

**Univerzita Karlova**

Filozofická fakulta

Katedra sociologie



# **Bakalářská práce**

Tomáš Blažek

**Ekonomické hodnocení investice v dopravní infrastruktuře**

**Evaluation of a Transport Infrastructure Investment**

Praha, 2022

Vedoucí práce: Ing. Martina Sieber, Ph.D.

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Martině Sieber, Ph.D. za její profesionální přístup a cenné rady, které mi při tvorbě této práce velmi pomohly.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, dne 10.5.2022

Tomáš Blažek

## **Abstrakt**

V této práci se věnuji externalitám, které vstupují do ekonomického hodnocení projektů dopravní infrastruktury a sleduji závislost výsledků ekonomického hodnocení na použitých vstupních parametrech. V první části práce provádím analýzu a porovnání metod vedoucích ke zjištění společenských nákladů nehodovosti a hluku. V druhé části práce provádím verifikaci oficiálního ekonomického hodnocení projektu vysokorychlostní železnice na trati Praha – Drážďany na základě upravených vstupních údajů.

Analýza metod zjišťující společenské náklady nehodovosti a hluku ukázala, že nelze určit jednu univerzální metodu použitelnou v jakémkoli kontextu. Vlastní výpočty provedené na základě úprav vstupních parametrů odhalily velkou variabilitu výsledků ekonomických hodnocení. Vysoká míra závislosti výsledků ekonomických hodnocení na vstupních parametrech potvrzuje význam standardizace metodiky pro ekonomické hodnocení projektů.

**Klíčová slova:** ekonomické hodnocení, externality, investice

## **Abstract**

In this work, I deal with external costs used in economic evaluations of transport infrastructure projects. Specifically, I measure how the results of an economic evaluation depend on the input parameters used. In the first part of my work, I analyze and compare various methods for determining the social costs of accidents and noise. In the second part of my work, I verify the official economic evaluation of the Prague - Dresden high-speed railway project using modified input data.

The analysis of the methods for determining the societal costs of transportation-related accidents and noise has shown that there is no single method to be universally applicable regardless of context. The calculations performed using modified input parameters revealed high variability in the results of economic evaluations. The high degree of dependence of the results of economic evaluations on the input parameters confirms the importance of standardization of the methodology for economic evaluation of projects.

**Key words:** evaluation, externalities, investment

# Obsah

Úvod.....	8
1. Metodologie .....	9
2. Teoretická východiska .....	10
2.1 Cost-benefit analýza .....	10
2.2 Externality .....	12
2.3 Růstový koeficient externalit .....	13
2.4 Dopravní výkony.....	15
3. Metody stanovení stínových cen.....	17
3.1 Metody projevených preferencí .....	17
3.2 Metody uvedených preferencí .....	18
4. Klimatické změny a znečištění ovzduší .....	22
5. Nehodovost .....	23
5.1 Teoretická východiska.....	23
5.2 Hodnocení na základě projevených preferencí .....	26
5.3 Hodnocení na základě uvedených preferencí.....	28
5.4 Alternativní hodnocení.....	29
5.5 Metodika výpočtu průměrných měrných nákladů nehodovosti .....	30
6. Hluk.....	31
6.1 Teoretická východiska.....	32

6.2 Hodnocení na základě projevených preferencí .....	34
6.3 Hodnocení na základě uvedených preferencí .....	36
6.4 Alternativní hodnocení .....	37
6.5 Metodika výpočtu průměrných měrných nákladů na hluk .....	38
7. Ekonomické hodnocení .....	40
7.1 Výpočty .....	40
7.2 Výsledky .....	47
Diskuze .....	53
Závěr .....	53
Seznam použitých zdrojů .....	56
Seznam obrázků a tabulek .....	61

# Úvod

Česká republika v současné době plánuje výstavbu vysokorychlostních železničních tratí na třech hlavních trasách. Financování plánovaných tratí vyjde na zhruba 600 miliard Kč, z toho zhruba 145 miliard Kč připadne na trať Praha – Drážďany. Takto finančně nákladné projekty nemohou být realizovány bez předchozí detailní studie vyhodnocující společenské přínosy a náklady z projektu plynoucí. Projekty financované z veřejných zdrojů a zvláště ty, které si kladou za cíl zvýšení společenského blahobytu, nelze hodnotit pouze z pohledu finanční efektivity, která se analyzuje optikou zjištění finanční udržitelnosti. Velké infrastrukturní projekty jsou typicky spojeny se zápornými finančními toky a zápornou finanční efektivitou cílem ekonomického posouzení je však zhodnotit, zda jsou takové projekty socioekonomicky přínosné – a tudíž společensky žádoucí. Pro vyhodnocení společenské efektivity se vzhledem k její komplexnosti používá cost-benefit analýza, která je součástí ekonomického hodnocení.

Jednou z významných položek, které vstupují do ekonomických hodnocení infrastrukturních projektů jsou externality, tedy dopady dopravy ovlivňující třetí subjekty, které nemají nárok na kompenzaci prostřednictvím tržních mechanismů. Externality z definice nemají tržní ocenění a je proto třeba přiřadit jim hodnotu, která reflektuje očekávání a požadavky společnosti. Započtení externalit je důležitou podmínkou, aby bylo možné zjistit, zda je projekt společensky žádoucí. Výzkumy zjišťující jakou hodnotu společnost externalitám přisuzuje jsou velmi komplikované. Z důvodu omezeného rozsahu práce se detailněji věnují pouze externím nákladům nehodovosti a hluku. Dalšími externalitami, které obvykle vstupují do ekonomických hodnocení, jsou znečištění životního prostředí a emise skleníkových plynů. Těmto externalitám věnují kapitolu číslo 4, nejsou však předmětem kritického hodnocení.

Cílem práce je kriticky zhodnotit současné přístupy k oceňování externalit z dopravy, najít případné slabiny a závislost výsledků již proběhlého ekonomického hodnocení vysokorychlostní železnice na trase Praha – Drážďany na použitých vstupních údajích.



# 1. Metodologie

Těžištěm práce je analýza metod hledání hodnoty externalit, které vstupují do ekonomického hodnocení dopravních infrastrukturních projektů. Na základě provedené analýzy provádím syntézu poznatků, z čehož vychází kritické hodnocení a komparace jednotlivých metod. V první části práce představuji na základě rešerše důležité pojmy a koncepty, které jsou součástí ekonomického hodnocení. Přestože je práce zaměřena na externality plynoucí z dopravy, k přiblížení a zasazení do kontextu předkládám i další koncepty. Tím vůbec nejdůležitějším je koncept stínových cen, který samozřejmě v práci rozpracuji a bez kterého v podstatě nelze ekonomické hodnocení provést. V souvislosti se stínovými cenami se věnuji obecným přístupům k hodnocení statků a ke zjišťování jejich hodnoty. V druhé části se již věnuji jednotlivým vybraným proměnným a aplikaci obecných metod na ohodnocení konkrétních statků. Nejprve rozpracovávám jejich teoretický základ, možnosti výpočtu nákladů, kriticky hodnotím kvalitu a použitelnost představených metod pro vybrané externality a navrhuji alternativní přístupy k zjišťování nákladů z externalit plynoucích.

Druhou stěžejní fází práce je část, ve které na základě provedené analýzy a zjištěných poznatků provádím verifikaci ekonomického hodnocení plánované vysokorychlostní železnice (VRT) na trase Praha – Drážďany. K aplikaci vlastních výpočtů používám model Ministerstva dopravy. Vlastní výpočty se zaměřují pouze na externality a s nimi spojené výpočty. Náklady na externality používám jako základ k provádění vlastních výpočtů a analyzuji jejich výsledky. Dále se věnuji modelování růstového koeficientu, kterým se indexují externality za účelem jejich korekce v návaznosti na společenské preference. Vlastní výpočty porovnávám s výsledky plynoucími z již proběhlého hodnocení VRT Praha – Drážďany a jedním z největších železničních projektů v Evropě, Rail Baltica. Hledám potenciální variabilitu a možná úskalí stávajících ekonomických hodnocení a poukazuji na možné prostory k zlepšení.

## 2. Teoretická východiska

### 2.1 Cost-benefit analýza

Základem ekonomického hodnocení je cost-benefit analýza (CBA). Základní princip CBA je jednoduchý – vyjádřit ekonomickou efektivitu intervence v peněžním ohodnocení, což znamená, všem nákladům a přínosům plynoucím z intervence přiřadit peněžní hodnotu. Celková hodnota projektu je pak postavena na součtu diskontovaných monetizovaných efektů plynoucích z projektu na všechny dotčené subjekty. Oproti finančnímu plánu, který slouží pouze investorovi k posouzení finanční efektivity investice, CBA posuzuje dopady také na další subjekty. K tomu, aby CBA prezentovala validní výsledky, je potřeba jasně definovat subjekty dotčené intervencí.

CBA vychází z finančního plánu, který je potřeba podrobit úpravám tak, aby ve výsledku finanční toky byly převedeny na toky socioekonomické a aby byly zahrnuty také dopady intervence na třetí strany. Převod peněžních toků vstupujících do finanční analýzy na toky socioekonomické probíhá ve třech fázích (Sieber, 2009):

- korekce cen o transferové platby a daňové zatížení
- převod tržních cen na stínové ceny
- hodnocení netržních dopadů a korekce o externality

Korekce cen statků o transferové platby a daňové zatížení je důležitým krokem protože transferové platby ani daňové platby nepředstavují skutečné ekonomické náklady nebo přínosy, jedná se pouze o přesun již existujících zdrojů v rámci společnosti. Sartori, a další (2014) uvádí dva způsoby jak korigovat ceny o transferové platby a daňové zatížení. Pokud je možné určit přesnou hodnotu transferových plateb a daňového zatížení, měly by být přímo odečteny od peněžních toků. Pokud není možné určit jejich přesnou hodnotu, měly by být od peněžních toků projektu odečteny pomocí konverzních faktorů. Konverzní faktory slouží k vyjádření vztahu mezi tržní cenou a stínovou cenou. Je-li například stínová cena 0,75násobkem ceny tržní, od ceny tržní za kterou se statek obchoduje na trhu je potřeba odečíst 25 % (Sieber, 2009).

Díky peněžnímu ohodnocení přínosů a nákladů není třeba brát ohled na jejich konkrétní charakteristiky, což umožní porovnávat navzájem různé alternativní projekty (Vickerman, 2007). Je třeba upozornit, že CBA (stejně jako jakákoliv metoda hodnocení) je výrazně citlivá na vstupní parametry, které když jsou špatně ohodnoceny, mohou způsobit značné zkreslení výsledků. Skutečnost, proč se na tuto skutečnost upozorňuje specificky u CBA je dána tím, že monetizace efektů v CBA je často velmi komplikovaná – analytik standardně čelí kromě odhadu dopadu projektu v naturálních jednotkách, také často i samotnému hledání vhodné metody výpočtu stínové ceny. Dále vzhledem k tomu, že v rámci CBA zahrnují dopady projektu na všechny členy zvolené společnosti, existuje významně vyšší riziko takzvaného double counting (příp. i triple counting), neboli vícenásobného zahrnutí jednoho efektu. Sartori, a další (2014) uvádí, že je potřeba z CBA vyjmout nepřímé dopady a širší dopady intervence například na veřejné fondy, zaměstnanost, regionální růst apod. protože nepřímé dopady jsou často v jisté podobě zahrnuty v přímých dopadech, což znamená že jejich započítání by představovalo vícenásobné zahrnutí jednoho efektu. Pokud plynou z intervence širší dopady, které však nesou zahrnuty v CBA, jejich vliv se může ohodnotit v dodatkové samostatné analýze.

Pokud jsou k dispozici všechny potřebné proměnné a jejich peněžní vyjádření, celkový dopad projektu lze následně vyjádřit například jako poměr přínosů ku nákladům (B/C ratio), nicméně klíčovým ukazatelem k posouzení celospolečenské efektivity projektu je výpočet ekonomické čisté současné hodnoty (ENPV) a ekonomického vnitřního výnosového procenta (EIRR). Vypočítá se jako rozdíl mezi diskontovanými společenskými přínosy a náklady. Pokud je ENPV kladná (ENPV>0), společnost z projektu benefituje, proto by měl být realizován (Adamová, a další, 2018). Vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty vypadá následovně

$$ENPV = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

Zdroj: Sartori, a další (2008)

Kde

ENPV... čisté společenské přínosy

$S_t$ ... stav čistých přínosů (přínosy minus náklady) v čase  $t$

$a_t$ ... diskontní sazba v čase  $t$

$i$ ... sociální diskontní faktor zvolený pro diskontování v čase  $t$

Při vyhodnocení CBA je klíčové, zda ekonomická čistá současná hodnota je kladná, jinými slovy, zda plánovaný infrastrukturní projekt zlepšuje blahobyt ve srovnání se stávající alternativou.

Přestože je CBA považována za nejlepší způsob hodnocení celospolečenské efektivity a disponuje nejlepšími předpoklady k porovnání projektů napříč sektory, naráží na problémy ze strany tvůrců politik, kteří princip CBA buď neznají, nebo si nemyslí, že by CBA měla být podkladem k rozhodování o projektech. Někteří tvůrci politik jsou přesvědčeni, že expertní techniky by neměly poskytnout konečnou odpověď, nebo mohou při rozhodování o výstavbě nové infrastruktury zohlednit pouze pocity regionální či místní komunity. Dalším problémem na který experti naráží je nedůvěra v předpoklady, na nichž hodnocení stojí, nebo v efekty plynoucí z intervence (Annema, Frenken, Koopmans, & Kroesen, 2017). Konstrukce předpokladů je natolik složitá, že umožňuje významně vyšší míru variability výsledků. Současně na rozdíl od finančního posouzení, které je opřené o bezrozporné tržní ceny, CBA je opřena o ceny stínové a tudíž obsahuje o další komplikovanou dimenzi více. Je pravdou, že CBA při korektním vyhotovení poskytuje ideální vodítko pro veřejnou volbu, ale na druhou stranu variabilita výsledků závislá na tvůrčí ekonomické kreativitě je velmi vysoká. To je důvod, proč by měly být postupy výpočtu CBA standardizované minimálně na národní úrovni, ideálně na úrovni Evropské unie (EU). Jelikož EU vyžaduje pro velké projekty při kofinancování evropskými zdroji vyhodnocení socioekonomické efektivity, poskytuje Evropská komise široké množství expertních doporučení, kterými by se členské státy měly řídit.

## 2.2 Externality

Významnou proměnou, která vstupuje specificky do CBA jsou externality. Ty lze definovat mnoha způsoby. Na nejobecnější úrovni je lze definovat jako výsledky činnosti jednotlivých

aktérů, které ovlivňují také další aktéry, kteří spotřebovávají pozitivní či negativní efekty, aniž by za ně byli pozitivně či negativně finančně kompenzováni. Externality nejsou zahrnuty v ceně statků, proto je potřeba je dodatečně ocenit. Externality jsou často vnímány pouze negativně, nicméně v některých případech se objevují také externality pozitivní. Například díky výstavbě vysokorychlostní železnice ušetří cestující čas a díky převedení cestujících z dopravy silniční se sníží nehodovost, protože silniční doprava vykazuje mnohem více nehod než doprava železniční. V případě intervencí v dopravní infrastruktuře, ve většině případů dochází ke generování „pouze“ úspor ze snížení negativních externalit.

Externality v mnoha případech nejsou internalizovány, to znamená že náklady s nimi spojené nejsou převedeny na jejich původce. Essen, a další, (2019) ilustruje tento problém na příkladu znečištění ovzduší v důsledku vypouštění NO<sub>x</sub> emisí automobilovým prostředkem. Emise jsou škodlivé lidskému zdraví a jejich vdechování může způsobovat závažné zdravotní problémy. Nicméně náklady spojené s těmito problémy se v rozhodovacím procesu, jestli použít auto většinou neobjevují. Při výpočtu externalit se nejčastěji používá rozdílový princip. Například externality z dopravy se rovnají rozdílu mezi celkovými společenskými náklady (tj. všemi socioekonomickými náklady vznikajícími v důsledku využívání dopravy) a soukromými náklady (tj. všemi náklady, které přímo nese původce).

Za typické negativní externality spojené s infrastrukturními projekty lze považovat nehodovost, hluk, znečištění životního prostředí nebo emise skleníkových plynů. Tyto externality tak vstupují do ekonomických hodnocení intervencí v dopravní infrastruktuře.

## **2.3 Růstový koeficient externalit**

Preference společnosti se s postupem času mění, proto je potřeba tento vývoj reflektovat také v případě ohodnocení externalit. Ohodnocení externalit se nejčastěji upravuje pomocí koeficientu růstu HDP s příslušnou elasticitou. Indexace externalit na základě růstu HDP je založena na předpokladu, že se změnou bohatství společnosti se mění její preference. Za předpokladu, že HDP indikuje změnu v bohatství společnosti, potom změna HDP reflektuje změnu společenských preferencí.

Zatímco Rezortní metodika Ministerstva dopravy (pro účely práce „Metodika“), jejíž autory jsou Adamová, a další (2018), používá několik parametrů k analýze vývoje přepravní poptávky, mezi něž patří HDP, počet obyvatel, stupeň automobilizace, turistický potenciál nebo vývoj železniční dopravy, budoucí jednotkové ocenění všech externalit je založeno pouze na indexaci aktuálního (v době zpracování projektu) ocenění. Růstový koeficient je stanoven jako součin průměrné hodnoty růstu HDP za posledních deset let (v případě hodnoceného projektu v letech 2010-2019, což vychází na 2,36 %) a arbitrárně stanoveného koeficientu ve výši 0,7. Metodika tedy předepisuje růst ocenění každé jednotlivé externality tempem 1,652 % ročně – a žádný alternativní přístup k výpočtu růstového koeficientu externalit neobsahuje. Přitom jak Metodika tak i Essen, a další (2019) z jejichž studie Metodika vychází, očekávají navyšování měrných nákladů externalit. Prvním důvodem, proč očekávat, že náklady na externality porostou, je změna společenských preferencí, které se s růstem bohatství mění. Essen, a další (2019) uvádí, několik důvodů, proč lze očekávat zvyšování nákladů na hluk:

- Zvyšující se urbanizace vede ke zvyšujícímu se počtu lidí vystavených hluku,
- Podrobnější hlukové mapy dokážou přesněji zachytit počet lidí vystavených hluku. V současných studiích jsou data často podhodnocená nebo chybí úplně,
- Zvyšující se objem dopravy.

Indexovat růst nákladů pouze podle růstu HDP se mi však jeví jako nedostatečné. Vzhledem k tomu, že díky existenci závazných pro členské státy Evropské unie (EU) metodik pro hodnocení dopadů externalit existují data z dvou různých časových období, tedy let 2008 a 2016, bylo by možné použít jako růstový koeficient změnu nákladů externalit mezi výše uvedenými lety a výsledek extrapolovat na celé období hodnocení projektu. Tato data by měla budoucí vývoj preferencí společnosti reflektovat přesněji než růst HDP.

Bylo by možné nahradit univerzální růstový koeficient odvozený od růstu HDP jiným univerzálním růstovým koeficientem, který by byl odvozen od změny všech nákladů na externality mezi lety 2008 a 2016. Další možností je, použít více koeficientů. Například náklady na hluk a náklady nehodovosti by bylo možné indexovat podle jednoho společného

koeficientu a náklady na změnu klimatu a náklady na znečištění ovzduší podle druhého společného koeficientu.

Vhodnou metrikou pro růst nákladů je Compound Annual Growth Rate (CAGR), tedy procentuální růst odpovídající jednomu roku v uvažovaném období (v tomto případě 2008 až 2016). Nelze počítat pouze hodnotu, která by odpovídala ročnímu nárůstu a dopočítat, jaké procento tato hodnota z celkového rozdílu činí, protože je potřeba zahrnout roční nárůst s již započítaným nárůstem v roce t-1. Při výpočtu samotného koeficientu pomocí výpočtu existují dvě možnosti postupu. Například lze spočítat hodnotu CAGR pro jednotlivé dopravní módy a z nich udělat aritmetický průměr. Dalším způsobem, který já považuji za vhodnější, je spočítat aritmetický průměr napříč druhem dopravy i napříč dopravním módem a z rozdílu mezi uvedenými lety spočítat CAGR.

Vzorec pro výpočet CAGR

$$CAGR = \left( \frac{Ending\ value}{Beginning\ Value} \right)^{\frac{1}{n}-1} - 1$$

Zdroj: Elango (2020)

Postup výpočtu je následující. Nejprve je potřeba vydělit hodnotu pozorovanou na konci sledovaného období hodnotou na začátku sledovaného období. Podíl se umocní exponentem jedna vyděleného počtem let mezi dvěma pozorovanými obdobími. Od umocněného podílu se odečte číslo jedna a k získání výsledku v procentuálním vyjádření je potřeba výpočet vynásobit hodnotou 100.

## 2.4 Dopravní výkony

Projekce dopravních výkonů zásadně ovlivňuje výsledek ekonomického hodnocení. Co se týče výstavby VRT, přínosy které generuje jsou závislé na pružnosti převedení silniční dopravy na železniční, což je nejčastější koncept, výjimečně se počítá s převedením dopravy z letecké na železniční. Analýza výpočtu dopravních výkonů není stěžejním předmětem této

práce, tuto kapitolu uvádím z důvodu komplexnosti práce. Klíčovými parametry, které vstupují do modelů vyhodnocující dopravní výkony patří:

- vlakokilometry (vlkm) pro železniční dopravu a vozokilometry (vzkm) pro silniční dopravu
- průměrná obsazenost pro osobní dopravu a průměrná ložnost pro nákladní dopravu
- osobokolimetry (oskm) pro osobní dopravu a tunokilometry (tkm) pro nákladní dopravu

Vlkm a vzkm jsou měrnými jednotkami značící přesun dopravního prostředku po železnici respektive silnici v délce jednoho kilometru. Obsazenost značí počet osob nebo hodnotu nákladu převáženého dopravním prostředkem. Oskm/tkm se spočítají jako vlkm vynásobené obsazeností/ložností.



### 3. Metody stanovení stínových cen

Aby bylo možné provést ekonomické hodnocení, je třeba monetizovat hodnotu statků, které mají být součástí hodnocení. Finančně vyjádřená hodnota statků se označuje jako cena stínová. Seják (1999) uvádí dva hlavní přístupy k určení hodnot ekonomických statků:

- Preferenční metody založené na zjišťování ochoty lidí zaplatit nebo přijmout kompenzaci za zlepšení, respektive zhoršení kvality života spojená s výstavbou infrastruktury,
- Nepreferenční (expertní) metody založené na expertních odhadech zahrnujících náklady a rizika spojená s výstavbou infrastruktury.

Nepreferenční metody se příliš nepoužívají protože v rámci CBA je potřeba reflektovat postoje společnosti k hodnotám statků. Nepreferenční metody lze použít jako doplněk k metodám preferenčním, nicméně neměly by být těžištěm v rozhodování o přiřazení hodnot ekonomickým statkům. Preferenční metody jsou vhodnější k ohodnocení ekonomických statků, protože vychází z preferencí dotčené populace. Z tohoto důvodu se zaměřím na metody preferenční, které se dále dělí na metody uvedených preferencí a metody projevených preferencí.

#### 3.1 Metody projevených preferencí

Metody projevených preferencí fungují na základě pozorování chování subjektů na trhu, z kterého se odvozují jejich preference. Tyto metody se používají v zásadě pro ocenění netržních statků, což znamená, že je potřeba najít nějaký jiný tržní statek, který vykazuje podobné vlastnosti jako statek netržní. Oceňování statků na základě projevených preferencí vychází z teorie Paula Samuelsona, kterou představil v roce 1948. Podle Samuelsona tržní subjekt svým chováním na trhu, tedy výběrem určitého spotřebního koše, odhaluje své preference. Princip teorie je následující. Za předpokladu, že spotřebitel má na výběr dvě kombinace statků, koupí-li první kombinaci statků, přestože si mohl dovolit koupit druhou kombinaci, projevuje tím svoje preference (Samuelson, 1948). O Samuelsonovu teorii ocenění netržních statků opírají svoje výpočty ekonomové primárně proto, že chování subjektů na trhu

reflektuje ve skutečnosti ochotu zaplatit za statek právě v souladu s rozpočtovým omezením, což je klíčovým faktorem, který je při ocenění potřeba brát v potaz.

Způsobů, jak zjistit společenské preference pomocí metod projevených preferencí, je několik. V úvahu přichází například metoda obranných výdajů, vycházející z předpokladu, že lidé mají tendenci se proti negativním externalitám bránit koupí obranného prostředku, jehož cena teoreticky reflektuje hodnotu, jakou lidé dané negativní externalitě připisují. Jak uvádí Sieber, Sieber, Kopecký a Malínek (2010) jedná se o cenu zaplacenou na trhu, která je snadno zjistitelná, na druhou stranu je to cena, která nemusí plně reflektovat ocenění externality. Například může obranný prostředek problém řešit jen částečně, nebo ho řeší úplně, ale jeho cena nemá vypovídací hodnotu protože k němu neexistuje alternativa, takže může být předražený.

Další metodou, která se vzhledem k míře komplexnosti pohledu na problematiku používá velmi často, je metoda hédonické regrese. Modelování na základě hédonické regrese je založeno na Lancasterově teorii spotřebitele, vycházející z klasické ekonomie, kterou rozpracoval Kelvin John Lancaster v roce 1966. Teorie říká, že produkt a následný užitek z něj plynoucí pro spotřebitele je dán charakteristikami produktu. Tyto charakteristiky jsou oceněny jednotlivě a až dohromady tvoří výslednou cenu produktu.

Projevené preference by měly teoreticky poskytnout přesnější odhady než preference uvedené, protože reflektují reálné chování jedinců. Aby ale metoda hédonické regrese přinesla validní výsledky, musí být k dispozici informace o tržních cenách i jejich determinantech. Tím asi největším problémem je nedostupnost dat. Další problém při samotném výpočtu hédonické regrese představuje potřeba vypořádat se s problémem multikolinearity, protože často není možné perfektně oddělit efekt jednotlivých proměnných na výslednou cenu statku. Například je běžné, že nemovitosti s vysokou mírou znečištění ovzduší se potýkají také s vyšší mírou hluku.

## **3.2 Metody uvedených preferencí**

Metody uvedených preferencí fungují na základě dotazování populace, při níž respondenti odpovídají na otázky ohledně ocenění statků, které nejsou obchodované na trhu (angl.

„contingent valuation“). Typicky respondenti odpovídají na otázky na základě předpokladu, že pro daný statek existuje trh.

Fakt, že respondenti oceňují statky pouze na základě předpokladu existence trhu, je jedním z hlavních problémů kontingenčního oceňování (Markandya & Ortiz, 2011). Vzhledem k tomu, že respondenti reálně neprovádí žádné peněžní ocenění jako na trhu, je může vést k přehlížení svých rozpočtových omezení a k tomu, ocenění statků nadhodnocovat. Kvůli těmto problémům výzkumníci nemohou s jistotou vědět, zda by se jednotlivci v reálné situaci chovali stejně, jako uvádí během dotazování. Druhým problémem, který může zásadně zkreslovat výsledky dotazníkového šetření, je jeho kognitivní náročnost. K tomu, aby měli respondenti k dispozici podrobný popis hypotetického scénáře, který je dostatečně srozumitelný, jasný a smysluplný a aby dokázali vnímat změny charakteristik statků, které mají ocenit, je potřeba k designu dotazníku přistupovat metodicky správně. Níže uvádím obecný postup při sestavování dotazníkového šetření:

- Definování cílů dotazníkového šetření
- Formulace indikátorů
- Sestavování otázek
- Pilotní studie
- Předvýzkum
- Sběr dat
- Analýza a interpretace

Navrud (2002) uvádí základní předpoklady kvalitně provedeného dotazníkového šetření: (i) srozumitelně vysvětlený kontext hypotetické situace, v které se bude respondent rozhodovat (ii) podrobný popis problému o kterém má respondent činit rozhodnutí, (iii) přesně definovaná hypotetická situace a srozumitelně stanovené otázky (iv) přesně uvedený způsob, jakým respondent peněžně vyjádří svoje preference, (v) způsob, jakým výzkumník bude preference zjišťovat a zaznamenávat, (vi) komplexní debriefing toho, proč a na základě čeho se respondenti rozhodovali. Co se týče tvorby samotných otázek, jedním z rozhodnutí, které musí výzkumníci provést je, zda je vhodnější použít otevřené otázky, na které respondenti odpovídají vlastními slovy, nebo použít uzavřené otázky, na které respondenti odpovídají výběrem ze seznamu nabídnutých možností. Je důležité mít na paměti, že je potřeba klást vždy

jen jednu otázku. Pokud je otázka postavena na dvou konceptech, otázka je to dvouhlavňová (angl. double-barreled question). Taková otázka je pro respondenta těžko zodpověditelná a pro výzkumníka těžko interpretovatelná. Dvouhlavňová otázka může mít vypadat například takto: „Kolik byste byli ochotni zaplatit za snížení hluku a snížení počtu úmrtí ve vašem okolí?“

V rámci metody uvedených preferencí se používají dva způsoby jak zjistit ekonomickou hodnotu, kterou respondenti statkům přisuzují. Jedním z nich je WTP z angl. „willingness to pay“, která odráží maximální částku, kterou by byl jednotlivec ochotný zaplatit za získání užitku. Druhým způsobem je WTA (z angl. „willingness to accept), která odráží minimální peněžní částku potřebnou ke kompenzaci za podstoupení snížení užitku. Tyto dvě hodnoty by v dokonalých podmínkách měly být totožné. Empirické studie nicméně prokázaly disproporci mezi těmito dvěma mírami: odhady WTA jsou obvykle vyšší než odhady WTP (Kaval, 2016).

Tunçel a Hammitt (2014) našli systematický vztah mezi velikostí rozdílu a typem hodnoceného statku. U netržních statků souvisejících se zdravím, bezpečností nebo klimatem byl rozdíl v hodnocení metodou WTA vůči hodnocení metodou WTP pětikrát až šestkrát vyšší. U běžných statků dostupných na trhu bylo ohodnocení pomocí WTA vyšší o zhruba 50 % oproti hodnocení pomocí WTP (Tunçel & K.Hammitt, 2014). Takový rozdíl je možné vysvětlit jak ekonomickými tak i psychologickými důvody. Zřejmě nejčastějším vysvětlením takové disproporce je fakt, že lidé mají averzi ke ztrátě. Protože přikládají již vlastněným objektům hodnotu a mají k nim vybudovaný vztah, WTA je větší než WTP. Čím větší je míra averze ke ztrátě, tím větší je rozdíl mezi WTA a WTP. Ekonomická vysvětlení nejčastěji upozorňují na fakt, že spotřebitelé jsou za běžných okolností limitováni rozpočtovým omezením, které však metoda WTA nijak nereflektuje. WTA tedy popírá základní předpoklad rozhodovacího procesu, jehož neoddělitelnou součástí je rozpočtové omezení.

Sougel (1996) poznamenává, že je klíčové ptát se na ochotu zaplatit za snížení vystavení hluku v rámci domácnosti, aby byli respondenti schopni si situaci reálně představit a aby ji byli ovlivněni. Pokud by se situace nevztáhla na domácí prostředí, respondenti se zdráhají odpovídat na otázky na ochotu zaplatit, protože si myslí, že je nespravedlivé platit za snížení negativní externality vytvářené ostatními (Navrud, 2002).

Zatímco ve Spojených státech amerických se vědci přiklání spíše k metodám projevených preferencí, v Evropě tomu je spíše naopak a data, která jsou ohledně ohodnocení externalit k dispozici, jsou ve většině případů založená na metodě uvedených preferencí. Tento rozdílný přístup vychází z rozdílného fungování amerických trhů, kde ve většině případů absentují významné vnější zásahy, díky čemuž poskytují přesnější informace než trhy evropské. Přestože metoda zjišťování preferencí na základě dotazníkového šetření s sebou nese rizika zkreslení, jak ukazuje například Sougel (1996), takto získaná data mohou být přesnější než data získaná metodou projevených preferencí.

## 4. Klimatické změny a znečištění ovzduší

Z již proběhlého hodnocení VRT Praha – Drážďany plyne, že úspory ze snížení dopadů na klimatické změny a znečištění ovzduší tvoří více než 30 % celkových úspor. Dopady změny klimatu jsou globální a dlouhodobé, přičemž jejich identifikace je velmi složitá. Právě ohodnocení nákladů je stěžejní. Doprava zvyšuje množství skleníkových plynů v atmosféře, těmi zřejmě nejpolutantnějšími a tedy běžně vstupujícími do ekonomického hodnocení jsou  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  a  $\text{CH}_4$ , nicméně do ekonomického hodnocení by jich šla zahrnout celá řada, ovšem otázkou je, zda by doplnění komplexu faktorů znečištění nebylo nákladnější než přínos z vyšší přesnosti posouzení. Při ekonomickém hodnocení je potřeba brát v potaz, jaký dopravní mód se analyzuje, protože například při měření emisí z letecké dopravy je potřeba zahrnout také vodní páry, sírany nebo saze, které můžou způsobovat ve vysokých nadmořských výškách, díky blízkosti k zemské atmosféře, značné škody (Essen, a další, 2019).

Podle Čermákové, a dalších (2020) je největším znečišťovatelem ovzduší z dopravy individuální automobilová doprava, která se podílí na emisích  $\text{CO}_2$  z dopravy více než 60 %. Celkově je silniční doprava zodpovědná za zhruba 95 % celkových emisí  $\text{CO}_2$  z dopravy. Co se týče železniční dopravy, největší podíl má na vypuštěných emisích  $\text{N}_2\text{O}$ , u kterých tvoří 13 % z celkové dopravy, u ostatních skleníkových plynů je její podíl minimální.

Co se týče vlakové dopravy, klíčovými vstupními údaji k výpočtu emisí  $\text{CO}_2$  jsou emisní faktor pro daný typ vlakové soupravy a dopravní výkony. Emisní faktor zohledňuje parametry vlakové soupravy a množství, druh a parametry používané energie. Celkové emise se vypočítají jako suma součinů dopravního výkonu a emisního faktoru přes všechny typy souprav.

## 5. Nehodovost

Počty dopravních nehod v České republice od roku 2011 do roku 2019 každým rokem stoupaly; zatímco v roce 2011 bylo evidováno 75 137 nehod, v roce 2019 to bylo 107 572 nehod (ČSÚ, 2022). V letech 2020 a 2021 dopravních nehod výrazně ubylo primárně kvůli omezení dopravy v důsledky restrikcí spojených s pandemií koronaviru. Co se týče železniční dopravy, od roku 2011 není pozorovatelný jednoznačný trend. Počty vážných nehod se mezi lety 2011 a 2020 pohybovaly v rozmezí od 89 do 104, počty usmrcených osob se pohybovaly od 24 do 34 (ČSÚ, 2021).

Přestože počet usmrcených osob na 1000 nehod klesá, zůstává nehodovost palčivým problémem. Vzhledem k tomu, že naprostou většinu nákladů nehodovosti tvoří silniční doprava, převedení dopravy na vysokorychlostní železnice může přinést velké celospolečenské úspory. Dopad intervence na míru nehodovosti je standardní součástí hodnocení každého infrastrukturního projektu.

### 5.1 Teoretická východiska

Nehodovost se běžně rozděluje na tři kategorie: s úmrtím, se zraněním (těžké zranění a lehké zranění) a s hmotnou škodou. K výpočtu celkových nákladů nehodovosti je potřeba kromě veškerých nákladů s nehodou spojených znát také počty nehod. Statistiku počtu nehod je však potřeba upravit o korekční koeficient, protože data, která shromažďuje Policie České republiky pro silniční dopravu nereflktují skutečný rozsah dopravních nehod. Koeficient se nepoužívá pro železniční dopravu protože se předpokládá, že každá železniční nehoda je zaznamenána. Důvodů k využití korekčních koeficientů je několik. Účastníci dopravní nehody nemusí nehodu hlásit pokud škoda evidentně nepřevyšuje 100 tisíc Kč. Dopady nehod jsou monitorovány pouze po dobu 30 dnů, což může podhodnocovat reálné náklady s nehodou spojené protože především u velkých nehod může být známa výše škod až v delším časovém období (Adamová, a další, 2018). Korekční koeficient je právě u nehod s hmotnou škodou největší, nicméně používá se i u dopravních nehod a nehod s úmrtím, protože se předpokládá, že i některé nehody s úmrtím nejsou bohužel zaznamenány. Správná klasifikace nehod je nicméně klíčová protože hodnotový rozdíl mezi ztrátou života a zraněním je velmi vysoký. Adamová, a další (2018) pracují s hodnotami 20 790 00 Kč pro nehodu s úmrtím

a 5 033 600 Kč pro nehodu s těžkým zraněním. Pro ilustraci uvádím v tabulce 1, s jakými hodnotami pracuje Metodika.

Tabulka 1: Ocenění následků nehod

Následek	Ocenění (Kč)
Úmrtí	20 790 000
Těžké zranění	5 033 600
Lehké zranění	649 800
Hmotná škoda *)	344 900

\* průměrná hodnota ze všech reportovaných nehod

Zdroj: Adamová, a další (2018)

Tyto náklady lze však použít pouze v případě, že k projektu existují konkrétní data o počtech a typech nehod. U projektů, u kterých se počítá s převedením dopravy z jednoho módu na jiný, tato podmínka platí pro oba módy. Pokud podmínka není splněna, používají se zjednodušené průměrné měrné náklady.

Co se týče nákladů s nehodou spojených, postoj k jejich výpočtu není u odborné veřejnosti zcela jednotný. Nash (2015) uvádí tři kategorie nákladů, které se objevují v důsledku dopravních nehod a které je potřeba ohodnotit. První kategorií jsou přímé náklady, které zahrnují především finanční náklady přímo spojené s dopravní nehodou jako jsou výjezd záchranných složek, hospitalizace zraněných účastníků nehod a další náklady například vyšetřování ze strany policejních složek, dodatečné úkony soudu apod. Druhou kategorií jsou nepřímé náklady, což jsou náklady ušlé příležitosti v důsledku nehody. Většinou se jedná o peněžní hodnotu, kterou by účastník nehody vyprodukoval, kdyby se nehody neúčastnil. Poslední kategorií jsou náklady, které společnost vnímá, že v důsledku nehody nese.

Essen, a další (2019) uvádí detailnější rozbor nákladů a uvádí šest kategorií nákladů, které se objevují v důsledku dopravních nehod. První kategorií jsou léčebné náklady, což jsou náklady na lékařské ošetření oběti poskytované různými institucemi, dále náklady na přístroje a léky a další nezbytnosti. Léčebné náklady se počítají od okamžiku úrazu do úplného zotavení



nebo v případě smrtelných nehod do smrti. V mnoha případech je část těchto nákladů již internalizována prostřednictvím pojistného na zdravotní pojištění, proto autoři v příručce předpokládají, že pouze 50 % léčebných nákladů je externích. Druhou kategorií jsou administrativní náklady, což jsou náklady vynaložené na pohotovostní služby vyjíždějící k místě havárie, ale také náklady na právní služby, náklady na stíhání pachatelů a náklady na soudní spory a pojištění. Předpokládá se, že tato složka je částečně internalizována účastníky provozu ve formě pojištění. Autoři tedy počítají, že pouze 30 % administrativních nákladů je externích. Třetí kategorií jsou výrobní ztráty plynoucí z délky neschopnosti účastníka nehody vrátit se do zaměstnání. Předpokládá se, že tato složka je částečně internalizována účastníky provozu ve formě pojištění. Autoři předpokládají, že 55 % výrobní ztráty lze považovat za externí. Čtvrtou kategorií jsou materiální škody vzniklé v souvislosti s nehodou. Tato složka je plně internalizována účastníky provozu díky pojištění, proto nevstupuje do ekonomického hodnocení. Pátou kategorií jsou ostatní náklady jako jsou náklady na pohřeb apod., nicméně ani tato kategorie nevstupuje do ekonomického hodnocení. Poslední, a tou nejdůležitější kategorií jsou lidské náklady neboli hodnota života. Jedná se o hodnotu, kterou společnost přisuzuje ztrátě života. Tato kategorie má v celkovém hodnocení nákladů nehodovosti největší váhu, a proto se jí budu v následující části práce věnovat.

Nejčastěji se používá ohodnocení lidských nákladů na základě hodnoty statistického života (VSL, z angl. „value of statistical life“). Tento koncept je široce přijímaný, nicméně nepanuje shoda ve výši VSL, a to z několika příčin – v principu jsou rozdíly dány typem metody, která je použita k výpočtu VSL, samozřejmě je hodnota závislá i na charakteristikách konkrétní společnosti (jejím hodnotovém žebříčku a bohatství), pro něž se VSL hledá a v neposlední řadě samozřejmě i na kvalitě provedeného výzkumu. Ale vzhledem k tomu, že VSL vyjadřuje statistickou (tedy od konkrétního jedince odtrženou) hodnotu, kterou společnost přikládá lidskému životu – nepovažují za relevantní parametr dopravního módu. Klíčové je upozornit, že VSL která je „velmi oblíbenou“ proměnou, která je podrobována výzkumu, ukazuje absolutní nutnost definice standardů v oblasti stínových cen pro CBA v dané zemi.

Při výpočtu VSL je potřeba reflektovat několik skutečností. Někteří vědci tvrdí, že úmrtí by měla být ohodnocena podle typu dopravy a okolností, které ji doprovázely. Jak uvádí Essen, a další (2019) vědcům provádějícím studii uvedených preferencí ve Švýcarsku vyšla VSL ve výši 4,5 milionu CHF, 30,6 milionu CHF a 10,5 milionu CHF pro úmrtí při silničních

nehodách, respektive železničních nehodách, respektive při úmrtí v důsledku hluku nebo znečištění ovzduší. Dalšími faktory, které ovlivňují VSL jsou vzdělání a věk. Vyšší vzdělání a vyšší příjem přispívají k vyššímu ocenění VSL, přičemž obě tyto hodnoty mají tendenci zhruba do 50. věku života růst. Aldy & Viscusi (2004) ukazují na datech z průzkumu, že respondenti uvedli VSL šedesátiletého člověka jako zhruba poloviční oproti VSL třicetiletého nebo čtyřicetiletého člověka. Naopak VSL dětí může být až dvakrát větší než VSL člověka v produktivním věku (na druhou stranu tato proporce se neprokazuje u všech výzkumů).

Covey, Robinson, Jones-Lee, & Loomes (2010) provedli dotazníkové šetření s cílem zjistit, jak je WTP za snížení smrtelných nehod na železnici ovlivněna tím, kdo je odpovědný za úmrtí. Výsledky ukázaly, že respondenti ohodnotili úmrtí, které je způsobeno selháním železničního systému vyšší částkou, než úmrtí, které bylo zaviněno nezodpovědným chováním dospělé osoby. Nicméně tento rozdíl nebyl tak významný, pokud bylo úmrtí zaviněno dítětem. Jedním z možných vysvětlení těchto rozdílu je fakt, že respondenti vzali v potaz, že nezodpovědným chováním jedinců se část externalit internalizuje, proto společnost nenese vysoké náklady.

Metodika zjišťování nákladů nehodovosti by měla být v rámci jednoho státu jednotná. VSL závisí mimo jiné na velikosti bohatství, nicméně Hammitt (2017) upozorňuje, že přestože třídění nákladů nehodovosti podle příjmů je opodstatněné, existují také další faktory ovlivňující VSL. Například riziko úmrtnosti je sice zanedbatelné, nicméně další faktory, včetně dostupnosti zdravotní péče, formální a jiné podpůrné programy, kulturní nebo náboženské faktory mohou mít vliv na vnímání hodnoty života. Pokud se v ekonomickém hodnocení počítá se zjednodušenými náklady hluku vycházející z průměrných hodnot napříč EU, je potřeba, aby byla k dispozici kvalitní data z každé členské země.

## **5.2 Hodnocení na základě projevených preferencí**

Možností, jak přistupovat k výpočtu VSL na základě projevených preferencí, je několik. Například lze použít metodu obranných výdajů, kdy by bylo možné pomocí dostupných tržních dat odhadnout, kolik jsou lidé ochotni zaplatit za obranný prostředek, který zvýší šanci na přežití (nebo sníží riziko úmrtí). V případě ohodnocení VSL by v případě silniční dopravy bylo možné využít ceny dodatečných airbagů nebo bezpečnostních pásů. Gruber (2016) uvádí tento

přístup na jednoduchém příkladu. Za předpokladu, že dodatečný airbag stojí 350 USD a existuje šance 1/10 000, že zachrání život, potom ten, kdo si tento obranný prostředek koupí, ohodnocuje svůj život na 3,5 milionů USD. Tento přístup má však řadu omezení, protože naplnění předpokladů o znalosti ceny airbagu a znalosti snížení rizika je značně problematické.

To ukázali Rohlfs, Sullivan, & Kniesner (2015), kteří provedli ve Spojených státech amerických studii zaměřující se na určení VSL právě na základě poptávkové funkce po airbag systémech. Pracovali s daty o cenách automobilů, o celkovém počtu registrovaných automobilů a o dopravních nehodách. Určení, jaká část ceny automobilu připadá na airbag je značně obtížná protože přítomnost airbagů koreluje s ostatními bezpečnostními prvky, jako jsou bezpečnostní pásy nebo systém ABS (z angl. „anti-lock braking system). Druhým úskalím je prokázání korelace mezi přítomností airbagu a snížením nehodovosti. Problematické jsou také regulační intervence státu: pokud je regulována poptávka nebo cena po tržního statku, který se používá k určení společenské hodnoty netržního statku (v tomto případě hodnoty života), zkresluje to výsledné ohodnocení.

Další možností výpočtu VSL je mzdový diferenciál pro pracovní rizika, založený na hédonické regresi, která by dokázala určit, jak velká část mzdy připadá na ocenění rizika úmrtí v důsledku povolání. Za předpokladu, že jsou k dispozici kvalitní data o platech a při porovnání dvou povolání je možné určit rozdíl v míře rizika kterou představují, lze spočítat, jakou částkou jsou ti vykonávající rizikovější povolání ohodnoceni a tedy jak si cení svého života. Gruber (2016) například uvádí, že pokud by rozdíl v ročním platu horníka a úředníka byl 60 000 Kč a riziko úmrtí by bylo o 1 % vyšší u horníka než u úředníka, pak, při zanedbání ostatních faktorů jako je náročnost práce apod., by hodnota života vyšla

$$VSL = \frac{60\,000}{0,01} = 6\,000\,000 \text{ Kč.}$$

Takový přístup by ale vyžadoval úplná a kvalitní data z trhu práce. Výše uvedený příklad vychází z předpokladu znalosti výše rizika úmrtí u jednotlivých profesí. Přestože by podle Sieber (2009) tento přístup tedy měl být aplikovatelný, protože trh práce je v České republice funkční, problémem je ale již zmíněná dostupnost a kvalita dat, která často nejsou k dispozici - primárně vzhledem k ochraně osobních údajů, ale i dalším technickým nedokonalostem.

Druhým problémem je fakt, že lidé nejsou schopni rizika plynoucí z různých povolání racionálně ocenit. Lidé například nadhodnocují statisticky málo pravděpodobná rizika jakým je například pád letadla, ale podhodnocují rizika spojená s rizikovějším povoláním (Gruber, 2016). Dalším problémem je, že některé rizikovější profese si vybírají lidé s nižší averzí k riziku a tudíž ohodnocení rizika přes mzdovou sazbu poskytuje zkreslené výsledky.

### **5.3 Hodnocení na základě uvedených preferencí**

Dotazování na základě uvedených preferencí má řadu výhod. Výzkumník je flexibilní při tvorbě designu dotazníku a tedy je schopen respondentovi představit jakýkoli kontext a předpoklady existence trhu pro statky, které má ohodnocovat. Díky popsanému scénáři si jsou respondenti vědomi současného rizika a tazatel jim předloží, jak snížení rizika mají ocenit. Navíc díky tomu, že změna rizika nehodovosti, která má být oceněna, je exogenně přiřazena respondentovi pomocí konstrukce, čímž se výzkumník vyhýbá problémům s endogenním vnímáním rizika respondentem. (Alberini, Ščasný, Kohlová, & Melichar, 2005).

V dotaznících zaměřených na zjištění VSL se nejčastěji používají dichotomické otázky, které obsahují pouze dvě odpovědi. Tento způsob se nazývá „aukce“ nebo „dražba“. Tazatel se respondenta ptá, jestli by byl ochotný zaplatit cenu  $x$  za snížení rizika úmrtí. Pokud respondent odpoví „ano“, respondent zvyšuje cenu do té doby, kdy respondent odpoví „ne“. Pokud by chtěl výzkumník určit respondentovo WTP naprosto přesně, musel by mu ve většině případů položit velké množství otázek tak, aby se aproximační metodou dostal ke kýženému výsledku. Proto při použití dichotomických výběrových otázek výzkumník většinou zjišťuje respondentovo WTP, které se nachází v intervalu mezi dvěma nabídkami na něž respondent odpověděl „ano“, respektive „ne“. Výzkumník tedy ví, že výše WTP respondenta je větší než nabízená cena (pokud odpověď respondenta je „ano“) nebo nižší než nabízená cena (pokud odpověď respondenta je „ne“) (Alberini, Ščasný, Kohlová, & Melichar, 2005).

Výše zmíněná flexibilita výzkumníka se může stát také nevýhodou, proto je potřeba, aby dotazníkové šetření bylo standardizované a nezáleželo na způsobu prezentace tazatelem. Obecný problém kognitivní náročnosti pro respondenty platí také u zjišťování VSL. Také je potřeba brát v potaz, že respondent nemusí rizika objektivně vnímat tak, jak je uvádí

v dotazníkovém šetření, tomuto problému se ale dá zabránit kvalitně zkonstruovanými indikátory při vytváření designu dotazníku.

Další velké riziko této metody spočívá ve stanovení počáteční ceny, kterou výzkumník respondentovi nabídne. Tento problém popsali Amos Tversky a Daniel Kahneman v roce 1974 jako efekt kotvení (angl. „anchoring effect“). Respondenti mají tendenci podhodnocovat subjektivní ohodnocení pokud jim je nabídnuta nižší hodnota a naopak nadhodnocovat pokud jim je nabídnuta hodnota vyšší. Tento efekt je o to výraznější pokud se výzkumník respondentů ptá na těžko uchopitelná témata, o kterých respondent běžně neuvažuje a nemá předem stanovený hodnotový rámec. Nabídnutá počáteční cena může změnit respondentovo uvažování a tudíž nereflektovat jeho reálné WTP.

## **5.4 Alternativní hodnocení**

Dříve používanou ale v dnešní době již nevhodnou metodou je ohodnocení života na základě součtu diskontovaných příjmů (Sieber, 2009). Tato metoda funguje na principu výpočtu celoživotních příjmů, které se diskontují společenskou sazbou vztahující se k lidskému životu, čímž vznikne čistá současná hodnota osobních příjmů. Díky tomu je možné určit hodnotu lidského kapitálu, nicméně nelze na základě této metody určit hodnotu, kterou životu přiřazuje společnost. Faktorů, které snižují vypovídající hodnotu této metody je hned několik. Dílčím problémem této metody je, že nedokáže zachytit ohodnocení času, který není reflektován mzdou získanou na trhu práce. To znamená, že život těch, kteří pracují na poloviční úvazek je oceněn na poloviční hodnotu těch, kteří pracující na stejné pozici na plný úvazek. Problematická je tato metoda také vzhledem k participaci žen na trhu práce, jejich finančnímu ohodnocení a účasti v aktivitách mimo tržní prostředí. Obecným problémem spojeným s touto metodou je fakt, že popírá smysl určení socioekonomické hodnoty statků, protože nereflektuje společenské preference (Sieber, 2009).

Přes všechna výše popsaná omezení se tato metoda objevuje v Handbook (Essen, a další, 2019) jako alternativní metoda hodnocení. Nicméně u větších infrastrukturních projektů, ke kterým jsou k dispozici kvalitní data, je tento přístup nevhodný.

## **5.5 Metodika výpočtu průměrných měrných nákladů nehodovosti**

Ocenění VSL je prvním krokem k výpočtu průměrných měrných nákladů nehodovosti. Vzhledem k tomu, že při zjišťování nákladů nehodovosti výzkumníci zjišťují pouze VSL, je potřeba odhadnout náklady na nehody u kategorií s těžkým a lehkým zranění. Tyto odhady jsou stanoveny arbitrárně na základě doporučení HEATCO (2006). Náklady na těžká zranění jsou ohodnoceny jako 13 % z VSL, náklady na lehká zranění na 1 % z VSL. Od celkových nákladů nehodovosti se musí odečíst platby ze systémů pojištění odpovědnosti, protože je potřeba měřit pouze externí náklady a pojištěním se část nákladů internalizuje. Pro výpočet jsou potřeba tři sady dat (Essen, a další, 2019). Náklady nehodovosti podle jednotlivých kategorií, tedy nehoda s úmrtím, s těžkým zraněním nebo s lehkým zraněním jsou první sadou dat potřebnou k výpočtu průměrných měrných nákladů nehodovosti. Druhou sadou jsou data o počtu nehod, která reportuje Policie ČR pro silniční dopravu a Drážní inspekce pro železniční dopravu. Počty nehod je potřeba upravit korekčním faktorem kvůli nedostatečné kvalitě reportovaných nehod, jak je popsáno v kapitole 5.1.

Vynásobením počtu nehod náklady na jednu nehodu se odhadnou celkové externí náklady nehodovosti. Aby bylo možné získat průměrná data, jsou celkové náklady nehodovosti vypočítány vydělením celkových nákladů celkovým dopravním výkonem (třetí sada dat), uváděných v osobo-kilometrech, vozo-kilometrech, tuno-kilometrech atd. Důvodem k těmto úpravám je jednotná hodnotící metrika, díky které jsou u každého dopravního módu klíčovým ukazatelem náklady na osobokilometr, což umožní porovnatelnost jednotlivých hodnot napříč dopravními prostředky i módy. Právě náklady nehodovosti na osobokilometr jsou hodnotou, která vstupuje do ekonomického hodnocení.

## 6. Hluk

Nárůst objemu dopravy má za následek zvyšující se celkovou hladinu hluku, které je společnost vystavena, nárůst urbanizace zase způsobuje, že čím dál více lidí je hluku vystaveno. V důsledku toho se očekává, že náklady na hluk z dopravy v budoucnu porostou (Essen, a další, 2019). Vzhledem k tomu, že naprostou většinu nákladů hluku tvoří silniční doprava (Čermáková, a další, 2020), převedení dopravy na vysokorychlostní železnice může přinést velké celospolečenské úspory. Hluk může být definován jako soubor nežádoucích zvuků způsobující nepříjemnosti nebo dokonce újmu na zdraví. Evropská agentura pro životní prostředí (2020) odhaduje, že více než 100 milionů lidí v Evropě je vystaveno škodlivým mírám hluku. Dlouhodobá expozice hluku způsobuje v Evropském měřítku až 48 000 případů srdečního onemocnění a 12 000 předčasných úmrtí ročně. Kromě toho až 22 milionů Evropanů pociťuje chronické obtěžování v důsledku zvýšené hladiny hluku v jejich okolí, a 6,5 milionu Evropanů trpí chronickými poruchami spánku. Právě obtěžování a poruchy spánku představují většinu zátěže nemocí spojených s hlukem (Evropská agentura pro životní prostředí, 2020).

V České republice trpí podle Ministerstva zdravotnictví (2019) nadměrným hlukem během dne, které se měří jako vystavení hluku přesahující 60 dB, zhruba 1,3 milionů obyvatel. Co se týče nočního vystavení hluku, které se měří jako vystavení hlukové zátěži převyšující 50 dB, je hluku vystaveno 1,5 milionu obyvatel. Silniční doprava představuje zdaleka největší zdroj hlukové zátěže. Za předpokladu, že se hluková hranice, od které se počítá nadměrné vystavení hluku stanoví na 55 dB, ze silniční dopravy je takovému hluku vystaveno 1,7 milionu obyvatel, zatímco hluku plynoucího ze železniční dopravy je vystaveno pouze 75 800 obyvatel.

Pokud se vezme v úvahu pouze počet obyvatel vystavených hluku vyššímu než 70 dB, což je hranice, od které má expozice takto vysokému hluku dlouhodobě negativní vliv na zdraví, je hluku ze železniční dopravy na hlavních železničních tratích, po kterých projede minimálně 30 tisíc vlaků za rok, vystaveno celkově 19 tisíc obyvatel. V případě silniční dopravy bylo hluku vyššímu než 70 dB vystaveno 213 tisíc obyvatel (Čermáková, a další, 2020).

Tato čísla ukazují, že hluk není pouze marginálním problémem a přestože tvoří v celkovém objemu nákladů externalit v ekonomických hodnoceních většinou pouze malou část, je potřeba ho při ekonomickém hodnocení zohlednit.

## 6.1 Teoretická východiska

Základní jednotkou k měření zvuku je decibel (dB). Lidské ucho reaguje na různý akustický tlak rozdílně; hluboké a velmi vysoké tóny při stejné intenzitě zvuku jsou lidským uchem vnímány jako méně hlučné než tóny nízké (Essen, a další, 2019). Nejcitlivější je lidské ucho na zvukové frekvence mezi 500 Hz a 6 kHz. Aby se toto zohlednilo, používá se frekvenční vážení, výsledná jednotka je potom tedy dB(A). Literatura nenabízí jednotný pohled na to, jakou hodnotu mají mít prahové hodnoty, tedy hodnoty od kterých je hluk považován za obtěžující (Essen, a další, 2019). V literatuře lze nalézt prahové hodnoty 50, 55 a 60 dB(A). Je důležité poznamenat, že volba prahové hodnoty má výrazný dopad na mezní náklady na hluk. Typicky se vystavení hluku uvádí v kategoriích v rozmezí po 5 dB od 50 dB(A) do 80 dB(A). Pro ilustraci uvádím v tabulce 2, s jakými hodnotami pracuje Metodika.

Tabulka 2: Ocenění hluku podle hladiny hlukové zátěže

Dopravní mód	Hlukové pásmo				
	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
Silniční doprava	2 252	3 828	5 436	8 363	11 032
Železniční doprava	643	2 252	3 828	6 755	9 424

Pozn.: hodnoty v tabulce jsou uváděné za rok

Zdroj: Adamová, a další (2018)

Tyto náklady lze však použít pouze v případě, že k projektu existují konkrétní data o vystavení obyvatel hlukové zátěži v oblasti plánované výstavby. U projektů, u kterých se počítá s převedením dopravy z jednoho módu na jiný, tato podmínka platí pro oba módy. Pokud podmínka není splněna, používají se zjednodušené průměrné měrné náklady.



Metodika výpočtu nákladů na hluk prošla velkou změnou. První velkou změnou je zrušení „železničního bonusu“. Ještě v roce 2011 byl hluk z železniční dopravy považován za méně obtěžující v porovnání s ostatními dopravními módy a železniční doprava měla přiřazený „bonus“ ve výši 5dB. To znamená, že z naměřených hodnot hluku se v případě železniční dopravy odečítalo 5 dB, takže s naměřeným hlukem např. 60 dB se dál počítalo, jako by to bylo jen 55 dB. V aktuálním vydání studie (Essen, a další, 2019) již železniční bonus nefiguruje; efekt je stejný, jako kdyby veškerá železniční doprava generovala o 5 dB větší hluk. Druhou změnou v rámci metodiky je způsob ohodnocení hluku v jednotlivých hlukových pásmech. Náklady na hluk ve vyšších hlukových pásmech již nejsou hodnoceny jako lineárně rostoucí, ale jejich růst je hodnocen progresivně.

Společenské ohodnocení hluku závisí mimo jiné na velikosti bohatství. Pokud má jedinec výrazné rozpočtové omezení, nemůže si dovolit alokovat zdroje k řešení pro něj marginálního problému. Navrud (2002) upozorňuje na několik problémů s tříděním nákladů na hluk podle příjmu. Jedním důvodem je etičnost takového postupu, v čemž já osobně ale problém, co se týče ekonomické analýzy, nespatřuji. Pokud by takové rozřídění vedlo k přesnějšímu výpočtu nákladů hluku, bylo by rozumné ho zvážit. Navrud (2002) zmiňuje další problém spojený s tříděním podle příjmu, tedy že ochota platit se liší podle kulturních a sociálních faktorů, jejichž vliv může být větší než samotný příjem. Lidé v rozvojových zemích můžou stejnou hladinu hluku snášet hůře než lidé v zemích vyspělých, například kvůli vážným zdravotním problémům nebo finančním a sociálním problémům. Na druhou stranu, nízkopříjmové skupiny obyvatel můžou být vystaveny ambientnímu hlukovému zatížení častěji než vysokopříjmové skupiny, takže dodatečný hluk nemusí představovat subjektivně tak velký rozdíl a WTP u nich proto bude pravděpodobně nižší.

Navrud (2002) zmiňuje také rozdílnosti v počtu hodin stráveného venku. V severských zemích tráví lidé mající zahradu venku pouze letní období, zatímco obyvatelé zemí na jihu Evropy můžou venku trávit podstatně delší čas, což znamená, že u nich bude pravděpodobně WTP větší než u Severanů. Každopádně je potřeba, aby výzkumy, které mají být generalizovatelné na celou společnost, probíhaly na reprezentativních vzorcích. Pokud se v ekonomickém hodnocení počítá se zjednodušenými náklady hluku vycházející z průměrných hodnot napříč EU, je potřeba aby byla k dispozici kvalitní data z každé členské země. V případě, že taková data chybí (například Řecko) je potřeba ta dostupná buď extrapolovat

nebo použít data z nejbližší země; například v případě Řecka použili Essen, a další (2019) data z Bulharska.

Korektním postupem k výpočtu nákladů na hluk by bylo zjišťování nákladů hluku populace přímo dotčené výstavbou VRT. Takový postup by ale byl velmi náročný a vyžadoval by spoustu finančních a časových prostředků. Novější studie a příručky Evropské komise již převážně obsahují národní data, nicméně příručka Essen, a další (2011), z jejíž metodiky vychází EH VRT Praha – Drážďany používala jako „benchmark“ nákladů hluku pro všechny státy data z Německa, čímž docházelo ke zkreslení výsledků. Použití nákladů hluku jako průměru z jednotlivých členských států EU je možné použít u velkých projektů s celoevropským dopadem, například u stavby VRT, která má být součástí Transevropské dopravní sítě.

Limitujícím faktorem k přesnějším odhadům nákladů, které společnost nese v důsledku existence hluku, jsou kvalita a dostupnost dat. Prvním omezením jsou data o vystavení hlukové zátěži. Přestože podle nařízení Evropské komise mají členské státy EU povinnost zveřejňovat každých pět let hlukové studie uvádějící počet lidí vystavených hluku, nejsou data v nich obsažená dostatečně detailní. Hluková studie pro Českou republiku například počítá hlukovou zátěž pouze pro pět aglomerací s počtem obyvatel nad 100 tisíc. K tomu, aby bylo možné provést detailní ohodnocení konkrétní VRT, by byla potřeba hluková studie pro oblast plánované výstavby VRT. Druhým omezením je kvalita a množství dat o samotném ocenění hluku.

## **6.2 Hodnocení na základě projevených preferencí**

V případě hluku se běžně používá ocenění na základě metody hédonické regrese aplikované na ceny nemovitostí. Tato metoda, kterou rozpracoval Lancaster (1966) se používá k přiřazení finanční hodnoty k jednotlivým parametrům statků. V případě ocenění hluku tato metoda vychází z předpokladu, že hodnota nemovitosti je funkcí parametrů její užitečnosti. Tento předpoklad mimo jiné znamená, že míra okolního hluku je promítnuta do ceny nemovitosti. Cena nemovitosti  $P$  se tak dá vyjádřit vztahem

$$P = P(Q, A, G)$$

Zdroj: Andersson, Jonsson, Swärdh, & Ögren (2012)

Kde Q odpovídá úrovni parametru „klid a ticho“, A reprezentuje charakteristiku nemovitosti a G reprezentuje její geografické proměnné. Rosen (1974) ukázal, že optimum marginální WTP pro specifický parametr statku odpovídá marginálnímu substitučnímu poměru mezi daným parametrem a cenou daného statku. V případě fungujícího trhu se marginální WTP dá odhadnout ze sklonu dané cenové funkce. Takže definice implicitní hodnoty parametru „klid a ticho“,  $\pi$ , se dá zapsat jako

$$\pi = \frac{\partial P}{\partial Q}$$

Zdroj: Andersson, Jonsson, Swärdh, & Ögren (2012)

Předchozí dvě rovnice jsou v technice hédonické regrese označovány za první krok (Andersson, Jonsson, Swärdh, & Ögren, 2012) Druhým krokem je odhalení závislosti pro marginální WTP. Podle Rosena je možné použít k tomu detailní informace o domácnosti, která danou nemovitost obývá, nicméně Ekeland, Heckman, & Nesheim (2004) jsou vůči možnosti získat informace, které by umožnily zkonstruovat použitelnou funkci pro marginální WTP skeptičtí. Jednou z možností je použít data z trhu nemovitostí a pomocí regresního modelování určit, jak dílčí parametr „klid a ticho“ ovlivňuje cenu nemovitosti. (Andersson, Jonsson, Swärdh, & Ögren, 2012). K tomuto účelu Day, Bateman, & Lake, (2007) navrhli dvě rovnice z prvního kroku hédonické regrese vyjádřit jako

$$Q = Q(\pi, S, A, G)$$

Tento vztah vyjadřuje odhadovanou poptávku po „klidu a tichu“ a je možné pomocí něj vyčíslit WTP pro změny tohoto parametru. Na základě kvality a šířky vzorku záleží, jestli

je možné odhadnout WTP v závislosti na intenzitě hlukové zátěže. V dřívějších výzkumech se počítalo, že WTP roste se zvyšující se hlukovou zátěží lineárně, nicméně novější výzkumy pracují s upraveným modelem, který přisuzuje hluku ve vyšších hlukových pásmech vyšší náklady (Essen, a další, 2019).

Snaha o využití metody hédonické regrese v České republice by narazila na nedostatek kvalitních dat. Trh s nemovitostmi trpěl posledních několik let tím, že je přehřátý a poptávka významně převyšovala nabídku. Nicméně nyní je trh ohrožen stagnací, rostoucími úrokovými sazbami, velkým vlivem nabídky investičních bytů, kterých se vlastníci pod rizikem situace na Ukrajině i postcovidové situace rychle zbavují. Navíc ceny na realitních portálech a v nabídkách realitních kanceláří nejsou často finální, což negativně ovlivňuje velikost a kvalitu vzorku, což zásadně zkresluje výsledek.

### 6.3 Hodnocení na základě uvedených preferencí

Zjišťování společenského ohodnocení hlukové zátěže na základě uvedených preferencí probíhá typicky pomocí dotazníkového šetření, které může být doplněno o audio nahrávky, což respondentům umožní hluk snáz ohodnotit. Dříve bylo běžnou praxí ptát se respondentů na kolik si cení snížení hlukové zátěže o polovinu, viz například Sougel (1996). Novější výzkumy, viz například Sieber & Melichar (2014) se respondentů ptají na ocenění snížení hlukové zátěže o 10 dB, což je zhruba hranice, od které jsou respondenti schopni změny v hlukové zátěži rozeznat. Jako příklad otázky zjišťující ocenění hluku v dotazníkovém šetření uvádím otázku z výzkumu, který provedli Sieber & Melichar (2014, str. 833). Otázka byla formulována následovně:

*„Když si představíte předchozí snížení hluku, kolik byste byl/a ochotný/á každý měsíc zaplatit za opatření nebo vylepšení, které by takto snížilo hladinu HLUKU u otevřeného okna Vašeho pokoje do ulice oproti první nahrávce. Vaše místo bydliště zůstane to samé, nebudete se stěhovat, jenom se sníží pomocí přijatých opatření hladina hluku. Pokud nebudete chtít platit, hladina hluku zůstane stejná jako v případě první, hlasitější nahrávky. Berte, prosím, v úvahu skutečnou výši Vašeho měsíčního příjmu a strukturu Vašich měsíčních výdajů.“*

Předpoklady správně položené otázky jsou zde splněny, protože otázka zjišťuje WTP v podmínkách rozpočtového omezení, situace je pro respondenta snadno představitelná, protože se jedná o domácí prostředí a otázka se ptá na jeden konkrétní koncept, čímž je pro respondenta zodpověditelná a pro výzkumníka interpretovatelná.

Vzhledem k tomu, že se typicky uvádí kategorie nákladů na hluk v rozmezí 5 dB, je potřeba ocenění snížení hluku o 10 dB přepočítat na 1 dB, aby bylo možné náklady na hluk rozřadit do hlukových pásem. Z WTP jednotlivých respondentů je potřeba určit průměr a medián za celý vzorek, popřípadě lze sestavit ekonometrický model k určení nabídkové funkce, díky čemuž je možné určit determinanty ovlivňující výslednou WTP, viz například Sieber & Melichar (2014).

Metoda dotazování otevírá možnost ptát se na WTP pro jednotlivá hluková pásma, ovšem obvykle se výzkumníci ptají na kolik si respondenti cení snížení hlukové zátěže ze 70 dB na 60 dB, což znamená, že je potřeba dopočítat, jaké je WTP v jiných pásmech. První možností je provést standardní lineární extrapolaci, nicméně výzkumy ukazují, že WTP za snížení hlukové zátěže ve vyšších pásmech je vyšší než v pásmech nižších. Proto se používají korekční faktory, které tyto preference zohlední.

## 6.4 Alternativní hodnocení

Zajímavou metodiku k zjišťování nákladů na hluk aplikovali (Denant-Boèmont, Faulin, Hammiche, & Serrano-Hernandez, 2018). Tradiční dotazníkové šetření doplnili o laboratorní experiment jako metodu ex-post kalibrace pro očištění zjištěné WTP o „hypothetical bias“. Jde o chybu, která odpovídá rozdílu mezi dotazováním zjištěnou hodnotou WTP a skutečnou ochotou platit. Metaanalýzy WTP studií odhadují, že deklarovaná WTP je v průměru 1,35 až 3násobkem skutečné hodnoty, kterou účastníci danému statku přisuzují, viz například (Murphy, Allen, Stevens, & Weatherhead, 2005)

Experiment měl podobu skupinové akce, kdy účastníci dostali k dispozici skutečných 60 EUR a odpovídali na otázku, kolik z této částky obětují v prospěch aktivit za snížení hluku. Design experimentu, inspirovaný pracemi Horowitz (2006) zajistil, že účastníci měli motivaci odhalit své skutečné preference, což v této hře vede k Nashově rovnováze, což je stav, v kterém jedinec dosahuje požadovaného výsledku neodchýlením se od původní strategie.

Samotné dotazníkové šetření ukázalo střední hodnotu WTP za snížení hluku definované v experimentu 7,5 EUR a průměrné WTP 24 EUR a experiment ukázal střední hodnotu 5,0 EUR a průměr 9,5 EUR. Absolutní hodnoty zjištěné experimentem byly ovlivněny výší přiděleného “rozpočtu”, což je vždy problematické. Při provádění podobného experimentu je potřeba jeho účastníkům detailně popsat, jak s přiřazeným rozpočtem zacházet a co všechno je potřeba z rozpočtu financovat, protože je potřeba, aby se účastníci pohybovali v rámci co nejrealističtějšího rozpočtového omezení.

Přínos experimentu nicméně spočíval mimo jiné v rozlišení respondentů, kteří v dotazníkovém šetření uvedli nulovou WTP na ty, kdo skutečně nejsou ochotni platit, a na tzv. “zero protesters”. WTP druhé skupiny totiž ve skutečnosti nulová není, a tato skupina představuje pro dotazníková šetření WTP systémový problém.

## **6.5 Metodika výpočtu průměrných měrných nákladů na hluk**

K výpočtu průměrných měrných nákladů jsou potřeba tři sady dat (Essen, a další, 2019). První sadou jsou data o nákladech hluku pro jednotlivý typ dopravy přepočítané na jednoho člověka, která sestávají z nákladu plynoucího z obtěžování hlukem a nákladu plynoucího ze zdravotních problémů. Hodnoty z obtěžování hlukem jsou zjišťovány metodou projevených nebo uvedených preferencí na základě dotazování respondentů, kde se zkoumá jejich WTP. Hodnoty ze zdravotních problémů vychází z ekologické zátěže nemocí, jehož postup výpočtu není předmětem této práce. Tyto hodnoty se sečtou a vynásobí druhou sadou dat, kterou jsou údaje o počtu lidí vystavených určité kategorii hluku. Když se hlukové kategorie sečtou dohromady vyjdou celkové náklady hluku rozdělené podle typu dopravy. Aby bylo možné získat průměrná data, jsou celkové náklady na hluk vypočítány vydělením celkových nákladů celkovým dopravním výkonem (třetí sada dat), uváděných v osobo-kilometrech, vozo-kilometrech, tuno-kilometrech atd. Důvodem k těmto úpravám je jednotná hodnota metrika, díky které je u každého dopravního módu klíčovým ukazatelem náklady na osobokilometr, což umožní porovnatelnost jednotlivých hodnot napříč dopravními prostředky i módy. Právě náklady na hluk na osobokilometr jsou hodnotou, která vstupuje do ekonomického hodnocení.

K detailnějším výsledkům by vedla metoda mezních nákladů na hluk, která se liší od těch průměrných především proto, že při výpočtu bere v potaz tři hlavní aspekty, které nejsou zahrnuty při výpočtu průměrných měrných nákladů (Essen, a další, 2019):

- Hustota obyvatelstva v blízkosti zdroje hluku je relevantní k uvedení počtu osob vystavených hluku. Čím blíže ke zdroji hluku lidé žijí, tím více bude docházet k obtěžování a tím vyšší budou mezní náklady. Rozlišují se tři typy oblastí (městské, předměstské, venkovské), rozdělené podle hustoty osídlení. Obecně platí, že hustota obyvatelstva bude nejvyšší v městských oblastech a nejnižší ve venkovských oblastech,
- Stávající hladina hluku v závislosti na intenzitě dopravy a dopravním mixu je důležitá k určení nákladů na hluk. V oblasti s vysokým hlukem jsou mezní náklady na hluk malé ve srovnání se srovnatelnou situací ve venkovské oblasti s malým vystavením hluku. Čím vyšší je stávající hladina hluku, tím nižší jsou mezní náklady na hluk. Jako náhrada za stávající hladinu hluku se rozlišují tři různé typy oblastí (městské, příměstské a venkovské) a dvě různé dopravní situace (řídký nebo hustý provoz),
- Denní doba je významným faktorem, protože hluk během noci způsobuje větší zdravotní potíže jako jsou poruchy spánku než během dne. Rušení hlukem v noci proto povedou k vyšším mezním nákladům než ve dne. Proto jsou mezní náklady na hluk rozlišeny na den a noc.

## 7. Ekonomické hodnocení

Data, na jejichž základě proběhlo ekonomické hodnocení (EH) VRT Praha – Drážďany, jsou v současné době neaktuální. Autor hodnocení, Balahura (2020), vycházel z nákladů na externalitu tak, jak je uvádí Metodika, která jako zdroj používá data z Essen, a další (2011). Tato studie byla v roce 2019 novelizována a změny v měrném ohodnocení nákladů externalit jsou u některých položek, zejména hluku, velmi významné. České Ministerstvo dopravy tyto změny ještě do své oficiální metodiky nepromítlo, ale je jen otázka času, kdy k této aktualizaci dojde. Je proto zajímavé vědět, jaký dopad budou mít. Druhou problematikou které se ve výpočtech věnuji, je růstový koeficient externalit, který podle Metodiky vychází z růstu HDP. Moje výpočty jsou však založené mimo jiné na upraveném růstovém koeficientu, jak jsem jej popsal v kapitole 2.3. Na závěr porovnávám EH VRT Praha – Drážďany s EH VRT Rail Baltica, což je jeden z největších železničních projektů v Evropě spojující Varšavu a Helsinky.

### 7.1 Výpočty

Celkové náklady jednotlivé externality se počítají jako součet nákladů na příslušnou externalitu přes všechny druhy dopravy a dopravní módy v každém roce, a součet těchto součtů přes všechny roky uvažované v analýze. Vstupními daty do výpočtů externích nákladů nehodovosti a nákladů na hluk jsou dopravní výkony a měrné ocenění nehod a hluku. Měrná ocenění je potřeba přepočítat na cenovou úroveň doby zpracování projektu a indexovat pomocí růstového koeficientu. Náklady jsou vypočteny pro scénář s projektem a pro scénář bez projektu; rozdíl těchto nákladů je deklarován jako úspora.

Co se týče dopravních výkonů, Balahura (2020) bohužel neuvádí jejich absolutní hodnoty, ale pouze rozdíly mezi oběma scénáři. Takže pokud by mělo bez projektu jet na dané trati sto kamionů a s projektem pouze 50, Balahura počítá ve scénáři bez projektu nula kamionů a ve scénáři s projektem minus padesát. Lehkých nákladních vozidel se projekt netýká, tak mají ve výpočtech uvedené nulové hodnoty výkonů. V následující tabulce jsou součty uvažovaných dopravních výkonů za celou dobu projektu.



Tabulka 3: Dopravní výkony

Druh dopravy	Dopravní mód	Obsazenost /Ložnost	S projektem		Bez projektu	
			Počet jízd	Počet cest/tun	Počet jízd	Počet cest/tun
Osobní doprava	IAD	1,5	-71 741 172	-107 611 758	0	0
	BUS	35	-254 919	-8 922 151	0	0
	Železniční	200	1 282 953	256 590 516	806 933	161 386 680
Nákladní doprava	LNV	n.a.*	n.a.*	n.a.*	n.a.*	n.a.*
	TNV	17,2	-1 536 803	-18 441 638	0	0
	Železniční	1 350	1 038 001	1 401 301 121	1 103 497	1 489 720 378

\*použitá metodika dopravní výkony LNV neuvažuje a Balahura (2020) je neuvádí

Zdroj: Balahura (2020)

Za pozornost stojí, že podle scénáře s projektem se má vlakem na uvedené trase přepravit 257 mil. cestujících, z čehož 108 milionů má být převedeno z individuální osobní dopravy a 9 milionů z autobusové. Pokud se tito „převedení“ cestující odečtou, zbude 140 milionů „originál železničních“ cestujících. Scénář bez projektu přitom počítá s železniční přepravou 161 mil. cestujících. Což značí, že projekt VRT Praha – Drážďany nemá indukovat žádnou dodatečnou osobní dopravu, stěžejním přínosem má být převedení stávající silniční dopravy na dopravu železniční.

Náklady nehodovosti a hluku, které vstupují do výpočtů, jsou převzaté z Essen, a další (2011) resp. Essen, a další (2019) – jde o data k rokům 2008 resp. 2016, která jsou uváděná v eurech. U vlastních výpočtů jsem k přepočtu na české koruny používal postup z Metodiky, z které vyházel i Balahura (2020). Hodnoty z eur se přepočítají na základě kurzu EUR/CZK který byl stanoven na hodnotě 25,66 a korigují se na cenovou úroveň roku 2020 na základě míry inflace a růstu HDP s elasticitou 0,7. Náklady nehodovosti jsou uvedeny v tabulkách 4 a 5.

Tabulka 4: Zjednodušené náklady nehodovosti, 2011

	Dopravní mód	Měrné náklady 2011
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	1193
	BUS	454
	Železniční	22
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	2076
	TNV	377
	Železniční	7

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Essen, a další, (2011), vlastní výpočty

Tabulka 5: Zjednodušené náklady nehodovosti, 2019

	Dopravní mód	Měrné náklady 2019
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	1662
	BUS	369
	Železniční	111
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	2216
	TNV	480
	Železniční	37

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Essen, a další, (2019), vlastní výpočty

Za pozornost stojí, že u autobusové dopravy náklady nehodovosti mezi dvěma pozorovanými obdobími klesly, konkrétně z 454 Kč/oskm na 369 Kč/oskm. Nejvíce se náklady nehodovosti změnilo u nákladní železniční dopravy: ze 7 Kč/tkm na 37 Kč/tkm.

Co se týče hluku, nejmenší rozdíl v nákladech je u osobní autobusové dopravy: z 59 Kč/oskm na 148 Kč/oskm. Nejvíce se náklady na hluk změnily u nákladní železniční dopravy: z 37 Kč/tkm na 222 Kč/tkm. Kompletní hodnoty nákladů na hluk jsou uvedeny v tabulkách 6 a 7.

Tabulka 6: Zjednodušené náklady hluku, 2011

	Dopravní mód	Měrné náklady 2011
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	63
	BUS	59
	Železniční	44
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	233
	TNV	66
	Železniční	37

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020 // hodnota u IAD je aritmetickým průměrem nákladů na hluk u benzínových a dieselových motorů // hodnota u TNV je aritmetickým průměrem čtyř hmotnostních pásem: hmotnost > 32 t; 16–32 t; 7,5–16 t; hmotnost <7,5t.

Zdroj: Essen, a další, (2011), vlastní výpočty

Tabulka 7: Zjednodušené náklady hluku, 2019

	Dopravní mód	Měrné náklady 2019
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	222
	BUS	148
	Železniční	203
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	591
	TNV	259
	Železniční	222

Pozn.: všechny hodnoty jsou přeočteny na cenovou úroveň 2020 // hodnota u IAD je aritmetickým průměrem nákladů na hluk u benzinových a dieselových motorů // hodnota u TNV je aritmetickým průměrem čtyř hmotnostních pásem: hmotnost > 32 t; 16–32 t; 7,5–16 t; hmotnost <7,5t.

Zdroj: Essen, a další, (2019), vlastní výpočty

Podle Metodiky se náklady nehodovosti i náklady na hluk počítají, v případě osobní dopravy, z klíčového vstupního údaje „náklady na osobokilometr“. Tyto měrné náklady se vynásobí ujetými vlakokilometry a obsazeností vlaku. Vzorec pro výpočet tedy je

$$\text{Celkové náklady} = \text{měrné náklady} * \text{oskm}$$

Obdobný postup se používá u nákladní dopravy s tím rozdílem, že ve výpočtu figurují měrné náklady „tunokilometr“. Parametry „oskm“ resp. „tkm“ se vypočtou vynásobením vzdálenosti, počtu jízd podle dopravní prognózy a průměrné obsazenosti resp. průměrným ložením. Pro ilustraci, v případě vlakové dopravy projekt počítá s 200 osobami resp. 1350 tunami na jeden vlak.

Pro zjištění nákladů na příslušnou externalitu v daném roce se příslušný údaj upraví vynásobením podle růstového koeficientu externalit. Metodika používá pro určení tohoto koeficientu růst HDP, ale upravený pomocí koeficientu s názvem „elasticita“. Výsledný růstový koeficient externalit pro daný rok vznikne vynásobením hodnoty růstu HDP elasticitou, která je pro hodnocení externalit pro celý projekt stanovena na 0,7.

Při stanovování alternativního růstového koeficientu externalit (viz kap. 2.3) jsem počítal průměrnou roční míru růstu (CAGR) parametrů, které jsem pro danou externalitu zvolil za reprezentativní. Vzhledem k tomu, že se v této práci věnuji primárně nehodovosti a hluku, spočítám pro tyto externality růstový koeficient zvlášť, u zbylých externalit použiji HDP s příslušnou elasticitou, jak je uvedeno v Metodice.

Podle vzorce pro výpočet CAGR

$$CAGR = \left( \frac{\text{Ending value}}{\text{Beginning Value}} \right)^{\frac{1}{n}-1} - 1$$

CAGR pro nehodovost

$$CAGR = \left( \frac{274}{84} \right)^{\frac{1}{8}-1} - 1 = 15,97 \%$$

CAGR pro hluk

$$CAGR = \left( \frac{813}{688} \right)^{\frac{1}{8}-1} - 1 = 2,1 \%$$

Vstupní údaje a výsledky výpočtů CAGR pro nehodovost a hluk uvádím v tabulkách 8 a 9.

Tabulka 8: Výpočet CAGR pro nehodovost

	Dopravní mód	Měrné náklady 2011	Měrné náklady 2019
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	1193	1662
	BUS	454	369
	Železniční	22	111
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	2076	2216
	TNV	377	480
	Železniční	7	37
Průměr		688	813
<b>CAGR</b>		<b>2,1%</b>	

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Essen, a další (2011), Essen, a další (2019), vlastní výpočty

Tabulka 9: Výpočet CAGR pro hluk

	Dopravní mód	Měrné náklady 2011	Měrné náklady 2019
OSOBNÍ DOPRAVA [Kč/1000 oskm]	IAD	63	222
	BUS	59	148
	Železniční	44	203
NÁKLADNÍ DOPRAVA [Kč/1000 tkm]	LNV	233	591
	TNV	66	259
	Železniční	37	222
Průměr		84	274
<b>CAGR</b>		<b>16,0%</b>	

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Essen, a další (2011), Essen, a další (2019), vlastní výpočty

Výsledné CAGR jsem použil jako koeficienty růstu pro nehodovost, respektive hluk. U ostatních externalit jsem použil růstový koeficient tak, jak je uvedený v Metodice.

## 7.2 Výsledky

Z EH plánované VRT Praha – Drážďany vyplývá, že úspory plynoucí z externalit tvoří 35,1 mld. Kč, z čehož připadá na mnou analyzované externality 22,2 mld. Kč – konkrétně 21 mld. Kč na nehody a 1,2 mld. Kč na hluk.

Tabulka 10: Druhy úspor EH VRT Praha - Drážďany

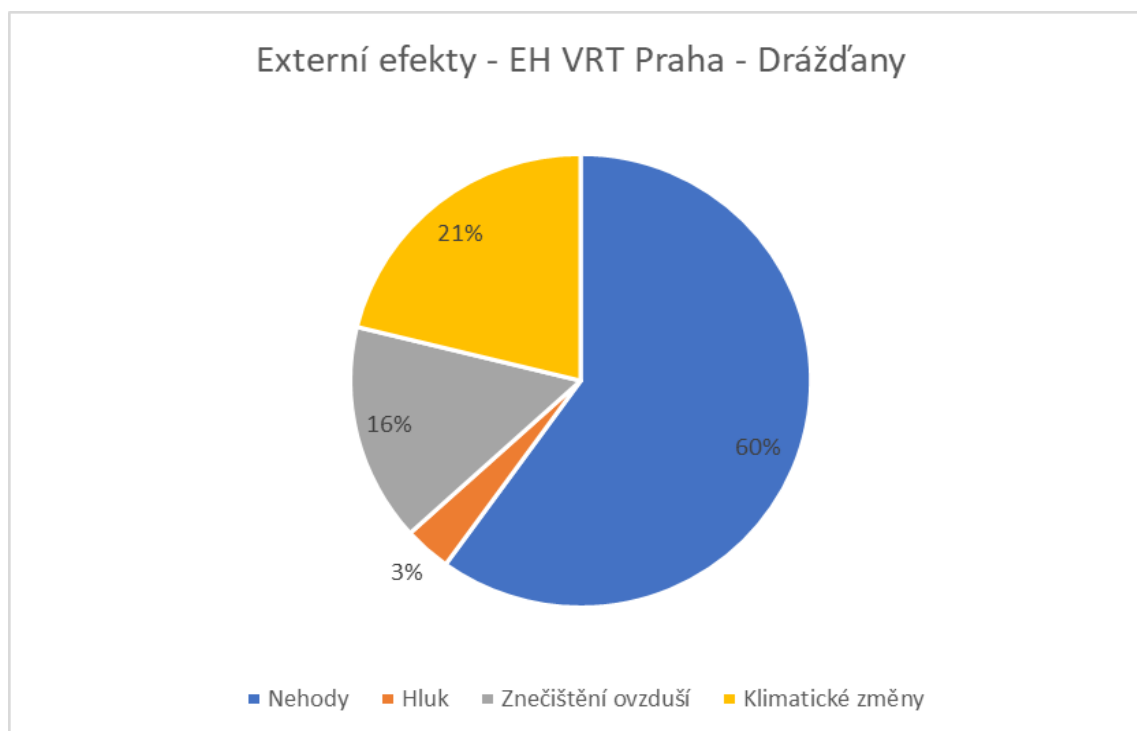
Druh externality	Úspora, mld. Kč
Nehody	21,1
Hluk	1,2
Znečištění ovzduší	5,5
Klimatické změny	7,4
Úspory externalit celkem	35,1

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Balahura (2020)

V procentuálním vyjádření tvoří úspory ze snížení nehodovosti 60 %, v případě hluku činí úspory 3 % z celkových úspor.

Obrázek 1: Struktura úspor, EH VRT Praha - Drážďany



Zdroj: Balahura (2020), vlastní výpočty

Za předpokladu, že se použijí hodnoty nákladů nehodovosti z roku 2019, pak, ceteris paribus, tvoří tyto náklady 28,5 mld. Kč, tedy 67 % z celkových externích úspor. V případě indexace nákladů nehodovosti novým koeficientem se náklady nehodovosti zvýší pouze zanedbatelně na 28,6 mld. Kč.

Za předpokladu, že se použijí hodnoty nákladů hluku z roku 2019, pak, ceteris paribus, tvoří tyto náklady 4,7 mld. Kč, tedy 12 % z celkových externích úspor. V případě indexace nákladů hluku novým koeficientem se náklady nehodovosti zvýší naprosto zásadně na 16 mld. Kč, což tvoří 32 % z celkových externích úspor.

Po započtení aktualizovaných hodnot nákladů nehodovosti a nákladů na hluk indexovanými příslušnými růstovými koeficienty, pak, ceteris paribus, celkové úspory plynoucí ze snížení negativních externalit tvoří 57,6 mld. Kč.



Tabulka 11: Druhy úspor EH VRT Praha – Drážďany, po úpravách

Druh externality	Úspora, mld. Kč
Nehody	28,6
Hluk	16,1
Znečištění ovzduší	5,5
Klimatické změny	7,4
Úspory externalit celkem	57,6

Pozn.: všechny hodnoty jsou přepočteny na cenovou úroveň 2020

Zdroj: Balahura (2020), vlastní výpočty

Obrázek 2: Struktura úspor, EH VRT Praha – Drážďany, po úpravách



Zdroj: vlastní výpočty

Pro zasazení výsledků EH VRT Praha – Drážďany do kontextu uvádím druhy a strukturu úspor externalit projektu Rail Baltica. Úspory z externalit tvoří celkem 206 miliard Kč, z toho úspory ze snížení nehodovosti a úspory ze snížení hlukové zátěže tvoří 22,9 miliard Kč, respektive 21,6 miliard Kč.

Tabulka 12: Úspory z externalit, porovnání, mld. Kč

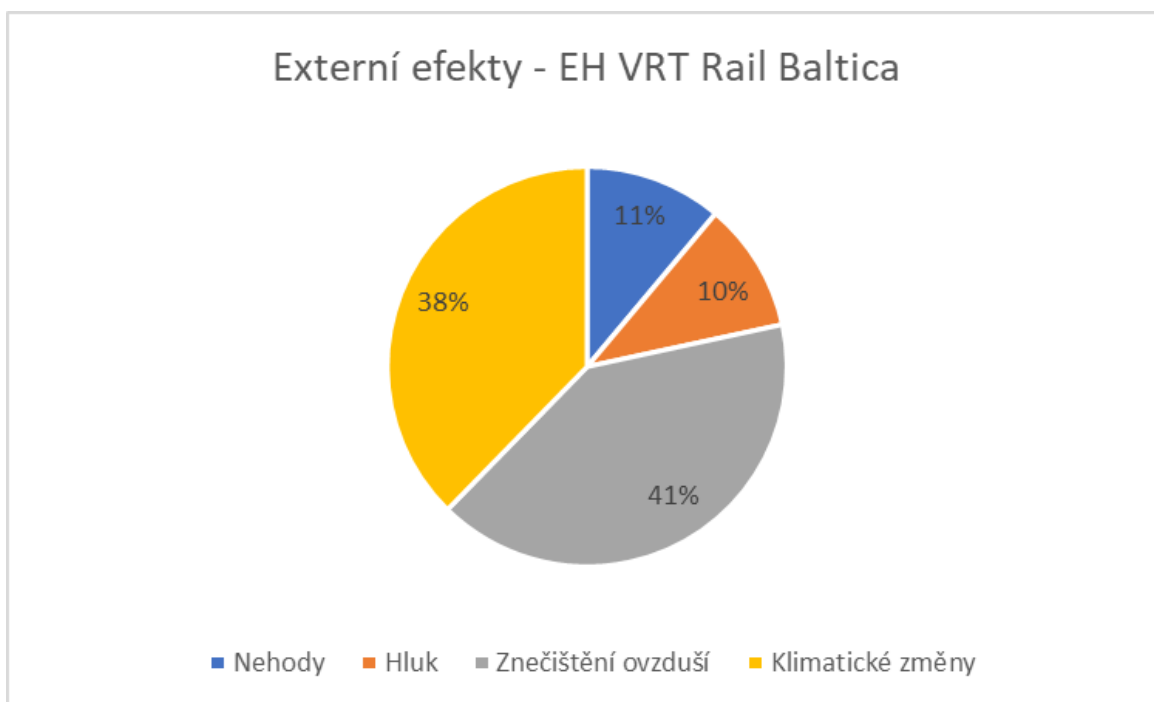
	Praha - Drážďany	Praha - Drážďany, po úpravách	Rail Baltica
Nehody	21,1	28,6	22,9
Hluk	1,2	16,1	21,6
Znečištění ovzduší	5,5	5,5	83,9
Klimatické změny	7,4	7,4	77,6
Úspory externalit celkem	35,1	57,6	206

Pozn.: Hodnoty u EH VRT Rail Baltica jsou převedeny z EUR podle kurzu EUR/CZK 25,66, který používá Metodika a který jsem používal při vlastních výpočtech

Zdroj: Balahura (2020), Ernst & Young (2017), vlastní výpočty

Je zajímavé, že v případě projektu Rail Baltica tvoří úspory ze zmírnění znečištění ovzduší a zmírnění dopadu na klimatické změny dohromady téměř 80 % všech úspor z externalit, viz obrázek 3.

Obrázek 3: Struktura úspor, EH VRT Rail Baltica



Zdroj: Ernst & Young (2017), vlastní výpočty

Co se týče ukazatele EIRR, který ukazuje ekonomickou výnosnost projektu, u EH VRT Praha – Drážďany vyšlo EIRR 6,7 %. Aby mohl být projekt realizován, musí být EIRR větší než sociální diskontní sazba, která se obecně stanovuje na hranici 5 %, viz například metodika k provádění CBA (Sartori, a další, 2014). Projekt hranici 5 % tedy s rezervou převyšuje. ENPV vyšla 24 943 566 066 Kč.

Poté, co jsem provedl úpravy měrných nákladů nehodovosti podle aktualizovaných dat vycházející z Essen, a další (2019) vyšla ENPV 30 014 753 773 Kč a EIRR 7 %. Za použití nového indexu, kterým jsem indexoval aktualizované měrné náklady nehodovosti vyšla ENPV 29 887 203 009 a EIRR 7,0 %.

Poté, co jsem provedl úpravy měrných nákladů na hluk podle aktualizovaných dat vycházející z Essen, a další (2019) vyšla ENPV 27 240 218 030 Kč a EIRR 6,8 %.

Za použití nového indexu, kterým jsem indexoval měrné náklady na hluk vyšla ENPV 34 871 449 310 Kč a EIRR 7,3 %.

V poslední variantě, po aktualizaci nákladů nehodovosti a nákladů na hluk, které jsem indexoval novými příslušnými růstovými koeficienty, vyšla ENPV 39 849 738 237 Kč a EIRR 7,6 %.

V porovnání s projektem Rail Baltica vyšlo EIRR u EH VRT Praha – Drážďany nižší, zatímco ve variantě po úpravách vyšlo EIRR vyšší. Porovnání uvádím v tabulce 13.

Tabulka 13: Kriteriaální ukazatele projektů VRT, porovnání

	Praha - Drážďany	Praha - Drážďany, po úpravách	Rail Baltica
EIRR	6,7%	7,6%	6,3%
ENPV (mld. Kč)	24,9	39,8	22,6

Zdroj: Balahura (2020), Ernst & Young (2017), vlastní výpočty

## Diskuze výsledků

Ekonomické hodnocení projektu VRT Praha – Drážďany ukázalo, že úspory na externalitách, které tvoří velkou část celkového ekonomického přínosu projektu, jsou citlivé jak na vstupní data v podobě měrných nákladů na jednotlivé externality, tak na metodiku pro indexování měrných nákladů do budoucna. Znamená to, že i korektně použité vstupní proměnné – především jinak vypočtený růstový koeficient – vyvolá velmi vysoké změny ve výši kritériálních ukazatelů. V případě daného projektu vyšly oficiální výsledky ekonomického hodnocení vysoko nad hranicí přijatelnosti, a navíc alternativní výpočty ekonomický dopad tohoto projektu dále vylepšují. Obecně však rozdíly ve výsledcích ukazují, jak důležité je používat při ekonomických hodnoceních jednotná data a postupy. U projektů, kde se ekonomická čistá současná hodnota pohybuje blízko nuly, by podobně velké rozdíly mohly vést k nesprávnému rozhodnutí, zda projekt realizovat.

Mezi zkoumanými externalitami stojí za pozornost především vývoj společenských nákladů na hluk. Ty se podle aktuálně platné metodiky (Essen, a další, 2019) oproti metodice použité v oficiálním EH VRT Praha – Drážďany zvýšily u železniční dopravy ještě víc než u silniční dopravy. Úspory z hluku u tohoto železničního projektu přesto výrazně vzrostly. Protože náklady na hluk ve výpočtu závisí (vedle měrných nákladů) pouze na dopravním výkonu, jejich výpočet neskýtá žádný prostor pro překvapivé výsledky. Jediným možným zdrojem diskrepance mezi změnou měrných nákladů na hluk na úsporu vyčíslenou v EH VRT Praha – Drážďany jsou tedy dopravní výkony. Těm jsem se v této práci nevěnoval (pracoval jsem s daty, použitými v oficiálním ekonomickém hodnocení), ale jsou u projektů dopravní infrastruktury naprosto zásadním vstupem.

Co se týče metodiky pro extrapolaci měrných nákladů na externality, výpočty potvrdily hypotézu, že u dlouhodobého projektu budou výsledky změnou růstového koeficientu dramaticky ovlivněné. Přestože důvody pro opuštění od jednotného růstového koeficientu pro všechny externality mohou vypadat jako pádné (tím spíš, že onen růstový koeficient vznikne jednoduše úpravou průměrného růstu HDP za určité období upraveného arbitrárně stanovenou elasticitou), důvody pro setrvání u tohoto řešení jsou také velmi závažné.

Jedním z důvodů jsou technické problémy spojené s hledáním alternativního růstového koeficientu. Vypočítat růstový koeficient pro náklady na konkrétní externalitu ze známého vývoje v určitém minulém období sice vypadá jako logické řešení, ale, jak se ukázalo u nákladů na hluk, minulý vývoj nemusí být spojitý. Může zahrnovat neopakovatelné změny – a extrapolace takového vývoje je diskutabilní. U nákladů na hluk bylo takovou změnou změna metodiky popsána v kapitole 6.1. Došlo ke dvěma dílčím změnám: jednak ke zrušení takzvaného „železničního bonusu“ (v mírných hlukových pásmech se železniční hluk započítával, jako by byl o 5 dB – arbitrárně stanovená hodnota – menší) a došlo ke skokovému nárůstu nákladů na hluk ve vyšších pásmech. Nedá se předpokládat, že by podobné dramatické změny probíhaly i v budoucnu, takže odvodit od nich růstový koeficient pro budoucí vývoj nákladů na hluk je těžko obhajitelné jako pokrok oproti koeficientu v podobě 0,7násobku HDP – a to ani pro projekty dopravní infrastruktury.

Dalším důvodem proti používání specifických růstových koeficientů je, že metoda CBA má umožňovat hodnocení a vzájemné porovnání různých druhů projektů. Jestliže má být výsledek CBA významným kritériem pro investiční rozhodnutí, že výstavba VRT je společensky více žádoucí než například stavba nového nemocničního zařízení, pak musí být metodika pro ekonomické hodnocení standardizovaná, a to včetně používaných vstupních parametrů.

Jakkoli tedy plošná indexace růstu nákladů na externality do budoucna na základě HDP může vypadat primitivně a extrapolace minulých nákladů na jednotlivé externality může vypadat jako sofistikovaná alternativa, důvody pro změnu nejsou jednoznačné. Naopak, takový přístup by odporoval principu maximální standardizace ekonomických hodnocení. Prostor pro individualizaci hodnocení daného projektu je velký a je třeba omezit variabilitu oceňování a neotvírat prostor k manipulaci výsledků.

## Závěr

V první části práce jsem představil cost-benefit analýzu jako metodu ekonomického hodnocení infrastrukturních projektů. Popsal jsem koncept započtení externalit, které do hodnocení vstupují na základě ocenění stínovými cenami.

V druhé části práce jsem popsal a zhodnotil metody přiřazení hodnot externalitám; zaměřil jsem se na stínové ceny nehodovosti a hluku. Popsal jsem hlavní přístupy k oceňování nehodovosti a hluku: jsou to metody založené na základě projevených preferencí a metody založené na základě uvedených preferencí, přičemž na základě rešerše literatury jsem dovedl, že nelze univerzálně určit, která z metod by měla být výhradně používán.

Kromě způsobu oceňování externalit jsem popsal také používaný způsob indexace měrných nákladů na externality pro celou dobu trvání projektu a navrhl alternativní metodiku.

Dále jsem provedl vlastní výpočty na příkladu připravovaného projektu VRT Praha – Drážďany. Vyšel jsem z modelu Ministerstva dopravy použitého v oficiálním EH VRT Praha – Drážďany a z dvou sad měrných nákladů na externality. Aktuální měrné náklady přitom byly publikovány až po zahájení prací na oficiálním EH VRT Praha – Drážďany, které tedy pracuje s předešlou verzí. Do modelu Ministerstva dopravy jsem tedy dosadil aktualizované měrné náklady a na základě porovnání aktuálních a předešlých měrných nákladů jsem navrhl alternativní růstové koeficienty pro externality nehody a hluk. Tyto alternativní růstové koeficienty pro nehody a hluk jsem použil pro výpočet klíčových ekonomických parametrů sledovaného projektu a výsledky pro jednotlivé varianty jsem vzájemně porovnal.

Ukázalo se, že jak použití aktuálních měrných nákladů na externality, tak použití alternativních růstových koeficientů významně ovlivní ekonomické parametry dopravního projektu. Zjištěná míra závislosti výsledků na vstupních datech a použité metodice ukazuje na potřebu standardizace postupů při výpočtech v rámci CBA.

# Seznam použitých zdrojů

## Literatura

Adamová, I., Jeřábek, P., Hladká, K., Melzer, Z., Němec, T., Plišková, A., . . . Večeřa, M. (2018). Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivity projektů dopravních staveb. Praha: Státní fond dopravní infrastruktury.

Alberini, A., Ščasný, M., Kohlová, M. B., & Melichar, J. (2005). The Value of a Statistical Life in the Czech Republic:.

Andersson, H., Jonsson, L., Swärdh, J.-E., & Ögren, M. (2012). Estimating non-marginal willingness to pay for railway noise abatement: Application of the two-step hedonic regression technique. Toulouse. Načteno z TSE: [https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/medias/doc/wp/env/wp\\_tse\\_360.pdf](https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/medias/doc/wp/env/wp_tse_360.pdf)

Annema, J. A., Frenken, K., Koopmans, C., & Kroesen, M. (2017). Relating cost-benefit analysis results with transport project decisions in the Netherlands. *Lett Spat Resour Sci*, 109–127 .

Covey, J., Robinson, A., Jones-Lee, M., & Loomes, G. (2010). Responsibility, scale and the valuation of rail safety. *Journal of Risk and Uncertainty*, 85-108.

Čermáková, E., Grešlová, P., Havránek, M., Kochová, T., Lepičová, P., Mertl, J., . . . Vlčková, V. (2020). Zpráva o životním prostředí České republiky. Praha: Česká informační agentura životního prostředí.

Day, B., Bateman, I., & Lake, I. (2007). Beyond implicit prices: Recovering theoretically consistent and transferable values for noise avoidance from a hedonic property price model . *Environmental and Resource Economics* , 211–232.

Denant-Boèmont, L., Faulin, J., Hammiche, S., & Serrano-Hernandez, A. (2018). Managing transportation externalities in the Pyrenees region: Measuring the willingness-to-



pay for road freight noise reduction using an experimental auction mechanism. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, 631-641.

Ekeland, I., Heckman, J. J., & Nesheim, L. (2004). Identification and estimation of hedonic models. *Journal of Political Economy*, 60–109.

Elango, B. (2020). Calculation errors in bibliometrics : The case of. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information*, 331-337.

Essen, H. v., Schroten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, C., Zandonella, R., . . . Doll, C. (2011). *External Costs of Transport in Europe*. CE Delft, Infrac, Fraunhofer ISI.

Essen, H. v., Wijngaarden, L. v., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., . . . Beyrouthy, K. E. (2019). *Handbook on the external costs of transport*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Gruber, J. (2016). *Public Finance and Public Policy*. New York : Worth Publishers.

Hammitt, J. K. (2017). *Extrapolating the value per statistical life between populations: theoretical implications*. Boston: Center for Risk Analysis.

Horowitz, J. (2006). *Using Experimental Methods in Environmental and Resource Economics*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing .

Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 132-157.

Markandya, A., & Ortiz, R. A. (2011). General Introduction to Valuation of Human Health Risks. V J. O. Nriagu, *Encyclopedia of Environmental Health* (stránky 871-878). Amsterdam: Elsevier Science.

Murphy, J. J., Allen, P. G., Stevens, T. H., & Weatherhead, D. (2005). A Meta-Analysis of Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation. *Environmental & Resource Economics*, 313-325.

Navrud, S. (2002). *The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise*. Oslo: Agricultural University of Norway.

Rohlf, C., Sullivan, R., & Kniesner, T. (2015). New Estimates of the Value of a Statistical Life Using Air Bag Regulations as a Quasi-Experiment. *American Economic Journal: Economic Policy*, 331-359.

Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy*, 34–55.

Samuelson, P. A. (1948). Consumption Theory in Terms of Revealed Preference. *Economica*, 243-253.

Sartori, D., Catalano, G., Genco, M., Pancotti, C., Sirtori, E., Vignetti, S., & Bo, C. D. (2008). *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects*. Luxembourg: European Commission: Directorate General Regional Policy.

Sartori, D., Catalano, G., Genco, M., Pancotti, C., Sirtori, E., Vignetti, S., & Bo, C. D. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Project*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Seják, J. (1999). *Oceňování pozemků a přírodních zdrojů*. Praha: Grada.

Sieber, P., & Melichar, J. (2014). Ekonomické hodnocení hluku ze silniční dopravy: studie podmíněného hodnocení. *Politická ekonomie*, 824-849.

Sieber, P., Sieber, M., Kopecký, F., & Malínek, L. (2010). *Metodika: Ekonomické hodnocení netržních statků*. Prague, Czech republic.



Sieber, M. (2009). Stínové ceny v české ekonomice [Disertační práce, Vysoká škola ekonomická v Praze]. Vysokoškolské kvalifikační práce na VŠE:  
[https://vskp.vse.cz/29130\\_stinove-ceny-v-ceske-ekonomice?author=Sieber&type=Diserta%C4%8Dn%C3%AD+pr%C3%A1ce&page=1](https://vskp.vse.cz/29130_stinove-ceny-v-ceske-ekonomice?author=Sieber&type=Diserta%C4%8Dn%C3%AD+pr%C3%A1ce&page=1).

## **Seznam obrázků a tabulek**

Obrázek 1: Struktura externích efektů, EH VRT

Obrázek 2: Struktura externích efektů, po úpravách

Obrázek 3: Struktura úspor, EH VRT Rail Baltica

Tabulka 1: Ocenění následků nehod

Tabulka 2: Ocenění hluku podle hladiny hlukové zátěže

Tabulka 3: Dopravní výkony

Tabulka 4: Zjednodušené náklady nehodovosti, 2011

Tabulka 5: Zjednodušené náklady nehodovosti, 2019

Tabulka 6: Zjednodušené náklady hluku, 2011

Tabulka 7: Zjednodušené náklady hluku, 2019

Tabulka 8: Výpočet CAGR pro nehodovost

Tabulka 9: Výpočet CAGR pro hluk

Tabulka 10: Druhy úspor EH VRT Praha - Drážďany

Tabulka 11: Druhy úspor EH VRT Praha – Drážďany, po úpravách

Tabulka 12: Úspory z externalit, porovnání, mld. Kč

Tabulka 13: Kriteriaální ukazatele projektů VRT, porovnání