



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

EFEKTIVNOST A RIZIKA DOPRAVNÍCH STAVEB

EFFICIENCY AND RISKS OF TRANSPORT CONSTRUCTIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Vrtal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav stavební ekonomiky a řízení
Student:	Bc. Vojtěch Vrtal
Vedoucí práce:	doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.
Akademický rok:	2023/24
Studijní program:	N0732A260021 Stavební inženýrství – management stavebnictví

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Efektivnost a rizika dopravních staveb

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Předmětem diplomové práce je zpracování problematiky hodnocení efektivnosti a rizik projektů dopravních staveb a představení možností ekonomického posouzení a posouzení rizik na případové studii. Diplomant se v práci vyjádří k následujícím bodům:

1. Představení problematiky hodnocení efektivnosti a rizik investičních projektů
2. Bližší specifikace projektů dopravních staveb z ekonomického hlediska a hlediska managementu rizik
3. Případová studie zaměřená na ekonomické hodnocení a hodnocení rizik vybraného projektu dopravních staveb

Cíle a výstupy diplomové práce:

Cílem diplomové práce je zpracování problematiky hodnocení efektivnosti a rizik projektů dopravních staveb a aplikace zjištěných informací na případovou studii zaměřenou na hodnocení konkrétního projektu.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- DUFEK, Z. a kol. Veřejné stavební investice. Praha: Leges, 2018
- KORYTÁROVÁ, J., HROMÁDKA, V. Investiční výstavba. Brno, VUT FAST Brno, 2022
- KORYTÁROVÁ, J., HROMÁDKA, V. Veřejné stavební investice. Brno, VUT FAST Brno, 2007
- MÁČE, M. Finanční analýza investičních projektů. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006
- HNILICA, J., FOTR J. Aplikovaná analýza rizika. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 23. 3. 2023

L. S.

prof. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
vedoucí ústavu

doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se soustředí na finanční a ekonomické hodnocení projektů dopravních staveb a na analýzu rizik s nimi spojených. Práce se zabývá teoretickými koncepty veřejných investic a životního cyklu projektu v kontextu veřejného sektoru. Součástí je také vymezení metody hodnocení těchto projektů a jejich rizikového ohodnocení, včetně plánování opatření k jejich redukci. V praktické části je pozornost zaměřena na konkrétní projekt dopravní infrastruktury. V rámci této části je zpracována finanční a ekonomická analýza projektu silniční infrastruktury s aplikací teoretických znalostí. Riziková analýza zkoumá konkrétní aspekty a proměnné spojené s projektem. Práce se tak snaží poskytnout komplexní pohled na rizika a hodnotu projektů v rámci dopravní infrastruktury, což má klíčový význam pro rozhodování o jejich realizaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Veřejný projekt, životní cyklus projektu, cash flow, hodnocení investic, dopravní infrastruktura, analýza nákladů a užitků, ekonomické hodnocení, hodnocení rizik

ABSTRACT

The thesis focuses on the financial and economic evaluation of transport construction projects and the analysis of the risks associated with them. The thesis deals with the theoretical concepts of public investment and project life cycle in the context of the public sector. It also includes the definition of the method of evaluation of these projects and their risk rating, including the planning of measures to reduce them. In the practical part, the focus is on a specific transport infrastructure project. Within this part, a financial and economic analysis of a road infrastructure project is developed with the application of the theoretical knowledge. The risk analysis examines specific aspects and variables associated with the project. The thesis attempts to provide a comprehensive view of the risks and value of transport infrastructure projects, which is crucial for decision making.

KEY WORDS

Public project, project life cycle, cash flow, investment appraisal, transport infrastructure, cost-benefit analysis, economic evaluation, risk assessment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VRTAL, Vojtěch. *Efektivnost a rizika dopravních staveb*. Brno, 2024. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Efektivnost a rizika dopravních staveb* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 9. 1. 2024

Bc. Vojtěch Vrtal
autor

PODĚKOVÁNÍ

Moje poděkování patří především vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Vítu Hromádkovi, Ph.D. za jeho cenné rady v celém průběhu zpracovávání diplomové práce. Poděkování samozřejmě patří mé rodině, která mě po celou dobu studia plně podporovala a vytvořila optimální podmínky pro tvůrčí práci. Nakonec děkuji také svým přátelům a kolegům za přínosné rady a za trpělivost.

OBSAH

1.	Úvod	9
2.	Veřejný investiční projekt a fáze životního cyklu	10
2.1.	Investování	10
2.2.	Investiční projekt	11
2.3.	Veřejná zakázka	11
2.3.1	Fáze veřejné zakázky	12
2.4.	Životní cyklus projektu stavby	13
2.4.1	Předinvestiční fáze	14
2.4.2	Fáze investiční	14
2.4.3	Provozní fáze	15
2.4.4	Fáze likvidační	15
3.	Ekonomické hodnocení veřejných investičních projektů	16
3.1.	Obecné finanční metody	16
3.1.1	Čistá současná hodnota	17
3.1.2	Vnitřní výnosové procento	18
3.1.3	Index rentability	19
3.1.4	Doba návratnosti	19
3.2.	Nákladově výstupové metody	19
3.2.1	CMA	20
3.2.2	CEA	21
3.2.3	CUA	21
3.2.4	CBA	22
4.	Hodnocení rizik	23
4.1.	Pojetí rizika	24
4.2.	Klasifikace rizik	25
4.3.	Identifikace rizik	26
4.4.	Citlivostní analýza rizik	27
4.5.	Kvalitativní analýza rizik	28

4.6.	Kvantitativní analýza.....	31
4.6.1	Volba kritériálního ukazatele.....	31
4.6.2	Vymezení závislosti zvoleného kritériálního ukazatele na nezávislých proměnných.....	32
4.6.3	Vymezení klíčových faktorů rizika.....	32
4.6.4	Stanovení rozdělení pravděpodobnosti klíčových faktorů rizika.....	32
4.6.5	Vlastní proces simulace.....	32
5.	Projekty dopravní infrastruktury.....	33
5.1.	Dopravní infrastruktura v oblasti dálnic a silnic I. třídy.....	33
5.2.	Proces hodnocení projektů v oblasti silnic.....	34
6.	Případová studie – Dopravní projekt I/26 Holýšov, obchvat.....	37
6.1.	Identifikace projektu.....	37
6.2.	Analytická část.....	39
6.2.1	Nedostatky a omezení.....	39
6.2.2	SWOT analýza.....	40
6.3.	Návrhová část.....	41
6.3.1	Varianta Bez projektu.....	41
6.3.2	Varianta 1.....	41
6.3.3	Varianta 2.....	42
6.3.4	Vyhodnocení návrhů variant.....	42
6.4.	Hodnotící část.....	43
6.4.1	Dopravní zatížení na ovlivněné dopravní síti.....	44
6.4.2	Finanční analýza.....	46
6.4.3	Ekonomická analýza.....	47
6.4.4	Analýza citlivosti.....	53
6.4.5	Kvalitativní analýza rizik.....	58
6.4.6	Kvantitativní analýza rizik.....	61
7.	Závěr.....	67
8.	Seznam použitých zkratk.....	68
9.	Seznam obrázků.....	69
10.	Seznam tabulek.....	70

11.	Seznam příloh.....	72
12.	Bibliografie	73

1. Úvod

Dopravní stavby jsou nezbytnou součástí infrastruktury moderní společnosti. Díky nim se mohou lidé rychle a pohodlně přemísťovat, zboží se může snadno a efektivně dopravovat a ekonomika může prosperovat. Nicméně, výstavba a provoz dopravních staveb jsou často doprovázeny řadou rizik a nákladů. Například vysoké náklady na výstavbu a údržbu, negativní dopady na životní prostředí a zdraví obyvatel, nebo rizika spojená s nehodami na silnicích a dálnicích.

Cílem této diplomové práce je analyzovat efektivnost a rizika dopravních staveb a navrhnout možná řešení pro jejich optimalizaci. V teoretické části budou popsány základní pojmy a principy týkající se efektivity a rizik v oblasti dopravních staveb, včetně legislativního rámce a metodiky hodnocení. V praktické části bude provedena analýza konkrétního dopravního projektu a budou identifikována rizika a možnosti jejich snižování. V závěru práce budou shrnuty výsledky a navržena doporučení pro zlepšení efektivnosti a snížení rizik v oblasti dopravních staveb.

Cílem diplomové práce je zpracování problematiky hodnocení efektivnosti a rizik projektů dopravních staveb a aplikace zjištěných informací na případovou studii zaměřenou na hodnocení konkrétního projektu.

2. Veřejný investiční projekt a fáze životního cyklu

Veřejné investiční projekty jsou složité procesy, které se skládají z několika fází životního cyklu. Tyto fáze zahrnují plánování a přípravu projektu, jeho realizaci, uvedení do provozu a následné monitorování a hodnocení. Plánování projektu zahrnuje analýzu potřeb a cílů, identifikaci rizik a možností, návrh finančních zdrojů a stanovení základních parametrů projektu. Příprava projektu obvykle zahrnuje posouzení proveditelnosti, získání povolení a financování projektu. Realizace projektu zahrnuje samotnou výstavbu a výrobu, dodání a instalaci vybavení a zařízení, testování a odzkoušení. Uvedení do provozu zahrnuje spuštění a provoz projektu a jeho připojení na stávající infrastrukturu. Monitorování a hodnocení projektu zahrnuje sledování výkonu projektu, jeho efektivity, plnění cílů a srovnání s plánem. (Korytářová, 2022)

2.1. Investování

Investování se obecně definuje jako vkládání peněz nebo jiných aktiv do nějakého projektu, s cílem získat z něj zisk. Investování může být prováděno různými subjekty, včetně jednotlivců, firem, a dokonce i vlád. Je také klíčovou částí veřejného investičního projektu, která se zabývá alokací finančních zdrojů do plánovaných aktivit. Jeho cílem je optimalizace využití veřejných prostředků a zajištění nejvyšší možné efektivity projektu. Investování může probíhat v různých fázích projektu a vždy se řídí specifickými pravidly a kritérii.

Investiční rozhodování je klíčovou částí investování, která se zabývá výběrem projektů, které mají být financovány z veřejných zdrojů. Toto rozhodnutí by mělo být založeno na komplexní analýze nákladů a přínosů projektu, jeho přijatelnosti z hlediska technické proveditelnosti a environmentálních aspektů a jeho dopadu na ekonomiku a společnost jako celek.

Další důležitou součástí investování je řízení rizik. Každý projekt má svá rizika a je třeba je předem identifikovat a plánovat jejich eliminaci nebo minimalizaci. Mezi nejčastější rizika veřejných investičních projektů patří změny zákonného prostředí, technické problémy, finanční rizika nebo rizika spojená s veřejným míněním. (Korytářová, 2015)

Investování může být rozděleno do několika fází, které se liší v závislosti na úrovni detailů a poznatků o projektu.

- V rámci **výzkumné fáze** jsou shromažďovány a zpracovávány informace o projektu, jako jsou například tržní analýzy a průzkumy veřejného mínění.
- **Vývojová fáze** je věnována plánování projektu a sestavení projektové dokumentace, jako jsou například návrhy technických řešení a finanční plány.
- **Realizační fáze** zahrnuje samotnou výstavbu projektu a dodržování harmonogramu a rozpočtu.
- **Provozní fáze** se oproti tomu věnuje provozu a údržbě hotového projektu.

Každá z těchto fází má své specifické výzvy a rizika, které je třeba pečlivě zvážit a řešit. Zejména při plánování a realizaci veřejných projektů je důležité věnovat pozornost transparentnosti a participaci veřejnosti, aby byla zajištěna maximální efektivita a účinnost investovaných finančních prostředků. (Korytářová, 2022)

2.2. Investiční projekt

Investiční projekt je podle Ochrany (2011) „soubor vzájemně provázaných, do sebe logicky zapadajících a funkčně sloučených činností a kroků, jejichž provedením je dosaženo stanovených cílů a úkolů a výsledkem investičního projektu je vytvoření nebo zlepšení objektu, technologie, služby či jiného produktu.“

Investiční projekt tedy představuje plánovanou investici, která má být provedena s cílem vytvořit novou hodnotu, zlepšit stávající stav, zefektivnit procesy nebo rozšířit podnikatelskou činnost. Investiční projekt se většinou skládá z několika fází, které zahrnují odhad nákladů, výběr vhodného řešení, stanovení cílů a ukazatelů, plánování, realizaci a následnou kontrolu.

Investiční projekt může být realizován jak v soukromém, tak i ve veřejném sektoru. V případě veřejného investičního projektu hraje důležitou roli stanovení a plánování rozpočtu, výběr dodavatelů a kontrola kvality výstavby či implementace nových technologií. Důležitým krokem při realizaci investičního projektu je také zajištění financování, které může být získáno například z rozpočtu státu, evropských fondů, úvěru od banky či z jiných zdrojů.

Investiční projekt je tedy klíčovým nástrojem pro vytváření nové hodnoty a rozvoj jak veřejného, tak i soukromého sektoru. Jeho úspěšná realizace vyžaduje pečlivé plánování, správnou volbu řešení, efektivní řízení projektu a kontrolu kvality výsledku. (Ochrana, 2011)

2.3. Veřejná zakázka

Veřejná zakázka je typ zakázky, který je založen na placené smlouvě mezi zadavatelem a jedním nebo více dodavateli, kteří mají povinnost poskytovat dodávky, služby nebo stavební práce. Podle tohoto zákona je zadavatel povinen zadat veřejnou zakázku, která musí být provedena na základě písemné smlouvy. Hlavní charakteristiky veřejné zakázky zahrnují:

- osobu zadavatele,
- předmět zakázky,
- finanční limit,
- zdroj financování. (Korytářová, 2015)

V České republice jsou veřejné zakázky regulovány zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek. Tento zákon stanoví pravidla pro zadávání veřejných zakázek včetně postupů, které musí být dodrženy při výběru dodavatele. Zadavatelé musí dodržovat

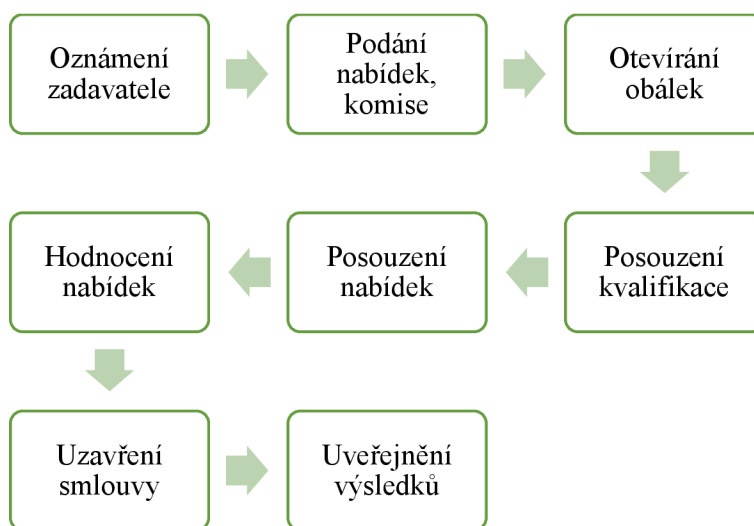
pravidla pro výběr dodavatelů a musí být schopni dokázat, že výběr byl proveden v souladu s těmito pravidly. (Česko, 2016)

2.3.1 Fáze veřejné zakázky

První fáze veřejné zakázky spočívá v samotném **zadávání zakázky**. To může probíhat způsoby jež definuje zákon o veřejných zakázkách jako jednotlivá zadávací řízení. Ty se dělí na:

- a) zjednodušené podlimitní řízení,
- b) otevřené řízení,
- c) užší řízení,
- d) jednací řízení s uveřejněním,
- e) jednací řízení bez uveřejnění,
- f) řízení se soutěžním dialogem,
- g) řízení o inovačním partnerství,
- h) koncesní řízení, nebo
- i) řízení pro zadání veřejné zakázky ve zjednodušeném režimu.

Obrázek 1 zobrazuje obecné schéma zadání veřejné zakázky od oznámení zadavatele o úmyslu zadat veřejnou zakázku až po **uzavření smlouvy** mezi zadavatelem a dodavatelem. V této smlouvě jsou stanoveny podrobné podmínky a náležitosti zadání zakázky, včetně jejího rozsahu, termínu dokončení a ceny. Posledním krokem zadání veřejné zakázky je uveřejnění výsledků.



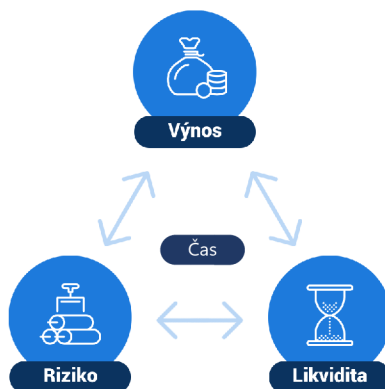
Obrázek 1: Obecné schéma zadání veřejné zakázky, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)

Po uzavření smlouvy následuje **fáze realizace**, kdy se provádí samotná zakázka podle sjednaných podmínek. Po dokončení zakázky je třeba provést odbornou revizi a **převzetí díla**, a to včetně ověření, zda byly splněny všechny podmínky smlouvy a stanovené

požadavky. Zakázka je tedy uzavřena, až když jsou splněny všechny náležitosti smlouvy, včetně provádění zakázky podle dohodnutých podmínek a převzetí díla zadavatelem. (Ochrana, 2011)

2.4. Životní cyklus projektu stavby

Při rozhodování o investicích jsou klíčové tři atributy: výnos, likvidita a riziko. Tyto atributy se vyvíjejí v čase mezi zahájením a ukončením investiční činnosti. Stavební investice zahrnují nákup dlouhodobého hmotného majetku, který bude používán a později likvidován. Životní cyklus investičního projektu má pro hodnocení zásadní význam.



Obrázek 2: Investiční trojúhelník, Zdroj: (Šafář, 2023), upraveno

Životní cyklus je časový interval v letech. V investičních propočtech se řeší tři úrovně životního cyklu související s realizací investičního záměru. První je životní cyklus projektu stavby, od počáteční myšlenky až po jeho likvidaci. Druhým je životní cyklus samotné stavby, související s její technickou životností. Třetí úroveň zahrnuje provozní fázi životního cyklu stavby, kdy probíhá životní cyklus projektu v podnikatelském smyslu – provozování činnosti, pro kterou byla stavba realizována.

Životní cyklus projektu stavby se dá rozčlenit do čtyř postupných fází: předinvestiční, investiční, provozní a likvidační. (Korytářová, 2020)



Obrázek 3: Životní cyklus projektu, Zdroj: vlastní zpracování

2.4.1 Předinvestiční fáze

Předinvestiční fáze má zásadní význam pro úspěch celého projektu. Hlavním cílem této fáze je rozpracovat podnikatelský záměr do takové míry, aby bylo možné se na jeho základě rozhodnout o jeho realizaci. Během předinvestiční fáze se analyzují ekonomická efektivita, technická a finanční proveditelnost záměru s pomocí vhodně zvolených ukazatelů. Tato fáze začíná elaborací základní koncepce (studie příležitosti), následně se přechází k předběžným studiím proveditelnosti a vrcholí technickoekonomickými studiemi (studie proveditelnosti), které slouží jako základ pro posouzení a rozhodnutí o realizaci podnikatelského záměru. V rámci tohoto materiálu je předmětem zkoumání projektová dokumentace (z hlediska ekonomických a finančních aspektů), která se vytváří během předinvestiční fáze. (Korytářová, 2020)

Tabulka 1: Předinvestiční fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)

Předinvestiční fáze			
Iniciace projektu		Rozhodování o přijetí projektu	
Studie příležitosti	Předinvestiční studie	Studie proveditelnosti	Hodnotící zpráva

Ochrana (2011) zdůrazňuje, že úspěšná realizace projektu začíná již v první fázi, která musí být pečlivě promyšlena a detailně naplánována. Na této fázi závisí nejen celkové náklady na projekt, ale také jeho kvalita, trvanlivost a udržitelnost. Proto je důležité jí věnovat dostatečnou pozornost a využít k tomu odborné znalosti a zkušenosti v oboru stavebnictví.

2.4.2 Fáze investiční

Investiční fáze projektu zahrnuje podrobné plánování a realizaci, které lze rozdělit do následujících etap:

Plánování zahrnuje výběr a zajištění pozemků, provádění průzkumů, výběrové řízení na projektanta, zpracovávání dokumentace k územnímu řízení a zpracovávání dokumentace pro stavební povolení.

Realizační etapa zahrnuje zpracování zadávací dokumentace, výběrové řízení na zhotovitele, zpracování realizační dokumentace, stavebně-technologickou přípravu, předání staveniště, realizaci stavebních objektů a provozních souborů, předání a převzetí stavby, zkušební provoz a kolaudační řízení. (Korytářová, 2020)

Tabulka 2: Investiční fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)

Investiční fáze					
Plánování			Realizace		
Příprava projektu	Předprojekt	Projekt	Příprava realizace	Vlastní realizace	Závěr realizace

2.4.3 Provozní fáze

Provozní fáze projektu začíná předáním stavby provozovateli a je zásadně spojena s životním cyklem investičního záměru. Během provozní fáze probíhají všechny navržené činnosti projektu, jako je marketing, management, technické a technologické postupy, řízení lidských zdrojů, řízení pracovního kapitálu a vliv na životní prostředí. Studie proveditelnosti je v této fázi nejnáročnější.

Tabulka 3: Provozní fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)

Provozní fáze				
Sledování technických parametrů budovy			Sledování provozních parametrů budovy	Sledování administrativních parametrů budovy
Opravy a udržování	Rekonstrukce	Modernizace	Energie, spotřeba vody, revize	Pojištění, daně, náklady správce

Provozní fázi je nutné hodnotit z krátkodobého i dlouhodobého hlediska. Krátkodobý pohled se zaměřuje na počáteční fázi provozu projektu, kde mohou nastat problémy s výrobními metodami, zařízením, produktivitou práce nebo nedostatkem kvalifikovaného personálu. Potřebná nápravná opatření by měla být zahrnuta v investiční fázi.

Dlouhodobý pohled se soustředí na provozní náklady projektu, výnosy a předpokládané užitky. Pokud se nedostatky objeví až v provozní fázi, nápravná opatření mohou být obtížná a nákladná. Potenciální nedostatky, rizika a nejistoty v provozní fázi by měly být řešeny v předinvestiční fázi kvalitní studií proveditelnosti. (Korytářová, 2020)

V této fázi je nutné, aby byla také prováděna pravidelná údržba, aby se minimalizovalo opotřebení a ztráta hodnoty stavebního díla. Údržba se většinou dělí na preventivní a běžnou údržbu. Preventivní údržba zahrnuje pravidelné kontroly a úpravy, které mají zabránit vzniku závažných problémů, zatímco běžná údržba řeší menší poruchy a opravy, které jsou nezbytné pro zachování funkčnosti stavebního projektu. (Dufek, 2019)

2.4.4 Fáze likvidační

Likvidační fáze nastává, když projekt již není v provozu, ale stavební dílo může stále generovat příjmy či výdaje související s jeho ekologickým odstraněním. Během této fáze je důležité zajistit řádnou likvidaci stavebního díla a jeho případného dopadu na životní prostředí. To zahrnuje recyklaci stavebních materiálů, revitalizaci pozemků nebo rekultivaci. Důležitou součástí likvidační fáze je i zajištění souladu s environmentálními předpisy a normami, aby byly minimalizovány negativní dopady na okolí. Tento proces také může zahrnovat spolupráci s místními orgány a komunitou, aby byl zajištěn co nejšetrnější způsob ukončení projektu a jeho vliv na okolní prostředí. (Korytářová, 2020)

Tabulka 4: Likvidační fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)

Likvidační fáze
Ekologická likvidace stavby

3. Ekonomické hodnocení veřejných investičních projektů

Existuje mnoho metod pro výběr investičních akcí ve veřejném sektoru, které lze rozdělit na jednokritériální a vícekritériální metody. Jednokritériální metody se zaměřují na jedno rozhodující kritérium, na které lze ostatní kritéria převést, a zahrnují finanční metody hodnocení efektivnosti investic (čistá současná hodnota, index rentability, vnitřní výnosové procento, doba návratnosti) a nákladově-výstupové metody (CMA, CBA, CEA, CUA).

Vícekritériální metody jsou vhodné v situacích, kdy je obtížné stanovit jedno dominantní kritérium, a hodnocení probíhá na základě více kritérií. Pro výběr nejlepšího investičního řešení v dopravní infrastruktuře se často používá analýza nákladů a užitků (CBA). Nejlepší alternativa je ta, která přináší více užitků než nákladů, vyjádřených v peněžních jednotkách. Hlavním nedostatkem této metody je obtížnost měření všech jednotek v peněžních tocích, což může být někdy složité nebo dokonce nemožné. Kritéria zahrnují stavební náklady, sociální a ekologická hlediska, přičemž určení peněžních toků pro sociální a ekologická kritéria může být komplikované.

Vícekritériální metody nabízejí výhody využití různých kritérií, vyjádřených různými jednotkami, a nejen peněžními toky. Díky tomu se stávají atraktivní volbou pro hodnocení investic, kde hrají roli různé aspekty, jako jsou sociální a ekologické dopady. (Soukopová, 2005)

3.1. Obecné finanční metody

Finanční metody, původně vyvinuté pro hodnocení ekonomické efektivnosti investic v soukromém sektoru, se často používají i pro hodnocení veřejných projektů, a to jak v čisté, tak v modifikované podobě. Tyto metody jsou typicky uplatňovány při hodnocení veřejných investičních projektů. Příklady použití finančních metod zahrnují analýzu nákladů a užitků (CBA) nebo vícekritériální metody, kde finanční metody fungují jako finanční kritéria.

Finanční metody lze dále rozdělit na statické a dynamické metody, podle toho, zda při hodnocení zahrnují časový faktor. Statické metody časový faktor neberou v úvahu, zatímco dynamické metody jej zohledňují. Toto rozdělení umožňuje efektivnější a přesnější hodnocení investic v závislosti na jejich specifických charakteristikách a časovém horizontu. (Soukopová, 2005)

Tabulka 5: Druhy finančních metod, Zdroj: vlastní zpracování dle (Soukopová, 2005)

Druh metody	Metoda	Zohlednění hlediska času
Statické metody	Metoda rentability	ne
	Prostá doba návratnosti	ne
Dynamické metody	Čistá současná hodnota	ano
	Index rentability	ano
	Vnitřní výnosové procento	ano
	Reálná doba návratnosti	ano

3.1.1 Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (Net Present Value, NPV) představuje nárůst zdrojů společnosti, který je vyvolán investováním. NPV investice se zakládá na základním předpokladu, že peněžní prostředky jsou efektivně investovány, pokud je výnos z investice (Return, R) roven nebo vyšší než počáteční investiční náklady (Investment Cost, IC).

NPV umožňuje vyhodnocení ekonomické efektivnosti projektů v dlouhodobém horizontu. Jelikož se hodnota peněžních prostředků časem mění, není možné jednoduše sčítat budoucí toky výnosů (čisté peněžní toky, NCF) v jednotlivých letech. Je tedy nezbytné zavést mechanismus, který dokáže převést všechny očekávané budoucí výnosy na jejich současnou (dnešní) hodnotu. Tento časový přenos je založen na matematické metodě diskontování neboli odúročení. Diskontované budoucí NCF provozní fáze v ekonomických výpočtech se nazývají současnou hodnotou (Present Value, PV). Pro výpočet PV lze použít následující vztah:

$$PV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} \quad (1)$$

Kde:

PV ... současná hodnota v Kč

NCF ... čisté CF v jednotlivých letech provozní fáze projektu v Kč

i ... počet let od 1 do n

r ... diskontní sazba v %/100

Hodnotu NPV lze poté zjistit odečtením počátečního investičního nákladu od současné hodnoty.

$$NPV = PV - IC \quad (2)$$

Kde:

NPV ... čistá současná hodnota v Kč

IC ... investiční náklad v Kč

Při rozhodování o přijatelnosti investičního projektu přijímáme všechny investice s kladnou nebo nulovou současnou hodnotou. To znamená, že investice generují výnos, který je vyšší nebo rovný nákladům, které do nich byly vloženy. (Korytářová, 2020)

3.1.2 Vnitřní výnosové procento

Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return, IRR) je finanční ukazatel, který vyjadřuje míru výnosnosti investice. Je to ta míra diskontu, při které čistá současná hodnota projektu dosáhne nuly. Jinými slovy, IRR je diskontní sazba, při které jsou celkové současné hodnoty výnosů rovny celkovým současným hodnotám nákladů investice.

V obecném vyjádření, IRR je hodnota diskontní sazby r , která vyhovuje následující rovnici:

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (3)$$

Vnitřní výnosové procento udává procentuální výnosnost projektu za celé hodnocené období.

V případě přímého stanovení vnitřního výnosového procenta lze použít následující vzorec:

$$IRR = r_1 \times \frac{NPV +}{|NPV -| + |NPV +|} \times (r_2 - r_1) \quad (4)$$

Kde:

IRR ... vnitřní výnosové procento

NPV+ ... kladná čistá současná hodnota při diskontní sazbě r_1

NPV- ... záporná čistá současná hodnota při diskontní sazbě r_2

r_1 ... diskontní sazba, při které je ještě čistá současná hodnota projektu kladná

r_2 ... diskontní sazba, při které je už čistá současná hodnota projektu záporná

Vnitřní výnosové procento je klíčovým ukazatelem při hodnocení investičních projektů, který umožňuje porovnat jejich atraktivitu. Je důležité pečlivě zvážit tuto hodnotu při rozhodování o vhodnosti investičních příležitostí. (Korytářová, 2020)

3.1.3 Index rentability

Index rentability (Profitability Index, PI nebo BCR) zobrazuje poměr diskontovaných čistých peněžních toků (NCF) k diskontovaným investičním nákladům. Jako ukazatel tento index poskytuje informaci o přínosu z každé investované koruny. Lze jej vyjádřit následující rovnicí.

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{NCF_i}{(1+r)^i}}{IC_0} \quad (5)$$

Po dosazení NPV a odvození poté výsledná rovnice pro výpočet indexu rentability vypadá následovně:

$$PI = \frac{NPV}{IC_0} + 1 \quad (6)$$

Pravidlo pro rozhodování: $PI > 1$ znamená efektivní investici. Zároveň, čím vyšší PI, tím je investiční projekt efektivnější. Tento ukazatel by neměl být v žádném případě záporný. (Korytářová, 2020)

3.1.4 Doba návratnosti

Doba návratnosti (Payback method) označuje počet let, během kterých projekt generuje výnosy R rovnající se celkovým investovaným nákladům projektu. Z hlediska časové hodnoty peněz je důležité znovu diskontovat jednotlivé peněžní toky a srovnávat celkovou sumu diskontovaných toků s počátečními investičními náklady.

Je důležité si uvědomit, že metoda doby návratnosti (prostá i diskontovaná) slouží jako doplňkový ukazatel při výběru investičních projektů. Tento ukazatel nezohledňuje peněžní toky vznikající po době návratnosti, což může vést k výběru více likvidní, ale méně efektivní investice. Zkušenosti ukazují, že příjmy z investic se často soustředí do posledních let předpokládané životnosti projektu. (Korytářová, 2020)

3.2. Nákladově výstupové metody

Metody, jež se využívají pro hodnocení projektů veřejného sektoru, se zabývají vztahem výstup / náklad. Řadí se mezi ně:

- Analýza minimalizace nákladů (Cost Minimising Analyses, CMA)
- Analýza nákladů a užitků (Cost Benefit Analyses, CBA)
- Analýza efektivnosti nákladů (Cost Effectiveness Analyses, CEA)
- Analýza užitečnosti nákladů (Cost Utility Analyses, CUA)

3.2.1 CMA

Metoda CMA sleduje náklady v celém životním cyklu projektu, nejen v okamžiku jeho pořízení. Zabývá se pouze nákladovým hlediskem a výstupy, jež by měly být u všech variant projektu relativně shodné, neměří.

Nejčastěji využívaným ukazatelem pro hodnocení jsou Náklady životního cyklu (Life Cycle Cost, LCC). Tento ukazatel respektuje časovou hodnotu peněz. Při výpočtu se budoucí náklady diskontují na jejich současnou hodnotu. (Korytářová, 2015)

$$LCC = PVC + IC \quad (7)$$

Kde:

LCC ... náklady životního cyklu

PVC ... současná hodnota budoucích nákladů

IC ... investiční náklad

Pro výpočet PVC lze použít:

$$PVC = \sum_{n=1}^T \frac{C_n}{(1+r)^n} \quad (8)$$

Kde:

PVC ... současná hodnota budoucích nákladů

C ... budoucí náklad v roce n

n ... rok, ve kterém probíhá náklad (investiční, provozní nebo likvidační)

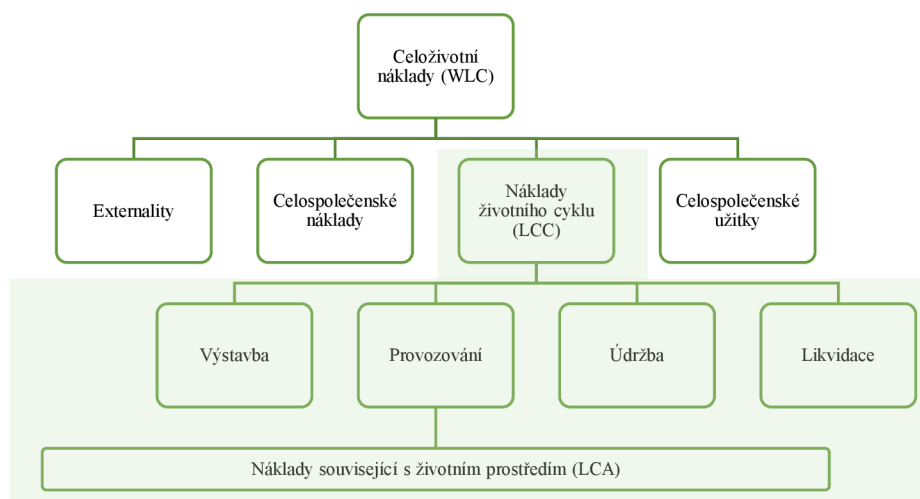
T ... délka hodnoceného období v letech

r ... diskontní sazba v %/100

Náklady životního cyklu je vhodné rozdělit do tří skupin z hlediska jejich realizace:

- náklady spojené s technickými parametry stavebního díla,
- náklady spojené s provozem,
- náklady spojené se správou.

Do hodnocení nákladů životního cyklu stavebního díla je možné zahrnout kromě nákladů souvisejících s výstavbou, provozováním a likvidací také externality a celospolečenské užitky a náklady vznikající s výstavbou a provozováním stavebního díla v jeho okolí. Tyto náklady se poté nazývají celoživotní náklady staveb. (Korytářová, 2015)



Obrázek 4: WLC a LLC prvky, Zdroj: vlastní zpracování dle (ISO 15686-5)

3.2.2 CEA

Při použití metody CEA je kladen důraz na zachování požadovaných kvalitativních parametrů při co nejlevnějších nákladech, případně dosažení maximalizace výstupu při předem stanovených nákladech. Používá se tam, kdy je komplikované použití monetárních ocenění užiteků. Ty mohou být stanoveny v naturálních jednotkách (počet ks opravené techniky, počet pacientů, m² podlahové plochy atd.). K porovnání projektů při CEA jsou rozhodovacím nástrojem jednotkové náklady projektu, jež jsou vztaženy k vhodné základně (technické nebo účelové jednotce). Jsou jimi např. náklady v Kč/m² zastavěné plochy, Kč/m³ obestavěného prostoru, náklady v Kč/lůžko zdravotnického zařízení, náklady v Kč/student atd. (Korytářová, 2015)

3.2.3 CUA

Metoda CUA používá při hodnocení více kritérií. Na základě výstupů umožňuje pomocí matematických postupů vyhodnotit užitečnost projektu. Ta vyjadřuje míru uspokojení potřeb uživatele projektu. Následné výstupy jsou poté vyjádřeny technickými i peněžními jednotkami.

Efektivnost projektu je představována poměrem užitečnosti projektu a jeho investičních nákladů jako:

$$E = \frac{U}{IC} \quad (9)$$

Kde:

E – efektivnost projektu

U – užitečnost projektu

IC – investiční náklady projektu

Při hodnocení užitečnosti projektů je možné využít řady metod hodnotové analýzy, jako jsou:

- subjektivní metody,
- kvalitativní (heuristické) metody,
- kvantitativní metody. (Korytářová, 2015)

3.2.4 CBA

Metoda analýzy nákladů a užiteků (CBA) zkoumá jak náklady, tak přínosy během celého životního cyklu projektu. Hlavním úkolem CBA je umožnit posouzení investic s neziskovým zaměřením pomocí běžných hodnotících metod, jako jsou například čistá současná hodnota (NPV) nebo vnitřní výnosové procento (IRR). Jedná se o nejčastěji využívanou metodu při hodnocení stavebních investičních projektů. (Korytářová, 2015)

Základními kroky při hodnocení projektů prostřednictvím CBA jsou:

- popis kontextu,
- definice cílů,
- identifikace projektu,
- technologická proveditelnost a ekologická udržitelnost,
- finanční analýza,
- ekonomická analýza. (Guide CBA, 2014)

Ekonomické hodnocení se opírá o srovnání stavu s projektem a stavu bez projektu. Projektový stav zahrnuje plánované přeložky, obchvaty, a vylepšení silniční infrastruktury. Stav bez projektu představuje existující silniční síť v nezměněném stavu nebo v případě, kdy jsou obě varianty shodné. Porovnání mezi těmito dvěma stavy je prováděno pomocí přírůstkové metody.

Tabulka 6: Rozdíly v nákladově výstupových metodách, Zdroj: vlastní zpracování dle (Soukopová, 2005), upraveno

Metoda	Měření výstupu	Příklad
CMA	Neměří se	-
CBA	Peněžní jednotky	Kč
CEA	Počet výstupových jednotek z realizované jednotky nákladů	Kč/student
CUA	Užitek plynoucí z projektu	snížení počtu dopravních nehod

4. Hodnocení rizik

Riziko a nejistota se vážou ke každé lidské činnosti. I když jsou tyto pojmy často zaměňovány, lze najít mezi nimi rozdíly. Riziko je spojeno s konkrétní aktivitou nebo projektem a představuje faktor, který může ohrozit danou akci v budoucnosti. Nejistota souvisí s omezenou schopností spolehlivě předpovědět budoucí vývoj těchto faktorů.

V každodenním životě jsou řešena rizika a nejistoty intuitivně, zatímco u složitějších procesů je nutná odborná znalost. Cílem této kapitoly je vysvětlit posuzování a řízení rizik veřejných investičních projektů s ohledem na nejnovější teoretické poznatky a praktické postupy.

V literatuře existuje mnoho definic rizika. Smejkal (2013) vnímá riziko jako možnost, že s určitou pravděpodobností dojde k události odlišné od očekávaného stavu či vývoje. Riziko by nemělo být redukováno pouze na pravděpodobnost, ale také zahrnovat kvantitativní rozsah této pravděpodobnosti. Fotr (2014) charakterizuje riziko jako variabilitu možných výsledků, možnost odchylek od očekávaných nebo plánovaných výsledků a pravděpodobnost rozdílných hodnot od očekávaných či plánovaných výsledků.

Riziko může vést ke změnám s horšími nebo lepšími výsledky, než bylo plánováno. Větší riziko nemusí nutně znamenat špatný projekt, ale může nabídnout i lepší výsledky. Postoj k riziku může být spojen s nízkou nebo vysokou averzí k riziku. V oblasti veřejného investování je doporučován neutrální postoj k riziku. (Dufek, 2019)



Obrázek 5: Faktory ovlivňující výsledky projektu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Fotr, 2011)

Praxe současného hodnocení a řízení rizik u projektů veřejných investic se opírá o průvodce Evropské komise z roku 2014, jenž se zaměřuje na analýzu nákladů a přínosů projektů. V rámci tohoto dokumentu je riziková analýza prováděna ve spojení s finanční a ekonomickou analýzou, která se dělí na čtyři části:

- analýzu citlivosti,
- kvalitativní analýzu rizik
- kvantitativní analýzu rizik s využitím simulace,
- prevence a zmírňování rizik. (Sartori, 2014)

Při zohlednění rizik a nejistot je důležité tyto faktory začlenit do plánování, hodnocení a rozhodování o projektech. Pro kvalitní přípravu, hodnocení a výběr projektů je třeba:

- identifikovat a posoudit **význam** faktorů (rizik a nejistot) ovlivňujících úspěšnost projektů
- určit a zhodnotit **dopady** těchto faktorů na budoucí výsledky projektu (zjistit míru rizika a jeho přijatelnost)
- zvážit možná **opatření** ke snížení rizika s ohledem na náklady a míru snížení rizika. (Fotr, 2011)

4.1. Pojetí rizika

Historicky bylo riziko vnímáno jako nebezpečí, např. onemocnění či havárie zařízení, tedy se zaměřením na negativní aspekty. Riziko se z tohoto pohledu chápe jako:

- pravděpodobnost vzniku ztráty,
- možnost událostí, které ohrožují dosažení cílů jednotlivce, projektu nebo organizace,
- nebezpečí negativních odchylek od stanovených cílů.

Avšak v hospodářské praxi se často objevují tzv. podnikatelská rizika, která mají jak negativní, tak pozitivní stránku. V tomto kontextu je riziko spojeno s:

- **variabilitou** možných výsledků procesů nebo aktivit,
- možností **odchylek** (negativních i pozitivních) od očekávaných nebo plánovaných výsledků,
- **pravděpodobností** odlišných výsledků od očekávaných či plánovaných.

Společným prvkem těchto pojetí rizika je možnost horších či lepších výsledků než plánované. V praxi se podnikatelské riziko spojené s investičními projekty chápe jako pravděpodobnost odchylek skutečných výsledků od předpokládaných. Tyto odchylky mohou být:

- **žádoucí** (vedoucí k vyššímu zisku) nebo **nežádoucí** (vedoucí ke ztrátě)
- **různě velké**, od malých odchylek blízkých předpokládaným výsledkům až po velké odchylky (výrazný úspěch v případě žádoucí odchylky, či finanční potíže až úpadek v případě nežádoucí odchylky). (Fotr, 2011)

4.2. Klasifikace rizik

Riziko lze klasifikovat z mnoha aspektů. Mezi základní způsoby třídění patří toto členění rizika:

- **Podnikatelské** riziko zahrnuje jak příležitosti, tak nebezpečí plynoucí z podnikání. **Čisté** riziko se týká pouze negativních situací, jako jsou ztráty a škody na majetku, zdraví nebo životech.
- **Systematické** riziko je vyvoláno společnými faktory a ovlivňuje všechny hospodářské jednotky, nelze ho snížit diverzifikací a označuje se také jako tržní riziko. Vzhledem ke svému charakteru představuje makroekonomické riziko. **Nesystematické** (jedinečné) riziko je specifické pro jednotlivé firmy a jejich aktivity a souvisí s různými mikroekonomickými faktory.
- **Vnitřní** rizika se týkají faktorů uvnitř firmy, jako jsou například rizika výzkumně-vývojová, technicko-technologická nebo selhání pracovníků. Na druhou stranu, **vnější** rizika souvisejí s podnikatelským okolím, ve kterém firma působí. Tyto vnější rizika zahrnují **makroekonomické** faktory, které se týkají širšího ekonomického, sociálního, technického a ekologického prostředí, a **mikroekonomické** faktory, které se vztahují ke konkurenci, dodavatelům, odběratelům a dalším specifickým aspektům podnikání.
- **Primární** riziko je původní riziko vycházející z různých faktorů ve firmě či jejím okolí. **Sekundární** riziko vzniká při snaze snížit primární riziko a může zahrnovat nečekané negativní důsledky těchto opatření.
- Rizika **ve fázi přípravy projektu** zahrnují faktory ohrožující termíny, rozpočet a kvalitu projektů, jako například selhání subdodavatelů či nepříznivé změny kurzů. Rizika **ve fázi provozu** ovlivňují hospodářské výsledky projektu, jako je například růst cen nebo pokles poptávky. (Fotr, 2011)

Rizika členěná podle jejich věcné náplně shrnuje Tabulka 7.

Tabulka 7: Členění rizik dle jejich věcné náplně, Zdroj: vlastní zpracování dle (Fotr, 2011)

Riziko	Popis
Technicko-technologické	Vývoj a zavádění nových výrobků a technologií do výroby.
Výrobní	Ohrožení výrobního procesu havárií, úrazem nebo stávkou nebo nedostatkem materiálu, surovin, energií, pracovních sil a potřebné kvalifikace.
Ekonomické	Nákladová rizika způsobená růstem cen surovin, materiálů, energií, služeb a dalších položek.
Tržní	Odbyt a ceny výrobků nebo služeb na domácích i zahraničních trzích.

Finanční	Používání různých druhů podnikového kapitálu, změny v úrokových sazbách a změny měnových kurzů.
Kreditní	Vztahuje se k platební neschopnosti či nevěli zákazníků a odběratelů splnit své závazky, jako úvěry a faktury.
Legislativní	Hospodářská a legislativní politika státu (změny daňových zákonů, změny v ochraně domácího trhu, změny investiční politiky, změny dotační politiky).
Politické	Nestabilita regionu nebo odvětví vlivem stávek, národních nepokojů, válek nebo teroristických útoků.
Enviromentální	Navýšení nákladů na odstranění škod na životním prostředí a zpřísněná opatření na ochranu životního prostředí.
Riziko lidských zdrojů	Zkušenosti a kompetence všech subjektů, které se účastní projektu.
Informační	Informační systém a data vztahující se k projektu a také s jejich dostatečnou ochranou.

4.3. Identifikace rizik

Klíčovými nástroji pro identifikaci rizik jsou kontrolní seznamy, katalogy a registry rizik. V praxi to zahrnuje využití seznamu specifických rizik nebo oblastí rizik spojených s hodnoceným projektem. Tento seznam může být sestaven centrálně a zveřejněn v metodice pro zpracování rizikové analýzy určitých typů projektů, nebo si ho hodnotitelské týmy mohou vytvořit samy na základě svých zkušeností s projekty. (Dufek, 2019)

Tabulka 8: Typická rizika v dopravě, Zdroj: vlastní zpracování dle (Sartori, 2014)

Stupeň	Riziko
Regulatomí	- Změny v požadavcích na ochranu životního prostředí
Analýza poptávky	- Dopravní prognózy jsou jiné, než se předpokládalo
Návrh	- Nedostatečné průzkumy a šetření na místě - Špatné odhady nákladů na plánování
Administrativní	- Stavební povolení - Povolení veřejných sítí
Pořízení pozemků	- Cena pozemků je vyšší, než se očekávalo - Procedurální zpoždění

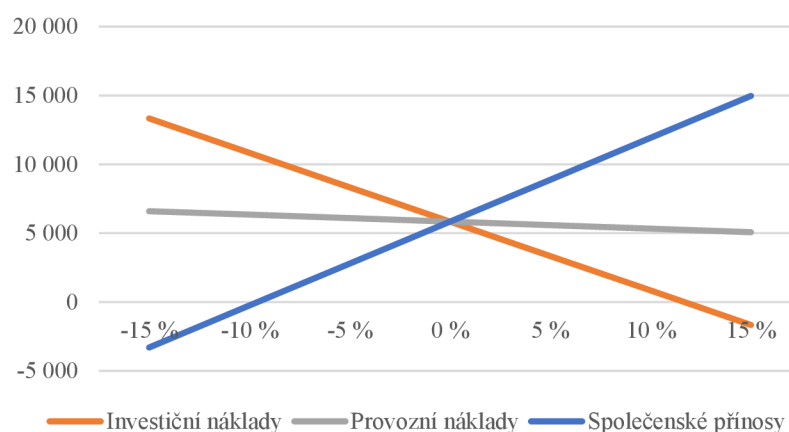
Zadávání zakázek	- Procedurální zpoždění
Výstavba	- Překročení nákladů projektu - Zápavy, sesuvy půdy, atd. - Archeologické nálezy - Rizika související se zhotovitelem (bankrot, nedostatek zdrojů)
Provozní a finanční	- Výběr mýta je nižší, než se očekávalo - Náklady na provoz a údržbu jsou vyšší, než se očekávalo
Jiné	- Odpor veřejnosti

Doplňkové nástroje strategické analýzy, jako je například SWOT analýza (zkoumá silné a slabé stránky subjektu, hodnotí příležitosti a hrozby) nebo PEST či PESTLE analýza (zkoumají vnější faktory, jako politické, ekonomické, sociální, technologické a potenciálně legislativní a ekologické), mohou být užitečným doplňkem pro identifikaci faktorů rizika. Tyto nástroje umožňují zejména identifikaci externích rizik spojených s hodnoceným projektem, což následně umožňuje pokračovat v rizikové analýze. (Dufek, 2019)

4.4. Citlivostní analýza rizik

Citlivostní analýza, někdy označovaná jako analýza citlivosti, je základní a jednoduchým přístupem k analýze rizik. V podstatě se zaměřuje na hodnocení citlivosti klíčového kritériálního ukazatele (například čistá současná hodnota, vnitřní výnosové procento nebo rentabilita nákladů) určeného v rámci finanční nebo ekonomické analýzy projektu na jednotkovou změnu vybraného parametru, který se používá v jeho výpočtu. Rozsah jednotkové změny závisí na volbě tvůrce analýzy rizik a může být například $\pm 1\%$ nebo $\pm 10\%$. V praxi se často používá kalkulace analýzy citlivosti ve více krocích, jako je $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ a $\pm 30\%$. Výsledky analýzy citlivosti se obvykle prezentují v přehledných tabulkách a ilustrativních grafech.

Hlavním výstupem analýzy citlivosti je určení, zda je konkrétní rizikový faktor kritickou proměnnou. Kritickou proměnnou je rizikový faktor, pokud jeho změna o 1% způsobí změnu konečného kritériálního ukazatele o více než 1% . Pokud tomu tak není, tyto rizikové proměnné se obvykle za kritické nepovažují.



Obrázek 6: Příklad výstupů citlivostní analýzy v podobě spojnicového grafu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Dufek et al., 2019)

Zvláštním výstupem citlivostní analýzy je přepínací hodnota, která označuje hodnotu zvolené vstupní veličiny, při níž kritériální ukazatel dosahuje kritické úrovně. Přepínací hodnota udává procentuální zvýšení nebo snížení vstupní veličiny, které vyvolává kritickou hodnotu. Vyšší absolutní hodnota přepínací hodnoty znamená menší riziko nedosažení pozitivních hodnot kritériálních ukazatelů.

Citlivostní analýza má však svá omezení. Hodnotí pouze rizikové faktory s přímou matematickou souvislostí s kritériálním ukazatelem. Při identifikaci rizikových faktorů je důležité zohlednit jejich vzájemné korelace a nezávislost. Pro analýzu by měly být vybrány nezávislé proměnné.

4.5. Kvalitativní analýza rizik

Kvalitativní analýza rizik je zásadní složkou rizikové analýzy projektu, která hodnotí významnost faktorů rizika. Významnost se skládá z předpokládané intenzity dopadu na projekt a pravděpodobnosti výskytu rizikového faktoru. Hodnocení probíhá kvalitativně s přidělováním bodů z předem stanovené škály na základě odborné diskuse.

Kvalitativní analýza rizik zahrnuje:

- seznam nežádoucích událostí založený na identifikovaných rizikových faktorech,
- matici rizik pro každou nežádoucí událost, uvádějící příčiny rizika, souvislost s analýzou citlivosti, negativní dopady na projekt, pravděpodobnost výskytu a intenzitu dopadu a míru rizika,
- interpretaci matice rizik s vyhodnocením přijatelné míry rizika,
- popis opatření ke snížení rizik a zodpovědných osob pro provádění těchto opatření.

Seznam nežádoucích událostí je popsán v předchozím textu jako identifikace rizikových faktorů. Důležité je zahrnout všechna klíčová rizika, neomezovat se pouze na oficiální seznamy, a připravit individuální seznam pro každý projekt.

Dalším krokem je vytvoření matice rizik, která podrobně popisuje rizika od příčin až po návrh opatření. Matice zahrnuje proměnné, které riziko ovlivňuje, příčiny vzniku, dopady na projekt, období projevu, dopady na peněžní toky, pravděpodobnost výskytu, závažnost, míru rizika, návrh opatření, manažera rizika a zbytkové riziko. Charakteristiky jsou dány zkušenostmi a inovativním přístupem analytiků rizik. (Dufek, 2019)

Pro stanovení pravděpodobnosti, potenciálních dopadů a míry rizika lze využít jednoduchých nástrojů, jako jsou tabulky, které vycházejí z Resortní metodiky Ministerstva dopravy České republiky.

Tabulka 9: Stupnice pravděpodobnosti výskytu rizika, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017)

Klasifikace	Pravděpodobnost výskytu rizika	
	slovní popis	procentuální vyjádření
A	Velmi nepravděpodobný	0–9 %
B	Nepravděpodobný	10–32 %
C	Neutrální	33–65 %
D	Pravděpodobný	66–89 %
E	Velmi pravděpodobný	90–100 %

Tabulka 10: Stupnice závažnosti důsledků rizika, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017)

Kategorie	Závažnost důsledků rizika	
	Název	Slovní popis
I	Neznatelná	Žádný významný vliv na očekávané společenské přínosy projektu.
II	Mírná	Nejsou ovlivněny dlouhodobé přínosy projektu, ale nápravná opatření jsou nutná.
III	Střední	Ztráta očekávaných společenských přínosů projektu, většinou finanční škody i ve střednědobém a dlouhodobém horizontu, nápravná opatření mohou vyřešit problém.
IV	Kritická	Velká ztráta očekávaných společenských přínosů projektu, výskyt nežádoucích účinků způsobuje ztrátu primární funkčnosti projektu; nápravná opatření, i když jsou realizována ve velkém rozsahu, nejsou dostatečná k tomu, aby se předešlo významným škodám.
V	Katastrofická	Významná, až úplná ztráta funkčnosti projektu, cíle projektu nerealizovatelné ani v dlouhodobém horizontu.

Tabulka 11 poskytuje matici pro posouzení míry daného rizika, kde dochází k propojení pravděpodobnosti výskytu rizika a jeho závažnosti důsledků.

Tabulka 11: Vyhodnocení míry rizik, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017)

Pravděpodobnost	Závažnost				
	I	II	III	IV	V
A	Nízké	Nízké	Nízké	Nízké	Střední
B	Nízké	Nízké	Střední	Střední	Vysoké
C	Nízké	Střední	Střední	Vysoké	Vysoké
D	Nízké	Střední	Vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké
E	Střední	Vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké	Velmi vysoké

Po vyhodnocení matice rizik je třeba stanovit preventivní opatření podle následujících kategorií:

- nízké – nepotřebuje zvláštní opatření, stačí pouze upozornění,
- střední – mírné riziko, vyžaduje vhodná opatření,
- vysoké – závažné, vyžaduje opatření snižující míru rizika na přijatelnou úroveň,
- velmi vysoké – kritické riziko, vyžaduje odložení projektu až do realizace nezbytných opatření a nového hodnocení rizik; projekt je nevyhovující, dokud se riziko nesníží. (Dufek, 2019)

Všechny zmíněné informace je pro lepší přehlednost vhodné zobrazit v tabulce, která má v záhlaví uvedené charakteristiky. Příklad takové tabulky je uveden jako Tabulka 12. Ta následně tvoří základ pro kvalitativní hodnocení rizik projektu a současně slouží jako podklad pro následnou kvantitativní analýzu rizik.

Tabulka 12: Uspořádání kvalitativní analýzy (MD ČR, 2017)

Osazení rizika	Riziko, možné příčiny vzniku	Ovlivněná proměnná CBA	Dopad	Období	Dopad na peněžní toky	Pravděpodobnost	Zdůvodnění	Závažnost následků	Zdůvodnění	Míra rizika	Návrh opatření	Manažer rizika	Zbytkové riziko
R1	Text	Text	Text	K – krátké S – střední D – dlouhé	ano × ne	A	Text	III	Text	Nízká	Text	Text	Nízké

4.6. Kvantitativní analýza

Kvantitativní analýza rizik, neboli pravděpodobnostní analýza, má za úkol vyjádřit míru rizika projektu s využitím pravděpodobnostních charakteristik. Často se doporučuje kvalitativní analýza rizik pomocí matematické simulace Monte Carlo, jež je vhodná při větším množství rizikových faktorů ovlivňujících kritériální ukazatele (NPV, IRR, BCR), ale může být užita i u jednodušších případů. Metoda Monte Carlo je pravděpodobnostní simulace, která generuje velký počet scénářů budoucího vývoje projektu a propočítává kritériální ukazatele při zohlednění pravděpodobnosti nastoupení jednotlivých scénářů, čímž umožňuje odhadnout pravděpodobnostní rozdělení hodnocených ukazatelů. V simulaci se postupuje v těchto krocích:

1. výběr kritériálního ukazatele pro stanovení pravděpodobnostního rozdělení,
2. určení závislosti mezi vybraným ukazatelem a nezávislými proměnnými,
3. identifikace klíčových rizikových faktorů,
4. stanovení pravděpodobnostního rozdělení klíčových rizikových faktorů,
5. provedení simulace. (Dufek, 2019)

4.6.1 Volba kritériálního ukazatele

Volba kritériálního ukazatele zahrnuje výběr hodnotícího kritéria pro pravděpodobnostní analýzu pomocí simulace Monte Carlo. Ukazatele mohou zahrnovat jednodušší veličiny, jako hospodářský výsledek nebo rentabilitu kapitálu, i složitější, založené na časové hodnotě peněz, jako NPV, IRR nebo BCR. Pro rizikovou analýzu veřejných investičních projektů se nejčastěji používá čistá současná hodnota. (Dufek, 2019)

4.6.2 Vymezení závislosti zvoleného kriteriálního ukazatele na nezávislých proměnných

Vymezení nezávislosti zvoleného kriteriálního ukazatele na nezávislých proměnných – rizikových faktorech (vstupech pro výpočet hodnoceného kritéria), spočívá v matematickém propojení základních vstupních veličin (nezávislých proměnných) a hodnoceného kriteriálního ukazatele za účelem definování jednoznačné kauzální souvislosti mezi zmiňovanými proměnnými. Z uvedeného kroku vyplyne, jaké vstupní veličiny jsou nezbytné pro výpočet zvoleného kriteriálního ukazatele. (Dufek, 2019)

4.6.3 Vymezení klíčových faktorů rizika

Z faktorů nezávislých proměnných – rizikových faktorů, které ovlivňují zvolený kriteriální ukazatel, se vyberou nejvýznamnější proměnné, jež budou v simulaci považovány za náhodné veličiny, zatímco ostatní zůstanou konstantami. Současné softwarové nástroje umožňují pracovat s teoreticky neomezeným počtem náhodných veličin. Při výběru rizikových faktorů dle významnosti pro projekt je třeba brát v úvahu výsledky předchozí citlivostní a kvalitativní analýzy. (Dufek, 2019)

4.6.4 Stanovení rozdělení pravděpodobnosti klíčových faktorů rizika

Pro úspěšnou matematickou simulaci je třeba stanovit pravděpodobnostní rozdělení náhodných veličin. Přesnost simulace závisí na správném výběru veličin a jejich pravděpodobnostním rozdělení. Pravděpodobnostní rozdělení lze stanovit různými způsoby, často se využívají normální, trojúhelníkové nebo Beta-Pert rozdělení. Volba vhodného rozdělení závisí na konkrétních veličinách a dostupných informacích. Softwarové nástroje pro simulaci obsahují databáze pravděpodobnostních rozdělení pro snadnou aplikaci. (Dufek, 2019)

4.6.5 Vlastní proces simulace

Proces simulace spočívá v opakování dílčích kroků výpočtu simulované veličiny. Každý krok zahrnuje generování hodnot náhodných veličin dle pravděpodobnostních rozdělení a výpočet kriteriálního ukazatele. Po stanoveném počtu kroků se získá výsledné pravděpodobnostní rozdělení kriteriálního ukazatele. Výsledky simulace se zobrazují graficky a tabulkově. Taková tabulka obsahuje především následující statistické charakteristiky:

- a) střední hodnota,
- b) medián,
- c) směrodatná odchylka,
- d) rozptyl,
- e) variační koeficient,
- f) šikmost,
- g) špičatost,
- h) rozpětí. (Dufek, 2019)

5. Projekty dopravní infrastruktury

Státní fond dopravní infrastruktury (SFDI) financuje akce související s dopravní infrastrukturou, jako jsou silnice, dálnice, železniční trasy a vodní cesty. Finanční prostředky jsou poskytovány na různé účely, jako výstavbu, modernizaci, průzkumné a projektové práce, studijní a expertní činnosti, bezpečnostní programy a cyklistické stezky.

Pro získání financování musí investoři podat žádost ve formě projektového záměru, který obsahuje požadavky na přípravu a realizaci akce, časový a finanční průběh a je zpracován v souladu s příslušnými směrnici. Hlavními investory jsou:

- Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD),
- Správa železnic (SŽDC),
- Ředitelství vodních cest (ŘVC).

Po podání žádosti je projekt posouzen orgány SFDI. Pokud je schválen, zařadí se do návrhu rozpočtu SFDI, který je předložen Ministerstvu dopravy a následně vládě. Po schválení vládou předkládá ministr dopravy návrh rozpočtu poslanecké sněmovně k definitivnímu schválení. Poté uzavírá SFDI s investorem smlouvu o poskytnutí finančních prostředků z rozpočtu SFDI a se všemi investory hromadné smlouvy na plánované akce pro příslušný rozpočtový rok.

Každý investor má vlastní metodiku pro hodnocení ekonomické efektivity navrhovaných investičních projektů, která se používá při zpracování a hodnocení projektů. (Korytářová, 2015)

Vzhledem k tomu, že se tato práce zabývá efektivností a riziky silničních staveb, nebude zde věnován prostor pro popis oblastí vodních a železničních cest.

5.1. Dopravní infrastruktura v oblasti dálnic a silnic I. třídy

Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) je organizace zřízená Ministerstvem dopravy ČR, která spravuje státní nemovitosti tvořící dálnice a silnice I. třídy. Zajišťuje jejich údržbu, opravy, výstavbu a modernizaci. Projekty zahrnují obchvaty měst a obcí, přeložky stávajících komunikací a novostavby rychlostních komunikací s dělicím pásem.

Obchvaty měst se realizují v místech s nepříznivým dopadem na životní prostředí, komfort dopravy, bydlení obyvatel a značnými časovými i ekonomickými ztrátami způsobenými pomalým průjezdem. Přeložky komunikací řeší problémy s nevyhovujícími parametry stávajících tras a ohrožení bezpečnosti obyvatel. Novostavby rychlostních komunikací poskytují lepší technické parametry a zvyšují kategorii silnic. (Korytářová, 2015)

5.2. Proces hodnocení projektů v oblasti silnic

Hodnocení ekonomické efektivity silničních a dálničních staveb je prováděno podle metodiky Českého systému hodnocení silnic (ČSHS) a Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivity.

Tabulka 13: Peněžní toky (CF, Cash Flow) vstupující do výpočtu ekonomické efektivity dopravních staveb, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, 2015)

Položka	Popis
Rok hodnocení	Rok, ve kterém je hodnocení prováděno
Náklady správce	Diskontované investiční a provozní náklady projektu
MT VOC	Diskontované náklady na provozní hmoty, opotřebení pneumatik a další provozní náklady
Cestovní čas MT	Diskontované úspory zkrácením cestovního času realizací investice
Nehody	Diskontované úspory nákladů státu při snížení počtu dopravních nehod
Externí náklady	Diskontované náklady spojené s environmentálními dopady
Celkové náklady	Součet všech předchozích položek

Cash Flow (CF) je určen pro nulovou variantu (bez projektu, současný stav) a projektovou variantu (s projektem). Rozdíl mezi projektovou a nulovou variantou se používá pro výpočet ekonomické efektivity. V posledním roce analýzy se zbytková hodnota investice považuje za jednorázový přínos.

Hodnocení ekonomické efektivity se provádí v souladu s ekonomickými principy pomocí analýzy nákladů a přínosů (CBA) a základních ukazatelů: čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) a rentabilita nákladů (BCR).

Ekonomické hodnocení se provádí pomocí programu HDM-4 a aplikace EXNAD podle aktualizovaných vstupních dat v souladu s návodem k Českému systému hodnocení silnic (CSHS). Model HDM-4 pro ČSHS obsahuje kalibrovaný datový soubor, který je autorizovaný ŘSD ČR a slouží jako závazný podklad pro všechna hodnocení. Charakteristiky projektů se dělí do dvou oblastí. Pro konfiguraci ČSHS se využívají tyto údaje:

- vozový park dle celostátního sčítání dopravy v ČR,
- variace dopravy podle tříd komunikací,
- kapacita komunikace,

- relativní nehodovost podle třídy komunikace, počtu pruhů a umístění (extravilán/intravilán),
- klimatické zóny dle nadmořské výšky,
- agregované údaje zahrnující protismykové vlastnosti, texturu, nerovnosti povrchu vozovky, poruchy krytu, geometrii úseku a dopravní zatížení úseku.

Silniční síť je popsána podrobnou technickou charakteristikou úseků, které tvoří ovlivněnou část sítě, tedy část ovlivněnou hodnoceným projektem, zejména co se týče změn intenzit dopravy. Definicí úseků zahrnuje informace jako:

- délka úseku v km,
- šířka komunikace a krajnice,
- směr dopravního toku (obousměrný/jednosměrný),
- typ povrchu (asfaltový beton, cementový beton, nezpevněný),
- typ rychlostního toku (kapacita, maximální rychlost, stupně stoupání, předjíždění, intravilán: kapacita křižovatek),
- variace dopravy podle třídy komunikace,
- nehodovost podle třídy komunikace, počtu pruhů a umístění (v obci/mimo obec),
- klimatická zóna dle nadmořské výšky,
- třída komunikace,
- typ krytu vozovky,
- materiál obrusné vrstvy.

V případě pokročilé přípravy projektové dokumentace lze určit stavební náklady pomocí položkového rozpočtu. Pro projekty hodnocené na základě objemové studie lze využít cenové normativy. Tyto normativy slouží k určení cen staveb pozemních komunikací v úrovni Záměru projektu a stanovují základní cenu, která zahrnuje reálné náklady na realizaci stavebních objektů, vyjádřené v jednotkových cenách (na 1 km silnice, dálnice, mostu pro specifikovaný typ konstrukce).

Celková cena se vypočítává podle následujících kroků:

1. Stanovení "Základní ceny" dle cenových normativů (hlavní stavební objekty typu "A").
2. Dopočet ceny ostatních objektů pomocí procentní sazby (objekty typu "B").
3. Expertní úprava "Základní ceny" podle "Atributů" (tloušťka obrusné vrstvy nebo vozovky).
4. Stanovení rizikové složky pro všechny stavební objekty (typy "A" i "B") a zohlednění rizik z průzkumů, technologií, environmentálních faktorů, legislativy a ekonomiky.
5. Přepočet celkové ceny na aktuální cenovou úroveň dle indexu ČSÚ / SFDI.
6. Výpočet ceny včetně DPH.

Vstupní informace pro ekonomické hodnocení projektu zahrnují srovnávání celkových nákladů na výstavbu, provoz, údržbu a opravy ovlivněné části silniční sítě za srovnatelné období. Rozsah ovlivněné části sítě se určuje na základě analýzy dopravního modelu, který zohledňuje stavební činnost a změny v dopravním zatížení po realizaci stavby.

Hodnocení se provádí s použitím metody CBA a musí být založeno na dopravním modelu splňujícím následující podmínky: shodný počet cest na ovlivněné síti pro stav bez investování i s investováním; zahrnutí dalších staveb realizovaných v průběhu sledovaného období; a skladba dopravního proudu stanovena podle posledního celostátního sčítání dopravy.

Hodnocení projektu musí zahrnovat vstupní údaje jako dobu analýzy, diskontní sazbu, počáteční rok analýzy, základní rok pro náklady a zbytkovou hodnotu.

Tabulka 14: Životnosti stavebních objektů pro určení zbytkové hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování dle (ŘSD, 2017)

Položka	Netuhé asfaltové	Tuhé cementobetonové
Obrusná vrstva	12	25
Ložná vrstva	20	-
Vrchní podkladní vrstva	40	40
Spodní podkladní vrstva	40	40
Odvodňovací zařízení	50	50
Zemní těleso	100	100
Mosty	100	100
Tunely	100	100

Na základě technických a ekonomických vstupů se pomocí analýzy přírůstkových peněžních toků (rozdíl mezi toky bez projektu a s projektem) stanoví ukazatele: čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) a rentabilita nákladů (BCR). Ekonomické hodnocení zahrnuje i analýzu citlivosti, která hodnotí citlivost kritériálních ukazatelů na změnu stavebních nákladů a přínosů uživatelů. Analýza citlivosti zahrnuje také stanovení bodu zvratu, což je procentuální změna stavebních nákladů či uživatelských přínosů, při níž čistá současná hodnota dosahuje nuly, vnitřní výnosové procento se rovná diskontní sazbě a rentabilita nákladů je jedna. (Korytářová, 2015)

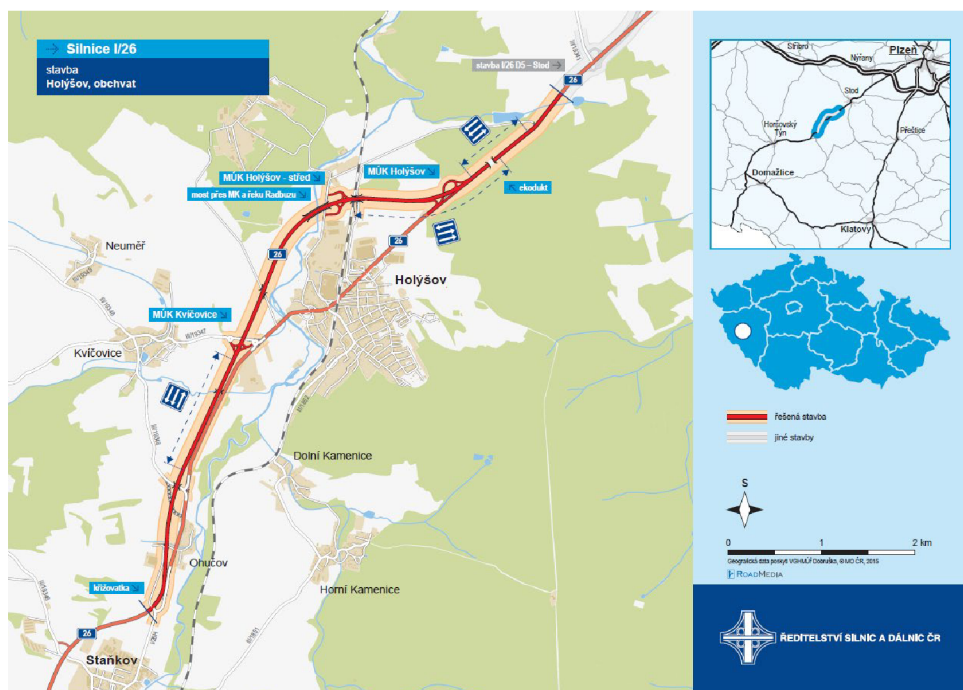
6. Případová studie – Dopravní projekt I/26 Holýšov, obchvat

Předmětem případové studie je hodnocení plánované přeložky silnice, která má výrazný vliv na regionální infrastrukturu a mobilitu. Studie je zaměřena na analýzu a hodnocení dopadů plánované přeložky silnice na okolní oblasti, životní prostředí a ekonomiku.

Cílem této studie je poskytnout komplexní pohled na přínosy a rizika spojená s plánovanou přeložkou silnice a identifikovat klíčové faktory, které by mohly ovlivnit její úspěšné provedení a dlouhodobý dopad na region.

6.1. Identifikace projektu

Číslo projektu:	532 151 0022
Název projektu:	I/26 Holýšov, obchvat
Druh stavby:	Novostavba
Místo stavby:	Holýšov
Katastrální území:	Holýšov, Střelice, Kvíčovice, Ohučov
Kraj:	Plzeňský
Zadavatel:	ŘSD ČR, Správa Plzeň Hřimalého 37, 320 25 Plzeň
Zhotovitel projektu:	Woring s.r.o. Na Roudné 1604/93, 301 00 Plzeň
Předpokládané celkové inv. náklady:	1 800,475 mil. Kč bez DPH (2019)



Obrázek 7: Mapa projektu I/26 Holýšov, obchvat, Zdroj: (ŘSD ČR, 2023)

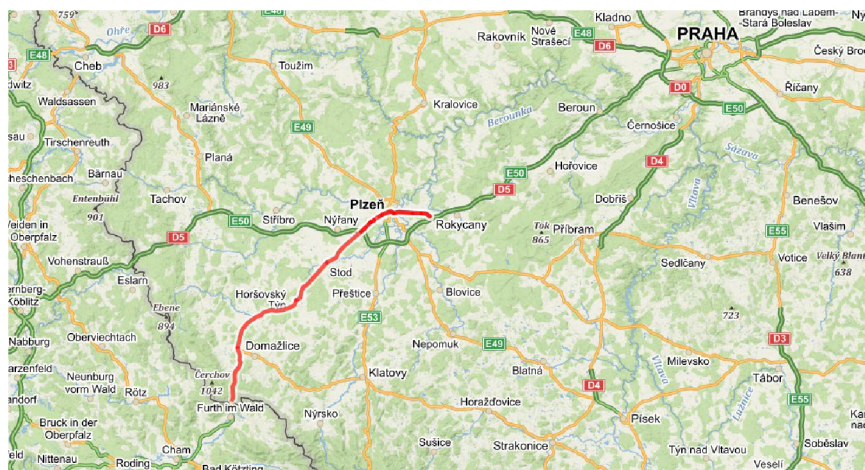
Přeložka obchvatu má délku asi 5,5 km. Začíná asi 1,5 km před obcí Holýšov (směrem od Plzně) a končí přibližně 0,7 km před obcí Ohučov. Úsek začíná na stoupající části stávající silnice a vede přes terénní hřeben, klesá do údolí řeky Radbuzy a po překonání řeky opět stoupá směrem k Folmavě.

Přeložka je dvoupruhová komunikace mimo obydlené území bez oddělovacího pásu. Je navržena pro rychlost 90 km/h. Na trase jsou také úseky s přídatnými pruhy (pro předjíždění a stoupání), které jsou součástí silnice I. třídy. Připojení obchvatu zpět na silnici I/26 bude mít kategorii S 9,5/70. Napojení nižších tříd (III/193 47, účelové komunikace) na obchvat bude mít kategorii S 6,5/50 (60). Připojení obchvatu na stávající silnici I/26 bude mít kategorii S 7,5/60. Na začátku úseku navazuje na existující stoupací pruh délky 670 m. V km 1,000 je mimoúrovňová křižovatka ve tvaru trubky a ukončení stoupacího pruhu pro druhý směr. Trasa se následně odklání vpravo ve směrovém oblouku o poloměru 1 000 m, následuje krátká přímá část a levý směrový oblouk se stejnými parametry. Trasa pokračuje další přímkou, která je přerušena prostým kružnicovým obloukem o poloměru 10 000 m. Konec úseku je opět přímý. V km 3,900 začíná přídatný pruh délky 1,4 km, který pokračuje až do konce úseku.

Mimoúrovňová křižovatka, která není součástí tohoto projektu, se nachází v km 2,100, a MÚK pro napojení komunikací III. tříd a stávající silnice I/26 se nachází v km 3,500 - 4,000. Konec úseku se buď napojí na plánovaný obchvat Ohučova, nebo dočasně na stávající silnici I/26. V rámci technické studie se uvažuje o dočasném napojení na stávající silnici I/26.

Na trase obchvatu se nachází několik mostních objektů. V km 1,000 je most přes větev MÚK, v km 2,000 most přes MK a železniční trať, v km 2,300 most přes místní/účelovou komunikaci. Největším mostním objektem je most přes řeku Radbuza a inundační území v km 2,400. Další most překračuje přeložku komunikace III/193 47 v km 3,600. V km 4,000 je most přes bezejmenný potok a posledním mostem je most přes potok Chuchla a související biokoridor v km 4,600.

V rámci přeložky se také plánují úpravy komunikací nižších tříd. V km 2,000 a 2,300 se předpokládá úprava místních/účelových komunikací v délce přibližně 100 m. V km 3,800 se předpokládá přeložka silnice III/193 47 v délce cca 1 000 m, přeložka větve MÚK v délce cca 250 m a úprava stávající silnice I/26 v délce 2 x 150 m pro napojení na okružní křižovatku. Dále je plánována přeložka účelové komunikace o délce 360 m. (Jíšová, 2019)



Obrázek 8: Silnice I/26, Zdroj: (Mapy.cz, 2023)

6.2. Analytická část

Silnice I/26 je důležitou spojnicí v Plzeňském kraji, propojující Plzeň s hranicemi SRN. Je klíčovou krajskou komunikací, zajišťující přístup k dálnici D5 a zlepšenou dopravní dostupnost do Plzně. Celková délka této silnice činí přibližně 77 km, prochází pěti okresy a patnácti obcemi. Jednou z těchto obcí je Holýšov, který plánuje výstavbu obchvatu, jehož ekonomické hodnocení je v současnosti předmětem zájmu.

Silnice I/26 v obci Holýšov vytváří významnou bariéru. Odděluje severní část obce od oblastí s průmyslovými zónami a také odděluje západní obytnou část. Intenzita provozu na této silnici je významná, přičemž podíl nákladní dopravy je značný (přibližně 30 %). Tato silnice negativně ovlivňuje životní prostředí v širším okolí a také obyvatele Holýšova. Extravilánový úsek této silnice má relativně vysokou nehodovost (přibližně 20 nehod za 3 roky).

Při cestování po této silnici je možné se setkat s prodloužením cestovní doby kvůli úrovnovým železničním přejezdům a možným srážkám s vlaky. Rychlost v obci je omezena na 50 km/h. Realizace obchvatu Holýšova by sice prodloužila trasu vozidel, ale nahrazením úrovnových křížení s železnicí mimoúrovňovými kříženími a zvýšením rychlosti na 90 km/h (obchvat by byl vybudován mimo obec), by došlo ke zlepšení bezpečnosti a úspoře času pro uživatele vozidel a také pro zranitelné účastníky silničního provozu. Výstavba obchvatu by přinesla lepší podmínky pro obyvatele Holýšova a zlepšila životní prostředí. Množství vozidel v obci by se výrazně snížilo a velká část těžké nákladní dopravy by se přesunula na novou infrastrukturu. (Jíšová, 2019)

6.2.1 Nedostatky a omezení

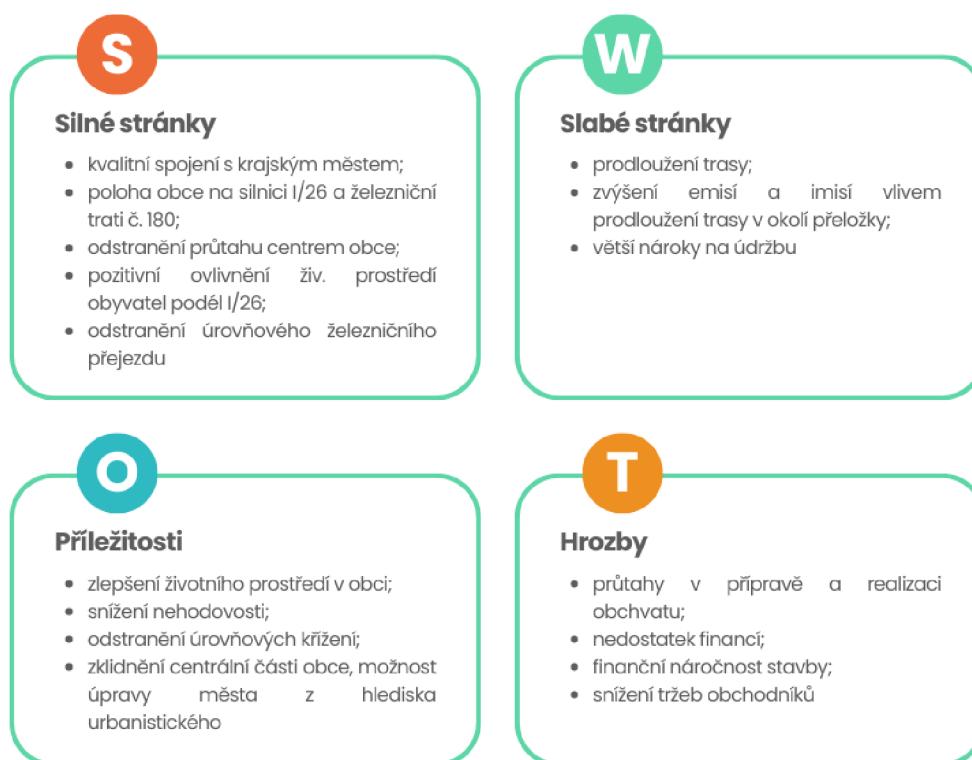
Silnice I/26 není plně vyhovující v technickém stavu a parametrech pro silnici I. třídy. Extravilánový úsek směrem k Folmavě má nedostatečné vedení oblouků, což způsobuje nepřehlednost. V obci jsou tři přechody pro chodce a dvě místa pro přecházení.

Na daném úseku je deset významných křižovatek s místními komunikacemi a jedno křížení se železniční dráhou. Extravilánová část úseku zahrnuje dvě stykové křižovatky směrem k fotovoltaické elektrárně a na Kvíčovice.

Provoz vozidel přes centrum obce Holýšov negativně ovlivňuje kvalitu života místních obyvatel a okolního prostředí. Dochází k zvýšenému hluku, emisím skleníkových plynů a pevných částic. Tato situace také ohrožuje bezpečnost chodců a cyklistů, kteří jsou zranitelnými účastníky silničního provozu. Navíc, vysoká dopravní intenzita na komunikaci I. třídy vytváří bariéru pro obyvatele obce. (Jíšová, 2019)

6.2.2 SWOT analýza

Obrázek 9 zobrazuje vyhodnocení SWOT analýzy, jakožto silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb, které mohou mít vliv na projekt. Vyhodnocení je prováděno z vnějšího i vnitřního hlediska a zohledňuje současný stav infrastruktury.



Obrázek 9: SWOT analýza projektu, Zdroj: vlastní zpracování

6.3. Návrhová část

V návrhu různých variant je nezbytné začlenit variantu tzv. "Bez projektu", která slouží jako referenční bod pro srovnání s projektovou variantou, jež vychází z technické studie.

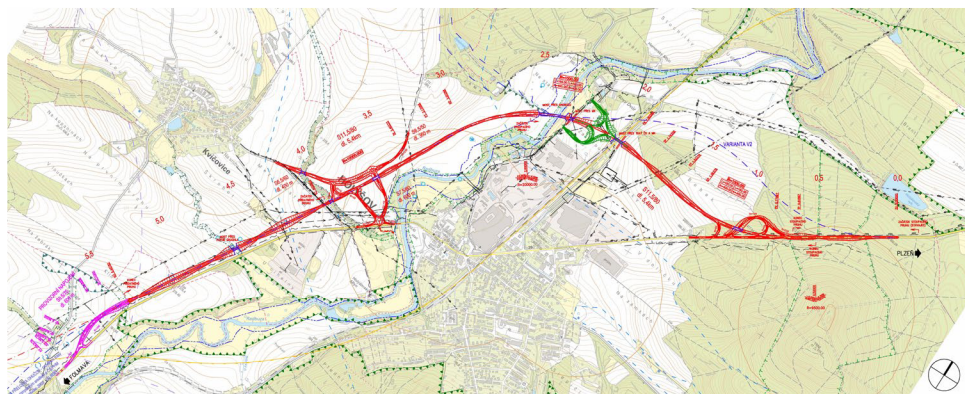
6.3.1 Varianta Bez projektu

V návrhu varianty Bez projektu se předpokládá, že současný stav bude zachován. Budou investovány pouze nezbytné prostředky k udržení stávajících parametrů komunikací a zabránění jejich zhoršení. Během hodnoceného období se očekává, že technický stav a provozuschopnost komunikace zůstanou stejné. Finanční prostředky budou kontinuálně vynakládány po celou dobu hodnocení, což je hlavní rozdíl oproti projektové variantě. V projektové variantě jsou finanční prostředky na výstavbu investovány jednorázově v prvních letech a poté průběžně po celou dobu hodnocení. Varianta Bez projektu zahrnuje pravidelnou údržbu a opravy, ale hlavně reinvestice – tedy obnovu infrastruktury, jakmile skončí její technická životnost.

6.3.2 Varianta 1

Ekonomické hodnocení, jež je součástí této diplomové práce, se týká první varianty obchvatu Holýšova. Trasa této varianty je znázorněna červenou čarou na Obrázku 10. Oproti Variantě 2 je tato varianta více vedená podél stávající silnice I/26. Obchvat začíná asi 1,5 km před Holýšovem, poté odbočuje doprava a vede mezi osadou Nový Dvůr a průmyslovou zónou v Holýšově. Od mostu přes Radbuzu se Varianty 1 a 2 shodují a jsou vedeny společně se stávající silnicí I/26. Přeložka obchvatu končí asi 700 metrů před Ohučovem, stejně jako u Varianty 2. (Jišová, 2019)

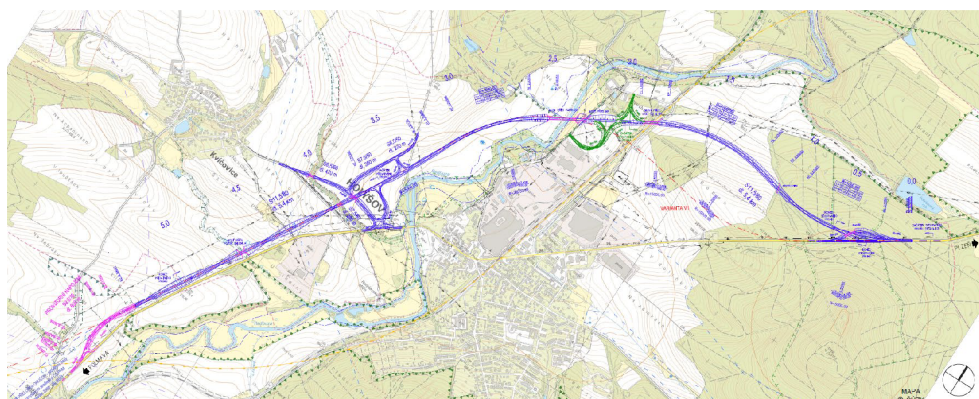
Na Obrázku 10 je znázorněna situace přeložky. Trasa přeložky je vyznačena červenou barvou, zatímco růžovou barvou jsou znázorněny úpravy stávající silnice. Tyto úpravy jsou nezbytné pro napojení obchvatu na stávající komunikace. Modrou barvou jsou zakresleny mostní objekty. Zelená barva znázorňuje mimoúrovňovou křižovatku, která není součástí aktuálního projektu a nebude zohledněna v ekonomickém hodnocení. Jedná se o možný výhledový stav, který nebude brán v úvahu při hodnocení. Dále je na obrázku vyznačena modrou čerchovanou čarou Varianta 2.



Obrázek 10: Situace obchvatu – Varianta 1, Zdroj: (Woring, 2017)

6.3.3 Varianta 2

Obchvat začíná přibližně 2,0 km před Holýšovem ve směru od Plzně a dále pokračuje severozápadním směrem od obce. Je ukončen cca 700 m před Ohučovem, kde se napojuje na stávající silnici I/26. Hlavní rozdíly mezi Variantami zahrnují počet křižovatek a mostních objektů, změnu začátku přeložky a její trasování kolem osady Nový Dvůr. Délka úpravy silnice III/193 47, větvi místní účelové komunikace jsou rovněž odlišné. (Jíšová, 2019)



Obrázek 11: Situace obchvatu – Varianta 2, Zdroj: (Woring, 2017)

6.3.4 Vyhodnocení návrhů variant

Do vyhodnocení v technické studii vstupují dvě projektové varianty, které jsou popsány v předchozích kapitolách. V následující tabulce je zobrazena bilance těchto dvou variant z hlediska technických parametrů trasy.

Tabulka 15: Bilance základních výměr, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)

Hlavní trasa	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Délka	m	5 408	5 396
Odhad celkového objemu zemních prací	m	450 000	520 000
Minimální směrový oblouk	m	1 000	1 000
Minimální délka přechodnice	m	160	160
Maximální podélný sklon	%	4,1	5,0
Křižovatky	ks	2	2
Související komunikace			
Přeložka silnic III. třídy	m	1 000	750
Přeložky ostatních komunikací	m	1 110	1360 (2 360)

Územně plánovací hledisko

Obě varianty vyžadují změnu územně plánovací dokumentace (ÚPD). Varianta 1 je trasou navržena v koridoru územní rezervace, zatímco Varianta 2 je vedena v nově plánované stopě. Z tohoto hlediska jsou obě varianty **srovnatelné**.

Hledisko životního prostředí

Obě varianty mají vliv na lesní pozemky a pozemky s ochranou zemědělského půdního fondu. Oba návrhy zasahují do územně ekologického systému (ÚSES) a venkovské krajinné památky (VKP) téměř ve **stejném** rozsahu.

Dopravně technické hledisko

Varianta 1 se vyznačuje vhodnějším směrovým vedením, kde jsou použity výhradně protisměrné oblouky, a také má výhodnější úhel křížení mostů s překážkami. Varianta 2 je výhodnější z hlediska výškového vedení, což znamená menší ztracené spády. Pro obě varianty je nutné vybudovat přídatný pruh ve stoupání. Celkově jsou obě varianty **srovnatelné** a splňují návrhové parametry dle technických norem. Ovšem pro žádnou z variant není dodržena požadovaná mezikřížovatková vzdálenost.

Hledisko stavebních nákladů

Varianty jsou **téměř identické** a liší se pouze nepatrně, přibližně o 3 %.

Ve Variantě 1 je navržena křižovatka s přídatným pruhem (celkem pět jízdnic pruhů - 2+1 na hlavní trase, odbočovací a přípojovací pruh). To může být nepřehledné a způsobovat nebezpečné situace na nerozdělené komunikaci. Ve Variantě 2 je křižovatka v dvoupruhovém úseku, a přípojovací pruh se spojí s přídatným pruhem pro stoupání. Pro posouzení je však **vybrána Varianta 1**. (Jíšová, 2019)

6.4. Hodnotící část

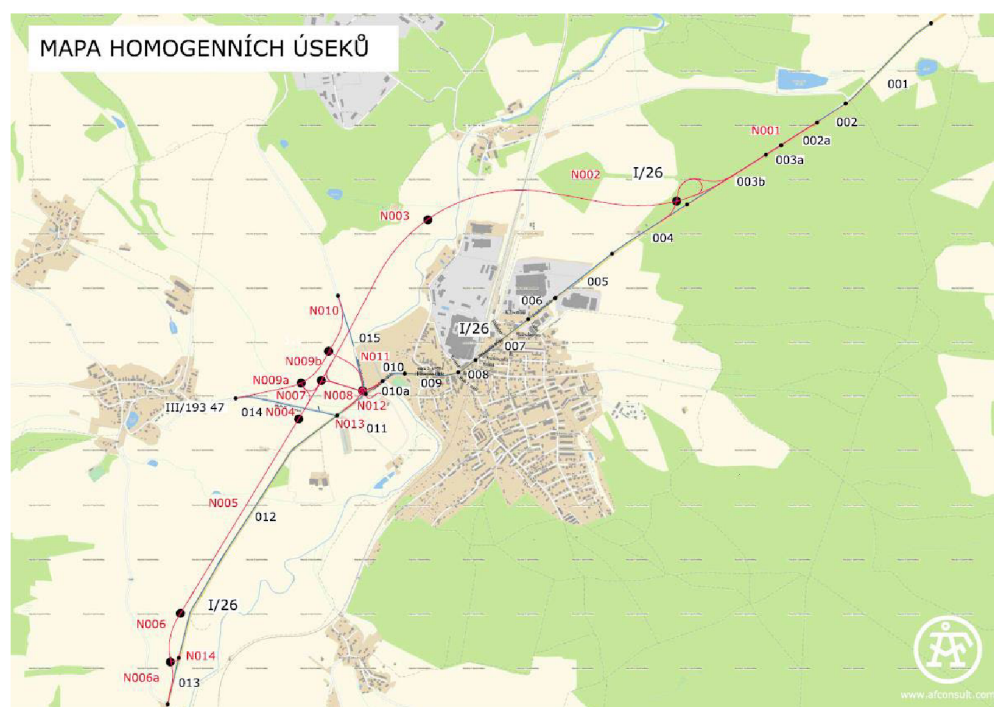
Předpokládá se, že přeložka bude realizována v letech 2027 až 2030, tedy za tři roky. Spuštění do provozu je plánováno v roce 2031. Cenová úroveň projektu je stanovena pro rok 2019. Ekonomická analýza zahrnuje období až do roku 2056, což odpovídá 30 letům, zahrnujícím i dobu výstavby.

Tabulka 16: Vstupy projektu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Stavba	I/26 Holýšov, obchvat
Doba analýzy	30 let
Diskontní sazba	5 %
Počáteční rok analýzy	2027
Cenová úroveň	2019
Investiční náklady	1 800,475 mil. Kč
Délka	5,408 km
Celková ekonomická životnost stavby	44 let

6.4.1 Dopravní zatížení na ovlivněné dopravní síti

Pro ekonomické hodnocení byl použit program HDM-4 verze 2.10 s aktualizací vstupů podle pokynů CSHS z listopadu 2017. (ŘSD ČR, 2017) Celkové hodnocení, tedy výsledky porovnání stavu s projektem a stavu bez projektu, jsou uvedeny v CBA tabulkách.



Obrázek 12: Homogenní úseky, Zdroj: (Jišová, 2019)

Tabulka 17: Dopravní zatížení na ovlivněné dopravní síti rok 2031,
Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Úsek	Název úseku	Bez projektu	S projektem
001	ZÚ úprava - stoupací pruh	14 071	14 071
002	Stoupací pruh – výhl. 26	14 071	0
002a	Výhl. I/26 – konec stoupacího pruhu	14 071	0
003a	4pruh - 3pruh	14 071	0
003b	4pruh - 3pruh	14 071	0
004	3pruh - 2pruh	14 071	2 739
005	2pruh - začátek obce	14 071	2 739
006	Začátek obce - Luční (K EvoBusu)	13 510	2 176
007	Luční (K EvoBusu) - železniční přejezd	12 519	1 187
008	Železniční přejezd - třída 1. máje	12 891	1 561
009	Třída 1. máje - konec obce	12 891	1 561
010	Konec obce - odb. elektrárna	13 157	1 830
010a	Konec obce – odb. elektrárna	13 157	0
011	Odb. elektrárna - odb. Kvíčovice	13 150	0
012	Odb. Kvíčovice - KÚ přeložka	11 717	178
013	KÚ přeložka - Ohučov	11 717	0
014	Odbočka Kvíčovice	1 486	0
015	Odbočka elektrárna	180	0
N001	ZÚ - 4-pruh	0	14 071
N002	3pruh	0	11 331
N003	2pruh	0	11 331
N004	Křižovatka – 3pruh	0	11 538
N005	2pruh - křižovatka	0	11 538
N006	3pruh - křižovatka	0	11 538
N006a	Křižovatka I/26 - KÚ	0	11 717
N007	MUK - Kvíčovice	0	657
N008	MUK - Kvíčovice - OK	0	659
N009a	Spojení III. tříd	0	1 486
N009b	Propojení-obchvat-I/26	0	1 620
N010	Napojení k elektrárně	0	180
N011	OK - I/26	0	1 619
N012	OK – Holýšov větev	0	1 830
N013	OK – I/26	0	178
N014	Křižovatka na konci úseku	0	178

6.4.2 Finanční analýza

Finanční analýza zkoumá náklady a příjmy projektu a poskytuje přehled plánovaných finančních toků, tedy příjmů a výdajů. Výsledkem jsou finanční ukazatele, jež jsou zpracovány do tabulek.

K hodnocení projektu byla použita Rezortní metodika pro posouzení ekonomické efektivity dopravních staveb (10/2017). Součástí je nástroj CBA tabulky pro analýzu silniční infrastruktury. Pro analýzu byly využity stejné vstupy jako pro ekonomickou analýzu: investiční náklady, náklady na zůstatkovou hodnotu a provozní náklady infrastruktury. Provozní náklady zahrnují pouze tok peněz spojených s infrastrukturou ŘSD ČR.

Hodnocené období pro výpočet finanční analýzy zahrnující též roky výstavby je 30 let, finanční diskontní sazba byla stanovena ve výši 4 %.

Financování pochází ze SFDI kvůli počáteční fázi projektového cyklu. Možné financování z fondů EU bude zohledněno později. Z toho důvodu není spočítána finanční mezera ani návratnost národního kapitálu.

V průběhu celého zhodnoceného období je Cash Flow pro daný rok (a tedy i celkový kumulovaný Cash Flow projektu) nulový. Vzhledem k tomu, že projekt nepřináší žádné příjmy, jsou veškeré náklady projektu (včetně investičních a provozních) pokryty prostřednictvím financování ze SFDI. Finanční udržitelnost projektu je v těchto podmínkách zaručena.

Výsledky finanční analýzy a celková udržitelnost projektu jsou uvedeny v Příloze č. 2 – Finanční analýza a Příloze č. 4 – Udržitelnost.

Tabulka 18: Kalkulace finančního vnitřního výnosového procenta, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Kalkulace FRR	Celkem Kč
Celkové přírůstkové provozní náklady infrastruktury	-166 732 110
Celkové investované náklady bez rezervy	2 166 845 038
Zůstatková hodnota (záporná)	-80 640 369
Celkové náklady	1 919 472 558
Diskontní sazba	4 %
Diskontované cash flow	-1 915 799 345
Finanční vnitřní výnosové procento investice FRR/C	-10,58 %
Finanční čistá současná hodnota investice FNPV/C	-1 915 799 345

6.4.3 Ekonomická analýza

K ekonomickému hodnocení stavby byl využit program HDM-4 Světové banky, který sleduje náklady spojené s investorem, správcem a uživateli silnic. Vztah mezi investičními náklady projektu a výnosy z jeho realizace je zkoumán v rámci ekonomické analýzy. Investiční náklady jsou stanoveny na základě vybrané varianty stavby a výnosy jsou považovány za úspory nákladů ve srovnání se stávajícím stavem. Podstatou ekonomického hodnocení je analýza jednotlivých nákladů, jejich kvantifikace a stanovení úspor nákladů. Hodnotí se přínos projektu k celospolečenskému blahobytu regionu. Efektivita staveb silnic a dálnic je hodnocena prostřednictvím nákladově-výnosové analýzy, a výpočty ekonomických ukazatelů jsou prováděny pomocí programu HDM-4, který je používán s kalibrovanými daty pro ČR a jež je označován jako Český systém hodnocení silnic (CSHS). (ŘSD ČR, 2017)

Konverzní faktory a fiskální korekce

Tržní ceny se přepočítávají na stínové k odstranění vlivu nedokonalého trhu. Finanční náklady se převedou na ekonomické bez DPH a násobí se konverzním faktorem, což je index umožňující přeměnu finančních položek na ekonomický odhad ve fyzikálních jednotkách.

Hlavní ekonomické aspekty zahrnují:

- investice a provoz infrastruktury,
- úspory v nákladech na provoz vozidel a úspora času,
- změny v externích dopravních nákladech, jako jsou:
 - snížení dopravních nehod,
 - změny v hlučnosti,
 - změna emisí jiných plynů než skleníkových,
 - změny v emisích skleníkových plynů,
 - další faktory. (Jíšová, 2019)

Investiční náklady

Investiční náklady zahrnují nejen stavební náklady, ale také náklady spojené s přípravou a zabezpečením realizace projektu. Tyto náklady zohledňují veškeré předchozí výdaje na projekt a rozpočtované náklady. K těm jsou navíc připočteny náklady všech uvažovaných staveb, v tomto případě náklady stavby jediné varianty. Celkové investiční náklady pro tento projekt jsou určeny podle technické studie "I/26 Holýšov, obchvat" aktualizace 02/2018 a databáze Cenové normativy z roku 2019. Detailní náklady na přípravu a zabezpečení realizace jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 19: Přehled celkových investičních nákladů,
Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Celkové investiční náklady v mil. Kč bez DPH	Náklady (Kč)
Projektová dokumentace	44 850 000
Zábory a nákupy pozemků	55 860 000
Stavby a konstrukce (stavební náklady)	1 618 054 010
Stroje a zařízení	0
Technická asistence, propagace	16 180 540
Technický dozor	65 531 183
Celkové investiční náklady bez rezervy (konst. ceny)	1 800 475 733
Rezerva	0
Celkové investiční náklady včetně rezervy (konst. ceny)	1 800 475 733
DPH 21 %	366 369 304
Celkové investiční náklady včetně DPH (konst. ceny)	2 166 845 038

Náklady na přípravu a zabezpečení realizace jsou začleněny do stavebních nákladů v letech plánované výstavby. Celkové investiční náklady bez DPH jsou rozloženy rovnoměrně během této doby, tedy 20-30-25-25 %.

Tabulka 20: Rozdělení investičních nákladů do let výstavby pro potřeby HDM-4,
Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Rok	Rozložení (%)	CIN bez DPH (mil. Kč)
2027	20	456.884
2028	30	501.799
2029	25	420.896
2030	25	420.896

V rámci projektu nebo jeho realizace jsou stavební náklady čerpány s tím, že je zohledněno mírně odlišné procentuální rozdělení, konkrétně 25-28-23,5-23,5 %.

Tabulka 21: Čerpání stavebních nákladů, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Rok	Rozložení (%)	IN bez DPH (mil. Kč)
2027	25	410.593
2028	28	450.957
2029	23,5	378.252
2030	23,5	378.252

Provozní náklady

Provozní náklady silnic jsou stanoveny pomocí modelu HDM-4, s různými údržbovými standardy pro různé typy komunikací. Tyto náklady závisejí na aktuálním stavu vozovky, včetně podélné nerovnosti, vyjetých kolejí, textury povrchu, výtluků a trhlin.

Během životnosti komunikace je nutné zahrnout vhodnou údržbu vozovky zohledňující stanovené standardy. Údržbové náklady jsou aplikovány na různé varianty projektu (s a bez investic) na základě kritických hodnot pro jednotlivé údržbové standardy a počet poruch na vozovce.

Údržbové standardy jsou rozděleny podle tříd komunikací. Dále je údržba rozdělena na letní a zimní, zahrnující opravy vozovky, krajnic, dopravního značení, svodidel a dalšího vybavení. (Jišová, 2019)

Náklady na údržbu jsou uvedeny v Příloze č. 3 Příloha – Vstupy z HDM-4 a EXNAD pro obě varianty projektu (s investicemi a bez nich).

Náklady na řízení provozu

V silniční dopravě se sleduje provoz prostřednictvím Národního dopravního informačního centra (NDIC). Provozní náklady této organizace jsou fixní a nejsou tudíž součástí výpočtu.

Provozní náklady vozidel

Provozní náklady vozidel představují náklady, které majitelé silničních vozidel musí nést za jejich provoz. Tyto základní náklady zahrnují:

- náklady na pohonné hmoty [Kč/l];
- náklady na mazadla [Kč/l];
- náklady na opotřebení pneumatik [Kč/voz];
- náklady na opravy a údržbu vozidel [Kč/voz];
- náklady na mzdy personálu vozidel [Kč/hod];
- režijní náklady [Kč].

Je možné sem také zařadit další náklady, jako jsou administrativní náklady a pojištění. Dále je třeba mít na paměti, že náklady na provoz vozidel jsou ovlivněny různými faktory, jako je typ vozidla, jeho průměrná rychlost a podmínky komunikace, včetně stavu povrchu. Vozidla jsou rozdělena do šesti kategorií, a jejich provozní náklady jsou určeny v modelu programem HDM-4.

Náklady uživatele jsou rozděleny do následujících kategorií:

- náklady na provoz vozidla, zahrnující materiální náklady na provoz (palivo, maziva, opotřebení pneumatik, náhradní díly, náklady na personál a amortizaci),
- náklady na čas strávený ve vozidle,
- náklady spojené s nehodami, které zahrnují materiální náklady, zranění a úmrtí.

Tyto náklady jsou hodnoceny podle Rezortní metodiky pro hodnocení efektivnosti projektů dopravních staveb. (ŘSD ČR, 2017)

Úspory času uživatelů

Úspory času jsou klíčovým faktorem v dopravních projektech. Vliv času na projekt lze spočítat v programu HDM-4. Náklady na cestovní čas představují finanční hodnotu času stráveného v dopravě a jsou zahrnuty v Příloze č. 3 – Vstupy z HDM-4 a EXNAD pro obě varianty (s a bez investic).

V ekonomickém hodnocení se předpokládá zkrácení zpoždění vozidel na křižovatkách a na přejezdech, zejména díky přeložce silnice, což vede ke snížení čekací doby na přejezdu.

Externí náklady

- **Nehodovost**

Dopravní aktivity s sebou nesou vždy riziko dopravních nehod a kvalitní signalizační a bezpečnostní systémy mohou snížit jejich výskyt. Alternativně lze přesunout dopravu na železnici nebo vodní cesty, což jsou bezpečnější možnosti.

Snaha minimalizovat smrtelná zranění, vážná zranění, lehká zranění a materiální škody způsobené dopravními nehodami jsou důležitou součástí při návrhu dopravních cest.

Program HDM-4 nedokáže rozlišit lehká a vážná zranění, a proto používá korekční faktory. Ty zahrnují relativní nehodovost poskytovanou ŘSD ČR a korekční úpravy za neohlášené dopravní nehody. Dopravní nehody jsou klasifikovány podle následků a umístění na silnici, s přidělením finanční hodnoty.

Výsledkem jsou finanční úspory na nákladech spojených s dopravními nehodami. Pro výpočet nehodovosti a úspor nákladů na dopravní nehody je také nutné vyjádřit relativní nehodovost na úseku s použitím průměrných statistik pro daný typ komunikace uvedených v Rezortní metodice pro hodnocení projektů dopravních staveb. (ŘSD ČR, 2017)

Pro relativní nehodovost na stávajících a budoucích úsecích silniční sítě byly použity hodnoty pro silnice II. třídy se dvěma pruhy v extravilánu nebo intravilánu. Pro silnice III. třídy v programu HDM-4 nejsou specifikovány detailní hodnoty nehodovosti. Následující tabulka obsahuje relevantní hodnoty nehodovosti pro ekonomické posouzení.

Tabulka 22: Relativní nehodovost v úsecích, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Sčítací úsek	S úmrtím	Se zraněním	S hmotnou škodou
3-0849	7.75	256.1	91
3-0844	2.98	119.1	289
3-0846	0.79	165.2	149

- **Hluk**

Hluk představuje nežádoucí zvuk, který může být obtěžující a mít negativní dopad na zdraví. Výpočet hladiny hlukové zátěže se provádí pomocí programu EXNAD.

- **Znečištění ovzduší**

Investice do dopravy mohou mít různý vliv na kvalitu ovzduší (pozitivní i negativní). Analýza nákladů a přínosů zahrnuje hodnocení ekonomických nákladů spojených se znečištěním ovzduší, které zahrnují dopady na lidské zdraví, poškození staveb a materiálů, ztráty v zemědělské produkci, vlivy na ekosystémy a biodiverzitu.

- **Změna klimatu**

Hlavním aspektem jsou změny v emisích skleníkových plynů. Mezi těmi hlavními produkovanými dopravou se nachází oxid uhličitý (CO₂), oxid dusný (N₂O) a metan (CH₄). Klimatické změny mají celosvětový vliv, což zahrnuje například stoupající hladinu moří a dopady na zemědělství a zdravotnictví. Kvantifikace jednotlivých emisí se provádí pomocí programu EXNAD.

Zůstatková hodnota

Výpočet zůstatkové hodnoty je založen na schváleném materiálu Rezortní metodiky pro vyhodnocování ekonomické efektivity projektů dopravních staveb. Tato hodnota je započtena do posledního roku hodnocení a odvozuje se z čisté současné hodnoty peněžních toků, které se očekávají ve zbývajících letech životnosti. (ŘSD ČR, 2017)

Výpočet zůstatkové hodnoty zahrnuje peněžní toky na konci hodnoceného období, které jsou průměrnými peněžními toky během provozní fáze v případě nákladových a příjmových peněžních toků. Dále zahrnuje peněžní tok v posledním roce provozní fáze v případě přínosů.

Ekonomická životnost zařízení se určuje jako vážený průměr podle výše stavebních nákladů na různé typy objektů a zařízení s různými délkami životnosti. Zůstatková hodnota byla spočítána pro všechny projektové varianty.

Tabulka 23: Výpočet zůstatkové hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Stavební objekty	Náklady (Kč)	Vážení	Ekon. živ. v letech
Obrusná vrstva – netuhé asfaltové	97 322 337	1 167 868 041	12
Obrusná vrstva – tuhé cementobetonové	0	0	25
Ložná vrstva – netuhé asfaltové	194 644 674	3 892 893 471	20
Podkladní vrstvy	194 644 674	7 785 786 942	40
Inženýrské sítě a komunikace	348 310 367	6 966 207 342	20
Odvodňovací zařízení	71 872 282	3 593 614 084	50
Zemní těleso	486 611 684	31 629 759 452	65
Mosty	224 647 994	16 848 599 525	75
Tunely	0	0	90
Celkem	1 618 054 010	71 884 728 857	44

Tabulka 24: Výpočet zůstatkové hodnoty pro ekonomickou analýzu (v Kč),
Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Diskontovaná zůstatková hodnota investic pro EA	508 799 471
Celková životnost investice	44
Délka provozní fáze hodnotícího období	26
Životnost investice po skončení hodnotícího období	18
Průměrný nákladový peněžní tok (nediskontovaný)	9 161 942
Ekonomický přínos v posledním roce (nediskontovaný)	169 996 452
Zůstatková hodnota	2 094 287 615

Analýza ekonomických aspektů projektu byla provedena do roku 2056, což zahrnuje celkem 30 let od zahájení výstavby. Tento výpočet byl realizován v souladu s pokyny uvedenými v dokumentech Rezortní metodika pro hodnocení dopravních staveb a Uživatelský návod k hodnocení českých silnic, což představuje standardní dobu analýzy od roku 2027, kdy byla výstavba projektu zahájena. (ŘSD ČR, 2017)

Výsledky ekonomického hodnocení jsou uvedeny v CBA tabulkách, které sledují ekonomické přínosy v rámci časové řady.

Hodnota ekonomického přínosu vyjádřená čistou současnou hodnotou (NPV) činí **1 089.330 mil. Kč** při 5% diskontní sazbě. Přehled ekonomických výsledků je zobrazen v následující tabulce.

Tabulka 25: Přehled ekonomických výsledků, Zdroj: vlastní výpočet

Současná hodnota nákladů [mil. Kč]	Současná hodnota úspor [mil. Kč]	Čistá současná hodnota (NPV) [mil. Kč]	BCR	Vnitřní výnosové procento (EIRR) [%]
1 355.872	2 445.203	1 089.330	1.803	9.19 %

Tabulka 26: Přehled specifických vlivů navrženého řešení diskontované, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Stav	Bez investování	S investováním	Přírůstkový peněžní tok	
			Kč	%
Celkové invest. náklady	0	1 355 872 451	-1 355 872 451	
Provozní náklady správce	188 832 290	145 352 785	43 478 550	-23,0
Provoz. náklady uživatele	4 567 795 924	4 455 217 841	112 578 084	-2,5
Náklady času uživatele	7 019 365 362	5 874 312 605	1 145 052 757	-16,3
Nehody	2 969 248 511	1 939 574 860	1 029 673 651	-34,7
Hluk	201 672 732	102 487 206	99 185 525	-49,2
Znečištění ovzduší	580 159 672	567 235 980	12 923 691	-2,2
Klimatické změny	614 740 788	612 431 503	2 309 285	-0,4
Celkem	16 141 815 279	15 052 485 231	1 089 330 048	

Z výsledků ekonomického hodnocení vyplývají následující body:

- Správce silnic by mohl očekávat snížení provozních nákladů, pravděpodobně způsobené současným stavem vozovek, který vyžaduje větší údržbu.
- Uživatelé by mohli zažít mírné snížení provozních nákladů v případě varianty s investicemi, i přes prodloužení trasy, díky plynulejšímu provozu.
- Předpokládá se úspora času více než 15 % pro uživatele díky rychlejší jízdě na obchvatu mimo město.
- Realizací projektu by mohlo dojít k významnému snížení nehodovosti na stávající silnici I/26, zejména na místech s nebezpečným čtyřpruhovým uspořádáním komunikace.
- Projekt by mohl snížit hlukovou zátěž na obyvatele o přibližně 50 % a mírně snížit náklady na znečištění ovzduší o 2 %. Klimatické změny by zůstaly téměř nezměněny.

6.4.4 Analýza citlivosti

Analýza citlivosti identifikuje kritické proměnné ovlivňující výsledky projektu (zejména provozní náklady na infrastrukturu, náklady na vozidla, úsporu času a nehodovost) a zkoumá jejich vliv na čistou současnou hodnotu (ENPV).

Během analýzy jsou zkoumány změny v celkových investičních nákladech v rozmezí ± 30 %. Ostatní proměnné, jako náklady na infrastrukturu, úspora času a nehodovost, jsou testovány na jejich vliv na hotovostní tok projektu ve stejném rozmezí.

Dopravní model je klíčovým prvkem ekonomického hodnocení, ze kterého se odvozují výše zmíněné proměnné a jejich cash flow. Změna počtu vozidel není zkoumána přímo, ale je měněna hodnota cash flow.

Citlivostní analýza identifikovala tři kritické proměnné, které mají významný vliv na ENPV při změně o 1 %, zatímco ostatní proměnné nevykazují významné změny v ENPV. Výsledky jsou zobrazeny v přehledné tabulce.

Tabulka 27: Citlivostní analýza, Zdroj: vlastní výpočet

Citlivost parametru	CIN	PN infrastruktury	PN vozidel	Úspora času	Nehodovost	Klima
Změna 1 %						
Původní NPV [mil. Kč]	1089.330					
Nové NPV [mil. Kč]	1075.771	1089.765	1090.456	1100.781	1099.627	1090.474
Vliv na NPV [%]	1.24 %	-0.04 %	-0.10 %	-1.05 %	-0.95 %	-0.11 %

Investiční náklady stavby jsou nejkritičtějším faktorem, který ovlivňuje NPV o více než 1,24 %. Na druhém místě je úspora času, která má vliv 1,05 %. I když přínosy z nehodovosti se blíží kritické hodnotě, nedosahují vlivu 1 %. Ostatní faktory, jako jsou provozní náklady na infrastrukturu a klimatické podmínky, mají minimální vliv na NPV a nejsou zahrnuty mezi kritické proměnné.

Citlivostní analýza zahrnuje také tzv. přepínací bod, což je hodnota změny, při které by NPV kleslo pod nulu, což by znamenalo, že projekt by nebyl ekonomicky prospěšný. V následující tabulce jsou uvedeny přepínací body pouze pro sledované kritické faktory, zatímco ostatní proměnné nemají zásadní vliv na NPV.

Tabulka 28: Přepínací hodnota pro kritické proměnné, Zdroj: vlastní výpočet

Kritická proměnná	ENPV = 0 Přepínací hodnota	EIRR = 5 %
CIN	nárůst	+80.34 %
Úspora času	pokles	-95.13 %

Klíčové proměnné mohou být kombinovány ve dvou scénářích – pesimistickém a optimistickém. Pesimistický scénář zahrnuje vyšší investiční náklady a nižší provoz vozidel, zatímco optimistický scénář předpokládá nižší náklady na stavbu a lepší využití dopravy.

Pesimistický scénář může vzniknout, pokud nedojde k očekávanému snížení nehod na stávající komunikaci. Optimistický scénář naopak předpokládá nižší míru nehod než průměr v České republice. Tato proměnná neprojevuje výrazný vliv na ekonomické výsledky.

V tabulkách jsou uvedeny změny proměnných a jejich dopady na ekonomické ukazatele. Analýza zahrnuje změnu přínosů o $\pm 30\%$.

Tabulka 29: Citlivostní analýza na změnu celkových investičních nákladů,
Zdroj: vlastní výpočet

CIN %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	1 496.092	1 360.505	1 224.917	1 157.124	1 089.330	1 021.536	953.743	818.156	682.568
BCR	2.576	2.254	2.004	1.898	1.803	1.718	1.639	1.503	1.387
ERR	12.29 %	11.06 %	10.05 %	9.60 %	9.19 %	8.80 %	8.44 %	7.78 %	7.20 %
IN	1 017.089	1 162.387	1 307.686	1 380.335	1 452.984	1 525.633	1 598.282	1 743.581	1 888.879

Tabulka 30: Citlivostní analýza na změnu provozních nákladů infrastruktury,
Zdroj: vlastní výpočet

PN infr. %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	1 077.816	1 081.654	1 085.492	1 087.411	1 089.330	1 091.249	1 093.168	1 097.006	1 100.844
BCR	1.795	1.798	1.801	1.802	1.803	1.805	1.806	1.809	1.812
ERR	9.13 %	9.15 %	9.17 %	9.18 %	9.19 %	9.19 %	9.20 %	9.22 %	9.24 %
PN infr.	33.178	37.919	42.658	45.028	47.398	49.768	52.138	56.878	61.618

Tabulka 31: Citlivostní analýza na změnu provozních nákladů vozidel, Zdroj: vlastní výpočet

PN voz. %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	1 061.939	1 071.039	1 080.200	1 084.765	1 089.330	1 093.895	1 098.460	1 107.591	1 116.721
BCR	1.783	1.790	1.797	1.800	1.803	1.807	1.810	1.817	1.824
ERR	9.08 %	9.12 %	9.15 %	9.17 %	9.19 %	9.20 %	9.22 %	9.25 %	9.29 %
PN voz.	136.356	155.835	175.314	185.054	194.794	204.534	214.273	233.753	253.232

Tabulka 32: Citlivostní analýza na změnu časových úspor, Zdroj: vlastní výpočet

Úspory času %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	745.814	860.320	974.825	1 032.077	1 089.330	1 146.583	1 203.835	1 318.341	1 432.846
BCR	1.550	1.635	1.719	1.761	1.803	1.846	1.888	1.972	2.057
ERR	8.01 %	8.42 %	8.81 %	9.00 %	9.19 %	9.37 %	9.55 %	9.92 %	10.27 %

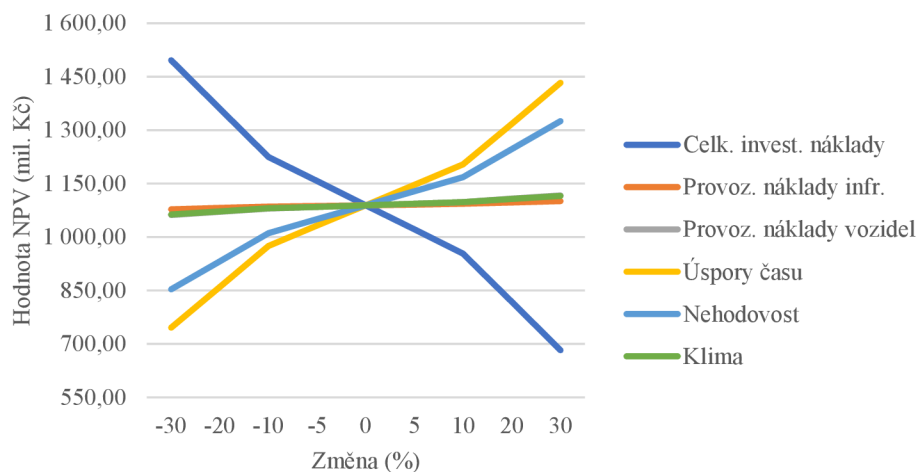
Tabulka 33: Citlivostní analýza na změnu nehodovosti, Zdroj: vlastní výpočet

Nehod. %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	853.383	932.033	1 010.681	1 050.006	1 089.330	1 128.654	1 167.979	1 246.628	1 325.276
BCR	1.629	1.687	1.745	1.774	1.803	1.832	1.861	1.919	1.977
ERR	8.32 %	8.61 %	8.90 %	9.04 %	9.19 %	9.33 %	9.47 %	9.75 %	10.02 %
Nehod.	1 223.824	1 398.656	1 573.488	1 660.904	1 748.320	1 835.736	1 923.152	2 097.985	2 272.817

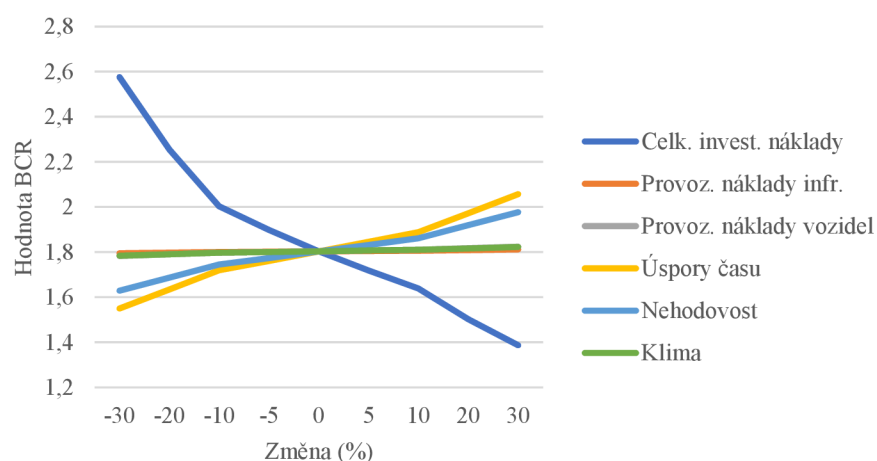
Tabulka 34: Citlivostní analýza na změny klima (hluk, znečištění ovzduší, klimatické změny), Zdroj: vlastní výpočet

Klima %	-30 %	-20 %	-10 %	-5 %	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
NPV	1 063.350	1 072.010	1 080.670	1 085.000	1 089.330	1 093.660	1 097.990	1 106.650	1 115.310
BCR	1.784	1.791	1.797	1.800	1.803	1.807	1.810	1.816	1.823
ERR	9.09 %	9.12 %	9.15 %	9.17 %	9.19 %	9.20 %	9.22 %	9.25 %	9.28 %
Klima	134.406	153.607	172.808	182.408	192.009	201.609	211.210	230.411	249.611

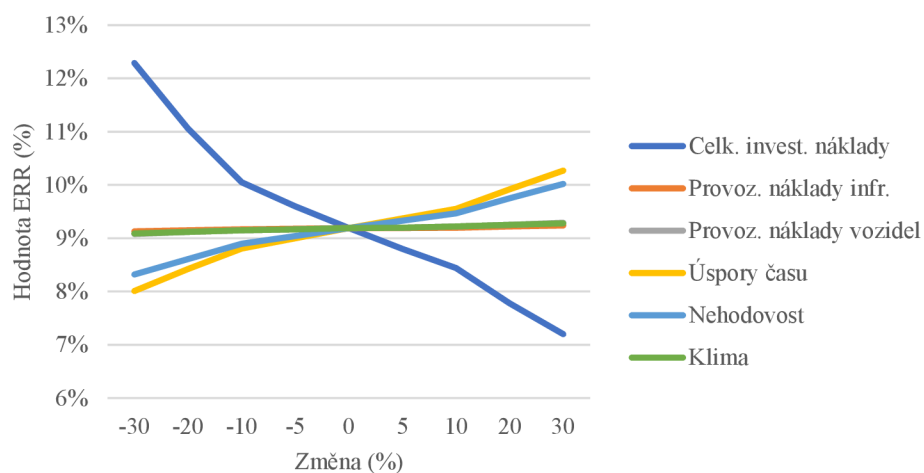
Na následující grafech je zobrazeno grafické vyjádření citlivostní analýzy jednotlivých proměnných pro čistou současnou hodnotu (NPV), index rentability (BCR) a ekonomické vnitřní výnosové procento (ERR).



Obrázek 13: Citlivostní analýza pro čistou současnou hodnotu, Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 14: Citlivostní analýza pro index rentability, Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 15: Citlivostní analýza pro ekonomické vnitřní výnosové procento, Zdroj: vlastní zpracování

V následující tabulce jsou uvedeny ilustrativní příklady rizikových ukazatelů, které by vznikly v případě, že by se všechny ostatní faktory projevíly současně. S ohledem na různé kombinace a citlivost jednotlivých faktorů jsou prováděny úpravy tak, že se mění hodnoty CIN a časových úspor, například pokles obou proměnných o 30 %.

Tabulka 35: Změna jednotlivých proměnných, Zdroj: vlastní zpracování

Časové úspory	CIN	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
-30 %	NPV	1 152.576						339.053
	BCR	2.214						1.192
	IRR	10.91 %						6.15 %
	IN	1 017.089						1 888.879
-20 %	NPV		1 131.494				589.145	
	BCR		2.043				1.362	
	IRR		10.21 %				7.07 %	
	IN		1 162.387				1 743.581	
-10 %	NPV			1 110.412		839.238		
	BCR			1.910		1.803		
	IRR			9.65 %		9.19 %		
	IN			1 307.686		1 355.872		
0 %	NPV				1 089.330			
	BCR				1.803			
	IRR				9.19 %			
	IN				1 355.872			
10 %	NPV			1 339.423		1 068.248		
	BCR			2.098		1.716		
	IRR			10.44 %		8.79 %		
	IN			1 307.686		1 598.282		
20 %	NPV		1 589.515				1 047.166	
	BCR		2.465				1.644	
	IRR		11.88 %				8.46 %	
	IN		1 162.387				1 743.581	
30 %	NPV	1 839.608						1 026.084
	BCR	2.938						1.582
	IRR	13.59 %						8.17 %
	IN	1 017.089						1 888.879

V Tabulce 34 lze pozorovat, že projekt zůstává ekonomicky výhodný v každém zkoumaném scénáři. Dokonce i v případě, že dojde k 30% nárůstu investičních nákladů a 30% poklesu časových úspor, projekt zůstává ekonomicky životaschopný. Pro zkoumaný rozsah proměnných je zřejmé, že projekt si udržuje svou ekonomickou výhodnost. Největší vliv na ekonomické výsledky projektu má výše CIN. **Nejlepších výsledků** lze dosáhnout při **snížení CIN a zvýšení časových úspor**.

6.4.5 Kvalitativní analýza rizik

Kvalitativní analýza rizik využívá slovních a číselných hodnot k popisu pravděpodobnosti a následků. Tato metoda pomáhá vyjádřit rizika, která nelze přesně vyjádřit číselně, a umožňuje hodnotit dopady na projekt mimo finanční sféru. Provádí se hodnocení jednotlivých rizik a navrhuje se opatření k jejich prevenci a odstranění.

Kvalitativní analýza rizik zahrnuje:

- identifikaci rizik, která mohou projekt ovlivnit;
- vytvoření registru rizik, kde každé riziko obsahuje informace o jeho možných příčinách, vazbě na citlivostní analýzu, negativních dopadech na projekt a jejich závažnosti, pravděpodobnosti výskytu a celkovém riziku, které je kombinací pravděpodobnosti a závažnosti dopadů;
- stanovení opatření pro prevenci a zmírňování rizik;
- hodnocení matice rizik, zahrnující zbytková rizika poté, co byla uplatněna preventivní a zmírňující opatření.

V následujícím číselném seznamu jsou uvedena rizika, která ovlivňují kritické proměnné a tím pádem výsledky ekonomického hodnocení. Jsou sledována ve všech činnostech týkajících se celkových investičních nákladů a mají vazbu na poptávku (která ovlivňuje všechny sledované parametry v ekonomickém hodnocení). Vzhledem k přípravné fázi projektu lze konstatovat, že téměř všechna zvažovaná rizika jsou možná. (Jišová, 2019)

1. Rizika související s poptávkou

- odlišný vývoj poptávky oproti předpokladům – vliv na sledované ukazatele EH, především na úsporu času cestujících a nehodovost

2. Rizika týkající se projektového návrhu

- neadekvátní průzkumy a šetření v dané lokalitě a neadekvátní odhady nákladů na projektové práce – vliv na CIN

3. Administrativní rizika a rizika spojená se zadáváním veřejných zakázek

- průtahy při zadání, stavební povolení – vliv na zahájení výstavby

4. Rizika spojená s výkupem pozemků

- vyšší náklady na nákup pozemků, průtahy při výkupu pozemků – vliv na CIN, vliv na zahájení výstavby

5. Rizika související s výstavbou

- překročení projektových nákladů, záplavy, sesuvy půdy atp., archeologické nálezy – vliv na CIN

6. Rizika související se smluvním dodavatelem (úpadek, nedostatek zdrojů) – vliv na dobu výstavby

7. Provozní rizika

- vyšší náklady na údržbu oproti předpokladům – vliv na náklady správce

8. Finanční rizika

- nižší vybrané poplatky oproti předpokladům – nevztahuje se na daný případ

9. Regulační rizika

- změny environmentálních požadavků – vliv na externality, vliv na CIN

10. Ostatní rizika

- odpor veřejnosti – vliv na zahájení výstavby

Matice rizik používaná pro hodnocení silničních staveb je uvedena v Příloze č. 5 – Registr rizik. Na jejím základě je následně v Tabulce 35 a Tabulce 36 vyhodnocen připravovaný projekt. Matice rizik zobrazují výsledky před a po implementaci zmírňujících opatření. Z registrace rizik je jasné, že celkové investiční náklady mají největší vliv na projekt a představují největší riziko. Červeně jsou uvedena rizika před provedením opatření, černě po provedené nápravě.

Tabulka 36: Matice rizik před zavedením opatření, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Pravděpodobnost	Závažnost				
	I	II	III	IV	V
A					
B		7	1, 9		
C	6	10	2, 3, 4, 5		
D					
E					

Tabulka 37: Matice rizik po zavedení opatření, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)

Pravděpodobnost	Závažnost				
	I	II	III	IV	V
A		7	1, 9		
B	6	10	2, 3, 4, 5		
C					
D					
E					

Vzhledem ke stádiu projektu je zásadní zaměřit se na investiční náklady stavby, včetně doby přípravy stavby, přestože doba realizace nemá přímý vliv na ekonomické ukazatele. Může však významně ovlivnit celkové investiční náklady.

Co se týče dalších kritických proměnných, jako jsou časové úspory a provozní náklady vozidel, je důležité, že se vyskytují pouze v několika rizicích, konkrétně v riziku č. 1 – Dopravní poptávka (časové úspory), a v riziku č. 9 – Regulační riziko (nehodovost). Před přijetím opatření k jejich snížení bylo riziko klasifikováno jako střední (B III). Pomocí vhodných opatření, jako je bezpečný návrh přeložky komunikace, může být toto riziko sníženo na kategorii A III. (Jišová, 2019)

6.4.6 Kvantitativní analýza rizik

V projektech, kde i po provedení zmírňujících opatření zůstávají zbytková rizika významná, se provádí kvantitativní analýza rizik. Tato analýza se zaměřuje na definované kritické proměnné a využívá metodu Monte Carlo. Simulace je prováděná v programu MS Excel s využitím rozšíření Crystal Ball, které umožňuje využít existující model projektu v MS Excel a generuje výsledky simulace ve formě číselných a grafických dat.

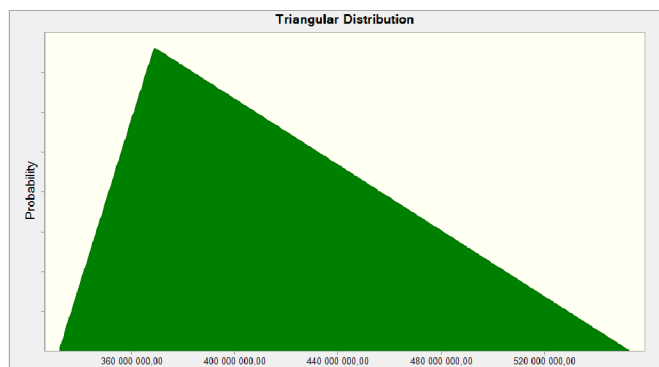
Přestože v rámci tohoto projektu vyšla všechna rizika po provedení opatření jako mírná a střední (viz Tabulka 35, Tabulka 36 – Matice rizik), je v této části kvantitativní analýza rizik zpracována.

Simulace vychází z předchozího modelu cash flow a výpočtu čisté současné hodnoty investičního projektu. Hlavním předmětem sledování je NPV během hodnoceného období. Tato sledovaná hodnota se označuje v programu Crystal Ball jako „Předpověď“ (Forecast). NPV je v této konkrétní analýze ovlivněna vstupem ve formě investičních nákladů a tento rizikový faktor se označuje jako „Předpoklady“ (Assumptions). Jako další předpoklad byla zvolena diskontovaná výše příjmů v jednotlivých letech. Začlenění těchto rizikových faktorů do modelu je zásadním krokem při přípravě simulace.

Pro hodnocení diskontovaných investičních nákladů bylo použito trojúhelníkové rozdělení pravděpodobnosti. Dolní mez byla určena snížením investičních nákladů o 10 %, přičemž toto snížení bylo zvoleno na základě předpokladu, že je málo pravděpodobné. Naopak horní mez vychází z předpokladu, že mohou nastat zvýšené investiční náklady, a proto jsou tyto náklady zvýšeny o 50 %. (Korytářová, 2021)

Tabulka 38: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2027 – vstupní hodnoty,
Zdroj: vlastní zpracování

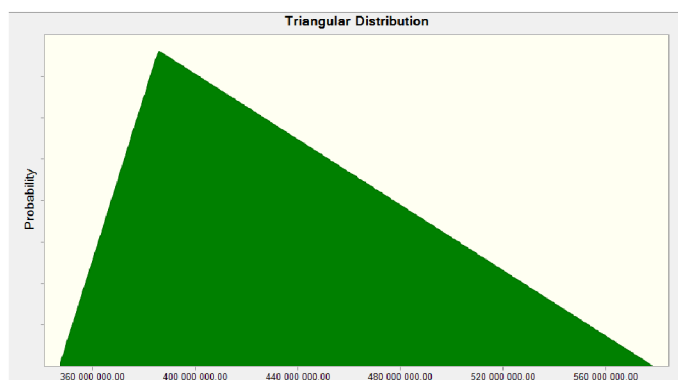
Předpoklad: Investiční náklady 2027	
Typ rozdělení	trojúhelníkové
Minimální hodnota (V)	331 834 949
Nejpravděpodobnější hodnota (V_{\min})	368 705 499
Maximální hodnota (V_{\max})	553 058 248



Obrázek 16: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2027 – výstup,
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 39: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2028 – vstupní hodnoty,
Zdroj: vlastní zpracování

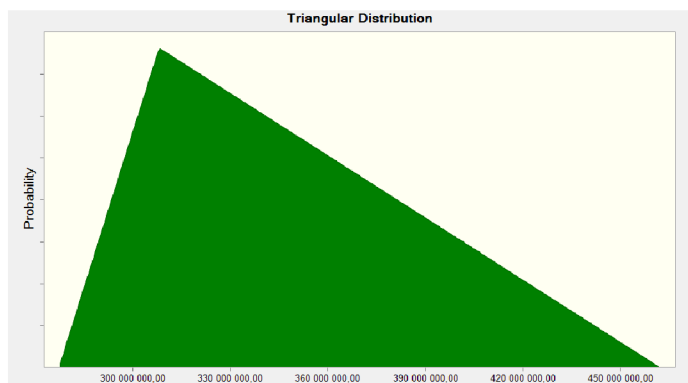
Předpoklad: Investiční náklady 2028	
Typ rozdělení	trojúhelníkové
Minimální hodnota (V)	347 101 536
Nejpravděpodobnější hodnota (V_{\min})	385 668 373
Maximální hodnota (V_{\max})	578 502 560



Obrázek 17: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2028 – výstup,
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 40: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2029 – vstupní hodnoty,
Zdroj: vlastní zpracování

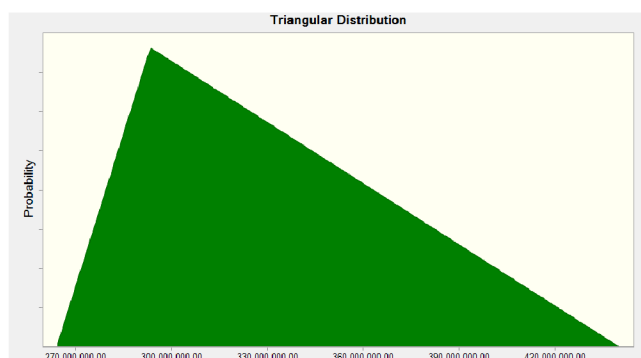
Předpoklad: Investiční náklady 2029	
Typ rozdělení	trojúhelníkové
Minimální hodnota (V)	277 276 173
Nejpravděpodobnější hodnota (V_{\min})	308 084 637
Maximální hodnota (V_{\max})	462 126 956



Obrázek 18: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2029 – výstup,
Zdroj: vlastní zpracování

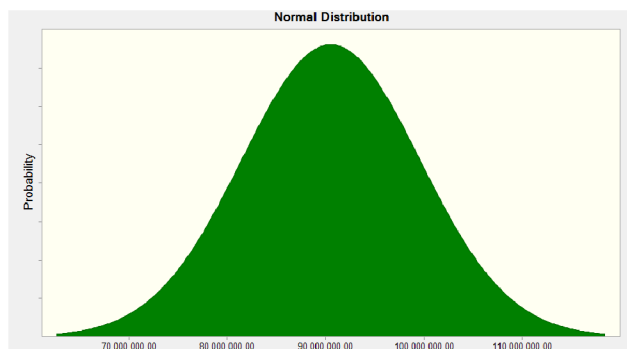
Tabulka 41: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2030 – vstupní hodnoty,
Zdroj: vlastní zpracování

Předpoklad: Investiční náklady 2030	
Typ rozdělení	trojúhelníkové
Minimální hodnota (V)	264 072 546
Nejpravděpodobnější hodnota (V_{\min})	293 413 940
Maximální hodnota (V_{\max})	440 120 910



Obrázek 19: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2030 – výstup,
Zdroj: vlastní zpracování

Pro hodnotu diskontovaných příjmů (úspor provozních nákladů) bylo zvoleno normální pravděpodobnostní rozdělení se směrodatnou odchylkou 10 %. Toto normální rozdělení bylo zvoleno rovněž pro zůstatkovou hodnotu na konci hodnoceného období. Obrázek 20 zobrazuje normální rozdělení diskontovaných příjmů pro rok 2034. Grafy pro všechny roky jsou součástí výstupu z programu Crystal Ball v Příloze č. 6 – Výsledná zpráva simulace Monte Carlo.



Obrázek 20: Normální rozdělení diskontovaných příjmů pro rok 2034 – výstup,
Zdroj: vlastní zpracování

Po namodelování všech Předpokladů byla v softwaru Crystal Ball namodelována simulace Monte Carlo. Ta byla spočtena pro 20 000 hodnot. Výsledky této simulace jsou shrnuty v Tabulce 41.

Tabulka 42: Základní statistické výstupy simulace Monte Carlo, Zdroj: vlastní zpracování

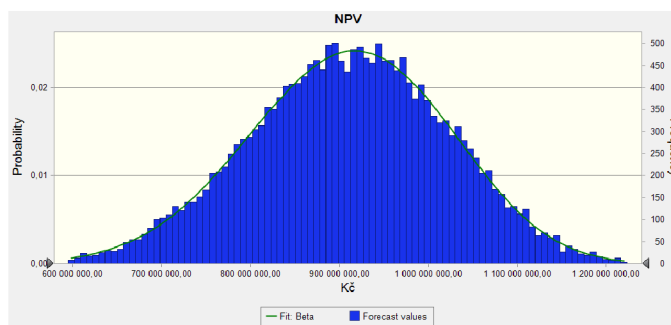
Charakteristiky	Hodnoty charakteristik
Počet pokusů	20 000
Střední hodnota	1 089 330 048,20
Medián	912 890 479,60
Směrodatná odchylka	113 453 936,87
Rozptyl	12 452 034 144 990 600
Šikmost	-0,1685
Špičatost	2,91
Variační koeficient	0,1249
Minimum	453 231 145,88
Maximum	1 277 431 074,21
Rozpětí	824 199 928,33
Střední hodnota chyby	1 134 539,37

Střední hodnota projektu se považuje za statistickou charakteristiku čisté současné hodnoty a činí 1 089,33 mil. Kč, zatímco medián dosahuje výše 912,89 mil. Kč. Medián rozděluje řadu seřazených výsledků tak, že 50 % hodnot je pod ním a 50 % nad ním. Směrodatná odchylka činí 113,45 mil. Kč a zobrazuje, jak daleko jsou výsledky od střední hodnoty.

Šikmost má hodnotu -0,1685, což naznačuje, že pravděpodobnostní rozdělení směřuje k rizikovějším hodnotám (je levostranně asymetrické). Špičatost popisuje frekvenci vyskytujících se extrémně vysokých a nízkých hodnot a má hodnotu 2,91. Variační koeficient je 0,1249. Vyšší hodnota tohoto koeficientu znamená větší riziko pro projekt.

Porovnáním maximální (1 277,43 mil. Kč) a minimální hodnoty (453,23 mil. Kč) se střední hodnotou je patrné, že minimální hodnota je od střední hodnoty vzdálenější než maximální hodnota. Tento fakt signalizuje nesymetrické, vybočené pravděpodobnostní rozdělení čisté současné hodnoty. Rozsah mezi minimem a maximem činí 824,20 mil. Kč.

Na Obrázku 21 je znázorněn grafický výstup simulace Monte Carlo. Zobrazuje Gaussovo pravděpodobnostní rozdělení NPV projektu.



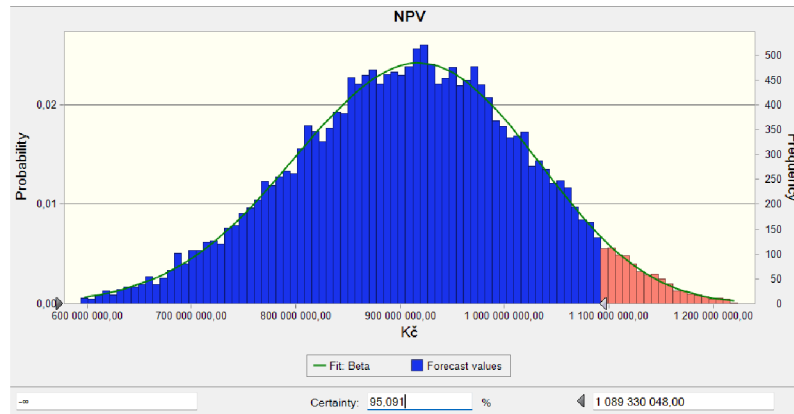
Obrázek 21: Pravděpodobnostní rozdělení očekávané NPV pomocí simulace Monte Carlo, Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 42 zobrazuje přehled pravděpodobnostních kvantilů. Tu lze interpretovat tak, že s 10% pravděpodobností bude hodnota NPV nižší než 762,60 mil. Kč a naopak, že s 90% pravděpodobností bude tato hodnota vyšší.

Tabulka 43: Pravděpodobnostní kvantily, Zdroj: vlastní zpracování

Percentily	NPV [mil. Kč]
0%	472,72
10%	762,60
20%	814,44
30%	851,05
40%	882,95
50%	912,07
60%	941,04
70%	970,92
80%	1 006,17
90%	1 052,10
100%	1 307,59

Lze také pozorovat, že vypočtená střední hodnota NPV 1 089,33 mil. Kč nastane pouze přibližně s 5% pravděpodobností. Na 95 % bude hodnota NPV menší než 1 089,33 mil. Kč. To dokládá graf na Obrázku 22.



Obrázek 22: Grafické rozlišení pravděpodobnostního rozdělení na základě vypočtené NPV,
Zdroj: vlastní zpracování

7. Závěr

Předmětem diplomové práce bylo vymezení problematiky hodnocení finanční a ekonomické efektivity a řízení rizik veřejných investičních projektů dopravních staveb. Dalším krokem bylo poté aplikovat získané teoretické znalosti na vybraný projekt z dopravní infrastruktury, jímž byla případová studie zaměřená na projekt obchvatu I/26 obce Holýšov zpracovaná dle Resortní metodiky Ministerstva dopravy pro hodnocení dopravních staveb.

V teoretické části diplomové práce byly popsány základní pojmy z oblastí veřejného investičního projektu včetně jeho životního cyklu, ekonomické hodnocení projektu a jeho metody, hodnocení rizik projektu, kvantitativní analýzy a projektů dopravních staveb.

Praktická část se zaměřila na hodnocení konkrétního dopravního projektu. Nejprve byl definován a detailně popsán záměr pro výstavbu obchvatu I/26 obce Holýšov. Analytická část se věnovala současnému stavu a byla zde také zpracována SWOT analýza pro tento projekt. Návrhová část popsala referenční variantu (bez projektu) a dvě varianty s projektem. Proběhlo i vyhodnocení těchto variant mimo jiné z hlediska územně plánovacího, dopravně technického, životního prostředí a hlediska stavebních nákladů. Na základě tohoto posouzení byla vybrána Varianta 1, která byla dále hodnocena.

V hodnotící části byla popsáno dopravní zatížení ovlivněné oblasti a finanční analýza. Ekonomické hodnocení se věnuje vymezení konverzních faktorů, rozčlenění nákladů (investiční, provozní, externí) ale např. i úsporám času uživatelů. Citlivostní analýza identifikovala kritické proměnné (celkové investiční náklady, úspory času) ovlivňující výsledky projektu (NPV). Kvalitativní analýza rizik se zaměřila na vymezení rizik, která mohou v průběhu projektu nastat a opatření, jež mohou tato rizika zmírnit. V kvantitativní analýze bylo pomocí simulace Monte Carlo zkoumáno, jak pravděpodobné je, že se investiční náklady budou v čase měnit. Výsledky ukázaly, že rizika spojená s fluktuací investičních nákladů nejsou výrazná, což naznačuje, že projekt je realizovatelný, protože hodnota čisté současné hodnoty (NPV) neklesne do záporných hodnot v žádném scénáři.

Diplomová práce zkoumala problematiku hodnocení efektivity a rizik projektů dopravních staveb. Skrze analýzu a aplikaci metodiky byly identifikovány klíčové faktory ovlivňující úspěšnost projektů a jejich rizika. Na základě případové studie konkrétního projektu byla demonstrována aplikovatelnost teoretických poznatků do praktického prostředí. Získané poznatky potvrzují význam efektivního hodnocení a řízení rizik pro úspěšnost projektů dopravních staveb. Tím byl cíl diplomové práce splněn.

8. Seznam použitých zkratk

BCR	Index rentability
CBA	Analýza nákladů a užitků
CEA	Analýza efektivnosti nákladů
CF	Peněžní toky
CIN	Celkové investiční náklady
CMA	Analýza minimalizace nákladů
CUA	Analýza užitečnosti nákladů
ČR	Česká republika
ČSHS	Český systém hodnocení silnic
ČSÚ	Český statistický úřad
DPH	Daň z přidané hodnoty
EA	Ekonomická analýza
EH	Ekonomické hodnocení
ENPV	Ekonomická čistá současná hodnota
ERR	Vnitřní výnosové procento
EU	Evropská unie
IC	Investiční náklady
IRR	Vnitřní výnosové procento
LCA	Náklady související s životním prostředím
LCC	Náklady životního cyklu
MD	Ministerstvo dopravy
NCF	Čisté peněžní toky
NDIC	Národní dopravní informační centrum
NPV	Čistá současná hodnota
PVC	Současná hodnota budoucích nákladů
PI	Index rentability
PV	Současná hodnota
R	Výnos z investice
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
ŘVC	Ředitelství vodních cest
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
SRN	Spolková republika Německo
ÚPD	Územně plánovací dokumentace
ÚSES	Územně ekologický systém
VKP	Venkovská krajinná památka
WLC	Celoživotní náklady

9. Seznam obrázků

Obrázek 1: Obecné schéma zadání veřejné zakázky, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015).....	12
Obrázek 2: Investiční trojúhelník, Zdroj: (Šafář, 2023), upraveno.....	13
Obrázek 3: Životní cyklus projektu, Zdroj: vlastní zpracování	13
Obrázek 4: WLC a LLC prvky, Zdroj: vlastní zpracování dle (ISO 15686-5).....	21
Obrázek 5: Faktory ovlivňující výsledky projektu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Fotr, 2011)	23
Obrázek 6: Příklad výstupů citlivostní analýzy v podobě spojnicového grafu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Dufek et al., 2019)	28
Obrázek 7: Mapa projektu I/26 Holýšov, obchvat, Zdroj: (ŘSD ČR, 2023).....	37
Obrázek 8: Silnice I/26, Zdroj: (Mapy.cz, 2023).....	39
Obrázek 9: SWOT analýza projektu, Zdroj: vlastní zpracování	40
Obrázek 10: Situace obchvatu – Varianta 1, Zdroj: (Woring, 2017).....	41
Obrázek 11: Situace obchvatu – Varianta 2, Zdroj: (Woring, 2017).....	42
Obrázek 12: Homogenní úseky, Zdroj: (Jíšová, 2019)	44
Obrázek 13: Citlivostní analýza pro čistou současnou hodnotu, Zdroj: vlastní zpracování	56
Obrázek 14: Citlivostní analýza pro index rentability, Zdroj: vlastní zpracování	57
Obrázek 15: Citlivostní analýza pro ekonomické vnitřní výnosové procento, Zdroj: vlastní zpracování.....	57
Obrázek 16: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2027 – výstup, Zdroj: vlastní zpracování.....	62
Obrázek 17: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2028 – výstup, Zdroj: vlastní zpracování.....	62
Obrázek 18: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2029 – výstup, Zdroj: vlastní zpracování.....	63
Obrázek 19: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2030 – výstup, Zdroj: vlastní zpracování.....	63
Obrázek 20: Normální rozdělení diskontovaných příjmů pro rok 2034 – výstup, Zdroj: vlastní zpracování.....	64
Obrázek 21: Pravděpodobnostní rozdělení očekávané NPV pomocí simulace Monte Carlo, Zdroj: vlastní zpracování.....	65
Obrázek 22: Grafické rozlišení pravděpodobnostního rozdělení na základě vypočtené NPV, Zdroj: vlastní zpracování	66

10. Seznam tabulek

Tabulka 1: Předinvestiční fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)	14
Tabulka 2: Investiční fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)	14
Tabulka 3: Provozní fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)	15
Tabulka 4: Likvidační fáze, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, & Hromádka, 2015)	15
Tabulka 5: Druhy finančních metod, Zdroj: vlastní zpracování dle (Soukopová, 2005)	17
Tabulka 6: Rozdíly v nákladově výstupových metodách, Zdroj: vlastní zpracování dle (Soukopová, 2005), upraveno	22
Tabulka 7: Členění rizik dle jejich věcné náplně, Zdroj: vlastní zpracování dle (Fotr, 2011)	25
Tabulka 8: Typická rizika v dopravě, Zdroj: vlastní zpracování dle (Sartori, 2014).....	26
Tabulka 9: Stupnice pravděpodobnosti výskytu rizika, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017)	29
Tabulka 10: Stupnice závažnosti důsledků rizika, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017)	29
Tabulka 11: Vyhodnocení míry rizik, Zdroj: vlastní zpracování dle (MD ČR, 2017).....	30
Tabulka 12: Uspořádání kvalitativní analýzy (MD ČR, 2017)	31
Tabulka 13: Peněžní toky (CF, Cash Flow) vstupující do výpočtu ekonomické efektivity dopravních staveb, Zdroj: vlastní zpracování dle (Korytářová, 2015).....	34
Tabulka 14: Životnosti stavebních objektů pro určení zbytkové hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování dle (ŘSD, 2017)	36
Tabulka 15: Bilance základních výměr, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019) ...	42
Tabulka 16: Vstupy projektu, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	44
Tabulka 17: Dopravní zatížení na ovlivněné dopravní síti rok 2031, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	45
Tabulka 18: Kalkulace finančního vnitřního výnosového procenta, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	46
Tabulka 19: Přehled celkových investičních nákladů, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	48
Tabulka 20: Rozdělení investičních nákladů do let výstavby pro potřeby HDM-4, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	48
Tabulka 21: Čerpání stavebních nákladů, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	48
Tabulka 22: Relativní nehodovost v úsecích, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jíšová, 2019)	50

Tabulka 23: Výpočet zůstatkové hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)	52
Tabulka 24: Výpočet zůstatkové hodnoty pro ekonomickou analýzu (v Kč), Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)	52
Tabulka 25: Přehled ekonomických výsledků, Zdroj: vlastní výpočet	53
Tabulka 26: Přehled specifických vlivů navrženého řešení diskontované, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)	53
Tabulka 27: Citlivostní analýza, Zdroj: vlastní výpočet	54
Tabulka 28: Přepínací hodnota pro kritické proměnné, Zdroj: vlastní výpočet	54
Tabulka 29: Citlivostní analýza na změnu celkových investičních nákladů, Zdroj: vlastní výpočet	55
Tabulka 30: Citlivostní analýza na změnu provozních nákladů infrastruktury, Zdroj: vlastní výpočet	55
Tabulka 31: Citlivostní analýza na změnu provozních nákladů vozidel, Zdroj: vlastní výpočet	55
Tabulka 32: Citlivostní analýza na změnu časových úspor, Zdroj: vlastní výpočet	55
Tabulka 33: Citlivostní analýza na změnu nehodovosti, Zdroj: vlastní výpočet	56
Tabulka 34: Citlivostní analýza na změny klima (hluk, znečištění ovzduší, klimatické změny), Zdroj: vlastní výpočet	56
Tabulka 35: Změna jednotlivých proměnných, Zdroj: vlastní zpracování	58
Tabulka 36: Matice rizik před zavedením opatření, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)	60
Tabulka 37: Matice rizik po zavedení opatření, Zdroj: vlastní zpracování dle (Jišová, 2019)	60
Tabulka 38: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2027 – vstupní hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování	61
Tabulka 39: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2028 – vstupní hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování	62
Tabulka 40: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2029 – vstupní hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování	62
Tabulka 41: Trojúhelníkové rozdělení investičních nákladů pro rok 2030 – vstupní hodnoty, Zdroj: vlastní zpracování	63
Tabulka 42: Základní statistické výstupy simulace Monte Carlo, Zdroj: vlastní zpracování	64
Tabulka 43: Pravděpodobnostní kvantily, Zdroj: vlastní zpracování	65

11. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Ekonomická analýza

Příloha č. 2 – Finanční analýza

Příloha č. 3 – Vstupy z HDM-4 a EXNAD

Příloha č. 4 – Udržitelnost

Příloha č. 5 – Registr rizik

Příloha č. 6 – Výsledná zpráva simulace Monte Carlo

12. Bibliografie

- ČESKO, 2016. 134/2016 Sb.: Zákon o zadávání veřejných zakázek. In: *Sbírka zákonů*. Praha, částka 51. Dostupné také z: <https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=134&r=2016>
- DUFEK, Zdeněk, Jana KORYTÁROVÁ, Tomáš APELTAUER et al., 2019. *Veřejné stavební investice*. Praha: Leges. ISBN 978-80-7502-322-3.
- FOTR, Jiří a Ivan SOUČEK, 2011. *Investiční rozhodování a řízení projektů: jak připravovat, financovat a hodnotit projekty, řídit jejich riziko a vytvářet portfolio projektů*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3293-0.
- JÍŠOVÁ, Jana, 2019. *I/26 Holýšov, obchvat - záměr projektu: Ekonomické hodnocení stavby*. 1. Praha: AF-CITYPLAN s.r.o.
- KORYTÁROVÁ, Jana, 2020. *Ekonomika investic*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. ISBN 80-214-2089-8.
- KORYTÁROVÁ, Jana a Vít HROMÁDKA, 2015. *Veřejné stavební investice II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.
- KORYTÁROVÁ, Jana a Vít HROMÁDKA, 2021. Risk Assessment of Large-Scale Infrastructure Projects—Assumptions and Context. *Applied Sciences* [online]. **11**(1) [cit. 2023-12-28]. ISSN 2076-3417. Dostupné z: doi:10.3390/app11010109
- KORYTÁROVÁ, Jana a Vít HROMÁDKA, 2022. *Veřejné investice I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.
- MAPY.CZ, 2023. Silnice I/26. In: *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, a.s. [cit. 2023-06-12]. Dostupné z: <https://mapy.cz/s/ranagehomu>
- OCHRANA, František, 2011. *Veřejné výdajové programy, veřejné projekty a zakázky*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-644-8.
- ŘSD ČR, 2017. *Uživatelská návod k českému systému hodnocení silnic programem HDM-4* [online]. In: . Praha: ŘSD ČR, s. 12 [cit. 2023-07-28]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/documents/38144/80823/Priloha%2BC3%2B-%2BUzivatelcky%2Bnavod%2BCSHS%2B171115.pdf/40869f59-61f6-65d6-7181-74ad2f7cae83?t=1657804251889>
- ŘSD ČR, 2023. Čistopis DÚR pro obchvat Holýšova by mohl být hotový ještě v první polovině roku. In: *ŘSD ČR: Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. Praha: ŘSD ČR [cit. 2023-06-12]. Dostupné z: <https://kraje.rsd.cz/plzensky/cistopis-dur-pro-obchvat-holysova-by-mohl-byt-hotovy-jeste-v-prvni-polovine-roku/>
- SARTORI, Davide, 2014. Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. *Regional and Urban Policy*. European Commission. Dostupné také z: https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/cba_guide_cohesion_policy.pdf

SOUKOPOVÁ, Jana, 2005. *Nákladově výstupové metody hodnocení veřejných projektů*. 2005. vyd. Brno, Mezinárodní konference Firma a konkurenční prostředí, 5 s. 2005. Brno: Konvoj. ISBN 80-7302-094-7.

WORING, 2017. *I/26 Holýšov, obchvat - Technická studie: Situace, podélný profil, Varianta 1*. Plzeň: Woring s.r.o.

WORING, 2017. *I/26 Holýšov, obchvat - Technická studie: Situace, podélný profil, Varianta 2*. Plzeň: Woring s.r.o.