

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Ekonomický dopad zavedení ETCS v železniční dopravě

Ing. Miroslav Vostruha

Diplomová práce
2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ing. Miroslav Vostruha**
Osobní číslo: **D17491**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Ekonomický dopad zavedení ETCS v železniční dopravě**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Zásady a podmínky pro zavedení zařízení ETCS
2. Analýza současného stavu zavedení zařízení systému ETCS v ČR
3. Návrh přínosů a nákladů zavádění ETCS pro provozovatele železniční infrastruktury a provozovatele drážní dopravy
4. Zhodnocení efektivnosti zavedení ETCS pro provozovatele infrastruktury a provozovatele drážní dopravy

Závěr


Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012 Pravidla pro zveřejňování závěrečných prací a jejich základní jednotnou formální úpravu, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 15. 5. 2019

Ing. Miroslav Vostruha

Rád bych poděkoval vedoucímu práce prof. Ing. Vlastimilu Melicharovi, CSc., za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce. Za odborné informace a konzultace bych rád dále poděkoval Ing. Martinu Havránkovi ze Správy železniční dopravní cesty, státní organizace.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na otázku zavedení ETCS v České republice, a to z pohledu manažera infrastruktury a železničních dopravců. Z výsledků analýzy současného stavu byla navržena opatření ke zlepšení ekonomického dopadu zavedení ETCS pro provozovatele infrastruktury a drážní dopravy.

KLÍČOVÁ SLOVA

železniční doprava, evropský vlakový zabezpečovací systém, manažeri infrastruktury, železniční dopravci, čistá současná hodnota

TITLE

The economic impact of introducing ETCS in rail transport

ANNOTATION

The thesis focuses on the issue of introducing ETCS in the Czech Republic, from the perspective of the infrastructure manager and railway carriers. Measures to improve the economic impact of the introduction of ETCS for infrastructure and rail transport operators were proposed from the results of the current status analysis.

KEYWORDS

rail transport, european train control system, infrastructure managers, rail carriers, net present value

OBSAH

ÚVOD	9
1 ZÁSADY A PODMÍNKY PRO ZAVEDENÍ ZAŘÍZENÍ ETCS	10
1.1 Zabezpečovací zařízení	10
1.2 ETCS – European train control system	11
1.2.1 ETCS Level 1	13
1.2.2 ETCS Level 2	13
1.2.3 ETCS Level 3	14
1.3 Legislativa a dokumenty upravující problematiku ETCS	15
1.3.1 Evropská legislativa	15
1.3.2 Národní legislativa	16
1.3.3 Národní implementační plán ERTMS 2017	17
1.4 Ekonomické hodnocení	17
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZAVEDENÍ ZAŘÍZENÍ SYSTÉMU ETCS V ČR	20
2.1 SŽDC, s. o., a ETCS	20
2.1.1 Státní organizace SŽDC, s. o.	20
2.1.2 ETCS v ceně za použití ŽDC	21
2.1.3 Výpočet ceny za použití ŽDC s ETCS a bez ETCS	25
2.1.4 Výkony železniční sítě	29
2.1.5 Výběr poplatku za použití ŽDC se zohledněním ETCS	32
2.1.6 Vybrané modernizované úseky železniční infrastruktury pro potřeby ETCS	36
2.2 Hnací vozidla a ETCS	37
2.2.1 Hnací vozidlo pro soupravu expres	38
2.2.2 Hnací vozidlo pro soupravu osobní vlak	39
2.2.3 Hnací vozidlo pro soupravu nákladní dopravy 1	41
2.2.4 Hnací vozidlo pro soupravu nákladní dopravy 2	42
3 NÁVRH PŘÍNOSŮ A NÁKLADŮ ZAVÁDĚNÍ ETCS PRO PROVOZOVATELE ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY A PROVOZOVATELE DRÁŽNÍ DOPRAVY	44
3.1 Konkretizace slevy na ETCS	44
3.1.1 Zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 5 a 4	44
3.1.2 Zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 3	45
3.1.3 Sleva ETCS na vybraných tratích	45
3.2 Efektivnější využití hnacích vozidel vybavených ETCS	46

3.2.1	Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu expres	46
3.2.2	Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak	47
3.2.3	Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1	47
3.2.4	Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2	48
4	ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI ZAVEDENÍ ETCS PRO PROVOZOVATELE INFRASTRUKTURY A PROVOZOVATELE DRÁŽNÍ DOPRAVY	49
4.1	Ekonomický dopad konkretizace slevy na ETCS	49
4.1.1	Ekonomický dopad zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 5 a 4	49
4.1.2	Ekonomický dopad zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 3	50
4.1.3	Ekonomický dopad slevy ETCS na vybraných tratích	50
4.2	Ekonomický dopad efektivnějšího využití hnacích vozidel vybavených ETCS	51
4.2.1	Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu expres	52
4.2.2	Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak	53
4.2.3	Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1	55
4.2.4	Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2	57
4.3	Alternativní scénář návrhových řešení hnacích vozidel při změně vlkm	58
4.3.1	Výpočet ČSH = 0 pro expres (vlkm)	59
4.3.2	Výpočet ČSH = 0 pro osobní vlak (vlkm)	59
4.3.3	Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 1 (vlkm)	59
4.3.4	Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 2 (vlkm)	59
4.4	Alternativní scénář návrhových řešení hnacích vozidel při změně S_2	60
4.4.1	Výpočet ČSH = 0 pro expres (S_2)	60
4.4.2	Výpočet ČSH = 0 pro osobní vlak (S_2)	60
4.4.3	Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 1 (S_2)	60
4.4.4	Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 2 (S_2)	60
	ZÁVĚR	62
	POUŽITÁ LITERATURA	64
	SEZNAM TABULEK	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	67
	SEZNAM ZKRATEK	68
	SEZNAM PŘÍLOH	71

ÚVOD

Železniční dopravní cesta na území České republiky má mnoholetou tradici a postupem času procházela vývojem a modernizací. K samotnému pohybu drážních vozidel po infrastruktuře je podstatné správné řízení dopravy a vytváření bezpečnostních prvků. Na české infrastruktuře se používá celá řada zabezpečovacích zařízení, které mají za cíl maximálně zvýšit bezpečnost a při selhání lidského faktoru informovat o pochybení, případně pomocí předem daných pravidel zasáhnout do řízení a zabezpečit tak minimalizaci ztrát na majetku a zdraví.

Česká republika se zavázala plnit společné cíle pro dopravu, které nastavila Evropská unie. Jedním z těchto cílů je vytvoření interoperabilního železničního prostoru. Zabezpečovacím zařízením, které by mělo vytvořit podmínky pro interoperabilitu mezi jednotlivými členskými státy, je jednotný vlakový zabezpečovač ETCS - European Train Control System. Toto zabezpečovací zařízení je základem pro bezpečnější infrastrukturu a kvalitnější provoz na tratích využívajících ETCS.

Aby bylo zabezpečovací zařízení plně efektivní, je nutné, aby byla vybavena nejen infrastruktura, ale i samotná drážní vozidla.

Autor této diplomové práce se věnoval problematice ETCS z pohledu dopravce a manažera infrastruktury a stanovil si jako cíl práce **ekonomické hodnocení navržených zlepšení pro zavádění ETCS v podmínkách české železnice.**

Z pohledu manažera infrastruktury, tedy Správy železniční dopravní cesty, státní organizace, se autor zaměřil na současnou cenovou politiku, kterou organizace využívá, a na způsob, jakým motivuje dopravce, aby si zařízení ETCS do svých hnacích vozidel umístili.

Autor diplomové práce dále hodnotil situaci z pohledu dopravců, kde pomocí ekonomických postupů zhodnotil investici do systému ETCS.

1 ZÁSADY A PODMÍNKY PRO ZAVEDENÍ ZAŘÍZENÍ ETCS

V následující kapitole se autor práce věnoval popisu teoretických znalostí v oblasti dopravy a ekonomiky, které následně využil v dalších částech práce.

1.1 Zabezpečovací zařízení

V této podkapitole se autor věnoval problematice zabezpečovací techniky, a to konkrétně popisu staničního, traťového, vlakového, spádovištního a přejezdového zabezpečovacího zařízení.

Jak uvádí Ivo Laníček (2003), počátek drážní dopravy na českém území je datován k roku 1828, kdy byl provoz zahájen koněspřežnou soupravou, která měla trasu z Budějovic do Lince. Pro řízení provozu neměla dráha v té době jiné prostředky než praporce, telegraf a za snížených dohledových podmínek svítilny. Ve světě v tomto období již ovšem byla provozována parní drážní doprava, která byla vybavena prvními zabezpečovacími zařízeními.

Pro potřeby diplomové práce použil autor členění zabezpečovací techniky podle následujícího rozdělení (Gašparík a Kolář, 2017):

- staniční zabezpečovací zařízení (SZZ),
- traťové zabezpečovací zařízení (TZZ),
- vlakové zabezpečovací zařízení (VZZ),
- spádovištní zabezpečovací zařízení,
- přejezdové zabezpečovací zařízení (PZZ).

SZZ má za cíl zejména zabezpečit bezpečný pohyb drážních vozidel po infrastruktuře.

„Podmínkami pro bezpečnou jízdu je myšleno: 1. volnost jízdní cesty, 2. správné polohy všech pojížděných a odvratných výhybek, 3. závěr těchto prvků, tedy znemožnění jejich pohybu po dobu jízdy vlaku nebo posunového dílu, 4. vyloučení současně zakázaných jízdních cest, aby nedošlo k ohrožení postavené jízdní cesty jízdou jiného vlaku nebo posunového dílu.“ (Gašparík a Kolář, 2017 s. 108)

Mezi prvky TZZ patří zejména automatický blok, automatické hradlo, hláska, hradlový poloautomatický blok.

U vlakových zabezpečovacích zařízení se rozlišuje, zda se jedná o bodové, nebo liniové zabezpečovací zařízení. U bodových dochází k přenosu informací v konkrétním místě, u liniových zabezpečovacích zařízení probíhá přenos informací po celou dobu jízdy bez rozdílu, kde se souprava nachází.

Spádovištní zabezpečovací zařízení slouží k vytvoření souprav vlaků. Je součástí seřadovacích nádraží. Podle stupně vybavenosti a automatizace se rozlišují různé typy spádovišť.

Přejezdové zabezpečovací zařízení je využíváno v místě styku silniční a železniční infrastruktury pro bezpečný provoz vozidel pohybujících se po železniční síti a po silničních komunikacích.

1.2 ETCS – European train control system

ETCS je zkratkou pro jednotné vlakové zabezpečovací zařízení, který v originále nese název European Train Control System (DB Netze, 2014). Gašparík a Kolář (2017) ve své publikaci uvádějí, že ETCS představuje vlakový zabezpečovač, který je jednotně kompatibilní na území více států a tvoří tak jednu z podmínek interoperability v železniční dopravě.

Petr Šlégr (2012) udává další informace o této problematice. Mimo jiné říká, že ETCS je jednou z částí ERTMS. Druhou část tvoří GSM-R. Obě tyto uvedené součásti zabezpečovacích zařízení je možné zkoušet v prostorách Zkušebního centra VUZ Velim. Zkušební centrum disponuje dvěma zkušebními okruhy. Velký okruh je dlouhý 13 276 metrů a je na něm maximální rychlost 230 km/h. Malý okruh měří 3 951 m a je na něm maximální rychlost 115 km/h. Výzkumný Ústav Železniční (VUZ, a. s.) byl založen k 1. 7. 2005 jako dceřiná společnost ČD, a. s.

VUZ (VUZ, 2019) na svých oficiálních stránkách uvádí následující technická specifikata a informace:

„Pracoviště využívá instalovanou technologii elektronického stavědla s reálnými detekčními prostředky a radioblokové centrály RBC společně s prvky v kolejišti (proměnné i neproměnné balízy). Pracoviště umožňuje provádět zkoušky mobilní části ETCS s využitím traťové části v aplikačních úrovních ETCS L0, L1 a L2 včetně jejich kombinací, a tedy i přechodu mezi nimi. Instalovaná technologie umožňuje simulaci standardních i poruchových provozních stavů včetně simulace specifických požadavků dle dohody s klientem.“

Délky tratí pro testování ETCS podle úrovní jsou následující:

- aplikační úroveň ETCS Level 0, celý velký zkušební okruh, maximální rychlost 200 km/h,
- aplikační úroveň ETCS Level 1, mezi kilometry 6 a 0,5 velkého okruhu, maximální rychlost 160 km/h,

- aplikační úroveň ETCS Level 2, celý velký zkušební okruh, maximální rychlost 200 km/h,
- velký zkušební okruh dále nabízí různé kombinace a návaznosti mezi jednotlivými aplikačními úrovněmi. (VUZ, 2019)

Evropská unie vydává legislativní dokumenty v podobě směrnic a prováděcích nařízení, které jsou závazné pro členské státy. Legislativním dokumentům, které upravují ETCS, se autor věnoval v kapitole 1.3.1 Evropská legislativa.

Gašparík a Kolář (2017) popisují ETCS jako systém, který napomáhá interoperabilitě napříč jednotlivými členskými státy a díky stejným podmínkám pro užívání slouží k plynulejšímu a bezpečnějšímu provozu na úrovni celého železničního společenství. Dále autoři uvádí, že ETCS je systém, který se skládá ze dvou částí – traťové a vozidlové.

„Traťovou část tvoří:

- *eurobalíza,*
- *traťová elektronická jednotka LEU (Lineside Electronic Unit),*
- *radiobloková centrála,*
- *doplňková radiová jednotka.“* (Gašparík a Kolář, 2017, s. 126)

K jednotlivým bodům dále uvádějí:

Eurobalíza slouží k přenosu informací mezi vozidlem a tratí. Je umístěna v kolejišti a napájení probíhá bezkontaktně.

Traťová elektronická jednotka LEU je využita pro přenos informací ze SZZ a TZZ do balíz a předává informace z návěstidel.

Radiobloková centrála je systém sloužící k přijímání informací ze SZZ, TZZ a PZZ do palubní části ETCS. Po zpracování dat dochází k oprávnění jízdy drážního vozidla po trati.

Doplňková radiová jednotka využívá GSM-R a předává informace z dalších návěstidel.

Dále autoři publikují informace o vozidlové části ETCS. Ta je tvořena:

- centrálním počítačem EVC (European Vital Computer),
- záznamovou jednotkou JRU (Juridical Recording Unit),
- přenosovým modulem balízy BTM (Balise Transmission Module)
- odometrie.

Jednotlivé části popsali následovně:

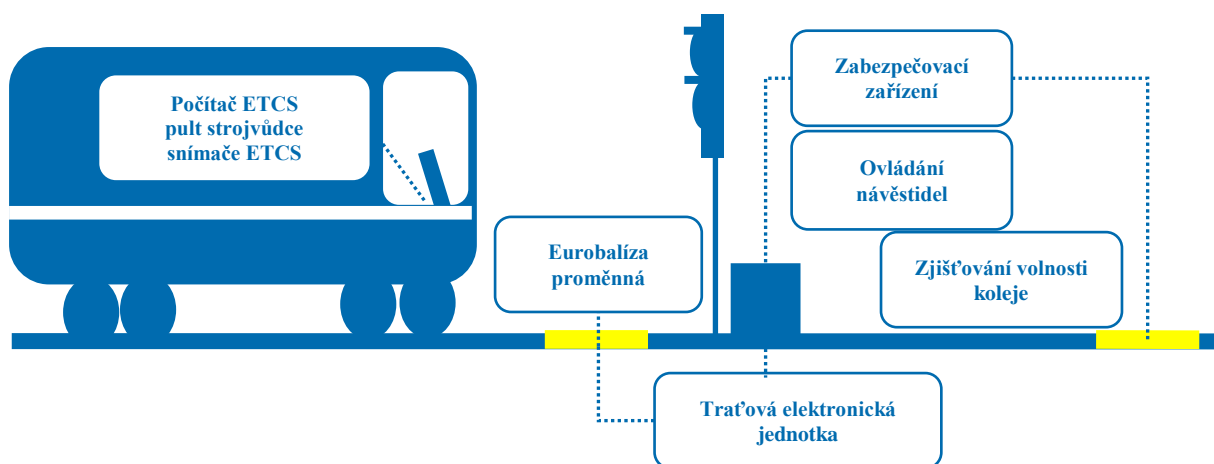
EVC slouží k zpracování informací o rychlosti soupravy a vytváří brzdnu křivku. JRU se nachází v soupravě pro uskladnění dat z jízdy vlaku. DMI je zařízení, které je nápomocné pro zobrazení analyzovaných dat z ETCS. BTM je napájecím zařízením. Odometrie zaznamenává vzdálenost od posledních balíz a skutečnou rychlost.

Rozsah, jakým způsobem je ETCS aktivně využito se nazývá aplikační úroveň. V současné době se uvažují 3 aplikační úrovně. Level 1, Level 2 a Level 3 (Beneš et al., 2015). ETCS může mít i další členění aplikačních úrovní, ale pro potřeby diplomové práce autor zvolil dělení na právě 3 výše zmíněné aplikační úrovně.

Jednotlivým aplikačním úrovním se autor věnoval v následujících třech podkapitolách, pro vizualizaci jednotlivých úrovní použil nákresy.

1.2.1 ETCS Level 1

Aplikační Level 1 je nejnižším rozsahem využití vlakového zabezpečovače ETCS. ETCS v úrovni 1 využívá běžná SZZ a TZZ. Tato zabezpečovací zařízení jsou dále propojena s balízou. Ta následně drážnímu vozidlu vybavenému palubní jednotkou ETCS předává povolení k jízdě spolu s dalšími informacemi. Informace z palubní části putují do balíz a ty je následně předávají do zabezpečovacích zařízení. (DB Netze, 2014)

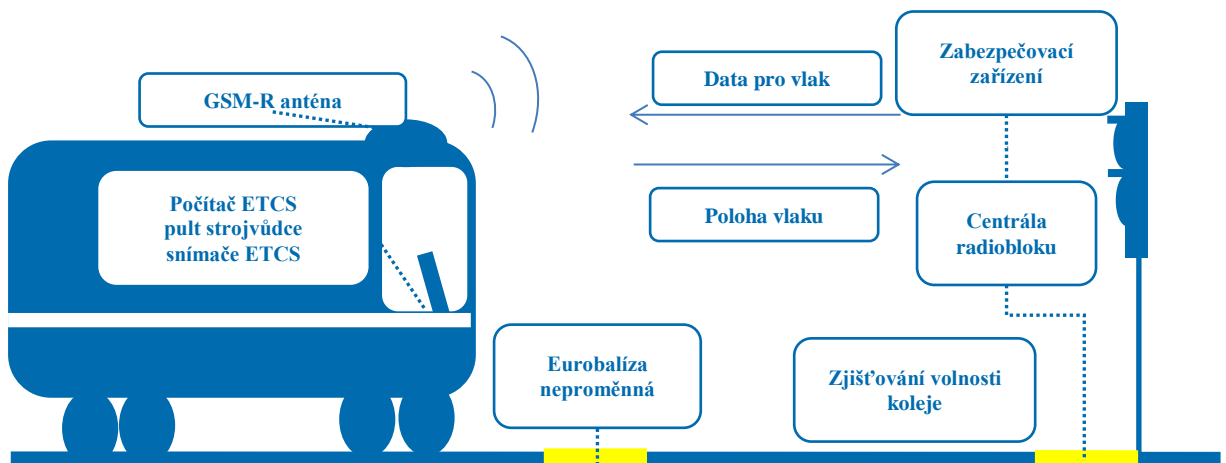


Obrázek 1 ETCS Level 1 (Gašparík a Kolář, 2017)

1.2.2 ETCS Level 2

Aplikační Level 2 je vyšší úrovní ETCS, která na rozdíl od aplikační úrovně 1 využívá pro přenos informací rádiovou stanici GSM-R. Díky vybavení hnacího vozidla systémem GSM-R je zde možnost dostávat a posílat informace o drážním vozidlu nepřetržitě. Vlaková

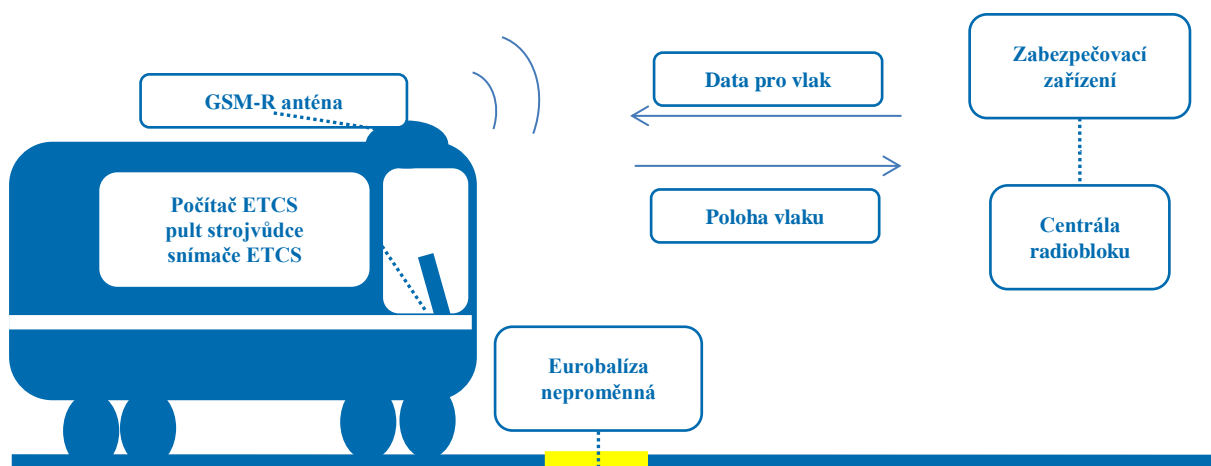
souprava má tedy informace z jednotlivých zabezpečovacích zařízení v reálném čase a nemusí čekat, až projede balízou, kde by si informace předala, jako je tomu v aplikační úrovni 1. Díky okamžitému předávání informací mezi zabezpečovací technikou a vlakem je možné podávat oprávnění k jízdě okamžitě. (DB Netze, 2014)



Obrázek 2 ETCS Level 2 (Gašparík a Kolář, 2017)

1.2.3 ETCS Level 3

Aplikační úroveň 3 (Gašparík a Kolář, 2017) má hlavní předpoklad v implementaci ETCS na patřičné úrovni do všech drážních vozidel pohybujících se na dané trati. Dále je nezbytné, aby soupravy byly vybaveny systémem kontrolujícím jejich ucelenost. Informace o pohybu drážního vozidla a jeho stavu jsou do RBC přenášeny využitím GSM-R. V aplikační úrovni 3 nejsou potřeba pro řízení provozu hlavní návěstidla. Dále se v aplikační úrovni 3 uvažuje o vytvoření tzv. pohyblivých prostorových oddílů, v nichž je povolení k jízdě vlaku dáвано až do poslední známé polohy vlaku jedoucího na stejné koleji před ním samotným. Pohyblivé oddíly budou mít pozitivní dopad na propustnost sítě a dojde ke zvýšení možné kapacity oproti současnému stavu, kdy se využívají mimo jiné automatické bloky a automatická hradla.



Obrázek 3 ETCS Level 3 (Gašparík a Kolář, 2017)

1.3 Legislativa a dokumenty upravující problematiku ETCS

V kapitole 1.3 této diplomové práce popsal autor legislativu a dokumenty, které přímo řídí, případně upravují problematiku ETCS. Autor se zaměřil na popis evropské legislativy, národní legislativy a dalších dokumentů.

1.3.1 Evropská legislativa

Směrnice (EU, 2016a) Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/797/EU o interoperabilitě železničního systému v Evropské unii definuje interoperabilitu jako „*schopnost železničního systému umožnit bezpečný a nepřerušovaný provoz vlaků dosahujících stanovených úrovní výkonnosti.*“ Česká republika má jako členský stát Evropské unie povinnost implementovat evropskou legislativu do národní legislativy a z toho důvodu musí evropské požadavky na interoperabilitu, a to i na problematiku ETCS, jakožto jednu z podmiňujících částí interoperability, promítnout do dráhy provozované na území České republiky. Manažer infrastruktury na českém území (Správa železniční dopravní cesty, s. o.) má jako jeden ze svých strategických cílů právě vytvoření podmínek pro zajištění interoperability a systému s tím souvisejícím (SŽDC, 2018a). Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/797/EU mimo jiné uvádí technické specifikace pro interoperabilitu, prvky interoperability, podmínky pro posuzování shody prvků interoperability a subjekty, které tuto shodu posuzují.

Dalším legislativním předpisem je Směrnice (EU, 2012) Evropského parlamentu a Rady (EU) 2012/34/EU o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru. V této směrnici je zmíněn systém ETCS ve vztahu k ceně za použití železniční dopravní cesty.

Konkrétně je zde uveden požadavek na manažery infrastruktury, kteří vybírají poplatek za použití železniční dopravní cesty, aby přizpůsobili svůj kalkulační model takovým způsobem, který vytvoří pobídku motivující dopravce k dostatečně rychlému vybavení vozidel systémem ETCS.

Nařízení Komise (EU, 2016b), (EU) 2016/919 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se subsystému Řízení a zabezpečení železničního systému v Evropské unii se zaměřuje na definování TSI pro tyto subsystémy, dále upravuje možnost financování projektů Evropskou unií prostřednictvím evropských fondů. Toto nařízení je účinné zejména pro „*TSI vztahující se na veškeré nové, modernizované nebo obnovené traťové subsystémy „Řízení a zabezpečení“ a palubní subsystémy „Řízení a zabezpečení“ železničního systému, jak jsou vymezeny v bodech 2.3 a 2.4 přílohy II směrnice 2008/57/ES. A se TSI se vztahuje na tyto sítě: a) síť transevropského konvenčního železničního systému, jak je definována v příloze I bodu 1.1 směrnice 2008/57/ES; b) síť transevropského vysokorychlostního železničního systému, jak je definována v příloze I bodu 2.1 směrnice 2008/57/ES; c) ostatní části sítě železničního systému v Unii po rozšíření oblasti působnosti, jak je uvedeno v příloze I bodu 4 směrnice 2008/57/ES.*“

1.3.2 Národní legislativa

Zákon č. 266/1194 Sb., o dráhách (Česko, 1994), upravuje mimo jiné i provozní a technickou propojenost evropského železničního systému. V § 49a, až § 49e se zejména zaměřuje na propojenost evropského a tuzemského železničního systému s cílem vytvořit nepřerušovaný pohyb dopravy. Propojenosti je docíleno prostřednictvím shodných technických podmínek pro dráhy spadající do evropského železničního systému. Dále je v tomto paragrafu uvedeno, že vlastník a provozovatel dráhy spadající do evropského železničního systému je povinen na těchto dráhách během stavby, modernizace, opravy postupovat takovým způsobem, aby splnil podmínky pro technickou propojitelnost. Drážní úřad je subjekt, který vydává dokumenty o ověření způsobilosti takovýchto staveb a zařízení. Dále tento paragraf udává povinnost pro výrobce drážních vozidel, aby vyrobená drážní vozidla byla konstrukčně, provozní a technicky schopná jízdy na tratích evropského železničního systému. Dopravce je povinen užívat pouze vozidla, která byla zkonstruována podle výše uvedených povinností pro výrobce drážních vozidel.

Dále je v tomto paragrafu uvedeno vyloučení nutnosti propojitelnosti drážní dopravy v evropském železničním systému. Jedná se například o situaci, kdy nová stavba dráhy byla zahájena ještě před uveřejněním specifických podmínek pro propojenost evropského

železničního systému v Úředním věstníku Evropské unie. Drážní úřad je subjektem, který vykonává státní dozor v propojitelnosti železniční dráhy spadající do evropského železničního systému. Kontrola je prováděna při zavádění nové trati a následně periodicky vždy během tří měsíců pro zjištění, zda se nezměnily podmínky a propojitelnost je nadále možná.

Mezi další povinnosti Drážního úřadu patří uložení ochranného opatření, případně stažení z trhu pro subsystemy, které přestaly být technicky a provozně propojitelné. Tyto informace Drážní úřad dále postoupí Ministerstvu průmyslu a obchodu. Pokud subsystem nesplňuje technické požadavky v plném rozsahu, informuje neprodleně Drážní úřad o této skutečnosti Evropskou komisí.

1.3.3 Národní implementační plán ERTMS 2017

Implementační plán (MD, 2017) je prováděcím plánem dříve zmíněného Nařízení Komise (EU) 2016/919. Nedílnou součástí systému ETCS je i rádiové spojení pomocí GSM-R. Implementační plán udává, že k 1. 1. 2017 bylo na železnici provozované Správou železniční dopravní cesty, 1 660 km tratí se schopností komunikace prostřednictvím GSM-R. Síť

GSM-R na českém území je propojena se systémy GSM-R sousedních zemí. SŽDC vydala celkem 2 945 SIM karet do palubních částí vozů potřebných pro komunikaci drážních vozidel s traťovou částí SŽDC. ČD Cargo a ČD bylo celkem vybaveno 1 784 SIM kartami. Všechny vozy ČD Cargo a ČD, které ve sledovaném období vjely na trať vybavené GSM-R, byly vybaveny palubní částí GSM-R.

Od roku 2001 se začaly připravovat činnosti spojené se zapojením ERTMS do podmínek české železnice. V implementačním plánu se dále uvádí již dříve uvedený fakt, že ERTMS je složen z dvou částí, a to konkrétně ETCS a GSM-R. VUZ zpracovává studie pro aplikaci ETCS. Jednotlivým tratím, jež jsou vybaveny ETCS, a aplikačním úrovním, které jsou na těchto tratích použity, se autor této diplomové práce věnoval v kapitole 2, kde využil informace o významných investičních akcích Správy železniční dopravní cesty.

1.4 Ekonomické hodnocení

V následující podkapitole se autor věnoval popisu metody a výpočtu ekonomického ukazatele, který následně využil v dalších částech práce pro hodnocení ekonomického dopadu zavedení ETCS v České republice.

Čistá současná hodnota

Černohorský a Teplý (2011) pojednávají o skutečnosti, že pokud chceme porovnat příjmy a výdaje v dlouhodobém období, je důležité tyto výpočty sjednotit na stejný časový

okamžik. Tento předpoklad vychází z pravidla, že finanční prostředek vlastněný nyní má vyšší hodnotu než stejná hodnota finančního prostředku vlastněná kdykoliv v budoucnu. Toto tvrzení vychází z předpokladu, že finanční prostředky, které vlastníme nyní, můžeme investovat či jinak zhodnotit.

Autoři dále vysvětlili postup výpočtu čisté současné hodnoty. Příjmy v jednotlivých letech jsou diskontovány podle období, ve kterém vznikly. Tomuto postupu odpovídá níže uvedený vzorec.

$$SH = \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n} \text{ [Kč]} \quad (1)$$

kde:

SH ...současná hodnota [Kč]

$C_1 \dots C_n$...peněžní částky v jednotlivých letech [Kč]

n ...doba [roky]

i ... diskontní sazba [%]

Jak dále Černohorský a Teplý (2011) upozorňují, současná hodnota nereflakuje počáteční investice, ale pouze příjmy, které z investice plynou. Pokud je zapotřebí promítnout i počáteční výdaje, uvažuje se čistá současná hodnota, kdy se v období $n=0$ odečte počáteční investice. Pokud investiční výdaje vznikají v čase $n=0$, výdaje se nediskontují. Při výpočtu čisté současné hodnoty může dojít ke třem situacím:

- čistá současná hodnota > 0
- čistá současná hodnota < 0
- čistá současná hodnota $= 0$

Pokud je čistá současná hodnota vyšší než 0, doporučuje se investici přijmout vzhledem k tomu, že diskontované příjmy jsou vyšší než počáteční náklady. Naopak pokud je hodnota čisté současné hodnoty nižší než 0, nedoporučuje se investici realizovat vzhledem k tomu, že diskontované příjmy plynoucí z investice nedosáhnou počáteční investované částky. Pokud je čistá současná hodnota 0, diskontované příjmy se rovnají výdajům na realizaci investice.

Pro potřeby diplomové práce autor upravil vzorec pro výpočet čisté současné hodnoty.

$$\check{C}SH = -IN + \textit{ostatn\u00ed p\u0159\u00edjmy} + \frac{C_1}{(1+i)} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n} \text{ [K\u010d]} \quad (2)$$

\check{C}SH ... \u010dist\u00e1 sou\u010dasn\u00e1 hodnota [K\u010d]

C₁... C_n ... pen\u011b\u017en\u00ed \u010d\u00e1stky v jednotliv\u00fdch letech [K\u010d]

n ... doba [roky]

i ... diskontn\u00ed sazba [%]

IN... invest\u00ed\u010dn\u00ed n\u00e1klady [K\u010d]

Ostatn\u00ed p\u0159\u00edjmy... p\u0159\u00edjmy plynouc\u00ed z investice na po\u010d\u00e1tku investice [K\u010d]

V\u00fd\u0161e uveden\u00e9 situace jsou obecn\u00fdmi postupy, jak p\u0159i zji\u0161t\u011bn\u00ed v\u00fdsledku v\u00fdpo\u010dtu \u010dist\u00e9 sou\u010dasn\u00e9 hodnoty postupovat. V praxi mus\u00edme ov\u0161em zohlednit skute\u010dnosti, kter\u00e9 nelze do v\u00fdpo\u010dtu \u010disteln\u011b reflektovat a m\u00f9\u017ee tedy doj\u00edt ke zm\u011bn\u011b rozhodnut\u00ed, a\u010dkoliv po prvotn\u00edm v\u00fdpo\u010dtu byla situace vyhodnocena odli\u0161n\u011b.

V první kapitole provedl autor re\u0161er\u0161i teoretick\u00fdch poznatk\u00fa k problematice ETCS z pohledu technick\u00fdch po\u017eadavk\u00fa a legislativn\u00edch na\u0159izen\u00ed. D\u00e1le p\u0159edstavil v\u00fdpo\u010det \u010dist\u00e9 sou\u010dasn\u00e9 hodnoty, kter\u00fdm v dal\u0161\u00edch kapitol\u00e1ch hodnotil investice do ETCS.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZAVEDENÍ ZAŘÍZENÍ SYSTÉMU ETCS V ČR

V následující kapitole se autor diplomové práce zaměřil na zhodnocení situace problematiky ETCS v podmínkách české železnice zejména z pohledu Správy železniční dopravní cesty, s. o., a dopravců pohybujících se na infrastruktuře.

2.1 SŽDC, s. o., a ETCS

Autor se analýze Správy železniční dopravní cesty a zabezpečovacího zařízení věnoval zejména proto, že jako provozovatel drážní dopravy na území České republiky vybavuje infrastrukturu traťovou částí zabezpečovače ETCS. Autor se problematice této podkapitoly věnoval zejména z pohledu ceny za použití dráhy jízdou vlaku.

2.1.1 Státní organizace SŽDC, s. o.

Jak uvádí Správa železniční dopravní cesty ve svých oficiálních dokumentech (SŽDC, 2018), Správa železniční dopravní cesty vznikla 1. 1. 2003 zákonem č.77/2002 Sb., o akciové společnosti České dráhy, státní organizaci Správa železniční dopravní cesty a o změně zákona č. 266/1994 Sb. o dráhách, ve znění pozdějších předpisů.

Správa železniční dopravní cesty má v gesci zejména železniční dopravní cestu, která je majetkem státu, dále Správa železniční dopravní cesty, s. o. spravuje nádražní budovy a další objekty a zařízení, které vlastní stát.

Generálním ředitelem Správy železniční dopravní cesty je Bc. Jiří Svoboda, MBA. Dohled nad jeho funkcí vykonává správní rada, která má řadu dalších povinností. Dalšími orgány, které ve Správě železniční dopravní cesty působí, jsou výbor pro audit a výbor pro strategii a rozvoj.

Správa železniční dopravní cesty ve výroční zprávě uvádí předmět činnosti:

- „*provozování železniční dopravní cesty,*
- *provozoschopnost železniční dopravní cesty,*
- *údržba a opravy železniční dopravní cesty,*
- *rozvoj a modernizace železniční dopravní cesty,*
- *příprava podkladů pro sjednávání závazků veřejné služby,*
- *kontrola užívání železniční dopravní cesty, provozu a provozuschopnosti dráhy.*“ (SŽDC, 2018, s. 5)

Dále SŽDC popisuje strategické cíle:

- „spolehlivý, bezpečný, plynulý a k životnímu prostředí šetrný provoz železniční dopravy,
- zvyšování rychlosti a kapacity na železniční infrastruktuře,
- zefektivnění správy, kontroly, údržby a oprav železniční infrastruktury,
- zajištění interoperability – zavádění moderních interoperabilních systémů a technologií,
- posílení prozákaznické orientace a aktivní komunikace,
- zvýšení tržního podílu železniční dopravy – posílení pozice SŽDC jako významného a atraktivního zaměstnavatele.“ (SŽDC, 2018, s. 5)

A právě k naplnění výše uvedených strategických cílů, zejména pak vytvoření interoperability se zvýšením bezpečnosti, plynulosti, rychlosti a zvýšení kapacity, je zapotřebí věnovat pozornost zavedení nových technologií, mezi které patří i ETCS.

2.1.2 ETCS v ceně za použití ŽDC

Správa železniční dopravní cesty, s. o., jako provozovatel drážní dopravy na infrastruktuře ve vlastnictví státu stanovuje mimo jiné cenu za použití dráhy jízdou vlaku. V minulosti Správa železniční dopravní cesty tuto cenu stanovovala způsobem, který vycházel z ujetých vlkm a hrtkm. Tato metoda výpočtu ovšem nijak nereflektovala tvorbu pobídky pro využívání ETCS u drážních vozidel. Tento požadavek nově nařizovala evropská legislativa, konkrétně Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2012/34/EU o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru. Aby Správa železniční dopravní cesty uspokojila požadavky této legislativy, zejména pak skutečnost, aby cena odrážela skutečné přímé náklady vyvolané jízdou vlaku, vytvořila novou cenovou politiku. Při příležitosti této radikální změny ve výpočtu ceny za použití železniční dopravní cesty implementovala Správa železniční dopravní cesty do výpočtu pobídku pro hnací vozidla vybavená palubní částí ETCS Level 2 a vyšší.

V Prohlášení o dráze 2018 (SŽDC, 2016a) má vzorec pro výpočet Ceny za použití dráhy celostátní a regionálních drah provozovaných Správou železniční dopravní cesty, státní organizací, pro jízdu vlaku následující tvar:

$$C = L * Z * K * P_x * S_1 * S_2 \text{ [Kč]} \quad (3)$$

kde:

C...cena za použití dráhy jízdou vlaku [Kč]

L...délka jízdy vlaku [Vlkm]

Z...základní cena [Kč]

K...koeficient kategorie tratě

P_x...produktový faktor

S₁ až S₂...specifické faktory

Délka jízdy vlaku (L)

Délka jízdy vlaku odpovídá skutečné vzdálenosti ujeté vlakem během pohybu po infrastruktuře spravované Správou železniční dopravní cesty, s. o.

Základní cena (Z)

Základní cena je stanovena v hodnotě 21,5 Kč za vlakový kilometr jízdy. Sazba vychází z analýzy nákladů spojených s jízdou vlaku a opotřebením infrastruktury. Vzhledem ke skutečnosti, že jednotlivé komponenty vzorce jsou mezi sebou násobeny, lze základní cenu pro hnací vozidla vybavená systémem ETCS Level 2 a vyšší vyjádřit jako součin Základní ceny a slevy na ETCS, tedy specifického faktoru S_2 v hodnotě 0,95 (problematice Specifického faktoru S_2 se autor věnoval v další části práce). Základní cena pro vozidlo vybavené hnacím vozidlem tedy činí $21,5 * 0,95 = 20,425$ Kč. Sleva je tedy 5 % ze základní ceny ve výši 1,075 Kč.

Kategorie tratí (K)

Kategorie tratí v cenovém modelu reprezentuje kvalitu služeb poskytovaných na železniční infrastruktuře. V cenové politice do roku 2017 Správa železniční dopravní cesty využívala kategorizaci tratí do tří skupin: evropské (E), celostátní (C) a regionální (R). Správa železniční dopravní cesty, s. o. v současné době pro cenu využívá kategorizaci novou, rozdělenou na kategorie 1-5, kde kategorie 1 je skupina, do které jsou zařazeny nejlépe vybavené a nejvýznamnější tratě a do kategorie 5 naopak nejméně vybavené a tratě menšího významu ve vztahu k síti jako celku. Dopad zohlednění ETCS na koeficienty jednotlivých kategorií je zobrazen v následující tabulce. Při výpočtu autor vycházel ze skutečnosti, že vybavení hnacího vozidla systémem ETCS poskytuje slevu 5 %, koeficient je tedy 0,95.

Tabulka 1 Kategorie tratí

Kategorie trati	Hodnota koeficientu	Hodnota koeficientu po zohlednění ETCS
1	1,15	1,09
2	1,12	1,06
3	1,00	0,95
4	0,88	0,84
5	0,71	0,67

Zdroj: Prohlášení o dráze 2018, upraveno autorem

Produktový faktor (P_x)

Produktový faktor v kalkulačním vzorci představuje druh dopravy realizované na infrastruktuře spravované Správou železniční dopravní cesty, s. o. Jednotlivé produktové faktory v tabulce níže autor přepočítal na hodnoty po zohlednění vybavení hnacího vozidla ETCS Level 2 a vyšší.

Tabulka 2 Produktové faktory

Produktový faktor	Hodnota koeficientu	Hodnota koeficientu po zohlednění ETCS
P_1 osobní doprava	1,00	0,95
P_2 nákladní doprava nespecifická	1,00	0,95
P_3 nákladní doprava v rámci svozového systému jednotlivých vozových zásilek	0,30	0,29
P_4 kombinovaná nákladní doprava	0,65	0,62
P_5 nákladní doprava – nestandardní vlaky	2,00	1,90

Zdroj: Prohlášení o dráze 2018, upraveno autorem

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že Správa železniční dopravní cesty poskytuje slevy na P_3 a P_4 v hodnotě 70 a 35 % z ceny. Po zohlednění ETCS je sleva vyšší. P_1 a P_2 vzhledem ke skutečnosti, že jsou v hodnotě 1,00, nemění žádným způsobem výslednou cenu. Pouze vybavená vozidla ETCS u P_1 a P_2 jsou o 5 % levnější. Nestandardní vlaky naopak zvyšují cenu na dvojnásobek, u nestandardních vlaků s ETCS je navýšení 1,9krát vyšší.

Specifický faktor S_1

Specifický faktor S_1 – míra opotřebení trati v závislosti na celkové hmotnosti vlaku – reflektuje míru opotřebení infrastruktury na základě hmotnosti celé vlakové soupravy. Správa železniční dopravní cesty v novém cenovém modelu nahradila skutečnou hmotnost

vlaků v podobě hrubých tunových kilometrů 22 váhovými kategoriemi. Dopad vybavení hnacího vozidla systémem ETCS na jednotlivé váhové kategorie zobrazil autor v následující tabulce.

Tabulka 3 Váhová kategorie

Váhová kategorie (t)	Hodnota koeficientu	Hodnota koeficientu po zohlednění ETCS	Váhová kategorie (t)	Hodnota koeficientu	Hodnota koeficientu po zohlednění ETCS
Do 49	0,42	0,40	1000-1199	2,77	2,63
50-99	0,49	0,47	1200-1399	3,36	3,19
100-199	0,59	0,56	1400-1599	3,88	3,69
200-299	0,76	0,72	1600-1799	4,36	4,14
300-399	0,94	0,89	1800-1999	4,89	4,65
400-499	1,14	1,08	2000-2199	5,37	5,10
500-599	1,34	1,27	2200-2399	5,92	5,62
600-699	1,50	1,43	2400-2599	6,39	6,07
700-799	1,76	1,67	2600-2799	6,88	6,54
800-899	2,03	1,93	2800-2999	7,30	6,94
900-999	2,31	2,19	Nad 3000	8,35	7,93

Zdroj: Prohlášení o dráze 2018, upraveno autorem

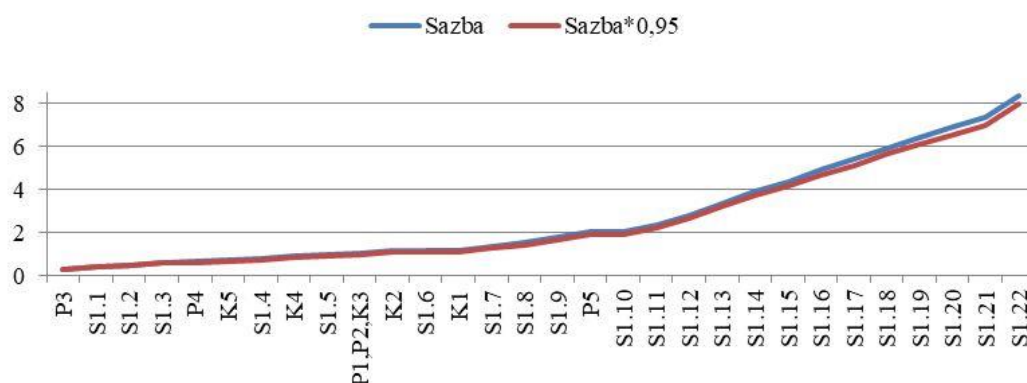
Specifický faktor S_2

Specifický faktor S_2 Zohledňuje vybavení hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší. Pokud je hnací vozidlo vybaveno zmíněným vlakovým zabezpečovačem, Správa železniční dopravní cesty tuto skutečnost zohledňuje pomocí koeficientu 0,95, tedy poskytuje slevu 5 % z celkové ceny za užití železniční dopravní cesty. Pokud hnací vozidlo ETCS není vybaveno, při výpočtu ceny se použije koeficient 1,00, cena se tedy nemění. Správa železniční dopravní cesty v současné době nepoužívá koeficient, který by penalizoval nevyužití hnacího vozidla ETCS. Funguje pouze bonus za využití.

Porovnání jednotlivých koeficientů

Níže uvedený graf vizuálně znázorňuje rozdíl hodnoty jednotlivých koeficientů při vybavení hnacího vozidla ETCS proti základně stanovenému koeficientu. Nejvyšší absolutní

rozdíl, a tedy sleva na koeficientu, je u koeficientu 8,35, který odpovídá váhové kategorii nad 3000 tun ve specifickém faktoru S_1 – míra opotřebení trati v závislosti na celkové hmotnosti vlaku.



Obrázek 4 Hodnota koeficientů po zohlednění ETCS (Prohlášení o dráze 2018)

Na ose x označují popisky: P – produktový faktor, S1 – specifický faktor S_1 , K – kategorii tratí, vždy podle rozdělní uvedeného v Prohlášení o dráze 2018 a již uvedeném v této práci. Osa y ukazuje hodnotu koeficientu.

Výše uvedený dopad slevy za ETCS na jednotlivé části kalkulačního vzorce uvažoval autor vždy pouze ve vztahu ke konkrétní části vzorce bez zohlednění ostatních částí. V praxi se pobídka za ETCS v hodnotě 5 %, tj. koeficient 0,95, využívá na cenu jako celek pouze jednou, ne na každou položku kalkulačního zvlášť. Autor analyzoval dopad na jednotlivé položky kalkulačního vzorce z důvodu názornosti dopadu pobídky pro každou část zvlášť, nikoli jako celek. Celkovému dopadu pobídky na cenu se věnoval autor v další části práce.

2.1.3 Výpočet ceny za použití ŽDC s ETCS a bez ETCS

Autor této diplomové práce zvolil parametry, na základě kterých modeloval vlakové spoje a vypočítal jejich cenu za použití železniční dopravní cesty bez ETCS. Tuto cenu vždy porovnal s cenou, pokud by byl vlak vybaven zabezpečovacím zařízením ETCS.

Pro potřeby této části kapitoly autor vytvořil v softwaru Microsoft Excel kalkulační soubor, který je v praxi používán ve společnosti Správa železniční dopravní cesty při kontrole stanovené ceny za použití železniční dopravní cesty jednotlivých jízd vlaku. Kalkulační soubor automaticky přepočítává cenu za použití železniční dopravní cesty při změně zadaných parametrů bez další úpravy mechanismu výpočtu. Kalkulační soubor se dále využívá při vytváření scénářů dopadu změny parametrů soupravy pohybující se po infrastruktuře.

Všechny níže uvedené postupy výpočtu vycházejí z Prohlášení o dráze platného pro jízdní řád 2018 a využívá se vzorec (3).

Modelový příklad 1

Rychlík jedoucí z Prahy hlavního nádraží do Brna hlavního nádraží. Souprava váží 350 tun. Z Prahy do České Třebové jede vlak po kategorii trati 1 (164,3 vlkm) a z České Třebové do Brna po kategorii trati 2 (89,8 vlkm). Vše pod produktovým faktorem P_1 .

Situace bez ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena bez ETCS} &= 164,3 * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 0,94 * 1,00 + \\ &89,8 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 0,94 * 1,00 = 5\,851 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Situace s ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena s ETCS} &= 164,3 * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 0,94 * 0,95 + \\ &89,8 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 0,94 * 0,95 = 5\,558 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Modelový vlak jedoucí se zadanými parametry s využitím ETCS ušetří na ceně za použití železniční dopravní cesty 293 Kč.

Modelový příklad 2

Osobní vlak jedoucí z Děčína hlavního nádraží do Mostu. Souprava váží 160 tun. Z Děčína do Ústí nad Labem jede vlak po kategorii trati 2 (22,8 vlkm) a z Ústí nad Labem do Mostu po kategorii trati 3 (47,8 vlkm). Vše pod produktovým faktorem P_1 .

Situace bez ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena bez ETCS} &= 22,8 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 0,59 * 1,00 + \\ &47,8 * 21,50 * 1,00 * 1,00 * 0,59 * 1,00 = 930 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Situace s ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena s ETCS} &= 22,8 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 0,59 * 0,95 + \\ &47,8 * 21,50 * 1,00 * 1,00 * 0,59 * 0,95 = 884 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Modelový vlak jedoucí se zadanými parametry s využitím ETCS ušetří na ceně za použití železniční dopravní cesty 46 Kč.

Modelový příklad 3

Nákladní vlak jedoucí z Ostravy do Nymburku. Souprava váží 1550 tun. Z Ostravy do Kolína jede vlak po kategorii trati 1 (290,2 vlkm) a z Kolína do Nymburku po kategorii trati 2 (24,2 vlkm). Vše pod produktovým faktorem P_3 .

Situace bez ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena bez ETCS} &= 290,2 * 21,50 * 1,15 * 0,30 * 3,88 * 1,00 + \\ &24,2 * 21,50 * 1,12 * 0,30 * 3,88 * 1,00 = 9\,030 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Situace s ETCS:

$$\begin{aligned} \text{Cena s ETCS} &= 290,2 * 21,50 * 1,15 * 0,30 * 3,88 * 0,95 + \\ &24,2 * 21,50 * 1,12 * 0,30 * 3,88 * 0,95 = 8\,579 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Modelový vlak jedoucí se zadanými parametry s využitím ETCS ušetří na ceně za použití železniční dopravní cesty 451 Kč.

Správa železniční dopravní cesty v současné době řeší odklonění části nákladní dopravy z hlavního koridoru na objízdnou trasu přes Havlíčkův Brod (při jízdě vlaku z Prahy do Brna). V této možné alternativě Správa železniční dopravní cesty spolu s dalšími institucemi uvažuje o zavedení tzv. postrkové služby. Autor diplomové práce ovšem na problematiku této objízdné trasy nahlížel z pohledu pobídky za ETCS a zda tato objízdná trasa má pro dopravce ekonomický přínos z pohledu zavedení ETCS.

Varianta 1

Nákladní vlak vážící 1200 tun jedoucí z Prahy do Brna projíždějící přes Kolín, Pardubice, Českou Třebovou a Svitavy využívající ETCS. Celková vzdálenost této trasy je 254,1 vkm

$$\begin{aligned} \text{Cena s ETCS} &= 164,3 * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 3,36 * 0,95 + \\ &89,8 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 3,36 * 0,95 = 19\,869 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Varianta 2

Nákladní vlak vážící 1200 tun jedoucí z Prahy do Brna projíždějící přes Kolín, Havlíčkův Brod, Křižanov využívající ETCS. Celková vzdálenost této trasy je 257,3 km.

$$\begin{aligned} \text{Cena s ETCS} &= 63,5 * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 3,36 * 0,95 + \\ &189,8 * 21,50 * 1,00 * 3,36 * 0,95 + \\ &4 * 21,50 * 1,12 * 1,00 * 3,36 * 0,95 = 18\,345 \text{ Kč} \end{aligned}$$

Z hlediska ceny za použití železniční dopravní cesty s vybaveným hnacím vozidlem ETCS a využitím objízdné trasy, tedy varianty 2, ušetří dopravce 1 524 Kč.

Autor ve výše zmíněném postupu neuvažuje poplatky způsobené nutností dalšího hnacího vozidla a další náklady. Pokud by Správa železniční dopravní cesty uvažovala o postrkové službě na této trati, autor je toho názoru, že na snížení vytížení nákladní dopravy na páteřní trati mezi Prahou a Českou Třebovou by se měla Správa železniční dopravní cesty ve spolupráci se SFDI a dalšími zainteresovanými stranami participovat na lukrativních pobídkách, které by dopravce na tuto trať přivedly.

Vzhledem ke skutečnosti, že jsou jednotlivé komponenty ceny mezi sebou násobeny, má nejvyšší efekt zavedení ETCS z hlediska slevy na ceně za použití železniční dopravní cesty pro nestandardní vlak vážící nad 3000 tun jedoucí po kategorii trati 1 x vlkm.

$$\text{Cena bez ETCS} = x * 21,50 * 1,15 * 2,00 * 8,35 * 1,00 = x * 412,9$$

$$\text{Cena s ETCS} = x * 21,50 * 1,15 * 2,00 * 8,35 * 0,95 = x * 392,3$$

S každým dalším ujetým vlakovým kilometrem ušetří dopravce na ceně o rozdíl 412,9 a 392,3, tedy 20,6 Kč.

Inverzním extrémním případem je jízda vlaku pod produktovým faktorem P_3 vážící do 49 tun jedoucího na kategorii trati 5 x vlkm.

$$\text{Cena bez ETCS} = x * 21,50 * 0,71 * 0,30 * 0,42 * 1,00 = x * 1,9$$

$$\text{Cena s ETCS} = x * 21,50 * 0,71 * 0,30 * 0,42 * 0,95 = x * 1,8$$

S každým dalším ujetým vlakovým kilometrem ušetří dopravce na ceně o rozdíl 1,9 a 1,8, tedy 0,1 Kč.

Efekt slevy na vlakový kilometr tedy není shodný a mezi extrémními případy je rozdíl 20,5 Kč na jeden vlkm.

Výše uvedené extrémní příklady ukazují maximální a minimální možnost z hlediska výpočtu podle matematických pravidel. S přihlédnutím k reálným technickým a dopravním možnostem je vhodné příklad upravit následujícím způsobem:

Pro maximální hodnotu slevy na vlak produktový faktor nespécifická nákladní doprava vážící nad 3000 tun jedoucí po kategorii trati 1 x vlkm.

$$\text{Cena bez ETCS} = x * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 8,35 * 1,00 = x * 206,5$$

$$\text{Cena s ETCS} = x * 21,50 * 1,15 * 1,00 * 8,35 * 0,95 = x * 196,1$$

S každým dalším ujetým vlakovým kilometrem ušetří dopravce na ceně o rozdíl 206,5 a 196,1 – tedy 10,4 Kč.

Ve druhém případě je vhodné upravit váhovou kategorii z hodnoty do 49 tun alespoň na rozmezí 100-199 tun, tedy hodnotu koeficientu 0,59. Další parametry zůstávají shodné jako v původním příkladu, tedy produktový faktor P_3 , kategorie trati 5.

$$\text{Cena bez ETCS} = x * 21,50 * 0,71 * 0,30 * 0,59 * 1,00 = x * 2,7$$

$$\text{Cena s ETCS} = x * 21,50 * 0,71 * 0,30 * 0,59 * 0,95 = x * 2,6$$

S každým dalším ujetým vlakovým kilometrem ušetří dopravce na ceně o rozdíl 2,7 a 2,6, tedy 0,1 Kč.

2.1.4 Výkony železniční sítě

Autor dále analyzoval situaci ETCS z hlediska výkonů dopravců na infrastruktuře v gesci Správy železniční dopravní cesty, s. o. Data, která analyzoval, jsou skutečné údaje z platnosti JŘ 2018, tedy od 10. 12. 2017 do 8. 12. 2018. Toto období autor zvolil ze dvou důvodů. Prvním bylo, že se jedná o nejaktuálnější uzavřené období v době psaní diplomové práce, druhým byl fakt, že toto období odpovídá prvnímu uzavřenému období, u kterého se v ceně za použití železniční dopravní cesty zohledňuje vybavení hnacího vozidla systémem ETCS. Předchozí cenová politika tento fakt žádným způsobem nezohledňovala.

Autor použil se souhlasem Správy železniční dopravní cesty interní data o výkonech na jejích tratích z prostředí softwaru KAPO. (SŽDC, 2019)

Pro analýzu kategorií trati ve vztahu k využití systému ETCS sledoval autor data za kategorie tratí 1, 2, 3, 4, 5. Výsledky analýzy jsou v následující tabulce:

Tabulka 4 Vlkm s ETCS 2018 podle kategorií tratí

Kategorie trati	Vlkm bez využití S ₂ (ETCS)	Vlkm s využitím S ₂ (ETCS)	Celkem vlkm	% vlkm s S ₂ ve vztahu k celkovým vlkm dané kategorie	% vlkm s S ₂ ve vztahu ke všem vlkm
1	30 738 828	5 413 717	36 152 545	14,97 %	3,08 %
2	38 760 452	5 105 118	43 865 570	11,64 %	2,90%
3	33 168 086	792 654	33 960 740	2,33 %	0,45 %
4	31 927 499	34 609	31 962 108	0,11 %	0,02 %
5	30 038 703	9 987	30 048 691	0,03 %	0,01 %
Celkem	164 633 568	11 356 084	175 989 653		6,45 %

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Nejvíce výkonů bylo ujetu na kategorii trati 2 – 43 865 570 vlkm. Z toho bylo v této kategorii 5 105 118 vlkm s využitím specifického faktoru S₂, tedy 11,64 % výkonů. Nejméně výkonů bylo ujetu na kategorii trati 5, kde z celkových 30 048 691 vlkm bylo ujetu s využitím ETCS pouze 9 987 vlkm. Nejvíce ujetých vlkm z vlkm s využitím ETCS bylo na kategorii trati 1 – 5 413 717 vlkm, naopak nejméně 9 987 na kategorii trati 5. Nejvyšší využití slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS na kategorii trati 1, kde v rámci této kategorie bylo 14,97 % ujetu s využitím specifického faktoru S₂. Nejmenší využití v rámci daného

produktového faktoru bylo na kategorii trati 5. Největší využití ve vztahu ke všem kategoriím tratí a tedy celé síti má kategorie trati 1 – 3,08 %. Nejmenší využití má kategorie trati 5.

Dále se autor věnoval analýze využívání vybavení hnacích vozidel z pohledu využívání podle jednotlivých produktových faktorů. Označení produktových faktorů odpovídá dělení podle produktových faktorů uvedených v jedné z předchozích částí práce.

Tabulka 5 Vlkm s ETCS 2018 podle produktových faktorů

Produktový faktor	Vlkm bez využití S ₂ (ETCS)	Vlkm s využitím S ₂ (ETCS)	Celkem vlkm	% vlkm s S ₂ ve vztahu k celkovým vlkm daného PF	% vlkm s S ₂ ve vztahu ke všem vlkm
P ₁ (OD)	129 026 603	8 300 521	137 327 124	6,04 %	4,72 %
P ₂ (ND)	20 028 598	2 094 778	22 123 377	9,47 %	1,19 %
P ₃ (J)	10 468 592	82 152	10 550 744	0,78 %	0,05 %
P ₄ (K)	5 099 103	878 258	5 977 361	14,69 %	0,50 %
P ₅ (V)	10 672	375	11 047	3,39 %	0,00 %
Celkem	164 633 568	11 356 084	175 989 653		6,45 %

Zdroj: Datové sklady SZDC, s. o., upraveno autorem

Nejvíce výkonů bylo ujetu pod produktovým faktorem P₁ osobní doprava – 137 327 124 vlkm. Z toho bylo v tomto produktovém faktoru 8 300 521 vlkm s využitím specifického faktoru S₂, tedy 6,04 % výkonů. Nejméně výkonů bylo ujetu pod produktovým faktorem P₅ nestandardní vlaky, kde z celkových 11 047 vlkm bylo ujetu s využitím ETCS pouze 375 vlkm. Nejvíce ujetých vlkm z vlkm s využitím ETCS bylo v P₁ – 8 300 521, naopak nejméně 375 v P₅. Nejvyšší využití slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS bylo v produktovém faktoru P₄, kde v rámci tohoto produktového faktoru bylo 14,69 % ujetu s využitím specifického faktoru S₂. Nejmenší využití v rámci daného produktového faktoru bylo u P₃ – jednotlivé vozové zásilky. Největší využití ve vztahu ke všem produktovým faktorům a tedy celé síti má produktový faktor P₁ – osobní doprava, 4,72 %. Nejmenší využití má produktový faktor P₅ – nestandardní vlaky.

Poslední pohled, kterému se autor věnoval při analýze výkonů sítě z hlediska ETCS, je rozdělení podle váhových kategorií. Niže uvedená tabulka ukazuje výsledky analýzy.

Tabulka 6 Vlkm s ETCS 2018 podle váhových kategorií

Váhová kategorie (t)	Vlkm bez využití S ₂ (ETCS)	Vlkm s využitím S ₂ (ETCS)	Celkem vlkm	% vlkm s S ₂ ve vztahu k celkovým vlkm dané kategorie	% vlkm s S ₂ ve vztahu ke všem vlkm
Do 49	37 876 458	0	37 876 458	0,00 %	0,00 %
50-99	19 406 987	318 864	19 725 851	1,62 %	0,18 %
100-199	30 050 032	168 248	30 218 280	0,56 %	0,10 %
200-299	24 660 465	490 605	25 151 070	1,95 %	0,28 %
300-399	17 957 728	2 297 274	20 255 001	11,34 %	1,31 %
400-499	7 602 591	4 796 313	12 398 904	38,68 %	2,73 %
500-599	3 828 755	711 488	4 540 243	15,67 %	0,40 %
600-699	2 857 846	298 898	3 156 744	9,47 %	0,17 %
700-799	2 927 136	271 539	3 198 675	8,49 %	0,15 %
800-899	2 230 705	157 081	2 387 785	6,58 %	0,09 %
900-999	1 691 806	106 312	1 798 118	5,91 %	0,06 %
1000-1199	2 688 318	184 067	2 872 385	6,41 %	0,10 %
1200-1399	2 364 876	244 347	2 609 223	9,36 %	0,14 %
1400-1599	1 924 071	244 383	2 168 454	11,27 %	0,14 %
1600-1799	1 890 907	295 789	2 186 696	13,53 %	0,17 %
1800-1999	1 353 795	306 629	1 660 424	18,47 %	0,17 %
2000-2199	783 349	148 292	931 640	15,92 %	0,08 %
2200-2399	809 717	123 234	932 951	13,21 %	0,07 %
2400-2599	1 379 243	149 880	1 529 124	9,80 %	0,09 %
2600-2799	268 594	35 218	303 812	11,59 %	0,02 %
2800-2999	30 649	5 480	36 129	15,17 %	0,00 %
Nad 3000	49 541	2 144	51 684	4,15 %	0,00 %
Celkem	164 633 568	11 356 084	175 989 653		6,45 %

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Nejvíce výkonů bylo ujeté ve váhové kategorii do 49 tun – 37 876 458 vlkm. Z toho bylo v této váhové kategorii 0 vlkm s využitím specifického faktoru S₂, tedy 0 % výkonů. Nejméně výkonů bylo ujeté ve váhové kategorii 2800-2999 tun, kde z celkových 36 129 vlkm bylo ujeté s využitím ETCS 5 480 vlkm, tedy 15,17 %. Nejvíce ujetých vlkm z vlkm s využitím ETCS bylo ve váhové kategorii 400-499 tun – 4 796 313 vlkm, naopak nejméně

2 144 ve váhové kategorii nad 3000 tun. Nejvyšší využití slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS bylo ve váhové kategorii 400-499 tun, kde v rámci této váhové kategorie bylo 38,68 % ujetu s využitím specifického faktoru S_2 . Nejmenší využití v rámci dané váhové kategorie bylo u 100-199 tun. Největší využití ve vztahu ke všem váhovým kategoriím a tedy celé síti má váhová kategorie 400-499 – 2,73%. Nejmenší využití má váhová kategorie nad 3000 tun.

2.1.5 Výběr poplatku za použití ŽDC se zohledněním ETCS

Celkový výběr Správy železniční dopravní cesty za období platnosti jízdního řádu 2018 podle cenové politiky je 3 672 046 076 Kč se zohledněním pobídek za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší na všech tratích provozovaných Správou železniční dopravní cesty. Pokud by Správa železniční dopravní cesty neuvažovala specifický faktor S_2 , vybrala by ve sledovaném období 3 692 939 787 Kč. Celková výše pobídky Správy železniční dopravní cesty poskytovaná dopravcům tedy činí 20 893 711 Kč. Průměrná sleva na jeden vlakový kilometr napříč všemi segmenty trhu je 0,12 Kč na vlakový kilometr. (SŽDC, 2019)

Níže uvedená tabulka udává pobídku jednotlivých jízd vlaků podle uskutečnění na jednotlivých kategoriích tratí.

Tabulka 7 Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS v jednotlivých kategoriích tratí v Kč

Kategorie trati	Cena za použití ŽDC s ETCS	Cena za použití ŽDC bez zohlednění ETCS	Celkem VLKM	Sleva na ceně za užití ŽDC za daný segment	Průměrná sleva na vlkm
1	1 079 280 054	1 088 910 378	36 152 545	9 630 323	0,27
2	1 230 324 908	1 239 915 694	43 865 570	9 590 785	0,22
3	793 377 831	795 005 040	33 960 740	1 627 210	0,05
4	359 069 178	359 105 978	31 962 108	36 799	0,00
5	209 994 104	210 002 698	30 048 691	8 594	0,00
Celkem	3 672 046 076	3 692 939 787	175 989 653	20 893 711	0,12

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Nejvyšší výběr ceny za použití železniční dopravní cesty byl u kategorie trati 2, 1 230 324 908 Kč. Nejnižší výběr byl u kategorie trati 5 – 209 994 104 Kč. Nejvyšší sleva na ceně za použití železniční dopravní cesty způsobená vybavením hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší byla u kategorie trati 1. Sleva byla ve výši 9 630 323 Kč,

tedy 0,27 Kč na vlkm. Tato sleva na vlkm byla zároveň nejvyšší mezi jednotlivými kategoriemi tratí. Nejnižší sleva byla u kategorie trati 5, pouze 8 594 Kč, tedy téměř 0 Kč na vlkm. Tato sleva na vlkm byla zároveň nejnižší mezi jednotlivými kategoriemi tratí.

Níže uvedená tabulka udává výběr podle ETCS za jednotlivé produktové faktory.

Tabulka 8 Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS podle jednotlivých produktových faktorů v Kč

Produktový faktor	Cena za použití ŽDC s ETCS	Cena za použití ŽDC bez zohlednění ETCS	Celkem VLKM	Sleva na ceně za užití ŽDC za daný segment	Průměrná sleva na vlkm
P ₁ (OD)	2 009 149 851	2 020 024 837	137 327 124	10 874 986	0,08
P ₂ (ND)	1 211 512 181	1 219 088 953	22 123 377	7 576 772	0,34
P ₃ (J)	142 507 831	142 591 839	10 550 744	84 008	0,01
P ₄ (K)	308 402 462	310 759 578	5 977 361	2 357 116	0,39
P ₅ (V)	473 751	474 580	11 047	829	0,08
Celkem	3 672 046 076	3 692 939 787	175 989 653	20 893 711	0,12

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Nejvyšší výběr ceny za použití železniční dopravní cesty byl u produktového faktoru P₁ – osobní doprava – 2 009 149 851 Kč. Nejnižší výběr byl u produktového faktoru P₅ nestandardní vlaky – 473 751 Kč. Nejvyšší sleva na ceně za použití železniční dopravní cesty způsobená vybavením hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší byla u produktové faktoru P₁ – osobní doprava. Sleva byla ve výši 10 874 986 Kč, tedy 0,08 Kč na vlkm. Nejnižší sleva byla u produktového faktoru P₅ – nestandardní vlaky, pouze 829 Kč, tedy 0,08 Kč na vlkm. Nejvyšší sleva vztahovaná na vlkm byla u produktové faktoru P₄ – kombinovaná doprava, kde byla sleva ve výši 0,39 Kč na vlkm. Naopak nejnižší sleva na jeden vlkm byla P₃ – jednotlivé vozové zásilky, kde byla sleva pouze 0,01 Kč na vlkm.

Dále autor analyzoval situaci výběru z pohledu váhových kategorií.

Tabulka 9 Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS podle jednotlivých váhových kategorií v Kč

Váhová kategorie (t)	Cena za použití ŽDC s ETCS	Cena za použití ŽDC bez zohlednění ETCS	Celkem VLKM	Sleva na ceně za užití ŽDC za daný segment	Průměrná sleva na vlkm
Do 49	276 631 707	276 631 707	37 876 458	0	0,00
50-99	185 632 144	185 818 073	19 725 851	185 929	0,01
100-199	378 639 894	378 756 663	30 218 280	116 769	0,00
200-299	417 019 928	417 447 948	25 151 070	428 020	0,02
300-399	432 871 951	435 485 653	20 255 001	2 613 702	0,13
400-499	318 651 251	325 320 707	12 398 904	6 669 456	0,54
500-599	123 810 364	124 936 675	4 540 243	1 126 311	0,25
600-699	85 164 513	85 671 063	3 156 744	506 550	0,16
700-799	105 066 139	105 608 309	3 198 675	542 170	0,17
800-899	86 254 685	86 610 184	2 387 785	355 499	0,15
900-999	68 270 688	68 537 513	1 798 118	266 825	0,15
1000-1199	124 574 293	125 072 926	2 872 385	498 633	0,17
1200-1399	134 342 100	135 058 617	2 609 223	716 516	0,27
1400-1599	131 865 821	132 724 865	2 168 454	859 044	0,40
1600-1799	161 697 030	162 908 760	2 186 696	1 211 730	0,55
1800-1999	156 748 115	158 290 501	1 660 424	1 542 386	0,93
2000-2199	99 902 207	100 806 636	931 640	904 429	0,97
2200-2399	121 703 774	122 568 113	932 951	864 339	0,93
2400-2599	202 660 171	203 788 447	1 529 124	1 128 276	0,74
2600-2799	44 122 168	44 411 028	303 812	288 861	0,95
2800-2999	6 218 285	6 266 007	36 129	47 722	1,32
Nad 3000	10 198 847	10 219 392	51 684	20 545	0,40
Celkem	3 672 046 076	3 692 939 787	175 989 653	20 893 711	0,12

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Nejvyšší výběr ceny za použití železniční dopravní cesty byl u váhové kategorie 300-399 tun – 432 871 951 Kč. Nejnižší výběr byl u váhové kategorie 2800-2999 tun – 6 218 285 Kč. Nejvyšší sleva na ceně za použití železniční dopravní cesty způsobená vybavením hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší byla u váhové kategorie 400-499 tun. Sleva byla ve výši 6 669 456 Kč, tedy 0,54 Kč na vlkm. Nejnižší sleva byla u váhové kategorie do 49 tun – 0 Kč, tedy 0 Kč na vlkm. Jedná se i o nejnižší slevu na vlkm. Nejvyšší sleva vztažená na vlkm byla u váhové kategorie 2800-2999 tun, kde byla sleva ve výši 1,32 Kč na vlkm.

Výše uvedený výběr ceny za použití železniční dopravní cesty vychází z analýzy skutečných dat poskytnutých Správou železniční dopravní cesty, s. o., ze softwaru KAPO. Data za výběr ceny a ujeté vlkm mohou být v menším rozsahu odlišná oproti datům, které Správa železniční dopravní cesty zveřejní ve své výroční zprávě za rok 2018. Rozdíl může být z několika důvodů:

1. Data do výroční zprávy procházejí auditem, který v době psaní diplomové práce nebyl proveden, autor využil nejaktuálnější data v době psaní závěrečné práce. Poskytovaná data ve výroční zprávě nejsou v nutném rozsahu a detailu pro potřeby diplomové práce.
2. Data zveřejňovaná ve výroční zprávě jsou za období kalendářního roku, nikoli podle platnosti jízdního řádu, tak, jak uvažuje autor této diplomové práce.
3. Výše výběru ceny za použití železniční dopravní cesty, kterou autor využil, odpovídá skutečnému dosazení hodnot za ujeté výkony do kalkulačního vzorce. Správa železniční dopravní cesty může ve své výroční zprávě dojít k drobné odchylce vzhledem k tomu, že se například rozhodne některé výkony nezpoplatňovat standardním způsobem, může se jednat o výkony v rámci jízd vozů Správy železniční dopravní cesty, s. o., případně výkony spojené s údržbou infrastruktury a jiné.
4. Data, se kterými autor práce pracoval, pocházejí ze sestavy, která slouží k modelování a nastavování systému zpoplatnění železniční dopravní cesty. Nejedná se tedy o software, který generuje výkony pro fakturaci jednotlivým dopravcům. Autor nevyužil software pro fakturaci zejména proto, že se jedná o obchodní tajemství mezi jednotlivými dopravci a manažerem infrastruktury, tedy Správou železniční dopravní cesty, s. o. Dalším důvodem proč autor nevyužil data o fakturaci, je skutečnost, že data z fakturace neobsahují potřebné detailní informace o jízdě vlaku ve struktuře nutné pro potřeby diplomové práce, tedy počet vlakových kilometrů a výběr ceny

podle kategorie trati, produktového faktoru, specifického faktoru S_1 , a to vše s vybavením či nevybavením hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší.

2.1.6 Vybrané modernizované úseky železniční infrastruktury pro potřeby ETCS

Níže autor uvedl vybrané úseky tratí, které Správa železniční dopravní cesty v současné době vybavuje systémem ETCS v rámci modernizace infrastruktury:

- Úprava současného zabezpečovacího zařízení pro potřeby přechodu na ETCS v úseku Kralupy nad Vltavou – Roudnice nad Labem. Projekt je v současné době ve fázi přípravy potřebných administrativních záležitostí pro získání stavebního povolení. Předpokládané náklady stavby jsou plánovány na 1 243 450 000 Kč a termín realizace je naplánován na březen 2020 až duben 2022.
- Úprava současného zabezpečovacího zařízení pro potřeby přechodu na ETCS v úseku Roudnice nad Labem – státní hranice s Německem. Projekt je obdobně jako v předchozím případě ve fázi přípravy dokumentace pro získání stavebního povolení. Úprava zabezpečovacího zařízení pro implementaci ETCS v úseku mezi Roudnicí nad Labem a státní hranicí s Německem plánuje náklady ve výši 1 782 937 000 Kč a termín realizace je stanoven na červen 2020 až červen 2022.
- Mezi již realizované projekty pro pokrytí železniční sítě s dokončením do roku 2023 patří úseky tratí:
 - Plzeň – Cheb – státní hranice s Německem (ukončení do srpna 2021),
 - Beroun – Plzeň (ukončení do dubna 2022),
 - Praha Smíchov – Beroun (ukončení do prosince 2023),
 - uzel Praha (termín dokončení 12/2023),
 - Č. Velenice – st. hranice Rakousko – České Budějovice – st. hranice Rakousko (termín dokončení prosinec 2022),
 - Votice – České Budějovice (termín dokončení prosinec 2023),
 - Praha Uhřetěves – Votice (termín dokončení červen 2020),
 - Kralupy nad Vltavou – Praha – Kolín (termín dokončení září 2020),
 - Ústí nad Orlicí – státní hranice Polsko (termín dokončení prosinec 2022),
 - Kolín – Havlíčkův Brod – Brno (termín ukončení prosinec 2023),
 - Česka Třebová – Přerov (termín dokončení červen 2020),

- Petrovice u Karviné statní hranice Polsko – Přerov – Břeclav (termín dokončení květen 2019),
- Mosty u Jablunkova – Dětmárovice (termín dokončení květen 2023).

Pozn.: Uvedené skutečnosti vycházejí z interních dokumentů Správy železniční dopravní cesty týkajících se významných investičních akcí.

Jediný úsek ETCS, který je v provozu na území České republiky (bez zkušebního okruhu ve Velimi), je Kolín – Pardubice – Ústí nad Orlicí – Svitavy – Blansko – Brno – Břeclav. Provoz je však řízen běžným způsobem, nejsou zde využívány výhody, které ETCS přináší. (SŽDC, 2018b)

2.2 Hnací vozidla a ETCS

Autor diplomové práce na základě spolupráce a získaných dat od Odboru smluvních vztahů Správy železniční dopravní cesty a Oddělení rozvoje železniční a kombinované dopravy Ministerstva dopravy došel k níže uvedeným závěrům.

Z dostupných informací od Správy železniční dopravní cesty se na železniční dopravní síti, kde vykonává Správa železniční dopravní cesty funkci manažera infrastruktury, se pohybovalo v období platnosti grafikonu 2018 přibližně 770 hnacích vozidel vybavených systémem ETCS. Tato hnací vozidla ovšem nejsou z drtivé většiny v majetku českých železničních dopravců, ti si je na jízdu pouze pronajímají, případně se jedná o hnací vozidla, která územím České republiky projíždějí a nemají zde výchozí ani konečnou stanici.

Na základě informací poskytnutých Ministerstvem dopravy lze konstatovat, že se v praxi stávající vozový park hnacích vozidel nemodernizuje systémem ETCS. Existují výjimky, kdy pro potřeby testování a analyzování starších modelů hnacích vozidel k vybavení ETCS může dojít. Investice na dovybavení hnacího vozidla systémem ETCS jsou vyčísleny na přibližně 7 500 000 Kč. Vybavení nových vozů systémem ETCS je přibližně vyčísleno na 10 000 000 Kč. Na vybavení hnacího vozidla systémem ETCS poskytuje CEF podporu ve výši maximálně 250 000 EUR na jednu palubní jednotku. Jak již v předchozí práci autor uvedl, další podporou, která plyne pro vozidlo vybavené systémem ETCS, je sleva na ceně za použití železniční dopravní cesty ve výši 5 %, respektive koeficient 0,95 v systému zpoplatnění.

Nástroj pro propojení Evropy – CEF (Connecting Europe Facility) slouží pro potřeby rozvoje transevropské sítě. Jedná se o finanční podporu, která předpokládá s následnou vzájemnou propojeností mezi odvětvími s podporou CEF. CEF je platný pro období 2014 – 2020 a bylo v něm rozděleno 24 050 582 000 EUR. V dopravě CEF částečně financuje

zejména nové a stávající projekty, které propojují provázanost jednotlivých států a zvyšují jejich interoperabilitu. Jedná se zejména o projekty v rámci TEN-T. (MD, 2019)

Autor diplomové práce vybral 4 hnací vozidla, která následně analyzoval z hlediska výkonů ETCS a ceny za použití železniční dopravní cesty. Výsledky následující analýzy sloužily jako podklad pro ekonomické hodnocení navrhovaných řešení, kterému se autor věnoval ve čtvrté kapitole diplomové práce. Vzhledem k rozsahu tabulek s údaji o jednotlivých hnacích vozech jsou umístěny v příloze. (Příloha A, B, C, D) Pro níže uvedené výpočty čisté současné hodnoty vycházel autor ze vzorce (2), který byl představen již v teoretické části práce. Při výpočtu dále autor vycházel z předpokladu životnosti investice do vybavení hnacího vozidla systémem ETCS na dobu 10 let. Autor uvažoval meziroční nárůst výkonů 1,96 %. Jedná se o průměrný pětiletý nárůst výkonů v letech 2014 – 2018. (SŽDC, 2019, 2018a, 2017, 2016, 2015) Středový kurz, který autor uvažuje pro cenu přepočtu podpory od CEF, je 25,8 Kč/EUR platný dle ČNB k 1. 4. 2019. Hodnotu i (diskontní sazbu) ve výpočtu čisté současné hodnoty uvažoval autor 5,5 %.

2.2.1 Hnací vozidlo pro soupravu expres

Autorem vybrané hnací vozidlo vybavené palubní jednotkou ETCS Level 2 a vyšší sloužilo ve sledovaném období, tedy během platnosti jízdního řádu 2018, pro potřeby osobního dopravce, který toto vozidlo využíval pouze na kategoriích tratí 1, 2 a 3. Z hlediska váhových kategorií se hnací vozidlo nacházelo v soupravách vážících převážně v rozmezí 300 až 600 tun. Podle produktového faktoru hnací vozidlo ujelo 91 533 vlkm jako P_1 – osobní doprava a 711 vlkm jako P_2 – nspecifická nákladní doprava. Celkem tedy hnací vozidlo ujelo 92 243 vlkm.

Toto hnací vozidlo by bez vybavení ETCS zaplatilo na ceně za použití železniční dopravní cesty 2 629 349 Kč, díky vybavení hnacího vozidla systémem ETCS zaplatí 2 497 882 Kč, tj. úspora za období jízdního řádu je 131 467 Kč. Průměrná úspora na jeden vlkm je tedy 1,43 Kč.

Výpočet čisté současné hodnoty investice:

- Investiční náklady: 10 000 000 Kč
- Podpora od CEF 6 450 000 Kč
- Suma úspory zohledněná v čase za 10 let 1 073 863 Kč. Rozklad úspor promítnutý v čase je uveden v tabulce níže.

Tabulka 10 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz expres

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	2 497 882	2 629 349	131 467	124 614
2	2 546 840	2 680 884	134 044	120 432
3	2 596 758	2 733 430	136 671	116 391
4	2 647 655	2 787 005	139 350	112 486
5	2 699 549	2 841 630	142 082	108 711
6	2 752 460	2 897 326	144 866	105 064
7	2 806 408	2 954 114	147 706	101 538
8	2 861 414	3 012 014	150 601	98 131
9	2 917 497	3 071 050	153 552	94 839
10	2 974 680	3 131 242	156 562	91 656
Celkem	27 301 142	28 738 045	1 436 902	1 073 863

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,073\,683 = -2\,476\,137 \text{ Kč}$$

Na základě výpočtu čisté současné hodnoty investice se dopravci tato investice nevyplatí z toho důvodu, že náklady na pořízení jsou vyšší než příjmy z úspor a finanční podpora. Je nutné ovšem zohlednit skutečnost, že se jedná o zabezpečovací zařízení, které zvyšuje bezpečnost na železniční dopravní síti. Toto tvrzení platí i u následujících třech vybraných hnacích vozidel. Další benefit, který pro dopravce plyne vybavením hnacího vozidla systémem ETCS, je skutečnost, že v budoucnu se budou moci pohybovat na tratích ETCS pouze hnací vozidla vybavená systémem ETCS.

2.2.2 Hnací vozidlo pro soupravu osobní vlak

Dalším vybraným hnacím vozidlem, které splňuje vybavenost ETCS Level 2 a vyšší, které autor vybral pro potřeby diplomové práce, je hnací vozidlo sloužící osobnímu dopravci pro potřeby vlakových souprav typu osobní vlak. Toto vozidlo mělo nájezd 155 514 vlkm. Z toho 155 496 vlkm jako P_1 – osobní doprava a pouhých 17 vlkm jako produktový faktor P_2 – nespécifická nákladní doprava. Hnací vozidlo bylo převážně součástí souprav, které vážily v rozmezí 100 až 200 tun. 44 112 vlkm bylo ujeté ve váze 300 až 400 tun. Souprava se pohybovala na kategoriích tratí 1, 2, 3 a 4.

Toto hnací vozidlo díky vybavení systémem ETCS ušetřilo v platnosti jízdního řádu 2018 128 273 Kč. Cena za použití železniční dopravní cesty byla díky vybavení hnacího vozidla 2 437 188 Kč. Úspora na jeden ujetý vlkm je tedy 0,82 Kč.

Níže autor provedl výpočet čisté současné hodnoty investice pro toto hnací vozidlo.

Výpočet čisté současné hodnoty investice:

- Investiční náklady: 10 000 000 Kč
- Podpora od CEF 6 450 000 Kč
- Suma úspory zohledněná v čase za 10 let je 1 047 770 Kč. Rozklad úspor promítnutý v čase je uveden v tabulce níže.

Tabulka 11 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro osobní vlak

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	2 437 188	2 565 461	128 273	121 586
2	2 484 957	2 615 744	130 787	117 506
3	2 533 662	2 667 013	133 351	113 563
4	2 583 322	2 719 286	135 964	109 753
5	2 633 955	2 772 584	138 629	106 070
6	2 685 581	2 826 927	141 346	102 511
7	2 738 218	2 882 335	144 117	99 071
8	2 791 887	2 938 828	146 941	95 747
9	2 846 608	2 996 430	149 821	92 534
10	2 902 402	3 055 160	152 758	89 429
Celkem	26 637 780	28 039 768	1 401 988	1 047 770

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,047\,770 = -2\,502\,230 \text{ Kč}$$

I v tomto případě vyšla hodnota čisté současné hodnoty záporně. Investice by neměla být tedy podle základních pravidel pro výpočet čisté současné hodnoty přijata. Je ovšem nutné zohlednit skutečnosti, které autor uvedl v předchozím příkladu.

2.2.3 Hnací vozidlo pro soupravu nákladní dopravy 1

Dalším z hnacích vozidel vybavených systémem ETCS Level 2 a vyšší, které autor analyzoval, bylo hnací vozidlo využívané pro potřeby nákladního dopravy. Toto vozidlo mělo nájezd za sledované období 67 911 vlkm. Z toho nejvíce vlkm – 10 408 – bylo ve váhové kategorii 1400-1599 tun, 22 087 vlkm najezdil hnací vůz v kategorii 3 a podle produktových faktorů měl následující výkony:

- Jednotlivé vozové zásilky (J): 3 318 vlkm
- Kombinovaná doprava (K): 39 494 vlkm
- Nespecifická nákladní doprava: 25 099 vlkm

Díky vybavení systémem ETCS byla úspora na jeden vlkm na tomto hnacím vozidle 2,48 Kč.

Výpočet čisté současné hodnoty investice:

- Investiční náklady: 10 000 000 Kč
- Podpora od CEF: 6 450 000 Kč
- Suma úspory zohledněná v čase za 10 let je 1 377 147 Kč. Rozklad úspor promítnutý v čase je uveden v tabulce níže.

Tabulka 12 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz nákladní dopravy 1

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	3 203 342	3 371 939	168 597	159 808
2	3 266 127	3 438 029	171 901	154 445
3	3 330 143	3 505 414	175 271	149 263
4	3 395 414	3 574 120	178 706	144 254
5	3 461 964	3 644 173	182 209	139 414
6	3 529 819	3 715 599	185 780	134 736
7	3 599 003	3 788 425	189 421	130 215
8	3 669 544	3 862 678	193 134	125 846
9	3 741 467	3 938 386	196 919	121 623
10	3 814 800	4 015 579	200 779	117 542
Celkem	35 011 624	36 854 341	1 842 717	1 377 147

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,377\,147 = -2\,172\,853 \text{ Kč}$$

I v tomto případě vychází čistá současná hodnota v záporné hodnotě.

2.2.4 Hnací vozidlo pro soupravu nákladní dopravy 2

Posledním hnacím vozidlem, které autor hodnotil, je druhý vůz využívaný pro potřeby nákladní dopravy.

Tento vůz měl za sledované období 52 239 vlkm, které byly na kategoriích tratí 1, 2 a 3. Nejvíce výkonů bylo ujeté ve váhové kategorii 1400-1599 tun. Podle produktových faktorů měl vůz výkony:

- Nespecifická nákladní doprava 2 719 vlkm,
- Kombinovaná doprava (K) 49 520 vlkm.

Toto hnací vozidlo díky vybavení systémem ETCS ušetřilo v platnosti jízdního řádu 2018 151 203 Kč. Cena za použití železniční dopravní cesty byla díky vybavení hnacího vozidla 2 872 849 Kč. Úspora na jeden ujetý vlkm je tedy 2,89 Kč.

Výpočet čisté současné hodnoty investice:

- Investiční náklady: 10 000 000 Kč
- Podpora od CEF: 6 450 000 Kč
- Suma úspory zohledněná v čase za 10 let je 1 235 065 Kč. Rozklad úspor promítnutý v čase je uveden v tabulce níže.

Tabulka 13 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz nákladní dopravy 2

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	2 872 849	3 024 052	151 203	143 320
2	2 929 157	3 083 323	154 166	138 511
3	2 986 568	3 143 756	157 188	133 863
4	3 045 105	3 205 374	160 269	129 372
5	3 104 789	3 268 199	163 410	125 031
6	3 165 643	3 332 256	166 613	120 835
7	3 227 690	3 397 568	169 878	116 781
8	3 290 952	3 464 161	173 208	112 862
9	3 355 455	3 532 058	176 603	109 075
10	3 421 222	3 601 286	180 064	105 415
Celkem	31 399 432	33 052 034	1 652 602	1 235 065

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,235\,065 = -2\,314\,935 \text{ Kč}$$

I u posledního hnacího vozidla vyšla čistá současná hodnota záporná.

Ve druhé části diplomové práce provedl autor analýzu současného stavu za platnost jízdního řádu 2018 (od 10. prosince 2017 do 8. prosince 2018) z pohledu manažera infrastruktury, tedy Správy železniční dopravní cesty a vybraných hnacích vozidel, které provozují dopravci působící na železniční síti. Autor se zaměřil zejména na analýzu výkonů a výběru ceny za použití železniční dopravní cesty z hlediska vybavení ETCS. Dále se autor zaměřil na analýzu výkonů vybraných hnacích vozidel, která jsou vybavena systémem ETCS Level 2 a vyšší. U těchto hnacích vozidel autor zkoumal ukazatel čisté současné hodnoty. Výsledky jednotlivých částí druhé kapitoly autor následně využil v další části práce, ve které navrhl zlepšení současného stavu a zhodnotil ekonomický dopad navržených řešení.

3 NÁVRH PŘÍNOSŮ A NÁKLADŮ ZAVÁDĚNÍ ETCS PRO PROVOZOVATELE ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY A PROVOZOVATELE DRÁŽNÍ DOPRAVY

Na základě dat, která autor analyzoval v druhé kapitole, a informací, které při zpracování diplomové práce obdržel od Správy železniční dopravní cesty a Ministerstva dopravy, navrhl tato zlepšení.

3.1 Konkretizace slevy na ETCS

Autor navrhl postupnými kroky snižovat slevu poskytovanou plošně na celé síti pomocí rušení slev na určitých kategoriích tratí.

3.1.1 Zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 5 a 4

První fází, kterou autor navrhl, je zrušení slevy na kategorii trati 5 a 4. Jedná se ovšem z velké části o tratě, na kterých nebude v řádu desetiletí nainstalován systém ETCS. Je proto neúčelné na těchto tratích poskytovat slevu. Autor diplomové práce při tomto tvrzení bere na zřetel skutečnost ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2012/34/EU o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru, která udává, že manažer infrastruktury má vytvářet pobídky pro železniční dopravce, aby vzrostl počet hnacích vozidel vybavených ETCS na infrastruktuře, ale není stanoveno, že na celé síti bez rozdílu.

Prvním návrhem je tedy neposkytovat slevu za vybavení hnacího vozidla na kategoriích tratí 5 a 4 v žádném rozsahu. Autor práce si je vědom, že ekonomický přínos tohoto opatření nebude pro železniční dopravu zásadní, protože na kategorii tratích 5 a 4 byl ujet v platnosti grafikonu vlakové dopravy 2018 marginální počet vlakových kilometrů s vybavením hnacích vozidel ETCS. Autor diplomové práce ovšem sledává takovýto postup jako první stupeň narovnání současného stavu, který nereflektuje vybavení jednotlivých tratových úseků systémem ETCS, ale nahlíží na celou trať jako celek.

Za předpokladu, že by některá z tratí spadající do kategorie trati 5 a 4 byla v budoucnu vybavena systémem ETCS, ji autor práce navrhuje zahrnout do režimu, na který se vztahuje sleva z ETCS.

Navrhované řešení, které autor v této podkapitole řeší, má dopad na 4 125 km tratí v kategorii 5 a 2 368 km tratí v kategorii 4. Dohromady se tedy jedná o 6 493 km z celkových 9 095. Po provedení prvního návrhu, který autor přednesl, by se sleva týkala pouze 28,11 % sítě z původní slevy, která je nastavena na celou síť.

3.1.2 Zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 3

Druhým krokem narovnání současného stavu, který autor navrhuje je zrušení plošné slevy na celé kategorii 3. Plán investic, který autor popisoval v kapitole 2.1.6 Vybrané modernizované úseky železniční infrastruktury pro potřeby ETCS, počítá s vybavením traťových úseků kategorie 3 systémem ETCS. U těchto výjimek autor práce navrhl, aby na těchto tratích byla poskytována sleva. Traťové úseky jsou ovšem v prvotních fázích projektu. Z toho důvodu autor v dalších částech práce o těchto úsecích neuvažuje. Z hlediska výkonů vozů vybavených ETCS se jedná o větší dopad než u předchozího návrhu. Zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 3 je dle autorova návrhu druhým krokem, který narovná současnou situaci při stanovení ceny za použití železniční dopravní cesty. Dle dostupných interních dat měří kategorie trati 3 celkem 1 333 km. Spolu s předchozím navrhovaným krokem mají navrhovaná řešení dopad na 7 826 km tratí. Z celkového současného stavu, kdy je sleva hrazena na celé síti, by díky navrhovanému řešení byla sleva poskytována pouze na 13,95 % sítě.

3.1.3 Sleva ETCS na vybraných tratích

Finálním krokem postupného narovnání současného stavu, který autor navrhuje, je zrušení slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS na celé síti a její ponechání pouze na tratích, které jsou prohlášeny plně v provozu z hlediska vybavenosti ETCS. V současné době je prohlášena trať vedoucí z Kolína do Brna a Břeclavi v celkové délce 252 km. Za současného stavu, kdy je sleva na celé síti, by po aplikaci autorova návrhu byla sleva poskytována pouze na 2,77 % sítě. Sleva na tomto úseku by podle návrhu měla být poskytována do té doby, než bude trať prohlášena jako plně řízená systémem ETCS a budou se po ní moci pohybovat pouze vozidla vybavená palubní částí ETCS. V tento moment autor navrhuje slevu zrušit, protože hlavní benefit pro dopravce je skutečnost, že mohou trať využívat na rozdíl od hnacích vozidel, která nemají palubní jednotku systému ETCS. Co se týká zbytku sítě, autor navrhuje takové řešení, že pokud některá z dalších tratí bude prohlášena do režimu provozu ETCS, ale mohou se na ní pohybovat i vozy nevybavené palubní jednotkou ETCS, aby na této konkrétní trati byla poskytována pobídka za ETCS v takové výši, jako je nyní na celé síti, tedy 5 %.

Návrhy, které autor představil v podkapitole 3.1 Konkretizace slevy na ETCS, vedou k efektivnějšímu využití slevy v podobě specifického faktoru S_2 poskytovaného Správou železniční dopravní cesty pro dopravce, kteří disponují hnacími vozidly vybavenými palubní

jednotkou ETCS Level 2 a vyšší při stanovení ceny za použití železniční dopravní cesty. Autorem navrhovaný postup je záměrně představen tak, aby snižování bylo postupné vyloučením určitých kategorií tratí, nikoli ihned pouze na konkrétní trati z toho důvodu, aby se dopravci mohli připravit a postupně reagovat tak, aby optimálně mohli využít slevu. Autorem navrhovaný postup není v rozporu se Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2012/34/EU o vytvoření jednotného evropského železničního prostoru, z toho důvodu, že Správa železniční dopravní cesty bude vždy v určitém rozsahu poskytovat pobídky pro dopravce. Navrhnuté řešení povede k vyšším výnosům pro Správu železniční dopravní cesty při ceně za použití železniční dopravní cesty.

3.2 Efektivnější využití hnacích vozidel vybavených ETCS

Autor v druhé kapitole analyzoval hnací vozidla z hlediska výkonů a úspory za ETCS. U všech hnacích vozidel vyšla hodnota čisté současné hodnoty záporná. Autor ve svých návrzích bral na zřetel skutečnost, že sleva na ceně za použití železniční dopravní cesty za vybavení hnacího vozidla ETCS Level 2 a vyšší nemá být instrumentem, který dopravcům pokryje investiční náklady na pořízení, ale jedná se pouze o motivující složku kalkulačního vzorce. Nicméně autor na základě informací, ke kterým dospěl na základě analýzy současného stavu, navrhl efektivnější využití hnacích vozidel takovým způsobem, aby výše úspory na ceně za použití železniční dopravní cesty byla vyšší, a v důsledku toho bude výsledek investice méně ztrátový než výsledek v analýze současného stavu.

Níže autor navrhl řešení pro hnací vozidla analyzovaná v druhé části práce. Tato řešení vedou ke zlepšení současného stavu z pohledu železničních dopravců.

3.2.1 Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu expres

Z analýzy současného stavu vyplývá, že investice se podle výpočtu čisté současné hodnoty nevyplatí. Autor si je ovšem vědom skutečnosti, že na tuto investici nelze nahlížet pouze z hlediska ekonomiky.

Z toho důvodu navrhuje pro toto hnací vozidlo:

- Pomocí efektivnější skladby vlakových souprav dopravce využívat toto vozidlo o 10 % více na úkor vozidel, které systémem ETCS vybavena nejsou.
- Používat toto vozidlo převážně na kategorii trati 1, nikoli 2 a 3, na kterých má toto vozidlo 99,7 % svých výkonů. Z toho důvodu autor navrhl takový stav, aby byl podíl výkonu mezi jednotlivými trati 60 % na trati kategorie 1, 30 % výkonů na trati kategorie 2 a 10 % výkonů na kategorii 3.

3.2.2 Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak

U vybraného osobního vlaku byla čistá současná hodnota také záporná. Aby došlo ke zlepšení a efektivnějšímu využití hnacího vozidla, autor navrhl následující řešení:

- Zvýšit množství najetých výkonů o 5 % (nižší navýšení než u expresu z důvodu vysokého nájezdu vlkm ve sledovaném období).
- Přesunout 50 % výkonů z kategorie 2 do kategorie 1.
- Využívat hnací vozidlo pro osobní soupravu ve vyšší váhové kategorii. Jedná se o přidání dalších vagónů, které budou využity ze souprav, které nejsou vybaveny ETCS. V důsledku se jedná o přesunutí 95 % vlkm z váhové kategorie 100-199 do kategorie 300-399, 5 % je ponecháno pro jízdy vlaku mezi depem a další pohyb na infrastruktuře, kdy hnací vozidlo není využito pro přepravu cestujících.

3.2.3 Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1

První z analyzovaných hnacích vozidel využívaných pro nákladní dopravu mělo hodnotu čisté současné hodnoty také zápornou. Autor níže představil návrhy pro toto hnací vozidlo:

- Využívat hnací vozidlo pouze na výkony pod produktovým faktorem P_2 – nespecifická nákladní doprava, a to zejména kvůli skutečnosti, že dopad slevy na P_2 je vyšší než na produktové faktory P_3 a P_4 . Pro převoz pod P_3 a P_4 navrhl autor využívat hnací vozidla bez ETCS.
- Efektivnější využití váhových kategorií, tedy vyšší využití ložného prostoru pro vůz vybavený ETCS. Pro potřeby práce nasimulováno přesunutím výkonů v rozmezí 200 až 1000 tun do váhové kategorie 1000 až 1200 tun. Jedná se o kombinaci přesunutí výkonů doplněných o další náklad z hnacích vozidel nevyužívajících ETCS. Ve váhové kategorii 100 až 200 tun a nižší ponechat výkony pro manipulaci po infrastruktuře.
- Navýšení celkových výkonů o 10 % na úkor hnacího vozidla nevybaveného ETCS.

V problematice hnacího vozidla pro potřeby nákladní dopravy autor neřešil otázku pohybu po kategoriích trati z důvodu nepravidelnosti a nutnosti operativního rozhodnutí o nasazení hnacího vozidla do provozu.

3.2.4 Návrh zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2

Posledním hnacím vozidlem, které autor analyzoval, bylo vozidlo používané pro potřeby nákladní dopravy. Níže uvedl návrhy zlepšení.

- Vzhledem k malému výkonu hnacího vozidla navrhl autor zvýšit výkony dopravce o 50 %.
- Soupravu využívat jako P₂, nikoli jako P₄, tedy všechny výkony pod P₄ převést na jiné hnací vozidlo a na tomto konkrétním vozidle vybaveném ETCS mít výkony pod P₂.
- Převést všechny výkony z váhových kategorií 200-1200 do váhové kategorie 1200-1400 prostřednictvím efektivnější skladby soupravy. Ve váhových kategoriích 50-200 tun ponechat výkony pro manipulaci po železnici bez loženého prostoru.

Ani u tohoto hnacího vozidla neřešil autor otázku kategorie tratí z důvodu nepravidelnosti jízd nákladní dopravy.

Autor v kapitole 3 navrhl řešení, která vedou k efektivnějšímu využití ETCS v podmínkách české železnice. Tato opatření byla navržena z pozice Správy železniční dopravní cesty jako manažera infrastruktury a dopravců pohybujících se na infrastruktuře. Řešení, která autor navrhl, jsou postavena tak, aby bylo docíleno větší úspory na poplatku za použití železniční dopravní cesty. Autor nepřihlížel k dopravním možnostem a politice jednotlivých dopravců. Doporučení jsou navržena v rozsahu pro potřeby diplomové práce.

Z pohledu Správy železniční dopravní cesty autor navrhl postupné rušení plošné slevy, která je v současné době používána. Navrhnuté řešení spočívá v narovnání cenové politiky, která sice motivuje dopravce k zavedení ETCS do hnacích vozidel, ale podpora není cílená. Z tohoto důvodu autor navrhl postupné zrušení plošné slevy na kategorii 5 a 4, ve druhé fázi zrušení plošné slevy na kategorii 3. Dále ponechání slevy pouze na tratích vybavených ETCS a v poslední fázi, kdy je trať prohlášena za plně řízenou ETCS, tuto slevu zrušit zcela.

Z pohledu dopravce navrhl autor řešení pro 4 vybraná vozidla, která byla v předchozí části práce analyzována. Návrhy byly zaměřeny zejména na zefektivnění využití vozů ve vztahu možné slevy na cenu za použití železniční dopravní cesty.

Ekonomickým dopadům navrhnutých řešení se autor věnoval ve čtvrté kapitole diplomové práce.

4 ZHODNOCENÍ EFEKTIVNOSTI ZAVEDENÍ ETCS PRO PROVOZOVATELE INFRASTRUKTURY A PROVOZOVATELE DRÁŽNÍ DOPRAVY

V posední kapitole se autor věnoval ekonomickému zhodnocení řešení, která navrhl v kapitole 3 diplomové práce. Při ekonomickém hodnocení vycházel z dat, která mu byla poskytnuta společností Správa železniční dopravní cesty. Data od Správy železniční dopravní cesty byla rovněž podkladem pro analyzování současného stavu v kapitole 2. Autor výsledky ekonomického hodnocení návrhů srovnával s výsledky, ke kterým došel při analýze současného stavu. Díky tomu mohl přímo srovnat své návrhy se současným stavem. V této kapitole uvažoval autor jako v předchozích částech práce, že při výpočtu čisté současné hodnoty byly investiční náklady na pořízení ve výši 10 000 000 Kč a finanční podpora od CEF 6 450 000 Kč.

4.1 Ekonomický dopad konkretizace slevy na ETCS

Autor diplomové práce níže uvedl návrhy řešení, jakým způsobem postupovat při snižování slevy za vybavení hnacího vozidla ETCS Level 2 a vyšší při ceně za použití železniční dopravní cesty. Autor navrhl postupnými kroky snižovat slevu poskytovanou plošně na celé síti pomocí rušení slev na kategoriích tratí.

4.1.1 Ekonomický dopad zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 5 a 4

Současná situace, kdy Správa železniční dopravní cesty poskytuje slevu za ETCS na celé síti bez rozdílu kategorie a vybavenosti tratě, stála za celou sítí v platnosti jízdního řádu 2018, je 20 893 711 Kč. Dopad návrhu poskytovat slevu pouze na kategorii trati 1 až 3 by měl pro výběr na ceně za použití železniční dopravní cesty následující efekt:

Dopad na kategorie trati 1 je shodný jako v současném stavu, tedy výběr 1 079 280 054 Kč se zohledněním ETCS a 1 088 910 378 Kč bez zohlednění ETCS. Celková výše slevy je 9 630 323 Kč na tratích kategorie 1.

Dopad na kategorie trati 2 odpovídá také současnému stavu, kdy celkový výběr s ETCS je 1 230 324 908 Kč a bez zohlednění ETCS 1 239 915 694. Sleva je ve výši 9 590 785 Kč.

Dopad na kategorii trati 3 je bez rozdílu jako v předchozích kategoriích tratí. Výběr s ETCS je 793 377 831 Kč a bez ETCS 795 005 040 Kč.

Dle autorova návrhu by došlo k následující změně na kategorii trati 4. Bez rozdílu vybavenosti hnacího vozidla by se na této kategorii vybralo 359 105 978 Kč. Správa železniční dopravní cesty by díky této změně na kategoriích tratí ušetřila 36 799 Kč.

Dále díky vyjmutí kategorie 5 ze systému slevy za ETCS dojde k následující úspoře. Výběr za cenu za použití železniční dopravní cesty na kategorii trati 5 bude bez rozdílu vybavenosti ETCS 210 002 698 Kč. Správa železniční dopravní cesty ušetří díky této změně 8 594 Kč.

Celková výše úspory pro Správu železniční dopravní cesty je ve výši 45 393 Kč. Správa železniční dopravní cesty vybere tedy 3 672 091 469 Kč oproti původnímu stavu 3 672 046 076 Kč. Nově bude průměrný vlakový kilometr stát 20,86538 Kč oproti původnímu stavu 20,86512 Kč.

Autor diplomové práce si je vědom, že tento návrh není zásadní pro dopravce ani Správu železniční dopravní cesty, ale jak již dříve uvedl, jedná se prvotní krok k postupné změně, kterou navrhl v kapitole 3.

4.1.2 Ekonomický dopad zrušení slevy za ETCS na kategorii trati 3

Dalším návrhem, který autor představil, je neposkytování slevy na kategorii trati 3. Ekonomický dopad podkapitoly 4.1.2 je stejný u kategorií tratí 1, 2, 4 a 5 stejný jako v podkapitole 4.1.1, tedy:

Sleva na kategorii trati 1 ve výši 9 630 323 Kč, na kategorii trati 2 je 9 590 785 Kč. U kategorie trati 4 a 5 sleva poskytována není. V tomto návrhu došlo k odstranění slevy na kategorii trati 3. Výše výběru za použití železniční dopravní cesty na kategorii 3 s vybavením ETCS byl 793 377 831 Kč. Bez zohlednění ETCS by byl výběr 795 005 040 Kč. Správa železniční dopravní cesty by tímto krokem tedy vybrala o 1 627 210 Kč více proti prvnímu návrhu. Se spojením s předchozím krokem, tedy neposkytnutí slevy na kategorii trati 5, 4 a nově kategorii trati 3 je následující: Celkový výběr za použití železniční dopravní cesty 3 973 718 679 Kč. Správa železniční dopravní cesty by díky tomuto návrhu vybrala na ceně za použití železniční dopravní cesty o 1 672 603 Kč více než při původnímu stavu.

Průměrná cena vlkm zavedením tohoto návrhu stoupne z původních 20,86512 Kč na 20,87463 Kč

4.1.3 Ekonomický dopad slevy ETCS na vybraných tratích

Autor v podkapitole 3.1.3 představil návrh ponechání slevy za vybavení hnacího vozidla ETCS Level 2 a vyšší pouze na trati Kolín – Česká Třebová – Brno – Břeclav. Níže autor diplomové práce uvedl ekonomický dopad zavedení tohoto návrhu v praxi.

Z celkových 175 989 653 vlkm celé sítě bylo na této trati ujetu 19 553 039 vlkm a z toho pouze 3 499 049 vlkm s hnacími vozidly s ETCS. Výběr ceny na vozidlech vybavených ETCS byl 111 662 029 Kč. Pokud by tato hnací vozidla nebyla vybavena systémem ETCS, na ceně za použití železniční dopravní cesty by zaplatila 112 789 928 Kč (Odhad podle vývoje celé sítě). Výše úspory pro tento segment činí 1 127 899 Kč. Vzhledem ke skutečnosti, že dle navrhovaného řešení by byla sleva pouze na této trati, celková výše slevy na celou síť se rovná také 1 127 899 Kč.

Výše úspory navrhovaného řešení hodnocené v této podkapitole proti současnému stavu, kdy je sleva ve výši 20 893 711 Kč, by byla 19 765 812 Kč.

Výše úspory poskytování slevy pouze na vybrané trati proti navrhovanému řešení poskytovat slevu pouze na kategorii trati 1, 2 a 3, kde byla celková výše slevy 20 848 319 Kč, by byla 19 720 420 Kč.

Výše úspory při poskytování slevy pouze na vybrané trati proti navrhovanému řešení poskytovat slevu pouze na kategorii trati 1 a 2, kde byla celková výše slevy 20 848 318 Kč, by byla 18 093 211 Kč.

Průměrná cena na jeden vlkm návrhem poskytování slevy pouze na vybrané trati stoupne z původních 20,86512 na 20,97743 Kč.

Jeden z případů, který autor nastínil ve třetí kapitole této práce, tedy situaci, kdy se na síti budou nacházet pouze tratě nevybavené systémem ETCS a tratě přípustné pouze pro vozidla vybavená systémem ETCS, tak dojde k situaci, kdy nebude poskytována žádná sleva za vybavení hnacích vozidel systémem ETCS. V takovém případě by se na ceně za použití železniční dopravní cesty vybralo na celé síti 3 692 939 788 Kč, tedy o 20 893 712 Kč více oproti původnímu stavu, kdy bylo vybráno 3 672 046 076 Kč.

Průměrná cena vlkm by v tomto případě vzrostla z původní ceny 20,86512 Kč na 20,98385 Kč.

4.2 Ekonomický dopad efektivnějšího využití hnacích vozidel vybavených ETCS

V podkapitole 4.2 se autor věnoval ekonomickému zhodnocení návrhů, které představil v pasáži 3.2. Jedná se o návrhy, které vedou k efektivnějšímu využití hnacích vozidel ve vztahu k ceně za použití železniční dopravní cesty podle vybavenosti ETCS. V podkapitolách 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 a 4.2.4 provedl ekonomické zhodnocení výpočtu čisté současné hodnoty pro vybraná hnací vozidla po zohlednění návrhů zlepšení současného stavu.

4.2.1 Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu expres

Prvním hnacím vozidlem, u kterého provedl autor ekonomické hodnocení, je hnací vozidlo využívané pro potřeby osobní dopravy evidované jako expres. Po zohlednění návrhů z třetí části práce má skladba výkonů složení:

- podle váhových kategorií:
 - 50-99 t – 17 359 vlkm
 - 100-199 t – 250 vlkm
 - 200-299 t – 2 608 vlkm
 - 300-399 t – 5 493 vlkm
 - 400- 499 t – 12 889 vlkm
 - 500-599 t – 62 598 vlkm
 - 600-699 t – 207 vlkm
 - 800-899 t – 14 vlkm
 - 900-999 t – 49 vlkm
- podle kategorie trati
 - kategorie trati 1 – 60 881 vlkm
 - kategorie trati 2 – 30 440 vlkm
 - kategorie trati 3 – 10 147 vlkm
- podle produktových faktorů
 - osobní doprava – 101 468 vlkm

Celkový výběr ceny za použití železniční dopravní cesty s využitím ETCS a bez ETCS ukazuje níže uvedená tabulka. Shodně jako v analýze současného stavu autor počítá s meziročním nárůstem o 1,96 % proti předchozímu roku.

Tabulka 14 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro expres po zohlednění návrhů

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	2 646 533	2 785 824	139 291	132 030
2	2 698 405	2 840 427	142 021	127 599
3	2 751 294	2 896 099	144 805	123 318
4	2 805 219	2 952 863	147 643	119 180
5	2 860 202	3 010 739	150 537	115 181
6	2 916 262	3 069 749	153 487	111 316
7	2 973 420	3 129 916	156 496	107 581
8	3 031 699	3 191 263	159 563	103 971
9	3 091 121	3 253 811	162 691	100 482
10	3 151 707	3 317 586	165 879	97 111
Celkem	28 925 863	30 448 277	1 522 414	1 137 769

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Proti původnímu stavu došlo ke zvýšení úspor za využití ETCS z 1 073 863 Kč na 1 137 769 Kč, tedy o 63 906 Kč.

Pro výpočet čisté současné hodnoty využil autor opět vzorec číslo (2). Výpočet čisté současné hodnoty pro hnací vozidlo využívané v soupravě expres po zohlednění navržených řešení je uvedeno níže.

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,137\,769 = -2\,412\,231 \text{ Kč}$$

V tomto případě tedy došlo ke zlepšení současného stavu z pohledu čisté současné hodnoty o výši nové úspory na poplatku, tedy o 63 906 Kč.

4.2.2 Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak

Druhým hnacím vozidlem, které autor analyzoval a následně pro něj navrhl zlepšení, bylo hnací vozidlo využívané pro potřeby osobní dopravy jako souprava kategorie osobní vlak.

Po zohlednění návrhových změn, které autor představil v třetí části své práce, došlo k následujícímu rozložení výkonů vlaku:

- podle váhových kategorií
 - 100-199 t – 5 820 vlkm
 - 300-399 t – 156 903 vlkm
 - 400-499 t – 479 vlkm
 - 600-699 t – 87 vlkm
- podle kategorie trati
 - kategorie trati 1 – 93 293 vlkm
 - kategorie trati 2 – 47 909 vlkm
 - kategorie trati 3 – 19 392 vlkm
 - kategorie trati 4 – 2 696 vlkm
- podle produktových faktorů
 - osobní doprava – 163 289 vlkm

Nárůst výkonů odpovídá shodně jako v analýze současného stavu meziročně 1,96 %.
Níže autor uvedl ekonomické zhodnocení hnacího vozidla pomocí výpočtu čisté současné hodnoty.

Tabulka 15 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro osobní vlak po zohlednění návrhů

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	3 464 492	3 646 834	182 342	172 836
2	3 532 396	3 718 312	185 916	167 036
3	3 601 631	3 791 191	189 560	161 431
4	3 672 223	3 865 498	193 275	156 015
5	3 744 199	3 941 262	197 063	150 780
6	3 817 585	4 018 511	200 926	145 720
7	3 892 410	4 097 274	204 864	140 831
8	3 968 701	4 177 580	208 879	136 105
9	4 046 488	4 259 461	212 973	131 538
10	4 125 799	4 342 946	217 147	127 125
Celkem	37 865 925	39 858 868	1 992 943	1 489 418

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Oproti původnímu stavu došlo ke zvýšení úspor za využití ETCS z 1 047 770 Kč na 1 489 418 Kč, tedy o 441 648 Kč více.

Pro výpočet čisté současné hodnoty využil autor opět vzorec číslo (2). Výpočet čisté současné hodnoty pro hnací vozidlo využívané v soupravě osobního vlaku po zohlednění navrhnutých řešení je uvedeno níže.

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 1\,489\,418 = -2\,060\,582 \text{ Kč}$$

I u tohoto hnacího vozidla došlo ke zlepšení výpočtu výše čisté současné hodnoty díky vyšší úspoře na slevě za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS u ceny za použití železniční dopravní cesty.

4.2.3 Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1

Třetím hnacím vozidlem, které autor analyzoval a v této kapitole ekonomicky zhodnotil, byla jednotka, které sloužila pro potřeby nákladní dopravy.

Na základě návrhů, které autor navrhl v předchozí kapitole, došlo k následujícím změnám struktury výkonů hnacího vozidla.

- podle váhových kategorií
 - 50-99 t – 6 124 vlkm
 - 100-199 t – 729 vlkm
 - 1000-1199 t – 32 346 vlkm
 - 1200-1399 t – 8 472 vlkm
 - 1400-1599 t – 11 448 vlkm
 - 1600-1799 t – 6 961 vlkm
 - 1800-1999 t – 5 398 vlkm
 - 2000-2199 t – 51 vlkm
 - 2200-2399 t – 799 vlkm
 - 2400-2599 t – 1 043 vlkm
 - 2600-2799 t – 1 329 vlkm
- podle kategorie trati
 - kategorie trati 1 – 13 614 vlkm
 - kategorie trati 2 – 36 755 vlkm
 - kategorie trati 3 – 24 296 vlkm
 - kategorie trati 4 – 29 vlkm
 - kategorie trati 5 – 8 vlkm

- podle produktových faktorů
 - nákladní doprava nespécifická – 74 702 vlkm

Meziroční nárůst při výpočtu čisté současné hodnoty byl stejně jako u předchozích hnacích vozidel 1,96 %. Níže autor uvedl tabulku výpočtu úspor na ceně za použití železniční dopravní cesty v důsledku vybavení hnacího vozidla systémem ETCS.

Tabulka 16 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vlak nákladní dopravy 1 po zohlednění návrhů

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	5 411 165	5 695 963	284 798	269 951
2	5 517 223	5 807 604	290 380	260 893
3	5 625 361	5 921 433	296 072	252 139
4	5 735 618	6 037 493	301 875	243 678
5	5 848 036	6 155 827	307 791	235 502
6	5 962 658	6 276 482	313 824	227 600
7	6 079 526	6 399 501	319 975	219 963
8	6 198 684	6 524 931	326 247	212 582
9	6 320 179	6 652 820	332 641	205 449
10	6 444 054	6 783 215	339 161	198 555
Celkem	59 142 503	62 255 267	3 112 763	2 326 310

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Proti původnímu stavu došlo ke zvýšení úspor za využití ETCS z 1 377 147 Kč na 2 326 310 Kč, tedy o 949 164 Kč více. I u výpočtu čisté současné hodnoty tohoto hnacího vozidla využil autor vzorec (2).

$$\text{ČSH} = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 2\,326\,310 = -1\,223\,690 \text{ Kč}$$

Ekonomický dopad na hnací vozidlo využívané pro potřeby nákladní dopravy po zohlednění návrhových řešení, které autor přednesl ve třetí kapitole, je z hlediska výpočtu

čisté současné hodnoty ve změně výše úspor na ceně za použití železniční dopravní cesty pro toto konkrétní vozidlo.

4.2.4 Ekonomický dopad zlepšení hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2

Posledním hnacím vozidlem, které autor analyzoval, bylo hnací vozidlo využívané pro potřeby nákladní dopravy. Po zohlednění návrhových řešení byla struktura výkonů následující.

- podle váhových kategorií
 - 50-99 t – 1 781 vlkm
 - 100-199 t – 802 vlkm
 - 1200-1399 t – 24 192 vlkm
 - 1400-1599 t – 19 858 vlkm
 - 1600-1799 t – 17 083 vlkm
 - 1800-1999 t – 12 318 vlkm
 - 2000-2199 t – 2 325 vlkm
- podle kategorie tratí
 - kategorie trati 1 – 18 903 vlkm
 - kategorie trati 2 – 38 526 vlkm
 - kategorie trati 3 – 20 929 vlkm
- podle produktových faktorů
 - nákladní doprava nespecifická – 78 358 vlkm

Níže autor uvedl postup výpočtu čisté současné hodnoty investice do hnacího vozidla vybavením systémem ETCS. Meziroční nárůst výkonů odpovídá nárůstu jako u předchozích hnacích vozidel.

Tabulka 17 Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vlak nákladní dopravy 2 po zohlednění návrhů

Rok	Výběr s ETCS	Výběr bez ETCS	Úspora	Diskontovaná úspora
1	6 857 057	7 217 954	360 898	342 083
2	6 991 455	7 359 426	367 971	330 605
3	7 128 487	7 503 671	375 184	319 511
4	7 268 206	7 650 743	382 537	308 790
5	7 410 663	7 800 697	390 035	298 429
6	7 555 912	7 953 591	397 680	288 415
7	7 704 007	8 109 482	405 474	278 738
8	7 855 006	8 268 427	413 421	269 385
9	8 008 964	8 430 489	421 524	260 346
10	8 165 940	8 595 726	429 786	251 610
Celkem	74 945 696	78 890 207	3 944 510	2 947 913

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Proti původnímu stavu došlo ke zvýšení úspor za využití ETCS z 1 235 065 Kč na 2 947 913 Kč, tedy o 1 712 848 Kč. I u výpočtu čisté současné hodnoty tohoto hnacího vozidla využil autor vzorec (2).

$$\check{C}SH = -10\,000\,000 + 6\,450\,000 + 2\,947\,913 = -602\,087\text{ Kč}$$

4.3 Alternativní scénář návrhových řešení hnacích vozidel při změně vlkm

V celé podkapitole 4.2 autor řešil ekonomický dopad návrhů pro hnací vozidla s takovým cílem, aby bylo dosaženo efektivnějšího využití slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS. Na základě autorových návrhů nedošlo ani v jednom z případů k situaci, kdy by se výsledek výpočtu čisté současné hodnoty rovnal 0 nebo byl vyšší.

Na základě obecného ekonomického pravidla by tedy investice neměla být přijata. Nicméně vybavení hnacích vozidel systémem ETCS je komplexnější problém a je zapotřebí na celou problematiku nahlížet z pohledu zvyšování bezpečnosti a v budoucnosti možností pohybu na tratích prohlášených za plně řízené systémem ETCS. Další úhel pohledu je takový, že pokud by investice přinášela zisk, mohlo by být na celý systém v podobě dotací z CEF

a úspory na ceně za použití železniční dopravní cesty poskytované Správou železniční dopravní cesty nahlíženo jako na veřejnou podporu.

V této kapitole se autor věnoval namodelování situace, o kolik by muselo dojít k navýšení výkonů ve vlkm oproti současnému stavu se zohledněním ostatních návrhových řešení v podkapitole 3.2. Tento výpočet provedl autor v rámci diplomové práce z toho důvodu, aby ukázal, jaké množství výkonů by bylo nutné hnacími vozidly ujet, aby se investice vrátila a současně se nejednalo o veřejnou podporu.

4.3.1 Výpočet ČSH = 0 pro expres (vlkm)

U expresu stanovil autor přesný podíl výkonů kategorií trati. Při zachování tohoto poměru a všech ostatních proměnných by musely výkony vzrůst 3,43krát. Nikoli pouze 1,1krát, jak autor navrhl, aby byl výsledek čisté současné hodnoty 0, tedy nárůst výkonů z 92 243 vlkm na 316 594 vlkm. V prvním roce by došlo k nárůstu výběru na ceně za použití železniční dopravní cesty o 5 759 673 Kč.

4.3.2 Výpočet ČSH = 0 pro osobní vlak (vlkm)

Autor navrhl změnu výkonů o 5 %. Za těchto předpokladů by byl výsledek čisté současné hodnoty -2 060 582 Kč. Aby došlo k situaci, kdy bude čistá současná hodnota rovna 0, je zapotřebí, aby se zvýšily výkony vozu nikoli 1,05krát, ale přibližně 2,5krát. Při této změně by došlo i k nárůstu výběru ceny za použití železniční dopravní cesty o 5 820 371 Kč. Nárůst výkonů ve vlkm je z původních 155 514 vlkm na 389 198 vlkm.

4.3.3 Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 1 (vlkm)

U prvního hnacího vozidla využívaného pro potřeby nákladní dopravy, ke kterému autor navrhl zlepšení, uvažoval nárůst výkonů o 10 %. Ovšem aby byl výsledek čisté současné hodnoty roven nule, bylo by zapotřebí, aby výkony nevzrostly 1,1krát, ale 1,679krát. V prvním roce by ovšem došlo k nárůstu výběru na ceně za použití železniční dopravní cesty oproti původnímu stavu o 5 054 213 Kč.

4.3.4 Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 2 (vlkm)

Posledním hnacím vozidlem, které autor ekonomicky hodnotil, bylo druhé hnací vozidlo nákladní dopravy. Autor navrhl zvýšit výkony tohoto hnacího vozidla o 50 %. Pokud by se měla čistá současná hodnota rovnat 0, je zapotřebí, aby v souladu s návrhy autora vzrostly výkony 1,8krát, nikoli pouze 1,5krát. V takovém případě by vzrostl výběr na ceně za použití železniční dopravní cesty proti původnímu stavu o 5 384 706 Kč.

4.4 Alternativní scénář návrhových řešení hnacích vozidel při změně S_2

Jako druhý alternativní pohled na celou problematiku, který autor použil, je možnost změny specifického faktoru S_2 , tedy pobídky za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší. Pro zkoumání této problematiky použil autor data z analýzy současného stavu. Tato nezměněná data podrobil autor zkoumání, jakým způsobem by se musel vyvíjet koeficient slevy za ETCS, aby došlo ke stavu, kdy výpočet čisté současné hodnoty je roven nule. Modelaci provedl autor pro všechna čtyři hnací vozidla. Shodně jako v kapitole 4.3 došel autor k výsledku pomocí iterací, kdy se postupně přibližoval k cílovému stavu.

4.4.1 Výpočet ČSH = 0 pro expres (S_2)

Pokud by mělo dojít ke stavu, že výpočet čisté současné hodnoty pro toto hnací vozidlo měl být roven a došlo by tedy k vrácení investice, bylo by zapotřebí, aby za jinak nezměněných podmínek došlo ke změně koeficientu S_2 z původních 0,95 na 0,8347. Nově by toto hnací vozidlo zaplatilo na ceně za použití železniční dopravní cesty 2 194 741 Kč.

4.4.2 Výpočet ČSH = 0 pro osobní vlak (S_2)

U druhého hnacího vozidla došel autor k závěru, že by muselo dojít ke snížení koeficientu S_2 z 0,95 na 0,8306, aby byl výsledek výpočtu čisté současné hodnoty 0. Nový výběr pro první rok na ceně za použití železniční dopravní cesty by byl 2 130 853 Kč.

4.4.3 Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 1 (S_2)

Aby bylo docíleno stavu, kdy po deseti letech bude diskontovaná úspora ve výši 3 550 000 Kč, je zapotřebí, aby koeficient S_2 byl ve výši 0,8711. S tímto koeficientem by toto hnací vozidlo zaplatilo na ceně za použití železniční dopravní cesty 2 937 331 Kč.

4.4.4 Výpočet ČSH = 0 pro nákladní vlak 2 (S_2)

Posledním hnacím vozidlem, které autor analyzoval, bylo hnací vozidlo pro potřeby nákladní dopravy. Při změně koeficientu S_2 na hodnotu 0,8563 by bylo docíleno stavu, kdy by se čistá současná hodnota rovnala nule. Při tomto stavu by hnací vozidlo zaplatilo za použití železniční dopravní cesty 2 589 444 Kč.

Výpočty v podkapitole 4.4 slouží pouze jako hypotetické úvaha, a to nad nastavením slevy za využití ETCS. V praxi by tento postup, tedy odlišná sleva pro každé hnací, možný nebyl z důvodu uplatnění nediskriminačního přístupu Správy železniční dopravní cesty při stanovování ceny za použití železniční dopravní cesty.

Ve čtvrté kapitole provedl autor ekonomické zhodnocení zlepšení, která navrhl v kapitole 3. V první části kapitoly 4 řešil ekonomické hodnocení z pohledu manažera infrastruktury, tedy Správy železniční dopravní cesty. Autor se zaměřil na postupné rušení poskytované slevy za vybavení hnacího vozidla při výběru ceny za použití železniční dopravní cesty. Autor každý ze svých návrhů porovnal se současným stavem a určil, o kolik by Správa železniční dopravní cesty vybrala více na poplatku při zavedení navržených řešení do praxe.

Ve druhé části čtvrté kapitoly se autor věnoval ekonomickému hodnocení hnacích vozidel, která v předchozí části analyzoval a navrhl k nim zlepšení. U všech čtyř hnacích vozidel, kterým se autor věnoval, došlo ke zlepšení oproti současnému stavu z hlediska využití slevy za vybavení hnacího vozidla systémem ETCS Level 2 a vyšší.

Ve třetí části autor namodeloval situaci tak, aby výsledky výpočtů čisté současné hodnoty vycházely v hodnotě 0. Jako proměnnou, která byla obměňována, vybral ujetou vzdálenost ve vlkm a specifický faktor S_2 .

ZÁVĚR

Autor diplomové práce si zvolil téma, kterému se věnoval v rámci své závěrečné práce, problematiku ekonomického dopadu zavedení železničního zabezpečovacího zařízení ETCS. Toto téma řešil autor z pohledu Správy železniční dopravní cesty, s. o., jako manažera infrastruktury, který je povinen pro vytvoření interoperabilní železniční sítě infrastrukturu vybavit systémem ETCS. Z pohledu Správy železniční dopravní cesty, s. o., řešil autor problematiku zejména ve vztahu ke slevě na hnací vozidlo vybavené systémem ETCS při výběru ceny za použití železniční dopravní cesty. Druhým pohledem, kterým autor diplomové práci na problematiku ETCS nahlížel, byla situace železničních dopravců, kteří vybavují svá hnací vozidla palubní částí systému ETCS. V této části autor hodnotil zejména investiční náklady na pořízení palubní jednotky ETCS, dotace a další úspory v podobě ceny za použití železniční dopravní cesty, které dopravci z vybavení vozidla plynou.

V první části autor provedl rešerši literatury a legislativních pramenů k dané problematice z hlediska technického popisu vlakových zabezpečovačů a ekonomických metod k hodnocení investic. Ty byly následně použity v dalších částech práce pro hodnocení zavedení ETCS v železniční dopravě. Autor se věnoval historickému vývoji a popisu současné situace v podmínkách české železnice z hlediska zabezpečovacího zařízení. Z legislativních dokumentů čerpal autor z národních zákonů upravujících železniční dopravu na území České republiky, z nadnárodních legislativních dokumentů využil autor prováděcí nařízení a směrnice Evropské unie, které jsou závazné pro členské státy v oblasti železniční dopravy. Z ekonomických metod, které autor v první části popsal, se jedná o výpočet čisté současné hodnoty. Tuto metodu následně autor využil v dalších částech práce při hodnocení investice do palubní části ETCS.

V druhé kapitole autor diplomové práce analyzoval současný stav na železnici z hlediska zabezpečovacího zařízení ETCS. Nejdříve autor představil kalkulační vzorec pro výpočet ceny za použití železniční dopravní cesty s tím, že jednotlivé komponenty zohlednil pro vybavená vozidla systémem ETCS. Dále provedl analýzu dopravních výkonů vozidel vybavených a nevybavených systémem ETCS na celé dopravní síti, na které Správa železniční dopravní cesty, s. o., provádí činnost manažera infrastruktury. Analýzu autor provedl z pohledu výkonů ve vlkm a výběru ceny za použití železniční dopravní cesty v Kč. Další část, kterou analyzoval, byly výkony čtyř konkrétních hnacích vozidel pohybujících se na železniční síti. Pro hodnocení této části byla použita metoda výpočtu čisté současné hodnoty.

Ve třetí kapitole provedl autor návrhy pro zlepšení současného stavu. První tři se týkaly zefektivnění nabízené slevy pro dopravce z pohledu Správy železniční dopravní cesty, s. o. Jednalo se zejména o návrhy zrušení slevy za vybavení hnacího vozidla plošně na celou síť a postupnými kroky zavést slevu pouze v těch oblastech, ve kterých je skutečně využíván systém ETCS. Druhou část návrhových řešení tvořily změny využívání hnacích vozidel s efektivnějším využitím současného stavu, kdy je sleva za ETCS poskytována na celé síti bez rozdílu vybavenosti trati systémem ETCS. Autor v této oblasti navrhl řešení pro každé ze čtyř analyzovaných hnacích vozidel s tím, aby úspora v ceně za použití železniční dopravní cesty a tím i úspora na investičních nákladech.

V poslední čtvrté kapitole diplomové práce provedl autor ekonomické zhodnocení návrhů pro zlepšení současného stavu ze třetí kapitoly. Ekonomický dopad hodnotil autor z pohledu Správy železniční dopravní cesty, s. o., jako manažera infrastruktury, kde postupnými kroky uvedl zvýšení výběru ceny za použití dopravní cesty za předpokladu, že Správa železniční dopravní cesty, s. o., nebude slevu poskytovat na celé síti bez rozdílu vybavenosti, ale pouze na tratích, které vlakový zabezpečovač ETCS využívají. Dále autor zhodnotil ekonomický dopad na železniční dopravce podle návrhů zlepšení s tím, aby díky efektivnějšímu využití hnacích vozidel měli vyšší slevu na ceně za použití železniční dopravní cesty a v důsledku toho dosahovali lepších výsledků při hodnocení investice z hlediska výpočtu čisté současné hodnoty. V závěru čtvrté kapitoly provedl autor modelaci množství výkonů ve vlkm pro jednotlivá hnací vozidla, takovým způsobem, aby byl výsledek výpočtu čisté současné hodnoty roven 0.

Cílem diplomové práce bylo ekonomické hodnocení navržených zlepšení pro zavádění ETCS v podmínkách české železnice. Toto hodnocení provedl autor ve čtvrté kapitole diplomové práce.

POUŽITÁ LITERATURA

- BENEŠ, Karel et al., 2015. *Moderní dopravní cesta*. Praha: Nadatur. ISBN 978-80-7270-049-3.
- ČESKO, 1994. *Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách v platném znění*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Drazni-doprava/Legislativa-v-drazni-doprave/Zakony-v-drazni-doprave/266-1994-uplne-zneni-k-31-08-2018.pdf.aspx?lang=cs-CZ>
- ČERNOHORSKÝ, Jan a Petr TEPLÝ, 2011. *Základy financí*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3669-3.
- DB Netze, 2014. *European Train Control System (ETCS) bei der DB Netz AG*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: https://www.deutschebahn.com/resource/blob/1303328/d9556ec0c860abb53cf07bfc693f79d/Anhang_Themendienst_ETCS-data.pdf
- EU, 2012. *Directive 2012/34/EU of the European Parliament and of the Council of 21 November 2012 establishing a single European railway area*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0034&from=EN>
- EU, 2016a. *Directive (EU) 2016/797 of the European Parliament and the Council of 11 May 2016 on the interoperability of the rail system within the European Union*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L0797&from=EN>
- EU, 2016b. *Commission regulation (EU) 2016/919 of 27 May 2016 on the technical specification for interoperability relating to the 'control-command and signalling' subsystems of the rail system in the European Union* [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0919&from=EN>
- GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ, 2017. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafiky a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0058-3.
- LANÍČEK, Ivo, 2003. *Muzejní expozice sdělovací a zabezpečovací techniky Hradec Králové: průvodce Muzejní expozicí se stručnou historií sdělovací a zabezpečovací techniky u železnice*. Praha: České dráhy. ISBN 80-85104-91-1.
- MD, 2017, *Národní implementační plán ERTMS*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Drazni-doprava/Evropska-unie-na-zeleznici/Evropska-unie-na-zeleznici/NIP-ERTMS-2017.pdf.aspx?lang=cs-CZ>
- MD, 2019, *Program CEF*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Dokumenty/Evropska-unie/Programy/Program-CEF?returl=/Dokumenty/Evropska-unie/Programy>
- SŽDC, 2014, *Výroční zpráva 2013*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/documents/50004227/50156809/vz-2013.pdf>

SŽDC, 2015, *Výroční zpráva 2014*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/documents/50004227/50156809/2014-vz.pdf>

SŽDC, 2016a, *Prohlášení o dráze celostátní a regionální, platné pro přípravu jízdního řádu 2018 a pro jízdní řád 2018, ve znění změny č. 1/2017, rozhodnutí Drážního úřadu čj. DU CR-33628/17/Kj, změny č. 2 účinné od 1. 12. 2017, změny č. 3 účinné od 10. 6. 2018 a změny č. 4 účinné od 1. 9. 2018*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/documents/50004227/50157631/szdc-prohlaseni-o-draze-2018-4-zmena.pdf>

SŽDC, 2016b, *Výroční zpráva 2015*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/documents/50004227/50156809/2015-szdc-vz-cz.pdf>

SŽDC, 2017, *Výroční zpráva 2016*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/documents/50004227/50156809/2016-szdc-vz-cj.pdf>

SŽDC, 2018a, *Výroční zpráva 2017*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<https://www.szdc.cz/soubory/vysledky-hospodareni/2017-szdc-vz-cz.pdf>

SŽDC, 2018b, *Významné investiční akce*. Praha: SŽDC

SŽDC, 2019, *Datové sklady*. Praha: SŽDC

ŠLEGR, Petr, 2012. *Rychlá železnice i v České republice: High speed rail even in the Czech Republic*. Praha: Centrum pro efektivní dopravu. ISBN 978-80-905005-0-1.

VUZ, 2019, *Zkušební centrum VUZ Velim*. [online]. [cit. 2019-01-13]. Dostupné z:
<http://www.cdvuz.cz/zkusebni-centrum-vuz-velim/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Kategorie tratí	23
Tabulka 2	Produktové faktory.....	23
Tabulka 3	Váhová kategorie	24
Tabulka 4	Vlkm s ETCS 2018 podle kategorií tratí.....	29
Tabulka 5	Vlkm s ETCS 2018 podle produktových faktorů.....	30
Tabulka 6	Vlkm s ETCS 2018 podle váhových kategorií.....	31
Tabulka 7	Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS v jednotlivých kategoriích tratí v Kč..	32
Tabulka 8	Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS podle jednotlivých produktových faktorů v Kč	33
Tabulka 9	Výběr ceny za použití ŽDC podle ETCS podle jednotlivých váhových kategorií v Kč	34
Tabulka 10	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz expres	39
Tabulka 11	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro osobní vlak.....	40
Tabulka 12	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz nákladní dopravy 1	41
Tabulka 13	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vůz nákladní dopravy 2	43
Tabulka 14	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro expres po zohlednění návrhů ..	53
Tabulka 15	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro osobní vlak po zohlednění návrhů.....	54
Tabulka 16	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vlak nákladní dopravy 1 po zohlednění návrhů	56
Tabulka 17	Výpočet úspory ETCS v jednotlivých letech pro vlak nákladní dopravy 2 po zohlednění návrhů	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 ETCS Level 1.....	13
Obrázek 2 ETCS Level 2.....	14
Obrázek 3 ETCS Level 3.....	15
Obrázek 4 Hodnota koeficientů po zohlednění ETCS.....	25

SEZNAM ZKRATEK

BTM	Balise Transmission Module Přenosový modul balízy
CEF	Connecting Europe Facility Nástroj pro propojení Evropy
ČD, a. s.	České dráhy, akciová společnost
ČNB	Česká národní banka
ČSH	Čistá současná hodnota
DB	Deutsche Bahn Německé dráhy
DMI	Driver Machine Interface Zobrazovací jednotka
ERTMS	European Rail Traffic Management System Evropský systém řízení železničního provozu
ETCS	European Train Control System Evropský vlakový zabezpečovací systém
ETCS L0	European Train Control System Level 0 Evropský vlakový zabezpečovací systém aplikační úroveň 0
ETCS L1	European Train Control System Level 1 Evropský vlakový zabezpečovací systém aplikační úroveň 1
ETCS L2	European Train Control System Level 2 Evropský vlakový zabezpečovací systém aplikační úroveň 2
EVC	European Vital Computer Centrální počítač
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway Globální systém mobilní komunikace pro železniční dopravu
GVD	Grafikon vlakové dopravy
Hrtnm	Hrubý tunový kilometr
i	Diskontní sazba
JRU	Juridical Recording Unit Záznamová jednotka

JŘ	Jízdní řád
KAPO	Software kalkulace poplatku
Kč	Korun českých
Km	kilometr
Km/h	Kilometr za hodinu
LEU	Lineside Electronic Unit Traťová elektronická jednotka
MD	Ministerstvo dopravy
P ₁	Osobní doprava
P ₂	Nákladní doprava nespecifická
P ₃	Nákladní doprava v rámci svozového systému jednotlivých vozových zásilek
P ₄	Kombinovaná nákladní doprava
P ₅	Nákladní doprava – nestandardní vlaky
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení
RBC	Radio Block Centre Radiobloková centrála
S ₁	Míra opotřebení trati v závislosti na celkové hmotnosti vlaku
S ₂	Vybavení činného hnacího vozidla ve vlaku zabezpečovacím zařízením ETCS Level 2 a vyšší
Sb.	Sbírka zákonů
SH	Současná hodnota
SIM	Subscriber identity module Účastnická identifikační karta
St. hranice	Státní hranice
SZZ	Staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC, s. o.	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
t	tuna
TENT-T	Trans-European Transport Network Transevropské dopravní síť
TSI	Technical Specifications for Interoperability Technické specifikace interoperability

TZZ	Traťové zabezpečovací zařízení
Vlkm	Vlakový kilometr
VUZ	Výzkumný Ústav Železniční
VZZ	Vlakové zabezpečovací zařízení
ŽDC	Železniční dopravní cesta

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Výkony hnacího vozidla pro soupravu expres

Příloha B Výkony hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak

Příloha C Výkony hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1

Příloha D Výkony hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2

Příloha A Výkony hnacího vozidla pro soupravu expres

Kategorie trati	Produktový faktor	Hmotnostní kategorie	Vlkm
1	P1OD	S1 (500-600)	164
1	P1OD	S1 (400-500)	6
1	P2ND	S1 (50-100)	51
2	P1OD	S1 (500-600)	45 490
2	P1OD	S1 (400-500)	25 168
2	P1OD	S1 (300-400)	13 263
2	P1OD	S1 (200-300)	5 913
2	P1OD	S1 (600-700)	620
2	P1OD	S1 (900-1000)	147
2	P1OD	S1 (100-200)	28
2	P1OD	S1 (50-100)	14
2	P2ND	S1 (50-100)	296
2	P2ND	S1 (800-900)	3
2	P2ND	S1 (100-200)	3
3	P1OD	S1 (400-500)	308
3	P1OD	S1 (500-600)	218
3	P1OD	S1 (300-400)	112
3	P1OD	S1 (200-300)	65
3	P1OD	S1 (100-200)	15
3	P1OD	S1 (50-100)	3
3	P2ND	S1 (50-100)	345
3	P2ND	S1 (100-200)	10
3	P2ND	S1 (200-300)	2
3	P2ND	S1 (800-900)	1

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem

Příloha B Výkony hnacího vozidla pro soupravu osobní vlak

Kategorie trati	Produktový faktor	Hmotnostní kategorie	Vlkm
1	P2ND	S1 (300-400)	6
1	P1OD	S1 (100-200)	29 737
1	P1OD	S1 (300-400)	13 382
1	P1OD	S1 (400-500)	99
2	P2ND	S1 (100-200)	5
2	P2ND	S1 (300-400)	3
2	P1OD	S1 (100-200)	67 111
2	P1OD	S1 (300-400)	23 952
2	P1OD	S1 (400-500)	138
2	P1OD	S1 (600-700)	46
3	P2ND	S1 (100-200)	3
3	P2ND	S1 (300-400)	1
3	P1OD	S1 (100-200)	12 165
3	P1OD	S1 (300-400)	6 044
3	P1OD	S1 (400-500)	219
3	P1OD	S1 (600-700)	37
4	P1OD	S1 (100-200)	1 843
4	P1OD	S1 (300-400)	724

Zdroj: Datové sklady SZDC, s. o., upraveno autorem

Příloha C Výkony hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 1

Kategorie trati	Produktový faktor	Hmotnostní kategorie	Vlkm
1	P2ND	S1 (700-800)	384
1	P2ND	S1 (50-100)	316
1	P2ND	S1 (1000-1200)	278
1	P2ND	S1 (1800-2000)	100
1	P2ND	S1 (2200-2400)	99
1	P2ND	S1 (100-200)	99
1	P2ND	S1 (800-900)	82
1	P2ND	S1 (2400-2600)	30
1	P2ND	S1 (1200-1400)	6
1	P4K	S1 (1400-1600)	2 676
1	P4K	S1 (1600-1800)	1 775
1	P4K	S1 (1800-2000)	1 234
1	P4K	S1 (1200-1400)	1 002
1	P4K	S1 (700-800)	898
1	P4K	S1 (800-900)	834
1	P4K	S1 (500-600)	663
1	P4K	S1 (400-500)	403
1	P4K	S1 (600-700)	258
1	P4K	S1 (900-1000)	161
1	P4K	S1 (1000-1200)	160
1	P4K	S1 (300-400)	102
1	P3J	S1 (400-500)	164
1	P3J	S1 (1400-1600)	164
1	P3J	S1 (1800-2000)	82
1	P3J	S1 (700-800)	82
1	P3J	S1 (800-900)	82
1	P3J	S1 (1200-1400)	82
1	P3J	S1 (300-400)	82

1	P3J	S1 (1000-1200)	82
1	P3J	S1 (600-700)	1
2	P2ND	S1 (50-100)	3 486
2	P2ND	S1 (900-1000)	1 681
2	P2ND	S1 (700-800)	1 444
2	P2ND	S1 (1000-1200)	1 148
2	P2ND	S1 (2600-2800)	1 077
2	P2ND	S1 (800-900)	814
2	P2ND	S1 (1200-1400)	805
2	P2ND	S1 (2400-2600)	773
2	P2ND	S1 (1800-2000)	543
2	P2ND	S1 (600-700)	457
2	P2ND	S1 (2200-2400)	377
2	P2ND	S1 (500-600)	375
2	P2ND	S1 (100-200)	222
2	P2ND	S1 (400-500)	170
2	P2ND	S1 (200-300)	147
2	P2ND	S1 (1600-1800)	137
2	P2ND	S1 (1400-1600)	127
2	P2ND	S1 (2000-2200)	42
2	P4K	S1 (1400-1600)	4 103
2	P4K	S1 (1600-1800)	2 544
2	P4K	S1 (1200-1400)	1 938
2	P4K	S1 (700-800)	1 862
2	P4K	S1 (1800-2000)	1 756
2	P4K	S1 (500-600)	1 654
2	P4K	S1 (800-900)	1 601
2	P4K	S1 (600-700)	1 015
2	P4K	S1 (400-500)	801
2	P4K	S1 (900-1000)	325

2	P4K	S1 (1000-1200)	296
2	P4K	S1 (300-400)	204
2	P3J	S1 (700-800)	215
2	P3J	S1 (1400-1600)	197
2	P3J	S1 (300-400)	180
2	P3J	S1 (400-500)	134
2	P3J	S1 (50-100)	132
2	P3J	S1 (1800-2000)	119
2	P3J	S1 (1200-1400)	108
2	P3J	S1 (200-300)	97
2	P3J	S1 (600-700)	94
2	P3J	S1 (1000-1200)	75
2	P3J	S1 (900-1000)	70
2	P3J	S1 (500-600)	34
2	P3J	S1 (1600-1800)	23
2	P3J	S1 (800-900)	13
3	P2ND	S1 (700-800)	2 163
3	P2ND	S1 (1200-1400)	2 022
3	P2ND	S1 (50-100)	1 624
3	P2ND	S1 (1000-1200)	1 195
3	P2ND	S1 (800-900)	802
3	P2ND	S1 (600-700)	416
3	P2ND	S1 (100-200)	342
3	P2ND	S1 (200-300)	269
3	P2ND	S1 (2200-2400)	250
3	P2ND	S1 (900-1000)	168
3	P2ND	S1 (1800-2000)	156
3	P2ND	S1 (2400-2600)	145
3	P2ND	S1 (2600-2800)	132
3	P2ND	S1 (1400-1600)	117

3	P2ND	S1 (500-600)	32
3	P2ND	S1 (400-500)	24
3	P2ND	S1 (2000-2200)	5
3	P2ND	S1 (1600-1800)	2
3	P4K	S1 (1400-1600)	2 888
3	P4K	S1 (1200-1400)	1 738
3	P4K	S1 (1600-1800)	1 596
3	P4K	S1 (1800-2000)	916
3	P4K	S1 (700-800)	831
3	P4K	S1 (500-600)	745
3	P4K	S1 (600-700)	739
3	P4K	S1 (800-900)	608
3	P4K	S1 (400-500)	549
3	P4K	S1 (1000-1200)	333
3	P4K	S1 (300-400)	139
3	P4K	S1 (900-1000)	136
3	P3J	S1 (1000-1200)	275
3	P3J	S1 (1600-1800)	252
3	P3J	S1 (400-500)	138
3	P3J	S1 (1400-1600)	136
3	P3J	S1 (700-800)	119
3	P3J	S1 (600-700)	52
3	P3J	S1 (900-1000)	26
3	P3J	S1 (300-400)	6
3	P3J	S1 (1800-2000)	2
3	P3J	S1 (500-600)	2
4	P2ND	S1 (50-100)	6
4	P2ND	S1 (900-1000)	5
4	P4K	S1 (700-800)	15
5	P2ND	S1 (50-100)	2

5	P2ND	S1 (1400-1600)	2
5	P2ND	S1 (1800-2000)	1
5	P3J	S1 (1200-1400)	1
5	P3J	S1 (1000-1200)	1

Zdroj: Datové sklady SZDC, s. o., upraveno autorem

Příloha D Výkony hnacího vozidla pro soupravu nákladní dopravy 2

Popisky řádků	Produktový faktor	Hmotnostní kategorie	Vlkm
1	P2ND	S1 (50-100)	1 048
1	P2ND	S1 (100-200)	501
1	P2ND	S1 (200-300)	498
1	P2ND	S1 (300-400)	347
1	P2ND	S1 (600-700)	49
1	P4K	S1 (1200-1400)	2 450
1	P4K	S1 (1400-1600)	2 205
1	P4K	S1 (1600-1800)	1 937
1	P4K	S1 (1800-2000)	1 490
1	P4K	S1 (1000-1200)	969
1	P4K	S1 (2000-2200)	396
1	P4K	S1 (900-1000)	297
1	P4K	S1 (500-600)	101
1	P4K	S1 (300-400)	101
1	P4K	S1 (800-900)	99
1	P4K	S1 (200-300)	64
1	P4K	S1 (400-500)	50
2	P2ND	S1 (50-100)	51
2	P2ND	S1 (200-300)	25
2	P2ND	S1 (100-200)	13
2	P2ND	S1 (300-400)	10
2	P2ND	S1 (600-700)	5
2	P4K	S1 (1400-1600)	7 699
2	P4K	S1 (1600-1800)	6 920
2	P4K	S1 (1800-2000)	4 641
2	P4K	S1 (1200-1400)	3 462
2	P4K	S1 (1000-1200)	1 699
2	P4K	S1 (2000-2200)	468

2	P4K	S1 (900-1000)	455
2	P4K	S1 (600-700)	162
2	P4K	S1 (800-900)	36
2	P4K	S1 (200-300)	14
2	P4K	S1 (500-600)	10
2	P4K	S1 (300-400)	10
2	P4K	S1 (400-500)	5
3	P2ND	S1 (50-100)	89
3	P2ND	S1 (200-300)	42
3	P2ND	S1 (100-200)	21
3	P2ND	S1 (300-400)	11
3	P2ND	S1 (600-700)	11
3	P4K	S1 (1400-1600)	3 334
3	P4K	S1 (1200-1400)	3 296
3	P4K	S1 (1600-1800)	2 531
3	P4K	S1 (1800-2000)	2 081
3	P4K	S1 (1000-1200)	1 111
3	P4K	S1 (2000-2200)	686
3	P4K	S1 (900-1000)	552
3	P4K	S1 (800-900)	136
3	P4K	S1 (500-600)	21
3	P4K	S1 (300-400)	21
3	P4K	S1 (400-500)	11

Zdroj: Datové sklady SŽDC, s. o., upraveno autorem