

## 4 Náklady dopravních emisí

Pracovní zóny mají dopad na životní prostředí celkovým zvýšením dopravních emisí způsobených zpomalením a dopravní zácpou. Work zone road user cost [2] rozděluje automobilové emise na:

- Emise znečišťujících látek v ovzduší – Zahrnují emise vypouštěné přímo do atmosféry, jako např. oxid uhelnatý (CO), těkavé organické sloučeniny, částice PM10, oxidy (NO<sub>x</sub>), oxidy síry (SO<sub>x</sub>) a další látky, které jsou vytvořené v atmosféře kvůli přímo vypuštěným emisím, jako ozón a další.
- Skleníkové plyny – Zahrnují ty přímé emise, které dosud nejsou uznány jako látky znečišťující ovzduší, ale zachycují teplo v atmosféře a přispívají tak ke klimatickým změnám. Příkladem je oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)

Při analýze uživatelských nákladů při stavebních pracích je očekávaný nárůst různých druhů emisí (tuna/km) ovlivněn typem vozidla, sníženou rychlostí při průjezdu pracovní zónou a zvýšenou frekvencí dopravních zácp podle objemu redukce kapacity dálnice v průběhu takových prací. Jakmile je tato míra pro různé typy vozidel odhadnuta, náklady emisí je možné vypočítat na základě vozokilometrů a jednotkové ceny (Kč/tuna) podle typu emise. Uživatelské náklady jsou poté dány rozdílem nákladů emisí při stavebních pracích a nákladů emisí za normálního provozu [2].

$$NE = \sum ME_i * JNE_i * vkm \quad (4-1)$$

Kde:            i = typ emisí  
NE = náklady emisí [Kč]  
ME = míra emisí [tuna/km]  
JNE = jednotkové náklady emisí [Kč/tuna]  
vkm = vozokilometr

$$NE_{PZ} = NE_P - NE_{NP} \quad (4-2)$$

Kde:            NE<sub>PZ</sub> = Uživatelské náklady emisí pracovní zóny [Kč]  
NE<sub>P</sub> = Náklady emisí při projektu [Kč]  
NE<sub>NP</sub> = Náklady emisí za normálního provozu [Kč]

## 4.1 Odhad emisní míry a hodnota emisí

Pro odhad emisní míry existuje několik typů modelů. Tyto modely se liší zadanými parametry a metodou výpočtu. Míry emisí výfukových plynů jsou ovlivněny mnoha faktory, které jsou uvedeny v následující tabulce.

**Tabulka 4.1: faktory spojené s mírou emisí dopravních prostředků**

Charakteristika vozovky	Charakteristika dopravy	Charakteristiky řidičů	Typy vozidel	Počasí
počet pruhů	vytíženost	zkušenosti	stáří	teplota
šířka pruhů	kapacita	věk	najeté km	vlhkost
typy oblouků	rozložení podle typu vozidel	rozpoložení	hmotnost vozidla	viditelnost
profil	rychlost vozidel	agresivita	typ paliva	
typ vozovky		styl jízdy	velikost motoru	
kvalita povrchu			katalyzátor	
rychlostní limity			údržba	

Zdroj: Work zone road user cost [2]

Pro zjednodušení výpočtu bude použit statický model EMFAC, který je používán k odhadu produkovaných emisí za snížené rychlosti, což je případ této práce. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty předpokládaných množství emisí podle snížené rychlosti. Hodnoty uvedené ve studii (g/mi) byly přepočítány pro použití v místním prostředí (g/km).

**Tabulka 4.2: Množství emisí (g/km) podle snížené rychlosti**

Rychlost (km/h)	Osobní automobily				Nákladní automobily			
	NOX	PM10	SO <sub>x</sub>	NMVOC	NOX	PM10	SO <sub>x</sub>	NMVOC
<b>50</b>	0,53	0,02	0,00	0,5	6,39	0,19	0,07	1,08
<b>80</b>	0,51	0,02	0,00	0,43	7,05	0,14	0,07	0,88

Zdroj: Work zone road user cost [2]

Peněžítá hodnota emisí je uvedena v tabulce 4.3 a vychází z údajů studie HEATCO [3]. Opět se jedná o specifickou hodnotu pro Českou republiku přepočítanou na hodnotu v roce 2016.



**Tabulka 4.3: Peněžitá hodnota emisí dopravních prostředků (€/t)**

<b>Země</b>	<b>Typy emisí</b>			
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>x</sub>	NM <sub>VO</sub> C
<b>Česká republika</b>	4152	1427	532	86930

Zdroj: HEATCO [3]

## 5 Nezpeněžitelné vlivy

Další vlivy stavebních prací dopadající na uživatele v širším měřítku je důležité vzít také v potaz. Tyto vlivy jsou obecně složitě vyčíslitelné, a proto by měli být brány jako nezpeněžitelné dopady projektu při jeho přípravě. Podle Work zone road user cost [2] se jedná zejména o:

- Hluk
- Obchodní a sociální vlivy

### 5.1 Hluk

Nadměrný hluk způsobený stavebními činnostmi může mít nepříznivý vliv na účastníky silničního provozu, ale také na další zúčastněné strany, zejména obyvatelstvo žijící v blízkosti stavby. Hluk může být významným problémem zejména při výstavbě v noci v obydlených oblastech a hladina hluku může převyšovat místní nařízení. Kromě obecného nepohodlí může zvýšená hladina hluku způsobovat zdravotní potíže [2]. Proto je při plánování stavby nutné toto hledisko zohlednit a případně počítat s dalšími náklady např. na instalaci protihlukových bariér.

Zmiňovaný úsek dálnice D1 leží mimo obydlená území, proto nebudou uživatelské náklady hluku v dalších výpočtech uvažovány.

### 5.2 Obchodní dopady

Stavební zóny mohou ovlivnit dostupnost místních obchodních prostor, což má přímý dopad na místní obchod. Mnoho vlastníků obchodních prostor vykazuje v průběhu stavebních prací v blízkém okolí snížené zisky a např. pokles návštěvníků nebo uživatelů. Dopravní agentury by měly řešit zájmy jednotlivých podnikatelů vlastními silami pomocí studií dopadů ve fázi přípravy projektu s cílem najít kritické potřeby a priority různých druhů podniků. Poté by měly tyto dopady úpravou či rozšířením projektu co nejvíce snížit [2].

V dalších výpočtech uživatelských nákladů nebudou tyto dopady uvažovány, protože řešený úsek leží mimo zastavěné území.

## 6 Modernizace dálnice D1

Dálnice D1 je nejvytíženější komunikací na české dálniční síti a tvoří spojnicí mezi Prahou, Brnem a Ostravou. Denně po ní v různých částech projede od 35 tisíc až do 100 tisíc vozidel. Nejvyšší hodnoty vytížení jsou v okolí Prahy, a proto se v letech 1996–1999 přistoupilo k modernizaci a rozšíření na šestipruhové uspořádání právě mezi Prahou a Mirošovicemi. Navazující úsek Mirošovice – Kývalka se kvůli snížené vytíženosti bude dál provozovat jako čtyř pruhový [11].

Desítky let provozu bez větších modernizací přivedly dálnici ke konci životnosti, a proto je nutné přistoupit k celkové modernizaci. Místní opravy poruch, ať už jsou to trhliny nebo výškové posuny cementobetonových desek přestávají být efektivní a je nutné postupně celý úsek měřící 160,8 km z Mirošovic do Kývalky opravit a modernizovat. Hlavní změnou pro uživatele bude rozšíření kategorie ze stávající D26,5 na kategorii D28 rozšířením zpevněné krajnice (odstavného pruhu) dálnice o 0,75 m po obou stranách, čímž dojde ke zvýšení bezpečnosti v případě odstavení vozidla. Celý projekt je rozdělen na 20 stavebních mezikřižovatkových úseků [12].

Modernizace umožní vést v případě uzavírek jednoho jízdního pásu provoz v režimu 2+2, což není v případě před modernizací možné. Na základě informací ze serveru novaD1.cz [12] modernizace zahrnuje také:

- opravu konstrukce vozovky
- úpravu odbočovacích a připojovacích pruhů
- úpravu a rozšíření dálničních mostů a nadjezdů
- opravu kanalizace
- výměnu svodidel v celém úseku
- doplnění telematických zařízení a opravu a modernizaci stávajícího systému tísňového volání
- výměnu veškerých kabelových vedení ve středním dělicím pásu

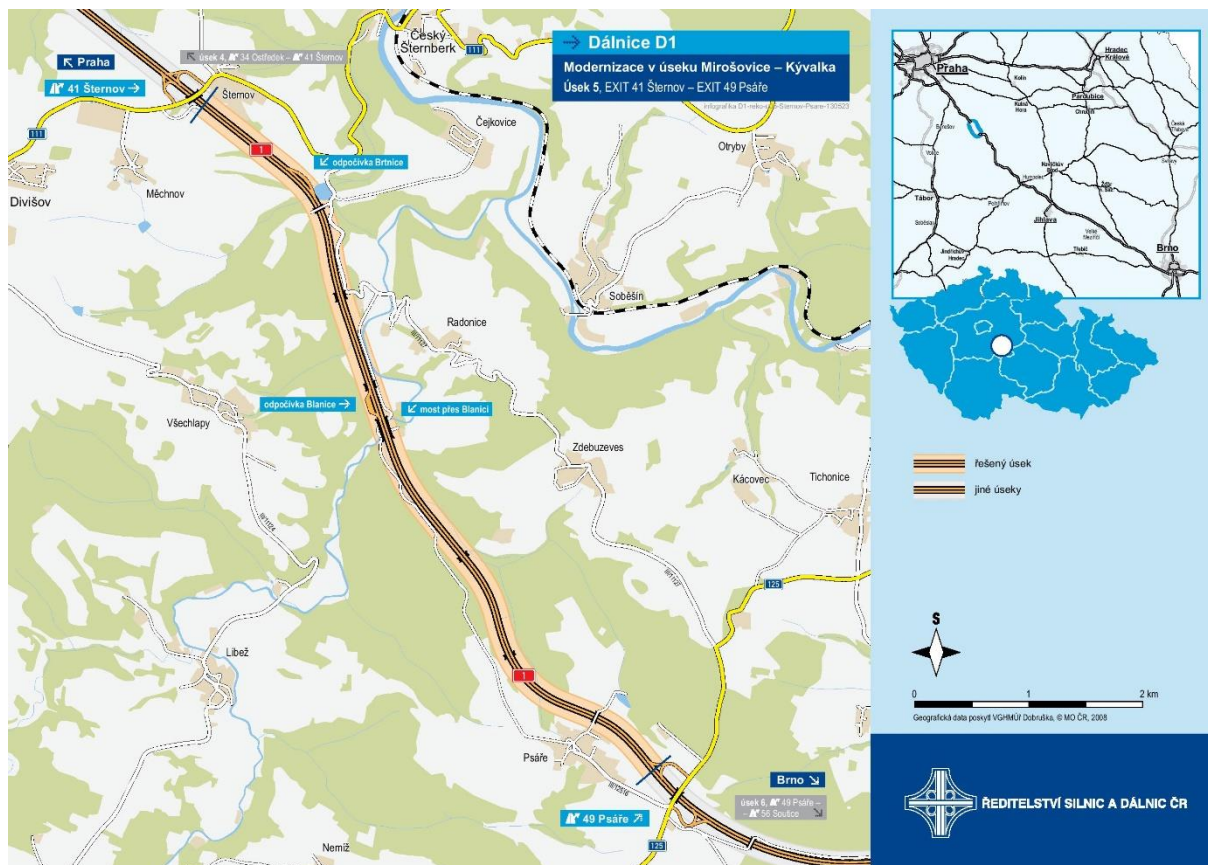
Uvedený způsob modernizace byl zvolen zejména na základě Metodického pokynu Ministerstva dopravy: Zásady pro hodnocení výhod a nevýhod asfaltových a cementobetonových technologií z hlediska jejich použití na dálnicích, rychlostních silnicích a silnicích I. třídy, CDV, 2010, který mimo jiné uvádí, že při překročení hranice 8500 nákladních

vozidel denně, je nutné použít cementobetonovou konstrukci vozovky [13]. V případě pouhé rekonstrukce dálnice, při které by došlo pouze k výměně povrchu, by podle Ředitelství silnic a dálnic ČR nebylo možné dosáhnout na podporu projektu z fondů Evropské unie [14].

## **6.1 Úsek 05, EXIT 41 Šternov – EXIT 49 Psáře**

Pro výpočet užitelských nákladů byl vybrán úsek č. 5. Hlavním kritériem výběru byl fakt, že daný úsek je v době psaní této práce již zmodernizován a v provozu. Také se jedná o úsek, který se svými parametry (délka, počet mostů, profil) nijak výrazně neliší od ostatních úseků. K dispozici je také dokumentace stavby, zejména technická zpráva a dopravně inženýrská opatření stavby (DIO), která jsou pro výpočet užitelských nákladů klíčová. Pro úsek 05 bylo vydáno stavební povolení v dubnu 2012, výběrové řízení bylo vyhlášeno v březnu 2012, začátek stavby byl v květnu 2013 a úsek byl plně uveden do provozu 1. prosince 2014. Hlavním zhotovitelem byla společnost Eurovia CS, a.s. a celkové náklady projektu byly 523 095 450 Kč [12], což je podle průměrného kurzu CZK/EUR pro rok 2016 podle serveru kurzy.cz [10] 19 373 906 €.

V rámci stavby je řešena modernizaci dálnice v úseku mezi meziúrovňovou křižovatkou Šternov (km 41,340) a meziúrovňovou křižovatkou Psáře (km 48,590) v kategorii D28/120 v délce 7,25 km. Součástí stavby je doplnění odstavných zálivů v místech, kde je zpevněná krajnice užší než 2,50 m, úprava hlásek tísňového volání, úpravy a doplnění přejezdů středních dělicích pásů, úprava odvodnění a inženýrských sítí v SDP a dopravního značení. V rámci řešeného úseku se nenachází žádná MÚK. Součástí modernizovaného úseku je 5 dálničních mostních objektů, 11 propustků, 2 nadjezdy nad dálnicí, 4 stávající přejezdy SDP, 4 páry SOS hlásek, dva portály zařízení pro provozní informace a mýtná brána. Na km 42,400 ve směru na Prahu se nachází odpočívka Brtnice. Ve směru na Brno je na 44,400 km připojena odpočívka Blanice [12].

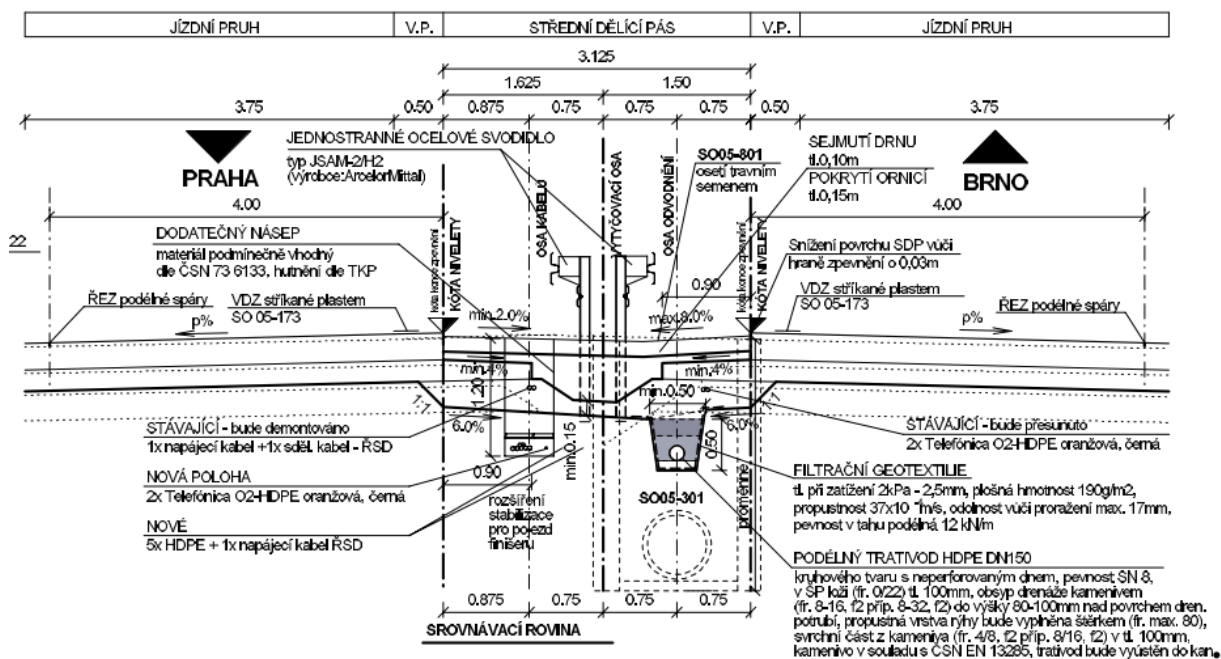


**Obrázek 6.1:** Mapa trasy vybraného úseku

Zdroj: [www.novad1.cz](http://www.novad1.cz) [12]

## 6.2 Technické řešení modernizace úseku 05

Vzhledem k rozsahu modernizace zůstává směrové řešení nezměněné. Výškové řešení rovněž nebude zásadně měněno. Dojde pouze k omezenému vyrovnání, které je dané vyrovnáním příčných sklonů (původní základní střechovitý sklon 2 % bude nově zvýšen na 2,5 %). Stávající šířkové uspořádání je upravováno pouze v úsecích s šířkou zpevnění 10,75 m. Úprava spočívá v rozšíření o 0,75 m na vnější stranu dálnice tak, aby výsledná šířka zpevnění byla minimálně 11,5 m v jednom jízdním pásu. Podél stoupacích pruhů je navrženo sjednocení šířky zpevnění v rámci celé dálnice D1 na 11,75 m. Vozovka dálnice bude tvořena kombinací asfaltové konstrukce a cementobetonové konstrukce [15]. Část vzorového příčného řezu je zobrazena na nadcházejícím obrázku.



Obrázek 6.2: Část příčného řezu v okolí středního děličího pásu

Zdroj: Projektová dokumentace projektu [15]

### 6.2.1 Asfaltová konstrukce vozovky

Asfaltové konstrukce vozovky jsou navrženy v okolí dálničních mostů, v úseku mezi mostem č. 046 a mostem přes Blanici č. 047-5. Obnovena bude také asfaltová konstrukce vozovky v místech napojení u obou odpočivek Brtnice a Blanice. Dále bude asfaltová konstrukce použita u přechodových klínů vozovky a u provizorních přejezdů SDP. Celková plocha je 14 984 m<sup>2</sup>, což tvoří 8,8 % celkového povrchu vozovky úseku 05. Podle technické zprávy, která je součástí projektové dokumentace [15] bude způsob a postup prací takový:

- odfrézování stávající asfaltové vrstvy na úroveň cementové stabilizace (150–270 mm)
- rozšíření podkladních vozovkových vrstev na celkovou šířku pásu 11,50 m. Přednostně je použit předdrcený vybouraný materiál. V ostatních případech je použita šterkodrt' frakce 0/32 o minimální tloušťce vrstvy 260 mm.
- recyklace zbylého konstrukčního souvrství s případným doplněným materiálem na hloubku min. 220 mm podle TP 208 technologií za studena
- rozprostření konstrukčního souvrství z asfaltových vrstev v celkové tloušťce 270 mm

## 6.2.2 Cementobetonová konstrukce vozovky

Cementobetonová vozovka je navržena v kompletním rozsahu hlavní trasy tohoto úseku s výjimkou úseků popsanych výše. Plocha CB vozovky je 154 852 m<sup>2</sup>, což tvoří 91,2 % povrchu úseku č. 05 [15]. Navržený způsob provedení prací bude takový:

- vybourání stávajícího cementobetonového krytu v předpokládané průměrné tloušťce 0,24 m.
- rozšíření podkladních vrstev pásů ve volné trase na 11,50 m, 11,75 m v úsecích se stoupacím pruhem a 12 m v úsecích s přidanými pruhy. Bude přednostně využít vybouraný drcený materiál. V ostatních případech bude použita šterkodrt' frakce 0/32 v minimální tloušťce vrstvy 260 mm.
- recyklace zbylého konstrukčního souvrství s případným doplněným materiálem na hloubku min. 220 mm podle TP 208 technologií za studena
- rozprostření dvouvrstvého CB krytu v tloušťce 270 mm (50 + 220 mm). CB kryt bude nevyztužený se spárami, opatřený kotvami a trny.

## 6.3 Dopravně inženýrská opatření stavby

Pro výpočet užitelských nákladů jsou podmínky, za kterých stavba probíhá a provoz je omezený, klíčové. Veškerá omezení vymezuje dokumentace dopravně inženýrských opatření stavby (DIO). Dopravní opatření v průběhu modernizace úseku 05 byla složena z více součástí. Ve zúžených úsecích byla nejvyšší dovolená rychlost 80 km/h. Při přejezdu středního dělicího pásu byla tato rychlost snížena na 60 km/h. Do levých jízdních pruhů, které byly zpravidla užší než pravé, neměla povolen vjezd vozidla širší než 2,0 m. Až na výjimky probíhal provoz v režimu 2+2, tedy průjezdné dva pruhy ve směru na Prahu a průjezdné dva pruhy ve směru na Brno. Při rekonstrukcích dálničních nadjezdů bylo nutné provoz dálnice přerušit. Při těchto přerušeních byla vždy vyznačena objízdna trasa a doba přerušení provozu byla v rámci hodin. Celá modernizace byla rozdělena do pěti etap a jejich podetap, které jsou dále popsány. Pokud není uvedeno jinak, veškeré další informace o etapách modernizace vychází z projektové dokumentace stavby a zejména DIO [15].



**Obrázek 6.3: Vedení dopravy v režimu 2+2 v rámci modernizace dálnice D1**

Zdroj: [www.ceskedalnice.cz](http://www.ceskedalnice.cz) [11]

## **Etapa 1**

V rámci etapy jedna došlo k omezením spojeným s vybudováním provizorních přejezdů středních dělicích pásu. Doprava byla v obou dopravních pásích svedena do pravého a odstavného pruhu v úsecích uvedených v následující tabulce:

**Tabulka 6.1: DIO Etapa 1**

<b>Počet pruhů</b>	<b>Směr</b>	<b>Délka (km)</b>	<b>Doba trvání (d)</b>
2	Brno	1,535	14
2	Praha	1,565	14

Zdroj: vlastní

## **Etapa 2A**

Dochází k opravě a rozšíření stoupacího pruhu ve směru na Prahu při režimu 2+1+1, kde jsou 2 zúžené pruhy ve směru na Brno a postupně je k nim přiveden jeden ve směru na Prahu v pravém dopravním pásu. V levém dopravním pásu probíhají stavební práce a doprava je tu vedena jedním pruhem ve směru na Prahu.



**Tabulka 6.2: Etapa 2A**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	5,270	56
2	Praha	5,915	56

Zdroj: vlastní

**Etapa 2AB**

V rámci etapy 2AB došlo k uzavření levých jízdních pruhů pravého i levého jízdního pásu z důvodu prací ve středním dělicím pásu. Po 2,4 km se omezení změnilo, levé jízdní pruhy byly otevřeny, ale byl uzavřen pravý odstavný pruh v levém jízdním pásu. Po celou dobu byla doprava vedena dvěma otevřenými pruhy v jednom směru, nejprve v režimu 2+2, poté v režimu 2+1+1.

**Tabulka 6.3: Etapa 2AB**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	7,250	15
2 (1+1)	Praha	7,250	12

Zdroj: vlastní

**Etapa 2AB – oprava mostu**

Další omezení v rámci etapy 2AB se váže na opravu mostu č. 047. Dochází k uzavření levého jízdního pásu a svedení dopravy ve směru na Prahu pouze do jednoho pruhu. Ve směru na Brno zůstává dopravní situace stejná, jako v etapě 2AB.

**Tabulka 6.4: Etapa 2AB oprava mostu**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
1	Praha	3,635	3
2	Praha	3,615	3

Zdroj: vlastní

## Etapa 2B1

V rámci této etapy dochází k pracím ve středním dělicím pásu a odstavném a pravém pruhu v levém jízdním pásu. Doprava je vedena v celé délce úseku převážně v režimu 2+2.

**Tabulka 6.5: Etapa 2B1**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	7,250	31
2 (1+1)	Praha	7,250	27

Zdroj: vlastní

## Etapa 2B2

V rámci etapy 2B2 dochází k betonáži mostní desky mostu č. 046. Je kompletně uzavřen levý jízdni pás a doprava je vedena v režimu 2+1.

**Tabulka 6.6: Etapa 2B2 oprava mostu**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
1	Praha	1,09	4
2	Praha	6,16	4

Zdroj: vlastní

## Etapa 2B3

V rámci etapy 2B3 probíhají práce ve středním dělicím pásu a doprava je v rámci úseku vedena v režimu 2+2.

**Tabulka 6.7: Etapa 2B3**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	7,250	30
2	Praha	7,250	30

Zdroj: vlastní

**Etapa 2B4**

Etapa 2B4 je poslední etapou před zimním přerušením prací. V části úseku probíhají práce ve středním dělicím pásu. Doprava je vedena v režimu 2+2. 18.12.2013 dochází k odstranění veškerých dopravních omezení.

**Tabulka 6.8: Etapa 2B4**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	4,230	18
2	Praha	4,230	18

Zdroj: vlastní

**Etapa 2B5**

Po zimní přestávce pokračuje stavba etapou 2B5, ve kterém probíhají práce ve středním dělicím pásu a probíhá výstavba provizorních přejezdů SDP. Provoz je omezen v režimu 2+2.

**Tabulka 6.9: Etapa 2B5**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	4,490	28
2	Praha	5,360	28

Zdroj: vlastní

### **Etapa 3.1 až 3.5**

V rámci etap 3.1 až 3.5 probíhají přípravné práce pro kompletní uzavření pravého jízdního pásu v etapě 3.6. Proběhne postupně zpevnění krajnice stoupacího pruhu, odstranění zvučícího efektu vodorovného dopravního značení a vyznačení značení nového. Proběhnou montáže dočasných svodidel oddělující jízdní směry a montáže dočasných svodidel v čele uzavírky. Omezení vzniknuvší těmito pracemi jsou shrnuta v následující tabulce.

**Tabulka 6.10: Etapa 3.1-3.5**

<b>Počet pruhů</b>	<b>Směr</b>	<b>Délka (km)</b>	<b>Doba trvání (d)</b>
2	Praha	7,25	1
1	Praha	7,25	1
1	Praha	7,25	2
1	Brno	3,44	2
1	Brno	1,4	2

Zdroj: vlastní

### **Etapa 3.6**

Etapu 3.6 tvoří nejdelší konzistentní omezení provozu. V rámci etapy bude doprava vedena pouze v levém jízdním pásu v režimu 2+2 a bude probíhat kompletní rekonstrukce vozovky v pravém jízdním pásu včetně mostních objektů.

**Tabulka 6.11: Etapa 3.6**

<b>Počet pruhů</b>	<b>Směr</b>	<b>Délka (km)</b>	<b>Doba trvání (d)</b>
2	Brno	7,250	113
2	Praha	7,250	113

Zdroj: vlastní

## Etapa 4.1

Kompletní dokončení pravého jízdního pásu zjednoduší dopravní situaci a urychlí výstavbu. V rámci etapy 4.1 probíhají přípravné práce pro úplné uzavření levého jízdního pásu. Jedná se zejména o přesun dočasných svodidel. Doprava je vedena v režimu 2+1 postupně v obou směrech.

**Tabulka 6.12: Etapa 3.1-3.5**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Praha	7,25	1,5
1	Praha	7,25	1,5
2	Brno	7,25	1,5
1	Brno	7,25	1,5

Zdroj: vlastní

## Etapa 4.2

Dochází ke kompletní uzavírce levého jízdního pásu. V etapě 4.2 dochází k obdobným pracím, jako v etapě 3.6. Doprava je vedena v režimu 2+2

**Tabulka 6.13: Etapa 4.2**

Počet pruhů	Směr	Délka (km)	Doba trvání (d)
2	Brno	7,250	92
2	Praha	7,250	92

Zdroj: vlastní

## Etapa 5

V rámci etapy 5 probíhají práce ve středním dělicím pásu. Doprava je vedena v režimu 2+2 podél celé délky pracoviště. Bude také probíhat demontáž provizorních betonových vozidel, která svede dopravu na jeden den do režimu 2+1.

**Tabulka 6.14: Etapa 5**

<b>Počet pruhů</b>	<b>Směr</b>	<b>Délka (km)</b>	<b>Doba trvání (d)</b>
2	Brno	7,250	25
2	Praha	7,250	24
1	Praha	4,300	1

Zdroj: vlastní

### **Etapa 5.2**

V další etapě probíhají práce ve středním dělicím pásu a opravy nezpevněné krajnice. Dochází k celkovým dokončovací pracím, odstranění provizorního a vytvoření nového PDZ. Doprava bude vedena v režimu 2+2 až do úplného uvedení do provozu.

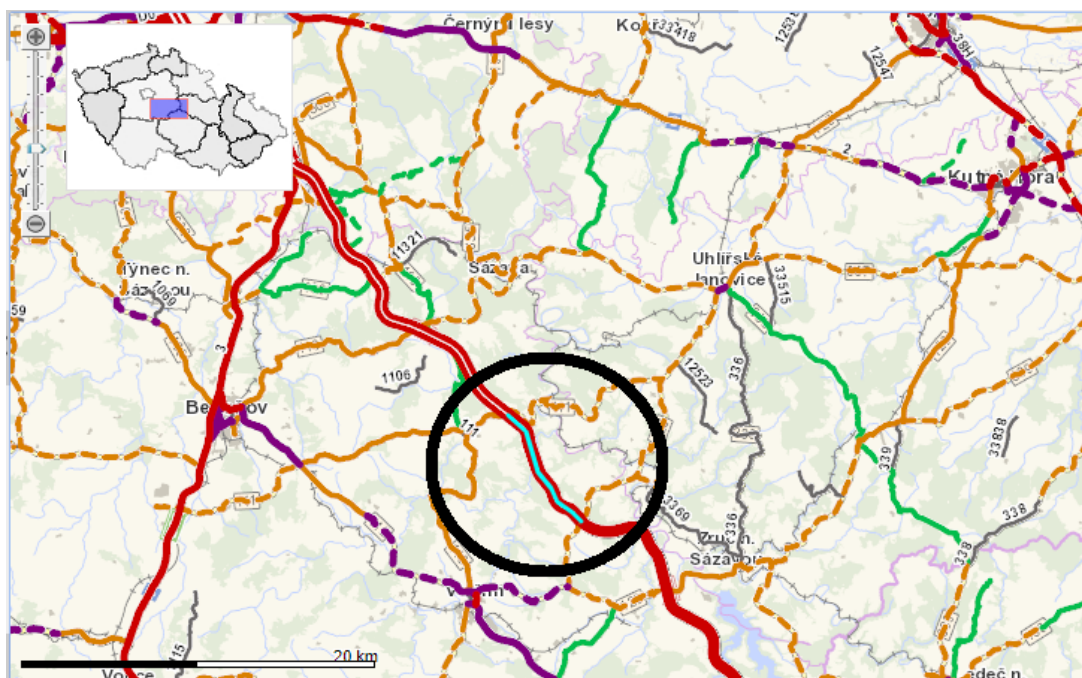
**Tabulka 6.15: Etapa 4.2**

<b>Počet pruhů</b>	<b>Směr</b>	<b>Délka (km)</b>	<b>Doba trvání (d)</b>
2	Brno	7,250	20
2	Praha	7,250	20

Zdroj: vlastní

## 7 Způsob výpočtu uživatelských nákladů zpoždění v úseku 05

Jak je uvedeno ve vzorci (2-1), uživatelské náklady zpoždění jsou dány součtem uživatelských nákladů zpoždění pracovního cestovního času, osobního cestovního času, času zpoždění autobusů a uživatelských nákladů zpoždění přepravovaného materiálu. Pro výpočet je nutné znát ekonomické hodnoty vztažené na hodinu určitého typu zpoždění. Tyto údaje poskytuje studie HEATCO [3]. Je nutné znát průměrnou obsazenost osobních automobilů, která je podle Příručky Indikátory OPD [16] 1,9 osoby/vozidlo. Průměrná obsazenost autobusů je podle stejného zdroje 36 osob/autobus. Přepravní prognóza ve veřejné dopravě určuje poměr mezi osobními a pracovními cestami osobních vozidel, kdy na 80 % osobních cesty připadá 20 % pracovních cest [17]. Pro výpočet uživatelských nákladů zpoždění zboží, je nutné znát průměrné naložení kamionu na území ČR. Podle statistiky Eurostat [18] je průměrné naložení kamionu 12 tun. Dále je nutné znát roční průměrné denní intenzity dopravy v úseku. Tyto údaje poskytuje Ředitelství silnic a dálnic, respektive webová stránka scitani2016.rsd.cz [19].



Obrázek 7.1: Mapa sčítání dopravy s vyznačeným úsekem

Zdroj: Celostátní mapa sčítání dopravy [19]

Sčítání dopravy 2016 (sč.úsek: 1-8060)													... význam zkratk				
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	3 896	1 367	344	238	123	5 709	421	0	0	0	12 098	32 109	62	44 269		
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	4 824	1 692	429	294	154	7 120	457	0	0	0	14 970	33 265	57	48 292		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	1 574	552	132	96	47	2 187	331	0	0	0	4 919	29 219	72	34 210		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											1 212	4 437				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											1 156	4 228				
Těžká nákladní vozidla - TNV												TNV					
Hodnota TNV	voz/den											16 309					
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											24 117	4 238	3 865	32 220		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											5 759	799	1 087	7 645		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											2 295	884	1 225	4 404		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											5 598	678	279	1 075	73	7 703
Koeficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gama	PS		
Koeficient nerovnoměrnosti dopravy	-											1.11	1.11	1.00	68.32		
Intenzita cyklistické dopravy												C					
Cyklistická doprava	cyklo/den											0					

**Obrázek 7.2: Roční průměrné denní intenzity ve vybraném úseku**

Zdroj: Celostátní mapa sčítání dopravy [19]

## 7.1 Stanovení intenzity dopravy v úseku 05

Podle mapy sčítání dopravy z roku 2016 [19] byly denní průměry následující:

- 32 109 osobních automobilů
- 11 677 nákladních automobilů
- 421 autobusů

Pro přesnější výpočet uživatelských nákladů zpoždění je nutné brát v úvahu různé intenzity dopravy v průběhu dne. Na základě dopravních průzkumů, které si nechalo zpracovat Ministerstvo financí, a dokumentu Stanovení intenzit dopravy [20] budou uvažovány koeficienty intenzit dopravy podle následující tabulky:



**Tabulka 7.1: koeficienty dopravní intenzity**

Čas	Koef. intenzity	Čas	Koef. intenzity	Čas	Koef. intenzity	Čas	Koef. intenzity
0:00 – 1:00	0,91	6:00 – 7:00	4,74	12:00–13:00	5,89	18:00–19:00	5,48
1:00 – 2:00	0,7	7:00 – 8:00	6,82	13:00–14:00	6,19	19:00–20:00	4,04
2:00 – 3:00	0,65	8:00 – 9:00	7,37	14:00–15:00	6,59	20:00–21:00	2,9
3:00 – 4:00	0,75	9:00 – 10:00	6,45	15:00–16:00	6,96	21:00–22:00	2,19
4:00 – 5:00	1,07	10:00–11:00	5,78	16:00–17:00	7,08	22:00–23:00	1,67
5:00 - 6:00	2,24	11:00-12:00	5,73	17:00-18:00	6,56	23:00-24:00	1,23

Zdroj: Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích [20]

## 7.2 Doba zpoždění v úseku 05

Rozdílem doby průjezdu úsekem za normálního provozu a doby průjezdu za snížené rychlosti v důsledku dopravních omezení získáme dobu zpoždění. Takto lze postupovat až do navýšení a překročení kapacity dopravního pruhu. Na základě Handbook of road technology [4] byla stanovena kapacita jednoho jízdního pruhu na 900 vozidel/hodinu. K omezení této kapacity dochází při výrazném zúžení pruhů a to o 11 % celkové kapacity průjezdnosti. Pokud je vytížení nižší nebo rovné 900 voz/h/jp, rychlost vozidel je počítána jako určených 80 km/h. Pokud dochází k překročení kapacity, rychlost se postupně snižuje. Podle obrázku 2.1 nastává zlomový bod při kapacitě 2000 voz/h/jp a rychlosti 50 km/h. Při překročení takové kapacity klesá jak rychlost, tak kapacita jízdního pruhu. Rozložení intenzity je dané násobkem celkových intenzit dopravních prostředků a jejich PCU a koeficientu intenzity. V případě prvního údaje v čase 0:00-1:00 je výpočet rozložení intenzity takový:

$$RI_{01} = (RPDI_{NA} * PCU_{NA} + RPDI_A * PCU_A + RPDI_{OA} * PCU_{OA}) * KI_{01} * 0,01 = (11\ 677 * 3 + 421 * 3 + 32\ 109 * 1) * 0,91 * 0,01 = 622,5 \text{ vozidel/h}$$

**Tabulka 7.2: Rozložení dopravy na základě intenzity**

Čas	koef. Intenzity	rozložení intensity RI	I – intenzita v 1 směru
0:00-1:00	0.91	622.5	311.2
1:00-2:00	0.7	478.8	239.4
2:00-3:00	0.65	444.6	222.3
3:00-4:00	0.75	513.0	256.5
4:00-5:00	1.07	731.9	366.0
5:00-6:00	2.24	1532.2	766.1
6:00-7:00	4.74	3242.3	1621.2
7:00-8:00	6.82	4665.1	2332.5
8:00-9:00	7.37	5041.3	2520.7
9:00-10:00	6.45	4412.0	2206.0
10:00-11:00	5.78	3953.7	1976.8
11:00-12:00	5.73	3919.5	1959.7
12:00-13:00	5.89	4028.9	2014.5
13:00-14:00	6.19	4234.1	2117.1
14:00-15:00	6.59	4507.8	2253.9
15:00-16:00	6.96	4760.8	2380.4
16:00-17:00	7.08	4842.9	2421.5
17:00-18:00	6.56	4487.2	2243.6
18:00-19:00	5.48	3748.5	1874.2
19:00-20:00	4.04	2763.5	1381.7
20:00-21:00	2.9	1983.7	991.8
21:00-22:00	2.19	1498.0	749.0
22:00-23:00	1.67	1142.3	571.2
23:00-24:00	1.23	841.4	420.7

Zdroj: vlastní

V další tabulce jsou porovnány hodinové průjezdy jízdnic pruhů s kapacitou těchto pruhů. Při překročení je snížena rychlost na základě míry překročení. Výsledná rychlost je poté zdrojem pro výpočet zpoždění v daném úseku. Pro příklad je použit výpočet pro provoz v režimu 2+2 při délce úseku 1 km. Výsledky jsou uvažovány pouze v jednom směru zejména kvůli rozdílným délkám omezení v úseku. Příkladem může být etapa 2A, kde jsou ve směru na Brno omezení v délce 5,27 km a ve směru na Prahu v délce 5,915 km.

Tabulka 7.3: výpočet ztráty času

Čas	I – intenzita pro 1 dp	K – Kapacita 2 pruhů	K/I	Vu	ztráta času na 1 km pruhu (s)
0:00-1:00	311.2	1602.0	5.1	80.0	15.0
1:00-2:00	239.4	1602.0	6.7	80.0	15.0
2:00-3:00	222.3	1602.0	7.2	80.0	15.0
3:00-4:00	256.5	1602.0	6.2	80.0	15.0
4:00-5:00	366.0	1602.0	4.4	80.0	15.0
5:00-6:00	766.1	1602.0	2.1	80.0	15.0
6:00-7:00	1621.2	1602.0	1.0	79.1	15.5
7:00-8:00	2332.5	1602.0	0.7	54.9	35.5
8:00-9:00	2520.7	1602.0	0.6	50.8	40.8
9:00-10:00	2206.0	1602.0	0.7	58.1	32.0
10:00-11:00	1976.8	1602.0	0.8	64.8	25.5
11:00-12:00	1959.7	1602.0	0.8	65.4	25.0
12:00-13:00	2014.5	1602.0	0.8	63.6	26.6
13:00-14:00	2117.1	1602.0	0.8	60.5	29.5
14:00-15:00	2253.9	1602.0	0.7	56.9	33.3
15:00-16:00	2380.4	1602.0	0.7	53.8	36.9
16:00-17:00	2421.5	1602.0	0.7	52.9	38.0
17:00-18:00	2243.6	1602.0	0.7	57.1	33.0
18:00-19:00	1874.2	1602.0	0.9	68.4	22.6
19:00-20:00	1381.7	1602.0	1.2	80.0	15.0
20:00-21:00	991.8	1602.0	1.6	80.0	15.0
21:00-22:00	749.0	1602.0	2.1	80.0	15.0
22:00-23:00	571.2	1602.0	2.8	80.0	15.0
23:00-24:00	420.7	1602.0	3.8	80.0	15.0

Zdroj: vlastní

Pouze sečtení denního zpoždění a vynásobení výsledku počtem osobních a nákladních aut podle RPDI by zanedbalo rozložení intenzity provozu během dne. Následující tabulka zobrazuje celková zpoždění v průběhu dne a jejich sumu, která bude ve výpočtu dále použita.

Tabulka 7.4: Výpočet celkových zpoždění podle typu dopravního prostředku

Čas	Vu	Ztráta času na 1 km pruhu (s)	Počet osob. aut/h	Počet nákl. aut/h	Počet autobusů /h	Zpoždění osob.aut. (h)	Zpoždění nákl.aut. (h)	Zpoždění autobusů (h)
0:00-1:00	80.0	15.0	146	53	2	0.6	0.2	0.01
1:00-2:00	80.0	15.0	112	41	1	0.5	0.2	0.01
2:00-3:00	80.0	15.0	104	38	1	0.4	0.2	0.01

3:00-4:00	80.0	15.0	120	44	2	0.5	0.2	0.01
4:00-5:00	80.0	15.0	172	62	2	0.7	0.3	0.01
5:00-6:00	80.0	15.0	360	131	5	1.5	0.5	0.02
6:00-7:00	79.1	15.5	761	277	10	3.3	1.2	0.04
7:00-8:00	54.9	35.5	1095	398	14	10.8	3.9	0.14
8:00-9:00	50.8	40.8	1183	430	16	13.4	4.9	0.18
9:00-10:00	58.1	32.0	1036	377	14	9.2	3.3	0.12
10:00-11:00	64.8	25.5	928	337	12	6.6	2.4	0.09
11:00-12:00	65.4	25.0	920	335	12	6.4	2.3	0.08
12:00-13:00	63.6	26.6	946	344	12	7.0	2.5	0.09
13:00-14:00	60.5	29.5	994	361	13	8.1	3.0	0.11
14:00-15:00	56.9	33.3	1058	385	14	9.8	3.6	0.13
15:00-16:00	53.8	36.9	1117	406	15	11.4	4.2	0.15
16:00-17:00	52.9	38.0	1137	413	15	12.0	4.4	0.16
17:00-18:00	57.1	33.0	1053	383	14	9.7	3.5	0.13
18:00-19:00	68.4	22.6	880	320	12	5.5	2.0	0.07
19:00-20:00	80.0	15.0	649	236	9	2.7	1.0	0.04
20:00-21:00	80.0	15.0	466	169	6	1.9	0.7	0.03
21:00-22:00	80.0	15.0	352	128	5	1.5	0.5	0.02
22:00-23:00	80.0	15.0	268	98	4	1.1	0.4	0.01
23:00-24:00	80.0	15.0	197	72	3	0.8	0.3	0.01
						<b>125.5</b>	<b>45.6</b>	<b>1.65</b>

Zdroj: vlastní

### 7.3 Stanovení hodnoty ÚNZ na 1 km omezení úseku

Dále se postupuje podle vzorců (2-1) až (2-5).

$$UNZ_P = T_Z * PPC * PO * EH_P = 125,5 * 0,2 * 1,9 * 34,47 = 1644 \text{ €} \quad (2-2)$$

Kde:  $UNZ_P$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $PPC$  – poměr pracovních a osobních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost vozidla [osoba/vozidlo]  
 $EH_P$  – ekonomická hodnota pracovního času [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady dané zpožděním při osobní cestě jsou počítány takto:

$$UNZ_O = T_Z * POC * PO * EH_O = 125,5 * 0,8 * 1,9 * 14,93 = 2848 \text{ €} \quad (2-3)$$

Kde:  $UNZ_O$  – uživatelské náklady zpoždění osobního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $POC$  – poměr osobních a pracovních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost vozidla [osoba/vozidlo]  
 $EH_O$  – ekonomická hodnota osobního času [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady dané zpožděním při cestě autobusem jsou počítány takto:

$$UNZ_A = T_Z * POC * PO * EH_{OA} + T_Z * PPC * PO * EH_{PA} = 1,65 * 0,2 * 36 * 27,65 + 1,65 * 0,8 * 36 * 10,74 = 837 \text{ €} \quad (2-4)$$

Kde:  $UNZ_A$  – uživatelské náklady zpoždění autobusu [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech osobních vozidel [h]  
 $POC$  – poměr osobních a pracovních cest  
 $PO$  – průměrná obsazenost autobusu [osoba/vozidlo]  
 $EH_{OA}$  – ekonomická hodnota osobního času v autobuse [€/osoba/hod]  
 $PPC$  – poměr pracovních a osobních cest  
 $EH_{PA}$  – ekonomická hodnota pracovního času v autobuse [€/osoba/hod]

Uživatelské náklady plynoucí ze zpoždění při přepravě zboží jsou počítány takto:

$$UNZ_Z = T_Z * PN * EH_Z = 45,6 * 12 * 4,97 = 2\,720 \text{ €} \quad (2-5)$$

Kde:  $UNZ_Z$  – uživatelské náklady zpoždění pracovního času [€/den]  
 $T_Z$  – doba zpoždění všech nákladních vozidel [h]  
 $PN$  – průměrné naložení vozidla [t/vozidlo]  
 $EH_Z$  – ekonomická hodnota přepravovaného zboží [€/tuna/hod]

$$UNZ = UNZ_P + UNZ_O + UNZ_A + UNZ_Z = 1\,644 + 2\,848 + 837 + 2\,720 = 8\,049 \text{ €/den} \quad (2-1)$$

Uživatelské náklady jsou tedy pro 1 km úseku za jízdy ve zpomaleném zúženém pásu se dvěma jízdními pruhy 8 049 €/den.

V případě vedení dopravy pouze jedním pruhem (opravy mostů atd.) dochází k nárůstu zpoždění. Kapacita jízdního pruhu je překročena a doprava může kolabovat. Na základě kapacity 900 v/h/jp byla na 1 km úseku stejným způsobem jako v předchozím případě vypočítána denní zpoždění na základě takových dopravních omezení.

**Tabulka 7.5: Zpoždění s jedním jízdním pruhem**

Čas	Intenzita dopravy	Kapacita pruhu	Vu	Zpoždění osob.aut (h)	Zpoždění nákl.aut. (h)	Zpoždění autobusů (h)
0:00-1:00	305.5	900.0	80.0	0.6	0.23	0.01
1:00-2:00	235.0	900.0	80.0	0.5	0.17	0.01
2:00-3:00	218.2	900.0	80.0	0.4	0.16	0.01
3:00-4:00	251.8	900.0	80.0	0.5	0.18	0.01
4:00-5:00	359.2	900.0	80.0	0.7	0.26	0.01
5:00-6:00	752.0	900.0	80.0	1.5	0.54	0.02
6:00-7:00	1591.2	900.0	45.2	10.5	3.81	0.14
7:00-8:00	2289.5	900.0	31.4	25.7	9.34	0.34
8:00-9:00	2474.1	900.0	29.1	30.8	11.20	0.40
9:00-10:00	2165.3	900.0	33.3	22.5	8.19	0.30
10:00-11:00	1940.3	900.0	37.1	17.3	6.28	0.23
11:00-12:00	1923.6	900.0	37.4	16.9	6.15	0.22
12:00-13:00	1977.3	900.0	36.4	18.1	6.58	0.24
13:00-14:00	2078.0	900.0	34.6	20.4	7.42	0.27
14:00-15:00	2212.3	900.0	32.5	23.7	8.62	0.31
15:00-16:00	2336.5	900.0	30.8	26.9	9.80	0.35
16:00-17:00	2376.8	900.0	30.3	28.0	10.20	0.37
17:00-18:00	2202.2	900.0	32.7	23.4	8.52	0.31

18:00-19:00	1839.6	900.0	39.1	15.1	5.51	0.20
19:00-20:00	1356.2	900.0	53.1	6.8	2.48	0.09
20:00-21:00	973.5	900.0	74.0	2.4	0.88	0.03
21:00-22:00	735.2	900.0	80.0	1.5	0.53	0.02
22:00-23:00	560.6	900.0	80.0	1.1	0.41	0.01
23:00-24:00	412.9	900.0	80.0	0.8	0.30	0.01
				<b>296.3</b>	<b>107.8</b>	<b>3.9</b>

Zdroj: vlastní

Na základě těchto zpoždění jsou vypočítány uživatelské náklady zpoždění.

$$UNZ = UNZ_p + UNZ_o + UNZ_A + UNZ_z = 296,3 * 1,9 * (0,2 * 34,47 + 0,8 * 14,93) + 3,9 * 36 * (0,2 * 27,65 + 0,8 * 10,74) + 114,5 * 12 * 4,97 = 19\,417 \text{ €/den} \quad (2-1)$$

Při vedení dopravy jedním pruhem tedy budou uživatelské náklady na 1 km takového úseku v jednom směru 19 417 €/den.

#### 7.4 Uživatelské náklady zpoždění na úseku 05

Dopravně inženýrská opatření stavby jasně definují způsoby režimu dopravy na úseku 5.

Veškerá dopravní omezení a opatření jsou shrnuta v následující tabulce.

**Tabulka 7.6: Konečný výpočet UNZ úseku 05**

Číslo etapy	Počet jp (směr Brno)	Počet jp (směr Praha)	Doba omezení (směr Brno)	Doba omezení (směr Praha)	Délka úseku (směr Brno)	Délka úseku (směr Praha)	UNZ (€)
1	2	2	14	14	1.535	1.565	349392
2A	2	2	56	56	5.27	5.915	5042511
2AB	2	2	15	12	7.25	7.25	1575885
2AB oprava mostu	0	2	0	3	0	3.615	87308
2AB oprava mostu	0	1	0	3	0	3.635	207264
2B1	2	2	31	27	7.25	7.25	3385235
2B2 oprava mostu	0	2	0	4	0	6.16	198364

2B2 oprava mostu	0	1	0	4	0	1.09	82868
2B3	2	2	30	30	7.25	7.25	3501968
2B4	2	2	18	18	4.23	4.23	1225930
2B5	2	2	28	28	4.49	5.36	2220328
3.1	0	2	0	1	0	7.25	58366
3.2	0	1	0	1	0	7.25	137796
3.3	0	1	0	2	0	7.25	275592
3.4	1	0	2	0	3.44	0	130764
3.5	1	0	2	0	1.4	0	53218
3.6	2	2	113	113	7.25	7.25	13190745
4.1a	2	2	1.5	1.5	7.25	7.25	175098
4.1b	1	1	1.5	1.5	7.25	7.25	413388
4.2	2	2	92	92	7.25	7.25	10739367
5a	2	2	25	24	7.25	7.25	2859940
5b	0	1	0	1	0	7.25	137796
5.2	2	2	20	20	7.25	7.25	2334645
SUMA							<b>48,383,769 €</b>

Zdroj: vlastní

Uživatelské náklady zpoždění pro úsek 05 jsou tedy 48 383 769 €.



## **8 Náklady zvýšeného rizika dopravních nehod v úseku 05**

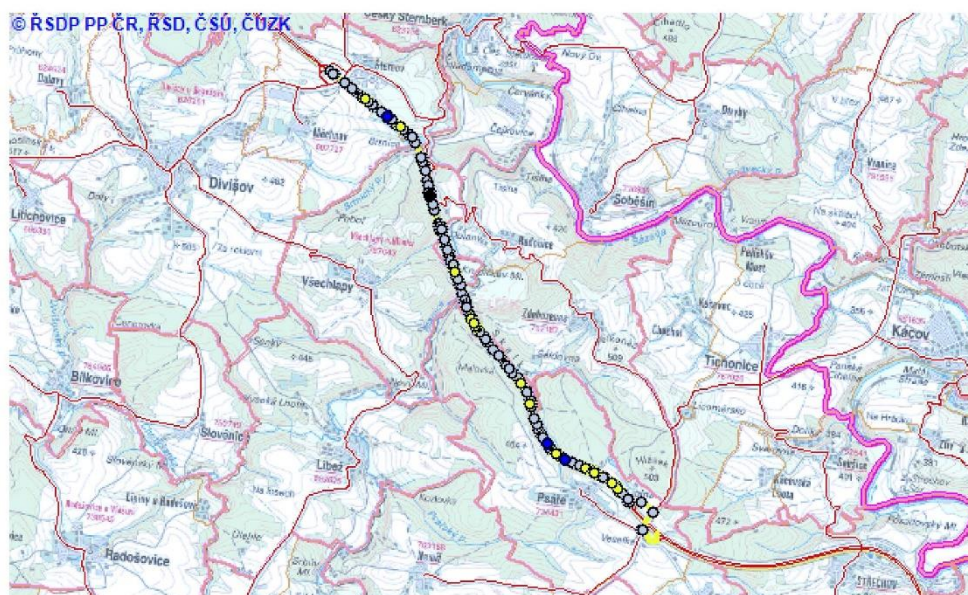
Výpočet nákladů dopravních nehod vychází z dat nehodovosti v tomto úseku. Na internetových stránkách jdvm.cz [21] spravovaných Ministerstvem dopravy je k dispozici mapa veškerých nahlášených dopravních nehod. Nehody v rámci úseku Šternov – Psáře sumarizuje protokol automaticky vygenerovaný z internetové mapy. Byl vybrán časový interval od 1.1.2007 do 31.12.2012, tedy 6 let. Poté se dálnice modernizovala a tato modernizace by měla zvýšit bezpečnost a snížit nehodovost dálničního úseku. Protože jsou počítány uživatelské náklady v rámci této modernizace, nemá smysl nehodovost po modernizaci v rámci tohoto výpočtu uvažovat.

## Celkový přehled nehod v silničním provozu na vybrané trase pozemních komunikací

**Období: 2007/01/01 - 2012/12/31**

**Počáteční uzel trasy: 1333A01006 Psáře (Středočeský kraj)**

**Koncový uzel trasy: 1333A00904 Divišov (Středočeský kraj)**



### Souhrnný statistický přehled o nehodách na komunikacích zvolené trasy

Počet nehod celkem		190
Počet nehod s následky na zdraví		21
Počet usmrcených osob (stav do 24 hod.)	●	2
Počet těžce zraněných osob (stav do 24 hod.)	●	3
Počet lehce zraněných osob (stav do 24 hod.)	●	33
Počet nehod pod vlivem alkoholu		0

## 8.1 Výpočet míry rizika nehodovosti v úseku 05

Nejdříve je nutné vypočítat míru rizika nehodovosti podle vzorce (3-2). Ta vychází z počtu dopravních nahlášených dopravních nehod. Počet je nutné přenásobit koeficientem pro nenahlášené dopravní nehody.

**Tabulka 8.1: Počty dopravních nehod**

Následky nehody	Počet nehod v úseku 05	Koef. nenahlášených nehod	Počet nehod pro výpočet
Úmrtí	2	1,02	2,04
Těžké zranění	3	1,5	4,5
Lehké zranění	33	3	99
Škody na majetku	169	6	1 014

Zdroj: vlastní

Míry rizika nehodovosti jsou rozděleny podle následků nehody. Výpočet je potom:

$$MRNu = \frac{N * 10^6}{T * L * RPDI * 365} = \frac{2,04 * 10^6}{6 * 7,25 * 37054 * 365} = 0,003\ 467 \text{ nehody/milion vkm} \quad (3-2)$$

Kde: MRNu – míra rizika nehodovosti s následkem úmrtí

N – počet nehod s následkem úmrtí

T – sledované období (roky)

RPDI – roční průměr denních intenzit (vychází ze statistik pro rok 2010)

$$MRNt = \frac{N * 10^6}{T * L * RPDI * 365} = \frac{4,5 * 10^6}{6 * 7,25 * 37\ 054 * 365} = 0,007\ 648 \text{ nehody/milion vkm} \quad (3-2)$$

Kde: MRNt – míra rizika nehodovosti s následkem těžkého zranění

$$MRNl = \frac{N * 10^6}{T * L * RPDI * 365} = \frac{99 * 10^6}{6 * 7,25 * 37\ 054 * 365} = 0,168\ 274 \text{ nehody/milion vkm}$$

Kde: MRNl – míra rizika nehodovosti s následkem těžkého zranění

$$MRNm = \frac{N * 10^6}{T * L * RPDI * 365} = \frac{1014 * 10^6}{6 * 7,25 * 37054 * 365} = 1,723\ 537 \text{ nehody/milion vkm} \quad (3-2)$$

Kde: MRNm – míra rizika nehodovosti s následkem škody na majetku

Vypočtené míry nehodovosti jsou poté přenásobeny koeficientem CMF pro zvýšené riziko při stavebních pracích. Výsledky zachycuje následující tabulka:

**Tabulka 8.2: MRN s koeficienty CMF**

Následky nehody	MRN	CMF	MRN v prac. zóně
Úmrtí	0,003467	1,77	0,006137
Těžké zranění	0,007648	1,6	0,012238
Lehké zranění	0,168274	1,6	0,269239
Škody na majetku	1,723537	1,9	3,274721

Zdroj: vlastní

## 8.2 Stanovení celkové hodnoty UNdn v úseku 05

Pro další část výpočtu je nutné znát délku pracovní zóny a celkovou dobu, po kterou byla plánována dopravní omezení v úseku. Délka úseku je 7,25 km. Práce začaly v květnu 2013 a skončily 1. prosince 2014, celkem tedy 579 dní. V rámci výstavby proběhla zimní přestávka, trvající od 18.12.2013 do 1.3.2014, tedy 72 dní. Pro další výpočet bude tedy uvažovaná délka projektu 507 dní. Pro tento výpočet jsou uvažována data ze sčítání dopravy pro rok 2010. RPDI pro tento rok byly 37054 vozidel denně. Celkový počet najetých milionů vkm je daný následujícím součinem:

$$NVKM = DU * RPDI * DP = 7,250 * 37\ 054 * 507 = 136\ 201\ 241 \text{ vkm} \cong 136,2 \text{ mil. vkm} \quad (8-1)$$

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 1-8060)													... význam zkratk				
Roční průměr denních intenzit dopravy		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - všechny dny	voz/den	3 052	1 256	332	300	354	4 012	382	0	0	0	9 688	27 259	107	37 054		
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV		
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	3 348	1 378	364	329	388	4 401	419	0	0	0	10 627	29 900	117	40 644		
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	2 348	966	255	231	272	3 086	294	0	0	0	7 453	20 970	82	28 505		
Hodinová intenzita dopravy												TV	SV				
Padesátirázová intenzita dopravy	voz/h											966	3 693				
Špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											1 097	4 196				
Těžká nákladní vozidla - TNV													TNV				
Hodnota TNV	voz/den												12 684				
Intenzita dopravy pro hlukové a emisní výpočty												OA	NA	NS	Celkem		
Roční průměr intenzit, den (06-18)	voz/den											19 915	3 631	3 419	26 965		
Roční průměr intenzit, večer (18-22)	voz/den											4 580	835	786	6 202		
Roční průměr intenzit, noc (22-06)	voz/den											2 871	524	493	3 887		
Emise												OA	LNA	TNA	NS	BUS	Celkem
Roční špičková hodinová intenzita dopravy	voz/h											3 304	368	188	567	46	4 473
Koefficienty nerovnoměrnosti dopravy												alfa	beta	gamma	PS		
Koefficient nerovnoměrnosti dopravy	-											1.10	1.16	0.95	69.31		
Intenzita cyklistické dopravy													C				
Cyklistická doprava	cyklo/den												0				

Obrázek 8.2: Roční průměr denních intenzit dopravy v úseku 05 pro rok 2010

Zdroj: Celostátní mapa sčítání dopravy [19]

V konečné fázi výpočtu je potřeba dopočítat uživatelské náklady zvýšeného rizika dopravních nehod, které jsou dané součtem uživatelských následků podle následku dopravní nehody.

$$UNu = MRNu * JNu * NVKM = 0,006\ 137 * 1\ 206\ 242 * 136,2 = 1\ 008\ 249\ \text{€} \quad (8-2)$$

Kde: UNu – uživatelské náklady nehod s následkem úmrtí  
 JNu – jednotkové náklady dopravní nehody s následkem úmrtí  
 NVKM – najeté miliony vozokilometrů

$$UNt = MRNt * JNt * NVKM = 0,012\ 238 * 162\ 443 * 136,2 = 270\ 763\ \text{€} \quad (8-3)$$

Kde: UNt – Uživatelské náklady nehod s následkem těžkého zranění  
 JNt – jednotkové náklady nehod s následkem těžkého zranění  
 NVKM – najeté miliony vozokilometrů

$$UNl = MRNl * JNl * NVKM = 0,269\ 239 * 11\ 807 * 136,2 = 432\ 967\ \text{€} \quad (8-4)$$

Kde: UNl – Uživatelské náklady nehod s následkem lehkého zranění  
 JNl – jednotkové náklady nehod s následkem lehkého zranění  
 NVKM – najeté miliony vozokilometrů

$$UNm = MRNm * JNm * NVKM = 3,274\ 721 * 2\ 174 * 136,2 = 969\ 641\ \text{€} \quad (8-5)$$

Kde: UN<sub>m</sub> – Uživatelské náklady nehod s následkem škody na majetku  
JN<sub>m</sub> – jednotkové náklady nehod s následkem škody na majetku  
NVKM – najeté miliony vozokilometrů

$$UN_{dn} = UN_u + UN_t + UN_l + UN_m = 1\,008\,249 + 270\,763 + 432\,967 + 969\,641 = 2\,681\,620 \text{ €} \quad (8-6)$$

Uživatelské náklady zvýšeného rizika dopravních nehod pro úsek 05 vychází na 2 681 620 €.

## 9 Výpočet uživatelských nákladů dopravních emisí

Poslední část výpočtu uživatelských nákladů v rámci modernizace dálnice D1 úseku 05 vychází z nákladů dopravních emisí. Výpočet je proveden na základě snížené rychlosti a změny emisí při těchto rychlostech. Výsledná hodnota je dána rozdílem uživatelských nákladů v době rekonstrukce (za snížené rychlosti) a uživatelských nákladů za normálního provozu. Vybrané rychlosti a emise s nimi spojené vycházející ze studie EMFAC [22] jsou uvedené v následující tabulce.

**Tabulka 9.1: Rychlosti a s nimi spojená míra emisí**

rychlost (mi/h)	rychlost (km/h)	osobní automobily				nákladní automobily			
		NOx	Pm10	SOx	NMVOC	NOx	Pm10	SOx	NMVOC
20	32.19	0.60	0.03	0.01	0.62	7.27	0.26	0.07	1.36
25	40.23	0.56	0.02	0.01	0.55	6.71	0.22	0.07	1.20
30	48.28	0.53	0.02	0.00	0.50	6.39	0.19	0.07	1.08
35	56.33	0.52	0.02	0.00	0.47	6.26	0.17	0.07	1.01
40	64.37	0.50	0.02	0.00	0.45	6.33	0.16	0.07	0.95
45	72.42	0.50	0.02	0.00	0.44	6.58	0.14	0.07	0.91
50	80.47	0.51	0.02	0.00	0.43	7.05	0.14	0.07	0.88
75	120.70	0.60	0.02	0.00	0.50	11.20	0.10	0.07	0.83

Zdroj: Work zone road user cost [2]

Následně jsou dané emise aproximovány s předpokládanými rychlostmi na dálničním úseku. Tyto hodnoty jsou posléze přenásobeny počtem automobilů v daném čase. Rychlosti budou během modernizace záviset na počtu otevřených jízdních pruhů. To znamená, že se budou měnit také emise podle počtu otevřených jízdních pruhů

**Tabulka 9.2: Rychlosti a emise při dvou otevřených jízdních pruzích**

Čas	Vu (km/h)	Osobní automobily (g/km/voz)				Nákladní automobily (g/km/voz)			
		NOx	Pm10	SOx	NMVOC	NOx	Pm10	SOx	NMVOC
0:00-1:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
1:00-2:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
2:00-3:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
3:00-4:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
4:00-5:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
5:00-6:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
6:00-7:00	79.05	0.51	0.02	0.00	0.44	6.97	0.14	0.07	0.89

7:00-8:00	54.94	0.52	0.02	0.00	0.47	6.28	0.18	0.07	1.02
8:00-9:00	50.84	0.53	0.02	0.00	0.49	6.35	0.19	0.07	1.06
9:00-10:00	58.10	0.51	0.02	0.00	0.46	6.28	0.17	0.07	0.99
10:00-11:00	64.83	0.50	0.02	0.00	0.45	6.33	0.15	0.07	0.95
11:00-12:00	65.40	0.50	0.02	0.00	0.45	6.33	0.15	0.07	0.94
12:00-13:00	63.62	0.50	0.02	0.00	0.45	6.32	0.16	0.07	0.96
13:00-14:00	60.54	0.51	0.02	0.00	0.46	6.30	0.16	0.07	0.98
14:00-15:00	56.86	0.51	0.02	0.00	0.46	6.27	0.17	0.07	1.00
15:00-16:00	53.84	0.52	0.02	0.00	0.48	6.30	0.18	0.07	1.03
16:00-17:00	52.93	0.52	0.02	0.00	0.48	6.32	0.18	0.07	1.04
17:00-18:00	57.12	0.51	0.02	0.00	0.46	6.27	0.17	0.07	1.00
18:00-19:00	68.38	0.50	0.02	0.00	0.44	6.45	0.15	0.07	0.93
19:00-20:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
20:00-21:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
21:00-22:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
22:00-23:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
23:00-24:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88

Zdroj: vlastní

**Tabulka 9.3: Celkové produkce emisí při dvou otevřených jízdních pružích**

Čas	počet osob. aut./h	počet nákl. aut./h	Emise osobních automobilů (g/km)				Emise nákladních automobilů (g/km)			
			NOx	Pm10	SOx	NM VOC	NOx	Pm10	SOx	NM VOC
0:00-1:00	146.10	55.05	74.39	2.72	0.00	63.60	386.70	7.54	3.76	48.67
1:00-2:00	112.38	42.34	57.22	2.09	0.00	48.92	297.46	5.80	2.89	37.44
2:00-3:00	104.35	39.32	53.13	1.95	0.00	45.43	276.22	5.39	2.69	34.76
3:00-4:00	120.41	45.37	61.31	2.24	0.00	52.42	318.71	6.22	3.10	40.11



4:00-											
5:00	171.78	64.72	87.47	3.20	0.00	74.78	454.70	8.87	4.42	57.23	
5:00-		135.5									
6:00	359.62	0	183.11	6.70	0.00	156.55	951.89	18.57	9.26	119.80	
6:00-		286.7					1998.3				
7:00	760.98	2	386.91	14.19	0.00	331.83	6	39.51	19.60	254.55	
7:00-	1094.9	412.5					2592.7				
8:00	2	4	568.20	27.21	0.00	516.11	3	73.10	28.20	420.56	
8:00-	1183.2	445.8					2830.0				
9:00	2	1	625.26	29.41	0.00	576.46	5	83.23	30.47	471.41	
9:00-	1035.5	390.1					2449.0				
10:00	2	6	531.22	24.32	0.00	478.33	6	66.28	26.67	387.95	
10:00											
-		349.6					2212.8				
11:00	927.95	3	466.39	16.97	0.00	414.17	5	53.94	23.90	331.28	
11:00											
-		346.6					2195.2				
12:00	919.92	1	461.55	16.42	0.00	409.38	2	53.02	23.69	327.06	
12:00											
-		356.2					2251.6				
13:00	945.61	9	477.04	18.18	0.00	424.71	3	55.97	24.35	340.59	
13:00											
-		374.4					2357.4				
14:00	993.77	3	506.07	21.47	0.00	453.44	0	61.49	25.59	365.96	
14:00											
-	1057.9	398.6					2498.4				
15:00	9	3	544.77	25.86	0.00	491.74	2	68.86	27.25	399.79	
15:00											
-	1117.3	421.0					2653.1				
16:00	9	1	582.72	27.77	0.00	531.47	4	75.68	28.78	433.50	
16:00											
-	1136.6	428.2					2704.9				
17:00	6	7	595.17	28.25	0.00	544.64	2	77.89	29.27	444.60	
17:00											
-	1053.1	396.8					2487.8				
18:00	8	1	541.87	25.53	0.00	488.87	5	68.31	27.12	397.25	
18:00											
-		331.4					2138.8				
19:00	879.79	9	442.81	16.40	0.00	390.88	7	49.44	22.66	308.99	
19:00											
-		244.3					1716.8				
20:00	648.60	8	330.24	12.09	0.00	282.35	0	33.50	16.70	216.07	
20:00											
-		175.4					1232.3				
21:00	465.58	2	237.06	8.68	0.00	202.68	5	24.04	11.99	155.10	
21:00											
-		132.4									
22:00	351.59	7	179.02	6.55	0.00	153.06	930.64	18.16	9.05	117.13	
22:00											
-		101.0									
23:00	268.11	2	136.51	5.00	0.00	116.71	709.67	13.85	6.90	89.32	

23:00	-									
24:00	197.47	74.40	100.54	3.68	0.00	85.96	522.69	10.20	5.09	65.78
	<b>Suma</b>	<b>8230</b>	<b>347</b>	<b>0.00</b>	<b>7335</b>	<b>39168</b>	<b>979</b>	<b>413</b>	<b>5865</b>	

Zdroj: vlastní

**Tabulka 9.4: Rychlosti a emise při jednom otevřeném jízdním pruhu**

Čas	Vu (km/h)	Osobní automobily (g/km/voz)				Nákladní automobily (g/km/voz)			
		NOx	Pm10	SOx	NMVOC	NOx	Pm10	SOx	NMVOC
0:00-1:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
1:00-2:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
2:00-3:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
3:00-4:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
4:00-5:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
5:00-6:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
6:00-7:00	44.41	0.55	0.02	0.00	0.52	6.54	0.21	0.07	1.14
7:00-8:00	30.87	0.61	0.03	0.01	0.63	7.41	0.27	0.07	1.40
8:00-9:00	28.56	0.63	0.03	0.01	0.67	7.66	0.29	0.07	1.47
9:00-10:00	32.64	0.60	0.03	0.01	0.61	7.24	0.26	0.07	1.35
10:00-11:00	36.42	0.58	0.03	0.01	0.58	6.98	0.24	0.07	1.28
11:00-12:00	36.74	0.58	0.03	0.01	0.58	6.95	0.24	0.07	1.27
12:00-13:00	35.74	0.58	0.03	0.01	0.58	7.02	0.24	0.07	1.29
13:00-14:00	34.01	0.59	0.03	0.01	0.60	7.14	0.25	0.07	1.32
14:00-15:00	31.94	0.60	0.03	0.01	0.62	7.30	0.26	0.07	1.37
15:00-16:00	30.25	0.62	0.03	0.01	0.64	7.48	0.27	0.07	1.42
16:00-17:00	29.73	0.62	0.03	0.01	0.65	7.54	0.28	0.07	1.43
17:00-18:00	32.09	0.60	0.03	0.01	0.62	7.28	0.26	0.07	1.36
18:00-19:00	38.42	0.57	0.03	0.01	0.56	6.84	0.23	0.07	1.24
19:00-20:00	52.11	0.53	0.02	0.00	0.48	6.33	0.18	0.07	1.05
20:00-21:00	72.59	0.50	0.02	0.00	0.44	6.59	0.14	0.07	0.91
21:00-22:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
22:00-23:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88
23:00-24:00	80.00	0.51	0.02	0.00	0.44	7.03	0.14	0.07	0.88

Zdroj: vlastní

**Tabulka 9.5: Celkové produkce emisí při dvou otevřených jízdních pružích**

Čas	počet osob. aut/h	počet nákl. aut/h	Emise osobních automobilů (g/km)				Emise nákladních automobilů (g/km)			
			NOx	Pm10	SOx	NMVOC	NOx	Pm10	SOx	NMVOC
0:00-1:00	146.1	55.0	74.4	2.7	0.0	63.6	386.7	7.5	3.8	48.7

1:00- 2:00	112.4	42.3	57.2	2.1	0.0	48.9	297.5	5.8	2.9	37.4
2:00- 3:00	104.4	39.3	53.1	1.9	0.0	45.4	276.2	5.4	2.7	34.8
3:00- 4:00	120.4	45.4	61.3	2.2	0.0	52.4	318.7	6.2	3.1	40.1
4:00- 5:00	171.8	64.7	87.5	3.2	0.0	74.8	454.7	8.9	4.4	57.2
5:00- 6:00			183.							
6:00- 7:00	359.6	135.5	1	6.7	0.0	156.6	951.9	18.6	9.3	119.8
7:00- 8:00			415.				1876.			
8:00- 9:00	761.0	286.7	7	18.9	2.3	396.5	0	59.5	19.6	326.3
9:00- 10:00			671.				3058.			
10:00- 11:00	1094.9	412.5	1	35.1	6.8	694.7	5	111.4	28.2	577.8
11:00- 12:00			746.				3416.			
12:00- 13:00	1183.2	445.8	3	40.1	7.4	790.8	9	127.6	30.5	655.3
13:00- 14:00			621.				2824.			
14:00- 15:00	1035.5	390.2	6	31.8	6.4	633.0	2	101.0	26.7	527.4
15:00- 16:00			538.				2438.			
16:00- 17:00	928.0	349.6	1	25.8	5.8	537.5	9	84.4	23.9	446.1
17:00- 18:00			531.				2410.			
18:00- 19:00	919.9	346.6	8	25.3	5.7	530.3	2	83.1	23.7	440.0
19:00- 20:00			551.				2502.			
20:00- 21:00	945.6	356.3	8	26.8	5.9	553.1	2	87.1	24.4	459.4
21:00- 22:00			589.				2674.			
22:00- 23:00	993.8	374.4	2	29.5	6.2	595.9	7	94.6	25.6	495.8
23:00- 24:00			639.				2908.			
Suma	1058.0	398.6	7	33.1	6.6	654.6	5	104.7	27.2	545.4
			690.				3149.			
	1117.4	421.0	2	36.4	6.9	719.2	7	115.6	28.8	597.5
			706.				3227.			
	1136.7	428.3	6	37.5	7.1	740.1	9	119.1	29.3	614.4
			635.				2889.			
	1053.2	396.8	6	32.8	6.5	649.3	0	103.8	27.1	541.1
			500.				2266.			
	879.8	331.5	7	23.1	5.5	494.7	4	76.9	22.7	409.6
			340.				1546.			
	648.6	244.4	8	16.1	0.0	312.8	6	44.9	16.7	255.6
			234.				1156.			
	465.6	175.4	4	8.7	0.0	205.3	1	25.0	12.0	160.1
			179.							
	351.6	132.5	0	6.6	0.0	153.1	930.6	18.2	9.1	117.1
			136.							
	268.1	101.0	5	5.0	0.0	116.7	709.7	13.8	6.9	89.3
			100.							
	197.5	74.4	5	3.7	0.0	86.0	522.7	10.2	5.1	65.8
			<b>934</b>				<b>43194</b>			
	<b>Suma</b>	<b>6.2</b>	<b>455.1</b>	<b>79.0</b>	<b>9305.4</b>	<b>.6</b>	<b>1433.4</b>	<b>413.4</b>	<b>7662.0</b>	

Zdroj: vlastní

## 9.1 Stanovení hodnoty ÚNde na 1 km úseku 05

V dalším kroku jsou vypočítané hodnoty emisí přenásobené cenou těchto emisí. Výpočet je rozdělen na tři části. V první části jsou vypočteny náklady při dvou otevřených pruzích, v druhé části při jednom otevřeném pruhu a třetí tabulka zobrazuje náklady za normálního provozu, tedy předpokládané průměrné rychlosti 120 km/h pro osobní a 80 km/h pro nákladní automobily.

**Tabulka 9.6: Náklady na 1 km při dvou otevřených jízdních pruzích**

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	Suma nákladů
Cena (eur/t)	4152	1427	532	86930	-
produkce na 1km (t)	0.047	0.001	0.000	0.013	-
Cena celkem (eur/km/den)	197	2	0	1147	<b>1346 €</b>

Zdroj: vlastní

**Tabulka 9.7: Náklady na 1 km při jednom otevřeném jízdním pruhu**

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	Suma nákladů
Cena (eur/t)	4152	1427	532	86930	-
produkce na 1km (t)	0.053	0.002	0.000	0.017	-
Cena celkem (eur/km/den)	218	3	0	1475	<b>1696 €</b>

Zdroj: vlastní

**Tabulka 9.8: Náklady na 1 km při normálním provozu**

	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	SO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	Suma
Cena (eur/t)	4152	1427	532	86930.0000	-
Produkce osob.aut. (t/km)	0.0096	0.0003	0.0000	0.0080	-
Produkce nákl.aut. (t/km)	0.0427	0.0008	0.0004	0.0053	-
Produkce celkem (t/km)	0.0522	0.0011	0.0004	0.0133	-
Cena celkem (eur/km/den)	216.8906	1.6071	0.2200	1157.7281	<b>1,376 €</b>

Zdroj: vlastní

## 9.2 Stanovení celkové hodnoty UNde v úseku 05

V dalším kroku jsou vyčísleny náklady dopravních emisí na základě omezení během modernizace dálnice D1 na úseku 05. Doba dopravních omezení vychází z PD stavby, resp. DIO. Následující tabulka tato omezení kompletuje. Doba a délka dopravních omezení je uvedena v tabulce 9.9 v rámci výpočtu uživatelských nákladů zpoždění. V případě pouze částečného omezení úseku je na neomezené části úseku počítáno s uživatelskými náklady jako za normálního provozu.

**Tabulka 9.9: Omezení na úseku 05 a uživatelské náklady emisí**

Číslo etapy	Počet pruhů (směr Brno)	Počet pruhů (směr Praha)	Neomezená délka úseku (v obou směrech)	Suma nákladů omezených úseků (€)	přičtené náklady neomezených úseků (€)	Celkové náklady (€)
1	2	2	11.4	58431	219681	278111
2A	2	2	3.315	843287	255523	1098811
2AB	2	2	0	263544	0	263544
2AB oprava mostu	0	2	10.885	14601	0	14601
2AB oprava mostu	0	1	10.865	18496	0	18496
2B1	2	2	0	566132	0	566132
2B2 oprava mostu	0	2	8.34	33174	0	33174
2B2 oprava mostu	0	1	13.41	7395	0	7395
2B3	2	2	0	585653	0	585653
2B4	2	2	6.04	205019	149647	354666
2B5	2	2	4.65	371318	179213	550531
3.1	0	2	7.25	9761	0	9761
3.2	0	1	7.25	12297	0	12297
3.3	0	1	7.25	24593	0	24593
3.4	1	0	11.06	11669	0	11669
3.5	1	0	13.1	4749	0	4749
3.6	2	2	0	2205961	0	2205961
4.1a	2	2	0	29283	0	29283
4.1b	1	1	0	36890	0	36890
4.2	2	2	0	1796004	0	1796004
5a	2	2	0	478284	0	478284
5b	0	1	7.25	12297	0	12297
5.2	2	2	0	390436	0	390436
						<b>8 783 336 €</b>

Zdroj: vlastní

Výsledek uživatelských nákladů dopravních emisí za projektu bude porovnán s náklady na emise za normálního provozu. Ty jsou vypočteny v následující tabulce. Výpočet je daný součinem nákladů na emise za den, počtu dní a délky úseku (v obou směrech).

**Tabulka 9.10: Náklady dopravních emisí za normálního provozu**

	Náklady emisí za normálního provozu (€/km)	Počet dní	Délka úseku v obou směrech (km)	Uživatelské náklady
úsek 05	1,376	457	14.5	9 121 018 €

Zdroj: vlastní

Finálním krokem bude pomocí vzorce (1-1) vypočítat uživatelské náklady dopravních emisí pracovní zóny.

$$NE_{PZ} = NE_P - NE_{NP} = 8\,783\,336 - 9\,121\,018 = -337\,682 \text{ €} \quad (4-2)$$

Kde: NE<sub>PZ</sub> = Uživatelské náklady emisí pracovní zóny [Kč]

NE<sub>P</sub> = Náklady emisí při projektu [Kč]

NE<sub>NP</sub> = Náklady emisí za normálního provozu [Kč]

Protože vyšel výpočet záporný, je možné konstatovat, že při použití změny rychlosti jako jediné funkce při výpočtu uživatelských nákladů emisí, vychází dopravní omezení při projektu jako přínosná pro životní prostředí. Protože se jedná o změnu rychlosti na 80 km/h, jsou tím potvrzeny výsledky studie *Why slower is better* [23], která označuje rychlost 80 km/h jako optimální pro redukci dopravních emisí. Pro upřesnění výpočtu by bylo nutné zohlednit efekty opětovného zvýšení rychlosti na původní hodnotu, profil trati, kvalitu povrchu, typy vozidel a další faktory. Tím by předpokládaná hodnota uživatelských nákladů dopravních emisí při projektu vzrostla. V případě, že by se jednalo o navýšení o 15 %, uživatelské náklady dopravních emisí by poté měly hodnotu 979 818 €, tedy 2 % hodnoty uživatelských nákladů zpoždění. Kvůli nedostatku použitelných vstupních dat a celkové velikosti uživatelských nákladů dopravních emisí nebudou tyto náklady dále započítávány.

## 10 Celková hodnota uživatelských nákladů pro úsek 05

Hodnota celkových uživatelských nákladů na úseku 05 je dána součtem složek těchto nákladů, tedy nákladů zpoždění a nákladů zvýšeného rizika dopravních nehod. Náklady dopravních emisí nebyly z výše uvedených důvodů započítány.

$$UN = UNZ + UNdn = 48\,383\,769 + 2\,681\,620 = \mathbf{51\,065\,389\,€}$$

## 11 Závěr

Hodnota uživatelských nákladů byla pro úsek 05 za dobu její rekonstrukce (tzn. v letech 2013-2014) stanovena na 51 065 389 €, tj. dle měnového kurzu v době uskutečnění investice cca 1,379 miliardy Kč. V porovnání s celkovou investicí do projektu, která byla 19 373 906 €, tj. 523 milionů Kč, ji tedy uživatelské náklady značně převyšují, a to více než 2,6krát.

Výše uživatelských nákladů souvisí s dobou a délkou uzavírek. Při omezení rychlosti na 80 km/h a vedení dopravy v režimu 2+2 potom vychází uživatelské náklady zpoždění na úseku 05 na 8 049 € na kilometr omezení denně v jednom směru, tedy 16 098 € obousměrně. V době omezení vybraného úseku 05 v letech 2013 až 2014 byly současně s tímto úsekem omezeny další 3 úseky. Úsek 09 o délce 9,6 km, úsek 14 o délce 8,5 km a úsek 21 o délce 9,03 km, dohromady tedy 34,38 km dálnice [12]. Vynásobením délky těchto omezení a hodnoty těchto omezení by se dala vypočítat hodnota uživatelských nákladů zpoždění pro konkrétní den pro kompletní délku modernizované dálnice. Protože ale výpočet uživatelských nákladů vychází zejména z denních intenzit provozu daného úseku, nelze pouhým vynásobením těchto hodnot dojít k přesnému výsledku.

Přepravní kapacita a denní intenzity jsou součástí výpočtu uživatelských nákladů, které konečnou hodnotu uživatelských nákladů významně ovlivňují. Například v případě snížení denních intenzit dálnice o 15 %, dochází ke snížení uživatelských nákladů zpoždění o 36 %. Modernizace dálnice D1 je významným strategickým projektem, jehož příprava trvá v řádech let. Modernizovat a tím omezit na delší dobu jedinou dálnici spojující dvě největší města v České republice bez další alternativy dálniční dopravy je špatným strategickým rozhodnutím. V případě zprovoznění severní alternativy, tedy dopravy přes Hradec Králové a Olomouc, by k poklesu intenzity dopravy v rámci modernizace D1 došlo, a to pravděpodobně více, než o 15 %. Úspora uživatelských nákladů by tedy byla značná.

Za současné situace se tedy k věrohodným hodnotám uživatelských nákladů ve většině případů dopočítat lze. Výjimku tvoří uživatelské náklady dopravních emisí, pro jejichž výpočet v místním prostředí neexistuje jednak potřebná datová základna a pro přesnější výpočet je nutné sestavit pro sledovaný úsek dopravní model. V případě uživatelských nákladů zpoždění a zvýšeného rizika dopravních nehod byla použita pouze veřejně dostupná data. Ministerstvo dopravy však obecnou metodiku pro výpočet uživatelských nákladů při dopravních omezeních dosud nezavedlo a víceméně je v rozhodovacím procesu o investicích nebere v potaz. Z tohoto



důvodu nemohou být při investičních rozhodnutích ze strany státu tyto náklady ani jednotně a porovnatelně stanovovány. Pro jejich výše demonstrovanou významnost je toto však z ekonomického a celospolečenského hlediska zásadní a zavedení jednotné metodiky výpočtu uživatelských nákladů v rámci silničních rekonstrukcí lze jednoznačně doporučit.

## Seznam tabulek

TABULKA 2.1: ODHADOVANÁ EKONOMICKÁ HODNOTA PRACOVNÍHO CESTOVNÍHO ČASU (€/OS./HOD.) .....	14
TABULKA 2.2: ODHADOVANÁ EKONOMICKÁ HODNOTA OSOBNÍHO CESTOVNÍHO ČASU (€/OSOBA/HODINA) ..	16
TABULKA 2.3: ODHADOVANÁ HODNOTA UŠETŘENÉHO CESTOVNÍHO ČASU V NÁKLADNÍ DOPRAVĚ (€/T/HOD.)	16
TABULKA 3.1: KOREKČNÍ INDEXY PRO NENAHLÁŠENÉ DOPRAVNÍ NEHODY .....	20
TABULKA 3.2: CMF PŘI UZAVÍRCE JÍZDNÍHO PRUHU V PRACOVNÍ ZÓNĚ .....	21
TABULKA 3.3: JEDNOTKOVÉ HODNOTY NÁSLEDKŮ DOPRAVNÍCH NEHOD (€) .....	22
TABULKA 4.1: FAKTORY SPOJENÉ S MÍROU EMISÍ DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ .....	24
TABULKA 4.2: MNOŽSTVÍ EMISÍ (G/KM) PODLE SNÍŽENÉ RYCHLOSTI .....	24
TABULKA 4.3: PENĚŽITÁ HODNOTA EMISÍ DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ (€/T) .....	25
TABULKA 6.1: DIO ETAPA 1 .....	32
TABULKA 6.2: ETAPA 2A .....	33
TABULKA 6.3: ETAPA 2AB .....	33
TABULKA 6.4: ETAPA 2AB OPRAVA MOSTU .....	33
TABULKA 6.5: ETAPA 2B1 .....	34
TABULKA 6.6: ETAPA 2B2 OPRAVA MOSTU .....	34
TABULKA 6.7: ETAPA 2B3 .....	35
TABULKA 6.8: ETAPA 2B4 .....	35
TABULKA 6.9: ETAPA 2B5 .....	35
TABULKA 6.10: ETAPA 3.1-3.5 .....	36
TABULKA 6.11: ETAPA 3.6 .....	36
TABULKA 6.12: ETAPA 3.1-3.5 .....	37
TABULKA 6.13: ETAPA 4.2 .....	37
TABULKA 6.14: ETAPA 5 .....	38
TABULKA 6.15: ETAPA 4.2 .....	38
TABULKA 7.1: KOEFICIENTY DOPRAVNÍ INTENZITY .....	41
TABULKA 7.2: ROZLOŽENÍ DOPRAVY NA ZÁKLADĚ INTENZITY .....	42
TABULKA 7.3: VÝPOČET ZTRÁTY ČASU .....	43
TABULKA 7.4: VÝPOČET CELKOVÝCH ZPOŽDĚNÍ PODLE TYPU DOPRAVNÍHO PROSTŘEDKU .....	43
TABULKA 7.5: ZPOŽDĚNÍ S JEDNÍM JÍZDNÍM PRUHEM .....	46
TABULKA 7.6: KONEČNÝ VÝPOČET UNZ ÚSEKU 05 .....	47
TABULKA 8.1: POČTY DOPRAVNÍCH NEHOD .....	51
TABULKA 8.2: MRN S KOEFICIENTY CMF .....	52
TABULKA 9.1: RYCHLOSTI A S NIMI SPOJENÁ MÍRA EMISÍ .....	55

TABULKA 9.2: RYCHLOSTI A EMISE PŘI DVOU OTEŘENÝCH JÍZDNÍCH PRUZÍCH .....	55
TABULKA 9.3: CELKOVÉ PRODUKCE EMISÍ PŘI DVOU OTEŘENÝCH JÍZDNÍCH PRUZÍCH .....	56
TABULKA 9.4: RYCHLOSTI A EMISE PŘI JEDNOM OTEVŘENÉM JÍZDNÍM PRUHU .....	58
TABULKA 9.5: CELKOVÉ PRODUKCE EMISÍ PŘI DVOU OTEŘENÝCH JÍZDNÍCH PRUZÍCH .....	58
TABULKA 9.6: NÁKLADY NA 1 KM PŘI DVOU OTEVŘENÝCH JÍZDNÍCH PRUZÍCH .....	60
TABULKA 9.7: NÁKLADY NA 1 KM PŘI JEDNOM OTEVŘENÉM JÍZDNÍM PRUHU .....	60
TABULKA 9.8: NÁKLADY NA 1 KM PŘI NORMÁLNÍM PROVOZU.....	60
TABULKA 9.9: OMEZENÍ NA ÚSEKU 05 A UŽIVATELSKÉ NÁKLADY EMISÍ.....	61
TABULKA 9.10: NÁKLADY DOPRAVNÍCH EMISÍ ZA NORMÁLNÍHO PROVOZU .....	62

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 2.1: KVALITA PROVOZU.....	12
OBRÁZEK 2.2: VÝVOJ HDP V ČR.....	15
OBRÁZEK 6.1: MAPA TRASY VYBRANÉHO ÚSEKU .....	29
OBRÁZEK 6.2: ČÁST PŘÍČNÉHO ŘEZU V OKOLÍ STŘEDNÍHO DĚLÍČÍHO PÁSU .....	30
OBRÁZEK 6.3: VEDENÍ DOPRAVY V REŽIMU 2+2 V RÁMCI MODERNIZACE DÁLNIČE D1 .....	32
OBRÁZEK 7.1: MAPA SČÍTÁNÍ DOPRAVY S VYZNAČENÝM ÚSEKEM .....	39
OBRÁZEK 7.2: ROČNÍ PRŮMĚRNÉ DENNÍ INTENZITY VE VYBRANÉM ÚSEKU.....	40
OBRÁZEK 8.1: NEHODY V ÚSEKU 05.....	50
OBRÁZEK 8.2: ROČNÍ PRŮMĚR DENNÍCH INTENZIT DOPRAVY V ÚSEKU 05 PRO ROK 2010 .....	53

## Seznam zkratk

DIO	Dopravně inženýrská opatření
HEATCO	Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assesment
CBA	Cost-benefit analysis
RDPI	Roční průměry denních intenzit
CMF	Crash modification factor

SDP	Střední dělicí pás
MÚK	Mimoúrovňová křižovatka
PCU	Passenger car unit

## Bibliografie

- [1] KORZHENEVYCH, Artem, Johannes BROCKER a Gena GIBSON. *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. 1. Harwell, 2014. ED 57769.
- [2] MALLELA, J. *Work zone road user costs: concepts and applications*. 1. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 2011. ISBN FHWA-HOP-12-005.
- [3] BICKEL, Peter, Rainer FRIEDRICH a Arnaud BURGESS. *HEATCO Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment: Proposal for Harmonised Guidelines*. 2 dopl. vyd. IER Germany, 2006.
- [4] LAY, M. *Handbook of road technology* [online]. 4th ed. New York: Spon, 2009 [cit. 2018-11-26]. ISBN 02-038-9253-4. Dostupné z: [www.engineeringbookspdf.com/](http://www.engineeringbookspdf.com/)
- [5] Hrubý domácí produkt v České republice. *Finance v praxi* [online]. Praha: Finance v praxi, 2017 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://www.financevpraxi.cz/makroekonomie-ekonomicka-vykonnost>
- [6] NELLTHORP, John, Peter MACKIE a Abigail BRISTOW. *EUNET Deliverable D9: Measurement and Valuation of the Impacts of transport Initiatives* [online]. 1. Bonn: European Network for Education and Training – EUNET e.V., 1998 [cit. 2018-11-27].
- [7] SOBOTKA, Petr. *Přehled nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014* [online]. 1. Praha: Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České

- republiky, 2015 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [8] CMF Clearinghouse. *CMF - Crash modification factors Clearinghouse* [online]. Chapel Hill: University of North Carolina Highway Safety Research Center, 2018 [cit. 2018-11-27]. Dostupné z: <http://www.cmfclearinghouse.org/userguide.cfm>
- [9] *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2016* [online]. 1. Praha: Ředitelství služby dopravní policie policejního prezidia České republiky, 2017 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d>
- [10] Průměrný kurz měny euro za zvolené období. *Www.kurzy.cz* [online]. Praha: Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o., 2017 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/kurzy.asp?A=H&KM=EUR&D1=01.01.2016&D2=30.12.2016&I=10>
- [11] Dálnice D1. *Ceskedalnice.cz* [online]. Praha: ceskedalnice.cz, 2002 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnice/d1/>
- [12] Dálnice D1: Modernizace v úseku Mirošovice–Kývalka, úsek 05, EXIT 45 Šternov–EXIT 49 Psáře. In: *Https://www.novad1.cz/* [online]. 2014 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <https://www.novad1.cz/>
- [13] Metodický pokyn Ministerstva dopravy. *Www.asb-portal.cz* [online]. Bratislava: JAGA GROUP, s. r. o., 2012 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/inzenyrske-stavby/doprava/vozovky-s-cementobetonovym-krytem>
- [14] Skutečný příběh, proč bude D1 o 2 x 75 centimetrů širší. *Aktuálně.cz* [online]. Praha: economia a.s., 2013 [cit. 2018-12-05]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/denik-insider/skutecny-pribeh-proc-bude-d1-o-2-x-75-centimetru-sirsi/r~i:insider:article:26031/>

- [15] HONC, Tomáš a Zuzana BOČKOVÁ. *Projektová dokumentace modernizace dálnice D1, úsek 05: Dopravně inženýrská opatření*. Praha, 2013.
- [16] *Příručka Indikátory pro monitoring a hodnocení Operačního programu Doprava*. Praha, 2010.
- [17] RAILHUC – *Přepravní prognóza ve veřejné dopravě: přestupní terminály a páteřní síť veřejné dopravy Kraje Vysočina*. Ostrava, 2014. Dostupné také z: [http://m.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id\\_org=450008&id\\_dokumenty=4056011](http://m.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id_org=450008&id_dokumenty=4056011)
- [18] Průměrné naložení kamionu. *Eurostat Statistics Explained* [online]. Lucemburk: Eurostat, 2018 [cit. 2018-11-26]. ISSN 2443-8219. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road\\_freight\\_transport\\_by\\_journey\\_characteristics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_journey_characteristics)
- [19] Celostátní sčítání dopravy 2016 - mapa. *Celostátní sčítání dopravy* [online]. Praha: ŘSD ČR, 2016 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://scitani2016.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [20] BARTOŠ, Luděk. *Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189*. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. ISBN 978-80-87394-06-9.
- [21] Statistické vyhodnocení nehod na trase. *Jednotná dopravní vektorová mapa* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2018 [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodynatrasi/Search.aspx>
- [22] EMFAC2017 web database. *California Air Resource Board Information System* [online]. Sacramento: California Air Resource Board, 2018 [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://www.arb.ca.gov/emfac/2017/>

[23] OTTEN, Matthijs a Huib VAN ESSEN. *Why slower is better: Pilot study on the climate gains of motorway speed reduction* [online]. 1. Delft: CE Delft, 2010 [cit. 2018-11-26].  
Dostupné z: [https://www.ce.nl/publicatie/why\\_slower\\_is\\_better/948](https://www.ce.nl/publicatie/why_slower_is_better/948)