

UNIVERZITA PARDUBICE

DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2024

Zdeněk Peřina

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Železniční přeprava velkoobjemových zásilek

2024

Zdeněk Peřina

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Zdeněk Peřina**
Osobní číslo: **D21098**
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**
Téma práce: **Železniční přeprava velkoobjemových zásilek**
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu
2. Návrh technologie přepravy
3. Provozně-technologické zhodnocení

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **3. února 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2024**

L.S.

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

doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 2. února 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem *Železniční přeprava velkoobjemových zásilek* 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10. 5. 2024

Zdeněk Peřina

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Matuškovi, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady, jeho trpělivost a vstřícný přístup v průběhu zpracovávání této práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se věnuje problematice přepravy velkoobjemových zásilek na území Slovenské republiky na trase 9. RFC koridoru. Analyzuje současný stav železniční infrastruktury a provozu na uvedeném koridoru. Navrhuje technologii přeprav ucelených vlaků mezi žst Čierná n. T. a Čadca a hodnotí technologicko-provozní ukazatele navržené přepravy vč. porovnání s dopravou silniční.

KLÍČOVÁ SLOVA

Železniční nákladní doprava, velkoobjemová zásilka, ucelený vlak, RFC koridor.

TITLE

Rail transport of bulk shipments

ANNOTATION

This bachelor thesis is devoted to the issue of the transportation of bulk shipments on the territory of the Slovak Republic on the route of the 9th RFC corridor. It analyzes the current state of railway infrastructure and traffic on the mentioned corridor. It proposes the technology for the transport of integrated trains between the railway station Čierná n. T. and Čadca and evaluates the technological and operational indicators of the proposed transport incl. comparison with road transport.

KEYWORDS

Rail freight transport, bulk shipment, integrated train, RFC corridor.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	11
SEZNAM TABULEK	12
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	13
ÚVOD	14
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	15
1.1 Informace o trase	15
1.1.1 Koridor RFC9	15
1.1.2 Sklonové podmínky	16
1.1.3 Kapacita koridoru	16
1.1.4 Vlakový zabezpečovací systém ETCS	17
1.2 Rozbor délky staničních kolejí	18
1.3 Analýza jízdních řádů	20
1.3.1 Nákladní doprava	20
1.3.2 Ucelené vlaky	21
1.3.3 Osobní doprava	21
1.3.4 Rychlostní profil trasy	21
1.3.5 Analýza jízdních dob	22
1.4 Shrnutí analýzy současného stavu	23
2 NÁVRH TECHNOLOGIE PŘEPRAVY	24
2.1 Modelová souprava	24
2.1 Stanovení omezujících parametrů	26
2.1.1 Doba jízdy	26
2.1.2 Pobyt v obratových stanicích – stanovení časů	27
2.1.3 Shrnutí hodnot	29
2.2 Parametry vlaku	29

2.3	Výpočtové ukazatele	30
2.3.1	Dopravní výkon	30
2.3.2	Hrubá hmotnost souprav	30
2.3.3	Hrubá provezená zátěž	30
2.3.4	Objem přepravy	31
2.3.5	Doba obratu	31
2.4	Návrh jízdního řádu	32
2.4.1	Počet nákladních vlaků za měsíc	33
2.4.2	Dopravní výkon – počet km pro jeden měsíc	34
2.4.3	Turnus strojvedoucích	34
2.4.4	Grafický oběh hnacích vozidel	36
2.4.5	Počet strojvedoucích v turnusu	37
3	Provozně – technologické zhodnocení	38
3.1	Poplatek za užití železniční dopravní cesty	38
3.1.1	Cena pro ložený vlak z Čierne nad Tisou – Čadca	39
3.1.2	Cena za užití železniční dopravní infrastruktury pro prázdný vlak Čadca – Čierna nad Tisou	40
3.1.3	Celková cena za užití žel. infastruktury	42
3.1.4	Čistý objem přepravy	42
3.1.5	Hrubá provezená zátěž	43
3.1.6	Souhrn dat z kapitoly 3 (provozní data)	44
3.2	Porovnání výkonnosti se silniční dopravou	44
3.2.1	Stanovení délky trasy	44
3.2.2	Množství přepravené jedním silničním nákladním vozem	45
3.2.3	Výkonnostní ukazatele železniční/ silniční doprava	46
3.2.4	Množství silničních souprav	47
	ZÁVĚR	48

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 RFC 9 koridor.....	17
Obrázek 2 Procentuální znázornění počtu předjízdných kolejí	19
Obrázek 3 Ukázka vozu na sypké materiály společnosti Ermewa	24
Obrázek 4 Hnací vozidlo řady 363 odstavené v železniční stanici Jihlava	26
Obrázek 5 Grafické znázornění 2 hnacích vozidel	36
Obrázek 6 Trasa pro nákladní automobil.....	45
Obrázek 7 Nákladní automobil na přepravu obilnin.....	46
Obrázek 8 Graf přepravovaného množství zboží	47

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Stoupání a klesání v konkrétních úsecích.....	16
Tabulka 2 Vybrané železniční stanice na trati Čadca – Čierna nad Tisou	18
Tabulka 3 Nákladní vlak NEX ze stanice Čierna nad Tisou	20
Tabulka 4 Směr jízdy Čierna nad Tisou - Čadca	22
Tabulka 5 Směr jízdy Čadca - Čierna nad Tisou	23
Tabulka 6 Technické údaje vozu TAGNPPS 103	25
Tabulka 7 Technické údaje Hnacího vozidla 363.....	25
Tabulka 8 Návrh jízdního řádu pro ložené vlaky ze stanice Čierna nad Tisou	32
Tabulka 9 Návrh jízdního řádu pro návrat vlaku ze stanice Čadca	33
Tabulka 10 Návrh směn strojvedoucích	35
Tabulka 11 Potřebný počet strojvedoucích v turnusu.....	37
Tabulka 12 Souhrn dat z 3. kapitoly	44
Tabulka 13 Údaje o čisté hmotnosti zboží.....	46
Tabulka 14 Potřebný čas pro přepravu	Chyba! Záložka není definována.

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ZSSKC	Železničná spoločnosť Cargo Slovakia, a.s.
OS	Osobní vlak
EN	EuroNight
R	rychlík
EX	Expres
SC	SuperCity
REX	RegionalExpress
EC	Eurocity
RJ	RegioJet
LE	LEOExpress
NEX	nákladní expres
RFC	Rail Freight Corridors
HKV	hnací kolejové vozidlo
HV	hnací vozidlo
ÚZB	úplná zkouška brzdy
JŘ	jízdní řád

ÚVOD

Práce je věnována přepravě velkoobjemových zásilek pomocí ucelených vlaků, což je vhodnější způsob přepravy těchto zásilek než doprava pomocí jednotlivých zásilek. Ucelené nákladní vlaky jsou sestaveny z vozů, které přepravují stejnou zásilku a jejich cesta je přímá od odesílatele k cíli, a to již bez jakýchkoliv řadících prací na vlaku, nebo manipulace se zbožím samotným během jeho transportu. Výsledkem toho je zkrácení doby jízdy a možné cenové úspory, například oproti přepravě jednotlivé zásilky zboží po železnici, které jsou řazeny v seřadovacích stanicích a zpravidla jsou dopravovány více vlaky.

Práce se zaměřuje na problém, který by musel řešit fiktivní dopravce, který by se rozhodl pro vozbu ucelených vlaků přes území Slovenské republiky na vybrané železniční trati mezi stanicemi Čierna nad Tisou až Čadca, kde by souprava byla předána navazujícímu dopravci pro přepravu dále přes ČR.

Cílem této práce je zjištění podmínek a možností pro přepravu velkoobjemových zásilek a její technologicko-provozní zhodnocení.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V první části této práce bude analyzován současný stav železničních stanic, které umožňují odstavení, předjíždění a pobyt dlouhých nákladních vlaků na koridoru RFC 9 za účelem modelové přepravy velkoobjemových zásilek mezi stanicemi Čadca až Čierna nad Tisou. Dále je nutná analýza traťových poměrů, rozhodných spádů na trati, také zjištění vytížení nákladní a osobní dopravou.

1.1 Informace o trase

Vybraná trať se v celé délce trasy nachází v kategorii traťové třídy D4. Traťové třídy označují maximální zatížení pro jednu nápravu vozu a také maximální zátěž na metr železničního vozu. Zmíněná traťová třída D4 umožňuje zatížení na nápravu 22,5 t a na délku vozidla je zatížení 8 tun/metr. Trať je součástí RFC koridu č. 9. RFC koridory jsou projektem Evropské unie a jejich cílem je vytvoření ideálního železničního prostředí, které má za cíl sjednocení administrativních položek a celkové zvýšení interoperability.

1.1.1 Koridor RFC9

Vybraná trasa se nachází na železničním koridoru pro nákladní dopravu č. 9 (Rýnsko-dunajský) jehož severní větev je tvořena jen třemi zeměmi, a to Německem, Českou republikou a Slovenskem. Do koridoru jsou zapojeny provozovatelé infrastruktury uvedených zemí: DB InfraGo, Správa Železnic, státní organizace (SŽ) a Železnice Slovenskej republiky (ŽSR). Jeho jižní větev vede až do Constatnty, jeho severní větev je napojena na Severomořské přístavy pomocí koridoru RFC 8 North Sea – Baltic Rail Freight Corridor.










Tento koridor je na slovenském území vymezen následovně: Česko-slovenská hranice – Žilina – Košice – Čierna nad Tisou (slovensko-ukrajinská hranice).

Nejzávažnějším kritickým místem koridoru RFC 9 na síti Správy Železnic se jeví traťový úsek Praha – Česká Třebová s téměř naplněnou kapacitou traťového úseku (úsek s téměř naplněnou kapacitou je zmíněný v investičním plánu RFC 9 Koridoru na základě nařízení EU č. 913/2010 – později aktualizovaného). Na síti ŽSR je to omezení profilu pro kombinovanou dopravu v úseku Žilina – Vrútky (omezení se nachází přímo v úseku tunely Strečno). (1)

1.1.2 Sklonové podmínky

Z analýzy tabulek traťových poměrů vyplývá, že nejnáročnější sklonové poměry se nachází na úsecích mezi stanicemi: Michaľany, Kuzmice, Slanec, a to od kilometrické polohy 51,800 až do km 72,750. Analýza tabulek traťových poměrů je pouze ze směru od Čierne nad Tisou, protože z této stanice budou vyjíždět ložené vlaky a rozhodný spád je důležitým faktorem pro využití postrkového hnacího vozidla. Rozhodný spád, v tomto případě stoupání, je 10 – 15 %. Konkrétní stoupání a klesání ve zmíněném úseku je uvedeno v tabulce 1:

Tabulka 1 Stoupání a klesání v konkrétních úsecích

Stanice	km poloha		rozhodný spád		Čierna nad Tisou >> Košice
Michaľany	51,800	52,000		10‰	
	57,541	58,250		15‰	
Kuzmice	59,250	61,134		10‰	
	61,134	61,339		15‰	
	61,339	61,619		10‰	
	61,619	64,225		15‰	
	64,225	64,700		10‰	
	64,700	69,251		15‰	
Slanec	70,273	72,750		15‰	
Ruskov					

Zdroj: autor základě podkladu ŽSR TTP (21)

1.1.3 Kapacita koridoru

Z analýzy katalogu nabídkových tras pro nákladní dopravu z let 2020, 2023 a 2024 vyplývá, že je v daném úseku nabízeno dostatečné množství nabídkových tras, průměrně 10 tras za 24 hodin mezi Čiernou nad Tisou až Čadcou, které umožňují přepravu velkoobjemových zásilek. Také ve starším dokumentu pro koridor RFC 9 je počítáno s dostatečnou kapacitou, jedná se o dokument Kniha 5 (na základě Nařízení č. 913/2010/EU ze dne 22. září 2010) kde je uvedeno, že navrhované tratě koridoru mají dostatek volné kapacity na území Slovenské republiky, jediná výjimka v úseku Praha – Česká Třebová, kde je nedostatek volné kapacity. Je tedy možné zvýšení dopravních výkonů na koridoru k pohraničním úsekům s Ukrajinou bez výrazných omezení. (22, 23)



Czech-Slovak Corridor (Rail Freight Corridor 9) is based on Regulation (EU) No 913/2010 and powered by

Obrázek 1 RFC 9 koridor

Zdroj: (3)

1.1.4 Vlakový zabezpečovací systém ETCS

Jedná se o evropský systém zabezpečení jízdy vlaků, který informuje o maximální povolené rychlosti palubní části a do určité míry je zobrazí na stanovišti strojvedoucího. Současně také dohlíží, že vlak v daném místě rychlost nepřekročí. ETCS dovolí vlaku, který jede pod plným dohledem ETCS, se pohybovat pouze v případě, že přijal platné oprávnění k jízdě. Může být vydáno od staničního nebo traťového zabezpečovacího zařízení. Tzn. traťovými elektronickými jednotkami, respektive radioblokovou centrálou. Palubní část porovnává rychlost vlaku s maximální povolenou rychlostí v daném místě. V případě jeho překročení se automaticky aktivuje brzdový systém. (2)

Trať Žilina – Čadca je v celém úseku mimo stanici Žilina – vybavená traťovou částí ETCS L2, která je doplněná komunikační částí radiové sítě GSM – R. Součástí systému ETCS L2 jsou nepřepínatelné balízy a radioblokové centrály od AŽD Praha.

Zbývající část koridoru RFC 9 je průběžně modernizována a připravována na dovybavení systémem ETCS.

1.2 Rozbor délky staničních kolejí

Ze zmíněné železniční trati mezi Čadcou a Čiernou nad Tisou byly k analýze vybrány pouze ty stanice, které se zdály být vhodné pro potřeby uvažované modelové přepravy. U vybraných stanic byly analyzovány délky předjízdných kolejí. V Tabulce 2 jsou uvedeny pouze délky předjízdných kolejí, které umožňují odstavení, předjíždění a delší pobyt ve stanicích. Průběžné koleje, manipulační koleje a koleje, které jsou využívány pro osobní dopravu, nejsou v tabulce uvažovány. V tabulce je dále uvedeno, které stanice disponují kolejemi delšími než 500 m. Tento údaj bude důležitý pro další návrhy v bakalářské práci.

Tabulka 2 Vybrané železniční stanice na trati Čadca – Čierna nad Tisou

NÁZEV STANICE	DÉLKA MÚ	DO 500 M	NAD 500 M	CELKEM
Čadca		0	8	8
Žilina	30,000	5	5	10
Varín	8,258	0	7	7
Vrútky	12,695	7	0	7
Turany	8,694	0	1	1
Lubochňa	14,852	0	1	1
Ružomberok	12,78	0	0	0
Lisková	4,841	0	4	4
Liptovský Mikuláš	17,922	0	3	3
Kráľova Lehota	16,147	0	1	1
Štrba	23,143	0	0	0
Svit	11,759	0	0	0
Poprad	7,141	1	1	2
Vydrník	13,447	0	0	0
Spišská Nová Ves	12,703	2	8	10
Markušovce	8,734	2	2	4
Margecany	30,987	0	6	6
Kysak	19,145	0	3	3
Košice	15,634	0	34	34
Krásná nad Hornádom	6,712	1	3	4
Nižná Myšľa	7,834	0	1	1
Ruskov	7,787	0	1	1
Slanec	6,783	0	1	1
Michaľany	18,534	3	3	6
Slovenské Nové Město	14,035	0	4	4
Streda nad Bodrogom	7,876	0	3	3
Pribeník	18,28	0	3	3
Čierna nad Tisou	6,903	0	34	34

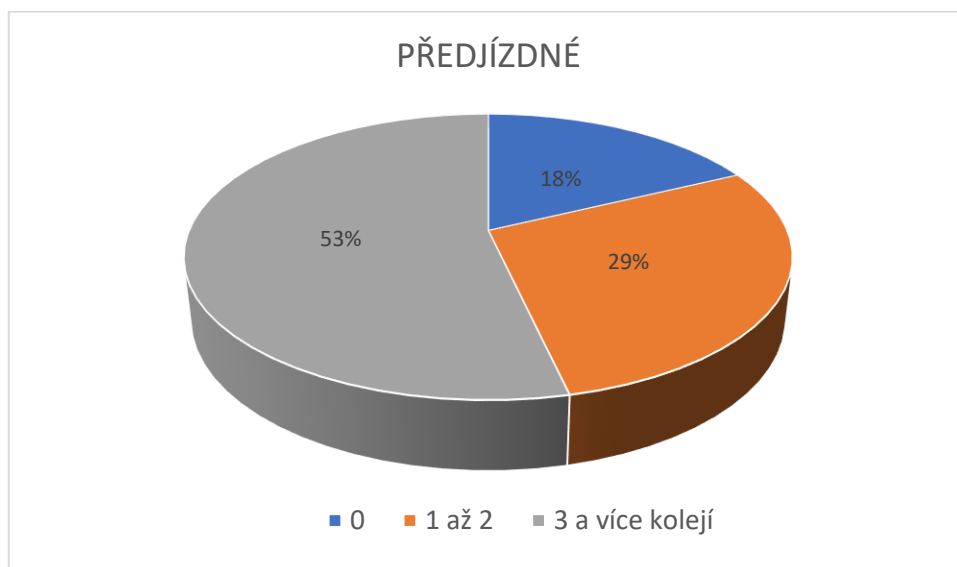
Zdroj: autor

Z uvedené tabulky vyplývá, že na analyzované trati se nachází 8 kritických mezistaničních úseků, které jsou delší více jak 15 km, protože zde bude nejdelší jízdní doba a nebude možné mezi těmito stanicemi daný vlak odstavit. Jedná se o následující úseky:

- Čadca – Žilina
- Lisková – Liptovský Mikuláš
- Liptovský Mikuláš – Kráľova Lehota
- Kráľova Lehota – Štrba
- Markušovce – Margecany
- Margecany – Kysak
- Kysak – Košice
- Slanec – Michal’any
- Streda nad Bodrogom – Pribeník.

Tyto údaje budou důležité v další části bakalářské práce. Dále bylo zjištěno, že 4 vybrané stanice (Ružomberok, Štrba, Svit, Vydrník) neodpovídají zvoleným požadavkům ani v jedné kategorii, některé jen částečně.

Pro lepší přehlednost dat je zde grafické znázornění pro koleje delší než 500 m.



Obrázek 2 Procentuální znázornění počtu předjízdných kolejí

Zdroj: autor na základě tabulky číslo 1

1.3 Analýza jízdních řádů

V předchozí kapitole bylo zjištěno, že katalogy RFC 9 pro nabídkové trasy z předchozích let i nyní nabízejí dostatečné množství nabídkových tras, ale pro sestavení jízdních řádů pro modelovou přepravu velkoobjemových zásilek. Je důležité zjistit vytížení vlaky osobní a nákladní dopravy. Dopolnední a odpolední špičky a jejich uvažování pro jízdni doby a tvorbu jízdniho řádu.

1.3.1 Nákladní doprava

Z plánu vlakotvorby pro nákladní dopravu z roku 2022 je zřejmé, že nejvíce je trať využívána vlaky NEX, dopravce ZSSKC (Železničná spoločnosť Cargo Slovakia, a.s.). Tyto vlaky jezdí pravidelně ve 3hodinovém taktu. Jejich cílové a výchozí stanice jsou v České republice, a to Třinec a Ostrava – Bartovice. Vlaky jsou naloženy železnou rudou zpět se vracení prázdné soupravy od železné rudy, dále jsou loženy uhlím nebo obilninami, které směřují na Český Těšín a do Děčína hl. n. Zde jsou zastoupeni i soukromí dopravci.

Jedná se o 8 pravidelných nákladních vlaků za 24 hodin. Rychlost ložených vlaků železnou rudou je 90 km/h, hmotnost 2800 tun, délka vlaku je 600 metrů a nutnost postrkového hnacího vozidla. Návrat prázdných nákladních vlaků z České republiky má tyto parametry, rychlost 100 km/h, hmotnost vlaku 1000 tun, délka 600 a objednaná trasa RFC 9.

Příklad nákladního vlaku ze stanice Čierna nad Tisou znázorňuje Tabulka 3:

Tabulka 3 Nákladní vlak NEX ze stanice Čierna nad Tisou

značení vlaku	NEX		
Stanice	Čierna nad Tisou	Dobrá	Kuzmice
Příjezd		0:17	1:08
Odjezd	0:10	0:20	1:21
Stanice	Ruskov	Spišská Nová Ves	Liptovská Teplá
Příjezd	1:41	3:26	6:17
Odjezd	1:44	4:25	6:43
Stanice	Varín	Čadca	
Příjezd	7:37	8:32	
Odjezd	7:40	9:10	

Zdroj: autor na základě Plánu vlakotvorby (24)

V Tabulce 3 je uveden jízdni řád nákladního expresu ze stanice Čierna nad Tisou do Čadce, který vyjíždí v 0:10 z Čierne, dále jsou v tabulce uvedeny jeho příjezdy a odjezdy ze stanic a z nich vyplývající pobyt v jednotlivých stanicích. Následný příjezd do Čadci je

v 8 hodin a 32 minut. Jízdní doba expresu je tedy 8 hodin a 22 minut na slovenském území, vlak dále pokračuje do Trínce, jeho cílové stanice.

1.3.2 Ucelené vlaky

Ucelené vlaky jsou vlaky nákladní dopravy, které jsou sestavované bez využívání zřizovacích kapacit vlakotvorných stanic. Tyto vlaky slouží k přepravě zátěže, nebo k přepravě prázdných vozů mezi místy hromadné nakládky a vykládky, tedy přímo od odesílatele k příjemci. Ucelené vlaky jsou využívány pro více objemné zásilky. Díky tomu je snížen počet manipulací se zásilkou a zkracuje se čas na celkovou dobu přepravy. Tento způsob přináší i úsporu peněz, především kvůli zmíněným výhodám. (12)

1.3.3 Osobní doprava

V současné době na dané trase provozuje linky osobní dopravy několik dopravců. Jedná se o Železničnou Společnost Slovensko, která zde nabízí linky OS (osobní vlak), některé linky v kombinaci s ČD – Košičan EN (EuroNight), R (rychlík), EX (Expres), SC (SuperCity), REX (RegionalExpress), EC (Eurocity). Dalším dopravcem je RegioJet s linkou RJ z Prahy do Košic. Poslední osobní dopravce je Leo Expres s linkou LE.

Mezi Košicemi a Čadcou jsou nejvíce vytiženy časy v ranních a odpoledních hodinách. Dopolední a odpolední špičky jsou na trase v obou směrech mezi 5. a 9. hodinou a 13. až 17. hodinou, kdy vlaky jezdí v hodinovém taktu. V dopoledním a odpoledním sedle je na trati útlum v intenzitě osobní dopravy. Většina spojů je zde komerčních, tedy na obchodní riziko společnosti.

Mezi Čiernou nad Tisou a Košicemi jsou provozovány jen R a OS, které převažují a až na výjimky zde mají 2hodinový takt.

1.3.4 Rychlostní profil trasy

Z platných Tabulek traťových poměrů, které jsou 101 (Čierna nad Tisou – Košice), 105 (Košice – Kral'ovany), 106 (Kral'ovany – Žilina), je stanovena nejvyšší traťová rychlost 100 km/h, v některých mezistaničních úsecích je to až 120 km/h. Jediný úsek umožňující rychlost 140 km/h je v úseku Žilina – Krásno nad Kysucou (směr na Čadcu) dlouhý necelých 13 km.

1.3.5 Analýza jízdních dob

Z katalogu předem připravených tras RFC 9 koridoru pro rok 2024 vyplývá, že se jízdní doby jednotlivých nabídkových tras liší, dále je v katalogu tras uvedena maximální délka vlaku, výměra brzdících procent a stanovená maximální rychlost vlaku.

Pro vymezení hodnot pro danou modelovou přepravu se vychází ze skutečných parametrů konkrétních vlaků typu NEX, viz následující tabulky 4 a 5.

Tabulka 4 Směr jízdy Čierna nad Tisou – Čadca

Tabulka pro směr Čierna nad Tisou – Čadca					
Značení vlaku	Rychlost [km/h]	Jízdní doba	Délka [m]	Hmotnost vlaku [t]	Postrkové HKV
NEX 49 700	90	8:22:00	600	2 800	Ano
NEX 49 702	90	7:57:00	600	2 800	Ano
NEX 49 704	90	8:17:00	600	2 800	Ano
NEX 49 706	90	7:54:00	600	2 800	Ano
NEX 49 708	90	8:07:00	600	2 800	Ano
NEX 49 710	90	8:05:00	600	2 800	Ano
NEX 49 712	90	8:17:00	600	2 800	Ano
NEX 49 714	90	7:47:00	600	2 800	Ano
NEX 49 720	90	6:14:00	600	2 500	Ano
NEX 49 764	100	5:59:00	600	2 600	Ano

Zdroj: autor na základě Plánu vlakovotvorby (24)

Vlak s označením NEX 49 764, který přepravuje obilniny, má jízdní řád bez pobytů v nácestných stanicích, maximální rychlost 100 km/h a díky tomu nejkratší jízdní dobu 5 hodin a 59 minut.

Z analyzovaných vlakových spojů bylo zjištěno, že se rychlost vlaků nepřesahuje 100 km/h. Délka vlaků není delší než 600 metrů a nejvyšší hmotnost je 2 800 tun. Ačkoliv jsou zmíněné hodnoty u většiny vlaků shodné, liší se jejich jízdní doba v závislosti na délce pobytu v jednotlivých stanicích, které jsou přizpůsobeny jízdním řádům osobních vlaků. Veškerá nákladní doprava uvedená v tabulce využívá postrkové HKV mezi stanicemi Čierna nad Tisou až Ruskov, protože se na trati nachází náročné sklonové podmínky, zejména v úseku Michal'any, Kuzmice, Slanec.

Tabulka 5 Směr jízdy Čadca – Čierna nad Tisou

Tabulka pro směr Čadca – Čierna nad Tisou					
Značení vlaku	Rychlost [km/h]	Jízdní doba	Délka [m]	Hmotnost vlaku [t]	Postrkové HKV
NEX 49 701	100	6:30:00	600	1 000	Ne
NEX 49 703	100	6:38:00	600	1 000	Ne
NEX 49 705	100	7:36:00	600	1 000	Ne
NEX 49 707	100	6:46:00	600	1 000	Ne
NEX 49 765	100	10:32:00	600	800	Ne
NEX 49 773	100	6:29:00	600	1 000	Ne

Zdroj: autor na základě Plánu vlakovotvorby (24)

Z tabulky 5 vyplývá, že i ze směru Čadca – Čierna nad Tisou vlaky mají stanovenou rychlost 100 km/h, mají délku 600 metrů a hmotnost vlaku do 1 000 tun. V tomto směru již vlaky nevyužívají postrkové HKV, jelikož jsou již bez nákladového zatížení. Dále je patrné, že ve většině případů mají kratší jízdní dobu. Pouze u vlaku NEX 49 765 je jízdní doba výrazně delší z neznámých důvodů.

1.4 Shrnutí analýzy současného stavu

Možnost pobytu v nácestných stanicích s dostatečnou délkou staničních kolejí (min. 500 m) je v 22 stanicích. Největší počet těchto kolejí mají stanice Košice s počtem 34, dále Varín s počtem 7 kolejí, Spišská Nová Ves 8 kolejí a v Žilině 5. Náročné sklonové poměry jsou mezi stanicemi ze směru od Čierne nad Tisou, a to mezi Michal'any, Kuzmicemi, Slancem až po stanici Ruskov, na úseku dlouhém přes 20 km, kde jsou rozhodné spády 10 – 15 ‰. Tyto sklonové podmínky nutí dopravce využívat postrkové vozidlo v případě vlaku s normou hmotnosti 2 800 tun. Nejvyšší traťová rychlost mezi úsekem Čierna nad Tisou až Žilina se pohybuje od 100 do 120 km/h. Jediný úsek umožňující rychlost 140 km/h je v úseku Žilina – Krásno nad Kysucou, směrem na Čadcu, dlouhý necelých 13 km. Nejdelší mezistaniční úsek je mezi žst Markušovce – Margecany, který je dlouhý 30,987 km.

2 NÁVRH TECHNOLOGIE PŘEPRAVY

Ve druhé kapitole se nachází výběr modelové soupravy, nejvhodnější moderní vozy na přepravu obilnin, které jsou zároveň vyráběny ve Slovenské republice. Výběr vhodného hnacího vozidla, kde není nutná vyšší rychlost než 100 km/h. Sestavení zjednodušeného návrhu jízdního řádu. Uvažování nástupu pro vlakový personál tedy strojvedoucí a jejich turnus. Základní vzor oběhu souprav. Přehled důležitých parametrů pro vlak včetně stanovení délky vlaku, hmotnosti pro vlak, doba jízdy vlaku, výpočet pobytu pro vlak v jeho cílových stanicích, které jsou využity pro sestavení jízdního řádu.

2.1 Modelová souprava

Jako nejvhodnější vůz pro přepravu obilnin byl vybrán vůz od výrobce Tatravagónka Poprad, která vyrábí vozy s označením Tagnpps 95, 101, 103 a další. Přičemž čísla jsou označení m³ objemu přepravy. Kvůli většímu objemu budeme dále uvažovat jen vozy s označením Tagnpps 103. Vůz je čtyřnápravový s otevírací střechou s otevíráním, které umožňuje otevření střechy vozu bez nutnosti výstupu na vůz. Technické údaje o voze jsou shrnuty v tabulce 6.



Obrázek 3 Ukázka vozu na sypké materiály společnosti Ermewa

Zdroj: (4)

Technické údaje vozu TAGNPPS 103:

Tabulka 6 Technické údaje vozu TAGNPPS 103

Rozchod	1435 mm
Hmotnost vozu	21,2 t
Hmotnost plně naloženého vozu	90,0 t
Ložná hmotnost	68,8 t
Maximální zatížení nápravy	22,5 t
Délka přes nárazníky	16 000 mm

Zdroj: (5)

Trať je elektrifikována, proto jeden z důvodů výběru HV je i ekologická stránka, která má v dnešní době svou nezastupitelnou roli, a proto bude HV závislé trakce. Další výhodou závislé, tedy elektrické trakce, je i její lepší výkonnostní křivka přenosu výkonu.

Jako hnací vozidlo je uvažováno elektrické hnací vozidlo 363 výrobce Škody Plzeň, díky jeho dostupnosti. Jedná se o elektrickou dvou systémovou lokomotivu. Hnací vozidlo má celkem 4 trakční motory, jednotlivý výkon motoru je 870 kW. Výkon motorů je různý, a to podle trolejového napájení střídavého nebo stejnosměrného. Maximální rychlost hnacího vozidla je 120 km/h, která je vzhledem k hmotnosti vlaku a nejvyšší traťové rychlosti dostačující. Alternativou by mohla být jeho modernizovaná verze s označením 362, která má rychlost až 140 km/h, ale častěji je využívána v osobní dopravě.

Technické údaje hnacího vozidla 363:

Tabulka 7 Technické údaje Hnacího vozidla 363

Hmotnost	87 t
Délka přes nárazníky	16 740 mm
Výkon trakčních motorů	3 060 – 3480 kw
Maximální rychlost	120 km/h

Zdroj: (7)



Obrázek 4 Hnací vozidlo řady 363 odstavené v železniční stanici Jihlava

Zdroj: autor

2.1 Stanovení omezujících parametrů

Jízdní dobu vlaku ovlivňuje mnoho faktorů. Ty jsou důležité pro tvorbu jízdního řádu, jízdních dob, stanovení zátěže, délky vlaku. Mezi hlavní faktory patří druh hnacího vozidla, kde záleží na hmotnosti (ovlivňuje mj. i poplatek za užití železniční dopravní cesty), výkonu (ovlivňuje normu zátěže, tj. maximální množství odvezeného zboží jedním vlakem), trakci. Dále na stavu infrastruktury, sklonových podmínkách, zabezpečovacím zařízením a dalším.

2.1.1 Doba jízdy

Z plánu vlakotvorby a PaP katalogu koridoru na trase Čierna nad Tisou až Čadca byla následně odvozena průměrná doba jízdy dle skutečných jízdních dob vybraných vlaků viz tabulka 5 a 6 v kapitole analýzy. Pro výpočet hodnot byly sečteny doby jízd vybraných nákladních vlaků pro každý směr zvlášť. Výsledné zprůměrované hodnoty doby jízd jsou 7 hodin a 41 minut. Tato hodnota je pro trasu Čierna nad Tisou – Čadca. Pro opačný směr, tedy Čadca – Čierna nad Tisou, je výsledná průměrná hodnota doby jízd 6 hodin a 54 minut. Trasa nenabízí téměř možnost čistého průjezdu bez pobytu ve stanicích, a to ani v nočních hodinách. Pro potřeby střídání a odpočinku strojvedoucích, které budou souviset s dobou pobytu ve stanicích, se hodnoty pro počítaný vlak budou lišit.

Dle zjištěné analýzy délky kolejí je zřejmé, že delší pobyty by mohly být ve stanicích, které mají více předjízdných kolejí dostatečné délky nebo jsou již využívány podle současných jízdových řádů. Jedná se o stanice uvedené v tabulce 1, např. by se mohlo jednat o Žilinu, Varín, Vrútky, Spišskou Novou Ves, Margecany, Košice a Ruskov. Jejich následné využití bude záležet na denní a noční době, a tomu odpovídající hustotě provozu, tedy v denních špičkách a také sedlech.

2.1.2 Pobyť v obratových stanicích – stanovení časů

Časy potřebných úkonů v obratových stanicích byly stanoveny na základě časových normativů, jako je tabulka operací pro obsluhu výchozích vlaků nákladní dopravy, diagram zátěže pro hnací vozidlo pro nulovou zátěž při objetí soupravy, tedy rychlost do 40 km/h – rychlost pro posun, některé časy jsou doplněné pomocí modelových situací, které odpovídají časům jednotlivých situací, jako je objetí soupravy.

Seznam potřebných úkonů, které zastupují i více činností a jejich tabulkový čas:

1. odvěšení HV od prázdné/plné soupravy (3 min)
2. přejetí na naloženou/prázdnou soupravu – v každé stanici odlišný čas, podle délky staničních kolejí
3. svěšení HV a soupravy vozů (3 min)
4. technická prohlídka (24 min)
5. úplná zkouška brzdy – její výsledný čas závisí na počtu vozů, respektive na počtu náprav (36 min)
6. přepravní prohlídka (21 min)
7. příprava vlakové dokumentace (21 min)
8. vystřídání strojvedoucího nebo odpočinek – dle turnusu (45 min)
9. odjezd vlaku (10 min).

Odvěšení hnacího vozidla zahrnuje činnosti, jako je zajištění soupravy proti ujetí, zajištění ručních brzd, položení zarážek. Teprve potom je možné odvěšení hnacího vozidla. Přejetí hnacího vozidla na druhou skupinu vozů znamená jízdu na zhlaví, přejití strojvedoucího a změna směru, jízda na opačné zhlaví, opět přejití a změna směru, následovat bude najetí na skupinu vozidel. Výsledný čas je uvažován za ideálních dopravních podmínek a možností. Po přivěšení hnacího vozidla bude o výsledném času rozhodovat naložení, případné nenaložení skupiny vozidel, kde nebude nutná přepravní prohlídka u ložených vozů, a proto bude výsledný čas ve stanici Čadca kratší, protože je zde prázdný vlak, vznikne časová rezerva, o kterou bude

možné zkrátit pobyt. Některé z následných úkonů mohou probíhat i současně, proto jejich výsledek není čistým součtem veškerých hodnot a záleží kdo tyto úkony provádí. Jedná se o odstranění ručních zarážek, povolení ručních zajišťovacích brzd, činnosti, které provádí posunovač, který přivěšuje hnací vozidlo. Strojvedoucí provádí úplnou zkoušku brzdy ve spojení s vozmistrem, zkouška je složená z plnění vzduchové soustavy, zkoušky těsnosti, následné zkoušky brzdy a její správné funkce. Technické prohlídky, kde její délka trvání závisí na počtu náprav. Příprava soupisu vlaku, kterou provádí tranzitér, potřebný čas na ní je včetně času pro potřebnou chůzi, která se počítá dle délky soupravy. Vyhotovení vlakové dokumentace (uvažováno pro loženou soupravu), obsahuje potřebný tisk a zhotovení vlakopisu. Po předání a převzetí přepravních listin, splnění podmínek k odjezdu, včetně zprávy o připravenosti k odjezdu samotnému. Střídání strojvedoucích je stanoveno na základě jejich turnusu a střídání směn. K době jízdy je nutné připočítat čas v obratových stanicích.

V Čierne nad Tisou musí být počítáno s těmito úkony:

1. odvěšení od prázdné soupravy (3 min)
2. přejetí na naloženou soupravu (5,5 min)
3. svěšení HV a soupravy vozů (3 min)
4. technická prohlídka (48 min)
5. úplná zkouška brzdy (ÚZB) – (36 min)
6. přepravní prohlídka (28,5 min)
7. příprava vlakové dokumentace (15 min)
8. vystřídání strojvedoucího nebo odpočinek – dle turnusu (45 min)
9. odjezd vlaku (10 min).

CELKEM 194 min (3 hodiny a 14 minut)

Ve stanici Čierna nad Tisou strojvedoucí odvěsí prázdnou soupravu a hnacím vozidlem najede na připravenou a naloženou soupravu. Tyto úkony jako svěšení, odvěšení budou trvat 6 minut. Přejetí kvůli počtu a délce staničních kolejí byla stanovena na 5 a půl minuty. Je nutné zde provést technickou prohlídku, která zabere 48 min. Též bude provedena ÚZB s předpokládaným časem trvání 36 minut. Zde je nutná i přepravní prohlídka nákladu, která má stanovený čas na 28,5 minuty. Následuje příprava vlakové dokumentace, kde je nutné vyplnit všechny přepravní listiny. Tento úkon zabere přibližně 15 minut. Strojvedoucí se zde vystřídá/odpočine (45 minut). Po všech úkonech je vlak připraven odjet zpět, přičemž je nutno

na odjezd vlaku připočítat 10 minut. Všechny úkony budou trvat 3 hodiny a 14 minut. Pro lepší tvorbu jízdního řádu a započítání časové rezervy je pobyt ve stanici stanoven na 3 a půl hodiny.

V Čadci jsou uvažovány tyto úkony:

1. odvěšení od prázdné soupravy (3 min)
2. přejetí na naloženou soupravu (4,5 min)
3. svěšení HV a soupravy vozů (3 min)
4. technická prohlídka (48 min)
5. úplná zkouška brzdy (36 min)
6. vystřídání strojvedoucího nebo odpočinek – dle turnusu (45 min)
7. odjezd vlaku (10 min).

CELKEM 149,5 min (2 hodiny a 29 minut)

V Čadci budou úkony stejné, jen zde HV odvěsí plnou soupravu s obilím a bude přivěšeno na prázdnou skupinu vozů. Zde již není nutná přepravní prohlídka, která se provádí u loženého vlaku, proto zde dochází ke zkrácení času obratu. Výsledkem by mohlo být po započítání potřebných úkonů a zde bude uvažovaná doba pobytu 2 a půl hodiny.

2.1.3 Shrnutí hodnot

Maximální parametry byly stanoveny, aby nepřekročily normu koridoru dle PaP katalogu a s přihlédnutím ke skutečnému složení vlaků.

- Maximální délka vlaku: 600 metrů
- Maximální hmotnost vlaku: 2800 tun
- Jízdní doba Čierna n. T. – Čadca : 8 hodin
- Jízdní doba Čadca – Čierna nad Tisou: 7 hodin
- Pobyt ve stanici Čierna nad Tisou: 3,5 hodiny
- Pobyt ve stanici Čadca: 2,5 hodiny
- Doba obratu soupravy: 21 hodin
- Hmotnost prázdného vlaku + HV: 723 tun
- Maximální rychlost: 100 km/h

2.2 Parametry vlaku

Stanovení délky vlaku, kde omezující délka je 600 metrů, ale také hmotnost, proto je v délce vlaku rezerva. Skupina nákladních vozů Tagnpps 103 s délkou 16 metrů. Svěšené

do vlaku po 30 vozech, jejichž výsledná délka činí 480 metrů bez hnacího vozidla. Výsledná délka svěšeného vlaku s hnacím vozidlem je 496,74 m, uvažováno bude s 500 m.

2.3 Výpočtové ukazatele

V následující podkapitole budou na základě stanovených parametrů a podmínek vypočítány ukazatele dopravního výkonu, přepravního výkonu, čas obratu a hrubá provezená zátěž, výpočet ceny za užití železniční dopravní cesty.

2.3.1 Dopravní výkon

Denní dopravní výkon jednoho hnacího vozidla D_{HV} (vlkm) závisí na počtu jízd, které HV najede za den (tam i zpět). V případě použití k souprav za den, bude celkový dopravní výkon roven výsledku vztahu (1). Pro jeden obrat HV odpovídá dopravní výkon 734 vlkm – viz vztah (2). Dále je zde vzdálenost l , která je mezi stanicemi 367 km. To znamená, že dopravní výkon vlaku na jednu cestu je 367 vlkm.

$$D_{HV} = n_{vl} \cdot k \cdot l \quad (\text{vlkm}) \quad (1)$$

$$D_{HV1} = 2 \cdot 1 \cdot 367 = 734 \text{ vlkm} \quad (1a)$$

2.3.2 Hrubá hmotnost souprav

Pro výpočet ceny za užití železniční infrastruktury i do dalších výpočtů je nutná hrubá provezená zátěž loženého i prázdného vlaku včetně HV.

$$M_{hr} = M_{HV} + (m_{vz} + m_n) \cdot V \quad (t) \quad (2)$$

$$M_{hr} = 87 + (68,8 + 21,2) \cdot 30 = 2787 \quad (t) \quad (2a)$$

$$M_{hr} = 87 + (21,2) \cdot 30 = 723 \quad (t) \quad (2b)$$

Představuje součet hmotnosti nákladního vozu (m_{vz}) i jeho nákladu (m_n), který je 21,2 t + 68,8 t. Celková hrubá provezená zátěž M_{hr} je stanovena pro $V = 30$ vozů. Hmotnost vlaku je součin hmotnosti a počtu vozů, včetně hnacího vozidla, tedy 2 787 tun (hrtkm) pro plně ložený vlak. Prázdný vlak bude včetně hnacího vozidla vážit 723 tun.

2.3.3 Hrubá provezená zátěž

Hrubá provezená zátěž se vztahuje k celé trase vlaku. Výsledný vztah, tedy hmotnost vlaku, se násobí délkou ujeté trasy. Její výsledek je počet v tunokilometrech, tedy tkm.

Pro ložený vlak ze stanice Čierna n. Tisou, který váží 2787 tun, je jeho hrubá provezená zátěž na vzdálenost 367 km: 1 056 226 tkm.

$$tkm = Mhr \cdot l \quad (tkm) \quad (3)$$

$$tkm = 2878 \cdot 367 = 1\,056\,226 \text{ tkm} \quad (3a)$$

Pro prázdný vlak, který se vrací ze stanice Čadca, při ujeté vzdálenosti 367 km

$$tkm = Mhr \cdot l \quad (tkm) \quad (4)$$

$$tkm = 723 \cdot 367 = 265\,341 \text{ tkm} \quad (4a)$$

Výsledný vztah pro jeden obrat vlaku je součtem jejich hrubé provezené zátěže v obou směrech

$$Ctkm = tkm + tkm \quad (5)$$

$$tkm = 1\,056\,226 + 265\,341 = 1\,321\,567 \text{ tkm} \quad (5a)$$

2.3.4 Objem přepravy

Objem přepravy jedním vlakem viz vztah (2) vyjadřuje čistou hmotnost komodity – např. obilí odvezeného z Čierne nad Tisou do Čadci.

$$P_v = (M_n \cdot V) \quad (t) \quad (6)$$

$$P_v = (68,8 \cdot 30) = 2064 \text{ t} \quad (6a)$$

Na přepravu je použito 30 nákladních vozů (V). Ložná hmotnost (M_n) jednoho vozu je 68,8 tun.

Objem obilí přepraveného jedním vlakem je 2064 t.

Převážní výkon jednoho vlaku ČT – Ča je určen dle vztahu: hmotnost zboží (2064 t) krát délka trasy (367 km), tedy 757 488 tkm.

2.3.5 Doba obratu

Doba obratu T_o – je počítána jako součet doby jízdy mezi Čiernou n. Tisou – Čadcou a zpět do výchozí stanice s připočítáním pobytu v obratových stanicích.

$$T_o = t_{j\check{C}T-\check{C}a} + t_{p\check{C}a} + t_{j\check{C}a-\check{C}T} + t_{p\check{C}T} \quad (h) \quad (7)$$

$$T_o = 8 + 2,5 + 7 + 3,5 = 21 \text{ h} \quad (7a)$$

Ve vzorci jsou použity technologické časy, které byly vysvětleny v kap. 2.1.2. Výsledný čas celkové doby obratu je tedy 21 hodin včetně času v pobytových stanicích.

2.4 Návrh jízdního řádu

Tvorba jízdního řádu vychází z jízdní doby nákladních vlaků, jejich maximální rychlosti a pobytů ve stanicích, které vychází z plánu vlakov tvorby ZSSK Cargo a nabídkových tras RFC koridoru – pro nákladní vlaky na dané trase s podobnou nebo větší hmotností vlaku a hnacích vozidel s porovnatelným výkonem. Jedná se o vlaky typu Nex, které budou dále pokračovat do sousedních států, resp. České republiky a dále do nákladních přístavů, kde by mohla probíhat překládka na námořní plavidla. Jízdní řád je tvořen ve zjednodušené formě, pro lepší přehlednost jsou v něm uvedeny stanice, kde by bylo možné předjíždění vlaky osobní dopravy, ale není s nimi přímo počítáno. V jízdním řádu se nachází časová rezerva pro uvažované pobyty v nácestných stanicích, která by mohla být rozložena podle potřeb a požadavků ostatních dopravců, nebo provozovatele železniční dopravní cesty. Jízdní řády jsou tvořeny pro 2 jízdy vlaků za den v každém směru.

Tabulka 8 Návrh jízdního řádu pro ložené vlaky ze stanice Čierna nad Tisou

	Nex		Nex	
Název stanice:	Příj:	Odj:	Příj:	Odj:
Čierna nad Tisou		0:00		12:00
Ruskov	1:24	1:40	13:24	13:40
Košice				
Margecany				
Spišská Nová Ves	3:40	3:50	15:40	15:50
Liptovský Mikuláš				
Vrútky				
Varín	6:30	6:45	18:30	18:45
Žilina				
Čadca	8:00		20:00	

Zdroj: autor na základě JŘ plánu vlakov tvorby (24)

Návrh JŘ pro ložené vlaky uvažuje žst Čierna nad Tisou jako výchozí stanici pro nákladní vlaky této linky. První vlak začíná svoji jízdu v nočních hodinách, kdy je trať méně vytižena vlaky osobní dopravy. Druhý vlak začíná svoji jízdu ve 12 hodin. Díky tomu překonává nejhorší sklonové poměry ještě před odpolední dopravní špičkou. Pro oba nákladní vlaky platí, že mezi výchozí stanicí a stanicí Ruskov, jsou nejnáročnější sklonové poměry dle dřívější analýzy, a proto je zde využito postrkové hnací vozidlo, které by mohlo být řešeno smluvními dopravci, a právě ve stanici Ruskov by probíhalo odvěšování zavěšeného postrku. Pobyt nákladních vlaků následuje ve stanici Spišská Nová Ves a stanici Varín pro možné předjetí vlaky osobní dopravy, které mají přednost, a jízdní řád se jim musí přizpůsobit.

Pobytové časy jsou počítány s větší časovou rezervou, aby pobyty mohly být například zkráceny a rozloženy do dalších stanic dle konkrétní potřeby.

Tabulka 9 Návrh jízdního řádu pro návrat vlaku ze stanice Čadca

Název stanice:	Nex		Nex	
	Příj:	Odj:	Příj:	Odj:
Čadca		10:30		22:30
Žilina				
Varín	11:40	12:00	23:40	0:00
Vrútky				
Liptovský Mikuláš				
Spišská Nová Ves	14:40	15:00	2:40	3:00
Margecany				
Košice				
Ruskov				
Čierna nad Tisou	17:30		5:30	

Zdroj: autor na základě JŘ plánu vlakotvorby (24)

Dle analyzovaných jízdních řádů a dalších podkladů, je jízdní doba pro prázdné vlaky ze stanice Čadca o hodinu kratší než v opačném směru, a to 7 hodin jízdy včetně času pro předjíždění vlaky osobní dopravy. Odjezd prvního vlaku po splnění všech potřebných úkonů v žst Čadca je stanoven v 10:30, tedy odjezd v dopoledním sedle. Odjezd druhého nákladního vlaku vychází v nočních hodinách ve 22:30 a jeho průjezd by měl být nerušen. I přesto byly časy v nácestných stanicích ponechány na možné předjetí dle prvního nákladního vlaku, který se nevyhne odpolední špičce, a to s pobyty ve stanicích Varín a Spišská Nová Ves.

Jízdní řád v takovéto podobě by vyžadoval použití dvou hnacích vozidel a jejich maximálního využití, které je žádoucí, ale každé hnacího vozidlo potřebuje servis, revize a případné opravy, které se řídí jak časovou lhůtou, tak počtem najetých kilometrů a musí s nimi být počítáno. Koeficient využití HV je takový, že umožňuje provádět uvedenou údržbu, případné opravy. Oběhy hnacích vozidel jsou znázorněny v další kapitole.

2.4.1 Počet nákladních vlaků za měsíc

Na základě jízdního řádu, který je sestaven v kapitole č. 2.3.5, je stanoven počet nákladních vlaků za měsíc. Údaj o počtu vlaku bude využit v kapitole 3 pro výpočet dalších ukazatelů. Nákladní vlaky jsou počítány vždy pro cestu z výchozí stanice do cílové a následný návrat do výchozí stanice. Počet těchto párů vlaků za den (p_d) je násoben $n = 28$ (jednotný počet dní v měsíci). Dvojnásobná hodnota vyjadřuje počet vlaků.

$$N_{vl} = 2 \cdot p_d \cdot n \text{ (vlak)} \quad (8)$$

$$N_{vl} = 2 \cdot (2 \cdot 28) = 112 \text{ vlaků} \quad (8a)$$

Minimální počet nákladních vlaků, které projedou mezi Čiernou – Čadcou je 56 párů, resp. 112 vlaků za měsíc.

2.4.2 Dopravní výkon – počet km pro jeden měsíc

Celkový počet ujetých kilometrů podle jízdního řádu, stanoveného počtu vlaků a délky trasy. Výsledný údaj je počítán pro lepší znázornění počtu ujetých kilometrů za měsíc, ke kterému budou i další výpočty ve 3. kapitole. Údaje by mohly být využity pro stanovení plánovaných prohlídek, oprav vozidel, nebo také technických kontrol, které se provádějí podle časové periody, ale i kilometrického oběhu, ale musely by být počítány pro jednotlivé vozy zvlášť.

$KM M$ – počet ujetých km za měsíc, Vl – ujeté km pro jeden pár vlaků 734 km, $Poč$ – počet párů vlaků za 28 dní.

$$KM M = Vl \cdot poč \text{ (počet n. vl.)} \quad (9)$$

$$KM M = (734 \cdot 56) = 41\,104 \text{ km/měsíc} \quad (9a)$$

Nákladní vlaky při frekvenci 2 vlaků za den ujedou celkovou měsíční vzdálenost 41 104 vkm.

2.4.3 Turnus strojvedoucích

Na základě jízdního řádu pro nákladní vlak, je možné stanovit turnus strojvedoucích. Délka jedné směny strojvedoucího nesmí přesáhnout 13 hodin, která může být prodloužena pouze o režijní jízdu. Týdenní norma je 36 hodin a měsíční vychází na 144 hodin. Během směny musí mít strojvedoucí přestávku, která je po 6 hodinách práce stanovena na dobu 30 minut, nebo po 6-8 hodinách přestávka dlouhá 45 minut. Tato přestávka je doba během, které nesmí vykonávat žádné pracovní činnosti a slouží pouze pro odpočinek a stravu. Potřebný čas byl připočítán do technologického času v obratových stanicích.

Tabulka 10 Návrh směn strojvedoucích

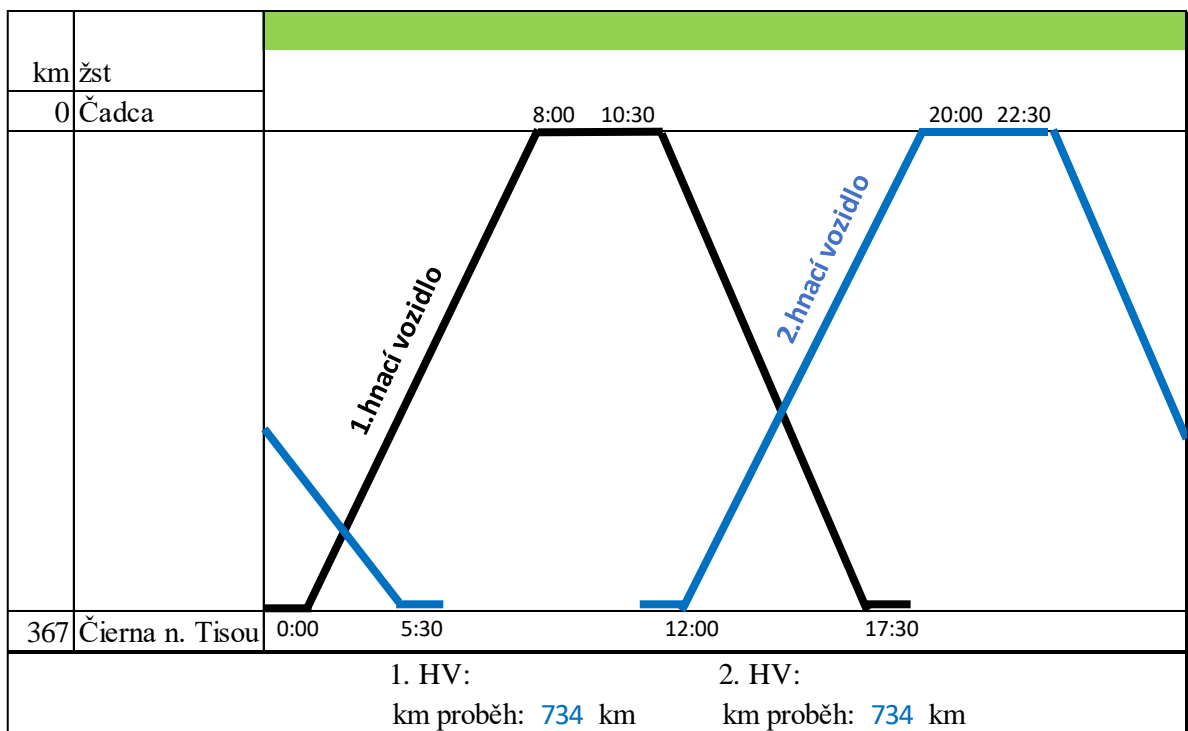
Nástupní místo: Čierna nad Tisou								
TD:	Nástup:	Konec:	Výkon:	Průběh směny:	Hodin	Minut	Celkem	Přestávka
1	22:30	10:30	12:00	spaní v Čadca	12,00	0,00	12,00	7:30
2	19:30	6:30	11:00		11,00	0,00	11,00	
3			0:00	konec v ČT	0,00	0,00	0,00	
4	10:30	20:30	10:00	spaní v Čadca	10,00	0,00	10,00	10:30
5	10:00	18:30	8:30	konec ČT	8,00	30,00	8,50	
6			0:00		0,00	0,00	0,00	
7			0:00		0,00	0,00	0,00	
8			0:00		0,00	0,00	0,00	

Zdroj: autor

V tabulce číslo 10, která zobrazuje zjednodušený návrh směn pro strojvedoucí, jsou popsány následující hodnoty. V prvním sloupci tabulky jsou uvedeny turnusové dny. To znamená, že by pro daný počet vlaků a délku směn vycházel devítidenní turnus. V dalším sloupci je čas nástupu na směnu, který probíhá ve stanici Čierna nad Tisou, která poskytuje vhodné zázemí pro vlakový personál. Čas nástupu je před odjezdem vlaku i pro nutné seznámení s aktualizovanými předpisy a dalšími důležitými dokumenty pro danou jízdu. Konec směny naopak využívá čas k předání vlaku střídajícímu strojvedoucímu, který právě nastupuje do směny, další využití času pro případné odstavení. Nástup a konec směn jsou vždy pro lepší atraktivitu pro práci strojvedoucích soustředěny do výchozí a cílové stanice, kde je dostatečné zázemí pro potřebný odpočinek, spaní, nástup. Následující sloupec znázorňuje průběh směn, konkrétně jejich nástup a konec směny. Dále jsou uvedeny časy denních výkonů a čas přestávky strojvedoucích mezi jednotlivými vlaky. Pro lepší vizuální přehlednost jsou jednotlivé výkony pro každého strojvedoucího barevně odlišeny. Průběh směn strojvedoucích bude vypadat takto: první strojvedoucí nastupuje na směnu ve 22:30 v ČT. Odjíždí s vlakem v 0:00 do Čadci, kde má přerušení směny na 7 a půl hodiny. Nástup na zpáteční vlak má v 19 hodin a 30 minut., který odjíždí ve 22:30, a svoji směnu ukončuje v ČT v 6:30 minut. Druhý strojvedoucí nastupuje na směnu v ČT, kde odjíždí ve 12:00 do Čadce, kde má odpočinek 10 hodin a 30 minut, a zpět vyjíždí s vlakem z Čadce v 10:30. Nástupy a ukončení směn obsahují časy zjištěné pro pobyt v obrátových stanicích z předchozí kapitoly.

2.4.4 Grafický oběh hnacích vozidel

Oběh hnacích vozidel dle stanoveného jízdního řádu při využití 2 hnacích vozidel, které budou vozit nákladní vlaky dle sestaveného jízdního řádu. Jedná se o lokomotivy stejné řady 363. Řady hnacích vozidel se doporučují sjednotit v jednotlivých turnusech pro největší hospodárné využití, které může pomoci se snížením nákladů. Oběh hnacích vozidel je níže znázorněn graficky na obrázku číslo 5. Hnací vozidla mají stejný denní kilometrický proběh a to 734 km. První i druhé HV je využito 17,5 hodiny pro vozbu nákladních vlaků Nex. Zbylý čas, a to 6 a půl hodiny, ve stanici Čierna nad Tisou může být využit k dílenské činnosti, například k údržbě a před odjezdem vlaku k chystání vlaku.



Obrázek 5 Grafické znázornění 2 hnacích vozidel

Zdroj: autor

2.4.5 Počet strojvedoucích v turnusu

Stanovení personální potřeby strojvedoucích pro linku mezi Čiernou nad Tisou až Čadcou.

Tabulka 11 Potřebný počet strojvedoucích v turnusu

Počet strojvedoucích		
Za 28 dní	1162	hodin
Týdenní norma:	36	hodin
Měsíční norma:	144	hodin
Turnusová potřeba:	8,069	strojvedoucích
Personální záloha:	15 %	
Personál celkem:	9,280	strojvedoucích

Zdroj: autor dle výpočtů

Tabulka 11 zobrazuje potřebný počet strojvedoucích pro navržený výkon (2 páry vlaků za den).

Počet odpracovaných hodin za měsíc (PH_m) je vypočten podle vztahu: počet dní v měsíci (m) násoben hodnotou (PH_1), která představuje součet délky směn (viz tabulka 10) během jednoho odpracovaného dne.

$$PH_m = PH_1 \cdot m = (h) \quad (10)$$

$$PH_{28} = 41,50 \cdot 28 = 1\,162 (h) \quad (10a)$$

Týdenní a měsíční norma je stanovený počet hodin, které je nutno odpracovat v daném období.

Turnusová potřeba – její výsledek je potřebný počet strojvedoucích pro zajištění dopravy, který vychází na 8 strojvedoucích, který se počítá takto:

$$turnus.pot. = \frac{\text{počet měs. hod.}}{\text{měsíční norma}} \quad (11)$$

Pro zajištění čerpání dovolené, nemoci a mimořádných případů je počítáno s 15% personální zálohou, která vychází na počet 9 strojvedoucích, který by na této lince byl vhodný i z důvodu malého desetinného zbytku.

3 Provozně – technologické zhodnocení

V následující kapitole je vypočítán poplatek za užití železniční dopravní cesty, který se skládá pro prázdný vlak, ložený vlak a pro jeden obrat. Celková suma za počet 56 párů vlaků v jednom měsíci. Spočítán čistý objem přepraveného zboží za jeden den a celý měsíc. Stanovení hrubé provezené zátěže za jeden den a za celý měsíc. Další část se věnuje provozně technologickému zhodnocení v porovnání silniční a železniční dopravy pomocí daných ukazatelů.

3.1 Poplatek za užití železniční dopravní cesty

Skládá se z minimálního přístupového balíčku služeb ŽSR, který obsahuje:

1. Zpracování žádosti o přidělení kapacity
2. Užití poskytnuté kapacity dopravní cesty a použití železniční infrastruktury
3. Řízení vlaků, možné poskytnutí informací o pohybu vlaků
4. Poplatek za dodávku elektrického proudu
5. Další informace o poskytnuté kapacitě dopravní cesty.

Cena za použití železniční infrastruktury závisí na délce vlaku, kategorii tratě, provezené zátěži, ale také použití HV závislé nebo nezávislé trakce, kterou je možné vypočítat pomocí následujících vzorců

$$U_{\text{ZI}} = U_{\text{pb}} + U_{\text{sz}} \quad (12)$$

$$U_{\text{pb}} = U_{\text{pk}} + U_{\text{rd}} + U_{\text{p}} + U_{\text{e}} \quad (13)$$

Vysvětlení zkratk použitých ve vzorci číslo (7) U_{zi} – užití železniční infrastruktury, U_{pb} – cena minimálního přístupového balíčku, U_{sz} – užití servisních zařízení.

Vzorec číslo (8) nazvaný jako U_{pb} – cena přístupového balíčku, která se skládá ze 4 položek, které jsou: U_{pk} – žádost a přidělení kapacity dopravní cesty, U_{rd} – řízení a organizování dopravy, U_{p} – pro zajištění provozuschopnosti tratě, U_{e} – poplatek za užití elektrického napájecího zařízení.

Poplatek za užití železniční dopravní cesty se bude lišit na základě hmotnosti nákladního vlaku, který pojedí vždy ložený z Čierne nad Tisou do Čadce a zpět již s prázdnými vozy.

3.1.1 Cena pro ložený vlak z Čierne nad Tisou – Čadca

V první části výpočtu je stanovení ceny pro ložený vlak.

Cena za žádost a přidělení kapacity

$$U_{pk} = U_{pk} \cdot L \quad (14)$$

$$U_{pk} = 0,0691 \cdot 367 = 25,36 \text{ €} \quad (14a)$$

U_{pk} – cena pro pravidelné vlaky, která je určena podle kategorie tratě, která se nachází v 1. tarifním stupni a je fixní, L je délka trasy, Výsledek ceny za přidělení kapacity je 25,36 €.

Cena za řízení a organizování dopravy

$$U_{rd} = U_{rdi} \cdot L \quad (15)$$

$$U_{rd} = 0,997 \cdot 367 = 365,90 \text{ €}. \quad (15a)$$

U_{rdi} – jedná se opět o fixní cenu eur/vlkm za řízení drážní dopravy, který se násobí délkou trasy. Výsledná cena je 365,90 €.

Cena za zajištění provozuschopnosti

$$U_p = \frac{Q}{1000} \cdot U_{pi} \cdot L \cdot ke \quad (16)$$

$$U_p = \frac{2787}{1000} \cdot 1,102 \cdot 367 \cdot 1 = 1\,127,16 \text{ €} \quad (16a)$$

Výpočet ceny za zajištění provozuschopnosti se skládá z Q – jedná se o hrubou hmotnost vlaku v tunách, U_{pi} – tabulková jednotková cena za kategorii tratě / 1000 hrtkm, L – délka trasy, ke – je zde 1, poplatek by byl uvažován v případě jízdy motorovým vozidlem pod elektrickou trakcí a to koeficientem 1,2 – pro účely řešení přepravy se neuvažuje. Výsledná cena je 1 127,16 €.

Cena za užití elektrické napájecí sítě

$$U_e = \frac{Q}{1000} \cdot U_{ns} \cdot Li \quad (17)$$

$$U_e = \frac{2787}{1000} \cdot 0,228 \cdot 367 = 233,21 \text{ €} \quad (17a)$$

Výpočtové ukazatele ve vzorci za užití napájecí sítě, kde Q je hmotnost vlaku, U_{ns} – cena za užití elektrické soustavy 0,228/1000 hrtkm * délka trasy. Výsledná cena je 233,21 €.

Výsledná cena U_{pb} tedy přístupového balíčku:

$$U_{pb} = U_{pk} + U_{řd} + U_p + U_e \quad (18)$$

$$U_{pb} = 25,36 + 365,90 + 1\,127,16 + 233,21 = 1\,751,62 \text{ €} \quad (18a)$$

Součtem všech 4 výše zmíněných položek je cena přístupového balíčku 1 751,62 €.

Cena za přístup k servisním zařízením U_{sz}

Pro nákladní dopravu do ní mohou být zařazeny položky za užití nákladních terminálů, seřadovacích stanic, nebo další položka za užití odstavných kolejí, ale využití a rozsah těchto položek závisí na rozhodnutí dopravce. V daném případě je možné uvažovat pouze poplatek za odstavení v cílové stanici.

Cena za užití odstavné koleje

$$U_{ok} = U_{ns} \cdot V \cdot t \quad (19)$$

$$U_{ok} = 0,195 \cdot 30 \cdot 1 = 5,85 \text{ €} \quad (19a)$$

Výpočet ceny za užití odstavných kolejí, fixní poplatek - U_{ns} , U_{ok} – složený z částky za odstavení počtu vozu, násobený počtem za každých započatých 24 hodin, V – počet odstavených vozů, a t - je doba jejich odstavení. Výsledná cena za odstavení 30 vozů je 5,85 €. Poplatek by byl počítán, kdyby nedošlo k převzetí soupravy smluvními dopravci.

Cena za užití železniční infrastruktury

$$U_{zi} = U_{pb} + U_{sz} \quad (20)$$

$$U_{zi} = 1\,751,62 + 5,85 = 1\,757,47 \text{ €} \quad (20a)$$

Výsledná cena pro 1 ložený vlak je součtem ceny přístupového balíčku a ceny za servisní zařízení je 1 757,47 €.

3.1.2 Cena za užití železniční dopravní infrastruktury pro prázdný vlak Čadca – Čierna nad Tisou

Cena za přidělení kapacity a řízení železniční dopravy zůstává nezměněna, protože se neliší počet ujetých kilometrů. Pro výpočet zůstává neměnný poplatek za užití odstavných kolejí. Rozdílná cena bude u výpočtů, kde vstupuje hmotnost vlaku, tedy za přístup k servisním zařízením a cena za užití elektrické napájecí soustavy

Cena za žádost a přidělení kapacity (U_{pk}) 25,36 €.

Cena za řízení a organizování dopravy ($U_{řd}$) 365,90 €.

Cena za zajištění provozuschopnosti

$$U_p = \frac{Q}{1000} \cdot U_{pi} \cdot L \cdot ke \quad (21)$$

$$U_p = \frac{728}{1000} \cdot 1,102 \cdot 367 \cdot 1 = 292,41 \text{ €} \quad (21a)$$

Výsledná cena je 292,41 €.

Cena za užití elektrické napájecí sítě

$$U_e = \frac{Q}{1000} \cdot U_{ns} \cdot Li \quad (22)$$

$$U_e = \frac{2787}{1000} \cdot 0,228 \cdot 367 = 60,50 \text{ €} \quad (22a)$$

Poplatek za užití napájecí soustavy je 60,50 €.

Výsledná cena přístupového balíčku (U_{pb})

$$U_{pb} = U_{pk} + U_{id} + U_p + U_e \quad (223)$$

$$U_{pb} = 25,36 + 365,90 + 292,41 + 60,50 = 744,16 \text{ €} \quad (23a)$$

Přístupový balíček vychází na 744,16 €.

Cena za užití odstavné koleje

$$U_{ok} = U_{ns} \cdot V \cdot t \quad (24)$$

$$U_{ok} = 0,195 \cdot 30 \cdot 1 = 5,85 \text{ €} \quad (24a)$$

Výsledná cena za odstavení 30 vozů je 5,85 €. Poplatek za odstavení vozů by nemusel být využíván v případě návaznosti dalších dopravců, kteří přistavují a odebírají skupinu vozů ve stanici Čadca.

Cena za užití železní infrastruktury

$$U_{zi} = U_{pb} + U_{sz} \quad (25)$$

$$U_{zi} = 744,16 + 5,85 = 750,01 \text{ €} \quad (25a)$$

Výsledná cena pro 1 prázdný vlak je 750,01 €.

Z výsledků je zřejmé, že cena pro prázdný vlak nedosahuje ani polovičních nákladů a hmotnost vlaku výrazně ovlivňuje cenu za užití železniční infrastruktury na síti ŽSR.

3.1.3 Celková cena za užití žel. infastruktury

Pro zjištění výsledné ceny je nutné stanovení ceny za jeden obrat vlaku, který je tvořen cestou tam i zpět, vynásobené počtem obrátů za určité období (k)

$$U_{zi} = (U_{zi1} + U_{zi2}) \cdot k \quad (26)$$

$$U_{zi} = (1757,62 + 750,01) \cdot 1 = 2\,507,48 \text{ €} \quad (26a)$$

Výsledkem všech předchozích výpočtů je cena pro jeden obrat vlaku, tedy jeden vlak, a to 2 507,48 €.

Výpočet ceny pro plánované 2 obraty vlaků každý den, které jsou uvažovány dle jízdního řádu. Výsledná cena je tedy za jeden den provozu nákladních vlaků za užití infrastruktury. O – počet obrátů za den

$$U_{zi} = U \cdot o \quad (27)$$

$$U_{zi} = 2\,507,48 \cdot 2 = 5\,014,96 \text{ €} \quad (27a)$$

Výpočet ceny za užití železniční infrastruktury za měsíc provozu, jako u směn strojvedoucích, je uvažováno 28 dní tedy počet období k

$$U_{zi} = U_{zi} \cdot k \quad (28)$$

$$U_{zi} = 4\,991,2 \cdot 28 = 140\,418,9 \text{ €} \quad (28a)$$

Včetně dalších nákladů, které jsou nutné na provoz nákladních vlaků, by byla minimální nutná částka za poplatek užití železniční dopravní cesty na území Slovenské republiky, kterou by dopravce musel uvažovat na měsíc ve výši 140 418,9 €. Výsledná cena je pro počet 56 párů vlaků za měsíc.

3.1.4 Čistý objem přepravy

Čistý objem přepravy (Netto) hmotnost zboží. Výpočet čistého objemu pro jeden vlak ze stanice Čierna n. T. vyšel na 2064 tun obilnin. V následujících bodech bude vypočítán čistý objem přepravy za jeden den, v následujícím bodu přeprava za měsíc.

Netto – pro stanovený počet dvou vlaků za den (P) o hmotnosti 2064 t (m)

$$P_{vD} = (m \cdot P) \text{ (t)} \quad (29)$$

$$P_{vD} = (2064 \cdot 2) = 4\,128 \text{ t} \quad (29a)$$

Přepravená hmotnost obilnin za jeden den je 4 128 tun.

Netto – pro měsíční přepravu zboží, vychází z přepravy za jediný den, která činí 4 128 tun a minimálním počtu dní v měsíci 28 (D)

$$P_{vD} = (m \cdot D) \quad (t) \quad (30)$$

$$P_{vD} = (4\,128 \cdot 28) = 115\,584 \quad t \quad (30a)$$

Měsíční objem přepravy pro nákladní linku, který byl stanoven pro 28 dní při počtu dvou vlaků za den je 115 584 tun přepraveného zboží.

3.1.5 Hrubá provezená zátěž

Hrubá provezená zátěž se také označuje jako Brutto. Je to celková hmotnost včetně obalu, přepravní jednotky, tedy železničního vozu a hnacího vozidla Vyjádření jednotek v hrtkm. Výpočty v následujících vzorcích jsou počítány pouze pro ložený vlak ze stanice Čierna nad Tisou do Čadci na vzdálenost 367 km, který jede ložený a prázdný se vrací zpět. Jeho hrubá provezená zátěž je 1 022 829 hrtkm při hmotnosti vlaku 2 787 t.

Výpočet pro 2 (p) vlaky denně

$$Dtkm = tkm \cdot d \quad (tkm) \quad (31)$$

$$Dtkm = 1\,022\,829 \cdot 2 = 2\,045\,658 \quad hrtkm \quad (31a)$$

Denní provezená hrubá zátěž pro 2 vlaky na součet vzdáleností 2 tras o délce 734 km je 2 045 658 hrubých tunokilometrů.

Výpočet hrubé provezené zátěže pro počet 2 ložených vlaků za den, při měsíčním počtu 28 dní (D). První vzorec vyjadřuje počet najetých kilometrů pro danou zátěž. lM - počet kilometrů za měsíc, lD - počet kilometrů za den. D - počet dní

$$lM = (lD \cdot D) \quad (km) \quad (32)$$

$$lM = (734 \cdot 28) = 20\,552 \quad km \quad (32a)$$

Počet kilometrů, které vlaky ujedou za 28 dní se stanovenou celkovou zátěží pouze v jednom směru je 20 552 km.

$$Mtkm = (tkm \cdot D) \quad (tkm) \quad (33)$$

$$Mtkm = (2\,045\,658 \cdot 28) = 57\,278\,424 \quad hrtkm \quad (33a)$$

Hrubá provezená zátěž za měsíc, pro který je počítáno 28 dní, je na vzdálenost 20 552 km, včetně váhy hnacích vozidel je 57 278 424 hrtkm. Bez započítání váhy hnacího vozidla by hrubá provezená zátěž za měsíc činila 55 490 400 hrtkm.

3.1.6 Souhrn dat z kapitoly 3 (provozní data)

V tabulce 12 jsou pro lepší přehlednost zobrazeny všechny vypočítané ukazatele, pro období jednoho měsíce (uvažováno 28 dní).

Tabulka 12 Souhrn dat z 3. kapitoly

Cena za užití železniční infrastruktury	
ložený vlak	1 757,47 €
prázdný vlak	750,01 €
jeden obrat (pár vlaků)	2 507,48 €
jeden den/ 2 vlaky	5 014,96 €
56 párů vlaku/měsíc	140 418,90 €
Čistý objem přepravy zboží	
2 vlaky/den	4 128 t
56 vlaků/28 dní	115 584 t
Hrubá provezená zátěž pouze ložené vlaky	
2 vlaky/den	2 045 658 hrtkm
56 vlaků/28 dní	57 278 424 hrtkm

Zdroj: autor dle výpočtů

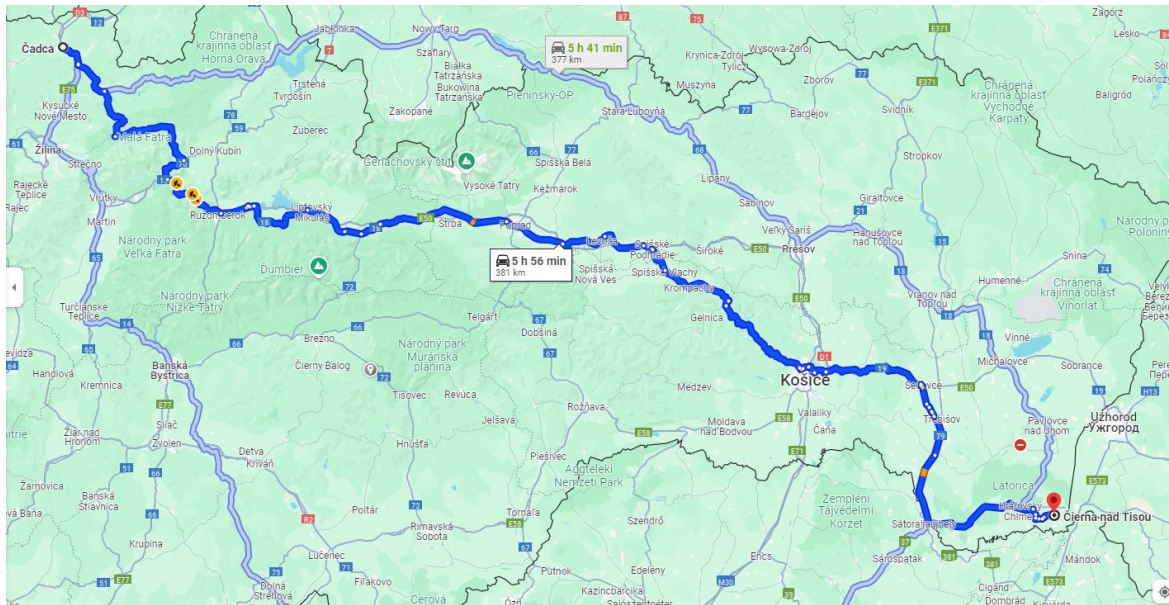
3.2 Porovnání výkonnosti se silniční dopravou

V následující kapitole bude porovnaná výkonost silniční dopravy v porovnání se železnicí. Je nutné určení délky trasy, která by umožnila dopravu po silnici. Stanovení objemu přepravy jedním nákladním vozidlem, které by bylo pro tuto přepravu vhodné. Díky těmto ukazatelům následné porovnání, kolik nákladních automobilů odveze stejné množství obilnin jako jeden vlak.

3.2.1 Stanovení délky trasy

Silniční doprava má tu výhodu, že není vázána na určenou trasu a nákladní automobily by nemusely jet z Čierne nad Tisou do Čadce, ale využít trasu například přes území Polska.

Tato trasa by byla nejkratší variantou s její délkou 377 km. Druhá alternativa této trasy by z části vedla přes maďarské území a její délka je 387 km. Pro účely této bakalářské práce, z důvodu lepší srovnatelnosti, bude uvažovaná stejná trasa, která vede z velké části po silnici E50, která kopíruje trasu železniční dopravní cesty. Vzdálenost po silnici, která je získaná z Google maps, je 381 km. Délka železniční cesty je 371 km, rozdíl oproti silniční dopravě činí tedy pouhých 10 km.



Obrázek 6 Trasa pro nákladní automobil

Zdroj: (14)

3.2.2 Množství přepravené jedním silničním nákladním vozem

Jako vhodná přepravní jednotka byl vybrán tahač s návěsem, jeho hmotnost nesmí překročit zákonem stanovené hodnoty o největší povolené hmotnosti vozidel. Nesmí překročit nápravové tlaky, hmotnost nákladu, ale ani celkovou hmotnost jízdní soupravy, tyto údaje vychází z počtu náprav a jejich dílčím rozvoru. Udávaná maximální nosnost se liší podle použitého návěsu, konkrétního dopravce, ale je v rozmezí 18 – 25 tun. Průměrná hodnota odvezených obilnin bude tedy uvažována na 22 tun pro jednu jízdní soupravu nákladního automobilu. (15,16)



Obrázek 7 Nákladní automobil na přepravu obilnin

Zdroj: (17)

3.2.3 Výkonnostní ukazatele železniční/ silniční doprava

První srovnání je množství přepraveného zboží jedním řidičem nebo v železniční dopravě jedním strojvedoucím. Uvažovaný nákladní vlak má čistou přepravní hmotnost 2064 tun na jednu jízdu vlaku. Nákladní automobil má tuto hmotnost 22 tun.

Tabulka 13 Údaje o čisté hmotnosti zboží

Přepravené množství zboží		
Nákladní vlak	2064	tun
Nákladní automobil	22	tun

Zdroj: autor



Obrázek 8 Graf přepravovaného množství zboží

Zdroj: autor

Grafické znázornění množství přepraveného zboží při jedné jízdě. Množství odvezené jedním automobilem je 1,07 % z celkového objemu zboží přepraveného jízdou vlaku.

3.2.4 Množství silničních souprav

Další oblastí srovnání železniční a silniční dopravy se týká počtu potřebných silničních souprav na přepravu stejného množství zboží jako jeden nákladní vlak, který má 30 vozů. Počet silničních vozů ($Poč.S$), hmotnost nákladu vlaku ($m_{vl.}$), hmotnost silniční soupravy

$$Poč. S = \frac{m_{vl.}}{m_s} \quad (34)$$

$$Poč. S = \frac{2064 \text{ t}}{22 \text{ t}} = 93,8 \text{ silničních souprav} \quad (34a)$$

Při potřebě odvezení zátěže o hmotnosti 2 064 t silniční dopravou by byla potřeba silničních souprav 93,8 tedy 94 a poslední automobil by nejel zcela vytížen.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjistit možnosti pro přepravu velkoobjemových zásilek, konkrétně obilnin, na trati mezi Čiernou nad Tisou a Čadcou.

Analýzou bylo zjištěno, že tato konkrétní trasa nabízí 22 nácestných stanic, které mají staniční koleje delší než 500 metrů a jsou vhodné pro pobyt dlouhých vlaků. Nejdélší vzdálenost mezi stanicemi s vhodnou délkou staničních kolejí je úsek mezi žst Markušovce – Margecany, který je dlouhý 30,987 km. Na vybrané trati byly dále zkoumány její sklonové poměry, přičemž bylo zjištěno, že při normě zátěže pro vlaky s hmotností 2800 tun je nutné využití postrkového hnacího vozidla, a to mezi Michal'anmi, Kuzmicemi, Slancem až po stanici Ruskov, na úseku dlouhém přes 20 km, kde jsou rozhodné spády 10 – 15 %.

Autor navrhl organizaci přeprav v rozsahu 2 párů ucelených vlaků o hmotnosti vlaku 2 787 tun, délce vlaku 500 metrů, využití 30 železničních vozů, s ložnou hmotností jednoho vozu 68,8 tun a s využitím HV řady 363. Za této situace lze přepravit jedním vlakem 2 064 tun obilí. Čistý objem přepravy zboží by činil za období 28 dní v měsíci pro 56 vlaků 115 584 tun obilnin. Celková hrubá provezená zátěž těchto ložených vlaků by činila včetně započítání váhy hnacího vozidla 57 278 424 hrtkm. Cena za užití železniční infrastruktury pro jeden pár vlaku činí 2 507,48 €, pro plánovaný počet 56 párů nákladních vlaků za 28 dnů (měsíc) 140 418 €. Při měsíční frekvenci 56 párů vlaků, by byl potřebný počet 9 strojvedoucích pro zajištění dopravy stanoveného počtu vlaků a potřebný počet 2 hnacích vozidel.

Při porovnání silniční a železniční dopravy za stanovených podmínek bylo zjištěno, že při jedné jízdě by se odvezlo množství 22 tun. To znamená, že by bylo potřeba 94 silničních souprav, oproti jedné železniční soupravě s počtem 30 vozů. Výsledkem je zřejmé, že silniční doprava má výhody ve větším množství výběru možných tras, ale při takovém objemu přepravy nemůže železniční dopravě na dlouhé vzdálenosti konkurovat v žádné ze zkoumaných oblastí, jako je množství přepraveného zboží, počtu nákladních vozidel, který by byl potřebný pro dopravu materiálu.

POUŽITÁ LITERATURA

1. *Informačný dokument koridoru - Kniha 5: Prováděcí plán*. Online. 2013.
2. GAŠPARÍK, Jozef a KOLÁŘ, Jiří. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058
3. *RFC koridor*. Online. Dostupné z: <https://rfc-rhine-danube.eu/>. [cit. 2024-05-05].
4. *Rozšíření vozového parku*. Online. In: www.interfracht.cz. 2017. Dostupné z: <https://interfracht.cz/aktuality/rozsireni-vozoveho-parku-2/>. [cit. 2024-05-05].
5. *Tatrávagonka Poprad*. Online. Dostupné z: <https://tatravagonka.sk/wagons/tagnpps-103-m%C2%B3/?lang=en>. [cit. 2024-05-05].
6. *Železniční magazín*. Online. Dostupné z: <https://www.zeleznicni-magazin.cz/aktuality/druha-vyrobní-linka-na-obilne-vozy-v-tatravagonce>. [cit. 2024-05-05].
7. *Lokomotivní řady 363*. Online. Dostupné z: <https://www.atlaslokomotiv.net/loko-363.html>. [cit. 2024-05-05].
8. obrázek 4 - vlastní zdroj
9. *ERTMS/ETCS*. Online. Dostupné z: https://www.atpjournalsk/rubriky/prehľadove-clanky/ertms-etcs-europsky-system-riadenia-jazdy-vlakov-3.html?page_id=23645. [cit. 2024-05-05].
10. *Změny v předpisech o pracovní době strojvedoucích*. Online. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Bezpecnostni-komise-zmeny-v-predpisech-o-pracovni>. [cit. 2024-05-05].
11. *Podniková kolektivní smlouva ČD Cargo, a. s.: Rezerva strojvedoucích*. 2023.
12. *Ucelené vlaky*. Online. Dostupné z: https://www.cdcargo.cz/cs_CZ/ucelene-vlakly. [cit. 2024-05-05].
13. *Brutto a netto*. Online. Dostupné z: <https://www.moneta.cz/slovník-pojmu/detail/brutto-netto>. [cit. 2024-05-05].
14. *Mapy Google*. Online. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/dir/%C4%8Cadca,+Slovensko/076+43+%C4%8Cierna+nad+Tisou,+Slovensko/@48.9692105,19.7486373,8.75z/data=!4m18!4m17!1m5!1m1!1s0x47144024caa83945:0x400f7d1c6970680!2m2!1d18.7897828!2d49.4385551!1m5!1m1!1s0x4738e716a0e5dfdb:0xdd84117185edeb6a!2m2!1d22.0891587!2d48.4162467!2m2!1b1!2b1!3e0!5i1?entry=ttu>. [cit. 2024-05-05].

15. *Zoznam dopravných bodov s koľajami poskytujúcich službu odstavných koľají*. Online. 2023. Dostupné z: https://www.zsr.sk/files/dopravcovia/zeleznicna-infrastruktura/podmienky-pouzivania-zel-infrastruktury/podmienky-pouzivania-zel-siete-2024/priloha7_3_5-zoznam_db_s_kolajami_poskytujucich_sluzbu_sok-2023.pdf. [cit. 2024-05-09]. *Vyhláška č. 209/2018 Sb., Vyhláška o hmotnostech, rozměrech a spojitelnosti vozidel*. Online. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-209#p5>. [cit. 2024-05-05].
16. *Kamionová přeprava*. Online. Dostupné z: <https://www.agtransport.cz/kamiony.php>. [cit. 2024-05-05].
17. *Mapa kategorie tratí*. Online. Dostupné z: <https://aplikacie.zsr.sk/InfoMapaInternet5/index.aspx>. [cit. 2024-05-05].
18. ŠIROKÝ, Jaromír; DRDLA, Pavel; MATUŠKA, Jaroslav a SEIDLOVÁ, Andrea. *Technologie dopravy*. Páté doplněné vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-309-8.
19. *RFC koridor víze*. Online. Dostupné z: <https://rfc-rhine-danube.eu/mission-vision/>. [cit. 2024-05-05].
20. *ŽSR TTP*. Online. Dostupné z: <https://www.zsr.sk/dopravcovia/infrastruktura/tabulky-tratovych-pomerov/>. [cit. 2024-05-08].
21. *PaP Catalogue: RFC RHD RFC9*. Xlsx. 2024.
22. *Nariadení č. 913/2010/EU ze dne 22. září 2010*. Online. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32010R0913>. [cit. 2024-05-08].
23. *ND Plán vlakotvorby ŽSR*. Pdf. 2022.