



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

**Optimalizace ekonomického hodnocení projektů v
železniční infrastruktuře**

OPTIMIZING THE ECONOMIC EVALUATION OF PROJECTS IN RAILWAY INFRASTRUCTURE

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Tomáš Funk

ŠKOLITEL

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.

BRNO 2024

ABSTRAKT

Disertační práce se zabývá doplněním postupu ekonomického hodnocení železničních projektů. Faktorem doplňující již existující metodiku hodnocení železničních projektů je hodnocení celospolečenských dopadů železničních projektů v oblasti bezpečnosti provozu.

Cílem práce je na základě analýzy statických dat kvantifikovat přínos železničních projektů v oblasti bezpečnosti, a to za využití vzorku realizovaných projektů.

Na základě dostupných dat je v rámci práce proveden výpočet zjednodušeného ocenění bezpečnosti železniční dopravy na základě dopravních výkonů, který je možné využít v rámci hodnocení železničních projektů.

Klíčová slova

Ekonomická efektivita, přínosy, investice, bezpečnost, spolehlivost, železniční infrastruktura, mimořádné události, CBA

ABSTRACT

The dissertation deals with supplementing the procedure of economic evaluation of railway projects. A factor supplementing the already existing methodology for evaluating railway projects is the evaluation of the socio-economic impacts of railway projects in the area of traffic safety.

The aim of the thesis is to quantify the contribution of railway projects in the area of safety based on the analysis of static data, using a sample of implemented projects.

On the basis of the available data, the work calculates a simplified evaluation of the safety of railway transport based on traffic performance, which can be used in the evaluation of railway projects.

Keywords

Economic efficiency, benefits, investment, safety, reliability, railway infrastructure, occurrences, CBA

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Funk, Tomáš. *Optimalizace ekonomického hodnocení projektů v železniční infrastruktuře* Brno, 2024. 110 s. textu. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Školitel doc. Ing. Vít Hromádka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané disertační práce s názvem *Optimalizace ekonomického hodnocení projektů v železniční infrastruktuře* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne: 30. 5. 2024

.....

Ing. Tomáš Funk

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem disertační práci s názvem *Optimalizace ekonomického hodnocení projektů v železniční infrastruktuře* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne: 30. 5. 2024

.....

Ing. Tomáš Funk

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Ing. Vítu Hromádkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, čas a ochotu, se kterou přistupovali k mým konzultacím. Dále pak mé díky patří Ústavu stavební ekonomiky a řízení na Stavební fakultě Vysokého učení technického v Brně, zejména paní vedoucí prof. Ing. Janě Korytářové, Ph.D., ale i ostatním členům pedagogického sboru, za trpělivý a vstřícný přístup v průběhu celého mého studia. V neposlední řadě děkuji své manželce za její všestrannou podporu.

OBSAH

ÚVOD	9
1 CÍLE PRÁCE A POSTUP ŘEŠENÍ	11
1.1 Cíl práce	11
1.2 Postup řešení	12
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	13
2.1 Ekonomické hodnocení železničních staveb	13
2.1.1 Metodická východiska ekonomického hodnocení	14
2.1.2 Shrnutí geneze národních metodických podkladů pro hodnocení železničních projektů	16
2.1.3 Struktura ekonomického hodnocení železničních staveb	29
2.1.4 Finanční analýza	30
2.1.5 Ekonomická analýza	31
2.1.6 Analýza rizik	33
2.2 Železniční síť ČR	36
2.3 Bezpečnost v železniční dopravě	41
2.4 Bezpečnost železniční dopravy na území ČR	43
2.5 Ekonomika bezpečnosti železniční dopravy	43
2.6 Mimořádné události na železniční síti	45
3 ANALYTICKÁ ČÁST	50
3.1 Analýza CBA vybraných projektů na železniční infrastruktuře	50
3.1.1 Finanční analýza	57
3.1.2 Ekonomická analýza	59
4 POSTUP ŘEŠENÍ A DOSAŽENÉ VÝSLEDKY	62
4.1 Externí náklady nehod na železnici	62
4.1.1 Výpočet skutečných nákladů nehodovosti na české železniční síti	63
4.2 Realizace projektu a její vztah k bezpečnosti provozu	72

4.2.1	Posuzované projekty	73
4.3	Vyhodnocení MU	90
4.3.1	Průměrný roční výskyt mimořádných událostí	91
4.3.2	Průměrná mimořádná událost	93
4.3.3	Vyhodnocení vlivu realizace staveb na výskyt MU	95
4.3.4	Posouzení výskytu MU vzhledem k délce rekonstruované trati	95
4.3.5	Posouzení výskytu MU vzhledem k dopravním výkonům	96
5	ZÁVĚR	99
5.1	Vyhodnocení	99
5.2	Vědecký přínos disertační práce	100
5.3	Praktický přínos disertační práce	100
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:	101
	OSTATNÍ SEZNAMY	105
	Použité zkratky:	105
	Seznam vzorců	106
	Seznam tabulek	106
	Seznam obrázků	107
	Seznam vlastní publikační činnosti	108

ÚVOD

Předmětem této disertační práce je zdokonalení postupu ekonomického hodnocení železničních projektů. Úvodní část disertační práce se zabývá analýzou současné metodiky ekonomického hodnocení železničních staveb a její geneze.

Ekonomické hodnocení staveb je v současné době metodicky zakotveno v Rezortní metodice, kterou vydalo v roce 2017 Ministerstvo dopravy ČR, v roce 2022 byla vydána aktualizace dílčích částí metodiky a v roce 2023 byla vydána aktualizovaná verze metodiky. Postupům ekonomického hodnocení včetně jeho geneze a východisek se věnuje jedna z částí disertační práce. Základními složkami ekonomického hodnocení jsou finanční a ekonomická analýza a analýza rizik, přičemž pro cíle této disertační práce bude brán zřetel především na finanční a ekonomickou analýzu.

Vznik metodiky ekonomického hodnocení dopravních staveb je spjat se vstupem České republiky do Evropské unie. První komplexní dílo věnující se této problematice používané k hodnocení a rozhodování o případné realizaci jednotlivých staveb bylo Ministerstvem Dopravy v roce 2006 s názvem „*Metodika pro hodnocení efektivnosti investic železničních staveb*“.

Podstatou ekonomického hodnocení je pomocí finanční analýzy vyčíslit přínos realizace stavby pro jejího investora a v případě ekonomické analýzy pak její celospolečenské přínosy. V rámci této práce je analyzována množina železničních projektů a definovány, z hlediska ekonomického hodnocení, nejdůležitější přínosy železničních projektů.

Podstatná část této práce je věnována otázce zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci. V současné chvíli není vyšší spolehlivost, či bezpečnost po realizaci investic nijak zohledněna, vyjma zvýšení stupně zabezpečení železničních přejezdů. Investice do zvýšení spolehlivosti infrastruktury přitom jsou nedílnou součástí každé rekonstrukce nebo modernizace tratě či stanice. Tvoří je investice do moderního zabezpečovacího zařízení, sdělovacího zařízení nebo např. i do elektrického ohřevu výhybek či dalších technických opatření.

Disertační práce byla zpracována jako součást výzkumných prací, které probíhaly v rámci výzkumného projektu „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“, který byl podpořen grantem Technologické agentury České republiky. V disertační práci jsou prezentovány zejména ty výstupy projektu, které byly

zpracovány doktorandem pod vedením školitele. Jako vstupní parametry pro výpočty jsou využity i výsledky vzniklé ve spolupráci s ostatními členy řešitelského týmu projektu. Tyto výsledky však již byly dříve publikovány a v disertační práci jsou řádně citovány.

1 CÍLE PRÁCE A POSTUP ŘEŠENÍ

1.1 Cíl práce

Tématem této disertační práce je „Optimalizace ekonomického hodnocení projektů v železniční infrastruktuře“. Konkrétně se tato disertační práce zabývá hodnocením projektů na železniční síti a prostředkem k optimalizaci ekonomického hodnocení železničních projektů by mělo být doplnění dalšího dílčího kritéria pro posouzení celospolečenského přínosu těchto staveb. Optimalizace je v případě předložené disertační práce chápána především jako „proces optimalizace“, tedy návrh postupů vedoucích ke zkvalitnění a zpřesnění již používaných přístupů k hodnocení ekonomické efektivity projektů v oblasti železniční infrastruktury.

Přínosem, který je v rámci disertační práce sledován, je zvýšená bezpečnost a spolehlivost železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci. V současné chvíli není vyšší spolehlivost, či bezpečnost po realizaci investic nijak zohledněna, vyjma zvýšení stupně zabezpečení železničních přejezdů. Investice do zvýšení spolehlivosti infrastruktury přitom jsou nedílnou součástí každé rekonstrukce nebo modernizace tratě či stanice. Tvoří je investice do moderního zabezpečovacího zařízení, sdělovacího zařízení nebo např. i do elektrického ohřevu výhybek či konkrétních technických opatření. Cílem disertační práce je tedy na základě analýzy skutečného přínosu realizace železničních projektů doplnit metodické postupy pro ekonomické hodnocení projektů dopravní infrastruktury o přínosy v podobě zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti na železniční dopravní cestě. To ve svém důsledku povede ke zpřesnění výsledků hodnocení železničních projektů a k vyšší komplexnosti posuzovacího a schvalovacího procesu těchto staveb.

Výzkumné otázky:

VO1 Jakou měrou lze prostřednictvím modernizace železniční infrastruktury snížit četnost a míru dopadu vzniku mimořádných událostí?

VO2 Jakým způsobem je možné využít databázi mimořádných událostí spravovanou Správou železnic v procesu optimalizace metodického postupu pro hodnocení ekonomické efektivity realizace staveb železniční infrastruktury?

1.2 Postup řešení

Disertační práce se zabývá ekonomickým hodnocením železničních staveb, analýzou bezpečnosti železničního provozu a vztahem mezi bezpečností a investičními akcemi na železniční síti.

Práce se skládá ze tří hlavních částí a zakončena je závěrečným shrnutím.

1. Analýza současného stavu, která popisuje teoretická východiska a strukturu ekonomického hodnocení infrastrukturních projektů, železniční síť ČR a bezpečnost provozu formou souhrnu statistických dat o mimořádných událostí na železnici, je zde rovněž provedena rešerše odborných a vědeckých publikací.
2. V rámci analytické části je rozpracováno ekonomické hodnocení skutečných železničních projektů s definicí základních celospolečenských dopadů těchto projektů. Druhou dílčí částí je analýza celospolečenských dopadů mimořádných událostí s vyčíslením jejich ekonomických nákladů.
3. Vlastní výzkum, který je směřován k formulaci odpovědí na výzkumné otázky na základě již realizovaných projektů s využitím výstupů teoretické a analytické části práce.
4. Závěrečné shrnutí se věnuje zodpovězení výzkumných otázek a shrnuje vědecký a praktický přínos práce.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V rámci rešerše je analyzována metodika ekonomického hodnocení s exkurzem do jeho historického vývoje.

V druhé části je zkoumána bezpečnost provozu na železniční síti ČR, a to zejména formou analýzy statistických dat poskytnutých Správou železnic, s.o. pro potřeby této práce. Statistická data obsahují údaje o mimořádných událostech na železniční síti z let 2009-2018 a to včetně detailů popisující datum a místo vzniku, příčinu vzniku mimořádné události a v neposlední řadě též škody způsobené každou mimořádnou událostí. Součástí je také rešerše odborných a výzkumných publikací

2.1 Ekonomické hodnocení železničních staveb

Ekonomické hodnocení je dokument posuzující efektivnost staveb a je nezbytným podkladem pro rozhodování investora. V oblasti dopravní infrastruktury se ekonomické hodnocení provádí zpravidla formou analýzy nákladů a přínosů (Cost-Benefit Analysis – CBA).

Metoda CBA je používána pro hodnocení rozličných projektů, zejména pak projektů financovaných z veřejných zdrojů. Důvodem je její variabilita a schopnost do analýz započítat i širokou škálu celospolečenských přínosů/nákladů investic. Metoda CBA analyzuje rozdíly, které vzniknou realizací projektu, popř. jednotlivých variant projektu oproti stavu kdy se projekt nerealizuje. Z tohoto důvodu je důležitou součástí ekonomického hodnocení správná definice posuzovaných scénářů, tedy stavu s projektem a stavu bez projektu.

Analýza nákladů a přínosů je analytický nástroj pro posuzování ekonomických výhod nebo nevýhod investičních rozhodnutí na základě posouzení jejich nákladů a přínosů s cílem vyhodnotit jejich přínos ke změně úrovně blahobytu.

CBA posuzuje stavbu v dlouhodobém horizontu, u železničních staveb trvá hodnotící období 30 let a zahrnuje realizační fázi stavby a provozní fázi.

V rámci CBA se vždy posuzují rozdíly mezi projektovou variantou a variantou bez projektu, rozdíl mezi oběma variantami pak definuje přínos projektové varianty, ten může být kladný i záporný. Jedná se o tzv. Přírůstkový přístup, který vychází z těchto principů:

- varianta bez projektu musí popsat, co by se stalo v případě neexistence projektu. V tomto scénáři jsou vypracovány odhady všech peněžních toků souvisejících s operacemi v rámci projektu za každý rok během trvání projektu. V případě investic

zaměřených na zlepšení stávajícího aktiva by měl zahrnovat náklady a výnosy/přínosy při provozování a udržování služby na úrovni, která je stále funkční, nebo dokonce malé adaptační investice, které by se uskutečnily v každém případě. Pokud se jako srovnávací scénář použijí minimální změny, mělo by se jednat o proveditelný a věrohodný scénář, který nepovede k nepřiměřeným a nerealistickým dodatečným přínosům a nákladům;

- varianta s projektem zahrnuje peněžní toky pro situace s navrženým projektem. Jsou zde zohledněny všechny investice, finanční a ekonomické náklady a přínosy plynoucí z projektu.
- analýza nákladů a přínosů zohledňuje pouze rozdíl mezi peněžními toky ve scénáři s projektem a peněžními toky ve srovnávacím scénáři. Finanční a ekonomické ukazatele výkonnosti se počítají pouze na základě přírůstku peněžních toků.

Rozdílové peněžní toky v jednotlivých letech hodnotícího období utvářejí projektové cash flow. Záporný tok znamená náklad pro investora projektu či společnost, kladný peněžní tok pak zisk, či úsporu nákladů investora či společnosti. Tyto hodnoty jsou diskontovány a poté sečteny s cílem vypočítat čistý celkový přínos. Celková výkonnost projektu se měří ukazateli, a to ekonomickou čistou současnou hodnotou (ENPV – Economic Net Present Value), vyjádřenou v penězích, ekonomickou mírou návratnosti (EIRR – Economic Rate of Return) a poměrem přínosů a nákladů (B / C – benefit / cost), což umožňuje konkurenční projekty nebo alternativy porovnat a seřadit.

Analýza nákladů a přínosů tak umožňuje posouzení vlivu projektu na společnost jako celek prostřednictvím výpočtu ukazatelů ekonomické výkonnosti, čímž dojde k posouzení očekávané změny úrovně blahobytu.

Cílem ekonomického posouzení je určit, zda je stavba vhodná k realizaci a současně zda je stavba způsobilá pro financování z veřejných zdrojů.

2.1.1 Metodická východiska ekonomického hodnocení

Klíčovým dokumentem pro přípravu staveb dopravní infrastruktury je směrnice V-2/2012, změna č. 4 z 09/2015 [1]. Směrnice upravuje postupy Ministerstva dopravy, investorských organizací a Státního fondu dopravní infrastruktury v průběhu přípravy a realizace investičních a neinvestičních akcí dopravní infrastruktury, financovaných bez účasti státního rozpočtu.

V této směrnici jsou uvedena základní pravidla pro zpracování hodnocení ekonomické efektivity projektů, která se odvolávají na aktuální platnou metodiku hodnocení investic dopravní infrastruktury.

Ekonomická efektivita projektu definuje celospolečenskou přínosnost projektu a je tak jedním z kritérií při schvalování projektu či rozhodování o variantě řešení projektu. Legislativně a metodicky je zakotveno v těchto dokumentech:

- a) **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013** [2] ze dne 17. prosince 2013 o společných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti, Evropském zemědělském fondu pro rozvoj venkova a Evropském námořním a rybářském fondu, o obecných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti a Evropském námořním a rybářském fondu a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 1083/2006
- b) **Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 480/2014** [3] ze dne 3 března 2014, kterým se doplňuje nařízení (EU) č. 1303/2013.
- c) **Prováděcí nařízení Komise (EU) 2015/207** [4] ze dne 20. ledna 2015, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013, pokud jde o vzory pro zprávu o pokroku, předkládání informací o velkém projektu, společný akční plán, zprávy o provádění pro cíl Investice pro růst a zaměstnanost, prohlášení řídicího subjektu, auditní strategii, výrok auditora a výroční kontrolní zprávu a o metodiku provádění analýzy nákladů a přínosů, a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1299/2013, pokud jde o vzor zpráv o provádění pro cíl Evropská územní spolupráce
- d) **Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects** [5] - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020 (EK, prosinec 2014)

Ad a) Jedná se o prováděcí pravidla k nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013, která mimo jiné obsahují v příloze III Metodiku provádění analýzy nákladů a přínosů

Ad b) Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů, ekonomický nástroj pro hodnocení politiky soudržnosti v letech 2014-2020, který je ovšem svým charakterem pouze doporučující.

Ad c) Z pohledu pravidel pro zpracování CBA byla tato metodika klíčovým a závazným materiálem „Prováděcího nařízení Komise (EU) 2015/207 ze dne 20. ledna 2015“ V tomto nařízení se v příloze III stanoví „Metodika provádění analýzy nákladů a přínosů“, ze které tento materiál nejvíce čerpá. Dalším významným zdrojem pro zpracování je potom metodický

materiál „Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020“ EK, 12/2014. Již v době svého vydání byl tento materiál považován za přechodný do doby, než bude vydána Rezortní metodika. V současnosti je možno z tohoto dokumentu vycházet, nicméně pouze za splnění konkrétních podmínek.

Ad d) Jedná se o současně platnou závaznou metodiku, která byla zpracována s cílem implementovat evropský standard na zpracování analýzy nákladů a přínosů v programovém období 2014-2020. Metodika vychází z evropského Průvodce analýzou nákladů a přínosů investičních projektů v programovém období 2014-2020 a platné evropské legislativy (především Prováděcí nařízení Komise (EU) 2015/207) a tvoří základní podpůrný materiál pro hodnocení investic do dopravní infrastruktury v prostředí ČR.

2.1.2 Shrnutí geneze národních metodických podkladů pro hodnocení železničních projektů

Ekonomické hodnocení infrastrukturních projektů prošlo během let postupným vývojem od první oficiální metodiky z roku 2006 až do současnosti. Změny národní metodiky jsou navázány zejména na vývoj evropské metodiky ekonomického hodnocení a pravidel v rámci programových období evropských fondů.

- **Metodika pro hodnocení efektivity investic železničních staveb (MD, 2006) [6]**

Jedná se o prvotní dílo věnující se hodnocení investic do železniční infrastruktury, které bylo následně připomínkováno a upravováno do výsledné podoby, která byla vydána v roce 2009.

- **Aktualizace metodiky pro výpočet efektivity investic na ŠZDC, s. o. (MD, 2009) [7]**

Pro tehdejší ŠZDC s. o. ji zpracoval v roce 2009 Fram Consult a.s. Tato metodika sloužila pro hodnocení efektivity železničních staveb od roku 2009 do roku 2013. Metodicky bylo hodnocení zpracováno formou CBA s diskontními sazbami 5% pro finanční analýzu a 5,5% pro ekonomickou analýzu.

Referenční období v době trvání 30 let, cenová úroveň byla rovna cenové úrovni roku zpracování dokumentace. Vstupy do ekonomického hodnocení byly: investiční náklady, zůstatková hodnota, provozní náklady na infrastrukturu, náklady na provoz vlaků, přínosy z úspory času cestujících a zboží, provozní náklady silniční dopravy, externí účinky, přínosy ze zvýšení bezpečnosti, ostatní přínosy

Zůstatková hodnota byla vypočtena na základě zůstatkové hodnoty jednotlivých skupin stavebních objektů a provozních souborů na konci referenčního období.

Přínosy ze zvýšení bezpečnosti byly stanoveny jako 3 % z nákladů na zabezpečovací zařízení, mimoúrovňová a ostrovní nástupiště, podchody, bezbariérové přístupy a ostatní náklady pro zvýšení bezpečnosti železniční dopravy. Metodika neřešila rizika projektu.

- **Prováděcí pokyny hodnocení ekonomické efektivity investic projektů železniční infrastruktury (MD, 2013) [8]**

Zpracoval Sudop Praha pro Ministerstvo Dopravy. Účinnost od 22. 5. 2013. Délka hodnotícího období i diskontní sazby zůstaly beze změn. Materiál zavádí oproti předešlé metodice alternativní odbornou metodu hodnocení prostřednictvím multikriteriální analýzy (MKA). V době účinnosti metodiky byly vydány 3 samostatné metodické pokyny týkající se MKA pro železniční přejezdy, objekty pro cestující a staveb k plnění legislativních požadavků.

Dalšími změnami je změna základní cenové úrovně EH, která byla shodná s rokem počátku výstavby posuzované stavby. V metodice je rovněž detailně popsána struktura ekonomického hodnocení a aktualizovány makroekonomické ukazatele vstupující do EH. Z ekonomické analýzy byl vyjmut výpočet přínosů ze zvýšení bezpečnosti používaný v metodice z roku 2009.

- **Metodika pro hodnocení ekonomické efektivity a ex-post posuzování nákladů a výnosů, projektů železniční infrastruktury, pozemních komunikací a dopravně významných vodních cest (MD, 2016) [9]**

Tato metodika navazuje na metodiku z roku 2013 a je svou podstatou jejím doplňkem (aktualizací, upřesněním), současně aktualizuje i ostatní platné národní metodiky (prováděcí pokyny) pro pozemní a vodní cesty. V nich se tak mění jen ty postupy a části, které jsou dále výslovně vyjmenovány a liší se od toho, co je uvedeno v původní národní metodice. Kapitoly a postupy dále neuvedené zůstávají v platnosti v té podobě, jak je popisují příslušné národní metodiky.

Nejvýraznějšími změnami jsou změna diskontních sazeb – 4 % pro finanční analýzu a 5 % pro ekonomickou analýzu, stanovení výchozí cenové úrovně na rok zpracování EH a změna výpočtu zůstatkové hodnoty, která již není pouze zůstatkovou hodnotou investic pořízeného majetku, ale zohledňuje v sobě celospolečenské efekty stavby v rámci celé její životnosti, tedy i po skončení referenčního období.

V případě železniční metodiky dochází kromě změn uvedených v textu ještě k aktualizaci vybraných makroekonomických ukazatelů.

Tento pokyn je závazný pro všechny investory u projektů spolufinancovaných z prostředků SFDI a fondů EU v rámci OPD 2 a financovaných výlučně z prostředků SFDI případně i vlastních prostředků investorů. Tato metodika vznikla z nutnosti aplikovat některé požadavky Evropské komise na hodnocení projektů v rámci programového období 2014-2020. Již od svého vzniku bylo metodika považována za dočasné řešení a tzv. mezikrok mezi hodnocením projektů v OPD 1 a OPD 2, z toho důvodu se pro metodiku vžilo jméno „Přechodová metodika“. Metodický rámec je určen pro hodnocení ekonomické efektivity akcí ve fázi studie proveditelnosti a záměru projektu.

Současně jsou v platnosti 3 dílčí metodické pokyny pro hodnocení staveb železničních přejezdů, staveb a zařízení pro cestující a staveb k plnění legislativních požadavků.

- **Obecná metodika multikriteriální analýzy pro hodnocení efektivity projektů staveb a zařízení pro pohyb a čekání cestujících v rámci železničních stanic a železničních zastávek (SŽDC, 2016) [10]**

Tato metodika nabyla účinnosti dne 1. 3. 2016 a je alternativní odbornou metodou dle části B bodu II „Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivity investic projektů železniční infrastruktury“ z 22. 5. 2013 aktualizovaných „Metodikou pro hodnocení ekonomické efektivity a ex-post posuzování nákladů a výnosů projektů železniční infrastruktury, pozemních komunikací a dopravně významných vodních cest“

U staveb pro cestující se vždy nejprve provede finanční analýza pomocí standardní metody (CBA), čímž je doložena nesamofinancovatelnost projektu. Ekonomickou analýzu nelze u staveb pro cestující provést standardní metodou, jelikož v naprosté většině případů tyto stavby nemají monetizovatelné přínosy dle standardní metody hodnocení. Proto je tato část hodnocení nahrazena metodou MKA.

Hodnocení MKA sestává z vylučovacích kritérií a bodového hodnocení. Není-li splněna podmínka některého z vylučovacích kritérií, nelze stavbu doporučit k financování. Hodnocení efektivity projektů staveb pro cestující alternativní odbornou metodou se provádí rozdílně pro následující druhy staveb a zařízení:

- nástupiště a přístupové komunikace na nástupiště,
- přístřešky,
- osvětlení,
- informační systém,

Stavby jsou hodnoceny ve 3 okruzích – finanční náročnost koncepce technického řešení, celospolečenský význam opatření, provozní a bezpečnostní aspekty. Každý z okruhů je ohodnocen maximálně třemi body. Je-li stavba složena z více druhů objektů či zařízení, provede se vyhodnocení pro každý druh stavby či zařízení samostatně a následně se výsledný počet bodů určí váženým průměrem podle výše investičních nákladů na jednotlivé druhy staveb či zařízení. Výsledný počet bodů přitom musí být větší než 4,5.

- **Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení železničních přejezdů (SŽDC, 2013) [11]**

Metodika byla schválena v Centrální komisi MD dne 11. 10. 2013 a je alternativní odbornou metodou dle části B bodu II. 2. „Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury“.

Alternativní přístup hodnocení přejezdů je doporučen nejen pro hodnocení samostatných přejezdů, ale rovněž pro případy hodnocení traťových úseků, jejichž součástí je modernizace přejezdů a zároveň se jejich poměr výnosů a nákladů pohybuje v intervalu $B / C = (0,5; 1)$.

To znamená, že projekt je pod hranicí ekonomické efektivnosti, avšak ne významně. Proto je doporučeno tzv. dodatečné hodnocení nemonetizovaných efektů navržených opatření na přejezdu nebo souboru přejezdů.

Projekt je v rámci multikriteriální analýzy hodnocen z hlediska místopisného, strategického, bezpečnosti, rizikovosti, životního prostředí. V těchto kategoriích může přejezd získat maximálně 9 bodů. V případě hodnocení více přejezdů lze projekt doporučit k financování, pokud je průměr hodnocení vyšší než 4,5 bodu.

- **Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení staveb k plnění legislativních požadavků s pevně stanoveným časovým rámcem a staveb k řízení provozu a sledování vlaků (SŽDC, 2015) [12]**

Metodika byla vydána v březnu 2015 a je Alternativní odbornou metodou dle části B bodu II. 2. „Prováděcích pokynů pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury“.

U staveb ETCS, GSM-R a EMC hodnocení ekonomické efektivnosti metodou CBA z objektivních důvodů není možné, neboť nelze definovat variantu „bez projektu“, která je klíčovým aspektem analýzy nákladů a přínosů. Vzhledem k tomu, že tyto stavby negenerují nositeli projektu příjmy a nemohou být samofinancovatelné, neprovádí se finanční analýza, ale

uvádí se pouze finanční rozvaha investičních a provozních nákladů po dobu předpokládané životnosti realizované investice.

Multikriteriální hodnocení se skládá z hodnocení formou:

- Vylučovacího pravidla,
- Bodového hodnocení,
- Slovního hodnocení.

Přičemž u některých druhů staveb je nutno současně využít více forem hodnocení. Pokud nejsou splněny podmínky vylučovacího pravidla, projekt nelze doporučit k financování. V případě splnění vylučovacích pravidel následuje bodové vyhodnocení. Bodové hodnocení je rozděleno do 3 kategorií dle druhu stavby. Projekt lze doporučit k financování v případě dosažení alespoň poloviny maximálního možného počtu bodů.

- **Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivity projektů dopravních staveb (MD, 2017) [13]**

Rezortní metodika slouží pro posuzování investičních projektů v oblasti dopravy pro programové období 2014-2020.

Vzhledem ke způsobu provádění hodnocení v minulých obdobích, které se v mnoha aspektech lišilo napříč jednotlivými dopravními módy, je jednou z nejdůležitějších změn sjednocení metodických postupů a měrných hodnot, spolu se způsoby jejich indexace v rámci jednotlivých dopravních módů.

Metodika provádění CBA zůstává totožná jako v Přejchodové metodice, a to včetně diskontních sazeb, délky hodnotícího období či stanovení výchozí cenové úrovně. Jednotlivé dílčí vstupy se ovšem od Přejchodové metodiky liší a to buď v přístupu k jejich stanovení, nebo například v jednotkových cenách pro jejich ocenění. Současně byla aktualizována makroekonomická data použitá pro výpočet výhledových hodnot v rámci ekonomického hodnocení.

Součástí Rezortní metodiky je 12 příloh, které doplňují rezortní metodiku o postupy hodnocení vybraných specifických typů projektů napříč veškerou dopravní infrastrukturou.

Příloha 1 - Metodika pro zpracování Koncepčních studií

Metodika KS je založena na zkušenostech z reálných projektů kombinovaných s aktuálním výzkumem. V souladu s materiály EU je zpracována tato jednotná metodika hodnocení investičních projektů na úrovni koncepční studie.

Během různých stádií projektu jsou tedy koncepční studie zpracovány v různé míře podrobnosti. Dle zadání, rozsahu problému, dostupných podkladů i důvodu zpracování lze rozdělit KS do 3 stupňů (fází):

- Studie možností a příležitostí,
- Předběžná studie proveditelnosti,
- Studie proveditelnosti.

Metodika pro zpracování studií proveditelnosti je průvodcem v procesu přípravy a zpracování koncepční studie. Je to nejen návod pro zpracovatele všech uvedených typů studií proveditelnosti, ale i pro investora, kterému poskytne vodítko pro tvorbu zadání a následné posouzení a hodnocení výstupů studie pro jednotlivé investiční záměry. Nejedná se o předpis nebo soupis povinných kroků a takto nemůže být metodika ani používána.

Příloha 2 - Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení železničních přejezdů

Metodika obsahuje alternativní přístup hodnocení staveb pro případy, kdy standardní metoda nevykazuje dostatečně průkazné výsledky efektivity stavby. Metodiku lze použít pro hodnocení staveb ke zvýšení bezpečnosti úrovnových železničních přejezdů, rekonstrukcí přejezdů, či jejich úprav nebo odstranění, a to v případech, kdy Standardní metoda ekonomického hodnocení efektivnosti projektu traťového úseku vykazala poměr přínosů a nákladů v intervalu $B/C = (0,5; 1)$.

To znamená, že projekt je pod hranicí ekonomické efektivnosti, avšak ne významně. Proto je doporučeno tzv. dodatečné hodnocení nemonetizovaných efektů navržených opatření na přejezdu nebo souboru přejezdů.

V případě, že hodnota $B/C \geq 1$, projekt je ekonomicky efektivní a není potřeba dalšího alternativního hodnocení.

V případě, že hodnota $B/C \leq 0,5$, projekt je ekonomicky neefektivní a nedoporučuje se k financování.

Součástí Metodiky je i Aplikace multikriteriální analýzy pro hodnocení efektivnosti staveb ke zvýšení bezpečnosti úrovnových železničních přejezdů, či jejich úpravy ve formátu Microsoft Excel.

Příloha 3 - Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení staveb a zařízení pro pohyb a čekání cestujících v rámci železničních stanic a železničních zastávek

Obdobně jako předchozí příloha metodika obsahuje alternativní přístup hodnocení staveb pro případy, kdy standardní metoda nevykazuje dostatečně průkazné výsledky efektivity stavby.

Alternativní odbornou metodu hodnocení MKA lze použít:

- pro výstavbu nových nástupišť, která jsou náhradou za stávající nástupiště při zachování počtu nástupištních hran, resp. jeho zvýšení nejvýše o 1, včetně bezbariérových přístupů v rámci stávajících železničních stanic nebo stávajících železničních zastávek,
- pro zřízení bezbariérového přístupu na stávající nástupiště včetně rekonstrukce těchto nástupišť,
- pro zřízení samotného bezbariérového přístupu na nástupiště od stávající veřejné komunikace, pokud nástupiště vyhovuje platné legislativě a technickým normám zejména v oblasti požadavků na bezbariérovou přístupnost,
- pro posun stávajících železničních zastávek do nové vhodnější polohy,
- pro zřízení nebo rekonstrukci prvků informačního systému požadovaných platnou legislativou,
- pro zřízení nebo rekonstrukci osvětlení prostorů pro cestující,
- pro zřízení nebo rekonstrukci nástupištních přístřešků v rozsahu vycházejícím z frekvence cestujících,
- pro rekonstrukce a vybudování sociálních zařízení pro cestující v železničních stanicích mimo dopravní na tratích řízených podle předpisu SŽ D3. V železničních zastávkách a dopravních na tratích řízených podle předpisu SŽ D3 pro vybudování sociálních zařízení pro cestující v závislosti na frekvenci cestujících a způsobu využívání železniční zastávky,
- pro vybudování nebo rekonstrukci souvisejících stavebních objektů a provozních souborů souvisejících s výše uvedenými body v nezbytně nutném rozsahu, který je technicky zdůvodněný:
 - železniční svršek a spodek v prostoru nástupišť,
 - odvodnění nástupišť, odvodnění železničního spodku, kabelové nebo trubní vedení,
 - trakční vedení (v závislosti na rozsahu kolejových úprav),

- úpravy zabezpečovacího zařízení (v rozsahu vyplývajícím z úprav konfigurace kolejiště v důsledku výstavby nástupišť či bezbariérových přístupů).
- pro kombinaci výše uvedených případů.

Alternativní odbornou metodu hodnocení MKA nelze použít:

- u komplexních rekonstrukcí a modernizací železničních stanic, u nichž je třeba hodnotit ekonomickou efektivnost projektu Standardní metodou CBA.
- na takové úpravy stanic, které by vyvolaly potřebu nového staničního zabezpečovacího zařízení,
- u novostaveb železničních zastávek, vyjma případů vymístění nástupišť ze železniční stanice. Pro novostavby železničních zastávek je vždy nutné hodnocení Standardní metodou CBA,
- u odstavných ploch pro automobily mimo nezbytných stání na pozemku provozovatele dráhy v souvislosti s funkcí objektu,
- u nádražních budov,
- pokud návrh technického a architektonického řešení Staveb pro cestující způsobuje překročení nákladů nad rámec cen obvyklých.

U Staveb pro cestující se vždy nejprve provede finanční analýza pomocí Standardní metody (CBA), čímž bude doložena nesamofinancovatelnost projektu. Ekonomickou analýzu nelze u Staveb pro cestující provést Standardní metodou, jelikož v naprosté většině případů tyto stavby realizované s cílem dosažení stavu vyžadovaného platnou legislativou nemají monetizovatelné přínosy dle „Metodiky hodnocení efektivnosti investic – železniční infrastruktura“ vydané „Prováděcími pokyny pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury“.

Součástí Metodiky je i Aplikace zjednodušené multikriteriální analýzy pro hodnocení staveb pro cestující v železniční dopravě ve formátu Microsoft Excel.

Příloha 4 - Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení staveb k plnění legislativních požadavků s pevně stanoveným časovým rámcem a stavby k řízení provozu a sledování vlaků

Prováděcí pokyny pro hodnocení efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury pro projekty, u nichž nelze účinně aplikovat Standardní metodu na základě nákladově-výnosové analýzy (CBA), připouští použití Alternativní odborné metody. Doporučenou Alternativní odbornou metodou je multikriteriální analýza. Jednou z oblastí, v níž lze použít Alternativní

odbornou metodu, jsou stavby k plnění legislativních požadavků s pevně stanoveným časovým rámcem, například stavby ERTMS/ETCS, elektromagnetická komptabilita, náhrada rádiových sítí pro uvolnění stanovených frekvenčních pásem, přechod na jinou napěťovou hladinu – dále jen „stavby k plnění legislativních požadavků“. Alternativní přístup je možné použít také u staveb technologií pro řízení provozu a zabezpečení jízd vlaků (ERTMS/GSM-R).

U staveb ETCS, GSM-R a EMC nelze z objektivních důvodů v plném rozsahu monetizovat socioekonomické přínosy, proto není vhodné postupovat při hodnocení ekonomické efektivity standardní metodou CBA1. V případě projektů spolufinancovaných z prostředků EU bude pro stanovení finanční mezery provedena finanční analýza projektu. Nelze-li definovat variantu bez projektu, bude uváděna pouze finanční rozvaha investičních a provozních nákladů včetně významných zisků generovaných projektem po dobu ekonomické životnosti realizované investice. Při hodnocení celospolečenských přínosů bude ekonomická analýza nahrazena „Alternativní metodou hodnocení“ dle této „Metodiky“.

Závěr hodnocení efektivity investice výstižně shrnuje podstatné body analýzy dle následujícího doporučení:

- a) Shrnutí cíle a uvést, jak budou dosaženy.
- b) Shrnutí důvodů alternativního hodnocení.
- c) Popsat předpoklady, které vstupují do analýzy.
- d) Uvést a okomentovat výsledek hodnocení MKA.
- e) Závěr, zda projekt je, či není doporučen k financování a za jakých podmínek.

Součástí Metodiky MKA k plnění legislativních požadavků je i Aplikace zjednodušené multikriteriální analýzy pro hodnocení staveb k plnění legislativních požadavků s pevně stanoveným časovým rámcem a staveb k řízení provozu a sledování vlaků (dále jen Aplikace) ve formátu Microsoft Excel.

Aplikace se používá pro hodnocení staveb, pro které je stanoveno vylučovací pravidlo i bodové hodnocení. Aplikace se nepoužívá pro slovní hodnocení. V Aplikaci není možno současně hodnotit více projektů. Každý projekt je nutno hodnotit v aplikaci samostatně.

Příloha 5 - Metodika multikriteriálního hodnocení pro posouzení celospolečenské návratnosti realizace vybraných akcí ŘVC ČR

V případech uvedených níže lze zvolit hodnocení efektivity projektů odlišným způsobem, resp. ve zjednodušené formě.

- a) U projektů s předpokládanými náklady do 10 mil. Kč bez DPH, sloužících primárně potřebám dopravy nákladů, a osobní a rekreační plavbě.
- b) U rekonstrukcí částí plavebních objektů vyvolaných závadným technickým stavem zjištěným v rámci technicko-bezpečnostních a technicko-provozních prohlídek za účasti plavebního úřadu (přístavní zdi, dalby, úvazná zařízení zdi, dna, ohlaví a vrata plavebních komor, technologie ovládání plavebních komor, části jezů a ostatních vzdouvacích zařízení, lodních zdvihadel, velínů a jiných zařízení sloužících bezprostředně provozu vodní cesty)
- c) U projektů zřizování informačních, telekomunikačních a řídicích technologií sloužících potřebám vnitrozemské plavby a vedoucích ke zvýšení bezpečnosti.

Základním odlišným způsobem hodnocení je multikriteriální analýza.

Příloha 6 - Metodika stanovení nákladů na provoz vlaků vstupujících do CBA železničních projektů

V roce 2017 zpracoval tuto metodiku Sudop Praha a.s. za účelem stanovení provozních nákladů vlaků jako podkladu pro zpracování ekonomického hodnocení železničních projektů.

Propočet zjednodušených sazeb provozních nákladů vlaků je zpracován výpočetním modelem v aplikaci MS Excel. Postup je založen na výpočtu základních ukazatelů pro jednotlivé druhy vlaků.

Výstupní sazby PN vlaků jsou primárně uváděny jako dvousložkové, neboť část údajů je odvozena od vlakových hodin (zejména fixní náklady na vozidla a personální náklady na vlakové čety, které více závisí na čase) a část od ujeté vzdálenosti (poplatek za použití dopravní cesty, spotřeba trakční a netrakční energie).

Propočet zjednodušených sazeb provozních nákladů vlaků je zpracován výpočetním modelem v aplikaci MS Excel. Postup je založen na výpočtu základních ukazatelů pro jednotlivé druhy vlaků. Propočet je zpracován v následujících krocích, které charakterizují jednotlivé listy výpočtového modelu:

- Nastavení základních vstupních parametrů (list DATA),
- Sestavení vlaku (list Pořízení a provozuschopnost ŽKV),
- Nastavení jízdy vlaku (list Parametry jízdy vlaku),
- Obsazení vlaku personálem (list Obsazení vlaku personálem),
- Výsledná rekapitulace sazeb pro jednotlivé druhy vlaků (list SOUHRN PN VLAŤŮ).

Kromě toho je výpočetní soubor doplněn o základní údaje pro jednotlivá vozidla či vlakové soupravy:

- Parametry železničních vozidel (list Katalog vozidel).

Výstupní sazby PN vlaků jsou primárně uváděny jako dvousložkové, neboť část údajů je odvozena od vlakových hodin (zejména fixní náklady na vozidla a personální náklady na vlakové čety, které více závisí na čase) a část od ujeté vzdálenosti (poplatek za použití dopravní cesty, spotřeba trakční a netrakční energie).

Příloha 7 - Metodika pro zpracování přepravních prognóz investičních staveb malého rozsahu

Metodika byla vydána v roce 2016 a zpracoval Sudop Praha a.s. Metodika slouží ke stanovení pravidel provádění zjednodušené přepravní prognózy na základě socioekonomických a traťových podmínek, a to pouze pro stavby malého rozsahu. Stavby malého rozsahu se pro potřeby této metodiky definují jako stavby, jejichž realizace zásadním způsobem neovlivní dopravní poptávku v řešeném území a zároveň jsou jejich celkové náklady pod hranicí tzv. „velkého projektu dle směrnice č. V-2/2012 v platném znění.“

Prognóza přepravních výkonů po dobu 30-letého hodnotícího období je významným vstupem pro ekonomické hodnocení. Tato prognóza musí být zpracována jak pro projektové varianty, tak pro stav bez projektu. Prognóza přepravních výkonů je pro zjednodušenou prognózu stanovena na základě kombinace vývojových koeficientů – socioekonomického koeficientu a koeficientu tratě.

Socioekonomický koeficient vyjadřuje trend vývoje poptávky po železniční dopravě v řešeném regionu. Jedná se o lineární kombinaci socioekonomických parametrů ovlivňujících poptávku po železniční dopravě.

Koeficient tratě vyjadřuje vývoj přepravního objemu na řešené trati, nebo obratu na řešené stanici/zastávce v posledních šesti letech.

Příloha 8 - Obecná metodika hodnocení ekonomické efektivity projektů týkajících se budov a s nimi souvisejících pozemků sloužících k zajištění provozu dráhy a zařízení služeb

Tato metodika byla vytvořena na základě zadání SFDI, který předpokládá zpracování obecné metodiky hodnocení ekonomické efektivity projektů týkajících se budov a s nimi souvisejících pozemků sloužících k zajištění provozu dráhy a zařízení služeb.

Metodika hodnocení budov je zpracována z důvodu potřeby systemizace a upřesnění vhodného přístupu k hodnocení drážních budov, obzvláště v případě samostatného hodnocení těchto budov, ke kterému bude docházet především z důvodu postupného narovnávání rozdílného stavu jednotlivých budov a přilehlých traťových úseků způsobeného historickým vývojem majetkových poměrů v průběhu procesu transformace železnice po roce 2002.

Příloha 9 - Metodika hodnocení ekonomické efektivity pro projekty v oblasti infrastruktury městské drážní dopravy

Tato Metodika byla vytvořena na základě zadání Ministerstva dopravy České republiky (MD ČR) s cílem podat podrobný návod pro zpracování hodnocení ekonomické efektivity u projektů městské drážní dopravy, a to zejména s ohledem na specifika těchto projektů. Jedná se jednak o projekty týkající se investic do nové infrastruktury, ale také o rekonstrukce infrastruktury stávající.

Důvodem pro vytvoření Metodiky byla potřeba poskytnout žadatelům návod na zpracování hodnocení ekonomické efektivity projektů městské drážní infrastruktury, které bude povinnou vyžadovanou přílohou projektové žádosti pro doložení efektivity projektu.

Příloha 10 - Metodika hodnocení ekonomické efektivity pro projekty v oblasti ITS

Hodnocení ekonomické efektivity je nezbytnou a důležitou součástí procesu přípravy projektů.

Cílem předloženého dokumentu je definovat základní parametry nezbytné pro zpracování analýzy nákladů a přínosů pro projekty z oblasti telematiky (synonymem pro pojem telematika jsou inteligentní dopravní systémy).

V určitých omezených případech, kdy je velmi obtížné či dokonce nemožné odhadnout a kvantifikovat přínosy předkládaného projektu, může být socio-ekonomická část CBA (finanční analýza projektu je prováděna vždy) nahrazena zjednodušenou ekonomickou analýzou zahrnující mimo jiné i kritéria efektivity nákladů (CEA).

Příloha 11 - Metodika hodnocení ekonomické efektivity pro projekty v oblasti terminálů multimodální dopravy

Hodnocení efektivity investic za použití této metodiky je nezbytnou součástí každého projektu infrastruktury multimodální dopravy, který je předkládán ke spolufinancování z veřejných zdrojů (státní rozpočet, fondy EU, atd.). Hodnocení je provedeno metodou CBA.

Příloha 12 - Metodika hodnocení ekonomické efektivity pro projekty zaměřené na pořízení železničních kolejových vozidel a zavádění interoperability na železničních kolejových vozidlech

Hodnocení ekonomické efektivity projektů je založeno na zpracování standardizované analýzy nákladů a přínosů/výnosů (CBA) s cílem posoudit, zda je projekt vhodný pro spolufinancování (z ekonomického hlediska) a zda projekt potřebuje spolufinancování (z finančního hlediska). Součástí posouzení je i ověření finanční udržitelnosti projektu.

Metodika se konkrétně zaměřuje na následující aktivity:

1. Implementace subsystému řízení a zabezpečení ERTMS,
2. Implementace subsystému kolejová vozidla – lokomotivy a kolejová vozidla pro přepravu osob – systém měření spotřeby energie,
3. Implementace subsystému kolejová vozidla – lokomotivy a kolejová vozidla pro přepravu osob – umožnění provozu na systému 25 kV/50 Hz,
4. Implementace subsystému telematika – telematické aplikace v nákladní dopravě a telematické aplikace v osobní dopravě ve shodě s TSI-TAP a TSI-TAF,
5. Implementace subsystému kolejová vozidla – nákladní vozy – splnění hlukových požadavků dle technických specifikací interoperability subsystémů hluk a nákladní vozy,
6. Modernizace vozidlového parku (nákup nových železničních vozidel pro přepravu osob).

Socioekonomická část CBA může být u aktivit 1 až 5 (interoperabilita) v plném rozsahu nahrazena zjednodušeným ekonomickým hodnocením. Předpokladem pro použití MKA je obtížnost nebo nemožnost jednoznačným a průkazným způsobem kvantifikovat předpokládané dopady projektu.

Aktualizace Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivity 2022 [14]

Centrální komise MD dne 28. 6. 2022 schválila materiál „Aktualizace Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivity 2022“. V této aktualizaci byl upraven přístup k hodnocení dopadu na životní prostředí, konkrétně v oblasti dopadů dopravy a dopravní infrastruktury na klimatickou změnu. Součástí aktualizace bylo rovněž vydání nových CBA tabulek.

Aktualizace příloh Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivity 2023[15]

Dne 7. 3. 2023 byly Centrální komisí MD schváleny aktualizované přílohy č. 2, 3, 4, 5, 5a, 6 a 7 materiálu „Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivity projektů dopravních staveb“.

Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivity projektů dopravních staveb (aktualizace 06/2023) [16]

Dne 8. 8. 2023 byla Centrální komisí MD schválena aktualizovaná verze Rezortní metodiky. Nejzásadnějšími změnami, které tato aktualizace přináší, jsou nové diskontní sazby pro finanční a ekonomickou analýzu (2 a 3 %). Současně s tím tato aktualizace upravuje přístup k výpočtu externalit dopravy. V oblasti bezpečnosti dopravy byly v této metodice aktualizovány jednotkové celospolečenské náklady nehodovosti. V rámci externalit byl také aktualizován přístup k výpočtu produkce polutantů, který nově zahrnuje také prognózu vývoje v oblasti produkce CO₂ a složení vozového parku. Nedílnou součástí tohoto dokumentu je také aktualizace makroekonomických ukazatelů let minulých a předpověď na léta následující.

Vzhledem k datu zpracování disertační práce tato práce metodicky vychází z rezortní metodiky vydané v roce 2017 [13], případně jejich dílčích aktualizací a nezahrnuje v sobě nové přístupy uvedené v rámci Aktualizované Rezortní metodiky z roku 2023 [16].

2.1.3 Struktura ekonomického hodnocení železničních staveb

Úvodní část ekonomického hodnocení sestává z představení projektu, případně variant řešení, cílů, kterých má být jeho realizací dosaženo. Kromě samotného technického řešení je v této analyzována dopravní síť, současná dopravní nabídka a očekávaná budoucí poptávka při realizaci a nerealizaci projektu. Tato úvodní část čerpá ze zpracované dokumentace, dopravní technologie a dopravního modelu a je ve své podstatě jejich shrnutím z hlediska vstupů potřebných pro ekonomické hodnocení.

Druhá část ekonomického hodnocení se věnuje finanční analýze. Ta je provedena z pozice majitele infrastruktury / investora. V případě železničních staveb se zpravidla jedná o Správu železnic (SŽ, s. o.).

Ekonomická analýza, stejně jako analýza finanční, posuzuje investici metodou CBA. V rámci ekonomické analýzy jsou posuzovány celospolečenské efekty investice, a to jak náklady, tak přínosy.

Poslední částí ekonomického hodnocení je analýza rizik, která zahrnuje identifikaci rizik, posouzení citlivosti ekonomické efektivity k rizikům. Součástí hodnocení rizik je kvalitativní a kvantitativní analýza rizik.

2.1.4 Finanční analýza

Vstupy do finanční analýzy:

- Investiční náklady

Investiční náklady jsou definovány na základě technického řešení stavby a jsou členěny na položky: přípravná a projektová dokumentace, zábory a nákupy pozemků, stavby a konstrukce, stroje a zařízení, technická asistence, propagace, technický dozor a rezerva.

Do ekonomického hodnocení vstupují celkové investiční náklady bez rezervy a DPH v jednotlivých letech výstavby.

- Zůstatková hodnota

Pokud je předpokládaná ekonomická životnost zařízení vkládaného v rámci investice delší než 30leté referenční období, určí se její zůstatková hodnota vypočtením čisté současné hodnoty peněžních toků ve zbývajících letech životnosti zařízení.

Předpokládaná ekonomická životnost zařízení v rámci hodnocené investice je stanovena podle objektového složení jako vážený průměr podle výše investičních nákladů vynaložených na jednotlivé typy objektů a zařízení s příslušnou délkou životnosti. Stavby na železnici

Náklady na stavby a konstrukce jsou na základě technického řešení děleny a provozní soubory a stavební objekty. Tyto 2 skupiny se pak dále dělí na:

Stavební objekty: Železniční svršek, železniční spodek, mosty a propustky, tunely, komunikace a zpevněné plochy, trakce, inženýrské sítě, pozemní stavby, objekty ochrany životního prostředí.

Provozní soubory: zabezpečovací zařízení, sdělovací zařízení a silnoproudé rozvody.

- Náklady na provozuschopnost

Náklady na provozuschopnost zahrnují náklady na údržbu a opravy a infrastruktury. V případě projektové varianty mohou zahrnovat též náklady na reinvestici zařízení s životností kratší, než je provozní doba v rámci referenčního období.

- Náklady na provozování

Náklady na provozování zahrnují náklady na zaměstnance obsluhy železniční dopravní cesty a jsou vypočteny jakou součin počtu pracovníků dané pozice a jejich průměrných nákladů.

- Příjmy od uživatelů infrastruktury

Příjmy od uživatelů infrastruktury tvoří příjmy z poplatku za dopravní cestu a příjmy z prodeje kapacity dopravní cesty. Tyto příjmy jsou stanoveny na základě dopravních výkonů realizovaných na železničních infrastruktuře, kategorie dráhy a příslušné nákladové sazby.

- Ostatní příjmy

Ostatní příjmy mohou tvořit např. příjmy z výzisku nebo nově budovaných komerčních ploch a jsou pro každý projekt stanoveny individuálně.

Součástí finanční analýzy je též určení zdroje financování, výpočet mezery ve financování a míry podpory.

Diskontní sazba je ro finanční analýzu rovna 4 % (od roku 2023 jsou to 2 %).

Ukazatelé finanční výkonnosti:

- Čistá současná hodnota FNPV
- Vnitřní výnosové procento FIRR

Projekt lze doporučit k financování z veřejných zdrojů v případě, že $FNPV < 0$ Kč, $FRR < 4\%$.

2.1.5 Ekonomická analýza

Vstupy do ekonomické analýzy:

- Investiční náklady,
- Zůstatková hodnota,
- Provozní náklady na infrastrukturu.

Všechny tyto položky jsou převzaty z finanční analýzy, pouze jsou upraveny fiskálními korektory. Fiskálními úpravami se rozumí úpravy kapitálových nákladů na ekonomické náklady. Úpravy se používají z důvodu odstranění daní a poplatků z dalších výpočtů. Fiskální korektor činí v případě investičních nákladů, nákladů na údržbu a opravy a nákladů na provoz vlaků 0,93, v případě nákladů na provozování je 0,82.

- Náklady na provoz vlaků

Skutečné náklady na provoz vlaků v konkrétním místě železniční sítě jsou předmětem obchodního tajemství jejich provozovatele. Z tohoto důvodu jsou tyto náklady vypočteny jako

součin nákladové sazby a výkonového ukazatele vlakových hodin. Tato metoda ne vždy vede ke správným výsledkům. V této době probíhá proces schválení nové metodiky věnující se výpočtu provozních nákladů vlaků „*Metodika stanovení nákladů na provoz vlaků vstupujících do CBA železničních projektů*“. Tato metodika již umožňuje sofistikovanější výpočet provozních nákladů na základě typu vlaku, kategorie tratě, délky trasy, cestovní doby atd.

- Přínosy z úspory času cestujících, přeprav zboží

Jsou vypočteny jako součin hodnoty času definované metodickými pokyny a uspořenému času vyjádřeného osobohodinách. Úspora času je v případě velkých projektů vypočtena základě dopravního modelu a uvažuje s tzv. vnímanou cestovní dobou.

- Provozní náklady silniční dopravy

Úspora provozních nákladů silniční dopravy vychází z efektu tzv. převedené dopravy, kdy při realizaci železniční stavby dochází k převedení části cestujících nebo zboží ze silnice na železnici. V silniční dopravě, tak dochází k úspoře provozních nákladů automobilů a současně k úspoře nákladů na údržbu a opravy silniční infrastruktury.

- Externí účinky – snížení nehodovosti, hluku, znečištění ovzduší, klimatické změny

Stejně jako v předchozím bodě vychází tato úspora z převedení dopravy ze silnice na železnici. Železniční doprava je šetrnější z hlediska produkce externalit, převedením dopravy ze silnice na železnici tak dochází k úspoře externích nákladů dopravy.

V rámci Rezortní metodiky jsou kalkulovány externí přínosy ze:

- snížení nehodovosti vypočtené na základě prokazatelného snížení počtu úmrtí, zranění či hmotných škod na řešeném úseku infrastruktury. Případně na základě průměrných sazeb externích nákladů nehod
- snížení hluku vypočteného pomocí hlukového zatížení obyvatel v projektové a bezprojektové variantě. Případně lze vycházet ze zjednodušených hodnot externích nákladů hluku dle dopravního módu
- snížení znečištění ovzduší vypočteného na základě množství škodlivin produkovaných dopravou ve variantě s projektem a bez projektu. Výpočet je mnohem přesnější a ve třech krocích (1. výpočet dopravních výkonů v jednotlivých segmentech dopravy, 2. stanovení množství emitovaných/ušetřených tun polutantů a 3. ocenění polutantů pomocí

jednotkových nákladů na tunu) dokáže určit úsporu či naopak dodatečnou zátěž životního prostředí plynoucí z realizace projektu.

- zpomalení průběhu klimatických změn vypočteného na základě množství uvolněného CO₂ a jeho ocenění polutantů pomocí jednotkových nákladů na tunu CO₂.
- Přínosy ze zvýšení bezpečnosti na přejezdech

V případě, že v rámci stavby dochází ke zvýšení stupně zabezpečení železničního přejezdu, je vypočten přínos ze zvýšené bezpečnosti této modifikace. Výpočet je proveden na základě dopravního momentu přejezdu a konkrétní změny zabezpečení.

- Ostatní přínosy – přínosy z odstranění bariér v území, zvýšení bonity území uvolněných ploch

Ostatní přínosy se stanovují pro každý projekt individuálně.

Diskontní sazba 5 % (od roku 2023 jsou to 3 %).

Ukazatelé ekonomické výkonnosti:

- Čistá současná hodnota ENPV,
- Vnitřní výnosové procento EIRR,
- Poměr přínosů a nákladů B/C.

Projekt lze doporučit k financování z veřejných zdrojů ENPV > 0 Kč, ERR > 5 %, B / C > 1.

2.1.6 Analýza rizik

Cílem analýzy rizik je řešit nejistotu, která je součástí všech investičních projektů. Analýza rizik je zpracována v těchto krocích:

- citlivostní analýza,
- kvalitativní analýza rizik,
- kvantitativní analýza rizik,

Analýza citlivosti

V rámci analýzy je posuzována citlivost významných vstupů ekonomického hodnocení na výsledky ekonomického hodnocení. Výsledkem je elasticita proměnné, která udává poměr mezi změnou nezávislé proměnné a změnou výsledku ekonomického hodnocení (NPV). Proměnné, jejichž elasticita je nejvyšší, se označují za kritické proměnné a zpravidla jsou to proměnné s elasticitou vyšší než 1.

Změnou takto zjištěných proměnných je možné nejvíce ovlivnit ekonomické výsledky celého projektu, a to jak negativně, tak pozitivně.

Kvalitativní analýza rizik

V rámci kvalitativní analýzy byl vypracován seznam rizik a následně matice rizik, obsahující pravděpodobnost výskytu rizika, závažnost rizika a úroveň rizika. Součástí matice je rovněž příčina vzniku rizika, opatření pro jeho zmírnění, správce rizika a zbytkové riziko.

Kvalitativní analýza rizik používá slov a číselných hodnot kritérií k popisu rozsahu možných následků a pravděpodobností, že se tyto následky přihodí. Její výstupy mohou sloužit jako zdůvodnění nutnosti provedení kvantitativní analýzy. Kvalitativní riziková analýza se především snaží vyjádřit míru rizika v případě, kde je obtížné ji konkrétně vyčíslit. Je založena na hodnocení využívající multioborové skupiny specialistů a expertů, kterých se daná problematika týká. Konkrétní výběr jednotlivých specialistů se v jednotlivých případech může lišit v závislosti na typu projektu. Pro správné provedení rizikové analýzy není zásadní konkrétní kvalifikace jednotlivých expertů, ale spíše schopnost uvažovat o problematice v širším kontextu se zaměřením na svůj obor.

Pozitiva tohoto přístupu jsou zejména ve schopnosti hodnotit dopady na projekt, které nelze elementárně vyjádřit v peněžních jednotkách. Kvalitativní hodnocení rizik může být prováděno v různých fázích přípravy projektu (nejen v rámci posuzování výsledků ekonomického hodnocení), například při definici variant, jejich předselekcí nebo monitorování vývoje projektu po realizaci.

Kvalitativní přístup se vyznačuje tím, že rizika jsou vyjádřena v určitém rozsahu (určena pravděpodobností nebo slovně). Konkrétní úroveň je určena kvalifikovaným odhadem. Kvalitativní přístup je jednodušší a rychlejší, ale více subjektivní. Po vyhodnocení konkrétních rizik jsou navržena opatření pro jejich prevenci a minimalizaci.

Kvantitativní analýza

U velkých projektů jsou kritické proměnné podrobeny kvantitativní analýze rizik, díky které je možné vypočítat nejpravděpodobnější výsledek ekonomické efektivity varianty, jeho směrodatnou odchylku či rozptyl. Zpravidla je toto posouzení provedeno metodou Monte Carlo, ta se skládá z opakovatelných náhodných extrahovaných sad hodnot kritických proměnných v příslušných definovaných intervalech a poté výpočtů výkonových ukazatelů (ENVP, EIRR, FNPV, FIRR). Opakováním tohoto postupu pro dostatečně velký počet (1000

iterací) extrahovaných hodnot lze získat předem definované přiblížení výpočtu jako pravděpodobnostní rozdělení ENPV, EIRR, FNPV, FIRR.

Kvantitativní posouzení zbytkových rizik projektu sestává z těchto kroků:

1. Rozdělení pravděpodobnosti u kritických proměnných, které udává pravděpodobnost výskytu dané procentní změny kritických proměnných. Výpočet rozdělení pravděpodobnosti u kritických proměnných je nezbytný k provedení kvantitativní analýzy rizik. Pro modelování předpokládaného chování kritické proměnné se zvolí příslušné rozdělení podle toho, zda existují informace o chování proměnné v minulosti. Gaussovo rozdělení je nejčastěji používaným rozdělením pravděpodobnosti, trojúhelníkové rozdělení se používá v případech, kdy neexistují podrobné informace o chování proměnné v minulosti.

2. Výpočet pravděpodobnosti NPV a IRR založený na simulaci metodou Monte Carlo, která poskytuje jako výstup rozdělení pravděpodobnosti a statistické ukazatele pro očekávaný výsledek (např. směrodatnou odchylku) u ukazatelů finanční a ekonomické výkonnosti projektu. Metoda Monte Carlo využívá opakovaných náhodných extrakcí sad hodnot kritických proměnných v příslušných definovaných intervalech pro výpočet výkonových ukazatelů (ENPV, EIRR, FNPV, FIRR) pro tyto sady hodnot. Opakováním tohoto postupu pro dostatečně velký počet extrahovaných hodnot (obecně ne více než několik set) lze získat pravděpodobnostní rozdělení ENPV, ERR, FNPV, FRR.

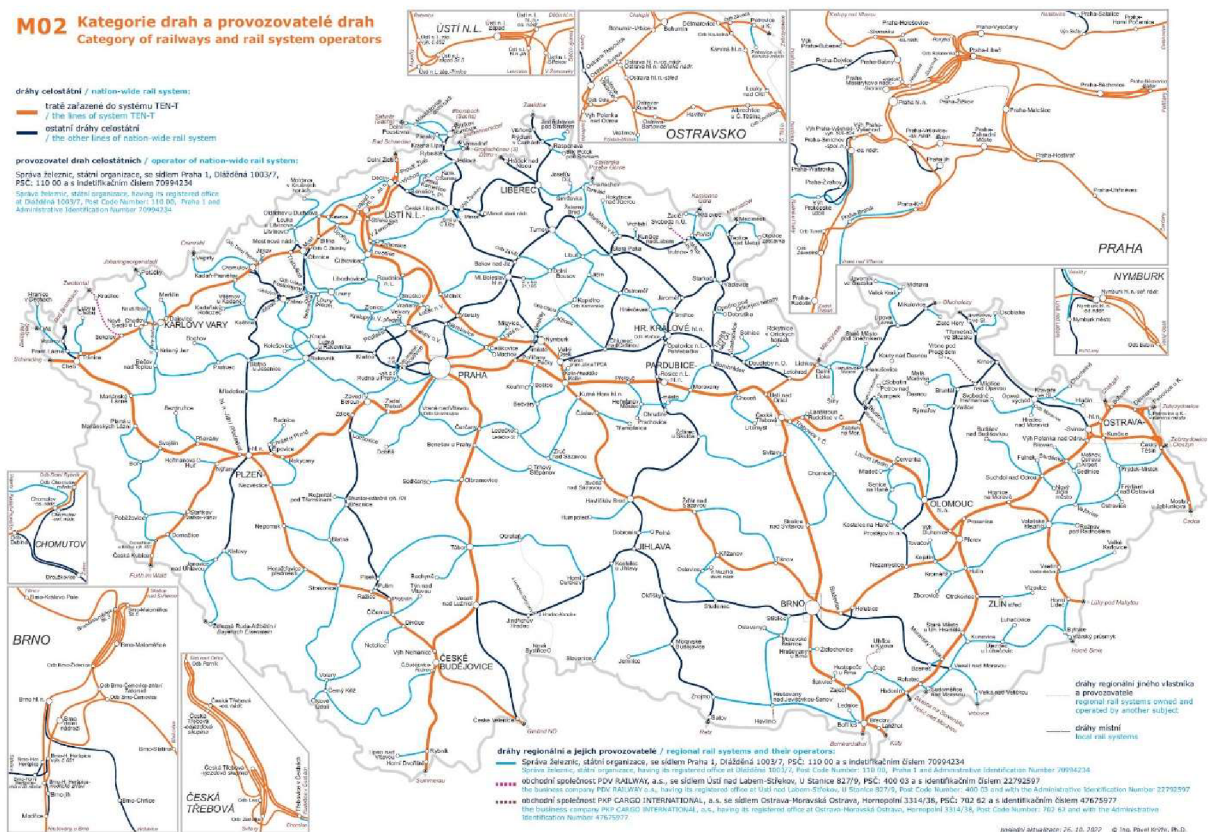
Výsledkem je kumulovaná pravděpodobnost ENPV, ERR, FNPV, FRR ve výsledném intervalu hodnot.

Úkolem posouzení rizik je tedy identifikovat možná rizika posuzovaných variant, zajistit a prokázat financovatelnost projektu při změně vstupů a stanovit opatření vedoucí k eliminaci naplnění rizik.

2.2 Železniční síť ČR

Česká železniční síť je tvořena více než 9 500 km tratí, přičemž 9 349 km [17] je ve vlastnictví státu, ostatní tratě jsou regionálního charakteru a jsou vlastněny jinými subjekty. Z globálního hlediska je Česká republika na 24. místě na světě v délce železniční sítě a současně na 1. místě z hlediska hustoty železniční sítě vzhledem k velikosti území s hodnotou 0,121 km tratě na km² území. Mapa české železniční sítě je znázorněna níže.

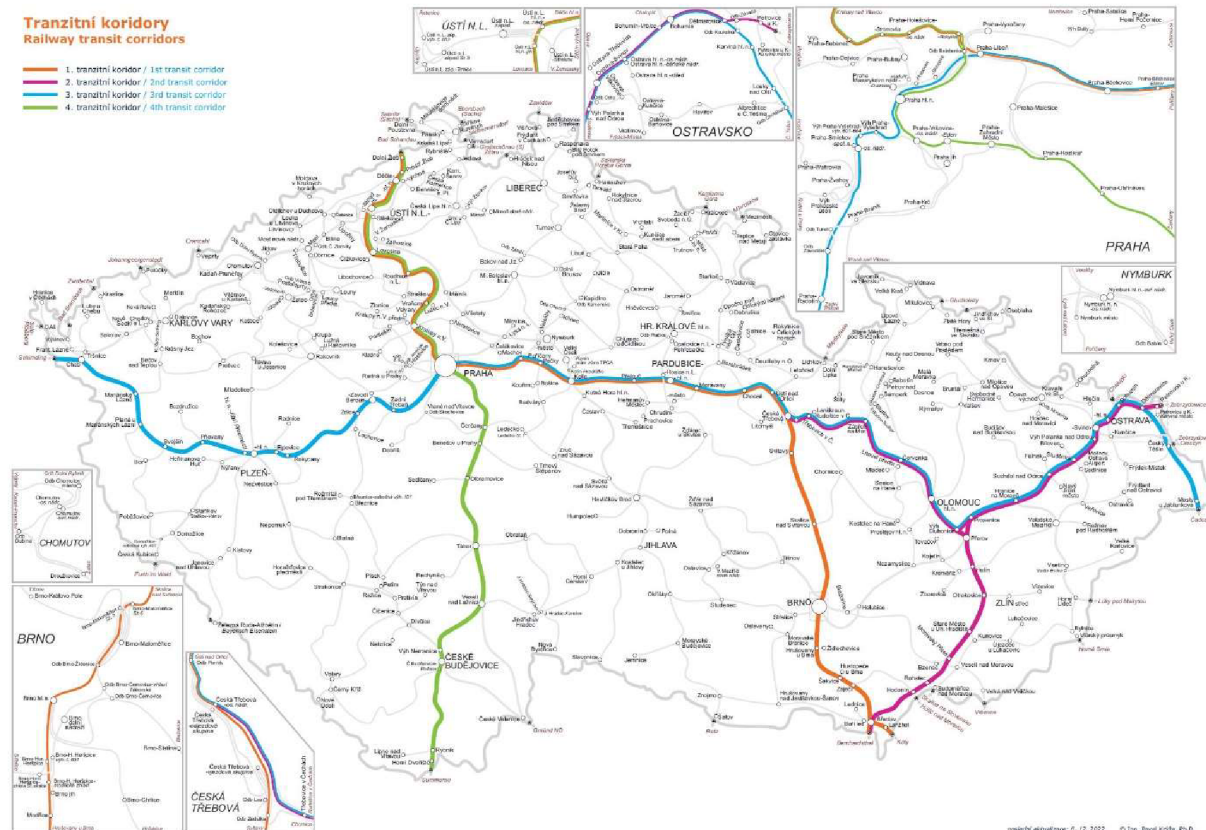
Obrázek 1 Mapa železniční sítě ČR



Zdroj: [Správa železnic, s. o.](#) [18]

Z hlediska dopravního zatížení jsou celostátní tratě vytíženy zpravidla více než tratě regionální, nejzatíženější tratě jsou pak tratě celostátní zařazené do systému tranzitních koridorů, které jsou znázorněny níže. Jedná se o tratě minimálně dvoukolejné, elektrizované s vysokým dopravním zatížením. Vyznačení 4 tranzitních koridorů je uvedeno na obrázku níže.

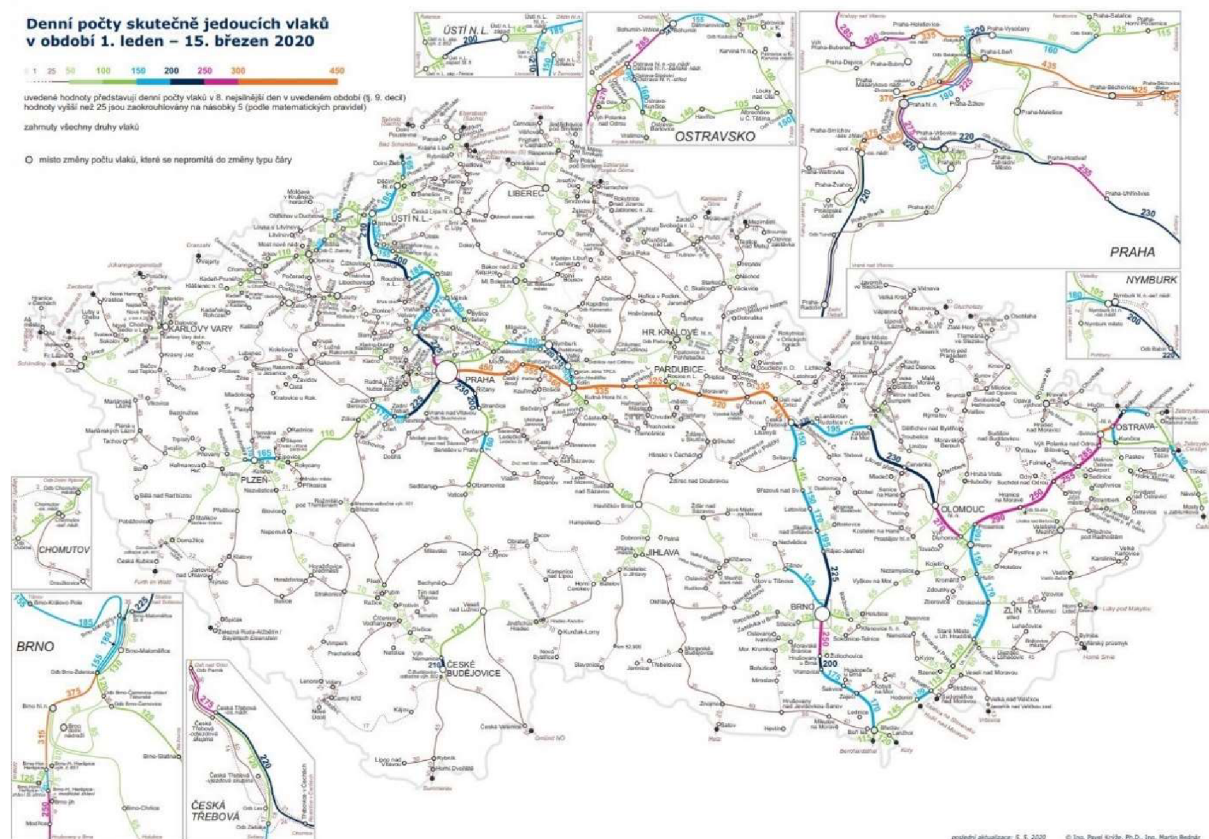
Obrázek 2 Tranzitní koridory ČR



Zdroj: [Správa železnic, s. o.](#) [18]

Dopravní zatížení jednotlivých tratí je dokumentováno níže a je z něj patrné, že dopravně nejvytíženější tratě kopírují koridorové tratě. To je samozřejmě dáno jednak jejich trasováním, kdy koridory propojují největší městské aglomerace ČR a dále také tím, že tranzitní koridory mají nejvyšší dopravní kapacitu, která je pro vysokou dopravní zátěž nezbytná. Dalšími místy s vysokou frekvencí vlaků jsou příměstské oblasti krajských měst, kde železniční doprava slouží v rámci integrovaných dopravních systémů pro denní dojíždku obyvatel do zaměstnání a škol.

Obrázek 3 Mapa železniční sítě ČR s vyznačením intenzity dopravy

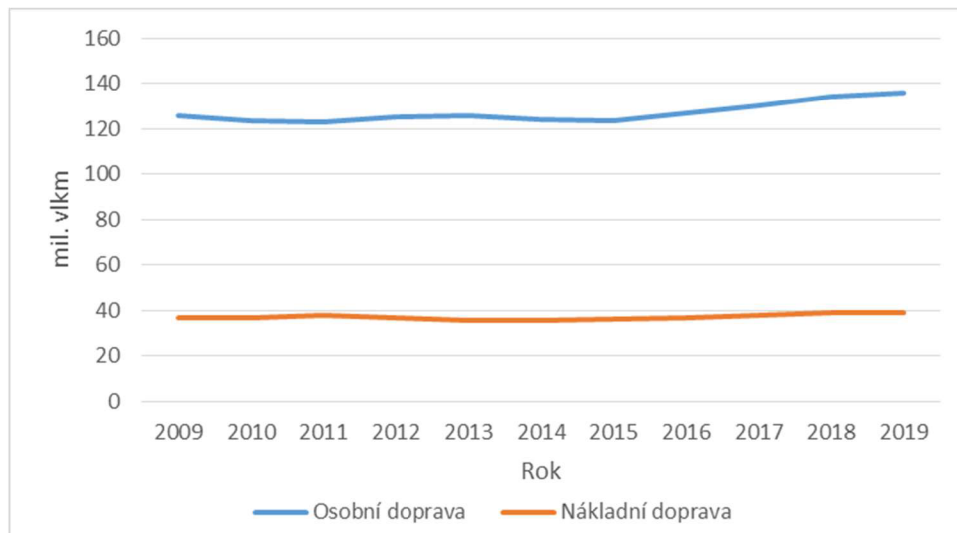


Zdroj: [Správa železnic, s. o.](#) [18]

Celkové dopravní výkony na české železniční síti jsou v případě nákladní dopravy v minulých letech konstantní a oscilují kolem hodnoty 37 milionů vlakových kilometrů ročně.

V osobní dopravě byly dopravní výkony v letech 2009-2014 rovněž konstantní, nicméně od roku 2015 docházelo k postupnému růstu z hodnoty 123,3 mil. vlkm až na 136,1 mil. vlkm v roce 2019. Zdrojem uvedených dat je ročenka dopravy České republiky vydaná Ministerstvem dopravy z let 2009 [19], 2014 [20] a 2019 [21].

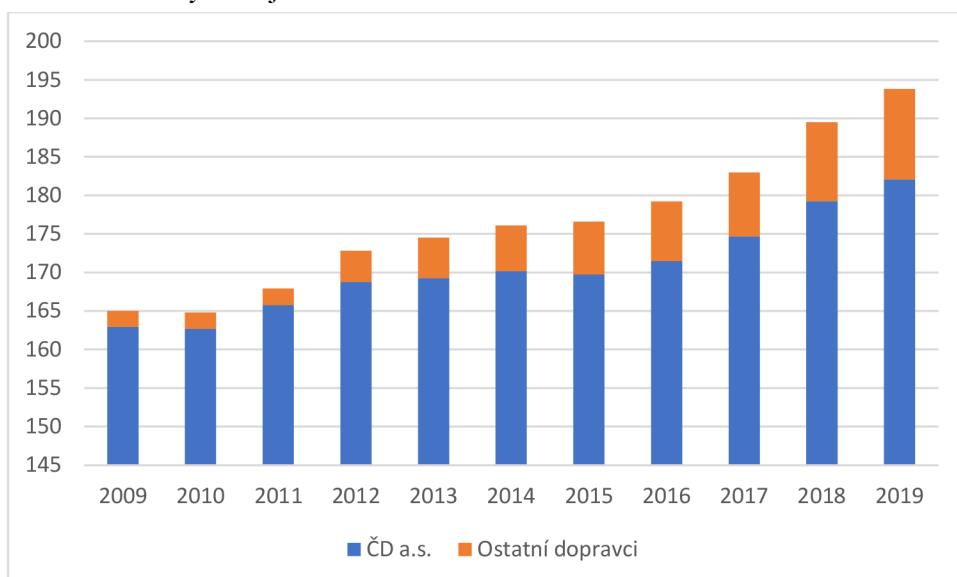
Obrázek 4 Dopravní výkony železniční dopravy v letech 2009-2019



Zdroj: [19], [20], [21]

Počty přepravených cestujících na železnici rovněž ve sledovaném období rostly, a to z hodnoty 165 mil. cestujících ročně v roce 2009 až na hodnotu 193,8 mil. cestujících ročně v roce 2019, nárůst během sledovaných deseti let činí 17,5 %, přičemž nejmarkantnější byl nárůst mezi 2015-2019. Pro sledované období je rovněž charakteristický nárůst podílu ostatních dopravců (např. Regiojet, Leo Express) na celkovém počtu přepravených cestujících. Podíl ostatních dopravců se mezi lety 2009 a 2019 zvýšil z původních 1,27 % na 6,06 %. Zdrojem uvedených dat je ročenka dopravy České republiky vydaná Ministerstvem dopravy z let 2009, 2014 a 2019 a výroční právy Českých drah a.s. z let 2009-2019.

Obrázek 5 Počty cestujících na železnici v letech 2009-2019



Zdroj: [19], [20], [21]

Obdobně jako počet cestujících roste i přepravní výkon osobní dopravy, ten dosahoval v roce 2009 6,5 mld. osobových kilometrů a v roce 2019 dosahoval již 10,9 mld. oskm. Z uvedeného vyplývá, že v průběhu času rostla průměrná obsazenost vlaků z 51,6 cestujících na 1 vlak v roce 2009 na 80,3 cestujících na 1 vlak v roce 2019. Průměrná obsazenost za dané období činí 64,64 cestujících/vlak.

Celkový přepravní výkon železniční dopravy vyjádřený v osobových kilometrech činí v rámci všech dopravních módů 21 %, na veřejné dopravě (při vynechání individuální automobilové dopravy) se železnice podílí 32,6 %, podobný je i podíl na přepraveném počtu cestujících, který činí pro železnici 34,8 % z celkového počtu cestujících ve veřejné dopravě. K uvedenému je třeba poznamenat, že podíly železniční dopravy na přepravě cestujících kontinuálně rostou.

Tabulka 1 Přepravní výkony v milionech oskm dle dopravního módu

Rok	Železniční	Autobusová	Letecká	Vodní	MHD	IAD
2009	6 503,2	9 493,6	11 330,5	10,5	15 555,1	72 290,0
2010	6 590,7	10 335,7	10 902,0	12,8	15 617,4	63 570,0
2011	6 714,0	9 266,7	11 585,6	14,8	15 281,5	65 490,0
2012	7 264,7	9 015,4	10 611,6	17,3	16 624,8	64 260,0
2013	7 600,6	9 025,6	9 603,9	16,2	16 276,2	64 650,0
2014	7 796,5	10 010,2	9 756,6	20,7	16 270,2	66 260,0
2015	8 298,1	9 995,9	9 701,0	13,5	16 100,0	69 705,0
2016	8 843,4	10 257,1	10 202,6	12,2	17 387,1	72 255,0
2017	9 497,6	11 177,8	11 326,1	12,5	17 824,2	74 327,0
2018	10 286,0	10 950,4	12 841,3	12,4	17 906,1	77 971,0
2019	10 830,6	10 547,0	11 804,2	14,8	18 520,2	81 179,0

Zdroj: [19], [20], [21]

V nákladní dopravě je situace obdobná jako v dopravě osobní. Podíl přepravních výkonů železniční dopravy na celkové nákladní dopravě je ve sledovaném období rostoucí. Z podílu 21,1 % v roce 2009 vystoupal podíl železniční dopravy na 28,0 % v roce 2019.

2.3 Bezpečnost v železniční dopravě

Jak bylo uvedeno v předešlých částech, bezpečnost v železniční dopravě je v rámci Rezortní metodiky hodnocena pouze v souvislosti s železničními přejezdy, tedy úrovnovým křížením silničních a železničních komunikací. Přínosy ze zvýšené bezpečnosti jsou kalkulovány na základě změny stupně zabezpečení železničního přejezdu, tedy při nahrazení výstražného kříže, světelným zařízením, případně světelným zařízením včetně závor. V rámci přípravy na zpracování vytyčeného tématu byl proveden průzkum odborné literatury věnující se bezpečnosti železniční dopravy.

V příspěvku [22] Edkins a Pollock analyzují typické příčiny železničních incidentů a na australské železnici na vzorku 112 mimořádných událostí z let 1990-1994. Příspěvek se věnuje zejména lidskému faktoru a vlivům, které mají nejvyšší podíl na vyvolání lidské chyby, jejíž důsledkem je mimořádná událost. Baysari a kolektiv ve své práci [23] z roku 2007 analyzují příčiny mimořádností a australské železnici prostřednictvím analýzy 40 vyšetřovacích zpráv za využití nástroje HFACS (the Human Factors Analysis and Classification System), přičemž docházejí k výsledku, že hlavní příčinou 43% nehod je závada na zařízení železniční cesty z důvodu nedostatečného dohledu nebo zkoušení, u mimořádností vyvolaných lidským faktorem je pak hlavní příčinou ztráta pozornosti vůdce vozidla spojená se sníženou bdělostí a únavou. Okolnostem ovlivňujícím lidský faktor při výskytu mimořádností se pak dále věnuje příspěvek Read a kol. [24].

Mimořádnostem na evropské železnici v letech 1980-2009 se věnuje článek [25] publikovaný Evansem, který statisticky shrnuje vývoj výskytu mimořádných událostí v rámci EU, Norsku a Švýcarsku. V článku [26] se Evans věnuje přístupu k hodnocení přínosů některých opatření ke zvýšení bezpečnosti na železnici v rámci EU, USA a částečně i Japonska, přičemž dokladuje nízkou ekonomickou rentabilitu některých řešení vyjádřenou prostřednictvím ukazatele B/C. Důvodem jsou vysoké pořizovací náklady na automatické vlakové zabezpečovací systémy a zároveň relativně malý počet nehod, kterým mohou zabránit. Současně ovšem poukazuje na fakt, že každá z nehod, která se na železnici stane a má lidské oběti, je velmi negativně vnímána, což vytváří tlak na zavádění bezpečnostních opatření, která nejsou standardní metodou CBA obhajitelná. Analýzou 407 železničních nehod a jejich příčin se zabývá Zhou v článku [27], kde jsou zkoumány spojitosti mezi latentními a aktivními chybami vedoucími k mimořádnostem na železnici. Tabaia v článku [28] zkoumá spojitost mezi vzděláním, délkou praxe a věkem ve vztahu k pravděpodobnosti vzniku mimořádnosti, přičemž odhaluje, že mezi těmito faktory a

pravděpodobností vzniku nehody neexistuje přímo prokazatelná spojitost, nicméně objevil spojitost mezi udržováním úrovně a demografickými údaji.

Bezpečnosti na železnici v kontextu její vzrůstající důležitosti v oblasti příměstských dopravních systémů se v publikaci [29] věnují Kim a kol. V publikaci analyzují místa nejčastější příčiny a místa vzniku nehod cestujících a současně analyzují nehodu i z hlediska demografického. Výsledkem je doporučení zavést systém bezpečnosti i dopravních společností zaměřený zejména na kritická místa infrastruktury a nejrizikovější části populace.

Metodice ekonomického hodnocení železničních staveb se věnuje Matrai v článku [30], kde zkoumá na dvou maďarských stavbách modernizujících stávající infrastrukturu (Optimalizace trati Budapest–Cegléd–Szolno, Modernizace trati Sopron–Szombathely–Szentgotthárd) diferenci ve výsledcích finanční a ekonomické analýzy provedené ex-ante a ex-post. Matrai v článku prezentuje na uvedených dvou případech dopady změn v metodice hodnocení železničních staveb a separátně pak i dopady započtení skutečných nákladů, dopravních výkonů a makroekonomických ukazatelů namísto vstupů předpokládaných v době zpracování hodnocení ex ante. V neposlední řadě je na a případu Modernizace trati Sopron–Szombathely–Szentgotthárd deklarován ekonomický dopad dopravních omezení v rámci výstavby a současně přínos ve formě vyšší spolehlivosti železniční dopravy po dokončení modernizace tratě. Z výsledků vyplývá, že zvýšená spolehlivost železniční dopravy (nižší počet zpoždění vlaků) má nezanedbatelný ekonomický přínos, zde konkrétně 30,9 mil. EUR, což v případě této stavby činí cca 15% investičních nákladů. Zde je třeba brát v potaz, že se jedná o nediskontované hodnoty a tedy, že celkový dopad na ekonomickou efektivitu nebude tak výrazný. Současně jsou výsledky tohoto výzkumu zatíženy jistou dávkou nejistoty, protože nemají k dispozici dostatečný objem dat, např. data o průměrném zpoždění vlaků po dokončení stavby jsou čerpána pouze z jednoho roku, konkrétně roku 2011.

Wemakor a kol. zkoumají v článku [31] souvislost mezi bezpečností železničního provozu a výkoností železniční sítě v kontextu britské železniční sítě, přičemž využívá statistických dat 17 přepravních společností z let 2006-2016

Tseng a kol. ve studii [32] zkoumají dopady zvýšené spolehlivosti na výsledky ekonomické efektivity železničních staveb, přičemž tyto dopady zkoumá na příkladu meziměstského přímého železničního spojení. Zvýšená spolehlivost železniční dopravy může být dle závěrů této studie relativně významným přínosem ekonomické CBA, přičemž je třeba zdůraznit, že se jedná o zjednodušený model přímého (bez přestupů) meziměstského spojení.

2.4 Bezpečnost železniční dopravy na území ČR

Provoz na železniční síti je řízen za pomoci zabezpečovacího zařízení. Železniční zabezpečovací zařízení je soubor technických prostředků a vazeb mezi nimi, které přispívají k bezpečnosti železničního provozu. Především tím, že kontrolují, případně i nahrazují činnost dopravních zaměstnanců při řízení železniční dopravy. Zabezpečovací zařízení dělíme na pět základních kategorií v závislosti na místě jejich použití [33]:

1. staniční zabezpečovací zařízení (SZZ),
2. traťová zabezpečovací zařízení (TZZ),
3. přejezdová zabezpečovací zařízení (PZZ),
4. vlaková zabezpečovací zařízení (VZ),
5. zařízení pro mechanizaci a automatizaci spádovišť (SpZZ).

Podle technologie (provedení závislostí) na [33]:

1. mechanická,
2. elektromechanická,
3. elektrodynamická,
4. elektropneumatická,
5. reléová (RZZ),
6. hybridní,
7. elektronická.

2.5 Ekonomika bezpečnosti železniční dopravy

Z hlediska vyhodnocení ekonomických dopadů bezpečnosti dopravy jsou v současně platné metodice zahrnuty 2 postupy, jak bezpečnost zohlednit.

Prvním postup se týká bezpečnosti úrovnových křížení, který byl definován dokumentem Stanovení přínosů ze zvýšení zabezpečení železničních přejezdů či jejich zrušení [34]. V tomto pokynu je uveden návod, jak vyčíslit přínosy vyplývající ze zajištění vyššího stupně zabezpečení železničních přejezdů, přičemž jsou zde rozlišeny 4 základní úrovně zabezpečení: výstražné kříže, přejezdové zabezpečovací zařízení světelné (PZS) bez závor, PZS se závorami a přejezdové zabezpečovací zařízení mechanické (PZM).

Druhý postup udává zjednodušené náklady nehodovosti v jednotlivých dopravních segmentech osobní a nákladní dopravy.

Tabulka 2 Zjednodušené externí náklady nehod

Zjednodušené externí NÁKLADY NEHOD			
druh dopravy, jednotka	dopravní mód	měrné náklady	
	CÚ	2017	2021
OSOBNÍ DOPRAVA [CZK/1000 oskm]	IAD	1 039	1 236,2
	BUS	396	471,2
	silniční CELKEM	1 080	1 285,0
	železniční	19	22,6
NÁKLADNÍ DOPRAVA [CZK/1000 tkm]	LNV	1 808	2 151,2
	TNV	328	390,3
	silniční CELKEM	547	650,8
	železniční	6	7,1

Zdroj: Rezortní metodika – aktualizované CBA tabulky (schválené 4. 5. 2021) [35]

Zdrojem pro sazby uvedené v tabulce výše je 10 let starý dokument External Costs od Transport in Europe, Delft 2011 [36]. V případě nákladní dopravy je měrná jednotka vztažena k tunovým kilometrům a v případě osobní dopravy k osobovým kilometrům. Využitelnost těchto hodnot je tedy limitována pouze na projekty, které mění úroveň poptávky po nákladní či osobní dopravě, případně mění délku trasy posuzovaného úseku – u železničních projektů se může např. jednat o napřimění trasy. Vzhledem k uvedeným limitům, jsou tak tyto hodnoty používány zejména u projektů, které svou realizací způsobí převedení cestujících mezi jednotlivými dopravními módy, což vyvolá diferenci v externích nákladech nehodovosti.

V rámci železniční infrastruktury jsou nezdědkou realizovány projekty rekonstrukcí, jejichž realizací často nedochází k převedení cestujících. Součástí těchto projektů je takřka vždy i investice do zabezpečovacích a sdělovacích zařízení a samozřejmě i do ostatních technických a technologických částí infrastruktury. Ke zvýšení bezpečnosti dopravy tak může docházet i v případě, že nedojde k převedení dopravy v rámci jednotlivých dopravních módů. To je předmětem Výzkumné otázky č. 1. Pro získání odpovědi na VO1 je nutné analyzovat bezpečnost provozu na železniční síti. To je provedeno za využití statistiky mimořádných událostí [37], která registruje všechny incidenty na železniční síti provozované Správou železnic, a. s.

2.6 Mimořádné události na železniční síti

V případě, že v rámci železničního provozu nastane nehoda či jiná nestandardní situace, hovoříme o mimořádné události. Mimořádné události jsou následně prošetřeny národním nezávislým orgánem – Drážní inspekcí.

Drážní inspekce je státní instituce, která odborně šetří příčiny a okolností vzniku mimořádných událostí (nehod). Jako vyšetřovací orgán je nezávislá na jakémkoli provozovateli drah a drážní dopravy. Má celkem 38 zaměstnanců v pěti městech České republiky (Ostrava, Brno, Praha, Plzeň, České Budějovice) [38].

Železniční síť na území ČR je takřka výhradně spravována státní organizací Správa železnic, výjimkou jsou některé lokální tratě jako např. Jindřichohradecké místní dráhy, a. s. nebo Železnice Desná.

Činnostmi, kterými se Správa železnic zabývá, jsou mimo jiné:

- zajišťování provozování železniční dopravní cesty a její provozuschopnosti
- zajišťování údržby a opravy železniční dopravní cesty
- zajišťování rozvoje a modernizace železniční dopravní cesty

Kromě výstavby, rozvoje a údržby železniční infrastruktury tedy zajišťuje Správa železnic provoz na železniční dopravní cestě. Samotné vlaky jsou provozovány státním či soukromými dopravci.

Správa železnic jakožto manažer železniční infrastruktury vede záznamy o mimořádných událostech. Pro potřeby této práce byla ke zpracování poskytnuta databáze [37], která obsahuje data pro celou síť za 10 let v letech 2009-2018, přičemž každý z roků obsahuje cca 1 100 mimořádných událostí, které jsou specifikovány dle různých kritérií a doplněny popisem obsahujícím:

- Dopady na zdraví
 - Úmrtí,
 - Vážná zranění,
 - Lehká zranění,
- Materiální škody,
- Náklady,
- Počet zpožděných osobních a nákladních vlaků,
- Celkové zpoždění osobní a nákladní dopravy,

- Příčinu vzniku mimořádné události
 - Technická,
 - Lidský faktor,
 - Ostatní.

Celkový počet údajů uváděných pro každou MU se v jednotlivých letech liší, přičemž platí, že čím aktuálnější data jsou, tím více popisných dat obsahují. V roce 2018 tak tabulka popisující MU obsahuje přes 100 sloupců popisujících MU.

Všechny mimořádné události na české železniční síti jsou kategorizovány na základě závažnosti a vzniklých škodách do 3 základních kategorií – vážné nehody, nehody a incidenty. Tyto tři základní kategorie jsou dále rozděleny do 31 podkategorií, které zahrnují i střety drážních vozidel se silničními vozidly či poruchy drážních vozidel [37].

- A1 srážka drážních vozidel s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- A2 vykolejení drážního vozidla s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- A3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- A4 střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly, včetně střetnutí drážních vozidel s chodci na úrovnovém křížení dráhy s pozemní komunikací s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- B1 srážka drážních vozidel s následky menšími než u vážné nehody,
- B2 vykolejení drážního vozidla s následky menšími než u vážné nehody,
- B3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následky menšími než u vážné nehody,
- B4 střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly, včetně střetnutí drážních vozidel s chodci na úrovnovém křížení dráhy s pozemní komunikací s následky menšími než u vážné nehody,
- B6 střetnutí pohybuujícího se drážního vozidla s osobou mimo úrovnové křížení dráhy s pozemní komunikací mající za následek smrt nebo újmu na zdraví,
- B7 požáry nebo výbuchy v drážních vozidlech s následkem nejméně značné škody,
- B8 MU na rozhraní sběrače HV a trakčního vedení s následky menšími než u vážné nehody,

- B9 blíže nespecifikované MU, vzniklé v souvislosti s pohybem drážních vozidel s následkem smrti nebo újmy na zdraví,
- B10 blíže nespecifikované MU, vzniklé v souvislosti s pohybem drážních vozidel s následkem nejméně značné škody,
- C1 srážka drážních vozidel s následky menšími než u vážné nehody a nehody,
- C2 vykolejení drážního vozidla s následky menšími než u vážné nehody a nehody,
- C3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následky menšími než u vážné nehody a nehody,
- C4 střetnutí drážních vozidel se silničními vozidly, včetně střetnutí drážních vozidel s chodci na úrovňovém křížení dráhy s pozemní komunikací s následky menšími než u nehody,
- C6 nedovolená jízda drážního vozidla za návěstidlo zakazující jízdu s následky menšími než u nehody,
- C7 požáry nebo výbuchy v drážních vozidlech s následky menšími než u nehody,
- C8 MU na rozhraní sběrače HV a trakčního vedení s následky menšími než u nehody,
- C9 lom kolejnice, při kterém došlo k ohrožení pohybujícího se drážního vozidla,
- C10 vybočení koleje, při kterém došlo k ohrožení pohybujícího se drážního vozidla,
- C11 lom kola nebo nápravy drážního vozidla, při kterém došlo k ohrožení pohybujícího se drážního vozidla,
- C12 nezajištěná jízda drážního vozidla s následky menšími než u nehody,
- C13 ujetí drážního vozidla s následky menšími než u nehody,
- C14 jízda drážního vozidla při otevřeném přejezdu s následky menšími než u nehody,
- C15 roztržení vlaku osobní dopravy,
- C16 selhání návěstních (zabezpečovacích) systémů s následky menšími než u nehody,
- C17 únik nebezpečné věci při její přepravě s následky menšími než u nehody,
- C18 ohrožení bezprostředním rizikem úniku nebezpečné věci při její přepravě,
- C19 blíže nespecifikované MU, vzniklé v souvislosti s pohybem drážního vozidla s následky menšími než u nehody.

Na železniční síti došlo v letech 2009 až 2018 průměrně ročně k 1 131 mimořádným událostem, a to včetně mimořádných událostí způsobených sebevrahy. V přehledu níže jsou statistická data očištěna o tyto mimořádné události a průměrný roční počet MU činí pro stejné období 908 MU / rok, 31 úmrtí, 66 těžkých zranění, 126 lehkých zranění a 296,6 mil. Kč v hmotných škodách (v CÚ 2021).

V rámci této práce není s MU způsobenými sebevrahy uvažováno, protože jejich výskyt je nezávislý na železniční infrastruktuře či opatřeních zvolených k její úpravě, a tedy nelze uvažovat s tím, že např. modernizace trati povede ke snížení počtu sebevražd na železnici.

Tabulka 3 Statistika MU očištěna o MU způsobené sebevrahy

Rok	Počet	Kategorie A	Kategorie B	Kategorie C	Úmrtí	Těžká zranění	Lehká zranění	Hmotné škody [Kč]
2009	1 159	4	220	935	26	86	173	238 343 988
2010	1 304	5	248	1 051	47	106	151	362 390 542
2011	949	8	206	735	29	76	167	296 019 923
2012	981	2	175	804	27	70	116	227 881 158
2013	789	1	153	635	24	51	87	198 792 550
2014	754	6	177	571	28	58	90	291 410 465
2015	716	9	154	553	30	52	140	623 091 693
2016	756	2	181	573	34	49	92	224 880 686
2017	838	4	198	636	34	58	127	218 908 982
2018	832	7	183	642	28	57	119	284 762 542
Celkem	9 078	48	1 895	7 135	307	663	1 262	2 966 482 529
Průměr	908	5	190	714	31	66	126	296 648 253

Zdroj: [37]

Po poklesu počtu mimořádných událostí v první polovině sledovaného období, dochází od roku 2015 k mírnému růstu, nicméně stále jsou hodnoty z roku 2018 pod úrovní průměru za sledovaných 10 let.

Nejčastějšími mimořádnými událostmi jsou v kategorii A události označené jako A1 a A2, tedy srážky drážních vozidel nebo vykolejení drážního vozidla, přičemž platí, že zejména v kategorii A1 je tento výskyt spojený s významnými dopady na zdraví a životy cestujících. V rámci těchto mimořádných událostí došlo během sledovaných 10 let k 5 úmrtím, 20 těžkým zraněním a 145 lehkým zraněním. Hmotné škody činily pro MU typu A1 a A2 638,1 mil. Kč (v CÚ 2021).

V rámci nehod jsou nejvýznamnějšími mimořádnými událostmi MU skupiny B4 a B6, které reprezentují srážky drážních vozidel se silničními vozidly nebo chodci na železničních přejezdech (B4) nebo mimo oblast železničních přejezdů (B6). Následkem zmíněných MU bylo 278 úmrtí, 548 těžce zraněných a 760 lehce zraněných během sledovaných 10 let. Celkové hmotné škody činily za sledované období takřka 876,6 mil. Kč (v CÚ 2021).

V kategorii incidentů zpravidla nedochází k újmě na životech či zdraví cestujících či zaměstnanců dráhy a dopravců. Samotné incidenty ovšem mají za následek nemalé hmotné škody, které průměrně činily ve sledovaném období 63,9 mil. Kč ročně (v CÚ 2021).

Příčiny vzniku mimořádných událostí jsou obecně kategorizovány do 4 základních skupin:

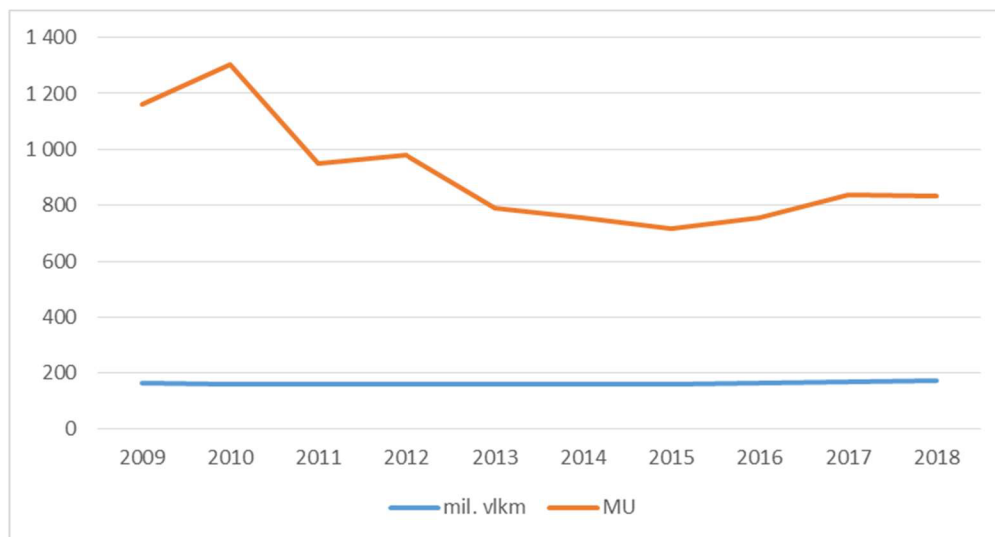
- lidský faktor,
- technické příčiny,
- ostatní,
- kombinace předešlých.

V rámci lidského faktoru jsou nejčastější příčiny nerespektování pokynů organizace drážní dopravy – typicky projetí návěsti či nedovolený vstup do kolejiště, významným zdrojem je také nedodržení pravidel silničního provozu a nedání přednosti železniční dopravě na úrovňových křižení komunikací.

Z technických příčin se jedná o závady vzniklé na železniční infrastruktuře a železničních vozidlech. Mezi ostatní příčiny vzniku MU patří zejména spadlé stromy na trati, srážky se zvěří a sesuté kamení.

Dominantní příčinou vzniku mimořádné události je z hlediska počtu MU lidský faktor, který byl v rámci sledovaného období let 2011-2018 označen za příčinu v 64,63 %. Technická příčiny jsou zdrojem 24,32 % mimořádných událostí a ostatní faktory pak 10,55 %, ve zbylých 0,50 % MU byly příčinou jejich vzniku kombinace výše uvedených faktorů.

Obrázek 6 Počet mimořádných událostí a dopravních výkonů na železniční síti



Zdroj: vlastní zpracování dle [37]

Databáze mimořádných událostí obsahuje velké množství dat o všech mimořádnostech vyskytujících se na železniční síti v ČR, a to za 10leté období. Vzhledem ke své komplexnosti byla v rámci disertační práce a navazujícího výzkumného projektu využita pro výpočet zjednodušených externích nákladů nehod železniční dopravy zasazených do reality české železnice.

3 ANALYTICKÁ ČÁST

V rámci první části jsou analyzována ekonomická hodnocení již realizovaných projektů s cílem definovat primární celospolečenské dopady investičních akcí na železnici.

Druhá část se věnuje bezpečnosti provozu na železniční síti ČR, a to formou analýzy statistických databáze [37] pro potřeby této práce. Statistická data obsahují údaje o mimořádných událostech na železniční síti z let 2009-2018 a to včetně detailů popisující datum a místo vzniku, příčinu vzniku mimořádné události a v neposlední řadě též škody způsobené každou mimořádnou událostí.

3.1 Analýza CBA vybraných projektů na železniční infrastruktuře

Jak bylo uvedeno v rešeršní části, analýza nákladů a přínosů využívá pro hodnocení projektu tzv. přírůstkovou metodu, tedy kvantifikaci rozdílů vzniklých po realizaci projektu oproti stavu bez realizace projektu. Tyto rozdíly jsou pak oceněny a výsledkem je diskontovaná suma těchto přínosů/nákladů, která se porovnává s diskontovanou sumou investičních nákladů projektu. V případě, že je rozdíl těchto hodnot kladný, jedná se o projekt finančně či ekonomicky efektivní, v opačném případě se jedná o projekt neefektivní.

Na základě autorem zpracovaných ekonomických hodnocení železničních staveb je v následující části uveden rozbor skladby přínosů v rámci finanční a ekonomické analýzy vycházející z 30 hodnocených projektů. Jedná se o projekty hodnocené mezi lety 2013-2018 za použití metodických pokynů z let 2013 (Prováděcí pokyny hodnocení ekonomické efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury) a 2016 (Metodika pro hodnocení ekonomické efektivnosti a ex-post posuzování nákladů a výnosů, projektů železniční infrastruktury, pozemních komunikací a dopravně významných vodních cest). Všechna data byla převedena cenovou úroveň roku 2021.

Pro převod mezi cenovými úrovněmi byly použity makroekonomické ukazatele zveřejněné v rámci CBA tabulek tvořících přílohu Rezortní metodiky ([CBA tabulky ver. 1.09](#), schválené 4. 5. 2021). Přehled makroekonomických ukazatelů je uveden níže.

Tabulka 4 Vývoj makroekonomických ukazatelů v letech 2010-2021

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Míra inflace	1,5%	1,9%	3,3%	1,4%	0,4%	0,3%	0,7%	2,5%	2,1%	2,8%	3,2%	2,2%
Index cen stavebních prací	-0,20 %	-0,50 %	-0,70 %	-1,10 %	0,50 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,30 %	2,35 %	3,70 %
Růst HDP na hlavu	2,1%	2,0%	-0,7%	-0,5%	2,7%	5,4%	2,4%	4,5%	2,8%	2,5%	2,3%	2,8%
Růst reálných mezd	0,70 %	0,60 %	-0,80 %	-1,60 %	2,60 %	2,80 %	3,80 %	4,30 %	5,40 %	4,30 %	2,40 %	3,00 %

Statistika vychází z hodnocení těchto staveb:

1) Ostrava Vítkovice – rekonstrukce kunčického zhlaví

Hlavním cílem stavby je rekonstrukce celého kunčického zhlaví s novým napojením vlečky Vítkovice Doprava a.s. a zrušení postradatelných kolejí a výhybek v celé stanici. Na redukované kolejiště bylo navrženo nové staniční zabezpečovací zařízení 3. kategorie dle TNŽ 34 2620.

Současně bude zvýšena rychlost v žst. Ostrava-Vítkovice na 120 km/h v hlavních kolejích na kunčickém zhlaví s předpokladem návaznosti zvýšení rychlosti v přilehlých úsecích.

2) Výstavba trakční napájecí stanice Albrechtice

Výstavba nové TNS byla nezbytná z důvodu zajištění napájení přilehlé tratě, neboť dříve provozovaná PTNS (převozná již byla na hranici životnosti. V případě, že by nebyla stavba realizována, existovalo reálné riziko, že nebude provoz na silně vytížené trati (zejména nákladní dopravou) moci být realizován v elektrické vozbě.

3) Revitalizace trati Bludov – Jeseník

Stavba je liniovou dopravní stavbou, jejíž základním cílem je revitalizace trati podle potřeb správce železniční dopravní cesty.

Stávající celostátní trať Bludov – Hanušovice má čtyři dopravní: Bludov, Ruda nad Moravou, Bohdíkov a Hanušovice. Žst. Bludov byla již rekonstruována v rámci stavby „Elektrizace trati Zábřeh – Šumperk“. Rekonstrukce žst. Hanušovice není součástí stavby „Revitalizace trati Bludov – Jeseník“. Na trati je 6 železničních zastávek: Bludov-Lázně, Bohutín, Bartoňov, Komňátka, Raškov a Hanušovice-Holba.

4) Revitalizace trati Vsetín – Velké Karlovice

Jedná se o rekonstrukci vlastní kolejové dráhy, tj. nutnou rekonstrukci železničního svršku a spodku i dotčených mostních objektů a propustků. Stavbou dále dojde k modernizaci technologických vybavení a zařízení. Jedná se zejména o zařízení zabezpečovací, sdělovací a energetická.

Pro zvýšení bezpečnosti vlakové dopravy bude v tomto traťovém úseku nově vybudováno traťové zabezpečovací zařízení 3. kategorie dle TNŽ 34 2620 bez traťového bodu pro provoz dle předpisu SŽ D1.

5) Revitalizace trati Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm

Předmětem projektu byla revitalizace jednokolejné železniční tratě Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm v km 5,238-13,225. Součástí projektu byla rekonstrukce železničního přejezdu v km 7,234, úprava traťového zabezpečovacího zařízení na přejezdech v km 6,253, 7,234, 9,971 a 12,162, úprava staničního zabezpečovacího zařízení v žst. Valašské Meziříčí, dopravně Střítež nad Bečvou a žst. Rožnov pod Radhoštěm a úprava sdělovacího zařízení v traťovém úseku Valašské Meziříčí - Rožnov pod Radhoštěm. Cílem stavby bylo zkrácení jízdní doby v předmětném traťovém úseku, zlepšení komfortu cestování a zvýšení bezpečnosti dopravy na uvedených železničních přejezdech.

6) Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl. n.

Rekonstrukce železničního svršku a spodku proběhla v úseku Krnov – Skrochovice (včetně) a v zastávkách Holasovice a Vávrovce a v žst. Opava západ. V rámci stavby byla navrhována nová nástupiště v zastávkách a v žst. s novými přístřešky. Ve stanicích byl zřízen elektrický ohřev výhybek (EOV) na vybraných výhybkách.

V traťovém úseku Opava východ – Krnov byla instalována nová SZZ a TZZ s úsekovým řízením. Řídicí stanoviště s jednotným obslužným pracovištěm (JOP) bylo instalováno v žst. Krnov ve stávající dopravní kanceláři.

7) Modernizace traťového úseku Brno Maloměřice (včetně) – Brno-Židenice (mimo)

Cílem stavby je komplexní rekonstrukce traťového úseku Odbočka Brno-Židenice – Brno-Maloměřice, tj. kolejí č. T1, T2 od km 158,790 po km 161,459 a části kolejí T1a, T2a trati Brno – Havlíčkův Brod. Náplní stavby bylo i nové trakční vedení, protihlukové stěny, rekonstrukce mostních objektů a propustku, zrušení podchodu ve stanici Brno-Maloměřice a úpravy zabezpečovacího i sdělovacího zařízení na trati i odbočce Brno-Židenice.

8) DOZ trati Újezdec u Luhačovic (mimo) – Vlárský průsmyk

Základním cílem stavby byla modernizace stávajícího zabezpečovacího, sdělovacího a silnoproudého zařízení v jednotlivých žst. a traťových úsecích, a to v úseku Vlárský průsmyk – Újezdec u Luhačovic (mimo) s návazností na stávající SZZ v žst. Újezdec u Luhačovic a na stávající SZZ v žst. Horné Srnie (ŽSR) na území Slovenské republiky.

9) Zvýšení trakčního výkonu TNS Ústí u Vsetína

Trakční napájecí stanice byla rekonstruována primárně z důvodu zajištění provozuschopnosti napájení elektrizované trati Hranice n. M. – st. hranice SR a současně také z důvodu navýšení trakčního výkonu.

10) Rekonstrukce kol. 1 a 2 Ostrov n. O. – Žďár n. S.

Předmětem stavby byla rekonstrukce části dvoukolejné železniční trati Brno-Židenice – Havlíčkův Brod – Kolín, v mezistaničním úseku Ostrov nad Oslavou – Žďár nad Sázavou a záhlaví železničních stanic Ostrov nad Oslavou a Žďár nad Sázavou.

Hlavní části stavby jsou kolejové úpravy železničního svršku a spodku, úpravy mostních objektů a propustků, rekonstrukce systému trakčního vedení, rekonstrukce železničního zabezpečovacího, sdělovacího a silnoproudých zařízení a rozvodů.

11) Zvýšení rychlosti v žst. Prosenice

V rámci stavby proběhly kolejové úpravy, jejichž výsledkem bylo zvýšení traťové rychlosti, zkrácení jízdních dob, zajištění bezpečného provozu, zajištění požadavků interoperability a provozní ověření spolehlivosti výhybek tvaru J60-1:33,5-8000/4000-PHS.

Nová kolejová spojka tvořená výhybkami tvaru J60-1:33,5-8000/4000-PHS zajistí rychlost ve spojnici 160 km/h.

Stavba bude mít za následek také nutnost upravit prvky navazující infrastruktury.

12) Studie proveditelnosti Šumperk – Olomouc

Cílem vybrané varianty bylo provedení opatření pro maximalizaci traťové rychlosti převážně na stávajícím tělese dráhy až do hodnoty 160 km/h, odstranění většiny propadů traťové rychlosti na méně než 100 km/h v úseku Olomouc – Uničov, resp. na méně než 70-80 km/h Uničov – Šumperk.

13) Zřízení EOv na jednokolejných tratích v obvodu OŘ Olomouc a doplnění EOv v žst.

Zábřeh na Moravě a žst. Hranice na Moravě

Zřízení či doplnění elektrického ohřevu výměn v dopravnách Drahanovice, Třebčín, Věžky, Hlubočky, Jindřichov na Moravě, Zábřeh na Moravě a Hranice na Moravě.

14) Modernizace trati Brno – Přerov, studie proveditelnosti

Východiskem pro technické zpracování vybrané varianty byla maximalizace traťové rychlosti až k 200 km/h. Při návrhu technického řešení bylo sledováno především dosažení homogenizace traťových rychlostí, která je nutná pro dosažení výrazných úspor jízdní doby. Nejvyšší návrhová rychlost 200 km/h je dosažena v souvislém úseku Ponětovice - Přerov.

15) Zvýšení traťové rychlosti Valašské Meziříčí – Hustopeče

Předmětem stavby bylo zvýšení rychlosti dvoukolejné železniční trati č.280 Horní Lideč st.hr. – Hranice na Moravě, v mezistaničním úseku Valašské Meziříčí – Hustopeče nad Bečvou, km 16,038-20,341 (4,303 km) a km 21,597-24,038 (2,441 km) včetně žst. Lhotka nad Bečvou (km 20,341-21,597). V těchto úsecích byl rekonstruován železniční svršek a spodek s cílem dosažení traťové třídy zatížení D4 UIC a zajištění prostorové průchodnosti pro ložnou míru UIC GC. Byly rekonstruovány železniční mosty a propustky. Návrhová rychlost pro klasické soupravy je až 135 km/h a pro naklápěcí soupravy až 160 km/h.

V rámci stavby byla dále provedena rekonstrukce žel. přejezdů, rekonstrukce trakčního vedení a ukolejnění, rekonstrukce sdělovacích, zabezpečovacích a silnoproudých zařízení a rozvodů, včetně osvětlení. V celém úseku proběhla příprava na dálkové ovládání z CDP Přerov.

16) Rekonstrukce žst. Hanušovice

V rámci stavby došlo k rekonstrukci a modernizaci železničního svršku a spodku včetně odvodnění, modernizaci nástupišť, rekonstrukci mostů, propustků, zdí a pozemních objektů, komplexní modernizaci železničního zabezpečovacího a sdělovacího zařízení a v neposlední řadě též k modernizaci silnoproudých zařízení a rozvodů.

17) Výstavba nové železniční zastávky Baťův kanál-výklopník

Výstavba nové železniční zastávky Baťův kanál-výklopník vycházela z dlouhodobého záměru zřízení železniční zastávky v tomto turistickém areálu.

18) Rekonstrukce železniční zastávky Ramzová

V rámci této stavby byla navržena rekonstrukce železničního spodku a svršku zastávky včetně odvodnění. Dále je rekonstruováno úrovněvé nástupiště včetně pozemních objektů a vybavenosti zastávky.

19) DOZ Mikulovice – Jeseník

Náplní stavby je přestavba železniční stanice Jeseník za účelem zlepšení komfortu cestujících při nastupování, vystupování a přístupu k vlakům (nová nástupiště, informační zařízení) a zvýšení bezpečnosti železniční dopavy instalací nového zabezpečovacího a sdělovacího zařízení.

20) Studie proveditelnosti trati Horní Lideč st. hr. – Hranice na Moravě

Náplní stavby byla realizace opatření vedoucí ke zkrácení cestovních dob dálkové dopavy, pro zlepšení přestupních vazeb, zvýšení bezpečnosti dopavy, přístupnosti cestujících k vlakům a vyloučení omezení vzájemné polohy protisměrných vlaků současně s naplněním požadavků interoperability.

21) Rekonstrukce žst. Jaroměř

V rámci stavby byla navržena rekonstrukce železničního spodku a svršku včetně odvodnění, včetně výstavby systému nástupišť s mimoúrovňovým přístupem s cílem zajistit bezbariérový přístup pro cestující z úrovně přednádraží do úrovně kolejiště a nástupišť.

Současně bylo modernizováno železniční zabezpečovací, sdělovací a silnoproudá zařízení a rozvody, včetně osvětlení.

22) Rekonstrukce SZZ Veselí nad Moravou

Ve stavbě byl řešen železniční svršek a spodek, umělé stavby, sdělovací a zabezpečovací zařízení, silnoproudé rozvody a EO.V. Cílem rekonstrukce bylo zvýšení rychlosti v hlavních staničních kolejích z 70 km/h na 80 km/h, zvýšení rychlosti ve vjezdovém oblouku do žst. Veselí nad Moravou směrem od žst. Bzenec z 70 km/h na 80 km/h, umožnění průjezdného průřezu J-GC a v případě mostních objektů umožnit třídu zatížitelnosti D4

Současně s tím bude zvýšena bezpečnost železniční dopavy instalací nového zabezpečovacího zařízení umožňující dálkové ovládání technologických zařízení železniční dopavní cesty. Ve stanici bude rovněž zajištěn bezbariérový přístup pro cestující.

23) Studie proveditelnosti Železničního uzlu Brno (ŽUB)

Hlavním předmětem a úkolem zpracování studie bylo nalezení návrhů modernizace ŽUB, které dokážou splnit základní požadavky na kvalitní, V širším kontextu má řešení ŽUB vliv i na neželezniční veřejnou hromadnou dopravu Jihomoravského kraje. Ovlivňuje též území, které je dostupné pěší

docházkou z jednotlivých železničních stanic a zastávek.

24) Rekonstrukce Žst. Přerov, 2. stavba

Prioritním cílem řešeného projektu je zvýšení kvality a bezpečnosti železniční dopravy, za současného zvýšení traťové rychlosti s návrhem kolejových úprav tak, aby vyhověly výhledovým kapacitním požadavkům.

V obecné rovině byly na stavbu kladeny tyto požadavky:

- zvýšení úrovně služeb a kultury cestování,
- zlepšení bezpečnosti pro cestující i zaměstnance,
- zvýšení plynulosti dopravy,
- zvýšení rychlosti, zkrácení cestovních dob.

25) Rekonstrukce mostů v km 142,550 a 142,552 v žst. Brno hl.n. (Křídlovická)

Předmětem stavby byla komplexní rekonstrukce mostů v km 142,550 a 142,552 v žst. Brno hlavní nádraží. Při rekonstrukci byly sanovány kamenné opěry a ocelové nýtované konstrukce mostů. Současně byla provedena rekonstrukce železničního spodku i svršku a zřízen elektrický ohřev výhybek na mostě.

26) Výstavba zastávky Ostrava-Zábřeh

Hlavním cílem stavby bylo vybudování nové železniční zastávky na dvojkolejné elektrifikované trati Český Těšín – Polanka nad Odrou v místě křížení této železniční tratě s ulicí Výškovicou v městské části Ostrava – Zábřeh tak, aby byla zajištěna možnost komfortního přestupu na městskou hromadnou dopravu. Nová železniční zastávka zároveň obslouží přilehlé obytné lokality a obchodní centrum. Zastávka Ostrava-Zábřeh bude po výstavbě kompletně bezbariérově přístupná, včetně kamerové systému a informačních systémů pro cestující.

27) Rekonstrukce žst. Přerov, 3. stavba

V rámci stavby byla realizována třetí traťová kolej mezi dopravami Brodek u Přerova – Dluhonice, která je určena pro všechny vlaky na směr jízdy Olomouc hl. n. – Hranice na Moravě a umožňuje jejich bezkolizní jízdu ze všemi vlaky ve výhybně Dluhonice při možnosti tří současných jízd na brodeckém zhlaví výhybny.

28) Rekonstrukce mostu v km 244,879 trati Brno – Česká Třebová

Předmětem stavby byla sanace a statické zajištění obnažené spodní stavby a základů během realizace souvisejícího stavebního záměru „III/35847 – Optimalizace průjezdného profilu podjezdů pod železniční trati v České Třebové“ – investor Pardubický kraj. Součástí stavby je také statické zajištění křídel mostu v km 3,948 TU 1871

29) Rekonstrukce žst. Vsetín

Stavbou bude kompletně rekonstruována stanice včetně zcela nového řešení kolejíště stanice a rekonstrukce přidružených objektů. Železniční stanice bude vybavena novým zabezpečovacím zařízením 3. kategorie typu elektronické stavědlo.

30) Rekonstrukce žst. Bystřice pod Hostýnem

Rekonstrukcí Žst. Bystřice pod Hostýnem dojde k modernizaci staničního zabezpečovacího zařízení a traťového zabezpečovacího zařízení směr Osíčko a ke zvýšení bezpečnosti dopravy. Kromě toho budou vybudovány bezbariérová nástupiště a přístupy na ně, nová, bezbariérově přístupná výpravní budova.

3.1.1 Finanční analýza

V rámci finanční analýzy jsou vyhodnoceny výsledky finančních analýz výše uvedených projektů a dále pak popsány dominantní přínosy projektů z pohledu investora projektu – Správy železnic, s. o.

Tabulka 5 Souhrn statistických dat finanční analýzy 30 vybraných staveb, CÚ 2021 v mil. Kč¹

Finanční tok / hodnota	Investiční náklady	Zůstatková hodnota	Provozu-schopnost	Provozování	Příjmy z popl. za DC	Ostatní
Celkem	98 030,36	2 916,36	29 774,02	3 674,98	563,66	730,90
Průměr	3 267,68	97,21	992,47	122,50	18,79	24,36
Maximální hodnota	34 927,84	1 388,37	8 185,17	673,48	348,51	347,25
Minimální hodnota	20,24	0,00	-19,31	0,00	0,00	0,00
Směr. odchylka	7 895,98	284,31	2 001,12	174,15	68,64	65,49

Zdroj: vlastní zpracování

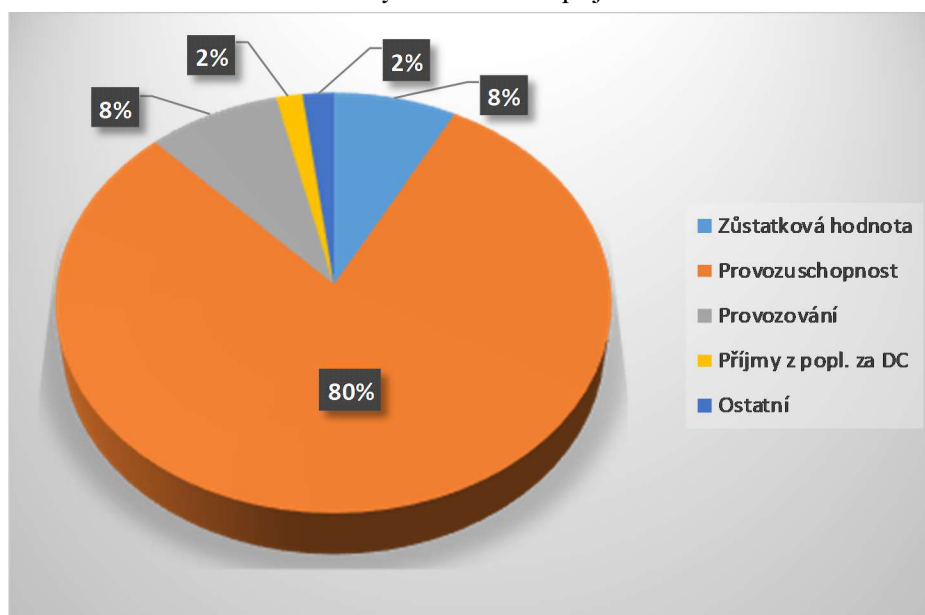
K uvedenému je třeba poznamenat, že žádná z uvedených staveb nedosahuje kladných výsledků z hlediska finanční analýzy. Z hlediska velikosti projektu se jedná ve velké většině o „malé“ stavby², ačkoliv jsou průměrné náklady stavby 3 mld. Kč. Důvodem takto velkých průměrných

¹ Jedná se ve všech případech o diskontované hodnoty a v případě investičních nákladů o hodnoty bez započteného DPH a rezervy, která činí ve většině případů 10 % ze stavebních nákladů projektu.

² Malé projekty jsou projekty, jež nejsou velkými projekty. Velkým projektem v rámci programového období EU 2014 – 2020 (dle definice čl. 100 Nařízení 1303/2013, resp. je dle definice Prováděcího nařízení Komise (EU) 2015/207, v souladu s čl. 2.22 směrnice MD č. V-2/2012, změna č. 4) stavba (soubor staveb, technologie),

nákladů je investiční náročnost některých velkých projektů, které zahrnují soubory několika staveb, konkrétně se v tomto případě jedná o stavby: Modernizace tratě Brno – Přerov, Rekonstrukce železničního uzlu Brno a Studie proveditelnosti trati Horní Lideč st. hr. – Hranice na Moravě. Tyto tři stavby dosahují společně investičních nákladů bez rezervy a DPH ve výši takřka 74 mld. Kč.

Obrázek 7 Skladba diskontovaných finančních příjmů



Zdroj: vlastní zpracování

Celkové diskontované přínosy dosahují 37,7 mld. Kč a jsou tak na úrovni 38,4 % diskontovaných nákladů. Dominantním přínosem z hlediska investora je úspora nákladů na provozuschopnost (náklady na opravy či údržbu) a dále pak úspora nákladů na provozování (náklady na zaměstnance) vyplývající ze zavádění nových technologií umožňujících dálkové ovládání stanic, zastávek a celých tratí při snížení počtu pracovníků v modernizovaných zastávkách a stanicích. Samotné navýšení provozních příjmů bývá pro správce infrastruktury minimální a nastává z pravidla u velkých projektů, které např. zdvoukolejnují tratě či jinak zvyšují současnou kapacitu infrastruktury, tak aby bylo umožněno zhuštění dopravní nabídky oproti stavu bez projektu. Z vyššího dopravního zatížení pak plynou vyšší provozní příjmy ve formě příjmů z poplatku za dopravní cestu. Ostatní příjmy jsou tvořeny především výzisky při výstavbě a tvoří nepatrnou část z celkových příjmů investora.

jejíž celkové náklady bez DPH přesáhnou 1,8 mld. Kč za předpokladu, že DPH není pro investora způsobilým výdajem; v opačném případě se jedná o stavbu (soubor staveb, technologií), jejíž celkové náklady s DPH přesáhnou 1,8 mld. Kč.

3.1.2 Ekonomická analýza

Vyhodnocení celospolečenských dopadů všech hodnocených projektů je uvedeno níže, a kromě vstupů zahrnutých ve finanční analýze zahrnuje též dopady ekonomické – celospolečenské, ty mohou být jak kladné, tak záporné. Tyto ekonomické dopady vyplývají zejména ze změn, které projekt vyvolá v dopravě samotné – zkrácení jízdních dob, zvýšení dopravní nabídky, snížení externalit dopravy atd. Závěrem této části je vypočten podíl jednotlivých dopadů na celkovou přínosnost projektů.

Tabulka 6 Souhrn statistických dat ekonomické analýzy 30 staveb, CÚ 2021 v mil. Kč³

Ekonomický tok / hodnota	Investiční náklady	Zůstatková hodnota	Provozu-schopnost	Provozování	Úspora času
Celkem	87 437,65	11 904,08	25 522,95	2 160,84	47 926,87
Průměr	2 914,59	396,80	850,76	72,03	1 597,56
Maximální hodnota	33 523,65	10 579,41	7 236,91	402,77	17 202,27
Minimální hodnota	17,47	0,00	-15,68	0,00	0,00
Směr. odchylka	7 214,96	1 894,45	1 725,29	101,52	4 000,72
Ekonomický tok / hodnota	Zvýšení bezpečnosti	PN vlaků	Snížení externalit	Úspora PN silnice	Ostatní
Celkem	773,96	-114,96	12 749,50	7 586,24	14 513,56
Průměr	25,80	-3,83	424,98	252,87	483,79
Maximální hodnota	173,59	663,93	10 958,42	7 534,11	14 192,99
Minimální hodnota	0,00	-788,84	-2,77	-314,82	-4,90
Směr. odchylka	46,19	190,65	1 967,08	1 354,01	2 545,81

Zdroj: vlastní zpracování

V rámci ekonomické analýzy je rozdělení příjmů více diverzifikované, součástí těchto příjmů jsou stejně jako ve finanční analýze úspory provozních nákladů investora, tedy manažera železniční infrastruktury, upravené na ekonomické ceny. Za hlavní a nejvýraznější příjem je možno označit příjem plynoucí ze zkrácení jízdních dob, resp. z úspory času. K úspoře času dochází ve většině případů vlivem zvýšení maximální traťové rychlosti, případně odstraněním lokálních propadů rychlosti. K úspoře času, ale může vést též zkrácení přístupu na nástupiště či vybudování přestupního terminálu, který urychlí přestup mezi jednotlivými dopravními prostředky. V rámci velkých projektů, u kterých je proveden multimodální dopravní model, se pak pracuje s vnímanou cestovní dobou⁴. Velikost úspory času vyjádřená v osobohodinách je

³ Jedná se ve všech případech o diskontované hodnoty uvedené v ekonomických cenách a v případě investičních nákladů o hodnoty bez započteného DPH a rezervy, která činí ve většině případů 10% ze stavebních nákladů projektu.

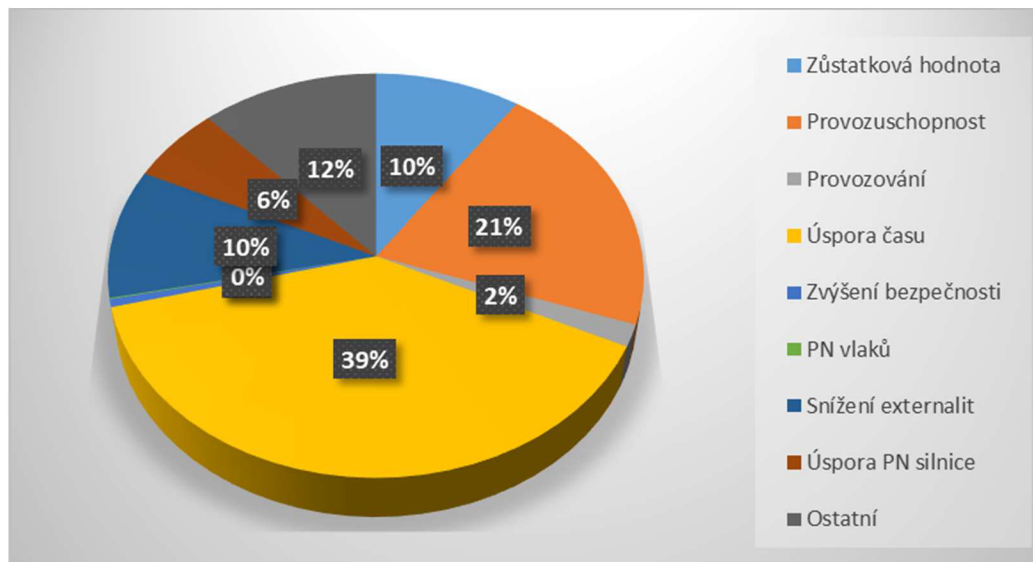
⁴ Vnímaná cestovní doba – nejedná se o pouhý rozdíl mezi jízdními dobami na železnici. Vnímaná cestovní doba (PJT=percieved journey time), která pracuje s jednotlivými složkami cesty „dveře – dveře“, které jsou ohodnoceny

tak v případě velkých projektů vypočtena specializovaným softwarem, a to pro celou dopravním modelem řešenou oblast a pro všechny modelem řešeném dopravní prostředky. Výsledná úspora času vyjádřená v osobohodinách pak nezahrnuje pouze prostý součin úspory jízdní doby a počtu cestujících, ale úsporu celkové vnímané doby všech cestujících v dopravním modelu ve všech dopravních prostředcích. Z úspory času pak vyplývá další významný celospolečenský přínos železničních projektů, a to je převedení dopravy ze silnice na železnici. K převedení cestujících dochází z titulu zvýšení nabídky spojů na železnici nebo vlivem kratších jízdních dob, kdy se železnice stane konkurenceschopnou oproti ostatním druhům přepravy. Z uvedeného vyplývá, že k převedení cestujících dochází zejména u Velkých projektů, u kterých ke zvýšení kapacity, a tedy zahuštění dopravní nabídky dochází nejčastěji a rovněž je u těchto projektů dosahováno nejvyšších časových úspor. Počet převedených cestujících, resp. osobových kilometrů je v tomto případě opět kalkulován specializovaným softwarem na základě výstupů z dopravního modelu. Převedení cestujících se poté projeví v rámci ekonomické analýzy úsporou na straně provozních nákladů silniční dopravy (jezdí méně aut) a úspor v externalitách dopravy (auta jsou nahrazena vlaky, které produkují méně externalit nežli auta). Zmíněné provozní úspory a přínosy plynoucí ze zkrácení jízdních dob a převedení cestujících tvoří u sledovaných staveb cca 55,5 % celospolečenských přínosů. Úspora provozních nákladů správce železniční infrastruktury činí 22,5 %, zůstatková hodnota investic 10 % a zbylých 12 % jsou ostatní příjmy projektů. Zůstatková hodnota byla u části staveb vypočtena podle metodických pokynů z roku 2013 jako zůstatková hodnota jednotlivých skupin stavebních objektů a provozních souborů na konci referenčního období. U části staveb byla vypočtena podle metodických pokynů z roku 2016 jako součin celospolečenských přínosů v posledním roce hodnotícího období a délky ekonomické životnosti stavby po skončení hodnotícího období. Tato změna radikálně mění výsledky zůstatkové hodnoty, která u staveb hodnocených podle metodiky z roku 2016 nabývá mnohem vyšších hodnot než podle předchozích platných metodik. Zůstatková hodnota tak u staveb hodnocených dle novějších metodik získává vyšší podíl na celkových přínosech navzdory jejímu vysokému diskontování. Negativním vlivem zejména u velkých projektů je nárůst nákladů na provoz vlaků, který logicky vyplývá ze zvýšené nabídky železničních spojů, nicméně i v těchto případech může dojít k poklesu těchto nákladů, a to při elektrizaci tratě za podmínky, že navýšení počtu spojů

specifickými vahami. Výsledná hodnota uspořené času je tak součtem uspořené času železniční, převedené (doprava převedená ze silnice na železnici) a indukované dopravy, tj. dopravy, která je vyvolaná realizací projektu. Ve výpočtu vnímané cestovní doby je kromě samotné jízdy dopravním prostředkem zohledněna suma všech pěších cest, doba čekání na první spoj, doba čekání na spoj při přestupu i počet přestupů.

oproti stavu bez projektu není příliš vysoké. Elektrizace s sebou přináší nižší jednotkové náklady na provoz vlaků. U projektů, kde nedochází k zahuštění dopravní nabídky, může naopak docházet k poklesu těchto nákladů, a to z důvodu harmonizace traťových rychlostí, a tedy minimalizace nutnosti brždění a opětovného zrychlování.

Obrázek 8 Skladba diskontovaných celospolečenských příjmů



Zdroj: vlastní zpracování

4 POSTUP ŘEŠENÍ A DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

V rámci této části jsou na základě výstupů analytických částí této práce hledány odpovědi na výzkumné otázky:

VO1 Jakou měrou lze prostřednictvím modernizace železniční infrastruktury snížit četnost a míru dopadu vzniku mimořádných událostí?

VO2 Jakým způsobem je možné využít databázi mimořádných událostí spravovanou Správou železnic v procesu optimalizace metodického postupu pro hodnocení ekonomické efektivity realizace staveb železniční infrastruktury?

V úvodu je na základě získaných dat [37] vypočten externí náklad bezpečnosti železniční dopavy, v druhé části je pak zkoumán vztah mezi četností výskytu MU a realizací projektu, a to společně s vyčíslením celospolečenských nákladů spojených s mimořádnostmi na železnici.

4.1 Externí náklady nehod na železnici

V rámci disertační práce byly prověřeny hodnoty zjednodušených externích nákladů nehod železniční dopavy, se kterými pracuje současně platná metodika ekonomického hodnocení železničních staveb. Jak bylo uvedeno výše, uvedené hodnoty činí 22,6 Kč/1000 oskm pro osobní dopravu a 7,1 Kč/1000 tkm pro nákladní dopravu v cenové úrovni 2021 a vychází z materiálu External Costs od Transport in Europe, Delft 2011 [36].

Vzhledem k tomu, že tyto hodnoty vycházejí z již 12 let starého materiálu, byly na základě dat poskytnutých Správou železnic prověřeny celospolečenské náklady vyplývající z mimořádných událostí. Pro kalkulaci těchto hodnot byly využity hodnoty přepravních výkonů na české železniční síti a statistiky mimořádných událostí Správy železnic, zahrnující kromě finančních nákladů mimořádných událostí, též počty zraněných a usmrcených osob, prodloužení cestovních časů osobní i nákladní dopavy.

Pro ocenění externích nákladů na zdraví a životy osob jsou využity měrné společenské náklady obsažené v Rezortní metodice. Tyto náklady spojené s nehodami byly vypočteny Centrem dopravního výzkumu, v.v.i. a zahrnují v sobě náklady na zdravotní péči, náklady na HZS, náklady na policii, hmotné škody včetně nákladů pojišťoven, soudy a správní orgány, ztráty na produkci, sociální výdaje a náhradu škody a nemajetkové újmy stanovené soudy. Hodnoty jsou v Rezortní metodice uvedeny v cenové úrovni roku 2017 a pro potřeby této práce byly přepočteny na cenovou úroveň roku 2021 a to koeficienty uvedenými v kapitole 3.1 v tabulce 4. Pro porovnání jsou v následující tabulce 7 rovněž uvedena data, která byla publikována

Evropskou komisí v Handbook on the external costs of transport – January 2019 – V1.1 [39], ta byla rovněž převedena na cenovou úroveň roku 2021.

Tabulka 7 Celospolečenské náklady nehodovosti v Kč, CÚ 2021 [39]

Dopady / zdroj	Rezortní m. [13]	Handbook
Úmrtí	24 736 284	102 989 315
Těžké zranění	5 989 060	14 566 729
Lehké zranění	773 143	1 124 099

Z uvedeného je patrné, že hodnoty z rezortní metodiky [13] jsou výrazně nižší oproti hodnotám uvedených v evropském materiálu, a to zejména v nákladech spojených s úmrtím. Evropské hodnoty jsou součtem nákladů na lidské zdraví, produkční ztráty, zdravotní náklady a administrativu. Hodnoty byly vypočteny pro evropskou 28 (před vystoupením Spojeného království z EU) a pro Českou republiku činí v eurech a cenové úrovni 2016: 3 028 481 EUR/úmrtí, 428 346 EUR/těžká zranění, 33 055 EUR/lehká zranění.

4.1.1 Výpočet skutečných nákladů nehodovosti na české železniční síti

Na základě dat získaných od Správy železnic s. o., která obsahuje detailní informace o mimořádných událostech na železniční síti a jejich průměrném počtu je možné za využití společenských nákladů nehod vypočítat průměrné externí náklady nehodovosti pro Českou republiku, které budou založeny na lokálních datech s vysokou přesností. Vypočtená data tak budou přesnější než v současnosti používané evropské hodnoty z roku 2011. Výpočet je proveden zvlášť pro osobní a nákladní dopravu.

Zjednodušené náklady nehodovosti jsou vztaženy na jednotku dopravního výkonu osobní a nákladní dopravy. Pro výpočet aktualizovaných hodnot jsou tedy kromě celospolečenských nákladů nehodovosti, statistiky MU využity i statistiky dopravních a přepravních výkonů železniční dopravy.

4.1.1.1 Osobní doprava

Výpočet zjednodušeného externího nákladu nehodovosti je proveden jako součin průměrného výskytu mimořádné události v osobní dopravě na jeden oskm a průměrného ekonomického nákladu MU osobní dopravy.

$$ZEN_{od} = C_{od} \times PN_{od} \quad (1)$$

Kde:

ZEN_{od} zjednodušený externí náklad nehodovosti vyjádřený v Kč / 1000 oskm

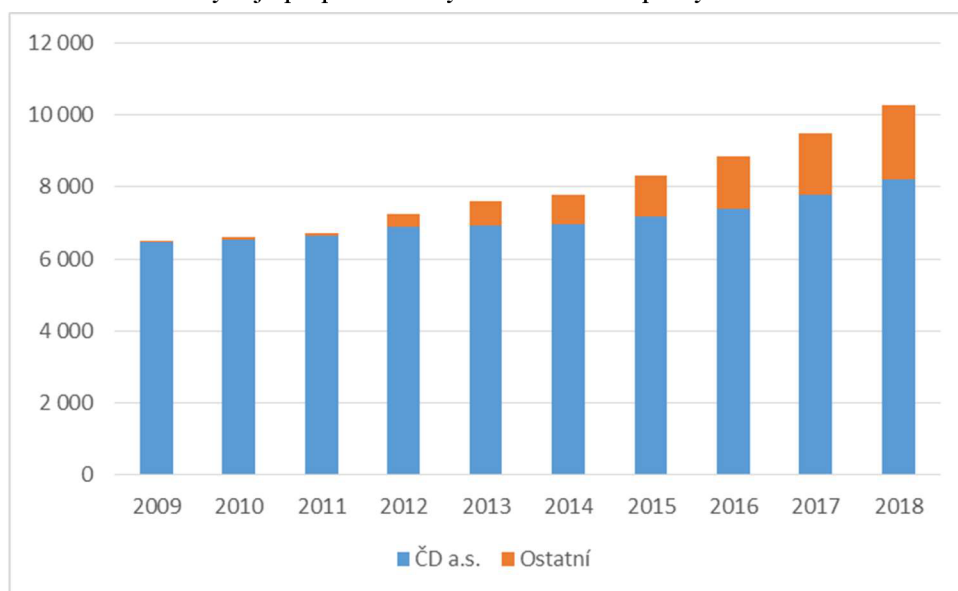
C_{od} četnost výskytu mimořádné události v osobní dopravě vyjádřená v MU / 1 000 oskm

PN_{od} průměrný ekonomický náklad jedné MU v osobní dopravě vyjádřený v Kč

Četnost výskytu MU v osobní dopravě

Prvním krokem výpočtu je tedy zjištění průměrného výskytu MU na jeden osobový kilometr osobní dopravy. Průměrný přepravní výkon všech dopravců osobní dopravy v letech 2009-2018 činil na území České republiky 7,939 mld. oskm, kdy z grafu níže je jasně patrná stoupající tendence, která pokračovala i v roce 2019, po kterém lze očekávat v letech 2020 a 2021 propad vzhledem k omezením, která s sebou přinesla pandemie COVID-19.

Obrázek 9 Graf vývoje přepravních výkonů osobní dopravy v mil. oskm



Zdroj: vlastní zpracování dle [19], [20], [21], [40], [41], [42], [43]

Během let 2009 až 2018 došlo na železniční síti k 5 612 mimořádným událostem spojených s vlaky osobní dopravy (do statistiky nejsou započteny MU způsobené sebevrahy). Průměrně ročně docházelo ke třem MU kategorie A, 152 MU kategorie B a 407 MU kategorie C. Dopady na život a zdraví obyvatel činily průměrně za rok 26 úmrtí, 55 těžce zraněných a 111 lehce zraněných osob. V dopravě se pak mimořádné události projeví na celkovém zpoždění vlaků osobní dopravy vy výši 106 750 minut ročně a v nákladní dopravě 16 284 minut ročně.

Tabulka 8 Souhrn statistik mimořádných událostí v osobní dopravě

Rok	Počet	Kat. A	Kat. B	Kat. C	Úmrtí	Těžká zranění	Lehká zranění	Hmotné škody [Kč] CÚ 2021	Zpoždění osobních vlaků	Zpoždění nákladních vlaků
-----	-------	--------	--------	--------	-------	---------------	---------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------

2009	748	4	186	558	25	74	160	168 298 834	0*	0*
2010	872	3	207	662	45	94	130	262 874 621	0*	0*
2011	575	5	173	397	25	63	156	225 319 319	0*	0*
2012	543	0	144	399	22	51	90	114 438 173	102 865	7 536
2013	456	0	116	340	18	36	69	122 997 823	114 571	11 126
2014	455	1	144	310	24	50	80	159 736 257	92 309	11 081
2015	443	3	113	327	23	41	126	435 663 657	101 203	12 726
2016	469	1	130	338	26	40	79	115 452 256	101 359	16 192
2017	522	3	162	357	30	51	120	131 452 719	108 296	21 687
2018	529	5	147	377	23	45	102	183 353 047	126 646	33 639
Celkem	5 612	25	1 522	4 065	261	545	1 112	1 919 586 704	747 249	113 987
Průměr	561	3	152	407	26	55	111	191 958 670	106 750	16 284

*Zpoždění vlaků nebylo v letech 2009-2011 v rámci statistik SŽ, s. o. sledováno

Zdroj: Databáze [37]

Četnost výskytu mimořádné události týkající se osobních vlaků vztažená na mil. oskm činila v letech 2009-2018 0,0707 MU na 1 milion osobových kilometrů a 4,4499 MU na 1 milion vlakových kilometrů. Vzhledem k tomu, že současná praxe pracuje s ukazatelem počet MU/oskm, je s ním pracováno i v této práci. Četnost výskytu MU je doložena v tabulce níže a vyplývá z ní, že počet MU vzhledem k osobovým výkonům průběžně klesá, nicméně vzhledem k vlakovým kilometrům došlo během posledních 5 let k růstu, tzn., že pokles vzhledem k oskm je způsoben rostoucí obsazeností vlaků, nikoliv zvyšující se bezpečností provozu.

Tabulka 9 Statistika výskytu MU k přepravním a dopravním výkonům osobní dopravy

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr
MU / mil. oskm	0,115	0,132	0,086	0,075	0,060	0,058	0,053	0,053	0,055	0,051	0,0707
MU / mil. vlkm	5,941	7,074	4,676	4,344	3,634	3,660	3,592	3,702	4,015	3,943	4,4499

Zdroj: vlastní zpracování dle [19], [20], [21]

Průměrná ekonomická ztráta vyvolaná MU v osobní dopravě

Pro stanovení průměrného celospolečenského nákladu v Kč je nezbytné definovat průměrnou MU. Z hlediska kvantifikovatelných ekonomických dopadů jsou jako průvodní jevy mimořádné události důležité zejména dopady na životy a zdraví občanů, finanční ztráty způsobené při mimořádnostech a dopravní omezení vyvolané MU. Z dat tabulky 8 je patrné, že průměrná mimořádná událost způsobená vlaky osobní dopravy vyvolá z hlediska celospolečenských dopadů:

- 0,047 úmrtí – 26 úmrtí na 561,2 MU,
- 0,097 těžkých zranění – 55 těžkých zranění na 561,2 MU,

- 0,198 lehkých zranění – 111 lehkých zranění na 561,2 MU,
- 342 050 Kč hmotných škod - 191 958 670 Kč 561,2 MU,
- 190,2 minut zpoždění osobní dopravy – 106 750 minut na 561,2 MU,
- 29,0 minut zpoždění nákladní dopravy – 16 284 minut na 561,2 MU.

Celospolečenské náklady na zdraví a život občanů lze vyjádřit ze vzorce:

$$N_{zz} = (C_u \times N_u) + (C_{tz} \times N_{tz}) + (C_{lz} \times N_{lz}) \quad (2)$$

Kde:

C_u četnost výskytu úmrtí u průměrné MU v osobní dopravě

N_u ekonomický náklad jednoho úmrtí při MU (viz. tabulka 7, str. 61)

C_{tz} četnost výskytu těžkých zranění u průměrné MU v osobní dopravě

N_t ekonomický náklad jednoho těžkého zranění při MU (viz. tabulka 7, str. 61)

C_{lz} četnost výskytu lehkých zranění u průměrné MU v osobní dopravě

N_{lz} ekonomický náklad jednoho lehkého zranění při MU (viz. tabulka 7, str. 61)

$$N_{zz} = (0,047 \times 24\,736\,284) + (0,097 \times 5\,989\,060) + (0,198 \times 773\,143)$$

$$N_{zz} = 1\,150\,422 + 581\,618 + 153\,196 = \mathbf{1\,885\,236\,Kč}$$

Celospolečenské náklady ze zpoždění dopravy je možné vyjádřit na základě průměrného zpoždění vlaků osobní a nákladní dopravy, průměrné obsazenosti / zatížení vlaku a ekonomické hodnoty času. Hodnota času je definována v Rezortní metodice a její výpočet za využití metodikou doporučeného rozdělení pracovních cest je uveden níže. Průměrná hodnota času v osobní dopravě činí 324,82 Kč / oshod, v nákladní dopravě 40,77 Kč/thod.

Tabulka 10 Výpočet hodnoty času v železniční dopravě[13]

Typ dojížděky		Kč/ oshod	Poměr cest
Pracovní čas		699,82	10,00 %
Nepracovní čas	Krátká dojížděka	269,89	22,50 %
	Dlouhá dojížděka	346,40	22,50 %
	Ostatní - krátká vzdálenost	226,23	22,50 %
	Ostatní - dlouhá vzdálenost	290,07	22,50 %
Průměrná hodnota času v osobní dopravě		324,82	
Průměrná hodnota času v nákladní dopravě		40,77	

Průměrná obsazenost osobních vlaků ve sledovaném období 2009-2019 činí 64,64 cestujících/vlak a byla vypočtena jako podíl celkových přepravních výkonů z let 2009-2019 a celkových dopravních výkonů z let 2009-2019 (Zdroj: Ročenka dopravy 2009 [19], Ročenka dopravy 2014 [20], Ročenka dopravy 2019 [21]).

Výpočet průměrné obsazenosti: 90 325 mil. oskm / 1 397 mil. vlkm = 64,64 cestujících / vlak, kde: 90 325 mil. oskm 149 je celkový přepravní výkon za roky 2009-2018 a 1 397 mil. vlkm je celkový přepravní výkon za roky 2009-2018.

Průměrné vytižení nákladních vlaků ve sledovaném období 2009-2019 činí 400,75 tun / vlak a byla vypočtena jako podíl celkových přepravních výkonů z let 2009-2019 (Zdroj: Ročenka dopravy 2009 [19], Ročenka dopravy 2014 [20], Ročenka dopravy 2019 [21]) a celkových dopravních výkonů z let 2009-2019 (Zdroj: Výroční zpráva SŽDC 2012 [44], Výroční zpráva SŽDC 2016 [45], Výroční zpráva SŽ 2020 [46]).

Výpočet průměrného vytižení: 163 149 mil. tkm / 407,11 mil. vlkm = 400,75 tun / vlak. Průměrné zatížení vlaků nákladní dopravy činí 400,75 tun, kde: 163 149 je celkový přepravní výkon za roky 2009-2018 a 407,11 mil. vlkm je celkový přepravní výkon za roky 2009-2018

Průměrnou hodnotu ekonomické újmy způsobené mimořádnou událostí lze získat ze vzorce:

$$N_{cas} = N_{cov} + N_{cnv} \quad (3)$$

Kde

N_{cov} celospolečenské náklady na zpoždění osobních vlaků

N_{cnv} celospolečenské náklady na zpoždění nákladních vlaků

Následně:

Celospolečenské náklady na zpoždění osobních vlaků:

$$N_{cov} = H\check{C}_{od} \times Z_{ov} \times Obs \quad (4)$$

Kde

$H\check{C}_{od}$ hodnota času osobní dopravy

Z_{ov} průměrné zpoždění osobní dopravy při MU v hodinách

Obs průměrná obsazenost vlaku osobní dopravy

$$N_{cov} = 324,82 \times 3,170 \times 64,64 = 66\,568 \text{ Kč}$$

Celospolečenské náklady na zpoždění nákladních vlaků:

$$N_{cnv} = H\check{C}_{nd} \times Z_{nv} \times Zat \quad (5)$$

Kde

$H\check{C}_{nd}$ hodnota času nákladní dopravy

Z_{nv} průměrné zpoždění nákladních vlaků při MU v hodinách

Zat průměrné zatížení vlaku nákladní dopravy

$$N_{cnv} = 40,77 \times 0,484 \times 400,75 = 7\,902 \text{ Kč}$$

$$N_{cas} = 66\,568 + 7\,902 = 74\,470 \text{ Kč}$$

Průměrné celospolečenské náklady z jedné mimořádné události činí dle vzorce:

$$PN_{od} = N_{zz} + H\check{S} + N_{cas} \quad (6)$$

Kde

PN_{od} průměrné náklady na jednu MU

N_{zz} celospolečenské náklady na zdraví a životy

$H\check{S}_{od}$ hmotné škody pro MU v osobní dopravě

N_{cas} celospolečenské náklady na zpoždění vlaků

$$PN_{od} = 1\,885\,236 + 342\,050 + 74\,470 = \mathbf{2\,301\,756 \text{ Kč}}$$

Při průměrném přepravním výkonu osobní dopravy, který v letech 2009-2018 činil 7 939,48 mil. oskm a průměrném počtu 561,2 MU / rok vychází průměrná četnost MU na 0,0707 MU/1 000 000 oskm.

Při ekonomickém nákladu 2 301 756 Kč na 1 průměrnou mimořádnou událost, dostáváme zjednodušený náklad dopravních nehod v železniční osobní dopravě ve výši 162,70 Kč/1000 oskm, dle vzorce (1):

$$ZEN_{od} = (561,2 / 7\,939\,480) \times 2\,301\,756 = 162,70 \text{ Kč/1000 oskm}$$

Oproti hodnotě prezentované v Rezortní metodice 22,6 Kč/1000 oskm jsou náklady na nehodovost v železniční osobní dopravě výrazně vyšší.

4.1.1.2 Nákladní doprava

Výpočet zjednodušeného externího nákladu nehodovosti je proveden jako součin průměrného výskytu mimořádné události v nákladní dopravě na jeden tkm a průměrného ekonomického nákladu MU nákladní dopravy.

$$ZEN_{nd} = C_{nd} \times PN_{nd} \quad (7)$$

Kde:

ZEN_{nd} zjednodušený externí náklad nehodovosti vyjádřený v Kč / 1000 tkm

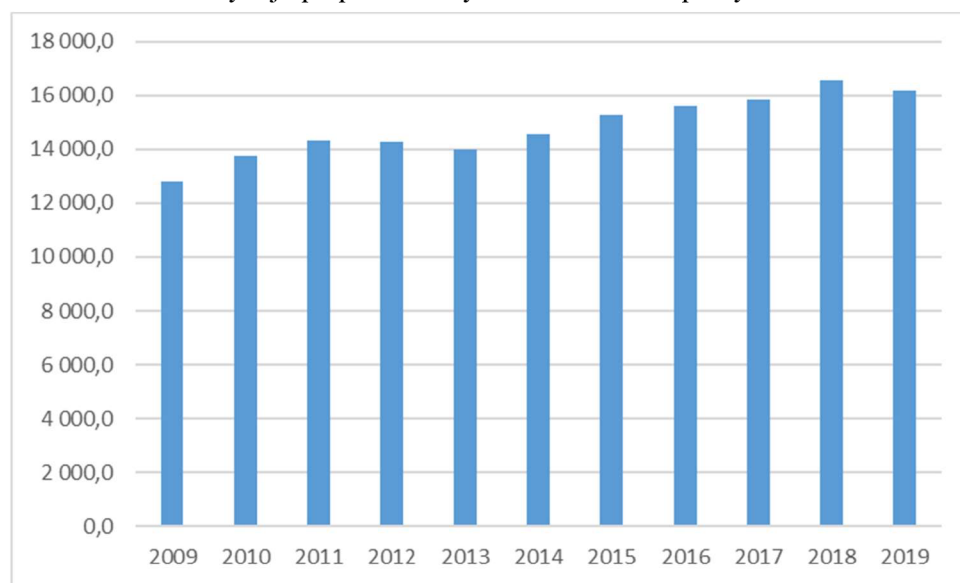
C_{nd} četnost výskytu mimořádné události v nákladní dopravě vyjádřená v MU/1 000 tkm

PN_{nd} průměrný ekonomický náklad jedné MU v nákladní dopravě vyjádřený v Kč

Četnost výskytu MU v nákladní dopravě

Celkový přepravní výkon všech dopravců nákladní dopravy v letech 2009-2018 činil na území České republiky 163,15 mld. tkm. V průběhu sledovaného období dochází k růstu objemu přepraveného nákladu po železnici. V roce 2009 bylo po železnici přepraveno 76,7 mil. tun nákladu, v roce 2019 to bylo 98,8 mil. tun nákladu. Přepravní výkony narostly mezi lety 2009 a 2019 z původních 12,79 mil. tkm na 16,18 mil. tkm.

Obrázek 10 Graf vývoje přepravních výkonů nákladní dopravy v mil. tkm



Zdroj: [19], [20], [21]

Během let 2009 až 2018 došlo na železniční síti k 3 466 mimořádným událostem spojených s vlaky nákladní dopravy (do statistiky nejsou započteny MU způsobené sebevrahy). Průměrně ročně docházelo ke 2 MU kategorie A, 37 MU kategorie B a 307 MU kategorie C. Dopady na život a zdraví obyvatel činily průměrně za rok 5 úmrtí, 12 těžce zraněných a 15 lehce zraněných osob. V dopravě se pak mimořádné události projeví na celkovém zpoždění vlaků osobní dopravy vy výši 26 569 minut ročně a v nákladní dopravě 32 804 minut ročně.

Tabulka 11 Souhrn statistik mimořádných událostí v nákladní dopravě

Rok	Počet	Kat. A	Kat. B	Kat. C	Úmrtí	Těžká zranění	Lehká zranění	Hmotné škody [Kč]	Zpoždění osobních vlaků	Zpoždění nákladních vlaků
2009	411	0	34	377	1	12	13	22 901 333	0	0
2010	432	2	41	389	2	12	21	32 196 674	0	0
2011	374	3	33	338	4	13	11	20 290 222	0	0
2012	438	2	31	405	5	19	26	80 875 673	29 955	34 907
2013	333	1	37	295	6	15	18	49 769 925	30 113	37 387
2014	299	5	33	261	4	8	10	94 537 433	35 496	31 904
2015	273	6	41	226	7	11	14	109 653 517	29 170	28 334
2016	287	1	51	235	8	9	13	82 736 423	19 961	21 241
2017	316	1	36	279	4	7	7	66 296 206	22 607	30 268
2018	303	2	36	265	5	12	17	79 285 915	18 681	45 584
Celkem	3 466	23	373	3 070	46	118	150	638 543 322	185 983	229 625
Průměr	347	2	37	307	5	12	15	63 854 332	26 569	32 804

*Zpoždění vlaků nebylo v letech 2009-2011 v rámci statistik SŽ, s. o. sledováno

Zdroj: Databáze [37]

Četnost výskytu mimořádné události týkající se osobních vlaků vztahovaná na mil. tkm činila v letech 2009-2018 0,024 MU na 1 milion tunových kilometrů a 9,413 MU na 1 milion vlakových kilometrů. Vzhledem k tomu, že současná praxe pracuje s ukazatelem počet MU/tkm, je s ním pracováno i v této práci. Četnost výskytu MU je doložena v tabulce níže a vyplývá z ní, že počet MU vzhledem k tunovým i vlakovým výkonům průběžně klesá.

Tabulka 12 Statistika výskytu MU k přepravním a dopravním výkonům nákladní dopravy

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Průměr
MU / mil. tkm	0,032	0,031	0,026	0,031	0,024	0,021	0,018	0,018	0,020	0,018	0,024
MU / mil. vlkm	11,231	11,699	9,955	12,020	9,395	8,352	7,525	7,827	8,384	7,805	9,413

Zdroj: vlastní zpracování dle [19], [20], [21]

Průměrná ekonomická ztráta vyvolaná MU v nákladní dopravě

Pro stanovení průměrného celospolečenského nákladu v Kč je nezbytné definovat průměrnou MU. Průměrný celospolečenský náklad MU v nákladní dopravě je vypočten obdobně jako v osobní dopravě. Tedy za využití dat o dopadech na životy a zdraví občanů, finanční ztráty a velikosti dopravních omezení vyvolaných MU. Z dat tabulky 11 je patrné, že průměrná mimořádná událost způsobená vlaky nákladní dopravy vyvolá z hlediska celospolečenských dopadů:

- 0,013 úmrtí – 5 úmrtí na 346,6 MU,
- 0,034 těžkých zranění – 12 těžkých zranění na 346,6 MU,
- 0,043 lehkých zranění – 15 lehkých zranění na 346,6 MU,
- 184 231 Kč hmotných škod – 63 854 332 Kč na 346,6 MU,
- 76,66 minut zpoždění osobní dopravy – 26 569 minut na 346,6 MU,
- 94,64 minuty zpoždění nákladní dopravy – 32 804 minut na 346,6 MU,

Celospolečenské náklady na zdraví a život občanů lze vyjádřit ze vzorce (2) a činí:

$$N_{zz} = (0,013 \times 24\,736\,284) + (0,034 \times 5\,989\,060) + (0,043 \times 773\,143)$$

$$N_{zz} = 328\,295 + 203\,898 + 33\,460 = \mathbf{565\,652\,Kč}$$

Celospolečenské náklady ze zpoždění dopravy jsou vypočteny obdobně, jako pro osobní dopravu, za využití průměrné hodnoty času v osobní dopravě činí 324,82 Kč / oshod a 40,77 Kč / thod v nákladní dopravě. Průměrná obsazenost osobních vlaků ve sledovaném období činí 64,64 cestujících / vlak (vlastní výpočet na základě [19], [20] a [21]). Průměrné zatížení vlaků nákladní dopravy činí 400,75 tun (vlastní výpočet na základě [19], [20], [21], [44], [45] a [46]). Průměrná hodnota ekonomické újmy způsobené mimořádnou událostí se vypočítá obdobně jako v osobní dopravě:

$$N_{cas} = N_{cod} + N_{cnd} \quad (3)$$

Kde

N_{cov} celospolečenské náklady na zpoždění osobních vlaků

N_{cnv} celospolečenské náklady na zpoždění nákladních vlaků

Následně:

$$N_{cov} = H\check{C}_{od} \times Z_{ov} \times Obs \quad (4)$$

Kde

$H\check{C}_{od}$ hodnota času osobní dopravy

Z_{ov} průměrné zpoždění osobních vlaků při MU v hodinách

Obs průměrná obsazenost vlaku osobní dopravy

$$N_{cov} = 324,82 \times 1,278 \times 64,64 = 26\,826\,Kč$$

$$N_{cnv} = H\check{C}_{nd} \times Z_{nv} \times Zat \quad (5)$$

Kde

$H\check{C}_{nd}$ hodnota času nákladní dopravy

Z_{nv} průměrné zpoždění nákladních vlaků při MU v hodinách

Z_{at} průměrné zatížení vlaku nákladní dopravy

$$N_{cnv} = 40,77 \times 1,577 \times 400,75 = 25\,775 \text{ Kč}$$

$$N_{cas} = 26\,826 + 25\,775 = 52\,602 \text{ Kč}$$

Průměrné celkové celospolečenské náklady z jedné mimořádné události činí dle vzorce:

$$PN_{nd} = N_{zz} + H\check{S}_{nd} + N_{cas} \quad (8)$$

Kde

PN_{nd} průměrné náklady na jednu MU

N_{zz} celospolečenské náklady na zdraví a životy

$H\check{S}_{nd}$ hmotné škody pro MU nákladní dopravy

N_{cas} celospolečenské náklady na zpoždění vlaků

$$PN_{nd} = 565\,652 + 184\,231 + 52\,602 = \mathbf{802\,484 \text{ Kč}}$$

Při celkovém přepravním výkonu nákladní dopravy, který v letech 2009-2018 činil 146 969 mil. tkm, a průměrném počtu 3 466 MU/rok vychází průměrná četnost MU na 0,02358 MU/1 000 000 tkm.

Při ekonomickém nákladu 802 484 Kč na 1 průměrnou mimořádnou událost, dostáváme zjednodušený náklad dopravních nehod v železniční nákladní dopravě ve výši 18,93 Kč/1000 tkm, dle vzorce (7):

$$ZEN_{nd} = (3\,466 / 146\,969\,000) \times 802\,484 = 18,93 \text{ Kč} / 1000 \text{ tkm}$$

Oproti hodnotě prezentované v Rezortní metodice ve výši 7,1 Kč/1000 tkm jsou náklady na nehodovost spočítané na základě národních dat opět výrazně vyšší.

4.2 Realizace projektu a její vztah k bezpečnosti provozu

V rámci výzkumných prací projektu „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“ je zkoumán vliv realizace konkrétních staveb na závažnost a počet výskytů mimořádných událostí na železniční dopravní cestě.

Pro vyhodnocení dopadu projektů byla použita databáze [37], která obsahuje data pro celou síť za 10 let v letech 2009-2018, přičemž každý z roků obsahuje cca 1 100 mimořádných událostí, které jsou specifikovány dle různých kritérií a doplněny popisem obsahujícím:

- Místo a čas vzniku,
- Popis MU,
- Příčinu MU,
- Hmotné škody způsobené MU,
- Újmu na životech či zdraví,
- A další.

Celkový počet údajů uváděných pro každou MU se v jednotlivých letech liší, přičemž platí, že čím aktuálnější data jsou, tím více popisných dat obsahují. V roce 2018 tak tabulka popisující MU obsahuje přes 100 sloupců popisující MU. Pro každý z roků je tedy potřeba analyzovat desítky tisíc buněk definujících MU.

4.2.1 Posuzované projekty

Vzhledem k tomu, že výchozí statistická data jsou z let 2011-2018, byly pro tuto analýzu vybrány projekty realizované převážně zhruba uprostřed tohoto období. Jako zdroj informací o těchto projektech posloužily internetové stránky [Operačního programu doprava](#)[47], kde bylo vybráno následujících 33 projektů, které rekonstruují cca 600 km tratí. Seznam projektů zahrnuje stavby, které vždy rekonstruovaly část tratě a zahrnovaly investice do zabezpečovacího zařízení a jedná se o projekty odlišné od projektů analyzovaných v části 3.1 této práce.

Přehled projektů, které byly hodnoceny, je uveden níže a obsahuje kromě názvů též datum realizace projektu, celkové náklady stavby včetně DPH, druh a číslo tratě. Součástí všech projektů byla rekonstrukce zabezpečovacího zařízení, která ovšem nutně neznamenala zvýšení kategorie zabezpečení tratě.

Tabulka 13 Přehled analyzovaných projektů

Číslo	Projekt	Datum zahájení	Datum ukončení	CNP vč. DPH	Druh tratě	Číslo tratě
1	Revitalizace trati Rokycany – Nezvěstice	01.10.2015	31.08.2016	173 136 542	R	175
2	Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Teplice nad Bečvou (mimo) - Hustopeče nad Bečvou (mimo)	28.05.2015	30.06.2016	762 536 398	C	280
3	Revitalizace trati Hradec Králové – Jaroměř – Trutnov	15.06.2015	31.01.2016	596 407 370	C	030
4	Revitalizace trati Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí	01.06.2015	30.06.2016	1 202 408 201	R	323
5	Rekonstrukce trati Praha Smíchov (mimo) – Rudná – Beroun (mimo)	07.02.2015	31.08.2015	920 773 676	R	173
6	Rekonstrukce trati Klatovy – Železná Ruda	03.07.2014	29.07.2016	894 985 703	R	183
7	Trať 230 Kolín – Havlíčkův Brod, úsek Golčův Jeníkov – Vlkaneč	01.09.2015	02.01.2016	715 977 853	C	230

8	Trať 340 Brno – Uherské Hradiště v úseku odb. Brno-Černovice – Brno-Slatina	10.09.2015	11.12.2015	464 213 974	C	340
9	Zvýšení kapacity trati Týniště n.O. – Častolovice – Solnice, 2. část, rekonstrukce žst. Častolovice	15.10.2015	12.12.2015	663 232 990	R	022
10	Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Valašské Meziříčí (mimo) - Jablůnka (mimo) a Vsetín (mimo) - Horní Lideč (mimo)	20.04.2015	13.08.2015	781 348 183	C	280
11	Trať 030 Jaroměř – Liberec v úseku Stará Paka - Malá Skála	01.07.2015	10.12.2015	560 440 328	C	030
12	Revitalizace trati Františkovy Lázně – Aš – státní hranice SRN	19.10.2011	30.11.2015	281 996 745	R	148
13	Rekonstrukce TZZ Řevničov – Lužná u Rakovníka	19.10.2015	31.12.2015	20 455 604	C	120
14	Trať 024 Ústí nad Orlicí – Lichkov, úsek Ústí nad Orlicí – Letohrad	01.11.2015	01.06.2016	614 288 644	C	024
15	Trať 073 Ústí n.L. - Děčín, úsek Ústí n.L.-Střekov – Děčín východ	20.08.2015	29.07.2016	520 197 091	C	073
16	Trať 030 Jaroměř – Liberec v úseku Turnov – Liberec	01.07.2015	30.11.2015	690 537 162	C	030
17	Modernizace traťového úseku Modřice (mimo) - Brno Horní Heršpice (mimo)	04.02.2015	04.12.2015	293 624 996	C	251
18	Revitalizace trati Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm	01.07.2015	31.08.2015	49 361 529	R	281
19	Modernizace trati Hradec Králové – Pardubice - Chrudim, 1. stavba, zdvoukolejnění úseku Stěblová - Opatovice nad Labem	16.05.2014	30.11.2015	1 197 333 682	C	030
20	Revitalizace trati Pardubice – Ždírec nad Doubravou	01.04.2015	30.11.2015	1 204 890 775	C	238
21	Optimalizace trati Cheb (mimo) - státní hranice SRN, 1. stavba - I. etapa	01.08.2014	01.07.2015	639 700 109	C	179
22	Rekonstrukce trati Liberec – Tanvald	15.03.2014	31.05.2015	898 093 690	R	036
23	Revitalizace trati České Budějovice – Volary	01.03.2014	31.12.2015	1 831 222 723	R	194
24	Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 1. část, Ševětín – Horusice	01.04.2014	31.12.2015	1 206 483 115	C	220
25	Modernizace traťového úseku Praha Běchovice – Úvaly	17.10.2013	31.12.2015	2 087 008 938	C	011
26	Optimalizace trati Praha-Bubeneč – Praha-Holešovice	30.11.2012	28.02.2015	1 208 429 612	C	090
27	Modernizace trati Veselí n.L. – Tábor-II. část, úsek Veselí n.L. – Doubí u Tábora, 1.etapa: Veselí n.L.-Soběslav	26.02.2014	30.10.2015	1 253 063 156	C	220
28	Modernizace trati Tábor – Sudoměřice u Tábora	01.04.2013	31.12.2015	2 333 583 115	C	220
29	Rekonstrukce a zkapacitnění trati Studénka – Mošnov (úsek žst. Studénka - žst. Sedlnice)	12.10.2012	30.10.2013	515 032 795	R	325
30	Modernizace trati Rokycany – Plzeň	01.07.2012	15.08.2015	3 150 052 805	C	170
31	Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí – II. část, úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí	15.04.2013	31.12.2015	1 946 428 004	C	220
32	Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl. n.	05.02.2016	19.06.2017	1 203 211 371	C	292
33	Revitalizace trati Bludov – Jeseník	25.06.2015	31.05.2017	1 202 365 089	C	310

Schematický popis náplně projektů je uveden níže.

1) Revitalizace trati Rokycany – Nezvěstice

Datum zahájení: 1.10.2015 *Datum ukončení:* 31.8.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 173 136 542 Kč

Základní informace o projektu:

Sledovaná regionální trať je jednokolejná, neelektrizovaná, traťová rychlost se pohybovala v rozmezí 45-50 km/h. V rámci projektu byla stavebně řešena pouze část trati v úseku Rokycany – Příkosice, kde došlo k výměně stávajícího železničního svršku. Rekonstruovány byly také

všechny mostní objekty, tj. 3 mosty a 35 propustků. V úseku Rokycany – Mirošov město bylo dosaženo traťové rychlosti 80 km/h, v úseku Mirošov město – Příkosice je traťová rychlost 60 km/h. Ve všech stanicích a zastávkách úseku Rokycany – Příkosice byla zřízena nová nástupiště s pevnou hranou ve výši 550 mm nad temenem kolejnice. Nástupiště jsou s bezbariérovým přístupem, vybavená vodícími a varovnými pásy pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. V žst. Příkosice, žst. Mirošov a zastávce Kamenný Újezd u Rokycan jsou zřízeny nové přístřešky pro cestující. Na celé trati Rokycany – Nezvěstice bylo modernizováno traťové i staniční zabezpečovací zařízení do úrovně 3. kategorie. Pro zjišťování volnosti kolejí a výhybek byly použity počítače náprav.

2) Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Teplice nad Bečvou (mimo) – Hustopeče nad Bečvou (mimo)

Datum zahájení: 25.8.2015 *Datum ukončení:* 30.6.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 762 536 398 Kč

Základní informace o projektu:

Železniční trať Hranice na Moravě-Horní Lideč – Púchov je dvojkolejná elektrifikovaná celostátní trať zařazená do evropského železničního systému (TEN-T). Projekt odstranil nedostatečné parametry tratě tak, aby bylo možné zvýšení traťové rychlosti a odstranění jejích propadů ve dvou úsecích, kde proběhly kolejové úpravy o celkové délce 6,780 km. V rámci stavby se v zastávkách Černotín a Milotice nad Bečvou zřídily zabezpečené přechody pro cestující. Navržené práce v sobě zahrnovaly zlepšení stavu železničního svršku a místně spodku včetně odvodnění, umělých staveb (mostů a propustků), nástupišť, trakčního vedení, železničního zabezpečovacího zařízení, sdělovacího zařízení a silnoproudých zařízení a rozvodů.

3) Revitalizace trati Hradec Králové – Jaroměř – Trutnov

Datum zahájení: 15.6.2015 *Datum ukončení:* 31.1.2016

Schválený příspěvek z fondů EU: 401 575 375 Kč

Celkové náklady projektu včetně DPH: 596 407 370 Kč

Základní informace o projektu:

V rámci projektu se řešila rekonstrukce železničního spodku a svršku na vybraných úsecích širých tratí. V těchto vybraných úsecích byly rekonstruovány i železniční přejezdy a zastávky

(s výjimkou zastávky Suchovršice) a v případě potřeby i mostní objekty. Železniční přejezdy pro vozidla, pokud byly zabezpečeny pouze výstražnými kříži a pokud nebyly nově zabezpečeny v rámci souboru staveb: Železniční přejezdy na trati Jaroměř – Trutnov, byly nově zabezpečeny typem PZS. Rovněž byla rekonstruována přejezdová zabezpečovací zařízení staršího typu (VÚD, ventilové kolejové obvody). Dále bylo v úseku Předměřice nad Labem – Smiřice navrženo nové traťové zabezpečovací zařízení (TZZ) 3. kategorie doplněné vlakovým zabezpečovačem z důvodu navržené rychlosti až 120 km/h. V úseku Česká Skalice – Starkoč – Červený Kostelec – Malé Svatoňovice byl telefonický způsob dorozumívání rovněž nahrazen novým TZZ 3. kategorie. Součástí stavby jsou sdělovací vedení, potřebné úpravy napájení zabezpečovacího zařízení, osvětlení a přístřešky na rekonstruovaných zastávkách.

4) Revitalizace trati Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí

Datum zahájení: 1.6.2015 *Datum ukončení:* 30.6.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 202 408 201 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem projektu byla rekonstrukce železničního svršku a spodku, mostů, propustků a technologických zařízení na jednokolejně železniční trati Ostrava hl. n. – Valašské Meziříčí v úseku Frýdlant nad Ostravicí – Frenštát pod Radhoštěm s cílem zvýšení traťové rychlosti a bezpečnosti železničního provozu. Součástí stavby byla rekonstrukce železniční stanice Kunčice pod Ondřejníkem a zastávky Čeladná. V rámci projektu došlo k rekonstrukci 26 přejezdů na uvedeném traťovém úseku.

5) Rekonstrukce trati Praha Smíchov (mimo) – Rudná – Beroun (mimo)

Datum zahájení: 7.2.2015 *Datum ukončení:* 31.8.2015

Schválený příspěvek z fondů EU: 569 361 416 Kč

Celkové náklady projektu včetně DPH: 920 773 676 Kč

Základní informace o projektu:

V rámci projektu došlo k odstranění nevyhovujícího technického stavu železniční trati Praha - Smíchov - Rudná u Prahy - Beroun. Zastaralé zabezpečovací zařízení bylo nahrazeno zařízením 3. kategorie s dálkovým řízením provozu, současně byl vybudován nový informační systém. Ve stanicích byla odstraněna zbytná dopravní infrastruktura. Projektem došlo k zapojení 7 železničních stanic do dálkového ovládání do dispečerského řízení železničního provozu této

trati, proběhla modernizace 34 železničních přejezdů, čímž došlo ke zvýšení bezpečnosti silničního a železničního provozu na těchto přejezdech.

6) Rekonstrukce trati Klatovy – Železná Ruda

Datum zahájení: 3.7.2014 *Datum ukončení:* 29.7.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 894 985 703 Kč

Základní informace o projektu:

Realizovaný úsek je jednokolejný, neelektrifikovaný s převažující osobní dopravou. Technické řešení zahrnovalo rekonstrukci železničního spodku a svršku, úpravu nástupišť, přejezdů, a propustků v nezbytně nutném rozsahu pro jejich uvedení na normový stav a zajištění montáže zabezpečovacího a sdělovacího zařízení. Dále řešilo modernizaci zabezpečovacího zařízení s dálkovým ovládáním stanic ze ŽST Železná Ruda-Alžbětín. Součástí stavby byla výstavba odpovídajícího sdělovacího a informačního zařízení, pokládka traťového metalického a optického kabelu, místní kabelizace stanic, elektronická ochrana technologických objektů a technologií, kamerový systém pro zajištění bezpečnosti cestujících a informační zařízení pro cestující. Původní zabezpečovací zařízení 1. resp. 2. kategorie v jednotlivých železničních stanicích již vzhledem ke stáří a celkové opotřebovanosti nevyhovuje současným nárokům na provoz a na jeho bezpečnost.

7) Trať 230 Kolín – Havlíčkův Brod, úsek Golčův Jeníkov – Vlkanec

Datum zahájení: 1.9.2015 *Datum ukončení:* 2.1.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 715 977 853 Kč

Základní informace o projektu:

Účelem stavby bylo provedení takových stavebních činností, které především vedly ke zlepšení stavu železniční infrastruktury v celém traťovém úseku. Traťový úsek byl uveden do stavu umožňujícího plné využití možností stávající infrastruktury, což dále vedlo ke zkrácení jízdních dob, zlepšení obratu souprav, zlepšení přípojných vazeb, zvýšení stability grafikonu. V rámci stavby bylo realizováno železniční zabezpečovací a sdělovací zařízení (staniční a přejezdové), železniční spodek a svršek, nástupiště, železniční přejezdy, mosty, propustky, trakční energetická zařízení.

8) Trať 340 Brno – Uherské Hradiště v úseku odb. Brno-Černovice – Brno-Slatina

Datum zahájení: 10.9.2015 *Datum ukončení:* 11.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 464 213 974 Kč

Základní informace o projektu:

V celém úseku byla nově navržena geometrická poloha koleje s využitím nedostatku převýšení do 130 mm, rovněž se provedla kompletní výměna železničního svršku v obou kolejích včetně výměny kolejového lože. V žst. Brno-Slatina byla provedena kompletní výměna železničního svršku v hlavních staničních kolejích a koleji č. 4 včetně výměny kolejového lože. V rámci stavby byla provedena obnova odvodnění železničního spodku. V žst. Brno-Slatina byla ponechána pouze tři úroňová nástupiště se stávající výškou nástupištní hrany o délce 170 m. Stávající poloha přístupů byla z důvodu rozhledových poměrů zachována.

9) Zvýšení kapacity trati Týniště n.O. – Častolovice-Solnice, 2. část, rekonstrukce žst. Častolovice

Datum zahájení: 15.10.2015 Datum ukončení: 12.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 663 232 990 Kč

Základní informace o projektu:

Stavba zahrnovala rekonstrukci železničních stanic Častolovice a Rychnov nad Kněžnou ve všech profesích. Mimo obvod těchto stanic došlo k výstavbě nových traťových a přejezdových zabezpečovacích zařízení a s tím související výstavbě sdělovacího zařízení a přípojek nízkého napětí. V žst. Častolovice došlo ke kolejovým úpravám v délce 1,770 km a v žst. Rychnov nad Kněžnou došlo ke kolejovým úpravám v délce 0,560 km. Byly vybudovány nové prodloužené nástupní hrany (ostrovní nástupiště) pro cestující v žst. Častolovice a Rychnov nad Kněžnou. Po celé délce stavby prošla modernizací i přejezdová zabezpečovací zařízení a byl rekonstruován jeden železniční most.

10) Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Valašské Meziříčí (mimo) – Jablunka (mimo) a Vsetín (mimo) – Horní Lideč (mimo)

Datum zahájení: 20.4.2015 Datum ukončení: 13.8.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 781 348 183 Kč

Základní informace o projektu:

Projekt odstranil nedostatečné parametry tratě a propady rychlostí tak, aby bylo možné zvýšit traťovou rychlost v úsecích Valašské Meziříčí (mimo) – Jablunka (mimo) a Vsetín (mimo) – Horní Lideč (mimo). Stavbou byly dotčeny vybrané úseky žel. svršku a spodku, žel. přejezdy,

nástupiště a přístupové komunikace v zastávkách, trakční vedení, mosty a propustky a navazující zařízení žel. dopravní cesty.

11) Trať 030 Jaroměř – Liberec v úseku Stará Paka – Malá Skála

Datum zahájení: 1.7.2015 *Datum ukončení:* 10.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 560 440 328 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem projektu bylo provedení obnovy prvků železničního svršku a spodku, lokální obnovy odvodnění a rekonstrukce vybraných mostů, propustků, přejezdů a zdí na jednokolejné železniční trati Jaroměř – Liberec v úseku Stará Paka – Malá Skála. Projekt dále zahrnoval obnovu vybraných rozvodů a prvků sdělovacího a zabezpečovacího zařízení, obnovení elektrického ohřevu výhybek v žst. Košťálov a Semily, zřízení bezstykové koleje a obnovení osvětlení vybraných stanic a zastávek. Vlivem uvedených činností došlo k odstranění propadu traťové rychlosti v daném úseku. Realizace projektu umožnila zvýšení plynulosti a bezpečnosti dopravy, zkrácení jízdních dob a zlepšení komfortu železniční dopravy.

12) Revitalizace trati Františkovy Lázně – Aš – státní hranice SRN

Datum zahájení: 19.10.2011 *Datum ukončení:* 30.11.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 281 996 745 Kč

Základní informace o projektu:

Hlavním cílem projektu bylo zabezpečení trati Františkovy Lázně – Aš o obnovení provozu na trati Aš – Selb. Projekt řešil výstavbu nového zabezpečovacího zařízení v celém úseku Františkovy Lázně (mimo) - Aš, včetně jeho dálkového ovládání. Jednotlivé části stavby zajistily vybudování komplexního systému sdělovacího a zabezpečovacího zařízení, kterým je možné ovládat pomocí DOZ železniční stanice Hazlov a Aš, včetně přilehlých traťových úseků a přejezdových zabezpečovacích zařízení. Dále došlo k rekonstrukci výhybek na obou zhlavích žst. Aš, rekonstrukci nástupiště, rekonstrukci odvodnění, zřízení staničního a traťového zabezpečovacího zařízení, rekonstrukci sdělovacího zařízení a rekonstrukci osvětlení a s tím související rekonstrukci návazných zařízení. Součástí stavby byla i rekonstrukce mostního objektu a stávajících propustků.

13) Rekonstrukce TZZ Řevničov – Lužná u Rakovníka

Datum zahájení: 19.10.2015 *Datum ukončení:* 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 20 455 604 Kč

Základní informace o projektu:

Železniční úsek Řevničov – Lužná u Rakovníka se nachází na jednokolejné regionální trati č.120 Praha – Kladno – Rakovník. Náplní projektu bylo zřízení světelného přejezdového zabezpečovacího zařízení na přejezdu P41 a přechod na nové traťové zabezpečovací zařízení. Přejezd je ovládán realizovanými počítači náprav. Činnost přejezdového zařízení je automatická, ovládaná jízdou vlaku. Stavba jako jeden celek řešila rekonstrukci stávajícího přejezdového zabezpečovacího zařízení kategorie PZM na novější PZS 3SBI vč. reléového domku. Dále realizací projektu došlo k rekonstrukci stávajícího traťového zabezpečovacího zařízení a ke zrušení hlásky Merkovka. Tím byl mezistaniční úsek ŽST Řevničov a ŽST Lužná u Rakovníka vybaven novým traťovým zabezpečovacím zařízením 3. kategorie typu AH 88.

14) Trať 024 Ústí nad Orlicí – Lichkov, úsek Ústí nad Orlicí – Letohrad

Datum zahájení: 1.11.2015 Datum ukončení: 1.6.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 614 288 644 Kč

Základní informace o projektu:

Železniční trať Ústí nad Orlicí – Lichkov – Štítý/Międzyzlesie je jednokolejná částečně elektrizovaná železniční trať. Délka trati z Ústí nad Orlicí do Štítů je 55,8 km, řešený úsek Ústí – Letohrad je dlouhý 12,964 km. V rámci projektu došlo k úpravám železničního svršku a spodku. Větší úpravy se týkaly ŽST Lanšperk, z důvodu velké morální zastaralosti stávajícího staničního zabezpečovacího zařízení v ŽST Lanšperk byla nutná jeho výměna za v současné době používaný systém elektronického stavědla. Dále v úseku Letohrad – Lanšperk bylo nutné povýšit kategorii zařízení, neboť telefonické dorozumívání nesplňuje současné nároky na bezpečnost žel. provozu. Přejezdy s konstrukcí tvořenou živicí v kolejovém rámu, pryžovou konstrukcí mezi kolejnicemi či železničními pražci byla nahrazeny celopryžovou konstrukcí se spínacími táhly. Stavebních úprav doznala nástupiště na zastávkách Dolní Dobrouč, Hnátnice a Dolní Libchavy a rovněž obě nástupiště v ŽST Lanšperk.

15) Trať 073 Ústí n.L. – Děčín, úsek Ústí n.L.-Střekov – Děčín východ

Datum zahájení: 20.8.2015 Datum ukončení: 29.7.2016

Celkové náklady projektu včetně DPH: 520 197 091 Kč

Základní informace o projektu:

V rámci stavby došlo k lokálním sanacím pražcového podloží v místech železničních přejezdů a na vybraných úsecích stavby. Byla provedena výměna kolejového roštu v úseku mezi Ústí n. L.-Střekov a Velkým Březnem. Došlo k úpravě zabezpečovacího zařízení v úseku mezi stanicemi Ústí n. L.-Střekov a Boletice. Také došlo k přestavbě stávajících mostních objektů s kolejnicemi uloženými na mostnicích a k úpravě železničních mostů s nedostatečným volným schůdným a manipulačním prostorem. Současně došlo k přesunutí zastávek Svádov a Těchlovice do oblasti s větším osídlením a ke zřízení vnějších nástupišť s bezbariérovým přístupem v blízkosti železničních přejezdů s přejezdovým zabezpečovacím zařízením. Byla také provedena úprava GPK (úprava převýšení, zřízení mezilehlých přechodnic) pro umožnění zachování stávající traťové rychlosti.

16) Trať 030 Jaroměř – Liberec v úseku Turnov – Liberec

Datum zahájení: 1.7.2015 *Datum ukončení:* 30.11.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 690 537 162 Kč

Základní informace o projektu:

Stavba se nacházela v úseku Turnov – Liberec. Účelem stavby bylo provedení stavebních činností, které vedly ke zlepšení stavu železniční infrastruktury v celém traťovém úseku. Traťový úsek je uveden do stavu umožňujícího plné využití možností stávající infrastruktury, což dále vede ke zkrácení jízdních dob, zlepšení obratu souprav, zlepšení přípojných vazeb, zvýšení stability grafikonu. Zkrácení jízdních dob v celém úseku je dále akcentováno předpokládaným nasazením nových řad vozidel na osobní vlaky a rychlíky po soutěžích na dopravce v daném úseku cca od roku 2018. Toto dále ztraktivní využívání železniční dopravy pro cestující. Využití ani základní kapacity železniční trati se nemění. Konkrétním obsahem projektu byla realizace následujících prvků: železniční zabezpečovací zařízení (staniční a přejezdové), železniční spodek a svršek, nástupiště, železniční přejezdy, železniční tunely, trakční energetická zařízení, mosty, propustky a zdi.

17) Modernizace traťového úseku Modřice (mimo) – Brno Horní Heršpice (mimo)

Datum zahájení: 4.2.2015 *Datum ukončení:* 4.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 293 624 996 Kč

Základní informace o projektu:

Obsahem stavby byla rekonstrukce železničního svršku a spodku v obou traťových kolejích, včetně rekonstrukce propustky a úrovňového přejezdu, rekonstrukce trakčního vedení, přeložky

kabelových vedení a podpěr trakčního a napájecího vedení v prostoru zemních prací na železničním spodku a odvodnění. Současně se provedly úpravy sdělovacího a zabezpečovacího zařízení a napájení. Traťová rychlost v obou kolejích daného mezistaničního úseku byla zvýšena na 160 km/h, zábrzdňá vzdálenost v obou kolejích zůstala 1 000 m.

18) Revitalizace trati Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm

Datum zahájení: 1.7.2015 *Datum ukončení:* 31.8.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 49 361 529 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem projektu byla revitalizace jednokolejné železniční tratě Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm v km 5,238 - 13,225. V rámci projektu byly zrušeny 2 ks jednoduchých výhybek, kusá kolej o délce 330 m a zbytek zrušené vlečkové koleje délky 38 m v žst. Rožnov pod Radhoštěm. Jako náhrada za snesené výhybky byla vložena kolejová pole v celkové délce 56 m. Součástí projektu byla rekonstrukce železničního přejezdu v km 7,234, úprava traťového zabezpečovacího zařízení na přejezdech v km 6,253, 7,234, 9,971 a 12,162, úprava staničního zabezpečovacího zařízení v žst. Valašské Meziříčí, dopravně Střítež nad Bečvou a žst. Rožnov pod Radhoštěm a úprava sdělovacího zařízení v traťovém úseku Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm. Projekt dále zahrnoval zřízení nového přístřešku pro cestující a nového osvětlení v zastávce Střítež nad Bečvou. Cílem stavby bylo zkrácení jízdní doby v předmětném traťovém úseku, zlepšení komfortu cestování a zvýšení bezpečnosti dopravy na uvedených železničních přejezdech.

19) Modernizace trati Hradec Králové – Pardubice – Chrudim, 1. stavba, zdvoukolejnění úseku Stéblová – Opatovice nad Labem

Datum zahájení: 16.5.2014 *Datum ukončení:* 30.11.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 197 333 682 Kč

Základní informace o projektu:

Úsek trati Stéblová – Opatovice nad Labem byl první stavbou souboru staveb v rámci modernizace trati Hradec Králové – Pardubice (– Chrudim). Cílovým stavem souboru staveb bylo úplné zdvoukolejnění trati Hradec Králové – Pardubice, včetně úpravy jižního zhlaví žst. Hradec Králové a zapojení do západního zhlaví žst. Pardubice. Úpravy navržené v rámci stavby zahrnovaly modernizaci mezistaničního úseku žst. Stéblová – žst. Opatovice nad Labem. V celém úseku byla provedena výměna kolejového roštu za tvar UIC 60 na betonových pražcích

s bezpodkladnicovým pružným upevněním. V rámci kolejových úprav došlo ke zdvoukolejnění celého úseku. Druhá kolej je od stávající koleje vpravo ve směru staničení (na Hradec Králové). Dále stavba zahrnovala zvýšení rychlosti až do 160 km/hod včetně krajní stanice Stéblová, vybudování bezbariérových nástupišť, vybudování protihlukových stěn, instalaci nového zabezpečovacího a sdělovacího zařízení, instalaci nového dispečerského řízení a vybudování nového trakčního vedení.

20) Revitalizace trati Pardubice – Ždírec nad Doubravou

Datum zahájení: 1.4.2015 *Datum ukončení:* 30.11.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 204 890 775 Kč

Základní informace o projektu:

Jednalo se o stavbu, která se nacházela na celostátní jednokolejné neelektrizované trati Havlíčkův Brod – Pardubice – Rosice nad Labem. Stávající traťové i staniční zabezpečovací zařízení, vyjma úseku Ždírec u Skutče (včetně) - Chrudim (mimo), již vzhledem ke stáří a celkové opotřebenosti nevyhovovalo současným nárokům na provoz a na bezpečnost železničního provozu. Projekt řešil především rekonstrukci žst. Hlinsko, výhybny Cejřov, žst. Slatiňany, žst. Chrudim, mezistaniční úsek Chrást u Chrudimi – Slatiňany a Slatiňany – Chrudim. Současné byla provedena rekonstrukce vybraných přejezdů v úseku trati žst. Hlinsko – žst. Medlešice. V řešených místech byla provedena rekonstrukce železničního svršku a spodku, umělých staveb, železničních přejezdů, výstavby nových nástupišť s výškou 550 mm nad temenem kolejnice s úroňovým přístupem, rekonstrukce zabezpečovacího a sdělovacího zařízení, silnoproudé technologie včetně dálkově řídicí technologie a dalších návazných zařízení.

21) Optimalizace trati Cheb (mimo) – státní hranice SRN, 1. stavba – I. etapa

Datum zahájení: 1.8.2014 *Datum ukončení:* 1.7.2014

Celkové náklady projektu včetně DPH: 639 700 109 Kč

Základní informace o projektu:

Trať Cheb – státní hranice SRN je jednokolejná, neelektrizovaná (částečně), zabezpečená zařízením II. kategorie. Traťová rychlost byla 90 km/h s místními omezeními. Vzhledem k dlouholeté nedostatečné údržbě byl zejména železniční spodek včetně mostních objektů ve špatném stavu. Projekt řešil optimalizaci trati od km 140,587 do km 150,540. Z technického hlediska stavba znamenala rekonstrukci železničního spodku a svršku a umělých staveb a

úpravu směrových poměrů v kolejích pro rychlost 120 km/h pro klasické vlakové soupravy a 160 km/h pro soupravy s výkyvnými skříněmi, dosažení třídy zatížení D4 UIC, zavedení prostorové průchodnosti pro ložnou míru UIC GC, modernizaci zabezpečovacího a sdělovacího zařízení, úpravu trakčních, silnoproudých, slaboproudých, přípojných a ostatních vedení. Součástí optimalizace byly rovněž nezbytné související rekonstrukce stávajících a výstavba nových inženýrských a pozemních objektů a sítí. V celém nově rekonstruovaném úseku byla zřízena bezstyková kolej na betonových bezpodkladnicových pražcích s pružným šroubovým upevněním.

22) Rekonstrukce trati Liberec – Tanvald

Datum zahájení: 15.3.2014 *Datum ukončení:* 31.5.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 898 093 690 Kč

Základní informace o projektu:

Cílem projektu bylo zvýšení bezpečnosti na železničních zastávkách a stanicích při nástupu a výstupu cestujících, zvýšení bezpečnosti na železničních přechodech a přejezdech, zajištění bezpečnosti provozu na železniční trati a zatraktivnění železniční dopravy v tomto hustě obydleném regionu. Tyto cíle byly dosaženy zkrácením provozních intervalů nasazením moderního zabezpečovacího staničního zařízení. Nová nástupiště na zastávkách a ve stanicích zkrátily dobu nástupu a výstupu cestujících, rovněž zvýší bezpečnost a plynulost provozu při zastavení vlaku. Nové traťové zabezpečovací zařízení v kombinaci s novými přejezdovými zařízeními odstranilo lokální omezení traťové rychlosti a zvýšilo bezpečnost železničního provozu jak v traťových úsecích, tak i bezpečnost silničního provozu na železničních přejezdech

23) Revitalizace trati České Budějovice – Volary

Datum zahájení: 1.3.2014 *Datum ukončení:* 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 831 222 723 Kč

Základní informace o projektu:

Stavba probíhala na jednokolejné trati Volary – České Budějovice. Na trati je 14 železničních stanic a dopraven. Předmětem stavby bylo zvýšení cestovní rychlosti a kultury cestování, zvýšení bezpečnosti vlakové dopravy a racionalizace řízení provozu. V úseku Volary (mimo) – Boršov nad Vltavou je nové zabezpečovací a sdělovací zařízení stanic a dopraven pro novou konfiguraci kolejiště a pro dálkové řízení z Kájova s výhledem přemístěním dispečerského

centra do Českých Budějovic. Vybrané výhybky byly vybaveny elektrickým ohřevem výměn, rekonstruováno nebo nově vybudováno bylo venkovní osvětlení dopraven a zastávek.

24) Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, 1. část, Ševětín – Horusice

Datum zahájení: 1.4.2014 *Datum ukončení:* 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 206 483 115 Kč

Základní informace o projektu:

V žst. Dynín bylo modernizováno veselské zhlaví a provedeny úpravy stávajícího kolejiště. Byl vybudován nový provozní objekt pro dopravní kancelář a technologická zařízení v blízkosti dnešní výpravní budovy. Úroňový přechod za Dynínem byl zrušen, traťový úsek zdvoukolejněn, oblouk u Horusických blat přeložen a na přeložce vybudován velký mostní objekt pro křížení biokoridoru. Úroňový přejezd v Horusicích byl zdvoukolejněn a vybaven novým přejezdovým zabezpečovacím zařízením se závorami. Žst. Horusice byla přestavěna na zastávku s vnějšími nástupišti s přístřešky pro cestující. Součástí stavby byla instalace odpovídajícího a moderního zabezpečovacího a sdělovacího zařízení. Zároveň bylo sledováno zabezpečení technických parametrů trati a zařízení pro zajištění Interoperability v rámci začlenění úseku do evropského železničního systému včetně umožnění užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu a orientace.

25) Modernizace traťového úseku Praha Běchovice – Úvaly

Datum zahájení: 17.10.2013 *Datum ukončení:* 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 2 087 008 938 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem stavby bylo řešení úseku trati ŽST Úvaly – Praha Běchovice odbočka Blatov – Praha Běchovice os. n. Do řešení byla zahrnuta i část tratí Praha Běchovice odbočka Blatov – Praha Běchovice vjezdová kolej a Praha Běchovice odbočka Blatov – Praha Běchovice odjezdová kolej. Byla provedena rekonstrukce železničního svršku, včetně odvodnění. Na základě výsledků geotechnického průzkumu byla provedena sanace a zvýšení únosnosti železničního spodku. Byla provedena rekonstrukce železničních mostů, podchodů, propustků, opěrných zdí, výstavba nového podchodu v zast. Praha Klánovice. Byly vybudovány nové návěstní lávky, nová nástupiště v ŽST Úvaly a zast. Praha Klánovice, přístřešky a přístupy na nástupiště. Dále bylo vybudováno nové trakční vedení. Byla provedena pokládka energetických, sdělovacích, zabezpečovacích a optických kabelů podél tratě, výstavba

traťového zabezpečovacího zařízení včetně osazení návěstidel a sdělovacího zařízení pro cestující. Byly provedeny přeložky a úpravu dotčených inženýrských sítí a zařízení. Byla provedena rekonstrukce stávající technologické budovy pro umístění železniční technologie a stavební úpravy ve stávající výpravní budově ŽST Úvaly a rekonstrukce stávající trakční měnirny Běchovice.

26) Optimalizace trati Praha-Bubeneč – Praha-Holešovice

Datum zahájení: 30.11.2012 *Datum ukončení:* 28.2.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 208 429 612 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem optimalizace úseku byly dvě železniční stanice (Praha-Bubeneč a Praha-Holešovice) a krátký traťový úsek mezi nimi, procházející oblastí Královské obory. Součástí žst. Praha-Holešovice je odbočka Stromovka a část úseku směrem k nádraží Praha-Bubny (Masarykovo n.).

Vedle komplexní modernizace stávajících železničních staveb a zařízení (celková modernizace kolejiště a trakčního vedení, instalace nového zabezpečovacího zařízení, rozvodů a technologie silnoproudého zařízení, rekonstrukce celkem 8 mostních objektů) na úroveň odpovídající požadovaným technickým parametrům bylo hlavní koncepční změnou na celé trase vybudování nové zastávky Praha-Podbaba, situované blíže k přestupnímu uzlu MHD, se 2 novými nástupišti o délce 220 m, rozdělenými novým podchodem. S tím souviselo zrušení nástupiště v železniční stanici Praha-Bubeneč, rekonstrukce stávajícího kolejiště včetně jeho zjednodušení a investice zaměřené na zvýšení bezpečnosti provozu a informovanosti cestujících. Konfigurace kolejiště a nástupišť v žst. Praha-Holešovice se nezměnila.

Realizace projektu v navržené podobě umožnila dosažení výše identifikovaných cílů, zejména tedy celkové optimalizace trati ve smyslu jejího zatížení, prostorové průchodnosti a zvýšení traťové rychlosti. Hlavním přínosem projektu a účelem modernizace bylo tedy zlepšení technických parametrů tratě do takové podoby, aby kvalitativně odpovídala zařazení do mezinárodní železniční sítě TEN a sítě národních tranzitních železničních koridorů stejně jako navazující síť.

27) Modernizace trati Veselí n. L. – Tábor-II. část, úsek Veselí n. L. – Doubí u Tábora,

1.etapa: Veselí n. L. – Soběslav

Datum zahájení: 26.2.2014 *Datum ukončení:* 30.10.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 253 063 156 Kč

Základní informace o projektu:

Úsek Veselí nad Lužnicí – Soběslav délky 6,5 km byl před započítáním stavby jednokolejný, elektrizovaný střídavou proudovou soustavou s napětím 25 kV. Hlavními aspekty modernizace trati bylo zavedení vyšší traťové rychlosti až do 160 km/hod včetně, dosažení traťové třídy zatížení D4 UIC pro úroveň traťové rychlosti 120 km/hod včetně a dále zavedení prostorové průchodnosti pro ložnou míru UIC GC, zajištění vyšší propustnosti (zdvoukolejnění trati), vybavení vybraných železničních stanic peronizací nebo poloperonizací. Trať byla vybavena novým technologickým zařízením, které umožňuje zabezpečení provozu pro traťové rychlosti 160 km/hod. Bylo osazeno nové železniční zabezpečovací zařízení: automatický blok s národním systémem vlakového zabezpečovacího zařízení, s přípravou na zavedení systému ERTMS. V souhrnu se jednalo o zlepšení parametrů železniční infrastruktury tak, aby mohla být železniční doprava, jak osobní, tak nákladní, konkurenceschopná k ostatním druhům dopravy a využily se tak její nesporné ekologické výhody. V neposlední řadě se vylepšily podmínky pro život obyvatel i životní prostředí v okolí tratě.

28) Modernizace trati Tábor – Sudoměřice u Tábora

Datum zahájení: 1.4.2013 Datum ukončení: 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 2 333 583 115 Kč

Základní informace o projektu:

Traťový úsek Tábor – Sudoměřice u Tábora byl jednokolejný a elektrifikovaný střídavou proudovou soustavou. Úsek trpěl nedostatečnou údržbou, která vedla v některých místech k omezení rychlosti. Stavba zdvoukolejnila stávající jednokolejný úsek spolu s přestavbou stávajících kolejišť v dopravnách Čekanice, Chotoviny a Sudoměřice u Tábora. Vedení trasy v úseku Tábor – Chotoviny v podstatě sleduje původní polohu hlavní traťové koleje. V úseku Chotoviny – Sudoměřice u Tábora byly provedeny dvě výrazné směrové přeložky trati. Kromě umělých staveb byla provedena rekonstrukce železničního sdělovacího a zabezpečovacího zařízení, rekonstrukce trakčního vedení, silnoproudých rozvodů a trakční transformovny Chotoviny. Na komplex těchto činností navazovaly úpravy dalších zařízení, s nimiž přichází do styku cestující veřejnost, tj. mimoúrovňové přístupy pro osoby se sníženou pohyblivostí, úrovňové přejezdy apod. Nedílnou součástí stavby byly i úpravy omezující působení hluku ze železničního provozu formou protihlukových stěn a individuálních opatření na jednotlivých objektech.

29) Rekonstrukce a zkapacitnění trati Studénka – Mošnov (úsek žst. Studénka - žst. Sedlnice)

Datum zahájení: 12.10.2012 *Datum ukončení:* 30.10.2013

Celkové náklady projektu včetně DPH: 515 032 795 Kč

Základní informace o projektu:

Hlavním cílem tohoto záměru bylo uvedení rekonstruované tratě do takového stavu, aby společně se stavbou "Letiště Leoše Janáčka Ostrava, kolejové napojení" bylo vytvořeno železniční propojení Ostravy a letiště přímými vlaky v elektrické trakci. Rekonstrukce a zkapacitnění trati v úseku Studénka – Sedlnice tak vytvořilo podmínky pro realizaci této navazující stavby, která zahrnovala vybudování nové jednokolejné elektrizované železniční dráhy na Letiště Leoše Janáčka Ostrava. Sloužit bude nejen osobní dopravě na letiště, ale také nákladní dopravě do rozvíjející se průmyslové zóny Mošnov – do nového kontejnerového překladiště a veřejného logistického centra. Pro umožnění výše zmíněné navazující stavby bylo nutné v úseku Studénka – Sedlnice provést určitá opatření vedoucí ke zvýšení přechodnosti, kapacity a rychlosti dopravy.

30) Modernizace trati Rokycany – Plzeň

Datum zahájení: 1.7.2012 *Datum ukončení:* 15.8.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 3 150 052 805 Kč

Základní informace o projektu:

Projekt řešil komplexní modernizaci traťového úseku mezi Rokycany a Plzní, spojenou s výrazným zkrácením jízdních dob díky zkrácení úseku o 6,1 km a zvýšení traťové rychlosti.

Úsek Rokycany – Plzeň se nachází na elektrifikované dvoukolejné trati č. 170 Praha – Plzeň, která tvoří nejdůležitější část celé západní větve III. tranzitního železničního koridoru (TŽK) Praha – Plzeň – Cheb – st. hranice s Německem. Kromě klíčové relace Praha – Plzeň se na tomto úseku v dálkové dopravě uskutečňují další významné relace-např. Praha – Cheb, Praha – Domažlice, Praha – Klatovy a rovněž mezinárodní relace Praha – MÜNCHEN a Praha – NÜRNBERG. Zároveň je na tomto úseku silná příměstská doprava mezi Rokycany a Plzní. Výrazné vylepšení parametrů trati v tomto úseku má přínos pro velmi početnou skupinu cestujících

31) Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí – II. část, úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí

Datum zahájení: 15.4.2013 *Datum ukončení:* 31.12.2015

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 946 428 004 Kč

Základní informace o projektu:

Původní provozně technické parametry dotčeného traťového úseku i žst. Veselí nad Lužnicí neodpovídaly nejen standardům pro železniční tratě zařazené do transevropské sítě, ale ani aktuálním národním normám, a významně zaostávaly za technickým vývojem. Stavebně technické řešení traťového úseku Horusice – Veselí nad Lužnicí lze rozdělit na dvě zcela odlišné části, jejichž rozhraní tvoří zastávka Veselí nad Lužnicí. Úsek mezi výhybnou Horusice a zastávkou Veselí nad Lužnicí byl zdvoukolejněn zřízením druhé traťové koleje vpravo a modernizován na rychlost 160 km/h pro klasické i naklápěcí soupravy. Od zastávky Veselí nad Lužnicí po žst. Veselí nad Lužnicí opouští trať stávající těleso a nyní je vedena dvoukolejnou přeložkou ve zcela nové stopě. Přeložka trati umožnila s ohledem na územně technické podmínky dosažení rychlosti 135-145 km/h pro klasické soupravy a 160 km/h pro naklápěcí jednotky. Trať i stanice byly vybaveny moderním automatickým zabezpečovacím zařízením 3. kategorie, které je připraveno pro dálkové ovládání a pro nasazení jednotného evropského zabezpečovacího a řídicího systému (ERTMS) v souladu s požadavky interoperability. Adekvátně bylo modernizováno i sdělovací zařízení.

32) Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl.n.

Datum zahájení: 5.2.2016 *Datum ukončení:* 19.6.2017

Celkové náklady projektu včetně DPH: 1 203 211 371 Kč

Základní informace o projektu:

Rekonstrukce železničního svršku a spodku proběhne v úseku Krnov – Skrochovice (včetně) a v zastávkách Holasovice a Vávrovice a v žst. Opava západ. V rámci stavby jsou navrhována nová nástupiště v zastávkách a v žst. s novými přístřešky. Nástupiště budou s nástupní plochou 550 mm nad temenem kolejnice a budou bezbariérově napojena na přístupové komunikace. Součástí stavby bude i osvětlení nástupišť vč. přístupu na nástupiště. V rámci stavby bude demolováno několik objektů a opraveny mosty a propustky podle potřeb. U některých propustků, které jsou nefunkční a jsou postradatelné bude rovněž provedena demolice.

Ve stanicích je zřízen elektrický ohřev výhybek (EOV) na vybraných výhybkách.

V traťovém úseku Opava východ – Krnov budou instalována nová SZZ a TZZ s úsekovým řízením. Řídicí stanoviště s jednotným ovládacím pracovištěm (JOP) bude instalováno v žst.

Krnov ve stávající dopravní kanceláři. Rozhlasové zařízení bude instalováno do všech neobsazených dopravních a zastávek na trati. V dopravních a zastávkách budou ozvučena nová nástupiště. Na trati bude nasazen systém automatického hlášení z dispečerského pracoviště Krnov.

33) Revitalizace trati Bludov – Jeseník

Datum zahájení: 25.6.2015 *Datum ukončení:* 31.5.2017

Celkové náklady projektu včetně DPH: 903 790 310 Kč

Základní informace o projektu:

Předmětem řešení je revitalizace trati v úseku Bludov (mimo) – Hanušovice (mimo) v km cca 48,988-70,186, do revitalizace je také zahrnut úsek mezi odbočkou Sudkov a odbočkou Sudkov a odbočkou Chomeč trati Zábřeh na Moravě – Hanušovice od km 0,000-0,862. Kolejové úpravy budou provedeny v úseku Bludov – Hanušovice v km cca 49,357-69,835 a budou zahrnovat rekonstrukci železničního svršku pro rychlost do 100 km/h. V rámci rekonstrukce železničního spodku budou zřízeny nové sanační vrstvy s ochranou proti promrzání a zároveň bude vybudováno nové odvodnění. Mosty a propustky budou rekonstruovány pro třídu zatížení D4.

Součástí revitalizace jsou 2 žst. Ruda nad Moravou, Bohdíkov a 6 zastávek: Bludov-Lázně, Bohutín, Bartoňov, Komňátka, Raškov a Hanušovice-Holba, kde budou vybudována nová nástupiště s bezbariérovým přístupem, novým osvětlením, rozhlasem a přístřešky. Přístup cestujících na nástupiště bude v železničních stanicích přes centrální přechod, který povede od výpravních budov do čela nástupišť. Nová nástupiště v železničních stanicích a zastávkách budou mít nástupištní hranu o výšce 550 mm nad temenem kolejnice.

Stávající staniční a traťové zabezpečovací zařízení bude nahrazeno novým SSZ a TZZ elektronického typu, kontrola volnosti traťových úseků bude provedena pomocí počítačů náprav. Součástí stavby je 15 železničních přejezdů a 2 přechody pro pěší vč. zabezpečení a nové přejezdové úpravy. V celém úseku bude provedeno DOZ s ovládním ze Šumperka. V žst. Ruda nad Moravou a Bohdíkov bude provedena rekonstrukce EOZ.

4.3 Vyhodnocení MU

Na tratích, které byly rekonstruovány v rámci výše uvedených staveb byla analyzována data o mimořádných událostech. Vzhledem k tomu, že přínos modernizace přejezdových zabezpečovacích zařízení je již kvantifikován a zakotven v národní metodice, byly všechny MU vzniklé na přejezdech z analýzy vynechány.

V této části práce je zkoumán vztah mezi realizací vybraných železničních projektů a změnou výskytu mimořádných událostí. S cílem zjistit změnu v četnosti výskytu mimořádných událostí a jejich případný celospolečenský dopad – náklady plynoucí ze ztráty lidských životů, újmy na zdraví a v neposlední řadě také hmotných škod.

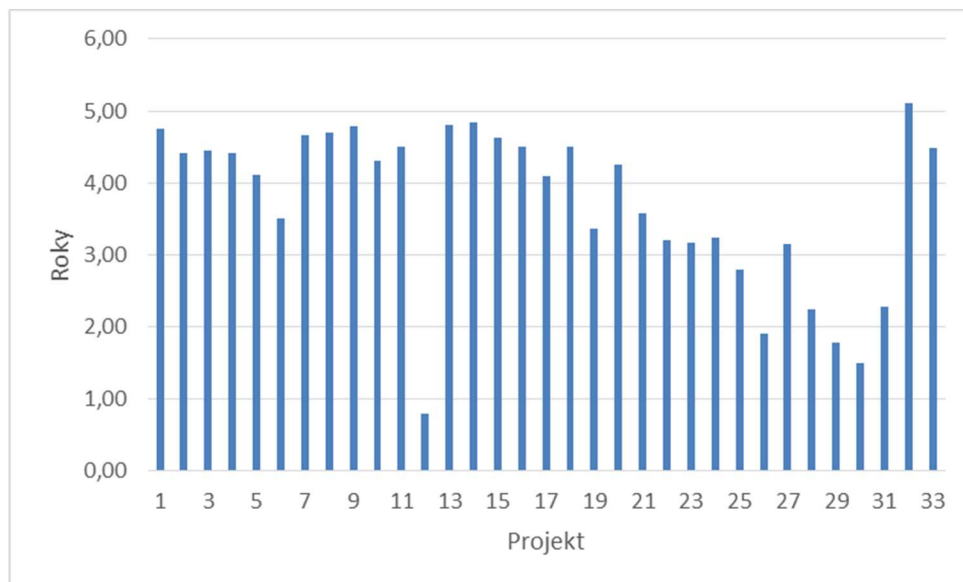
Výchozí data vstupující do analýzy tak obsahují data časově ohraničená termínem 1. 1. 2011 až 31. 12. 2018 s vynecháním doby výstavby daných staveb. Prostorově jsou data ohraničená na počátek a konec rekonstruovaných traťových úseků s vynecháním MU vzniklých na železničních přejezdech.

4.3.1 Průměrný roční výskyt mimořádných událostí

V rámci analýzy bylo sledováno 33 projektů s celkovými náklady stavby ve výši 32,1 mld. Kč, délka traťových úseků, kde proběhla mimo jiné i rekonstrukce zabezpečovacího zařízení činila 609 km. Realizace staveb probíhala převážně v letech 2014-2015.

Průměrná délka sledovaného období činila před realizací stavby 3,72 roku, při maximální délce lehce přes pět let (Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl. n.) a nejkratším intervalu necelý rok (Revitalizace trati Františkovy Lázně – Aš – státní hranice SRN).

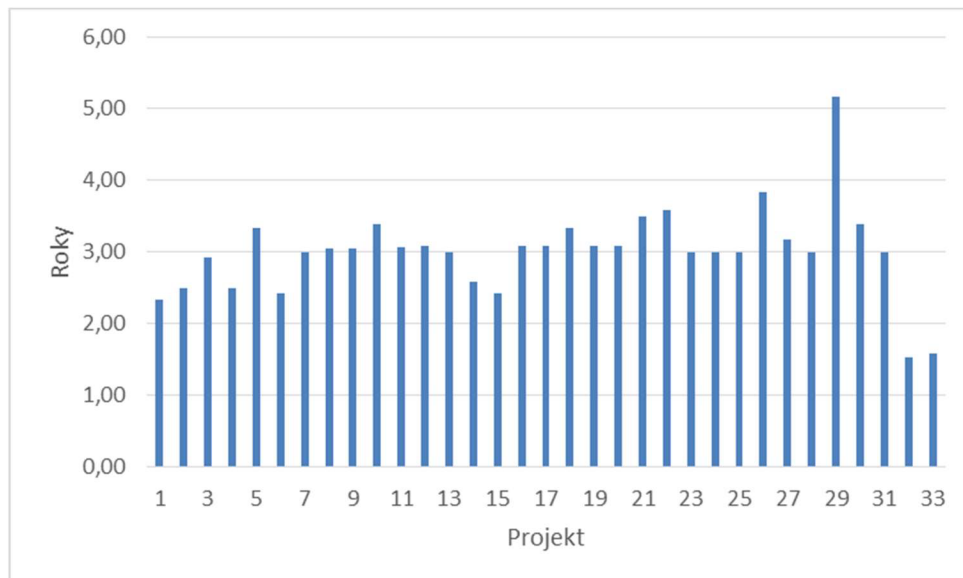
Obrázek 11 Graf délky hodnoceného období před realizací projektu v letech



Zdroj: vlastní zpracování

Průměrná délka sledovaného období činila po realizaci stavby 3,00 roku, při maximální délce lehce přes pět let (Rekonstrukce a zkapacitnění trati Studénka – Mošnov (úsek žst. Studénka – žst. Sedlnice)) a nejkratším intervalu jeden a půl roku (Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl. n.).

Obrázek 12 Graf délky hodnoceného období po realizaci projektu v letech



Zdroj: vlastní zpracování

V rámci výzkumných prací projektu “Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci“ byly, jako události ovlivnitelné implementací nového zabezpečovacího zařízení, identifikovány pouze ty mimořádné události, které mohou vzniknout v souvislosti s nedostatečným zabezpečení železniční dopravní cesty v prostoru stanice či železniční tratě mezi stanicemi a zároveň ty mimořádné události, které vznikly v důsledku chyby lidského faktoru. Pro uvedený výzkum jsou tedy uvažovány následující kategorie mimořádných událostí:

- A1 srážka drážních vozidel s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- A2 vykolejení drážního vozidla s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- A3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následkem smrti, újmy na zdraví alespoň 5 osob nebo škody velkého rozsahu,
- B1 srážka drážních vozidel s následky menšími než u vážné nehody,
- B2 vykolejení drážního vozidla s následky menšími než u vážné nehody,
- B3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následky menšími než u vážné nehody,
- C1 srážka drážních vozidel s následky menšími než u vážné nehody a nehody,

- C2 vykolejení drážního vozidla s následky menšími než u vážné nehody a nehody,
- C3 srážka drážního vozidla s překážkou v průjezdném průřezu s následky menšími než u vážné nehody a nehody,
- C6 nedovolená jízda drážního vozidla za návěstidlo zakazující jízdu s následky menšími než u nehody,
- C12 nezajištěná jízda drážního vozidla s následky menšími než u nehody,
- C16 selhání návěstních (zabezpečovacích) systémů s následky menšími než u nehody,
- C19 blíže nespecifikované MU, vzniklé v souvislosti s pohybem drážního vozidla s následky menšími než u nehody.

4.3.2 Průměrná mimořádná událost

Jako součást výzkumných prací na projektu „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“ byly v rámci článku Economic impact of occurrences on railways [47] vypočteny průměrné celospolečenské dopady jednotlivých druhů mimořádných událostí způsobené lidským faktorem.

Tabulka 14 Celkové dopady mimořádných událostí dle kategorií za období 2011-2018 (příčina – lidský faktor)

Kategorie	Počet MU	Následky na zdraví osob celkem			Zpoždění vlaků (min)		Finanční dopad celkem (CZK, CÚ 2021)
		Úmrtí celkem	Těžká zranění celkem	Lehká zranění celkem	Zpoždění osobních vlaků	Zpoždění nákladních vlaků	
A1	11	2	1	43	10 360,00	913	116 541 074
A2	2	0	0	2	0	0	45 666 786
A3	2	0	3	19	25	0	125 833 889
B1	42	0	5	20	3 549,00	2 251,00	80 788 498
B2	70	0	0	5	16 559,00	3 971,00	138 979 460
B3	18	0	3	10	3 248,00	2 106,00	12 389 192
C1	92	0	0	0	0	0	692 969
C2	450	0	0	0	17 915,00	6 390,00	46 648 040
C3	282	0	0	0	35 351,00	11 209,00	22 545 910
C6	572	0	0	0	76 713,00	28 441,00	12 585 865
C12	105	0	0	0	19 912,00	7 159,00	2 554 216
C19	117	0	0	0	14 571,00	8 166,00	10 188 512

Zdroj: Economic impact of occurrences on railways [48]

Pro ocenění celkových celospolečenských nákladů spojených s výskytem mimořádné události je nezbytné ocenit ekonomické náklady spojené s úmrtím a zraněním obyvatel a současně vyjádřit náklady ze zpoždění vlaků, resp. cestujících a nákladu.

Celospolečenské náklady [13] vyjádřené v cenové úrovni 2021 spojené s:

- úmrtím činí 24 736 284 Kč/osoba,
- těžkým zraněním činí 5 989 060 Kč/osoba,
- lehkým zraněním činí 773 143 Kč/osoba.

Pro výpočet nákladů zpoždění je nutné znát cenu jedné tunohodiny a osobohodiny a současně průměrnou hmotnost nákladu jednoho nákladního vlaku a průměrnou obsazenost vlaků osobní dopravy. Údaje o obsazenosti a hmotnosti nákladu jsou vypočteny ze Statistické ročenky Skupiny České dráhy z roku 2018 a jsou uvedeny níže.

Z dat uvedených v části 2.2 této práce vyplývá, že průměrná obsazenost osobního vlaku činila mezi lety 2009-2018 64,64 osob / vlak (vlastní výpočet na základě [19], [20] a [21]), průměrná hmotnost přepravovaného nákladů činila 400,75 tun / vlak (vlastní výpočet na základě [19], [20], [21], [44], [45] a [46]).

Hodnota 1 osobové hodiny při rovnoměrném rozdělení cest a 10% zastoupení pracovního času činí 324,82 Kč/oshod (CÚ 2021, viz tabulka 10).

Hodnota 1 tunové hodiny činí v CÚ 2021 40,77 Kč/thod (viz. tabulka 10).

V tabulce 16 je provedeno finanční ocenění všech dopadů sledovaných v rámci statistik [37] za pomoci výše uvedených jednotkových nákladů spojených s úmrtími, zraněními a zpožděním rámci osobní a nákladní dopravy. Četnost těchto událostí v rámci jednotlivých skupin MU je pak uvedena v tabulce 14.

Suma celospolečenských nákladů spojených s mimořádnostmi vybraných kategorií, které byly způsobeny lidským faktorem na železniční síti ČR v letech 2011 – 2018 činí 901 888 209 Kč v cenové úrovni roku 2021. Průměrné celospolečenské náklady jedné mimořádné události činí 511 564 Kč, přičemž platí, že průměrné náklady spojené se výrazně liší v rámci kategorií – A, B, C.

Průměrné celospolečenské náklady jedné mimořádnosti činí v rámci kategorie:

- A – 27 655 643 Kč,
- B – 2 442 856 Kč,
- C – 104 748 Kč.

Tabulka 15 Celospolečenské náklady mimořádností v Kč, CÚ 2021

Kategorie	Počet MU	Náklady na zdraví osob (Kč)	Zpoždění vlaků (Kč)	Finanční dopad (Kč)	Celkové náklady (Kč)
-----------	----------	-----------------------------	---------------------	---------------------	----------------------

A1	11	88 706 766	3 874 206	116 541 074	209 122 046
A2	2	1 546 285	0	45 666 786	47 213 072
A3	2	32 656 892	8 749	125 833 889	158 499 530
B1	42	45 408 155	1 855 033	80 788 498	128 051 686
B2	70	3 865 714	6 876 404	138 979 460	149 721 578
B3	18	25 698 608	1 710 207	12 389 192	39 798 007
C1	92	0	0	692 969	692 969
C2	450	0	8 009 733	46 648 040	54 657 773
C3	282	0	15 423 993	22 545 910	37 969 903
C6	572	0	34 591 876	12 585 865	47 177 741
C12	105	0	8 918 027	2 554 216	11 472 242
C19	117	0	7 323 148	10 188 512	17 511 660
Celkem	1 763	197 882 421	88 591 377	615 414 411	901 888 209
Průměrná MU		112 242	50 250	349 072	511 564

Zdroj: vlastní výpočet

4.3.3 Vyhodnocení vlivu realizace staveb na výskyt MU

V rámci sledovaných 33 projektů docházelo průměrně ročně k výskytu 17,84 MU před realizací projektu a k 17,01 MU ročně po realizaci projektu. V obou případech se jedná pouze o MU vybraných kategorií a způsobených lidským faktorem. **Realizace staveb tak průměrně vedla ke snížení výskytu MU o 4,63 %.**

Roční celospolečenské náklady spojené s těmito mimořádnostmi činily průměrně před realizací staveb **9,125 mil. Kč/rok**. Po realizaci staveb tato hodnota klesla na **8,702 mil. Kč/rok**.

Po realizaci většiny staveb dochází ke zvýšení traťové rychlosti a v některých případech i k nárůstu dopravního zatížení. Dopravní výkony v rámci celé sítě vzrostly mezi lety 2011 a 2018 o 9,08 % v případě osobní dopravy a o 3,33 % v rámci nákladní dopravy (obr. 6). Vztah dopravních výkonů a četnosti výskytu mimořádností je podroben analýze v následující části této práce.

4.3.4 Posouzení výskytu MU vzhledem k délce rekonstruované trati

Délka sledovaných tratí činila 552 km, a tedy na 1 km tratě připadalo před realizací projektu 0,03229 MU (1 MU na každých 30,966 km), po realizaci projektu 0,03080 (1 MU na každých 32,470 km). Náklady spojené s výskytem mimořádných událostí činily průměrně před realizací stavby 16 520 Kč/km tratě, po realizaci projektu lze očekávat pokles na 15 755 Kč/km tratě.

Délka rekonstruované či modernizované tratě činila v rámci posuzovaných projektů 0,6 až 79,72 km. Při průměrné délce rekonstruovaného úseku 16,74 km na jeden sledovaný projekt

činí průměrná úspora na jednu stavbu 12 804 Kč/rok. Při průměrných nákladech před realizací ve výši 276 509 Kč a 263 705Kč po realizaci stavby.

4.3.5 Posouzení výskytu MU vzhledem k dopravním výkonům

Faktorem významně ovlivňující pravděpodobnost výskytu mimořádné události jsou dopravní výkony. S jejich nárůstem by se měla logicky zvyšovat pravděpodobnost výskytu MU.

4.3.5.1 Specifický přístup

V rámci této části byl zkoumán na omezeném vzorku 8 projektů vztah mezi dopravními výkony a výskytem mimořádných událostí. Konkrétně byla analýza provedena u projektů:

- Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Teplice nad Bečvou (mimo) - Hustopeče nad Bečvou (mimo)
- Revitalizace trati Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí
- Trať 340 Brno – Uherské Hradiště v úseku odb. Brno-Černovice – Brno-Slatina
- Trať 280 Hranice na Moravě – Střelná, úsek Valašské Meziříčí (mimo) - Jablunka (mimo) a Vsetín (mimo) - Horní Lideč (mimo)
- Revitalizace trati Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm
- Revitalizace trati Opava východ – Olomouc hl. n.
- Revitalizace trati Bludov – Jeseník
- Trať 230 Kolín – Havlíčkův Brod, úsek Golčův Jeníkov – Vlkanec

Výpočet byl proveden za využití dopravních výkonů na dotčených traťových úsecích v letech 2012-2014, ze kterých bylo vypočteno množství vlakových kilometrů (vlkm) v řešeném úseku denně. Tato hodnota na uvedených tratích činí průměrně 6 697,5 vlakokilometrů denně, při maximu 2 150,7 v úseku Frýdlant nad Ostravicí – Valašské Meziříčí na trati č. 323 Ostrava – Valašské Meziříčí a minimu 229,6 vlakokilometrů denně v řešeném úseku na trati č. 281 Valašské Meziříčí – Rožnov pod Radhoštěm.

V rámci analýzy byl vypočten poměr denního počtu vlakokilometrů v daném úseku a počtu mimořádných událostí za rok. Výpočet byl proveden jak pro mimořádné události, které mohou vzniknout v souvislosti s nedostatečným zabezpečením železniční dopravní cesty a které současně vznikly v důsledku chyby lidského faktoru. Celkový průměrný roční počet mimořádných událostí činil ve sledovaném období 4,35 MU, přičemž před realizací projektů tato hodnota činila 4,71 MU a po dokončení všech projektů 3,92 MU. V rámci sledovaného vzorku, tak došlo k poklesu výskytu MU o 16,85 %.

Výsledky jsou uvedeny níže a je z nich patrný značný rozptyl v hodnotách.

Tabulka 16 Výpočet pravděpodobnosti výskytu MU vzhledem dopravním výkonům

Vlakokilometrů denně / MU ročně	
Průměr	1 990,54
Maximum	4 773,43
Minimum	651,77
Směrodatná odchylka	1 443,55

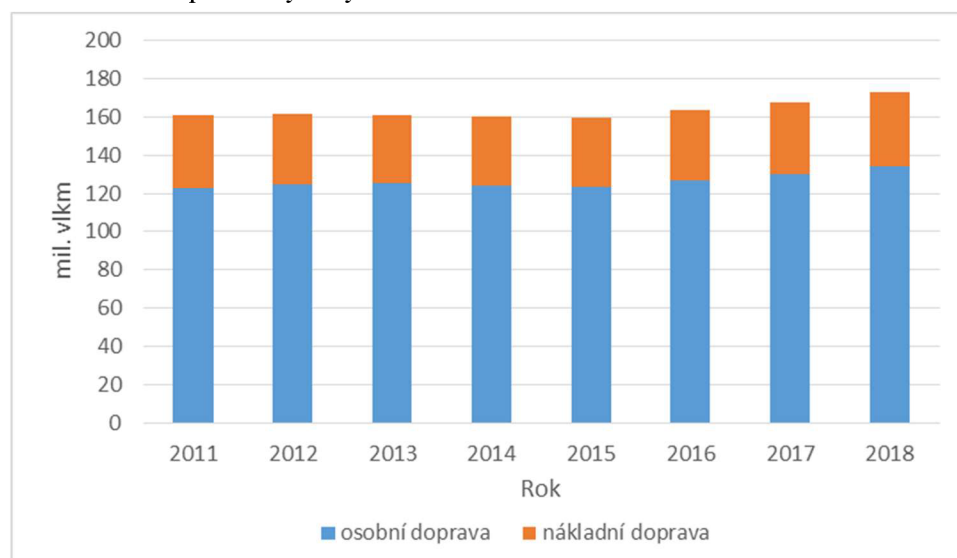
Zdroj: vlastní výpočet

V rámci sledovaných 8 projektů je průměrný výskyt mimořádných událostí v průměru 1 MU za rok na každých 1 990,54 vlkm denně, resp. 726 548,4 vlkm ročně.

4.3.5.2 Obecný přístup

V rámci obecného přístupu je posouzen vztah mezi výskytem mimořádností před a po dokončení realizace projektů se zohledněním průměrného růstu dopravních výkonů na celé železniční síti ČR.

Obrázek 13 Dopravní výkony na železniční síti ČR v letech 2011-2018



Zdroj: Databáze [44], [45], [46]

Dopravní výkony mezi roky 2011 a 2018 vzrostl na české železnici ze 161 na 173 mil. vlakových kilometrů, přičemž necelých 23 % činí dopravní výkony nákladní dopravy a zbytek pak doprava osobní. V letech 2011-2014, které tvoří období před realizací projektu, činil průměrný roční dopravní výkon 160,8 mil. vlkm. V letech 2016-2018, tedy po realizaci většiny projektů, činily dopravní výkony průměrně ročně 168 mil. vlkm. Nárůst mezi oběma sledovanými obdobími tedy činí 4,52 %.

V části 4.3.3 byl vypočítán průměrný pokles výskytu sledovaných mimořádných událostí o 4,63 % v závislosti na dokončení rekonstrukce trati či stanice zahrnující modernizaci zabezpečovacího zařízení. Při respektování myšlenky, že platí přímá úměra mezi dopravními výkony a pravděpodobností výskytu mimořádně události na trati při zachování její dopravně technického stavu, by pokles vyvolaný realizací sledovaných projektů byl součtem nárůstu dopravních výkonů a průměrného snížení výskytu MU.

Při zohlednění nárůstu dopravních výkonů v rámci sledovaných období před a po realizaci projektů činí pokles pravděpodobnosti výskytu MU: $4,63 \% + 4,52 \% = \mathbf{9,15 \%}$.

5 ZÁVĚR

Z analyzovaných dat je patrné, že realizací staveb došlo v průměru k poklesu výskytu mimořádných událostí o 4,63 % a při započtení průměrného růstu dopravních výkonů ve sledovaném období o 9,15 %. Průměrný celospolečenský náklad jedné mimořádné události dosahuje 511 564 Kč (vyjádřeno v cenové úrovni 2021) s tím, že platí, že tato hodnota poroste v čase v návaznosti na růst HDP, a tedy i životní úrovně obyvatel České republiky.

Výskyt MU byl na základě statistiky vyhodnocen vzhledem k délce tratě nebo jejího dopravního zatížení. Z výsledků vyplývá, že k výskytu jedné MU dochází na každých 30,966 km tratě, po rekonstrukci tratě je 1 MU na každých 32,470 km tratě.

V rámci sledovaných projektů činila průměrná délka rekonstruovaného úseku 16,74 km na jeden sledovaný projekt. Průměrná úspora plynoucí ze snížení pravděpodobnosti výskytu mimořádné události činila průměrně na jednu stavbu 12 804 Kč / rok. Při průměrných nákladech před realizací ve výši 276 509 Kč a 263 705 Kč po realizaci stavby.

Ve vztahu k dopravním výkonům byl vypočten průměrný výskyt 1 mimořádné události za rok na každých 726 548,4 vlkm ročně.

5.1 Vyhodnocení

V rámci práce byla hledána odpověď na 2 výzkumné otázky související s investicemi, železniční dopravou a její bezpečností. K zodpovězení otázek byly jako podklady využity současné platné metodiky pro hodnocení efektivnosti dopravních investic [13], databáze mimořádných událostí [37] a mnoho dalších podkladů.

VO1 Jakou měrou lze prostřednictvím modernizace železniční infrastruktury snížit četnost a míru dopadu vzniku mimořádných událostí?

Vyhodnocení otázky bylo provedeno na základě porovnání vývoje počtu mimořádných událostí na 33 sledovaných projektech zahrnujících rekonstrukci 552 km železničních tratí.

Z analyzovaných dat je patrné, že realizací staveb došlo v průměru k poklesu výskytu mimořádných událostí o 4,63 % a při započtení průměrného růstu dopravních výkonů ve sledovaném období o 9,15 %.

VO2 Jakým způsobem je možné využít databázi mimořádných událostí spravovanou Správou železnic v procesu optimalizace metodického postupu pro hodnocení ekonomické efektivnosti realizace staveb železniční infrastruktury?

Statistická data poskytnutá za účelem zpracování této práce byla v průběhu zpracování práce využita společně s analýzou dopravních výkonů železniční infrastruktury pro výpočet zjednodušeného měrného nákladu bezpečnosti železniční dopravy. Ten lze využít pro výpočet externích nákladů železniční dopravy v rámci zpracování ekonomického hodnocení železničních projektů.

5.2 Vědecký přínos disertační práce

Výzkumným a vědeckým přínosem této práce je analýza metodiky provádění ekonomického hodnocení železničních staveb a definování zásadních přínosů z hlediska celospolečenských přínosů železničních projektů.

Součástí disertační práce je rovněž analýza statistických dat týkajících se mimořádným událostem na železnici poskytnutých Správou železnic, s.o. pro potřeby této práce. Statistická data obsahují údaje o mimořádných událostech na železniční síti z let 2009-2018 a to včetně detailů popisující datum a místo vzniku, příčinu vzniku mimořádné události a v neposlední řadě též škody způsobené každou mimořádnou událostí.

Závěrečná část práce zkoumá vliv realizace vybraných železničních projektů na změnu výskytu mimořádných událostí v návaznosti na délku rekonstruovaného úseku a dopravní výkony realizované na dotčené infrastruktuře.

Součástí disertační práce je rovněž výpočet průměrného nákladu na bezpečnost a průměrného ekonomického nákladu jedné mimořádné události.

5.3 Praktický přínos disertační práce

Praktickým přínosem práce je především analýza vztahu mezi bezpečností železniční dopravy, resp. četností výskytu MU a investičními projekty na železniční síti. Výstupy této práce lze pak použít jako podpůrný argument při obhajobě železničních investičních projektů.

Disertační práce byla zpracována jako součást výzkumných prací, které probíhaly v rámci výzkumného projektu „Evaluace zvýšené bezpečnosti a spolehlivosti železniční infrastruktury po její modernizaci či rekonstrukci“, který byl podpořen grantem Technologické agentury České republiky. Výsledkem projektu je „Metodický postup pro evaluaci benefitů plynoucích z realizace investičních opatření pro zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti železniční infrastruktury“, který představuje návrh metodického postupu pro evaluaci benefitů plynoucích z realizace investičních opatření pro zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti železniční infrastruktury.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

- [1] Směrnice V-2/2012, změna č. 4 z 09/2015. Směrnice upravuje postupy Ministerstva dopravy, investorských organizací a Státního fondu dopravní infrastruktury v průběhu přípravy a realizace investičních a neinvestičních akcí dopravní infrastruktury, financovaných bez účasti státního rozpočtu.
- [2] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013, 2013. Dostupné na: [EUR-Lex - 32013R1303 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](http://eur-lex.europa.eu/lex-32013R1303-EN-EUR-Lex)
- [3] Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 480/2014, 2014. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0480&from=EN>
- [4] Prováděcí nařízení Komise (EU) 2015/207, 2015. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0207&from=RO>
- [5] Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, 2014. Dostupné na: https://wayback.archive-it.org/12090/20221203224508/https://ec.europa.eu/inea/sites/default/files/cba_guide_cohesion_policy.pdf
- [6] Metodika pro hodnocení efektivnosti investic železničních staveb (MD, 2006)
- [7] Aktualizace metodiky pro výpočet efektivnosti investic na ŠZDC, s. o. (MD, 2009)
- [8] Prováděcí pokyny hodnocení ekonomické efektivnosti investic projektů železniční infrastruktury, vydané MD 05/2013
- [9] Metodika pro hodnocení ekonomické efektivnosti a ex-post posuzování nákladů a výnosů, projektů železniční infrastruktury, pozemních komunikací a dopravně významných vodních cest (MD, 2016)
- [10] Obecná metodika multikriteriální analýzy pro hodnocení efektivnosti projektů staveb a zařízení pro pohyb a čekání cestujících v rámci železničních stanic a železničních zastávek
- [11] Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení železničních přejezdů
- [12] Obecná metodika zjednodušené multikriteriální analýzy pro ekonomické hodnocení staveb k plnění legislativních požadavků s pevně stanoveným časovým rámcem a staveb k řízení provozu a sledování vlaků
- [13] Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivnosti projektů dopravních staveb (MD, 2017)

- [14] Aktualizace Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivity 2022 (MD, 06/2022)
- [15] Aktualizace příloh Rezortní metodiky pro hodnocení ekonomické efektivity (MD 03/2023)
- [16] Rezortní metodika pro hodnocení ekonomické efektivity projektů dopravních staveb aktualizace 06/2023 (MD 08/2023)
- [17] https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezni%C4%8Dn%C3%AD_doprava_v_%C4%8Cesku
- [18] [Portál provozování dráhy \(spravazeleznic.cz\)](http://www.spravazeleznic.cz)
- [19] Ročenka dopravy České republiky vydaná Ministerstvem dopravy, 2009
- [20] Ročenka dopravy České republiky vydaná Ministerstvem dopravy, 2014
- [21] Ročenka dopravy České republiky vydaná Ministerstvem dopravy, 2019
- [22] Edkins, G.D.; Pollock, C.M. The influence of sustained attention on Railway accidents. *Accident Analysis and Prevention* [online]. Elsevier, 1997, 29(4), 533-539 [cit. 2020-07-09]. DOI: 10.1016/S0001-4575(97)00033-X. ISSN 0001-4575.
- [23] Baysari, M.T.; McIntosh, A.S.; Wilson, J.R. Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in Australia. *Accident Analysis and Prevention* [online]. Elsevier, 2008, 40(5), 1750-1757 [cit. 2020-07-09]. DOI: 10.1016/j.aap.2008.06.013. ISSN 0001-4575.
- [24] Read, Gemma J.M ; Lenné, Michael G ; Moss, Simon A Associations between task, training and social environmental factors and error types involved in rail incidents and accidents [online]. Elsevier, 2012, 48, 416-422 [cit. 2020-07-09]. DOI: 10.1016/j.aap.2012.02.014. E-ISSN: 1879-2057. ISSN 0001-4575.
- [25] Evans, A.W. Fatal train accidents on Europe's railways: 1980–2009. *Accident Analysis and Prevention* [online]. Elsevier, 2011, 43(1), 391-401 [cit. 2020-07-09]. DOI: 10.1016/j.aap.2010.09.009. ISBN 0002852724000. ISSN 0001-4575.
- [26] Evans, A.W. The economics of railway safety [online]. Elsevier, 2013, 43(1), 137-147 [cit. 2020-07-09]. DOI: 10.1016/j.retrec.2012.12.003. E-ISSN: 1875-7979. ISSN 0739-8859.
- [27] Zhou, J.-L. and Lei, Y. (2018) Paths between latent and active errors: Analysis of 407 railway accidents/incidents' causes in China, *Safety Science*, Volume 110, Part B, 2018, Pages 47-58, ISSN 0925-7535, DOI: 10.1016/j.ssci.2017.12.027.
- [28] Bahareh Hani Tabaia , Morteza Bagheria,* , Vahid Sadeghi-Firoozabadib , N.N. Szec a School of Railway Engineering, Iran University of Science and Technology,

Tehran, Iran b School of Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran c
Department of Civil and Environmental Engineering, Hong Kong Polytechnic
University, Hong Kong

- [29] Kim, H.J.; Jeong, J.Y.; Kim, J.W.; Oh, J.K. A Factor Analysis of Urban Railway Casualty Accidents and Establishment of Preventive Response Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. Elsevier, 2016, 218, 131-140 [cit. 2020-07-10]. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.04.016. ISSN 1877-0428.
- [30] Mátrai, T. Cost benefit analysis and ex-post evaluation for railway upgrade projects. *Periodica Polytechnica. Transportation Engineering*, 2013, Vol.41(1), pp.33-38. DOI: 10.3311/PPtr.7102. ISSN: 03037800
- [31] Wemakor, W. D., Anson, J., Schmid, F. Establishing the Relationship between Railway Safety and Operational Performance, Birmingham Centre for Railway Research and Education, University of Birmingham, UK. *International Journal of Transport Development and Integration Vol. 2, No. 1 (2018) 98–114*. ISSN: 2058-8305
- [32] Tseng, Y-Y, Rietveld, P., Verhoef, E.T. Unreliable trains and induced rescheduling: implications for cost-benefit analysis. DOI 10.1007/s11116-011-9345-x
- [33] https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDelezni%C4%8Dn%C3%AD_zabezpe%C4%8Dovac%C3%AD_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD
- [34] Stanovení přínosů ze zvýšení zabezpečení železničních přejezdů či jejich zrušení (SŽDC PO-05/2019-ŘO6, Schváleno pod čj. 11742/2019-SŽDC-GŘ-O6 dne 12. 3. 2019)
- [35] Aktualizace CBA tabulek (schváleno 4. 5. 2021). Dostupné na: <https://www.sfdi.cz/pravidla-metodiky-a-ceniky/metodiky/>
- [36] External Costs of Transport in Europe, Delft 2011
- [37] Správa železnic, státní organizace. Databáze mimořádných událostí za roky 2009-2018, 2019.
- [38] <http://www.dicr.cz/o-drazni-inspekci>
- [39] Handbook on the external costs of transport – January 2019 – V1.1
- [40] Statistická ročenka Skupiny České dráhy 2011
- [41] Statistická ročenka Skupiny České dráhy 2014
- [42] Statistická ročenka Skupiny České dráhy 2017
- [43] Statistická ročenka Skupiny České dráhy 2019
- [44] [Výroční zpráva SŽDC 2012](#)
- [45] [Výroční zpráva SŽDC 2016](#)

- [46] [Výroční zpráva SŽ 2020](#)
- [47] [Opd.cz - Projekty](https://www.opd.cz/projekty) (https://www.opd.cz/projekty)
- [48] Hromádka, V.; Korytářová, J.; Vítková, E.; Seelmann, H.; Funk, T. Economic Impact of Occurrences on Railways. CENTERIS 2020 - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2020 - International Conference on Project MANagement / HCist 2020 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2020. Procedia Computer Science. Amsterdam, Netherlands: Elsevier B. V., 2021. s. 76-83. ISSN: 1877-0509.

OSTATNÍ SEZNAMY

Použité zkratky:

CBA	Analýza přínosů a nákladů (Cost-benefit analysis)
B / C	přínosy / náklady (benefit / cost)
CEA	Analýza efektivnosti nákladů (cost-effectiveness analysis)
CK MD	Centrální komise Ministerstva dopravy ČR
CÚ	cenová úroveň
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
DOZ	Dálkově ovládané zabezpečovací zařízení
EH	ekonomické hodnocení
EK	Evropská komise
EMC	elektromagnetická kompatibilita (Electromagnetic Compatibility)
ENPV	ekonomická čistá současná hodnota (Economic net present value)
EIRR	Ekonomické vnitřní výnosové procento (economic internal rate of return)
EOV	elektrický ohřev výměn
ETCS	Evropský systém řízení železniční dopravy (European Rail Traffic Management System)
EU	Evropská unie
FNPV	finanční čistá současná hodnota (Financial net present value)
FIRR	Finanční vnitřní výnosové procento (financial internal rate of return)
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
HDP	hrubý domácí produkt
HV	hnací vozidlo
IAD	individuální automobilová doprava
ITS	Inteligentní dopravní systém (Intelligent transportation system)
JOP	jednotné obslužné pracoviště
MD	Ministerstvo dopravy
MKA	Multikriteriální analýza
MU	mimořádná událost
OPD	Operační program doprava
OŘ	Oblastní ředitelství

oshod	osobohodina
oskm	osobokilometr
PN	provozní náklady
PZZ	přejezdová zabezpečovací zařízení
RM	rezortní metodika
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury
SpZZ	zařízení pro mechanizaci a automatizaci spádovišť
SRN	Spolková republika Německo
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC, s. o.	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, nahrazena SŽ, s. o.
SŽ, s. o.	Správa železnic, státní organizace, nástupce SŽDC, s. o.
TACR	Technologická agentura České republiky
TEN-T	Trans-European Transport Networks (Transevropská dopravní síť)
thod	tunohodina
tkm	tunokilometr
TNŽ	Technická norma železnic
TZZ	traťová zabezpečovací zařízení
TU	traťový úsek
UIC	Mezinárodní železniční unie (International Union of Railways)
vlkm	vlakokilometrů

Seznam vzorců

- (1) Zjednodušený externí náklad nehodovosti osobní dopravy
- (2) Celospolečenské náklady na zdraví a život občanů
- (3) Průměrná hodnota ekonomické újmy způsobené mimořádnou událostí
- (4) Celospolečenské náklady na zpoždění osobních vlaků
- (5) Celospolečenské náklady na zpoždění nákladních vlaků
- (6) Průměrné celospolečenské náklady z jedné mimořádné události v osobní dopravě
- (7) Zjednodušený náklad dopravních nehod v železniční nákladní dopravě
- (8) Průměrné celospolečenské náklady z jedné mimořádné události v nákladní dopravě

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přepravní výkony v milionech oskm dle dopravního módu	40
Tabulka 2 Zjednodušené externí náklady nehod	44

Tabulka 3 Statistika MU očištěna o MU způsobené sebevrahy	48
Tabulka 4 Vývoj makroekonomických ukazatelů v letech 2010-2021	50
Tabulka 5 Souhrn statistických dat finanční analýzy 30 vybraných staveb, CÚ 2021 v mil. Kč	57
Tabulka 6 Souhrn statistických dat ekonomické analýzy 30 staveb, CÚ 2021 v mil. Kč	59
Tabulka 7 Celospolečenské náklady nehodovosti v Kč, CÚ 2021 [39].....	63
Tabulka 8 Souhrn statistik mimořádných událostí v osobní dopravě	64
Tabulka 9 Statistika výskytu MU k přepravním a dopravním výkonům osobní dopravy	65
Tabulka 10 Výpočet hodnoty času v železniční dopravě[13]	66
Tabulka 11 Souhrn statistik mimořádných událostí v nákladní dopravě	70
Tabulka 12 Statistika výskytu MU k přepravním a dopravním výkonům nákladní dopravy ..	70
Tabulka 13 Přehled analyzovaných projektů	73
Tabulka 14 Celkové dopady mimořádných událostí dle kategorií za období 2011-2018 (příčina – lidský faktor)	93
Tabulka 15 Celospolečenské náklady mimořádností v Kč, CÚ 2021	94
Tabulka 16 Výpočet pravděpodobnosti výskytu MU vzhledem dopravním výkonům	97

Seznam obrázků

Obrázek 1 Mapa železniční sítě ČR	36
Obrázek 2 Tranzitní koridory ČR.....	37
Obrázek 3 Mapa železniční sítě ČR s vyznačením intenzity dopravy	38
Obrázek 4 Dopravní výkony železniční dopravy v letech 2009-2019	39
Obrázek 5 Počty cestujících na železnici v letech 2009-2019	39
Obrázek 6 Počet mimořádných událostí a dopravních výkonů na železniční síti	49
Obrázek 7 Skladba diskontovaných finančních příjmů.....	58
Obrázek 8 Skladba diskontovaných celospolečenských příjmů	61
Obrázek 9 Graf vývoje přepravních výkonů osobní dopravy v mil. oskm	64
Obrázek 10 Graf vývoje přepravních výkonů nákladní dopravy v mil. tkm.....	69
Obrázek 11 Graf délky hodnoceného období před realizací projektu v letech	91
Obrázek 12 Graf délky hodnoceného období po realizaci projektu v letech	92
Obrázek 13 Dopravní výkony na železniční síti ČR v letech 2011-2018	97

Seznam vlastní publikační činnosti

Rok 2017

FUNK, T.; HROMÁDKA, V. Economic impacts of railway infrastructure projects and their evaluation. In *4th International multidisciplinary scientific conference on social sciences & arts SGEM 2017. SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts*. Albena, Bulgaria: STEF92 Technology Ltd., 2017. s. 335-342. ISBN: 978-619-7408-25-6. ISSN: 2367-5659.

Rok 2019

FUNK, T.; HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J. New Methodology for Railway Infrastructure Evaluation and its Impact. In *4th World Multidisciplinary Civil Engineering, Architecture, Urban Planning Symposium (WMCAUS 2018). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. UK: IOP Conference Series, 2019. s. 1-10. ISSN: 1757-8981.

FUNK, T.; HROMÁDKA, V. The sensitivity of the economic efficiency of the modernization of railway crossings on the traffic moment. In *4th World Multidisciplinary Civil Engineering - Architecture - Urban Planning Symposium. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. UK: IOP Conference Series, 2019. s. 1-9. ISSN: 1757-8981.

FUNK, T.; HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; SEELMANN, H. Statistic evaluation of occurrences on railways in the Czech republic. In *Economic and Social Development, 45th International Scientific Conference on Economic and Social Development –XIX International Social Congress (ISC 2019), Book of Proceedings. Book Series: International Scientific Conference on Economic and Social Development*. Varazdin, Croatia: Varazdin Development and Entrepreneurship Agency, Varazdin, Croatia, 2019. s. 1-8. ISSN: 1849-7535.

Rok 2020

HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; FUNK, T.; SEELMANN, H. Evaluation of Socio-economic Impacts of Incidents on the Railway Infrastructure. In *Current Topics and Trends on Durability of Building Materials and Components*. Barcelona, Spain: Scipedia, 2020. s. 407-414. ISBN: 978-84-121101-8-0.

SEELMANN, H.; HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; FUNK, T. Influence of railway control and signaling equipment on reduction of occurrences in the state railway network of Czech Republic. *20th International Scientific Conference LOGI 2019(LOGI 2019)*, 2020. s. 47-52. ISSN: 2352-1465.

FUNK, T.; HROMÁDKA, V. Impact of the Railway Infrastructure Revitalization Projects on the Severity of Occurrences. In *5th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2020. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. United Kingdom: IOP Publishing, 2020. s. 1-8. ISSN: 1757-8981.

FUNK, T.; HROMÁDKA, V. Impact of Railway Modernization on the Frequency of Occurrence Incidence. In *20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM Vienna Green 2020. International multidisciplinary geoconference SGEM*. Vídeň: SGEM, 2020. s. 1-7. ISSN: 1314-2704.

HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; SEELMANN, H.; FUNK, T. New aspects of socioeconomic assessment of the railway infrastructure project life cycle. *Applied Sciences - Basel, 2020, roč. 10, č. 20, s. 1-16*. ISSN: 2076-3417

Rok 2021

HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; SEELMANN, H.; FUNK, T. Economic Impact of Occurrences on Railways. *CENTERIS 2020 - International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2020 - International Conference on Project Management / HCist 2020 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2020. Procedia Computer Science*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier B. V., 2021. s. 76-83. ISSN: 1877-0509.

HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; SEELMANN, H.; FUNK, T. Methodological Approach Valuating The Impacts Associated With Occurrences On Railways. Economic and Social Development, *74th International Scientific Conference on Economic and Social Development, Book of Proceedings*, 2021. s. 264-272. ISSN: 1849-7535.

Rok 2022

HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E.; SEELMANN, H.; FUNK, T. Socio-Economic Impacts of Occurrences on Railways. *International Conference on ENTERprise*

Information Systems / ProjMAN - International Conference on Project Management, 2022. s. 740-747. ISSN: 1877-0509.

FUNK, T.; HROMÁDKA, V.; KORYTÁROVÁ, J.; VÍTKOVÁ, E. Accident costs on the railway network in the Czech national conditions. *Archives of Civil Engineering, 2022, roč. 68, č. 1, s. 579-593. ISSN: 1230-2945*