

Vysoká škola logistiky o.p.s.

**Potenciál kombinované přepravy pro
vyšší využití železniční nákladní dopravy**

(Diplomová práce)

Přerov 2023

Bc. Josef Vála



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Zadání diplomové práce

student **Bc. Josef Vála**
studijní program Logistika

Vedoucí Katedry magisterského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v navazujícím magisterském studijním programu určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Potencionál kombinované přepravy pro vyšší využití železniční nákladní dopravy**

Cíl práce:

Na základě analýzy a pomocí navržených metod předložit návrh řešení, který by umožnil navýšení objemu železniční nákladní přepravy v intermodálních přepravních jednotkách pro splnění požadavků EU.

Zásady pro vypracování:

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Diplomovou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teorie kombinované přepravy
2. Železniční a silniční doprava
3. Analýza evropské dopravní politiky
4. Návrhy řešení ke zvýšení atraktivity kombinované přepravy
5. Zhodnocení získaných výsledků

Závěr

Rozsah práce: 55 – 70 normostran textu

Seznam odborné literatury:

NOVÁK, Jaroslav a kol. Kombinovaná přeprava. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-948-7.

GAŠPARÍK, Jozef a Jiří KOLÁŘ. Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3.

GAŠPARÍK, Jozef a Vladislav ZITRICKÝ. Manažment kapacity železničnej infraštruktúry. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2010. ISBN 978-80-554-0241-3.

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.

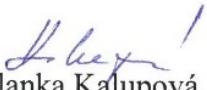
Datum zadání diplomové práce:

31. 10. 2022

Datum odevzdání diplomové práce:

6. 5. 2023

Přerov 31. 10. 2022


Ing. Blanka Kalupová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.
rektor

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb.; o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat předtím o této skutečnosti prorektora pro vzdělávání Vysoké školy logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že diplomová práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované diplomové práce v její tištěné i elektronické verzi. Souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze diplomové práce a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.



V Přerově, dne 6. 5. 2023

.....

podpis

Poděkování

Chtěl bych zde poděkovat především své rodině za podporu a také vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Václavu Cempírkovi, Ph.D., DBA, za profesionální přístup při vedení této práce.

Anotace

Realizace požadavků Evropské unie v rámci přesunu značného objemu silniční nákladní přepravy na železnici v souladu s přijatelnými ekonomickými dopady na dopravce. Pro splnění těchto požadavků je nutná optimalizace atrakčních obvodů s využitím stávající infrastruktury, používání moderních přepravních jednotek a sofistikovaných překládkových systémů na rozhraní jednotlivých módů dopravy. Nedílnou součástí řešení je propustnost železničních tranzitních koridorů s ohledem na nárůst objemu nákladní přepravy po železnici.

Klíčová slova

kombinovaná přeprava, atrakční obvod, přepravní jednotky, dekarbonizace, terminál kombinované přepravy, technologie obsluhy

Annotation

Implementation of the requirements of the European Union in the framework of the transfer of a significant volume of road freight transport to the railway in accordance with acceptable economic impacts on the carrier. In order to meet these requirements, it is necessary to optimize attraction circuits using the existing infrastructure, the use of modern transport units and sophisticated transshipment systems at the interface of individual modes of transport. An integral part of the solution is the permeability of railway transit corridors regarding the increase in the volume of freight transport by rail.

Key words

combined transport, attraction circuit, transport units, decarbonization, combined transport terminal, servis technology

Obsah

Úvod.....	10
1 Teorie kombinované přepravy	12
1.1 Rozdělení kombinované přepravy.....	12
1.2 Výhody kombinované přepravy	13
1.2.1 Ekonomické a environmentální výhody kombinované přepravy	13
1.2.2 Výhody kombinované přepravy pro konečného zákazníka	13
1.2.3 Důvody investic do kombinované přepravy	14
1.3 Druhy přepravních jednotek.....	15
1.3.1 Kontejnery	15
1.3.2 Výměnné nástavby.....	20
1.3.3 Návěsy	23
1.4 Překladiště kombinované přepravy	24
1.4.1 Poskytované služby překladišť kombinované přepravy	27
1.4.2 Technologie obsluhy překladišť kombinované přepravy	28
1.4.3 Překládací systémy	30
2 Železniční a silniční doprava	33
2.1 Železniční doprava	34
2.1.1 Železniční koridory.....	34
2.1.2 Provozovatelé dopravy na železnici	35
2.1.3 Technologie kombinované přepravy po železnici	39
2.1.4 Kapacita železniční infrastruktury	45
2.2 Silniční doprava	47
2.2.1 Dálniční síť ČR.....	47
2.2.2 Provozovatelé dopravy v silniční dopravě.....	48
3 Analýza evropské dopravní politiky	49

3.1	Dekarbonizace dopravy	50
3.2	Prostředky ke splnění cílů	52
3.2.1	Analýza zpoplatnění dopravních cest	53
3.2.2	Výstavba a modernizace multimodálních terminálů	57
3.2.3	Modernizace tranzitních železničních koridorů.....	57
3.3	Analýza současných potřeb na dopravním trhu	58
4	Návrhy řešení ke zvýšení atraktivity kombinované přepravy	60
4.1	Návrh cenové politiky zpoplatnění dopravních cest	60
4.1.1	Modelový příklad úpravy mýtného systému	60
4.1.2	Úprava poplatků za využití železniční dopravní cesty	63
4.1.3	Praktický příklad na porovnání nákladů na přepravu loženého kontejneru o velikosti 40 stop ve stávajícím a navrhovaném tarifu v silniční a železniční dopravě.....	64
4.2	Optimalizace vozového parku.....	66
4.2.1	Vozidlový park nákladní silniční dopravy.....	66
4.2.2	Vozový park nákladní železniční dopravy.....	67
4.3	Optimalizace atrakčních obvodů a jejich spojení.....	70
4.3.1	Prostředky ke zvýšení efektivity atrakčního obvodu.....	70
4.3.2	Efektivní propojení jednotlivých atrakčních obvodů.....	70
4.3.3	Sofistikované překládkové systémy.....	73
4.4	Navrhované modernizace přepravních jednotek	73
4.5	Systém automatického digitálního spřáhla.....	74
4.6	Řešení propustnosti železničních tratí.....	76
4.6.1	Výstavba vysokorychlostních tratí.....	76
4.6.2	Úprava železniční infrastruktury	76
4.6.3	Vyšší využití nočních sedel	78
4.6.4	Vyšší využití nákladních vlaků.....	78
4.6.5	Požadavek na konstrukční rychlost.....	78

4.6.6 Návrh GVD s vyšším využitím vlaků pro kombinovanou přepřavu	79
5 Zhodnocení získaných výsledků	81
Závěr	85
Seznam zdrojů	
Seznam grafických objektů	
Seznam zkratk	
Příloha A	

Úvod

Současná generace se potýká s mnoha problémy týkající se moderního způsobu života. Jedním z nich je rapidní zvýšení nároků na využití dopravní infrastruktury s ohledem na potřeby zákazníků při přepravě zboží. Každodenní kongesce v silniční dopravě nutí společnost přemýšlet o sofistikovanějším způsobu využití stávající železniční infrastruktury v návaznosti na optimalizaci jednotlivých úkonů v rámci kombinovaných přeprav. Česká republika je nedostatečně pokryta kvalitní silniční infrastrukturou. Chybí zde hustší síť dálnic a vzhledem k tomu dochází k dopravním problémům v obcích, které nemají dořešeny obchvaty. To souvisí s množstvím nejen materiálních škod, ale také ke smrtelným nehodám. K výběru tohoto tématu vedou okolnosti, které zavazují vlády jednotlivých zemí k řešení tohoto problému. Jednou z nich je požadavek EU (Evropské unie) v rámci programu „Green Deal“ pro přesun značného objemu silniční nákladní přepravy na železnici. To vyžaduje nezbytnou modernizaci jednotlivých atrakčních obvodů a jejich přizpůsobivost novým nárokům, řešit efektivní propustnost na rozhraní jednotlivých módů dopravy a používání moderních překládkových systémů. Tato „úzká místa“ značně ovlivňují celkovou přepravní dobu k zákazníkovi. Kombinovaná přeprava má velký přínos pouze při optimální návaznosti jednotlivých činností v rámci celého přepravního řetězce. Pro zajištění efektivy je potřebná dělba přepravní práce mezi jednotlivými módy dopravy (modalsplit). Dalším důležitým aspektem pro rozvoj kombinované přepravy je ochrana životního prostředí. Nižší emise a nižší uhlíková stopa by nás měly nutit k využití železniční dopravy na úkor silniční dopravy. V silniční dopravě je nutno řešit dekarbonizaci motorů, z důvodu zanechání nižší uhlíkové stopy. S tím ovšem souvisí problém vytíženosti železničních koridorů s ohledem na jejich propustnost.

Cílem diplomové práce je deskripce výhod kombinované přepravy a následně na základě analýzy a pomocí různých metod předložit návrhy řešení, které by umožnily navýšení objemu železniční nákladní přepravy v intermodálních přepravních jednotkách pro splnění požadavků Evropské unie. Optimalizovat atrakční obvody s využitím stávající infrastruktury, navržení sofistikovaných překládkových systémů a uvést efektivní prvky ke zvýšení propustnosti železničních koridorů.

Úvodní část se věnuje teoretické části popisu daného problému, současným výhodám kombinované přepravy a potřebě jejího dalšího rozvoje, zaměření se na činnost

atrakčních obvodů na rozhraní jednotlivých módů doprav. Další část práce se zabývá problematice železniční dopravy a potenciálu železničních dopravců v souvislosti s kombinovanou přepravou a problematika vytíženosti hlavních železničních a silničních tepen. Jsou zde uvedeny požadavky EU pro snížení zatížení životního prostředí vlivem emisí, způsobených silniční dopravou. V praktické části jsou řešeny optimalizační prvky pro zefektivnění kombinované přepravy pro vyšší využití železniční dopravy. Je zde navržena úprava poplatků za použití dopravní cesty, která by více zvýhodňovala železniční dopravu. Je zde také probrána optimalizace vozového parku a technologie obsluhy terminálů kombinované přepravy. Jsou zde uvedeny prostředky ke zvýšení efektivity atrakčních obvodů a prostředky ke zvýšení propustnosti železniční infrastruktury, které jsou nutné pro zvýšení objemu přepravovaného zboží. Přílohou řešení je návrh grafikonu na jedné z nejvytíženějších železničních tratích po zakomponování dalších párů logistických vlaků kombinované přepravy, která ukazuje možnost využití dalších tras.

V diplomové práci je použita metoda teorie grafů, výpočet následných mezidobí a cenová kalkulace jednotlivých módů dopravy.

1 Teorie kombinované přepravy

Kombinovaná přeprava je druhem přepravy, kdy nejvyšší podíl přepravní vzdálenosti probíhá na železniční nebo vodní cestě. Je zároveň přepravou multimodální (využití nejméně dvou druhů dopravy) a přepravou intermodální (přeprava v jedné přepravní jednotce po celou dobu přepravy, bez manipulace s jejím obsahem během přepravy – nejrozšířenější intermodální přepravní jednotkou je kontejner). Při těchto přepravách je nutno dbát na to, aby silniční podíl přepravy byl co nejmenší. Pokud využíváme pouze dva druhy dopravy, jedná se o přepravu bimodální. Kombinovaná přeprava je druhem přepravy, který využívá výhod jednotlivých druhů dopravy.

1.1 Rozdělení kombinované přepravy

Kombinovanou přepravu dělíme podle jednotlivých kritérií:

podle oblasti přepravy:

- kontinentální při propojení silnice – železnice a vnitrozemská vodní cesta,
- mezikontinentální, kde nejvyšší podíl zaujímá vodní cesta nebo letecká doprava,

podle použitého druhu dopravy:

- silnice – železnice,
- silnice – voda,
- silnice – železnice – voda (letecká přeprava) – železnice – silnice (především v mezikontinentální přepravě),

podle použité přepravní jednotky:

- kontejnery,
- výměnné nástavby,
- silniční soupravy,
- silniční návěsy,
- podvojně návěsy,

podle průběhu přepravy:

- jednostranná: silnice – železnice,
- oboustranná: silnice – železnice (voda) – silnice,

podle obsazení řidičem silničního vozidla:

- doprovázená,
- nedoprovázená.

1.2 Výhody kombinované přepravy

Výhody kombinované přepravy jsou zde vysvětleny z různých úhlů pohledu. Zahrnují nejen ekonomické, ale také výhody environmentální a výhody pro konečného zákazníka.

1.2.1 Ekonomické a environmentální výhody kombinované přepravy

- **Nižší náklady na infrastrukturu**
 - vyšší a efektivnější využití ekologické železniční dopravy, nižší investice na silniční infrastrukturu,
 - nižší podíl silniční nákladní dopravy,
 - kombinace výhod železniční (efektivnější na dlouhé vzdálenosti) a silniční (flexibilnější) dopravy,
 - sofistikovanější dělba práce mezi různými módy dopravy.
- **Nižší sociální a osobní náklady**
 - vyšší bezpečnost provozu,
 - snížení znečištění ovzduší,
 - nižší zátěž emisí CO₂,
 - vyšší ochrana chráněných oblastí,
 - snížení hlukových emisí,
 - nižší potřeba energií a surovin,
 - snížení personálních nákladů.

1.2.2 Výhody kombinované přepravy pro konečného zákazníka

- **Přímé**
 - nižší personální náklady vlivem menší zaměstnanosti (mzdy řidičům),
 - vyšší konkurenceschopnost,
 - využití výhodnějšího podílu variabilních a fixních nákladů u železniční dopravy na velké vzdálenosti (úspora paliva, nižší opotřebení silničních vozidel, opravy apod.)

- prodloužení životnosti silničních vozidel a nižší potřeba vozového parku,
 - přerozdělení investic do moderních přepravních jednotek (kontejnery, výměnné nástavby, návěsy),
 - nižší spotřeba paliva při přepravě po železnici,
 - efektivnější řízení dopravních toků využitím dispečerských aparátů,
 - nižší daňové zatížení vozidel a mzdových nákladů.
- **Nepřímé**
 - široká koncese,
 - plynulá přeprava přes hraniční body jednotlivých států,
 - flexibilita v organizaci provozu,
 - efektivnější kontrola pracovní doby posádek,
 - kratší přepravní doba z důvodu nepřetržité přepravy (odpadá doba na odpočinek řidičů),
 - plynulejší a rychlejší tranzit přes geograficky obtížný terén (využití železničních tunelů) při větším objemu přepravy,
 - možnost přepravy i o víkendech a svátcích (na rozdíl od omezujících podmínek pro kamionovou dopravu),
 - vyšší bezpečnost přepravovaného zboží v intermodálních přepravních jednotkách.

1.2.3 Důvody investic do kombinované přepravy

Kombinovaná přeprava využívá systémové výhody jednotlivých módů dopravy. Pro svoz a rozvoz využívá dopravu silniční a na dlouhé vzdálenosti přepravu vodní nebo železniční. Diverzifikací dopravních prostředků zajistí efektivní mix s důrazem na ekonomický a časový přínos pro koncového zákazníka. Silniční dopravu využít pouze na krátké vzdálenosti z/do terminálu při nižších pořizovacích a provozních nákladech a nižších flexibilních nákladech. V rámci růstu obchodních styků nejen v rámci Evropské unie budou stoupat požadavky na zvýšení kapacit jednotlivých přeprav, což skýtá velkou příležitost pro železniční dopravu (přeprava velkého objemu nákladu). Požadavek EU v rámci „Green Deal“ požaduje snižování emisí, kontejnerová přeprava snižuje 75 % CO₂ ve srovnání s dopravou silniční. Dalším důvodem je úspora energie, která především v současné době zažívá krizi a její cena roste. Kontejnerová přeprava vykazuje nižší spotřebu než přímá silniční doprava. Nespornou výhodou je také vyšší

bezpečnost a menší kongesce ve srovnání se silniční dopravou. Zboží v tomto druhu dopravy je lépe zabezpečeno a kombinovaná přeprava umožňuje větší bezpečnost při přepravě nebezpečného zboží.

1.3 Druhy přepravních jednotek

Základním požadavkem, kladeným na přepravní jednotku je jeho snadná manipulace při překládce na rozhraní jednotlivých druhů doprav. Dalším aspektem je zajištění ochrany zboží a případná další specifika dle druhu přepravované zásilky. Tyto jednotky musí být uzpůsobeny na bezpečnou přepravu ve zcela odlišných způsobech dopravy. Tyto jednotky mohou být buď ve vlastnictví jednotlivých dopravců, případně pronajímány od jiných subjektů. Výhodou některých přepravních jednotek je jejich stohování, které zajišťuje efektivnější rozložení požadovaného prostoru v jednotlivých atrakčních obvodech.

1.3.1 Kontejnery

U nás se první kontejnery objevily v polovině 60. let, a to pouze na tranzitních vlacích. V 60. a 70. letech se začaly vyrábět v tehdejší NDR a Maďarsku. Prvními zákazníky v tehdejší Československu byly Československé státní dráhy a využívaly se kontejnery typu ISO 1 C. Stěžejním dopravním prostředkem v naší zemi byla vždy železnice, na kterou navazovala silniční doprava. Naopak vodní doprava se nikdy ze zcela pochopitelných důvodů nezapojila.

Kontejnery jsou jedny z nejvíce používaných přepravních jednotek v kombinované přepravě. Jsou vhodné nejen pro přepravu, ale také pro skladovací účely.

Existuje několik velikostí, která se udává ve stopách. Standardní velikosti jsou 8, 10, 20 a 40 stop. Nejpoužívanější jsou kontejnery 20 a 40 stop. Na jejich výrobu je použita ocel patřičné tloušťky s odolností proti korozi a opatřena barvou proti vnějším přírodním vlivům. Jsou dostupné v mnoha barvách s možnou ventilací pro minimalizaci poškození přepravovaného zboží vlivem kondenzace. Jejich výhodou je snadné stohování a bezpečnost zásilky je zajištěna zamykací tyče. Lze v nich přepravovat také chemické a nebezpečné zboží, pro které jsou kontejnery volitelně vybaveny vytápěcími agregáty a dalšími prostředky zajišťující bezpečnou přepravu.

Hlavními charakteristickými rysy kontejnerů jsou:

- efektivita přepravy – dlouhá přepravní vzdálenost při nižší ceně při přepravě vlastním nebo pronajatým kontejnerem,
- flexibilita – nejen přeprava, ale také skladování, možnost stohování, přeprava možná v rámci celého světa využitím různých druhů dopravy,
- ochrana zboží – bez ohledu na počasí a okolní vlivy,
- snadná překládka a jednoduchá přeprava,
- cenová dostupnost,
- různé rozměry kontejnerů,
- pro rychlejší a efektivnější přepravu možnost využití logistických firem.

Příklad univerzálního kontejneru ISO 1C (20 stop) je na obrázku 1.1. Přehled vnějších rozměrů kontejnerů řady ISO 1 je uveden v tabulce 1.1.



Obr. 1.1 Univerzální kontejner 20 stop

Zdroj: [1]

Tab. 1.1 Vnější rozměry kontejnerů ISO řady 1

Základní vnější rozměry kontejneru ISO řady 1						
Kontejner ISO 1	Délka		Šířka		Výška	
	m	stop	m	stop	m	stop + palců
1 EEE	13,716	45	2,438	8	2,896	9 ft 6 in
1 EE					2,591	8 ft 6 in
1 AAA	12,192	40	2,438	8	2,896	9 ft 6 in
1 AA					2,591	8 ft 6 in
1 A					2,438	8 ft
1 AX					<2,438	<8 ft
1 BBB	9,125	30 (29,11)	2,438	8	2,896	9 ft 6 in
1 BB					2,591	8 ft 6 in
1 B					2,438	8 ft
1 BX					<2,438	<8 ft
1 CC	6,058	20 (19,11)	2,438	8	2,591	8 ft 6 in
1 C					2,438	8 ft
1 CX					<2,438	<8 ft
1 D	2,991	10 (9,9)	2,438	8	2,438	8 ft
1 DX					<2,438	<8 ft

Zdroj: [2]

Kontejnery lze dělit podle několika kritérií.

Dle využití různých druhů dopravy:

- pro pozemní dopravu (ISO, ACTS-Abroll-Container-Transport-System),
- pro námořní dopravu,
- pro leteckou dopravu.

Dle velikosti:

- malé kontejnery s pojezdem 1 - 3 m³ s pojezdem,
- střední 3 - 15 m³-překládka pomocí překládacího zařízení,
- velké > 15 m³.

Dle přepravovaného zboží:

- univerzální,
- speciální (otevřený, plošinový, výsypný, izotermický, chladič, cisternový a pool).

Univerzální kontejner je kontejner pro všeobecné použití a je nejrozšířenějším typem, který se používá nejen u nás, ale na celém světě. Je to plně uzavřený kontejner odolný proti povětrnostním vlivům, vodotěsný, který je tvořen ocelovým rámem z nízkolegovaných ocelí. Je opatřen rohovými prvky z ocelolitininy pro možnost stohování. Má pevnou střechu, pevné boční, čelní stěny a podlahu. Jedna čelní stěna je vybavena dvoukřídlými dveřmi (jednodveřový). Některé typy jsou vybaveny i dvoukřídlými dveřmi na obou bočních stranách (třídveřový univerzální kontejner). V horní části obou bočních stěn je chráněná perforace pro dostatečné větrání. Po obvodu interiéru jsou kroužky sloužící pro upevnění nákladu. Podlaha tohoto kontejneru je dřevěná. Tyto kontejnery jsou vhodné pro širokou škálu zboží na paletách, kusových, nebalených či balených výrobků. Mohou sloužit také pro skladování. Hlavními přepravními komoditami jsou obilí, cukr, koberce, oděvy, sklo a skleněné výrobky, prádlo, litina, ocel, železo, litina, neželezné kovy a jejich slitiny, kovové výrobky, stroje a přístroje, elektrická zařízení, různé mechanismy, automobily, motocykly, kola, jemná mechanika, chemické výrobky, umělé hmoty, barvy, laky, léčiva, kosmetické výrobky, prací a čisticí prostředky, tmely, hračky, vojenská technika, stavební materiál apod.

Otevřené kontejnery jsou kontejnery bez střechy, která může být nahrazena plachtou. Jsou vhodné pro nakládku zásilek velké hmotnosti pomocí jeřábu, nebo vyšších zásilek, které nebylo možno naložit do standardních kontejnerů. Velikost těchto kontejnerů je 20 a 40 stop (hmotnost 2 300/3 750 kg, užitečná hmotnost 25 000/27 600 kg a objem 33,2/67,7 m³). [3] Využívá se k přepravě či skladování práškových nebo sypkých substrátů.

Dalším typem otevřeného kontejneru je hard top kontejner, který má posuvnou střechu. Tyto kontejnery jsou možnou alternativou k „open top“ kontejnerům pro vertikální nakládku. Po nakládce se střecha vrátí do původní polohy.

Plošinové kontejnery se skládají z podstavy a dle potřeby i z čelní a zadní stěny. Tyto kontejnery jsou vhodné pro přepravu nadrozměrných zásilek, jako jsou kulatiny, tyče, stavební konstrukce a panely (vyšší hmotnost, popř. velké vnější rozměry). Povinností odesílatele je předat tyto rozměry a hmotnost dopravci. Při velikosti kontejneru 20/40 stop je hmotnost 2 740/5 700 kg, užitečná hmotnost 31 260/39 300 kg, vnitřní délka 6,06/12,19 m a vnitřní šířka 2,44 m. [3]

Výsypné kontejnery (bulk) jsou podobné konstrukce jako univerzální kontejnery. Na střešní stěně mají tři násypné otvory čtvercového, obdélníkového nebo kruhového průřezu s pryžovým těsněním. Na jedné straně jsou dvoukřídlé dveře a na druhé je výsypná klapka s tyčovým uzávěrem. Používají se pro přepravu sypkého a volně loženého materiálu (obilí, písek apod.).

Cisternové kontejnery jsou určeny pro přepravu potravin (nápoje, jedlé oleje, potravinové přísady apod.), chemikálií (oxidační činidla, hořlaviny, toxické látky, žiraviny). Při plnění je nutno dbát na max. objem 80 %. Při přepravě některých látek musí být zabudován přepadový odvod s ventilem. Při dezinfekci nádrží a likvidaci zbytků je nutno dbát na zvláštní předpisy.

Zvláštním druhem kontejnerů, jsou **kontejnery ACTS**. Výhodou těchto kontejnerů je absence speciálního zařízení pro nakládku a vykládku. Lze je překládat v horizontální poloze, kdy pomocí výsuvného rámu podvozku železničního vozu dojde k natočení do požadované polohy a nasunutí na silniční prostředek. Na manipulaci tak stačí jeden zaměstnanec, což zvyšuje produktivitu práce. U kombinované přepravy hromadných substrátů není nutná opětovná deponizace, případně mezisklady. Podmínkou však je volný manipulační prostor o vzdálenosti 10 m od osy koleje. Těmito kontejnery se přepravuje široká škála materiálu, převážně odpadní suroviny, koks, uhlí, kapaliny, sypký materiál, polotovary, tyčové zboží, zemědělské produkty, cement, vápno, ale také kusové zboží. Tyto kontejnery mohou být plošinové, kryté, izotermické, otevřené nádržkové a cisternové. Jsou využívány ve spojení silnice – železnice. Technickými prostředky tohoto systému jsou odvalovací kontejner, silniční vozidlo s manipulátorem a plošinový železniční vůz vybavený otočnými rámy.

Uhelné kontejnery (ugel) mají pevné stěny, jsou bez střechy a je také tvořen ocelovým rámem. Je vybaven jedněmi čelními dvoukřídlými dveřmi a z druhé strany výsypnou klapkou. Plnění probíhá horní částí z násypek a vyprazdňování pomocí sklopného kontejnerového návěsu.

Izotermické kontejnery jsou obdobné konstrukce jako kontejnery univerzální. Mají však dvojité stěny, které jsou vyplněny izolační vrstvou. Z tohoto důvodu je vnitřní rozměr zmenšený. Jsou určeny pro přepravu zboží s konstantní teplotou. Při přepravě zboží podléhající rychlé zkáze lze použít tuhý kysličník uhličitý.

Pro některé druhy zboží jsou kontejnery ISO řady 1 nevhodné, proto se ještě používají **vnitrozemské kontejnery (binnen)** určené pro kontinentální přepravy. Tyto kontejnery nelze vzhledem k jejich rozměrům přepravovat na lodích. Vzhledem k tomu, že jsou vybaveny rohovými prvky, lze s nimi manipulovat obdobně jako s klasickými kontejnery. Některé mají otvory pro ližiny při manipulaci vysokozdvíhových vozíků. Jedním z nich je tzv. poolový pro všeobecné použití. Je to uzavřený kontejner s ocelovým rámem z nízkolegovaných ocelí, vodotěsný s dvoukřídlými dveřmi na jedné čelní stěně. Dalším typem je kontejner SD PW. U těchto typů je možné naskládat až 14 europalet, což je o 3 více než do klasického 20stop velkého kontejneru ISO řady 1. Vnitrozemský kontejner pro přepravu sypkých materiálů pro přepravu biomasy, odpadů apod. Posledními jsou kontejnery pro přepravu chemických výrobků (Bulk Box) a pro přepravu papírenských výrobků (SECU).

1.3.2 Výměnné nástavby

Vývoj vzniku výměnných nástaveb byl ovlivněn rostoucím zájmem o rychlou přepravu zboží s důrazem na efektivitu překládky. Využívají se k přepravě pevného nebo tekutého zboží. Jejich ložný prostor je buď zčásti nebo zcela uzavřen. Jsou uzpůsobeny k multimodální dopravě bez nutnosti překládky jejího obsahu a vzhledem ke konstrukčnímu provedení umožňují manipulaci pomocí překládacích mechanismů. Jejich konstrukce je buď skříňová nebo nádržková a je vybavena čtyřmi výsuvnými nohami (silniční vozidlo nemusí čekat, až dojde k naložení či vyložení nákladu a je tedy zajištěno jeho vyšší využití). Rozměry jsou standardizované dle příslušných norem a mohou se rovněž využívat jako skladové prostory (dodávky „just in time“). Zboží je na těchto nástavbách přepravováno jako volně ložené nebo na paletách. Jejich hlavní výhodou ve srovnání s kontejnery je jejich větší ložná míra a menší hmotnost při shodných vnějších rozměrech. Ve většině případů však je nelze stohovat. Udává se, že asi 70 % všech silničních prostředků kombinované dopravy jsou výměnné nástavby. Jejich vnitřní rozměry umožňují nakládku a uložení palet o rozměrech 800x1200 mm a 1000x1200 mm ve dvou řadách. Pokud jsou opatřeny horními rohovými prvky, lze je stohovat. Kvůli požadavkům na nižší hmotnost jsou však většinou vyráběny z lehčích materiálů bez možnosti stohování. Další nevýhodou je, že s nimi nemůže být manipulováno běžným nakládacím zařízením pro kontejnery, ale zvláštním uchopovacím zařízením, tzv. kleštinami. S ohledem na délku výměnných nástaveb je možné na speciálním železničním voze pro přepravu kontejnerů ISO řady 1 s ložnou

délkou cca 18,4 až 18,8 m přepravit pouze dvě výměnné nástavby třídy C nebo jednu nástavbu třídy A.

Nástavba je ve srovnání s kontejnerem delší a má také větší ložný objem, což umožňuje lepší využití ložného prostoru při přepravě paletizovaného zboží. Konstrukčně je vyrobena z lehčích materiálů na bázi hliníku. Během přepravy je možno částečné vyložení nebo naložení nákladu. Na vnitřních stěnách jsou vybaveny fixačním zařízením.

Členění výměnných nástaveb:

- uzavřené (klasické nebo s horními prvky),
- otevřené (s plachtou nebo bez plachty),
- cisterny.

S výměnnými nástavbami vybavenými horními prvky je možno manipulovat překládacími mechanismy s horním teleskopickým spreaderem s možností nastavení rozpětí dle délky výměnných nástaveb. Uzavřené výměnné nástavby je možno stohovat dle podmínek platných pro kontejnery ISO řady 1.

Podle konstrukce dělíme výměnné nástavby takto:

- Cargo-boxy – uzavřené výměnné nástavby s dvoukřídlými nebo roletovými dveřmi s hliníkovými profily. Podlaha a strop jsou opatřeny otvory pro tyče, které je možno využít k vytvoření dalších pater pro optimální rozložení zboží,
- Combi-boxy – s otevíratelnou boční stěnou (obdoba plachtových návěsů).

Existují také výměnné nástavby s většími rozměry z důvodů různých potřeb zákazníků. Při přepravě po železnici však vyžadují použití speciálních železničních vozů s nižší výškou podlahy nad temenem kolejnice.

Příklad výměnné nástavby je na Obr. 1.2.

Parametry výměnných nástaveb jsou uvedeny v Tab. 1.2.



Obr. 1.2 Výměnná nástavba

Zdroj: [4]

Tab. 1.2 Parametry výměnných nástaveb a jejich vnější rozměry:

Výměnná nástavba	Délka (m)	Výška (m)	Šířka (m)	Max. brutto hmotnost (t)
C 715	7,15	2,67	2,5	16
C 745	7,45			
C 782	7,82			
A 1219	12,19 Kč			34
A 1250	12,5			
A 1360	13,6			

Zdroj: [2]

Výměnné nástavby třídy A jsou vyráběny ve třech modifikacích (viz tab. 1.2) a jsou vybaveny spodními přídatnými prvky dle normy ISO k upevnění na železničním a silničním dopravním prostředku. Jejich vzdálenost je 40 stop (totožné s kontejnerem ISO řady 1 A). Lze s nimi manipulovat pomocí kleštin. V dolních rozích mají otvory pro manipulaci pomocí lanových závěsů. Ve většině případů nemají sklopné podpěry, pokud mají, je jich celkem osm.

Výměnné nástavby třídy B se v technických normách nezaznamenávají vzhledem k jejich nízkému využití. Nejpoužívanější jsou nádržkové o délce cca 9,2 m. [2] V ČR není zaznamenáno jejich použití v kombinované přepravě.

Výměnné nástavby třídy C se používají ve většině případů a jsou vyráběny ve třech modifikacích (viz tab. 1.2) a stejně jako nástavby typu A jsou vybaveny dolními přídatnými prvky. Na rozdíl od nich však jejich vzdálenost je 20 stop a jsou vybaveny čtyřmi sklopnými podpěrami. Při přepravě jsou podpěry sklopené a nesmí přesahovat vnější šířku nástavby. Pro odpojení se vysunou podpěry, čímž se uvolní silniční nosič a souprava může od zajištěné nástavby odjet.

1.3.3 Návěsy

Počátky vzniku výroby návěsů sahají až do roku 1950, kdy se s jejich výrobou započalo v USA. V Evropě se s jejich využitím setkáváme od 90. let. Návěs ve spojení s tahačem se nazývá jízdní soupravou, kdy většinová hmotnost návěsu spočívá na silničním vozidle. Návěs na železničním podvozku se nazývá drážní vozidlo. Při překládce se využívá podsunutí drážního vozidla pod návěs (odpadá vertikální překládka). Rozlišují se dva druhy návěsů, a to **podvojný** neboli bimodální a **běžné silniční**. Odlišují se především svými konstrukčními parametry. U bimodálního návěsu je zvýšena tuhost rámu pro přenášení vyšší podélné síly při jízdě drážního vozidla. Součástí rámu jsou čepy a úchyty pro spojení s adaptérem železničního podvozku. Adaptérem se nejen uchycují návěsy na železniční podvozek, ale také k přenáší podélné a příčné síly při jízdě železničního vozidla. Podvojný návěs je vybaven pneumatickým odpružením náprav pro možnost podsunutí železničního podvozku. V rámu návěsu je zabudováno průběžné potrubí vlakové brzdy. Tyto doplňky zvyšují vlastní hmotnost podvojného návěsu až o 1 tunu oproti běžnému silničnímu. Pro přepravu těchto návěsů se využívají dvounápravové železniční podvozky středové (mezilehlé) s úchyty zadní části návěsu nebo krajní (koncové) s možností připojení k ostatním železničním vozům nebo k hnacímu vozidlu. Výhodou podvojných návěsů je vertikální překládka bez využití překládacích mechanismů, což neklade velké finanční nároky na překladiště. Při překládce dochází pouze k výměně podvozku (převázání) v ose koleje. Je zde dosahováno nejvyššího podílu užité hmotnosti (cca 64 %) ze všech ostatních systémů přepravních jednotek. [2] Nevýhodou je jejich nekompatibilita a ve většině případů možnost tvorby pouze ucelených vlaků. Podvojný návěs jsou nejvíce rozšířeny v USA, v Evropě se s nimi setkáváme minimálně. Nejznámější je systém Road Railer (viz Obr. 1.3), který je specifický zvednutím nepotřebného podvozku (silničního při jízdě po kolejích a železničního při jízdě po pozemní komunikaci). Nevýhodou je vysoká hmotnost. Dalším je systém Rail Runner, který místo uzavřeného silničního návěsu

využívá kontejnerový podvozek (šasi). Naproti tomu silniční intermodální návěsy překládáme pomocí vertikálních překládacích mechanismů vybavených kleštinami. Jsou proto vybaveny čtyřmi zvedacími patkami.



Obr. 1.3 Podvojný návěs Road Railer

Zdroj: [5]

1.4 Překladiště kombinované přepravy

Překladiště je místem v logistickém řetězci přepravy sloužící k překládce z jednoho módu dopravy na druhý. V podmínkách ČR se jedná hlavně o překládku mezi silnicí a železnicí. Jedná se o místo, kde dochází k vertikální překládce, při splnění logistických principů v zájmu optimálního zaplnění kapacit a využití překládacích mechanismů. Jedná se tzv. o „úzké místo“ během přepravy intermodální jednotky.

Realizuje se zde příjem a výdej zásilek včetně všech dokumentů a náležitostí. Jsou vybavena provozně technickým vybavením a administrativními objekty, sloužícími pro zabezpečení širokého spektra dopravně-převážních služeb včetně zasílatelství a skladovacích služeb.

Překládají se zde kontejnery ISO řady 1, výměnné nástavby a silniční intermodální návěsy. Skládá se z technologické části (překládací mechanismy a dopravní prostředky kombinované přepravy) a z části stavební (vlečka s kolejištěm a vnitřními komunikacemi, manipulační a úložné plochy, administrativní budova, vstupní brána,

servis a sklady). Může být oboustranné, kde je možný vjezd a odjezd z obou stran, nebo jednostranné. Přehled překladišť je uvedený v Tab. 1.3.

Tab. 1.3 Přehled překladišť s veřejným přístupem v ČR

Provozovatel/vlastník	Překladiště	Kombinace
ČD DUSS, Terminál, a.s.	Lovosice	S-Ž
České přístavy, a.s., Praha	přístav Ústí n. L.	S-Ž-V
Česko-saské přístavy, s.r.o., Děčín	přístav Děčín-Loubí přístav Lovosice	S-Ž-V
Rail Cargo Operator- CSKD	Praha-Žižkov Přerov	S-Ž
Terminal Brno	Brno-Horní Heršpice	S-Ž
Metrans, a.s., Praha	Česká Třebová Nýřany Praha-Uhřetěves Šenov Želechovice	S-Ž
Star Container s.ro., Mělník	přístav Mělník	S-Ž-V
TRANS-SPED- CONSULT, s.r.o.	Lovosice	S-Ž
AWT, a.s., Ostrava	Paskov	S-Ž

Zdroj: [2]

Přehled rozmístění překladišť s veřejným přístupem je uvedený na obrázku 1.4.



Obr. 1.4 Rozmístění překladišť s veřejným přístupem

Zdroj: [6]

Na těchto překladištích probíhá překládka kontejnerů ISO řady 1, vnitrozemských, výměnných nástaveb a silničních intermodálních návěsů. Největší objem překládky je na překladištích v České Třebové a Praze Uhřetěvesi. Překladiště v přístavech se dnes využívá pouze v kombinaci silnice – železnice a po labské vodní cestě se nerealizuje.

Kromě překladišť s veřejným přístupem jsou na území ČR provozovány také překladiště s neveřejným přístupem, které se využívají pouze pro potřeby jeho vlastníka a je určen pro omezený okruh zákazníků. Překladiště tohoto druhu s největším objemem přepravy je v Mladé Boleslavi, jehož provozovatelem je Škoda auto a. s., odkud jsou v kontejnerech přepravovány rozložené osobní automobily.

V Tab. 1.4 jsou vybraná kontejnerová překladiště s významným podílem na železniční dopravu.

Tab. 1.4 Parametry nejdůležitějších překladišť ČR

Název	Vnitřní plocha (m ²)	Úložná plocha		Objem překládky za rok	
		v dosahu portálových jeřábů m ² /TEU	mimo dosah portálových jeřábů m ² /TEU	teoretický TEU	skutečný TEU
Metrans Česká Třebová	130 000	X/5 500	X/2 000	850 000	neuvedeno
Metrans, a.s.					
Metrans Plzeň	35 000	13 000/1 400	18 000/1 500	200 000	130 000
Metrans, a.s.					
Terminal Ostrava-Paskov	32 000	X/X	14 000/X	100 000	95 000
PKP Cargo International a.s.					
Metrans Praha	450 000	67 500/4 400	120 000/15 000	1 200 000	1 013 200
Metrans, a.s.					
Metrans Ostrava	40 000	X/400	20 000/5 000	180 000	90 000
Metrans, a.s.					
Metrans Ústí n.L.	18 000	X/400	15 000/4 000	100 000	80 000
T-Port, spol. s r.o. (provozuje					
Metrans Zlín	60 000	X/X	35 000/11 500	290 000	250 000
Metrans, a.s.					

Zdroj: [7]

Většina těchto terminálů kombinované přepravy je přímo vlastněna nebo provozována společností Metrans, a.s., která je zároveň provozovatelem dráhy. Pro lepší představu

jsou zde zaznamenány nejen plošné výměry a kapacity úložných ploch, ale také objem překládky a jeho využitelnost.

1.4.1 Poskytované služby překladišť kombinované přepravy

Kromě stěžejní překládky kontejnerů mezi silničním a železničním dopravním prostředkem nabízí překladiště celou škálu doplňujících služeb nutných pro uspokojení svých zákazníků. Jedná se o tyto činnosti:

- překládka přepravních jednotek mezi jednotlivými druhy dopravy, případně jejich umístování na úložné plochy v překladišti,
- podání zásilky k přepravě dopravci dle požadavku zákazníka jak ve vnitrostátní, tak v mezinárodní přepravě,
- místenkování vlakových spojů kombinované přepravy,
- deponování přepravních jednotek dle požadavků zákazníků,
- dobíjení agregátů izotermických přepravních jednotek,
- pronájem přepravních jednotek,
- úpravy přepravních jednotek,
- komplexní celní odbavení,
- zajištění veterinární a fyto kontroly nutné pro celní řízení,
- překládku zboží mezi jednotlivými přepravními jednotkami nebo z přepravní jednotky na silniční nebo železniční vozidlo a opačně,
- paletizaci zboží,
- uskladnění zásilek s důrazem na zachování kvality skladovaného zboží (kryté sklady, temperování),
- opravy a revize přepravních jednotek,
- kompletace zboží,
- informace o pohybu zásilky,
- nový podej,
- pojištění ve vnitrostátní a mezinárodní přepravě,
- prodej kontejnerů ISO řady 1,
- revizní činnost překládacích mechanismů,
- temperování uvnitř přepravní jednotky,
- dodání závěry včetně zavěšení (plombování, dodání kontejnerového zámku),
- poskytnutí kontejneru pro překládku zboží při celní kontrole,

- vyřízení administrativních úkonů při vystavování potřebných dokladů při překládce z mezinárodní železniční přepravy na silniční,
- komplexní zasílatelský servis,
- poradenství a další logistické služby.

1.4.2 Technologie obsluhy překladišť kombinované přepravy

Omezující podmínky překladišť:

- požadavky na objem přepravy a služeb,
- velikost ploch včetně skladovacích prostor,
- počet, délka a uspořádání kolejiště,
- napojení na stávající dopravní infrastrukturu,
- počet, druh a technické parametry překládacích mechanismů.

Základní požadavky určuje „Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované dopravy a souvisejících objektech“ (AGTC). Při stanovení technologie musí být stanoveny tyto požadavky:

- minimální mezní časový rozdíl mezi převzetím zásilky a odjezdem železničního vozu (vlak), příp. mezi příjezdem železničního vozu (vlak) a připraveností k vykládce (tolerance do 30 min.),
- minimální prostoj silničních vozidel zajišťujících svoz a rozvoz (max. 20 min.),
- snaha o efektivní využití překládkových kapacit,
- moderní překládací systémy s odpovídající nosností a dalšími technickými parametry,
- omezení tzv. „úzkých míst“ eliminací provozních špiček,
- návaznost na další služby,
- zajištění rychlého servisu při poruchách,
- zachování vysokého standartu nabízených služeb.

Pro splnění základního požadavku na minimalizaci pobytu zásilky v překladišti je nezbytné:

- napojení na kapacitně výkonnou železniční trať splňující technické parametry,
- zajištění plynulé předávky vlaků mezi železnicí a překladištěm (dostatečná kapacita kolejiště na obou stranách a uspořádání vlečky),
- včasné přistavení vozů,

- nutnost zálohy prázdných speciálních vozů ve stanici nebo na vlečce,
- minimalizace posunu v překladišti.

Pro zpracování technologie překladiště je nutno provést analýzu zaměřenou na tyto aspekty:

- využitelnost kapacity kolejiště a překládacích systémů,
- počet vlaků a jejich časová poloha,
- technologie překládky se zaměřením na počet operací,
- prostoje silničních vozidel a překládacích mechanismů,
- doba pobytu železničních vozů nezařazených do ucelených vlaků,
- doba pobytu deponovaných přepravních jednotek (prázdných i ložených) a jejich počet,
- počet poškozených přepravních jednotek a jejich dobu pobytu, které byly poškozeny na překladišti.

Metody provozní technologie mohou mít **stacionární** (obslužný) nebo **proudový** (výměnný) charakter.

Při **stacionárním** charakteru je k dispozici celá vlaková souprava celý den a postupně probíhá překládka přepravních jednotek ze železničních vozů na silniční vozidla. Vykládka a nakládka probíhá dle jízdy silničních vozidel. Tím se prodlužuje pobyt železničních vozů v překladišti a tím vznikají vyšší náklady. Silniční doprava je zde nadřazena nad železniční. Jeden překládací mechanismus může obsluhovat několik vlakových souprav (např. po nočním příjezdu více vlaků). Výhodou je, že zde není potřeba rozsáhlá odstavná plocha. Při **proudové** metodě se z uceleného vlaku vykládají přepravní jednotky na odstavnou plochu jedním překládacím mechanismem a zároveň druhým překládacím mechanismem se na vyložené železniční vozy nakládají nové přepravní jednotky z odstavné plochy. Výkonnost překládacích mechanismů je zde vysoká, vzhledem k tomu, že jejich činnosti jsou odděleny a probíhají synchronně. Výhodou je krátký pobyt železničních vozů v překladišti, ale na druhou stranu je nutná další překládková manipulace při nakládce na silniční vozidlo, což negativně ovlivňuje nárůst překládacích operací a vyšší opotřebení, včetně potřeby rozsáhlé odstavné plochy. Jako nejvýhodnější se jeví kombinace obou předešlých metod a to **smíšená**, při které je z železničních vozů překládka jednak na odstavné plochy a jednak na přistavená silniční vozidla a opačně. Proudová a smíšená metoda je velice efektivní pouze při precizní práci dispečerského aparátu s důrazem na logistické principy jednotlivých dílčích činností.

Silniční vozidla jsou v překladišti odbavena dvěma základními způsoby:

- jednookruhový, kdy silniční vozidlo přijíždí přímo do překladiště, kde pomocí překládacího mechanismu dojde k překládce přímo do železničního vozu a následně překládce z železničního vozu na silniční,
- dvouokruhový, kde řidič nezajíždí přímo do překladiště, ale odstaví návěs nebo přívěs a připojí jiný. Předávací parkoviště je obsluhováno jiným překládacím mechanismem.

1.4.3 Překládací systémy

Překládací systémy v kombinované přepravě jsou různého provedení. V námořních přístavech se odlišují od systémů ve vnitrozemských překladištích a dále se dělí dle jednotlivých systémů kombinované přepravy. Důležitým aspektem při překládce je objem překládky za jednotku času.

Překládka může být:

- vertikální,
- horizontální.

K **vertikální** překládce se využívají jeřáby, mobilní překládací systémy, překladače a nakladače. Tímto způsobem se mohou překládat kontejnery ISO řady 1 a výměnné nástavby. Pro uchopení přepravní jednotky se používají:

- spreadery, zabezpečující automatické a bezpečné spojení s přepravní jednotkou,
- kleštiny (otočná a výkyvná chapadla, která překládají výměnné nástavby a návěsy za spodní podélník rámu a jsou většinou součástí spreaderu),
- vidlice (ližiny) pro překládku kontejnerů o velikosti 10 a 20 stop, vybavené ve spodní části dvěma nebo čtyřmi zasouvacími otvory,
- lanové závěsy a ramínka kolejových jeřábů a autojeřábů.

K **horizontální** překládce se využívají odvalovací kontejnery a výměnné nástavby při překládce se silničním vozidlem (např. Modalohr, Mobiler). Systém Modalohr je určený pro přepravu silničních návěsů nebo návěsových souprav. Překládka probíhá pomocí otočné plochy železničního vozu a pevných šikmých ramp. Mezi moderní překládkové systémy se řadí také systém CargoBeamer, určený pro překládku silničních návěsů pomocí posuvné ložné plochy železničního vozu, která se i s návěsem pomocí válečkového dopravníku přesune na překládkovou rampu. Odtud si tahače tyto návěsy

odvážejí. Tento způsob vyžaduje koordinaci při odjezdu a příjezdu návěsových souprav. Systémy Modalohr a CargoBeamer (viz Obr. 1.5 a Obr. 1.6) zajišťují rychlou překládku, ale jejich hlavní nevýhodou je jejich ekonomická vstupní náročnost. Dále známe systém Ro-La, kdy silniční soupravy jednotlivě najíždějí a sjíždějí na železniční vozy. V tomto případě je překládacím zařízením rampa v úrovni podlahy železničního vozu.

Překládací systémy se dělí na:

- portálové jeřáby (kolejové nebo na pneumatikách),
- čelní nebo boční mobilní překladače,
- silniční mobilní překladače se spreaderem (příp. lanovým závěsem) nebo automobilové jeřáby s ramínkem.

Nejvíce využívané jsou v překladištích ČR portálové jeřáby umožňující překládku a stohování kontejnerů ISO řady 1. Jsou doplněny vrchními spreadery, které umožňují manipulaci kontejnerů o velikosti 10 až 45 stop a mohou je stohovat až do 5 vrstev. Pohybují se buď na pneumatikách nebo na kolejích.



Obr. 1.5 Systém Modalohr

Zdroj: [8]



Obr. 1.6 Systém CargoBeamer

Zdroj: [9]

2 Železniční a silniční doprava

Hustá železniční síť na území ČR skýtá obrovský potenciál pro využívání kombinované přepravy.

Celková délka tratí je 9 358 km, z toho 7 324 jednokolejných, 1 968 dvojkolejných a 65 vícekelejných. Elektrizovaných tratí je 3 215 km a neelektrizovaných 6 142 km. [10]

Počátky železniční dopravy sahají až do poloviny 19. století. Dominantním vlastníkem tratí byl nejčastěji stát. Dnes převážnou většinu tratí vlastní stát zastoupený Správou železnic, státní organizací, který je garantem nejen provozuschopnosti a řízení provozu, ale také modernizace a rozvoje drah na území ČR.

V návaznosti na kombinovanou přepravu byla dne 1. 1. 1991 v Ženevě sjednána Evropská dohoda AGTC. Cílem je modernizace vybrané železniční infrastruktury dle parametrů dohod, zvláště pak zajištění požadované kapacity dráhy v souladu s optimalizací železniční infrastruktury a plná interoperabilita vlakových zabezpečovacích systémů.

Jedinečnou příležitostí pro železnici je tzv. „Zelená energie pro mobilitu“ nabízející nízkou spotřebu energie vlivem nízkého valivého a aerodynamického odporu ve srovnání se silniční dopravou.

Silniční infrastruktura v ČR má v porovnání se západní Evropou nedostatečné pokrytí dálniční sítě, což způsobuje kongesce na silnicích nižších a středních tříd. Tyto okolnosti mají negativní vliv na životní prostředí a bezpečnost silničního provozu v obcích a městech.

V mnoha případech chybí obchvaty v zastavěných aglomeracích, čímž se vyjma bezpečnosti snižuje také plynulost a rychlost přepravy.

V následující Tab. 2.1 je zpracováno porovnání spotřeby energie na počet tunokilometrů jednotlivých druhů doprav.

Tab. 2.1 Porovnání spotřeby energie na počet tunokilometrů jednotlivých druhů doprav

Výkony, korigovaná spotřeba energie a počet tkm na 1 TJ spotřebované energie v ČR			
Druh dopravy	Objem přepravy (10⁶ tkm)	Spotřeba energie (TJ)	Počet tkm/TJ
silniční	46 010	58 116	791 693
železniční motorová	1 690	2 272	743 908
vodní	410	128	3 203 125
železniční elektrická	13 040	2 761	4 723 200

Zdroj: [11]

2.1 Železniční doprava

Železniční doprava v rámci ČR plní stěžejní úlohu v kombinované přepravě z důvodu absence námořní dopravy. Zajišťuje přepravu intermodálních jednotek mezi terminály kombinovaných přeprav ve vnitrostátní i mezinárodní přepravě. Vlastní přepravu zajišťují dopravci vlastními nebo pronajatými nákladními vozy, vhodnými pro přepravu těchto přepravních jednotek. Vlastní doprava se uskutečňuje po dopravní cestě a zabezpečuje ji provozovatel dráhy.

2.1.1 Železniční koridory

Stěžejními dopravními tepnami jsou čtyři tranzitní železniční koridory:

- I. koridor (východo – středomořský) na trase Berlín – Děčín – Praha – Česká Třebová – Brno – Břeclav – (Wien/Bratislava – Budapest),
- II. koridor (baltsko – jadranský) – (Gdaňsk – Warszawa – Katowice) – Ostrava – Přerov – Břeclav s spojením Přerov – Česká Třebová,
- III. koridor (rýnsko – dunajský) (Le Havre – Paris – Frankfurt a. M.) – Cheb – Plzeň – Praha – Ostrava – (Žilina – Košice – Lvov),
- IV. Koridor (Stockholm – Dresden) – Děčín – Praha – Tábor – Veselí nad Lužnicí – České Budějovice – Horní Dvořiště – (Linz – Salzburg – Ljubljana – Rijeka – Zagreb) (viz schéma 2.1).

Schema koridorů RFC

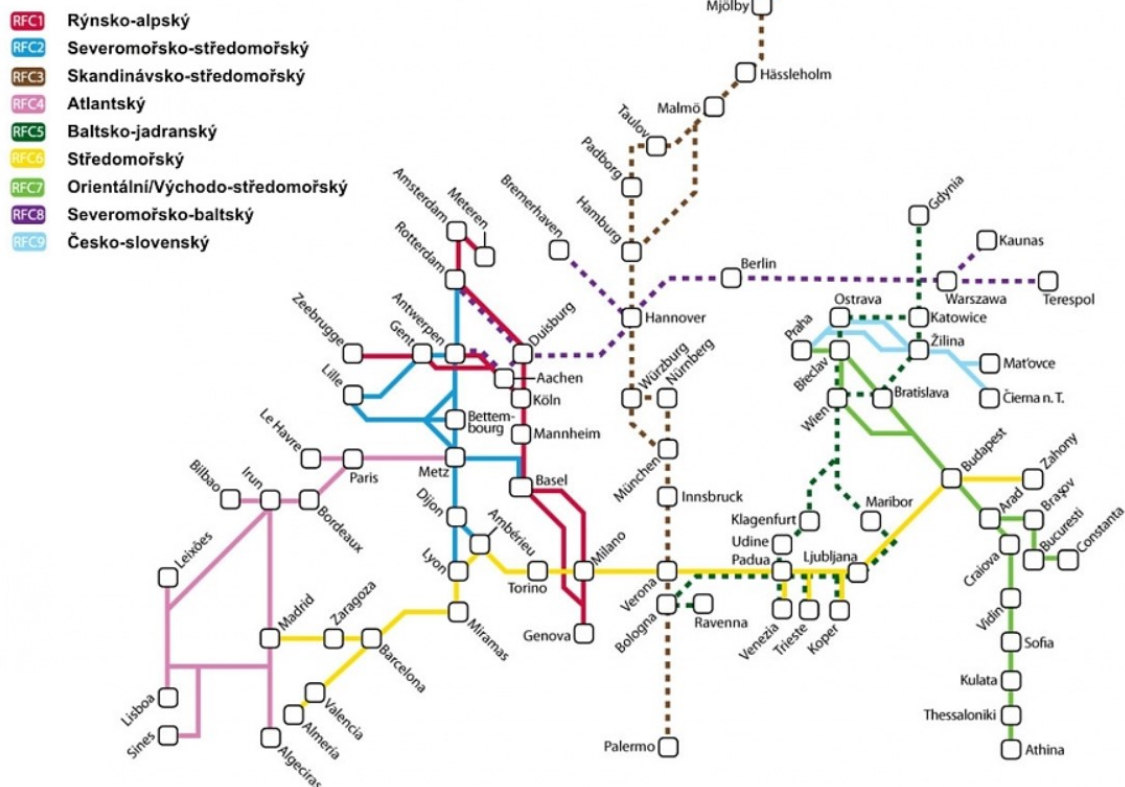


Schéma 2.1 Mapa železničních nákladních koridorů

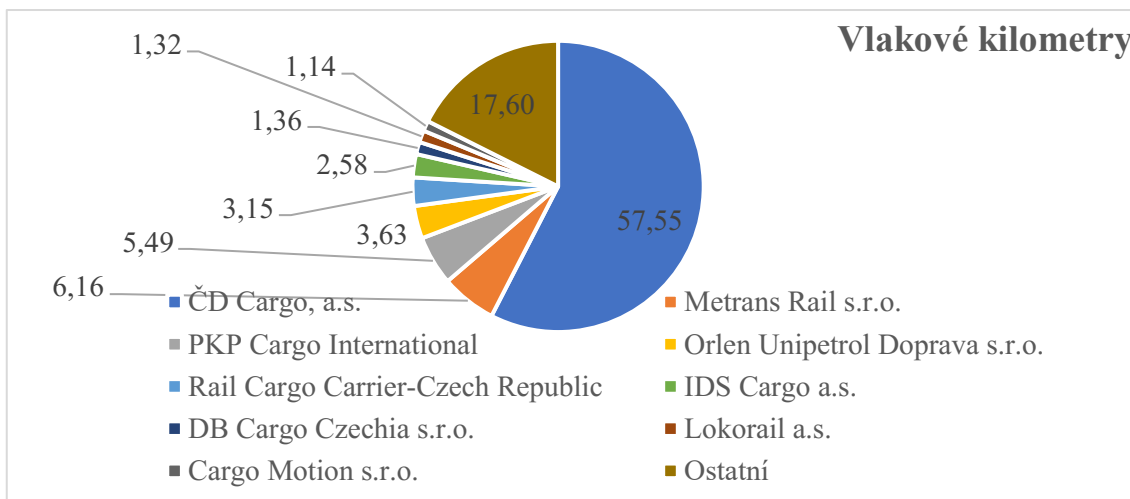
Zdroj: [12]

Studie proveditelnosti byly hlavním podkladem pro rozhodnutí o realizaci železničních koridorů. Byla stanovena technická řešení modernizace, náklady na její realizaci včetně ekonomické přínosnosti s návrhem optimální varianty spolu s navrženým způsobem financování. I. a II. tranzitní koridory jsou součástí IV., respektive VI. panevropského multimodálního koridoru. Těmto koridorům je tedy přiřazena priorita v dopravní politice ČR. Transevropské dopravní sítě TEN-T zaujímají 27 % délky sítě a zajišťují 83 % všech dopravních výkonů na železnici. [13]

2.1.2 Provozovatelé dopravy na železnici

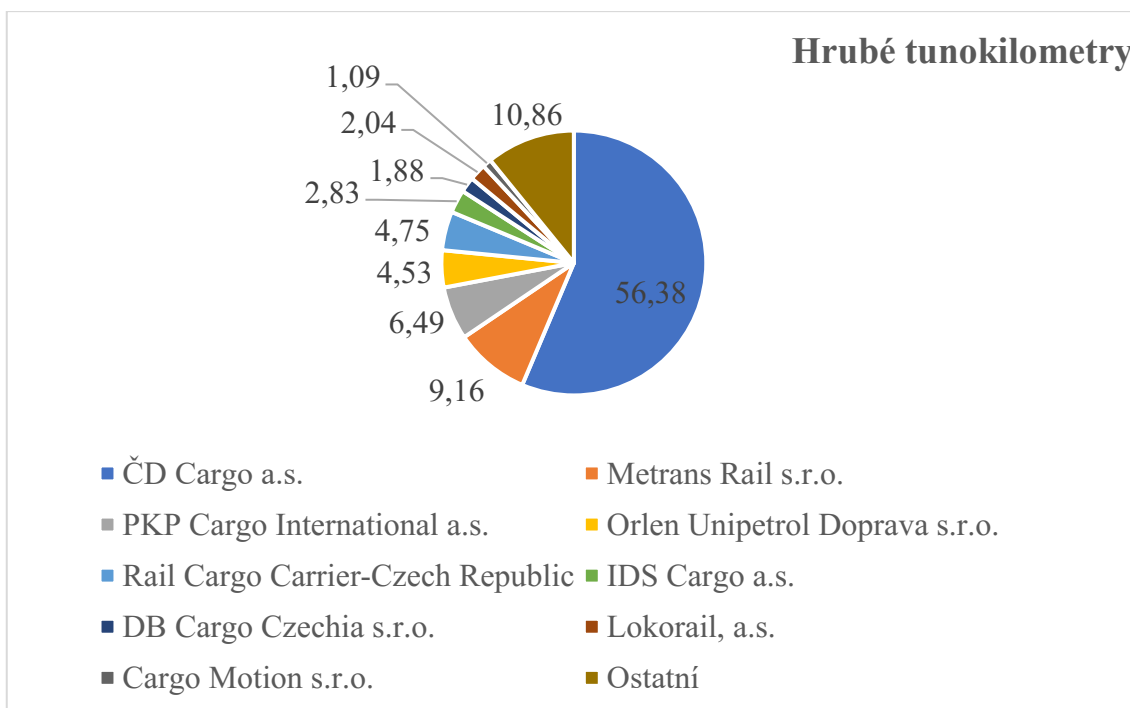
Počet dopravců na železnici byl dle údajů Správy železnic ke dni 20.12.2021 celkem 126, z toho 41 z nich provozují jak nákladní, tak osobní dopravu.

Na následujících grafech jsou porovnány podíly jednotlivých stěžejních dopravců v nákladní přepravě na železnici (viz Graf 2.1 ve vlakových kilometrech a Graf 2.2 v hrubých tunokilometrech).



Graf 2.1 Podíl dopravců v procentech na výkonech sítě Správy železnic ve vlakových kilometrech za rok 2021

Zdroj: [14]



Graf 2.2 Podíl dopravců v procentech na výkonech sítě Správy železnic v hrubých tunokilometrech za rok 2021

Zdroj: [14]

Z výše uvedených grafů je patrný velký podíl dopravce ČD Cargo a.s., který zaujímá většinový podíl přeprav jak ve vlakových kilometrech, tak v hrubých tunokilometrech. Významným dopravcem je Metrans Rail s.r.o. v návaznosti na kombinovanou přepravu.

Dopravce ČD Cargo a.s.

Tato společnost vznikla jako dceřinná společnost Českých drah, a.s. dne 1. 12. 2007 vkladem části nákladní dopravy ČD, a.s. Je to největší český železniční nákladní dopravce zaměstnávající necelých 7 000 osob. Přepravuje celou paletu zboží, zajišťuje kontejnerovou přepravu, přepravu mimořádných zásilek, zajišťuje pronájem vozů, vlečkové a další přepravní služby.

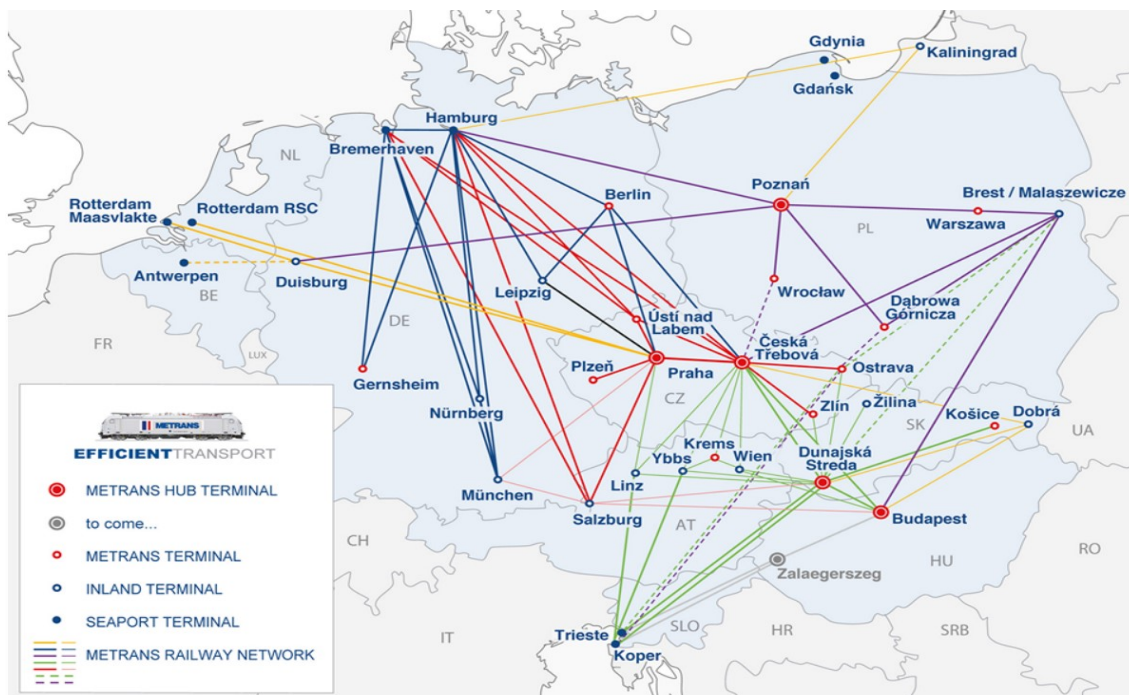
Vzhledem k celkovému ročnímu obratu přepravy zboží se řadí mezi pět největších železničních dopravců v rámci EU. Prostřednictvím svých dceřiných společností poskytují své služby po celé Evropě.

Ve vlastnictví má k dispozici více než 900 jak elektrických, tak motorových hnacích vozidel a asi 17 000 nákladních vozů. Zhruba 3 000 vozů si krátkodobě pronajímá od jiných subjektů dle aktuální potřeby. Ve vlastnictví společnosti jsou tzv. střediska oprav kolejových vozidel (Ústí n. Labem, České Budějovice a Ostrava). Vlastní licenci k provozování železniční nákladní dopravy nejen v České republice, ale také v Rakousku, Německu, Polsku, Slovensku a Maďarsku.

Dopravce Metrans Rail s.r.o.

Tato společnost byla založena v roce 2003 pod názvem Railtrans s.r.o. za účelem provozování železniční osobní a nákladní přepravy. V roce 2008 začala spolupráce se společností Metrans, a.s. vzbou nepravidelných vlaků mezi terminálem Praha Uhřetěves a terminály v Bavorsku. Od roku 2010 společnost zajišťovala pravidelné kontejnerové vlaky z Prahy do Rotterdamu moderní lokomotivou Bombardier Traxx MS2. Společnost Metrans a.s. sem kapitálově vstoupila v roce 2009 a od roku 2014 ji plně ovládá. Od této doby má již současný název.

Tento dopravce náleží do skupiny Metrans, zajišťující železniční výkony kombinované přepravy jak ucelených vlaků, tak i vlečkového železničního provozu v překladištích. Týdně vypravuje cca 200 ucelených vlaků. Relace Metrans Rail – viz Obr. 2.1.



Obr. 2.1 Relace dopravce Metrans Rail s.r.o.

Zdroj: [15]

Společnost vlastní kontejnerová překladiště v Praze Uhříněvsi, České Třebové, Lípě nad Dřevnicí u Zlína, Ostravě Šenově, Nýřanech u Plzně a v Ústí nad Labem. Prostřednictvím dceřiných společností provozuje terminály na Slovensku (Dunajská Streda, Košice), v Maďarsku (Budapešť) a v Rakousku (Krems an der Donau – trimodální terminál). Vzhledem k možnosti lokalizace vlaků pomocí GPS, umožňuje svým zákazníkům sledování zásilek na přepravní cestě.

Dopravce PKP Cargo International a.s.

Tento dopravce je jedním z nejvýznamnějších provozovatelů nákladní železniční dopravy v Evropě. V rámci železniční přepravy se věnují také kombinované přepravě a spedici. Jsou také provozovateli drah (vlastní cca 330 km tratí v Evropě [16]), provádějí železniční stavby a traťové služby. Provádí pronájem, opravy a čištění železničních vozů, údržbu a opravy hnacích vozidel. Ročně přepraví přes 11 miliónů tun zboží po celostátní železnici. V rámci kombinované přepravy propojuje vlastní železniční dopravu s veřejně přístupným terminálem v Paskově, který je ve vlastnictví tohoto dopravce. Poskytuje své služby operátorům kombinované přepravy, spedicím i samostatným organizacím. Vlastní množství lokomotiv interoperabilních k provozu na území několika států. Zajišťují provoz ucelených vlaků s možností kontejnerů ISO,

silničních návěsů a výměnných nástaveb. Nabízí přepravy v režimu „Just in Time“ a umožňuje sledování zásilky v režimu Track & Trace. Vlastní více než 400 kontejnerů ACTS různých typů a je tak největším operátorem přepravy tohoto systému ve střední Evropě a jediným v ČR. Terminál Paskov má rozlohu 70 000 m² a kapacitu 4 800 TEU. Délka kolejí je 3x270 m a 2x375 m a poskytuje komplexní služby spojené s kombinovanou přepravou. Disponuje zde kontejnerovými překladači s možností stohování až do pěti pater, překládku silničních návěsů a výměnných nástaveb. V terminálu je parkovací plocha pro 130 návěsů.

2.1.3 Technologie kombinované přepravy po železnici

Vzhledem k jízdě vlaků se zásilkami kombinované přepravy, které jsou provozovány na železniční síti evropských železnic s různými průjezdnými průřezy, jsou jednotlivé železniční tratě označeny kódy tratí kombinovaných přeprav. Tyto kódy určují výšku a šířku přepravních jednotek vzhledem k průjezdnému průřezu jednotlivých tratí. Průjezdný průřez je „*obrys obrazce v rovině kolmé k ose koleje, jehož osa je kolmá ke spojnici temen kolejnic a prochází středem koleje a který vymezuje vzdálenosti vně ležících staveb, zařízení a předmětů od osy koleje a od spojnic temen kolejnic, kromě případů, kdy z funkčních důvodů musí dojít ke styku těchto zařízení s drážním vozidlem*“ [2, s. 16]. Tyto průjezdné průřezy pro dráhy celostátní, regionální a vlečky jsou uvedeny v technické normě ČSN 73 6320.

Pro jízdy těchto vlaků existuje mezinárodní jízdní řád (LIM – Livret – Indicateur International Marchandises), v němž jsou uvedeny také spoje kombinované přepravy, spojující důležitá hospodářská centra Evropy. Jízdní řád rozdělujeme na dvě kategorie:

- vlaky EUC – Europ Unit Cargo jež jsou určeny pro přepravu vozových zásilek v pevných časových parametrech s uvedením dodacích lhůt,
- vlaky TEC – Trans Europ Combiné pro přepravu intermodálních přepravních jednotek, které mohou být přepraveny i vlaky veřejné nákladní dopravy.

Tento jízdní řád obsahuje kódy tratí kombinované přepravy mezi překladišti a pohraničními stanicemi. Kódové číslo přepravy musí být menší nebo rovno kódovému číslu dané tratě, pokud je větší, musí být zásilka přepravována jako překročená ložná míra se zvláštními podmínkami při přepravě.

Sestava vlaků je závislá nejen na intenzitě zátěžových proudů a vytížení přepravních jednotek, ale také na parametrech vlaku. Optimální parametry vlaku stanovuje Dohoda AGTC:

- max. rychlost vlaku 120 km.h^{-1} ,
- délka vlaku 750 m,
- hmotnost vlaku 1 500 t,
- hmotnost na nápravu 22,5 t.

Vzhledem k současným omezeným možnostem některých překladišť v ČR jsou parametry délky vlaku cca 550 m a hmotnost cca 1 300 t. Při spojení významných atrakčních obvodů však délky vlaků dosahují 700 m a hmotnost přesahuje 1 500 t.

Druhy technologie přepravy zásilek kombinované přepravy

Zásilky v kombinované přepravě mohou být přepravovány různými způsoby. Nejméně častá je přeprava **jednotlivých vozových zásilek**. Tato zásilka se podá nákladním listem dopravci a provádí se pravidelnými nákladními vlaky. Další varianta je podání k přepravě **skupiny vozů** (min. 5 u ČD Cargo) jedním nákladním listem. Přeprava probíhá společně a je určena jednomu příjemci. Výhodou je zkrácení doby manipulace v seřadovacích stanicích, vzhledem k rychlému přechodu skupin vozů mezi jednotlivými vlaky. Největší objem kombinované přepravy se uskutečňuje v **ucelených vlacích** vedených v kategorii Nex (nákladní expres). Tyto vlaky jsou většinou trasovány mezi atrakčními obvody a přeprava mezi nimi probíhá bez jakékoli manipulace. Jsou trasovány pouze mezi oblastmi s velkou intenzitou zátěžových proudů. Důraz je zde kladen na rychlost a efektivitu přepravy. Tyto vlaky mají přednost nejen před ostatními nákladními vlaky, ale také před některými vlaky osobní přepravy. V závislosti na konstrukčním vybavení železničních vozů jsou možné přepravy jak kontejnerů, tak i výměnných nástaveb a silničních intermodálních návěsů.

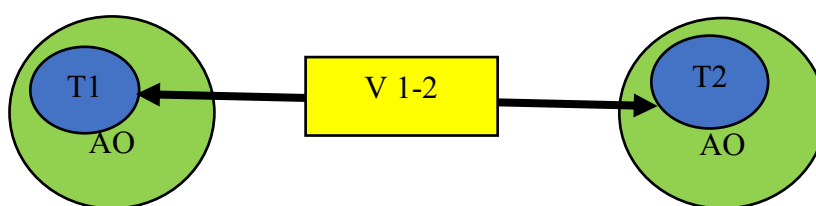
- **Technologie ucelených vlaků**

V drtivé většině přeprav jsou u kombinované přepravy využívány ucelené vlaky. Z hlediska technologie přepravy vlaků v kombinované přepravě jsou využívány tyto systémy:

- liniové (shuttle),
- konvenční liniové,
- liniové skupinové,

- anténní,
- Hub & spoke.

Liniové vlaky jsou tvořeny pravidelnými relacemi s pevnými časovými polohami po celých 24 hodin. U systému „Shuttle“ jsou přepravní jednotky přepravovány pouze z výchozího do koncového bodu kyvadlově, kde dochází k její překládce (viz Schéma 2.2). Je to nejjednodušší a nejefektivnější způsob přepravy. Tato technologie se využívá při uspokojování přepravních potřeb jednoho zákazníka, kdy se z koncového atrakčního obvodu zásilky rozvezou do cílového bodu. Vytíženost může být buď jednostranná nebo oboustranná, dle požadavku zákazníka.



Vysvětlivky:

T – terminál kombinované přepravy

AO – atrakční obvod

V – liniový vlak daného směru

Schéma 2.2 Shuttle systém

Zdroj: vlastní zpracování

Konvenční liniové vlaky jsou složeny z několika skupin vozů, kde odstavují, případně dobírají skupiny vozů v nácestných terminálech (viz Schéma 2.3).

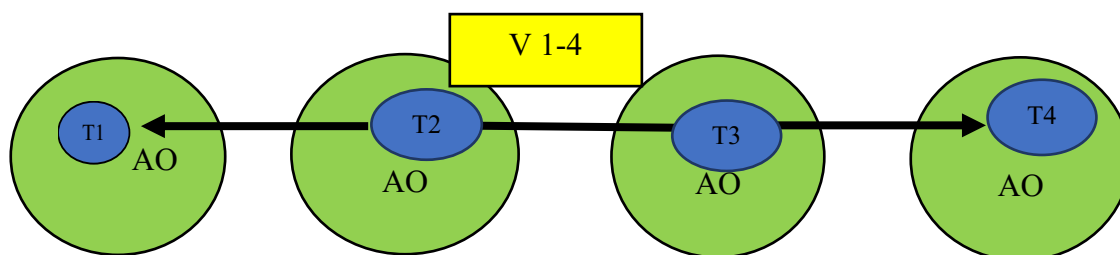
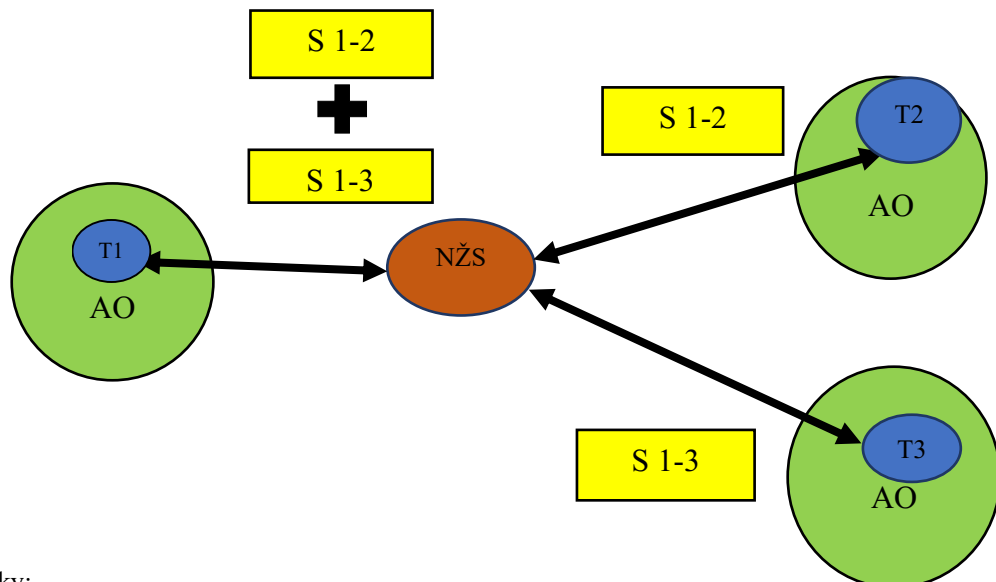


Schéma 2.3 Konvenční liniový systém

Zdroj: vlastní zpracování

Liniový skupinový vlak se skládá ze skupin železničních vozů naložených přepravními jednotkami, z nichž každá skupina je určena do jiného místa. Přepravní jednotka je po celou dobu přepravy naložena na jednom železničním voze a překládka se uskutečňuje pouze ve výchozím a cílovém bodě. Na rozdíl od přímého vlaku jsou tyto jednotky přepravovány společně pouze v části trasy do nácestné železniční stanice, kde je vlak

rozdělen nebo spojen do dalšího vlaku, případně jsou některé jednotky určeny do této stanice. K rozdělení může dojít buď v jedné nebo více stanicích. Dále pokračují do dvou nebo více směrů. Přeprava probíhá také v opačném směru, kdy jsou z výchozích terminálů vypraveny skupiny vozů do nácestné stanice, kde jsou spojeny a případně doplněny o vozy z této stanice a pokračují do cílového terminálu společně. Tato technologie se využívá při přepravě od jednoho pro více zákazníků a opačně od více pro jednoho zákazníka. Při tomto způsobu přepravy je nutná úzká kooperace mezi jednotlivými terminály a nácestnými železničními stanicemi, kde je nutno manipulovat. Logicky se však prodlužuje doba přepravy, nicméně tato technologie se využívá v případech slabších zátěžových proudů, kdy je lépe využita kapacita přepravy.



Vysvětlivky:

NŽS – nácestná železniční stanice

S – skupina vozů

Schéma 2.4 Liniový skupinový vlak

Zdroj: vlastní zpracování

Anténní Shuttle vlaky jsou podobné skupinovým liniovým vlakům, ale silný zátěžový proud se uskutečňuje pouze mezi dvěma terminály, odkud do jednoho terminálu probíhá slabší zátěžový proud. Manipulace neprobíhá v nácestné železniční stanici, ale v terminálu.

Na Schématu 2.5 je znázorněna také intenzita zátěžového proudu.

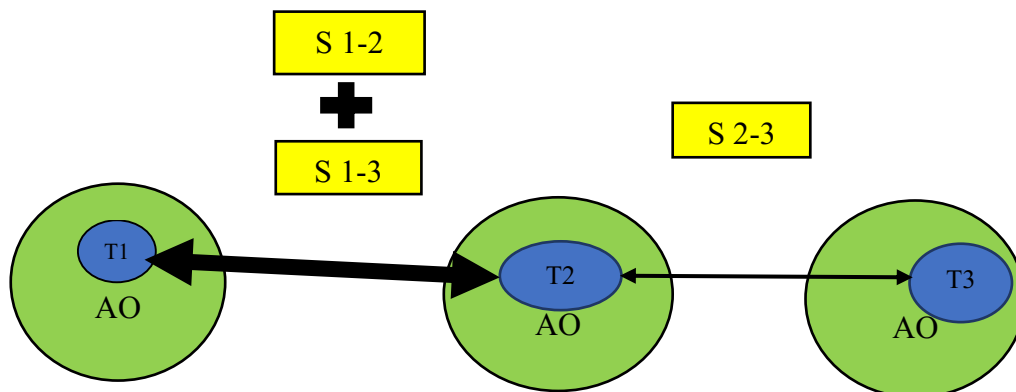


Schéma 2.5 Anténní Shuttle vlak

Zdroj: vlastní zpracování

Existují také **Y shuttle** vlaky, kdy dochází k rozdělení nikoli v terminálu, ale v nácestné stanici, odkud jsou vypraveny skupiny vozů na vlcích do různých terminálů. Vzdálenost těchto koncových terminálů je od nácestné stanice relativně krátká. Tato technologie je využívána na tratích s odlišnou trakční soustavou.

Nejvyužívanější a nejefektivnější způsob v kombinované přepravě je síťový systém, kdy dochází k prostorové obsluze jednotlivých terminálů kombinované přepravy s využitím liniových systémů zahrnutých do dopravní sítě. Systém ucelených vlaků spojuje jednotlivé terminály a pracuje na principu „**Hub & spoke**“. V terminálech pak dochází k překládce mezi jednotlivými druhy dopravy (v ČR zpravidla železnice – silnice). Tento systém je založen na obsluze ucelených vlaků a překládce přepravních jednotek mezi vlaky různých relací. V centrálním překládkovém bodě (Hub) dochází ke křížení tras, kde vlaky ukončují jízdu a paprskovitě vycházejí nové. Tímto sdružováním a rozdužováním dochází k rychlejší obsluze zákazníků a efektivnějšímu koncentrování přepravních proudů. Některé přepravní jednotky jsou v tomto centrálním překladišti překládány mezi vlaky a některé jsou překládány na silniční vozidla. Vzhledem k tomu, že vlaky jezdí stále po stejné trase, odpadá nutnost neustálého přezarování vozů. V případě různé velikosti zátěžových proudů se upravuje četnost jízdy vlaků. Prioritu dostávají relace s vyšším zátěžovým proudem, kdy je kladen důraz na krátký pobyt soupravy v překladišti. Přepravní jednotky se tedy v případě čekání na následný dopravní prostředek vykládají na odstavné plochy, aby se zabránilo prostojům těchto souprav. V praxi našlo uplatnění hlavně technologie **zjednodušené „Hub & spoke** (viz

Schéma 2.6), který pracuje s odlišnou intenzitou zátěžových proudů. Četnost vlaků v silném směru je několikrát za den a ve slabším pak je dostačující několik vlaků za týden. Tato technologie je uplatňována v např. přecladištích Česká Třebová, Mělník a Praha Uhříněves. Nevýhodou oproti klasické technologii „Hub-and-Spoke“ je nutná překládka přepravních jednotek na odstavné plochy z důvodu lepšího využití kapacity ucelených vlaků s ohledem na odlišnost zátěžových proudů. Podobně jako u klasické technologie „Hub & spoke“ dochází ke sdružování přepravních proudů a lepšímu využití kapacity ucelených vlaků. Tento systém umožňuje zvýšit četnost vlaků v kombinované přepravě.

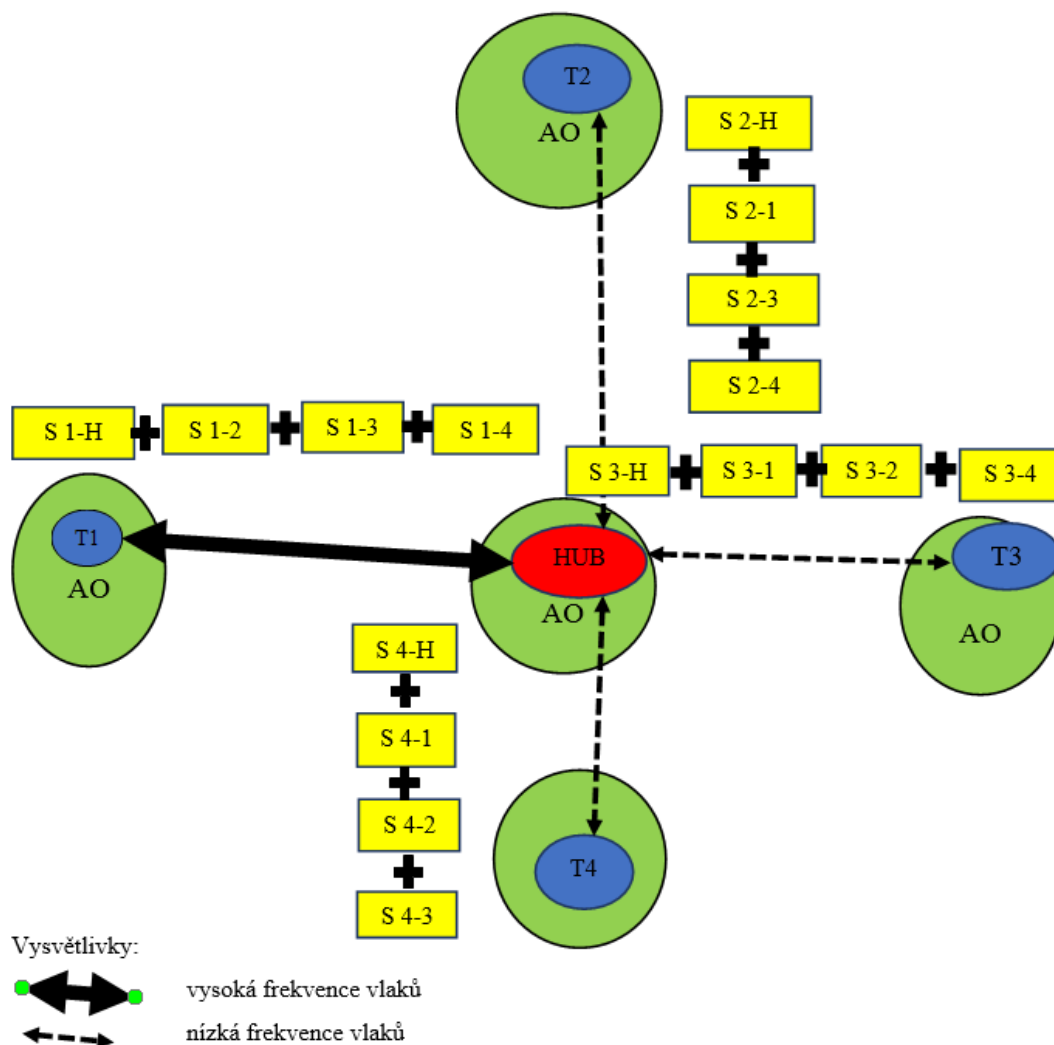


Schéma 2.6 Zjednodušený systém „Hub-and-Spoke“

Zdroj: vlastní zpracování

2.1.4 Kapacita železniční infrastruktury

Kapacitu v železniční dopravě specifikujeme jako využitelnou propustnou výkonnost, tzn. počet vlakových tras na daném úseku tratě za určitou časovou jednotku bez snížení požadované kvality vlakové dopravy.

„Kapacita železniční infrastruktury je daná počtem vlakových tras, které je možné naplánovat v určitém časovém období na určité části železniční infrastruktury s ohledem na heterogenitu druhů vlaků a požadovanou kvalitu vlakové dopravy.“

[17, s. 56]

Propustnost na železnici je ovlivněna stochastickými podmínkami a její stanovení je proto značně obtížné. Výslednou propustnou výkonnost sledu více technických zařízení, např. v seřaďovací stanici, v několika navazujících stanicích a mezistaničních úseků nazýváme provozní výkonností. Propustná výkonnost se dělí na:

- teoretickou neboli maximální (v praxi nereálná),
- praktická.

Výpočet propustné výkonnosti

Pro výpočet teoretické propustné výkonnosti platí tento vztah:

$$N_{max} = \frac{T}{T_{obs}} \quad (2.1)$$

Kde:

N_{max} maximální (teoretická) výkonnost

T stanovený časový rámeček

T_{obs} průměrný čas sledované technické operace (např. jízda vlaku, rozřazení soupravy apod.)

Na rozdíl od teoretické propustné výkonnosti při výpočtu praktické počítáme s časovými ztrátami a platí pro ni následující vztah:

$$n_{prakt} = \frac{T - (T_{výl} + T_{stál})}{t_{obs} + t_{dod} + t_{ruš}} \quad (2.2)$$

kde:

n_{prakt} praktická propustnost

T stanovený časový rámeček

$T_{výl}$ celkový čas na opravy a údržbu

$T_{stál}$ celkový čas stálých manipulací, ve kterém je provozní zařízení využito k jiným činnostem

t_{obs} technologický čas obsazení jedním vlakem

t_{dod} čas skládající se z času potřebného na uvolnění traťového oddílu a z času na vyrovnání zpoždění vlivem nepravidelností a poruch ve vlakové dopravě

$t_{ruš}$ průměrný čas vzájemného pravděpodobného rušení kolizních jízdních cest

Výpočet celkového využití kapacity infrastruktury

Pro stanovení celkového stanovení kapacity infrastruktury známe vztah:

$$k = A + B + C + D \text{ [min]} \quad (2.3)$$

kde:

k celkový čas využití kapacity

A obsazení infrastruktury

B časová záloha

C rezerva pro jednokolejné tratě

D rezerva na údržbu

Pro využití kapacity v procentech platí vztah:

$$K = \frac{k}{U} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (2.4)$$

kde:

K stupeň využití kapacity infrastruktury [%]

U stanovený časový rámeček

Po zhodnocení celkové kapacity železniční infrastruktury je možné dodatečné vkládání vlakových tras s ohledem na požadavky zákazníků.

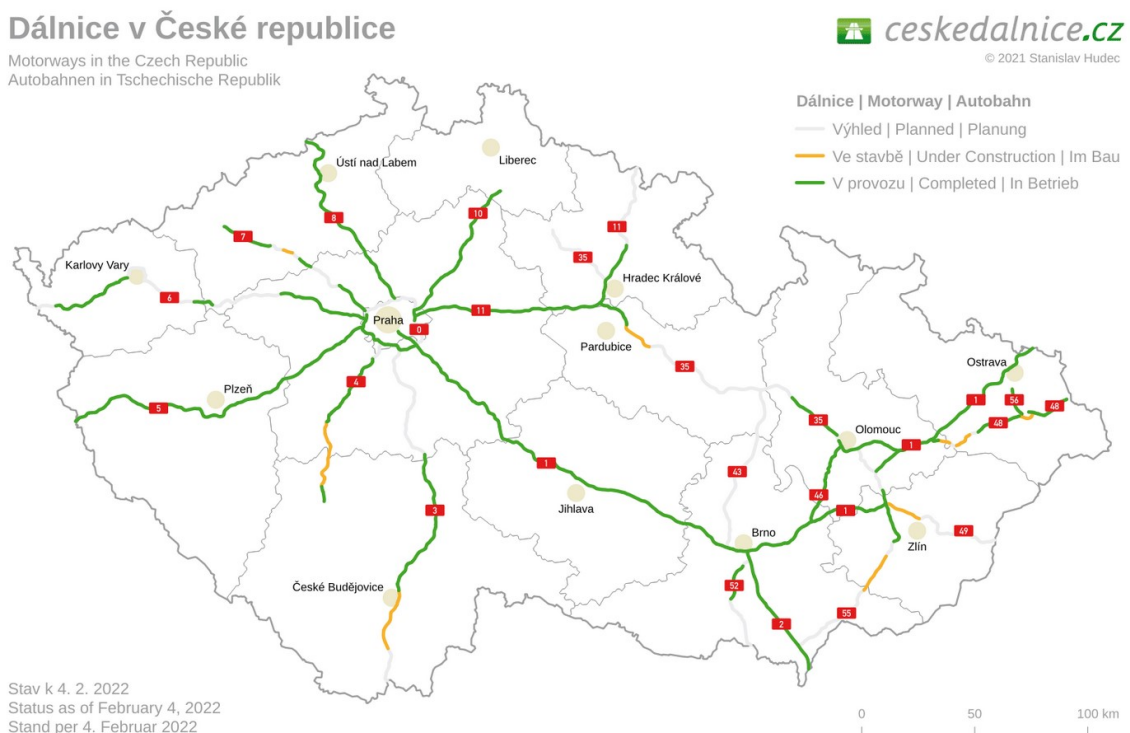
V současné době se ke zjišťování kapacity využívají softvérové nástroje umožňující podrobné zobrazení větší části sítě s použitím algoritmů pro výpočet.

2.2 Silniční doprava

Výhodou silniční dopravy oproti železniční je její operabilita, možnost obsluhy všech oblastí ČR, velká flexibilita a ekonomická výhodnost zvláště na kratší vzdálenosti. Proto má silniční doprava svou nezastupitelnou roli v kombinované přepravě při počáteční a koncové fázi přeprav, kdy se optimálně uskutečňuje v rámci atraktivního obvodu terminálu. Nevýhodou silniční přepravy ve srovnání se železniční je objem přepravy, který je schopna pojmout, vysoký podíl emisí, velký zábor pozemků při výstavbě dálnic a větší nehodovost. Hlavním cílem efektivitu v kombinované přepravě je provázanost těchto dvou druhů doprav s důrazem na ekologii, bezpečnost, plynulost a efektivitu přeprav se zaměřením na překládková místa v atraktivních obvodech.

2.2.1 Dálniční síť ČR

Z důvodu absence kvalitní a rozsáhlé dálniční sítě dochází k zatěžování silnic nižších a středních tříd.



Obr. 2.2 Mapa dálnic s predikcí další výstavby

Zdroj: [18]

Z Obr. 2.2 je patrná nerovnoměrnost dálniční sítě vzhledem k jednotlivým oblastem. Výrazně zaostává střed republiky, který stále postrádá dokončení dálnice D 35. Ve

vztahu ke kombinované přepravě chybí kvalitní silniční infrastruktura s návazností na důležitý terminál kombinované přepravy společnosti Metrans v České Třebové.

V Tab. 2.2 je uvedena délka dálniční a silniční sítě v ČR.

Tab. 2.2 Délka silnic a dálnic v ČR v roce 2021

Délka silnic a dálnic v ČR v km v roce 2021					
Celkem					
55 838					
Evropská silniční síť typu E	Dálnice	Silnice			
		Celkem	Silnice I. třídy	Silnice II. třídy	Silnice III. třídy
2 629	1 346	54 492	5 800	14 632	34 060

Zdroj: [19]

2.2.2 Provozovatelé dopravy v silniční dopravě

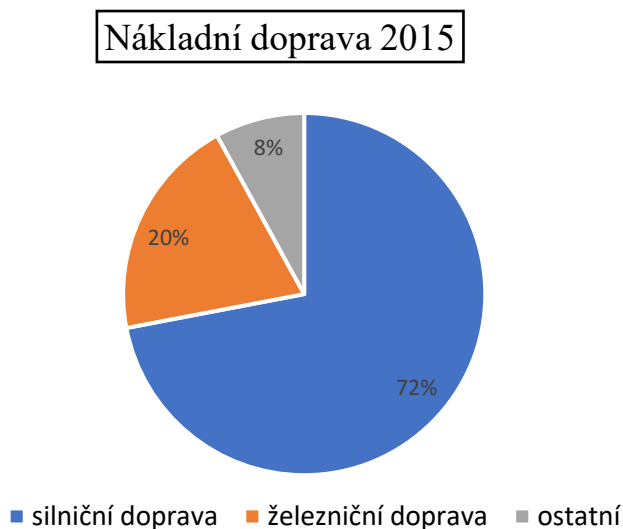
Dopravci v silniční dopravě jsou fyzické nebo právnické osoby provozující silniční vozidla dle platné koncese. Při přepravě vozidel o hmotnosti vyšší než 3,5 tun je nutno kromě odborné způsobilosti zaručit také finanční způsobilost. Silničními dopravci jsou drobní provozovatelé dopravy, operátoři v kombinované přepravě, kteří vlastní nebo si pronajímají silniční vozidla a zasilatelé vlastníci či pronajímající si tyto vozidla s platnou koncesí.

3 Analýza evropské dopravní politiky

Cíl evropské dopravní politiky je stanoven v dokumentu „Bílá kniha – Plán jednotného evropského dopravního prostoru“ – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje z roku 2011. Je jedním z deseti cílů pro udržitelný dopravní systém a pro výrazné zvýšení energetické účinnosti. Jeho náplní je převedení 30 % současné silniční nákladní přepravy nad 300 km na železniční nebo vodní dopravu do roku 2030 a dokonce 50 % do roku 2050 (vzhledem ke geografické poloze ČR se jedná v převážné většině o přesun na železniční dopravu). Vzhledem k udané vzdálenosti a rozloze ČR se jedná převážně o mezinárodní přepravu, jejíž část trasy probíhá po našem území.

Na kratší vzdálenosti se s přesunem na železniční a vodní dopravu nepočítá z důvodu vysoké časové náročnosti a tím nízké konkurenceschopnosti v porovnání se silniční dopravou (s výjimkou pravidelných ucelených vlaků pro objemné přepravy).

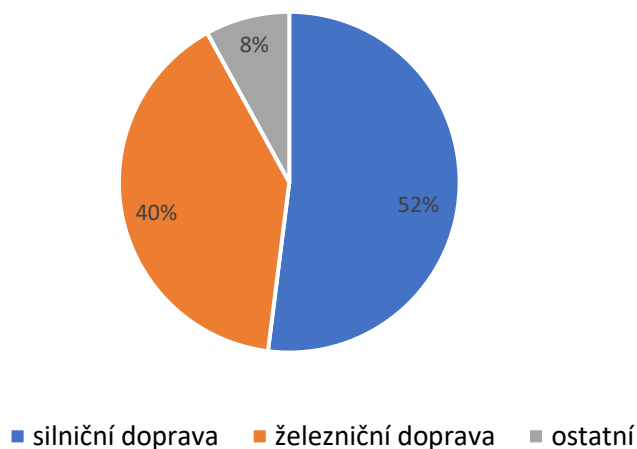
V následujících Grafech 3.1 a 3.2 jsou porovnány dělby nákladní dopravy před a po převedení 30 % objemu přeprav na železnici a vodu.



Graf 3.1 Dělbá přepravní práce v roce 2015

Zdroj: [20]

Nákladní doprava 2030



Graf 3.2 Predikce dělby přepravní práce v roce 2030

Zdroj: [20]

Pokud by se 30 % silniční nákladní přepravy nad 300 km převedlo na železnici, lze podle údajů z roku 2014 odhadnout objem cca 24 mld. tkm, což způsobí navýšení nákladní přepravy na železnici cca o 100 %.

3.1 Dekarbonizace dopravy

Pro stanovení dekarbonizace dopravy si EU v rámci dohody „Green Deal“ vydala tzv. Balíček „Fit for 55“, jehož cílem je klimatická neutralita do roku 2050. K tomu je zapotřebí výrazné snížení emisí skleníkových plynů v dalších letech. Jedním z požadavků je snížení emisí do roku 2030 minimálně o 55 %. Dle požadavků EU je cílem balíčku poskytnout:

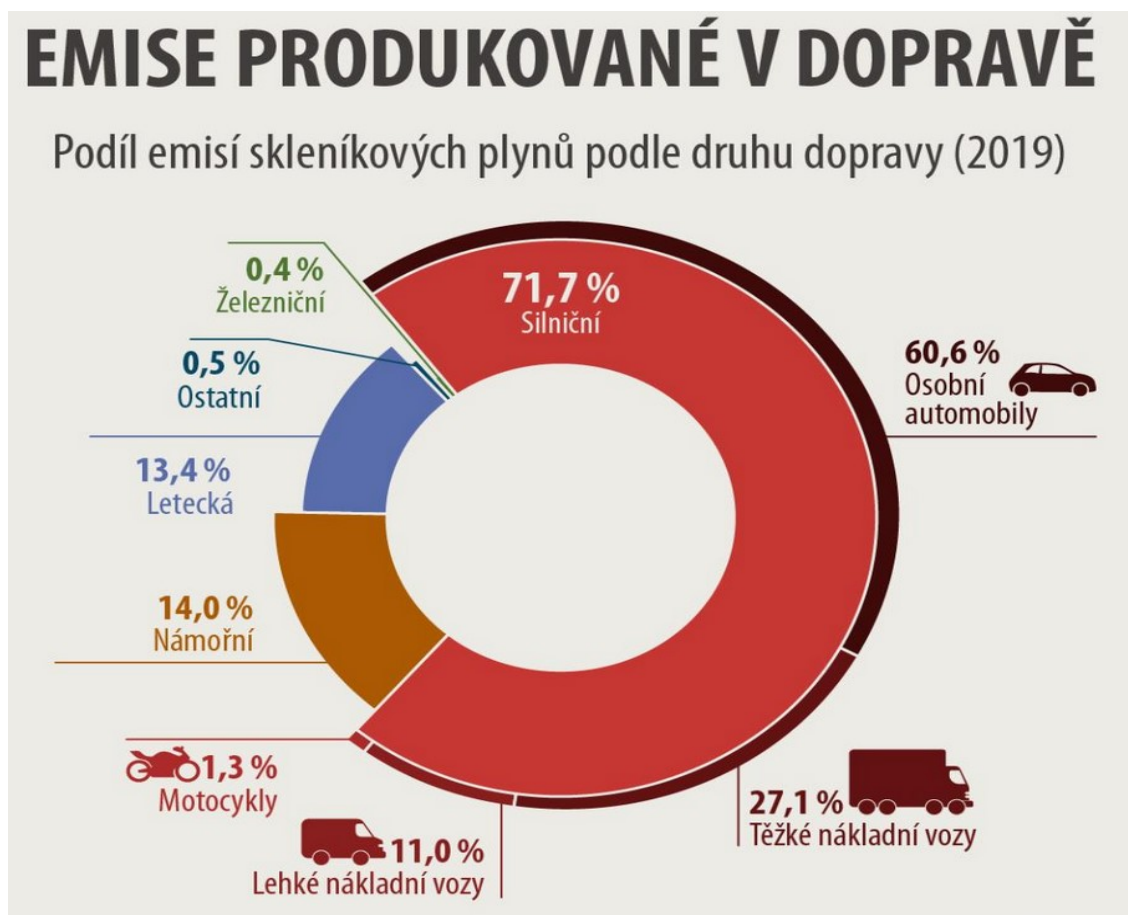
- spravedlivou a sociálně vyváženou transformaci,
- zachování a posílení inovací včetně konkurenceschopnosti průmyslu EU při současném zajištění rovných podmínek vůči hospodářským subjektům ve třetích zemích,
- podporu vedoucího postavení EU v celosvětovém boji proti změně klimatu.

EU přijala směrnici, která reformuje výběr silničních poplatků a stanovuje limity pro nákladní automobily a ostatní vozidla s velkou hmotností.

Pro dekarbonizaci dopravy je zapotřebí:

- vyšší využití kapacity silničního vozidla (nižší poměr uhlíkové stopy na 1 tunu nákladu),
- vyšší využití železniční dopravy na úkor silniční,
- ekonomické zatraktivnění železniční dopravy,
- přísnější emisní limity nákladních silničních vozidel.

Na následujícím grafu 3.3 je zobrazen podíl emisí skleníkových plynů jednotlivých druhů dopravy.



Graf 3.3 Podíl emisí dle druhu dopravy

Zdroj: [21]

3.2 Prostředky ke splnění cílů

K uskutečnění shora uvedených cílů jsou nezbytná následující opatření. Je nutné přetransformování železniční dopravy od neefektivních jednotlivých kusových zásilek k multimodálnímu způsobu přepravy.

Nutným předpokladem pro uskutečnění těchto záměrů jsou opatření pro větší interoperabilitu při přepravě mezi různými členskými státy pro plynulé přejíždění státních hranic. Další podmínkou je zajištění dostatečného počtu tras pro nákladní vlaky s důrazem na rychlost a plynulost, což je obtížné vzhledem k tomu, že nákladní koridory jsou silně využívány osobní dopravou. Z tohoto důvodu existují na síti tzv. Nex trasy (trasy nákladních expresů) s minimem zastavení pouze z důvodu předjetí rychlejším vlakem osobní přepravy. Jsou to předpřipravené trasy, které v případě výlukových činností mají vyšší prioritu a jsou zapracovány ve výlukových jízdních řádech. V případě včasné jízdy tak mají zaručen průjezd „úzkým hrdlem“. O přiděl trasy má nárok nejen dopravce, ale také jiný žadatel (např. spediční firma), kterému se nejprve přidělí trasa a poté si najímá dopravce. S ohledem na neustále se měnící hospodářský vývoj je velice problematické zajistit si potřebný počet těchto předpřipravených tras několik měsíců předem, proto se v současné době praktikují tzv. „ad hoc“ trasy, které umožňují zavedení tras na aktuální požadavek.

Vzhledem k vysoké intenzitě provozu je kladen důraz na rychlost nákladní dopravy. Z tohoto důvodu je nutný měrný výkon nákladních vlaků 3 kW/t a k dopravě nákladních vlaků o hmotnosti 2 000 t je tedy žádoucí použití hnacího vozidla o výkonu 6 000 kW.

Vzhledem k provázanosti nákladních koridorů napříč členskými státy EU je nezbytná koordinace a kooperace mezi ministerstvy a správci železniční infrastruktury.

Velkým problémem je vzájemná technická nekompatibilita železničních systémů jednotlivých členských zemí, která způsobuje časové ztráty na železničních pohraničních bodech. Nově budované a modernizované systémy musí splňovat jednotlivé technické specifikace interoperability. Implementační plány pro ČR jsou následující:

- Evropský systém řízení železniční dopravy ERTMS (European Rail Traffic Management System),
- Technické specifikace pro interoperabilitu energií TSI ENE,

- Technické specifikace pro interoperabilitu bezpečnosti v tunelech TSI SRT
- Registry v infrastruktuře RINF,
- dobudování železniční infrastruktury. [20]

Pro zajištění kvalitní přepravě musí být dokončeny modernizace tranzitních železničních koridorů.

3.2.1 Analýza zpoplatnění dopravních cest

Železniční doprava je zpoplatněna dle sazeb provozovatele dráhy. V nákladní dopravě jsou možné slevy pro jednotlivé vozové zásilky a pro intermodální přepravu. V silniční dopravě je zpoplatněna formou elektronického mýtného pouze část sítě. Z důvodu úspor pro dopravce jsou tedy využívány vyhovující silnice I. a II. tříd bez zpoplatnění (příp. s nižším zpoplatněním), což má negativní vliv nejen na provoz a plynulost ostatních účastníků silniční dopravy, ale hlavně na bezpečnost. Silniční síť v ČR je silně využívána kamionovou dopravou z důvodu nízkých sazeb v porovnání se železniční dopravou.

Porovnání sazeb poplatků za dopravní cestu ukazuje Tab. 3.1 a Tab. 3.2

Tab. 3.1 Silniční mýtné ČR a Rakousko

Mýtné silnice		
	ČR Eur/km	Rakousko Eur/km
Kamion 5 npr. EURO III	0,258	0,4473
Kamion 5 npr. EURO V	0,167	0,399

Zdroj: [20]

Tab. 3.2 Poplatek za železniční trasu

Poplatek za železniční trasu přepočtená na přepravní jednotku odpovídající silničnímu návěsu při praktickém vytížení vlaku na 70 %		
	ČR Eur/km	Rakousko Eur/km
Konvenční vlak	0,165	0,153
Vlak komb. přepravy	0,091	0,153

Zdroj: [20]

Železniční doprava nemůže využívat na rozdíl od silniční neplacené úseky, což ji značně znevýhodňuje. Výše uvedené tabulky nám navíc ukazují, že v Rakousku jsou dálniční sazby 3x vyšší než železniční a tím motivuje jednotlivé dopravce k vyššímu využití dopravy železniční. V ČR je sazba za kamion „EURO V“ téměř totožná, jako za konvenční železniční zásilku, zatímco sazby mýtného jsou v ČR poloviční než v sousedním státě. To vede dopravce k tomu, že Rakousko objíždějí, místo toho, aby byla využita železniční doprava.

Nabízející se snížení sazeb za využití železniční dopravy v ČR je problematické s ohledem na snížení příjmu pro Správu železnic s. o., který by musel být kompenzován prostřednictvím státního rozpočtu. V současné době není realizováno křížové financování osobní a nákladní dopravy.

Zatímco poplatky za využití pozemních komunikací se řídí fixními tabulkami vydanými Ministerstvem dopravy dle typu pozemní komunikace, druhem nákladního automobilu a době jízdy, poplatky za využití železniční dopravy se skládají z ceny za přidělení kapacity dráhy a za vlastní jízdu, kde se používá vzorec, který zohledňuje délku a hmotnost vlaku, produktový faktor a koeficient vybavenosti mobilní části ETCS (European Train Control System). Dalším poplatkem je sazba za využití trakční elektrické energie.

Cena za přidělení kapacity dráhy se počítá dle tohoto vzorce:

$$Cena = K_1 + K_2 \cdot L + K_3 \cdot P \quad (3.1)$$

kde:

K_1 = sazba za zpracování a určení jízdního řádu a přidělení kapacity dráhy (Kč)

K_2 = sazba za konstrukci vlakové trasy (Kč/km)

L = délka trasy

K_3 = sazba za den přidělení vlakové trasy (Kč/den)

P = počet dnů, na které je příslušná trasa přidělena

Tab. 3.3 Cena za přidělení kapacity dráhy pro nákladní dopravu

Cena v Kč za přidělení kapacity dráhy pro nákladní dopravu				
Produkt	Popis	K_1	K_2	K_3
RJ	řádná žádost do ročního jízdního řádu	1 700	8	10
PJ	pozdní žádost do ročního jízdního řádu	1 700	10	20
DN	žádost o dlouhodobé ad hoc přidělení	1 100	0	25
N3	žádost o ad hoc přidělení nad 3 dny	100	0	70
P3	žádost o ad hoc přidělení pod 3 dny	100	0	160

Zdroj:[22]

Kalkulační vzorec výpočtu železniční dopravní cesty pro nákladní dopravu:

$$C_s = Z \cdot L \cdot M \cdot P_X \cdot K_{ETCS} \quad (3.2)$$

kde:

C_s = cena za použití dráhy jízdou jednoho subvlaku (Kč)

Z = základní cena za jednotku dopravního výkonu (Kč/hrtkm), která pro rok 2022 činila 0,07154 Kč a pro rok 2023 činí 0,07149 Kč

L = délka jízdy subvlaku (km)

M = celková hmotnost vlaku (t)

P_X = produktový faktor $P_1 - P_5$ (hodnota produktového faktoru)

P_1 – osobní doprava (1,00)

P_2 – nákladní doprava nespecifická (0,85)

P_3 – nákladní doprava v rámci svozového a rozvozového systému jednotlivých vozových zásilek (0,20)

P_4 – kombinovaná nákladní doprava (0,55)

P_5 – nákladní doprava – nestandardní vlaky (2,00)

K_{ETCS} = koeficient vybavenosti vlaku mobilní části ETCS Level 2 a vyšší 0,90, bez ETCS1,00 [22]

Pro dopravce je na stránkách Správy železnic kalkulačka pro výpočet dopravní cesty, kde se po vyplnění požadovaných údajů objeví výsledná cena (viz Obr. 3.1).

The image shows a web interface for a railway transport cost calculator. At the top, there is a blue header with the logo 'KAPO'. Below the header, the section is titled 'Trasa'. It contains several input fields and buttons: 'Výchozí bod:' with a dropdown menu 'Vyberte bod...', a green button 'Přidat přes', 'Cílový bod:' with a dropdown menu 'Vyberte bod...', and 'Celková délka:' showing '0.0 km' with a red button 'Vymazat trasu'. Below this is a section titled 'Parametry vlaku' with 'Produktový faktor:' set to 'P4 - kombinovaná nákladní doprava', 'Celková hmotnost (t):' set to '100', and 'ETCS:' with an unchecked checkbox. At the bottom of the form is a large blue button labeled 'Výpočet'.

Obr. 3.1 Kalkulačka pro výpočet poplatku za použití železniční dopravní cesty

Zdroj: [23]

Další položkou pro celkový cenový výpočet je stanovení měrné spotřeby elektrické energie, která je uvedena ve „Smlouvě o dodávkách trakční elektrické energie“.

Přehled měrných spotřeb viz Tab. 3.4.

Tab. 3.4 Přehled měrných spotřeb nákladních vlaků včetně koeficientů

Měrná spotřeba el. energie MS (kWh/tis.hrtkm)		Koeficienty ročního období- k_r				Koeficient technologické spotřeby- k_t	Koeficient technických ztrát- k_z
		prosinec- únor	březen- květen	červen- srpen	září- listopad		
střídavá trakční soustava	15,25	1,05	1	1	1	1,08	1,14
stejnoseměrná trakční soustava	12,50						1,15

Zdroj: [24]

Způsob výpočtu příslušné konečné měrné spotřeby:

$$MS_k = MS \cdot k_r \cdot k_t \cdot k_z \quad (3.3)$$

Ve Smlouvě o dodávkách trakční elektrické energie je uvedena cena za MWh (rok 2021 ve výši 1281,62 Kč) a cena za zajišťování komodity 979 Kč/MWh.

3.2.2 Výstavba a modernizace multimodálních terminálů

Nezbytnost sofistikovaných multimodálních terminálů je žádoucí pro efektivní propojení jednotlivých módů doprav. Technologie obsluhy terminálů musí splňovat parametry dané nařízením EU (např. manipulace a nakládka vlaků o délce min. 740 m). Podpora EU se má týkat pouze překladišť kombinované přepravy, která vychází ze „Strategie podpory logistiky z veřejných zdrojů“. EU stanovuje podmínky pro vyšší využití kombinované přepravy v rámci rozvoje a zlepšování dopravních systémů šetrných k životnímu prostředí. Tyto dopravní systémy musí také splňovat nízké hlukové emise s nízkou uhlíkovou stopou. Předmětem podpory jsou investice do modernizace a výstavby překladišť s veřejným (nediskriminačním) přístupem pro zákazníka. Dle EU může výše podpory dosáhnout až 49 % způsobilých nákladů investic.

3.2.3 Modernizace tranzitních železničních koridorů

Základními parametry pro optimalizaci a modernizaci tranzitních železničních koridorů jsou:

- rychlost 160 km.h⁻¹ (dle Dohody AGTC 120 km.h⁻¹),

- prostorová průchodnost dle UIC (Mezinárodní unie železnic),
- třída zatížení D4 UIC (22,5 Mp/náprava),
- délka předjízdných kolejí 750 m (dle AGTC 700 m).

Současným problémem je rychlost, která je v mnoha úsecích nižší než výše uvedená a dále délka předjízdných kolejí, která způsobuje problémy při nutnosti předjíždění, křižování a operativním řízení při mimořádných událostech.

Podmínkou pro modernizaci koridorů je dobudování sítě ETCS do roku 2025 pro zvýšení bezpečnosti železniční dopravy.

Tranzitní železniční koridory jsou z velké části již dokončeny. V současné době na I. tranzitním koridoru spojujícím Děčín s Břeclaví probíhají rekonstrukce na několika místech, z nichž největší negativní dopad na propustnost má úsek Choceň – Ústí nad Orlicí. Další velkou akcí je rekonstrukce úseku Adamov – Blansko a modernizace železničního uzlu Pardubice, včetně dobudování druhé traťové koleje v úseku Pardubice – Rosice nad Labem – Stěblová (v tomto úseku je nejen silná pravidelná osobní doprava, ale také se využívá jako odklonová trasa při mimořádných událostech na koridoru).

3.3 Analýza současných potřeb na dopravním trhu

Nároky na dopravní obslužnost se časem mění. Největší změny nastaly po roce 1989, kdy došlo ke změně celého hospodářského systému. Došlo k rozdělení Československa, rozpadu „Rady vzájemné hospodářské pomoci“ a útlumu těžkého průmyslu. Od 90. let minulého století rapidně poklesla přeprava jednotlivých vozových zásilek.

Hlavní příčiny poklesu železniční nákladní dopravy po roce 1989 jsou:

- snížení přepravních proudů do bývalého Sovětského svazu a zemí bývalého východního bloku,
- útlum těžkého průmyslu,
- útlum spotřeby uhlí u malých a velkých spotřebitelů přechodem na jiné alternativy vytápění,
- rozvoj kamionové dopravy,
- rozdělení Československa v roce 1993,
- rozvoj kontejnerové dopravy s využitím výhradně kamionové dopravy.

Vstupem ČR do EU se výrazně zvýšil přepravní tok na západ od našich hranic. Otevřením přepravního trhu nastala vyšší poptávka po rychlé a spolehlivé přepravě zboží, která by korespondovala s požadavky zákazníků. Kapacita silničních sítí je hojně využívána silniční kamionovou dopravou, která má negativní vliv na bezpečnost a životní prostředí. To vedlo EU k řadě opatření, která by vedla k přesunu ze silnic na železnici.

V rámci očekávaného nárůstu nákladní železniční dopravy je žádoucí, aby došlo v tomto odvětví k zefektivnění procesu přepravy. Nedostatky železnice je nutno eliminovat v rámci optimalizace přepravy.

Pro splnění potřeb zákazníka ve vztahu k přepravnímu logistickému řetězci je splnění těchto cílů:

- dodání zásilky ve správný čas,
- dodání zásilky ve správném množství,
- dodání zásilky na správné místo,
- dodání zásilky s vynaložením adekvátních nákladů,
- dodání zásilky v požadované kvalitě.

Kombinovaná přeprava se jeví jako efektivní řešení daného problému, je však nezbytné vytvoření podmínek pro atraktivitu tohoto druhu přepravy. Pouze výhodné podmínky jako je rychlost, bezpečnost, spolehlivost, přiměřená cena a odpovídající kvalita přepravy zajistí její potřebné využití.

4 Návrhy řešení ke zvýšení atraktivity kombinované přepravy

Pro zvýšení atraktivity kombinované přepravy vzhledem k vyššímu využití dopravy železniční je žádoucí přijmout opatření, která by přilákala dopravce ke změně strategie při přepravě zásilek. Rozhodujících faktorů je několik. Mezi nejdůležitější lze řadit:

- náklady,
- zisk,
- celková doba přepravy,
- bezpečnost,
- spolehlivost.

Vyšší využití železniční dopravy na úkor silniční dopravy zajistí požadovanou nižší uhlíkovou stopu, tzn. pozitivní vliv na environmentální stav v ČR, snížení nákladní silniční dopravy s vyšší bezpečností na pozemních komunikacích, nižší kongesci a využití kapacit železniční dopravy. Pro splnění těchto podmínek je nutná změna v nastavení cen mýtného, úpravy poplatků za využití železniční dopravní cesty, optimalizace terminálů kombinované přepravy a vyšší propustnost vytížených tranzitních železničních koridorů.

4.1 Návrh cenové politiky zpoplatnění dopravních cest

Pro vyšší využití železniční dopravy se nabízí přenastavení ceny za použití dopravních cest. Pomocí níže popsaného návrhu ulehčit přetíženým pozemním komunikacím a zároveň přenést část objemu nákladní dopravy na železnici.

4.1.1 Modelový příklad úpravy mýtného systému

Příklad nákladního automobilu s hmotností 12 tun, emisní třídy V, pětinápravový, kategorie M3. V Tab. 4.1 je uveden současný tarif mýtného systému.

Tab. 4.1 Současný tarif mýtného systému

Tabulka sazeb mýtného pro hmotnost 12 t a více, emisní třída V, 5 náprav, kategorie M3		
Druh pozemní komunikace	Doba (hod.)	Cena za km (Kč/km)
Dálnice	5.00 – 22.00	5,333
	22.00 – 5.00	5,361
Silnice I. třídy	5.00 – 22.00	3,053
	22.00 – 5.00	3,082

Zdroj: [25]

V tomto modelovém příkladu se počítá s průměrným nájezdem silničního nákladního vozidla 100 000 km za rok. 50 000 km po dálnici, z toho 30 000 km během dne a 20 000 km v nočních hodinách, 30 000 km po zpoplatněných silnicích I. třídy, z toho 20 000 km během dne a 10 000 km v noci.

Po dosazení dostáváme následující výpočet:

$$30\,000 \cdot 5,333 + 20\,000 \cdot 5,361 + 20\,000 \cdot 3,053 + 10\,000 \cdot 3,082 = 359\,090$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že nákladní automobil o hmotnosti 12 tun, emisní třídy EURO V, kategorie M3 s 5 nápravami a uvedeným ročním nájezdem je zatížen mýtem **359 090,- Kč** za rok.

Pro nižší zatížení silnic II. a III. tříd jsou vhodné dva způsoby platby za využití silniční sítě:

- placení 1,5násobku současného mýtného,
- roční silniční daň.

V Tab. 4.2 je uveden navrhovaný tarif mýtného systému.

Tab. 4.2 Navrhovaný tarif mýtného systému

Tabulka sazeb mýtného pro hmotnost 12 t a více, emisní třída V, 5 náprav, kategorie M3		
Druh pozemní komunikace	Doba (hod.)	Cena za km (Kč/km)
Dálnice	5.00 – 22.00	7,9995
	22.00 – 5.00	8,0415
Silnice I. třídy	5.00 – 22.00	4,5795
	22.00 – 5.00	4,623

Zdroj: vlastní zpracování

Po dosazení dostáváme tento výpočet:

$$30\,000 \cdot 7,9995 + 20\,000 \cdot 8,0415 + 20\,000 \cdot 4,5795 + 10\,000 \cdot 4,623 = 538\,635$$

Po navrhované úpravě sazeb je při stejných parametrech nákladní silniční vozidlo zatíženo mýtným ve výši **538 635,- Kč** za rok.

Pro tuto kategorii je vhodnější možnost placení roční silniční daně ve výši **450 000,- Kč** bez omezení kilometrů.

Analogicky lze systém nastavit i pro nákladní automobily dalších emisních tříd a hmotnosti vozidel. Posouzený návrh by bylo nutno podrobně analyzovat, což ale není cílem této práce. V každém případě by to vedlo k omezení zatížení silnic II. a III. tříd, které jsou nyní využívány nákladní silniční dopravou, která se vyhýbá placeným úsekům. Pro ně by byla ekonomicky zajímavá druhá varianta roční silniční daně, která by je ve výše uvedeném modelovém příkladu zvýhodňovala o téměř 90 000,- Kč ročně (příklad je nutno brát pouze jako ilustrační).

Po nastavení navržených tarifů nebude snaha zahraničních silničních dopravců vyhýbat se např. Rakousku přes naše území, které pro ně už nebude výhodné. Navíc dojde ke zvýhodnění našich dopravních firem, které budou při průměrných nájezdech kilometrů využívat ekonomicky přijatelnější roční silniční daň.

V osobní přepravě je nezbytné zvýšení dálničních poplatků pro osobní automobily (cca o 50–70 %). Po dobudování dálniční sítě by se dalo uvažovat také o roční silniční dani pro každého vlastníka osobního automobilu.

4.1.2 Úprava poplatků za využití železniční dopravní cesty

V návaznosti na předchozí podkapitolu jsou také žádoucí některé úpravy poplatků za využití železničních dopravních cest. Jednou z nich je sjednocení produktových tarifů pro kombinovanou přepravu a pro svoz a rozvoz jednotlivých vozových zásilek pod tarif P3 (viz kapitola 3.2.1). Došlo by tak k jednomu produktovému tarifu, který by zahrnoval tarif P3 a P4. Výpadek v příjmu provozovatele infrastruktury by se dotoval ze státního rozpočtu, který by byl navýšen vyšším příjmem ze zvýšených poplatků za využívání pozemních komunikací. To by vedlo k vyšší atraktivitě kombinované přepravy. Dále by v kalkulačním vzorci zmizel koeficient vybavenosti hnacího vozidla systémem ETCS z důvodu povinnosti pro dopravce mít tyto vozidla vybavena tímto systémem do roku 2025. Vzorec by bylo vhodné doplnit o koeficient určující druh hnacího vozidla dle závislosti na trakčním vedení. Vozidla využívající trakční odběr by měla koeficient 1,00 a vozidla nezávislá na odběru trakčního vedení 1,20. Tento koeficient by se využíval pouze na elektrifikovaných tratích, což by dopravce motivovalo k vyššímu využití elektrických hnacích vozidel. Poplatky za odběr by zůstaly zakomponované do samostatné „Smlouvy o dodávkách trakční elektrické energie“.

Navrhovaný kalkulační vzorec:

$$C_s = Z \cdot L \cdot M \cdot P_x \cdot T_o \quad (4.1)$$

Z = základní cena za jednotku dopravního výkonu (Kč/hrtkm)

L = délka jízdy subvlaku (km)

M = celková hmotnost vlaku (t)

P_x = produktový faktor P1 – P4

P₁ – osobní doprava (1,00)

P₂ – nákladní doprava nespecifická (1,25)

P₃ – nákladní doprava v rámci svozového a rozvozového systému jednotlivých vozových zásilek a kombinované nákladní dopravy (0,20)

P₄ – nákladní doprava – nestandardní vlaky (2,30)

T_o = koeficient trakčního odběru

Základní cena za jednotku dopravního výkonu musí obsahovat nejen náklady na opravu a údržbu železniční infrastruktury, ale také náklady na řízení provozu.

V produktových tarifech je uvažováno se zvýšením produktového faktoru za nspecifickou dopravu z 0,85 na 1,25 (tato přeprava není stěžejní a více zatěžuje nákladovou stranu přepravy) a zvýšení tarifu za nestandardní vlaky z 2,00 na 2,30. V produktových tarifech musí být v nejdražším stupni mimořádné zásilky, které mají omezení na trase. Tato omezení způsobují snížení propustnosti vlivem např. nižší rychlosti přepravované zásilky v některých úsecích přepravní trasy nebo zákazu jízdy na některé koleje v dopravních s kolejevým rozvětvením, příp. zákaz setkání s protijedoucím vlakem na části vícekolejné trati. Služby spojené s přepravou mimořádných zásilek by zůstaly rozděleny do 5 kategorií.

4.1.3 Praktický příklad na porovnání nákladů na přepravu loženého kontejneru o velikosti 40 stop ve stávajícím a navrhovaném tarifu v silniční a železniční dopravě

Na tomto názorném příkladu je znázorněn rozdíl v nákladovosti silniční k železniční dopravě.

Stávající tarify:

přeprava **nákladním automobilem** v relaci Praha Uhřetěves – Paskov:

vzdálenost po silnici 350 km, z toho 230 km po dálnici a 95 km trasy po zpoplatněné silnici I. třídy. Počítáno s průměrnou spotřebou loženého nákladního automobilu 30 litrů nafty na 100 km a cenou nafty 44 Kč za litr (srpen 2022). Údaje z Tab. 4.1 pro nákladní automobil emisní třídy Euro V, kategorie M3 s 5 nápravami, hmotnosti nad 12 tun. Ve výpočtu není zakomponována mzda posádky. Přeprava probíhá v denní době:

$$230 \text{ km} \cdot 5,333 \text{ Kč} + 95 \text{ Km} \cdot 3,053 \text{ Kč} + 0,3 \text{ litrů} \cdot 350 \text{ km} \cdot 44 \text{ Kč} = \mathbf{6\ 136,625 \text{ Kč}}$$

Přeprava **nákladním vlakem** v režimu kombinované přepravy v relaci totožné:

poplatek za přidělení kapacity dráhy na jeden den dle vzorce 3.1

$$Cena = K_1 + K_2 \cdot L + K_3 \cdot P$$

$$Cena = 1\ 700 \text{ Kč} + 8 \text{ Kč} \cdot 361,2 \text{ Km} + 10 \cdot 1 = 4\ 599,6 \text{ Kč}$$

K tomu je nutno připočíst cenu za použití dopravní cesty. Vlak převáží 25 vozů s 50 kontejnery velikosti 40 stop. Hmotnost loženého kontejneru je 25 tun a hmotnost vozu

Sgnss 19 tun. Hmotnost hnacího vozidla řady 383 je 80 tun. Celková hmotnost vlaku je 1 805 tun. Ve výpočtu není zakomponován poplatek za odběr trakčního proudu, který se řídí platnou Smlouvou o dodávkách trakční elektrické energie. Použit vzorec 3.2:

$$C_s = Z \cdot L \cdot M \cdot P_X \cdot K_{ETCS}$$

$$\text{Cena} = 0,07154 \cdot 361,2 \text{ km} \cdot 1\,805 \text{ tun} \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 23\,087,62 \text{ Kč}$$

Pro výpočet ceny za využití trakční elektrické energie (např. v lednu) použít vzorec 3.3:

$$MS_k = MS \cdot k_r \cdot k_t \cdot k_z$$

$$\text{Počet hrtkm} = 1\,805 \text{ t} \cdot 354,7 \text{ km} = 640\,233 \text{ hrtkm}$$

$$\text{Celková měrná spotřeba} = 12,5 \cdot 640,233 \cdot 1,05 \cdot 1,08 \cdot 1,15 = 10,437 \text{ MWh}$$

Celková cena za MWh dle smlouvy je 1281,62 bez DPH, což je 13 376 Kč + 2 809 Kč (DPH) = 16 185,- Kč + cena za zajišťování komodity $979 \cdot 10,437 = 10\,218,-$ Kč.

Celková cena za trakční odběr 26 403,- Kč.

Část trasy (6,5 km) je přepravována hnacím vozidlem nezávislé trakce. Spotřeba hnacího vozidla cca 300 litrů nafty na 100 km (počítáno opět 44 Kč za litr). Celková spotřeba cca 20 litrů nafty (880,- Kč).

$$\text{Celková cena} = 4\,599,6 + 23\,087,62 + 26\,402 + 880 = 54\,969 \text{ Kč za vlak.}$$

$$\text{Cena za přepravu jednoho kontejneru} = 54\,969/50 = \mathbf{1\,099,38 \text{ Kč}}$$

Z uvedeného příkladu vyplývá, že náklady za přepravu jednoho kontejneru velikosti 40 stop po železnici jsou asi **5,5krát nižší** než při přepravě po silnici.

Výpočet dle navrhovaných tarifů:

přeprava **nákladním automobilem** s variantou placení navrhovaného mýtného:

$$230 \text{ km} \cdot 7,9995 + 95 \text{ km} \cdot 4,5795 + 0,3 \text{ litrů} \cdot 350 \text{ km} \cdot 44 \text{ Kč} = \mathbf{6\,894,94 \text{ Kč}},$$

přeprava **nákladním vlakem**:

$$\text{poplatek za přidělení kapacity dráhy totožný} = 4\,599,6 \text{ Kč}$$

navrhovaný kalkulační vzorec 4.1:

$$C_s = Z \cdot L \cdot M \cdot P_X \cdot T_o$$

$$\text{Cena: } 0,07154 \cdot 361,2 \text{ km} \cdot 1\,805 \text{ tun} \cdot 0,2 \cdot 1 = 9\,328,33 \text{ Kč}$$

Cena za trakční elektrickou energii a naftu zůstává shodná.

Celková cena = $4\,599,6 + 9\,328,33 + 26\,403 + 880 = 41\,210,93$ za vlak

Cena za přepravu jednoho kontejneru = $41\,209,93/50 = 824$ Kč

Po úpravách v cenových kalkulacích jsou náklady za železniční přepravu jednoho kontejneru o velikosti 40 stop více než **8krát nižší** než při přepravě po silnici. V současné době dochází k turbulentním změnám v ceně za energie. Také z tohoto důvodu je nezbytná úprava jednotlivých tarifů ve prospěch železniční dopravy. Pokud by cena za elektrickou energii stoupla 3krát, jak je v současné době avizováno, cena za odběr by ve výše uvedeném příkladu byla $48\,555 + 10\,218 = 58\,773,-$ Kč, tzn., že celková cena za vlak by byla $4\,599,6 + 9\,328,33 + 58\,773 + 880 = 73\,580,93$ Kč, tzn. za přepravu jednoho kontejneru: $73\,579,93/50 = 1\,472,-$ Kč. I přesto by však zůstala železniční přeprava až **4,5krát** levnější než silniční.

Další ekonomické zvýhodnění by přineslo snížení ceny za jednotku dopravního výkonu.

4.2 Optimalizace vozového parku

Pro dopravce je v současné době potřebné, zajistit dostatečný počet vozidel určených pro přepravu přepravních jednotek, vhodných pro multimodální přepravu. Potřeba vozového parku se zásadně změnila v 90. letech minulého století, kdy skončila objemná vlakotvorba jednotlivých vozových zásilek. Vlakotvorné stanice byly v tu dobu na hranici svých kapacitních možností vzhledem k silným relačním proudům. Od této doby však došlo k odlivu značného objemu nákladní přepravy z železniční na silniční dopravu a je potřebné řešit provázanost těchto dvou módů dopravy. Proto vznikla tzv. kombinovaná přeprava pro optimální využití výhod jednotlivých druhů dopravy. Logicky se tedy musí obměnit vozový park, který by využíval tohoto moderního způsobu dopravy.

4.2.1 Vozidlový park nákladní silniční dopravy

Vhodným silničním dopravním prostředkem pro kombinovanou přepravu je tahač, který je určen především k tažení návěsů. Vhodné je především vyšší využití teleskopických návěsů, které jsou schopny převážet kontejnery až do velikosti 45 stop. Jsou proto

vhodné pro přepravu téměř jakéhokoli typu kontejneru. Jsou také vhodné návěsy umožňující zvedání nápravy, roztažení rámu, příp. použití různých průměrů kol pro přepravu vyšších přepravních jednotek.

Při přepravě je nutno dbát na maximální využití těchto silničních vozidel a eliminovat jízdy prázdných návěsů i za cenu případných prostojů. Dopravci musí disponovat pouze nákladními automobily vyšších emisních tříd, což je motivuje i finančně vzhledem k poplatkům za využití silničních komunikací.

4.2.2 Vozový park nákladní železniční dopravy

V nákladní železniční dopravě roste poptávka po přepravě intermodálních jednotek. Především se jedná o přepravu kontejnerů. Tento trend se musí odrazit i ve vybavenosti vozového parku jednotlivých provozovatelů drážní dopravy. Vzhledem k tomu je nutná obměna nákladních vozidel.

Dopravci musí vlastnit převážně vozidla, která jsou efektivně využita. Pro kombinovanou přepravu jsou vhodné plošinové vozy, umožňující přepravu těchto intermodálních přepravních jednotek.

Nejvhodnější jsou vozy Sgnss, příp. Sggnss umožňující rychlost až $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (u vozu Sggnss musí být splněna podmínka 20 tun na nápravu, při vyšším zatížení je rychlost max. $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Tyto vozy umožňují přepravu kontejnerů o různých velikostech, proto mohou být efektivně využity.

Vozy Sggmrrss a Sfggmrrss sestávají z pevně spojených dvou částí, z nichž každá má dva dvounápravové podvozky a jsou vhodné pro přepravu všech kontejnerů ISO řady 1.

Srovnání technických parametrů základních typů nákladních železničních vozů nabízí následující tabulka. Jsou zde porovnány jednotlivé technické parametry vybraných železničních nákladních vozů s jejich stručným popisem. Kromě maximální rychlosti jsou zde uvedeny vlastní a ložné hmotnosti vozů v tunách. Dále je zde druh přepravovaného materiálu.

Tab. 4.3 Srovnání technických parametrů vybraných železničních nákladních vozů

Technické parametry základních typů nákladních železničních vozů				
Označení vozu	Max. rychlost (km.h ⁻¹)	Vlastní hmotnost (tuny)	Ložná hmotnost (tuny)	Předmět dopravy
Uas, typ 428 V (čtyřnápravový oboustranně výklopný)	100	27	53	sypké substráty
Falns, typ 9-436.1 (čtyřnápravový otevřený výsypný)	100 (max. 22,5 t na nápravu) 120 (max. 20 t na nápravu)	25	65	uhlí, koks, štěrk
Eans, typ 9-105.0 (čtyřnápravový otevřený vysokostěnný)	120	22,5	67,5	uhlí, koks, šrot
Sgnss, čtyřnápravový	100 (max. 22,5 t na nápravu) 120 (max. 20 t na nápravu)	17,9	72,1	kontejnery, výměnné nástavby
Sggrss 80', šestinápravový kloubový	120	28,9	106,1	kontejnery 20', 30', 40' a výměnné nástavby

Zdroj: [26]

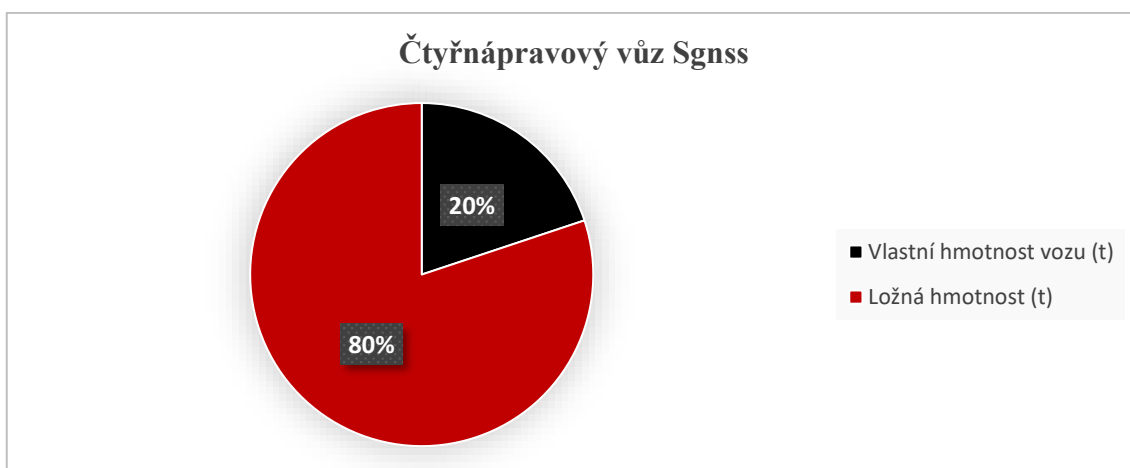
Z Tab. 4.3 vyplývá výhodnost použití železničních kolejových vozidel pro kombinovanou přepravu. Toto tvrzení lze doložit poměrem mezi vlastní hmotností vozu a max. ložnou hmotností. U vozů Sgnss a Sggrss máme nejmenší podíl tzv. „mrtvé hmotnosti“. Z toho vyplývá, že přeprava v takovýchto vozech je z pohledu efektivity přepravy optimálnější než v ostatních vozech. Další výhody jsou bezpečnost zboží, lepší manipulace při překládce a široké spektrum přepravovaného zboží v intermodálních přepravních obalech.

Následující grafy vyjadřují procentuální podíl vlastní hmotnosti vozu k ložné hmotnosti. Na grafech 4.2 a 4.3 jsou znázorněny podíly u vozů pro přepravu intermodálních jednotek.



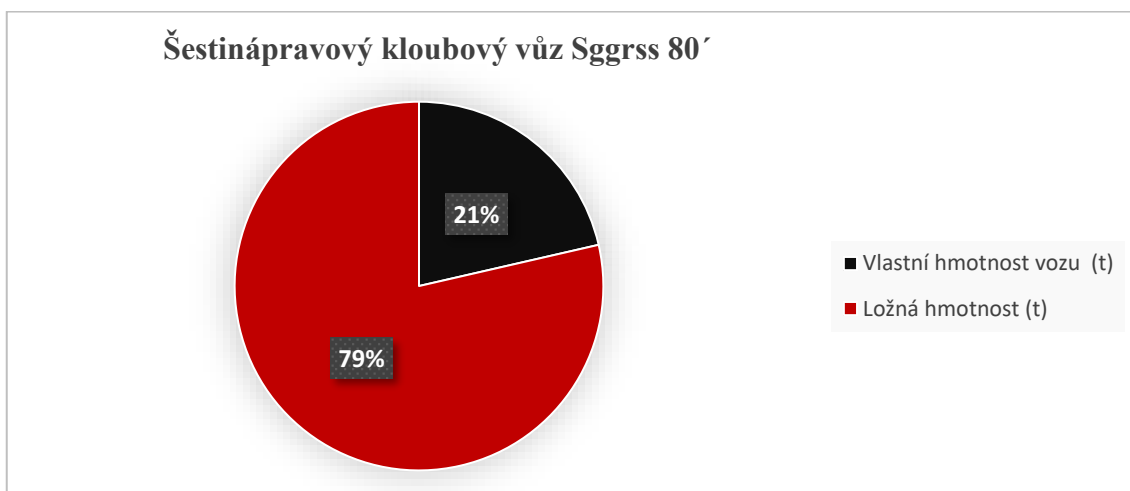
Graf 4.1 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Eans 9-105.0

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 4.2 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Sgnss

Zdroj: vlastní zpracování



Graf 4.3 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Sggrss

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Optimalizace atrakčních obvodů a jejich spojení

V kombinované přepravě jsou kladeny požadavky nejen na kvalitu přepravy, ale také na včasnost. Z tohoto důvodu je nutné se zaměřit na tzv. „úzká místa“ při přepravě. Jedním z nich jsou atrakční obvody, kde dochází k překládce mezi jednotlivými módy dopravy a následně další přepravě. Tyto atrakční obvody na sebe musí vzájemně navazovat a spolupracovat při hledání optimálních přepravních tras. Stěžejní podíl přepravy musí zajišťovat doprava železniční s doplněním o dopravu silniční do rádiusu max. 100–150 km. Součástí optimalizace atrakčních obvodů je sofistikovaná vybavenost překladišť s moderními překládacími mechanismy a dostatečnou skladovací plochou vhodně napojenou na silniční a železniční infrastrukturu. Z důvodu efektivního a hospodárneho využití je vhodné využití stávajících železničních uzlů, které je nutné v některých případech revitalizovat a postupně vhodně začlenit do systému kombinované přepravy. Vzhledem k postupnému poklesu vlakovorby relačních vlaků je nutné část železniční infrastruktury, původně určenou pro tvorbu vlaků z jednotlivých vozových zásilek, využít jako překladiště kombinovaných přeprav.

4.3.1 Prostředky ke zvýšení efektivity atrakčního obvodu

Pro zvýšení efektivity atrakčního obvodu je dosažení synergického efektu v terminálech, kdy musí docházet k vyšší přidané hodnotě přepravy. Plně využívat výhod jednotlivých druhů přeprav. V každém terminálu disponovat moderními portálovými jeřáby doplněnými o další překládkové systémy, osazení čtecími bránami pro RFID (Radio Frequency Identification), které by vhodně doplnilo a sofistikovalo dispečerské řízení. Při překládce dbát na včasnost železniční dopravy, které se musí přizpůsobit doprava silniční. Železniční doprava je vázána GVD (grafikonem vlakové dopravy) a nesmí být zdržována čekáním na jednotlivé zásilky jedoucí po silnici. Tomu je nutné přizpůsobit svoz a rozvoz zásilek po atrakčním obvodu.

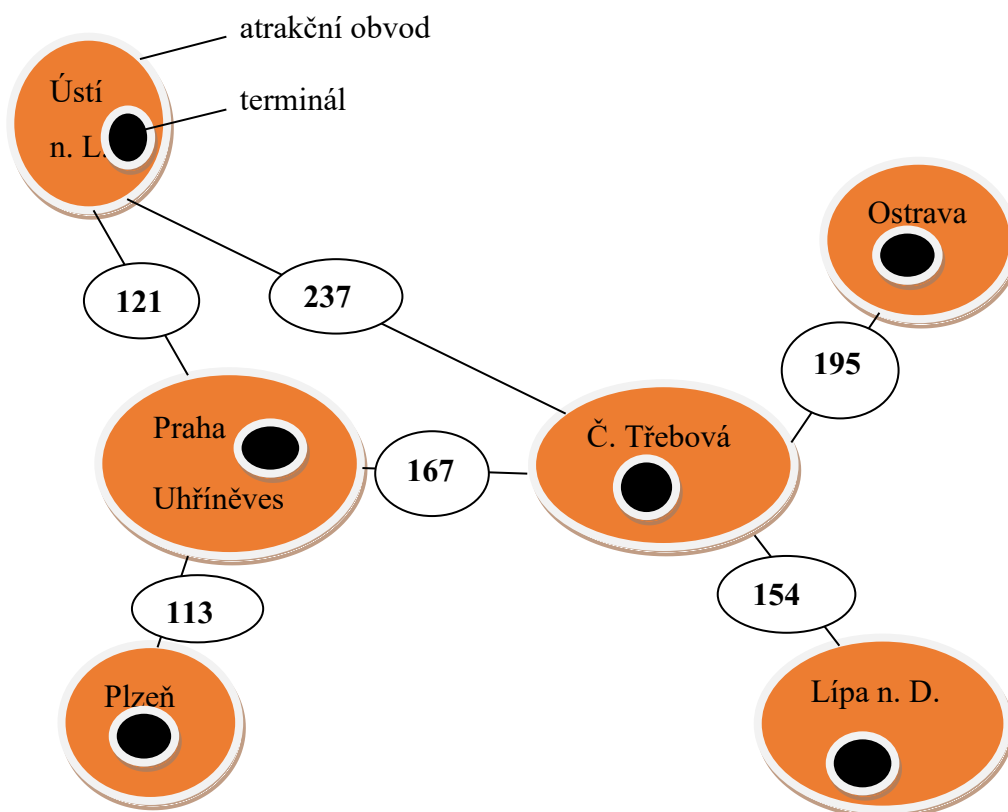
Zárukou kvalitně obsluženého atrakčního obvodu je moderní silniční infrastruktura (moderní síť silnic a dálnic a obchvaty městských aglomerací).

4.3.2 Efektivní propojení jednotlivých atrakčních obvodů

Jednotlivé atrakční obvody je nutno mezi sebou vzájemně propojit. Toto propojení využívá stávající infrastrukturu, kterou je vhodné dále modernizovat. Na přetížených

železničních koridorech je v současné době problematický úsek Česká Třebová – Praha, kde v některých časových oknech je tato trať kapacitně téměř plně využita a nabízí se řešení dobudovat v některých vytižených úsecích třetí traťovou kolej. Další odlehčení by přinesla plánovaná výstavba vysokorychlostních tratí, která by odklonila značnou část osobní dopravy na rameni Praha – Brno a Praha – Ostrava.

V následujícím grafu 4.4 je uspořádání jednotlivých obvodů společnosti Metrans, a.s. a jejich propojení, včetně kilometrických vzdáleností.



Graf 4.4 Grafické propojení atrakčních obvodů společnost Metrans, a.s. s kilometrickou vzdáleností

Zdroj: vlastní zpracování

V rámci obslužnosti těchto atrakčních obvodů je vhodné propojení pravidelnými nákladními expresními vlaky, které mohou být doplněny o vlaky ve zbytkové kapacitě dráhy pro případ zvýšené přepravní potřeby. Vzhledem k již stávajícímu propojení těchto obvodů se využívá stávající infrastruktura železniční sítě, která je doplněná v rámci stávající silniční infrastruktury k zajištění obslužnosti v rámci jednotlivých atrakčních obvodů. Při pravidelnosti propojení železniční dopravou je možné kalkulovat

s určitou predikcí pro následnou silniční dopravu a tím eliminovat časové ztráty. Ty mohou nastávat pouze při obsluze vlaků ve zbytkové kapacitě, které vyrovnávají výkyvy v požadavcích na přepravu.

Problémy při přepravě mezi a uvnitř atrakčního obvodu:

- přetížený železniční koridor,
- výluková činnost na železnici,
- mimořádné události v dopravě,
- nedostatečné pokrytí dálniční sítě a s tím související kongesce,
- „úzké místo“ při překládce v terminálech,
- návaznost na plynulost v přístavních terminálech.

Návrhy řešení k eliminaci problémů:

- k ulehčení na železničních koridorech by došlo výstavbou vysokorychlostních tratí, kdy část osobní dopravy přechází na tyto tratě, dále je žádoucí vyšší využití nočních sedel a nahrazení málo využívaných tras trasami pro logistické vlaky,
- výluková činnost musí probíhat koordinovaně, při mimořádných událostech možnost využít odklonových tras (zakázat souběh výluk na hlavní i odklonové trase ve stejný čas), výlukový čas zkrátit na nezbytně dlouhou dobu,
- zrychlení v šetření mimořádných událostí,
- výstavba nových dálnic a dostavba stávajících, výstavba obchvatů městských aglomerací,
- sofistikované vybavení překladišť moderními překládkovými systémy, snížení čekacích dob návazným druhem dopravy (nutná pravidelnost a možnost predikce dojezdu vlakových souprav),
- efektivita v operabilitě při dispečerském řízení v návaznosti na zákazové dispozice přístavů.

4.3.3 Sofistikované překládkové systémy

Jako nejvhodnější překládkové systémy pro terminály kombinované přepravy překládající intermodální jednotky mezi silniční a železniční dopravou se jeví portálové kolejové jeřáby doplněné bočním spreadrem.

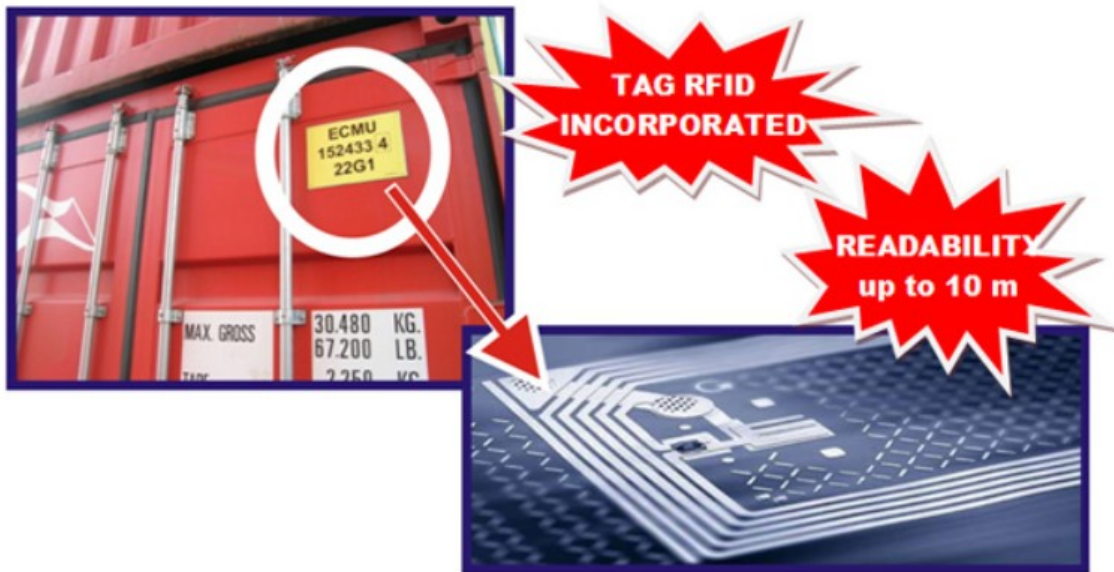
Do budoucna je možné zvažovat rozvoj technologií Modalohr a Cargobeamer. Tato zařízení však vyžadují vysokou součinnost silniční a železniční dopravy, kde jsou časové prodlevy při čekání na návaznou přepravu nežádoucí. Dalším problémem je požadavek na zábor pozemků a velká vstupní investice.

Zefektivnění technologie obsluhy terminálů kombinované přepravy je klíčovým prvkem pro atraktivitu tohoto odvětví, kde při překládce přepravních jednotek dochází k nejvyšším časovým ztrátám v celkovém přepravním čase.

4.4 Navrhované modernizace přepravních jednotek

Pro rozvoj a atraktivitu kombinované přepravy je vhodné provést modernizaci intermodálních jednotek. Požadavky nejsou jen bezpečnost a ochrana zboží při přepravě a překládce, ale také možnost sledování zásilky od doby převzetí dopravcem k přepravě po dodání zásilky konečnému zákazníkovi. Další požadavek je urychlení odbavení těchto jednotek v překladištích. Toto vše by vyřešilo osazení jednotek lokátorem GPS (Global Positioning System), který by se doplnil o systém RFID. Tato hybridní výbava přepravní jednotky by umožňovala nejen sledování zásilky v průběhu celého přepravního řetězce, ale také zrychlila a zefektivnila odbavení v překladištích. Průměrný čas na prohlídku jednoho kontejneru je 2 min. (sepsání vozu na místě), při prohlídce ucelené vlakové soupravy s 50 kontejnery je doba 100 min. Je také vyloučena lidská chybovost, která následně způsobuje ekonomické ztráty. Po vjezdu vlaku do terminálu osazenou čtecí bránou RFID se promítnou všechny údaje okamžitě do dispečerského systému, který okamžitě vyhodnotí postup překládky. RFID štítek může obsahovat různé údaje, jako číslo kontejneru, datum a místo odeslání, druh zboží, místo určení apod. Výhodou tohoto systému je zvýšení produktivity práce v terminálech, úspora lidských zdrojů a efektivnější dispečerské řízení.

Na Obr. 4.1 je znázorněn štítek RFID na kontejneru.



Obr. 4.1 Systém RFID – elektronická identifikace kontejnerů

Zdroj: [27]

Výhodou lokátoru GPS je vyjma již uvedeného sledování zásilky také historie přepravy a kontrola ujeté vzdálenosti. Nevýhodou je životnost baterie, sloužící k napájení lokátoru. To by mohlo vyřešit malé solární zařízení, které by lokátor průběžně nabíjelo. Baterie by na jednotce zůstala jako záložní zdroj. Tím by se tato nevýhoda eliminovala.

4.5 Systém automatického digitálního spřáhla

Pro zvýšení bezpečnosti, efektivity a snížení personální potřeby při posunu je vhodná implementace automatického digitálního spřáhla železničních vozů. Umožňuje sloučení mechanického, pneumatického a elektrického propojení vozidel do jednoho rozhraní. Tato spřáhla mají pět úrovní:

- manuální spojení a rozpojení a samočinné mechanické spojení,
- automatické spojení vzduchového potrubí a částečně automatizované rozpojení,
- navíc automatické spojení elektrického vedení a využití elektropneumatické brzdy,
- plus automatické datové spojení,
- plus automaticky dálkově ovládané rozpojení.

Výhody tohoto systému:

- nižší personální potřeba při posunu,

- digitální propojení soupravy s možností záznamu o složení vlaku,
- možnost tvorby delších a těžších vlaků,
- zvýšení ložné hmotnosti,
- vyšší rychlost z důvodu nižších dynamických účinků podélných sil v soupravě ve srovnání se spojením klasickými šroubovkami a tažným hákem,
- rychle účinkující elektronicky přímočinná pneumatická brzda, která ve vztahu k ETCS nepotřebuje při zastavování vlaku před koncem vlakové cesty prokluzovou vzdálenost cca 100 m,
- možnost jízdy na tratích vybavených ETCS, úrovně 3 (zajištění kontroly celistvosti vlaku).

Hlavní výhodou je v úrovni čtvrté a páté datové spojení, umožňující přenos dat jednotlivých vozových zásilek. Tímto datovým přenosem lze čerpat informace o jednotlivých vozových zásilkách (poloha, druh nákladu, výchozí a cílová stanice, druh zboží a požadavek na přepravu, omezení v případě přepravy mimořádných zásilek apod.). Tato data jsou důležitým prvkem při získávání informací nejen pro dispečerský aparát, ale i pro zákazníka.

Nevýhodou tohoto systému je jeho vysoká cena a problematika při přechodu na tento nový systém. Příklad digitálního spřáhla je uvedený na Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Digitální automatické spřáhlo

Zdroj: [28]

4.6 Řešení propustnosti železničních tratí

Jedním z problémů současné železnice je kapacitní přetížení tranzitních koridorů. V některých úsecích je zde kapacita téměř zaplněna, což přináší komplikace vzhledem k predikci vývoje železniční dopravy a požadavkům EU v rámci „Zelené dohody“ pro alokaci značného objemu přepravy na železnici. Pro zvýšení propustnosti je nutno učinit některá opatření.

V následujících podkapitolách jsou navrženy způsoby, které vedou ke zvýšení propustnosti vytížených tratí.

4.6.1 Výstavba vysokorychlostních tratí

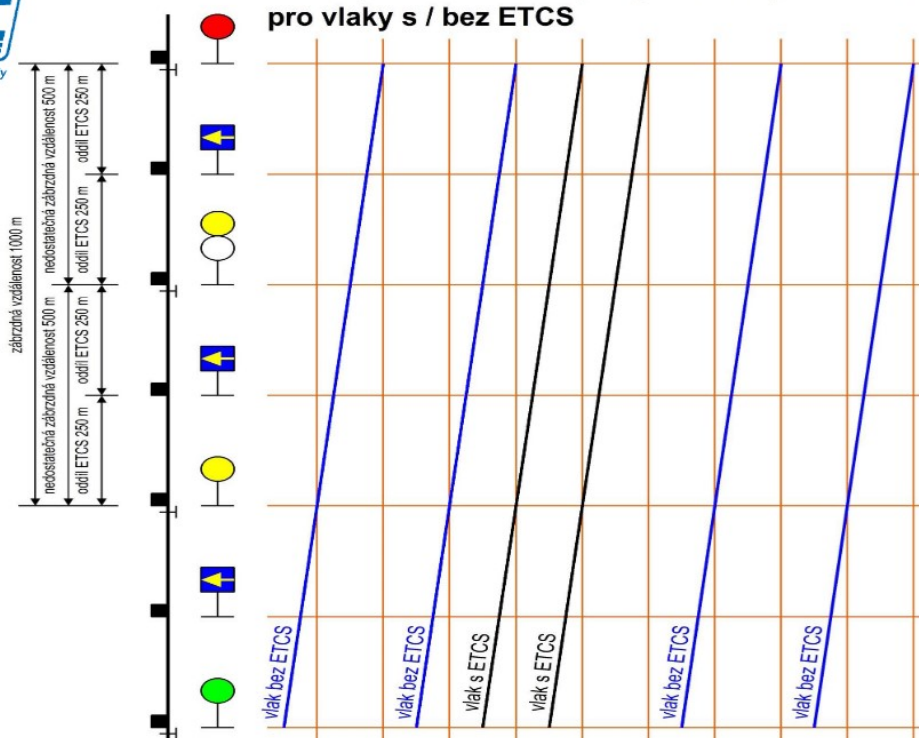
Plánovaná výstavba vysokorychlostních tratí by ulevila současnému tranzitnímu koridoru. Část dálkové osobní dopravy na rameni Praha – Brno a Praha – Ostrava by byla přesunuta na tyto nekonvenční tratě, čímž by na koridoru vznikly možnosti zavedení dalších tras zejména pro nákladní expresy podílející se na kombinovaných přepravách. Především vytížený I. a II. koridor by mohl být více využit nákladní dopravou.

4.6.2 Úprava železniční infrastruktury

Pro vyšší využití nákladní železniční dopravy jsou žádoucí úpravy na současné infrastruktuře. V exponovaných úsecích je vhodné dobudování třetí traťové koleje. To by umožnilo vyšší využití nejen při výlukových činnostech, ale také při běžném provozu. Dalším požadavkem je implementace odboček mezi stanicemi s delší mezistaniční vzdáleností, které umožňují přechod z jedné traťové koleje na druhou. To umožňuje rozdělení dlouhého úseku, který je možno operativně rozdělit při výlukách a ostatních mimořádnostech.

Nejen pro zvýšení bezpečnosti je plánováno zavedení evropského vlakového zabezpečovače (ETCS), umožňujícího zvýšení propustnosti při jízdě následných vlaků. Tyto vlaky pojedou v kratším rozmezí, než by jely vlaky bez ETCS, jak je znázorněno v Grafu. 4.5. Zatímco vlaky bez ETC jedou na dvě zábrzdňé vzdálenosti, vlaky pod plným dohledem ETCS jedou mezi jednotlivými polohovými body (balízami), které pomocí radioblokové centrály udělují vlakům povolení k další jízdě.

Možnost zvýšení kapacity přetížených traťových úseků použitím rozdílných prostorových oddílů pro vlaky s / bez ETCS



Graf 4.5 Porovnání kapacity bez a s ETCS

Zdroj:[29]

Další zvýšení propustnosti by mohlo přinést tzv. automatické stavění vlakových cest. V určité podobě se s ním lze setkat již nyní na tratích řízených dálkovým způsobem z Centrálních dispečerských stanišť. V současné podobě však jeho funkce jsou dosti omezené. Automaticky určují vlakové cesty do předem definovaných směrů a umožňuje předvolbu dalších vlakových cest, např. jízda následného vlaku z dopravního bodu za rychlejším vlakem, ale provoz fakticky neřídí. V budoucnu by bylo přínosem pomocí algoritmů a zadaných dat řídit předjíždění i křižování vlaků na trati. Podmínkou je striktní dodržování rychlostí pro jednotlivé druhy vlaků, daných interními předpisy. Pomocí zadaných jízdních dob by systém optimálně vyhodnotil dopravní bod pro předjetí či křižování vlaků a následně „stavěl“ vlakové cesty. Tím by se efektivně využila kapacita jednotlivých tratí. Jako druhotný efekt by toto řešení vedlo ke snížení obsluhujícího personálu (traťový dispečer by mohl řídit tímto způsobem delší úsek na trati). Vzhledem ke stávající skladbě vlaků je však toto řešení v současné době nereálné vzhledem ke stochastickým podmínkám jízdy jednotlivých vlaků (nedodržování jízdních dob z důvodu odchylného řazení, sklonových poměrů, horším adhezním podmínkám apod.).

4.6.3 Vyšší využití nočních sedel

Vzhledem k útlumu osobní dopavy v nočních hodinách je vhodné zavádět trasy nákladních vlaků především v těchto sedlech. Největší tzv. „hluchá místa“ jsou v druhé polovině nočních hodin, která je nutno využít pro dopravu na přetížených tratích. Zaměřit se na trasování vlaků přes „úzká místa“ právě v těchto hodinách. Tomu přizpůsobit další činnosti při nájezdech do jednotlivých terminálů s další návazností na silniční dopravu.

4.6.4 Vyšší využití nákladních vlaků

Pro propustnost je stěžejním kritériem kvantum. Z toho důvodu je vhodné optimální využití jednotlivých tras vlaků. K tomu, aby dopravci efektivně využili své trasy, musí naplnit normativy hmotnosti i délky vlaku. V tomto ohledu se kombinovaná přeprava jeví jako vhodný, vzhledem k tomu, že tyto předpoklady naplňují. Problémem jsou vlaky s malými normativy, které mají z tohoto důvodu nízkou přepravní produktivitu. Řešením je uvolnit místo logistickým vlakům i za cenu přechodu zátěže z manipulačních vlaků na silnici. I přesto však naroste objem nákladní dopavy na železnici na úkor silniční.

Důležitým aspektem je podíl „mrtvé hmotnosti“, který je nutné eliminovat. Vhodnost vozů je znázorněna v kapitole 4.2.2, kde se porovnávají jednotlivé řady vozů. Jako efektivní se jeví plošinové vozy pro přepravu kontejnerů.

4.6.5 Požadavek na konstrukční rychlost

Vzhledem k nejvyšší rychlosti na současných tratích v km.h⁻¹. je pro nákladní expresy dostačující rychlost 120 km.h⁻¹. V současné době však tuto rychlost splňují pouze poštovní expresní vlaky. Do budoucna žádoucí zvýšení této rychlosti pro vlaky zajišťující kombinovanou přepravu. Podmínkou je modernizace vozového parku. S nižším rozdílem v rychlostech se zvyšuje propustnost tratě.

Porovnání následného mezidobí na trojznakém automatickém bloku v mezistaniční vzdálenost 10 km:

- pro rychlost Nex 100 km.h⁻¹, Ex 160 km.h⁻¹:

$$I^{P-R} = t_j^P + I_{př} + t_{vc} - t_j^R \quad (4.2)$$

kde:

I^{P-R} je interval mezi pomalejším a rychlejším vlakem,

t_j^P doba jízdy vlaku s nižší rychlostí do následující dopravní s kolejovým rozvětvením,

$I_{př}$ příjezdový interval do dopravní s kolejovým rozvětvením (uvažováno 2,5 min.),

t_{vc} příprava vlakové cesty pro následný vlak + čas jízdy od viditelnosti předvěsti do dopravní s kolejovým rozvětvením (uvažováno 1,5 min.),

t_j^R doba jízdy vlaku s vyšší rychlostí do následující dopravní s kolejovým rozvětvením.

Po dosazení do vzorce 4.2:

$$I^{P-R} = 6 + 2,5 + 1,5 - 3,75 = 6,25$$

Následná jízda vlaku s vyšší rychlostí může být uskutečněna nejdříve po uplynutí doby **6,25 min.**

- pro rychlost Nex 120 km.h⁻¹, Ex 160 km.h⁻¹:

$$I^{P-R} = 5 + 2,5 + 1,5 - 3,75 = 5,25$$

Následná jízda vlaku s vyšší rychlostí může být uskutečněna nejdříve po uplynutí doby **5,25 min.**

Výše uvedený výpočet dokazuje vliv zmenšení rozdílu rychlostí na výslednou vyšší propustnost tratě.

4.6.6 Návrh GVD s vyšším využitím vlaků pro kombinovanou přepravu

Přílohou této diplomové práce je zpracovaný GVD v programu Kango na jedné z nejvytíženějších železničních dopravních tepen v ČR. Jedná se o trať Česká Třebová – Praha. Je zde vloženo šest párů nových vlaků (z toho čtyři na rameni Česká Třebová – Praha Uhřetěves a dva jsou z Kolína trasovány směr Nymburk – Děčín – Spolková republika Německo). Pro plánování tras je využita dynamika jízdy skutečných nákladních expresních vlaků 61 020 a 61 021. V GVD jsou doplněné trasy znázorněny červenou barvou a jedná se o tyto čísla vlaků:

- 99 988, 99 989, 99 990, 99 991 – Praha Uhřetěves – Česká Třebová,

- 99 996, 99 997, 99 998, 99 999 – Česká Třebová – Praha Uhřetěves,
- 99 992, 99 993 – Spolková republika Německo – Děčín – Kolín – Česká Třebová,
- 99 994, 99 995 – Česká Třebová – Kolín – Nymburk – Děčín – Spolková republika Německo.

V použitém GVD je již uvažováno s vlaky osobní dopavy, které v současné době využívají spojení Kolín – Havlíčkův Brod – Brno, jedná se tedy o plné využití této frekventované tratě. V úseku Česká Třebová – Pardubice je po vložení nových tras zaznamenán nárůst nových vlaků o cca 12 %, z celkového počtu nákladních vlaků. Po důkladné analýze je také možné některé trasy průběžných nákladních vlaků, které dopravci využívají sporadicky, nahradit vlaky kombinované přepravy. Další možnou variantou je v některých dnech nahrazení tras, které jsou vedeny do Prahy Uhřetěves, směrem na Nymburk a Děčín. Dále je vhodná užší spolupráce provozovatele dráhy s provozovateli drážní dopavy vzhledem k jasným požadavkům udělování kapacity v jednotlivých dnech v týdnu.

V období nočních sedel, by bylo možné další navýšení tras, ale při tvorbě GVD je také nutno zohlednit kapacitní požadavky jednotlivých terminálů kombinované přepravy. Při plánování tras je nutno brát v potaz kapacitní možnosti terminálů kombinované přepravy, která má své limity.

5 Zhodnocení získaných výsledků

Vzhledem k současnému rapidnímu nárůstu světové populace je nezbytné zabývat se ochranou životního prostředí ve všech odvětví národního hospodářství. Jedním z nich je doprava, která zajišťuje veškerý materiální tok na celém světě a ovlivňuje životní, výrobní a společenskou úroveň. Vzhledem k tomuto vývoji přistoupila EU k opatření, vztahující se ke snížení uhlíkové stopy. Tato opatření se dotýkají i oboru dopravy. Tato práce ukazuje směry a způsoby, které by mohly pomoci přeměrování zátěžových proudů ze silniční na železniční dopravu s využitím kombinované přepravy, která využívá výhod jednotlivých módů dopravy.

Úvodní část je věnována teoretické části, která vysvětluje základní principy kombinované přepravy. Jsou zde uvedeny její druhy dle různých kritérií a popsány výhody nejen ekonomické a environmentální, ale také finální profit pro konečného zákazníka.

Následně práce vysvětluje důvody pro investování finančních prostředků do tohoto moderního odvětví vzhledem k požadavkům EU. Je zde uvedena preskripce přepravních jednotek, umožňujících bezpečnou přepravu a překládku mezi jednotlivými druhy dopravy. Pozornost je věnována stěžejním intermodálním přepravním jednotkám (kontejnerům, výměnným nástavbám a návěsům).

Práce se také zabývá funkcí překladišť s uvedením parametrů některých z nich. Jsou zde uvedeny poskytované služby zákazníkům a popsána technologie práce obsluhy, včetně omezujících podmínek. Další část se věnuje sofistikovaným překládkovým systémům s vysvětlujícím komentářem.

Druhá část pojednává o dvou stěžejních módech v kombinované přepravě v ČR, a to dopravě železniční a silniční. Zajímavým ukazatelem je porovnání spotřeby energie na počet tunokilometrů jednotlivých druhů dopravy, kde je dokázán nejefektivnější poměr tunokilometru na spotřebu energie u železniční elektrické dopravy.

Část práce je věnována představením jednotlivých dopravců a jejich podílu na celkové přepravě. Je zde popsána technologie přepravy zásilek v kombinované přepravě a schematicky vyjádřen princip technologie jízd ucelených vlaků. Problematika schopnosti objemu přepravních výkonů, které jsou dosažitelné za určitou časovou jednotku při daném stavu techniky, technologie a organizace práce s využitím rezerv je

zde vyjádřena jako kapacita infrastruktury s uvedením stěžejních hodnot pro její určení. V silniční dopravě je zde formulován charakter sítě s kilometrickým vyjádřením.

Třetí část analyzuje evropskou dopravní politiku s hlavní částí pro úkol této práce, tzn. přesun 30 % současné silniční dopravy při délce přepravní vzdálenosti nad 300 km na železniční nebo vodní dopravu (v rámci ČR železniční). Je zde graficky znázorněn podíl dělby přepravní práce v roce 2015 s porovnáním prediktivního vývoje v roce 2030. Nutnou součástí je dekarbonizace dopravy, což je vyjádřeno v tzv. Balíčku „Fit for 55“. V tomto Balíčku se EU zavazuje snížit do roku 2030 emise minimálně o 55 %. Graficky je zde uveden podíl emisí produkovaných jednotlivými druhy dopravy, které ukazují jednoznačně na železniční dopravu, jako dopravu budoucnosti s ohledem na množství emisí uhlíkové stopy.

Práce klade důraz na nutnost transformace železniční dopravy od kusových zásilek k multimodálnímu způsobu přepravy, která musí zaujímat drtivě většinový podíl všech přeprav po železnici. Pro jejich zefektivnění se zde udává nezbytnost celkové interoperability pro plynulou přepravu mezi státy EU s uvedením implementačních plánů pro ČR. Překonání a zefektivnění přeprav přes tato „úzká místa“ přinese zkrácení celkové přepravní doby a umožní přepravu většího objemu zboží po železnici. Jsou zde rozebrány hlavní příčiny poklesu železniční nákladní dopravy po roce 1989 a její změny s ohledem na politický vývoj v této zemi a uvedeny hlavní aspekty pro fungující železnici budoucnosti.

V praktické části práce jsou řešeny návrhy ke zvýšení atraktivity kombinované přepravy v návaznosti na vyšší využití železniční dopravy. Jsou zde uvedeny rozhodující faktory pro zákazníky při volbě druhu dopravy.

Důležitým aspektem jsou celkové náklady pro zákazníka (dopravce). Proto je zde uveden modelový příklad s navrženými tarify pro silniční a železniční dopravu. Výsledkem je ekonomická komparace jednotlivých módů dopravy při přepravě kontejnerů, která ukazuje na ještě vyšší ekonomickou výhodnost železniční dopravy. Je zde také uvažováno s případným turbulentním nárůstem elektrické energie. Jsou tu uvedeny praktické výpočty a návrhy tarifů pro vyšší vytížení železniční dopravy.

Dalším způsobem pro řešení dané problematiky je optimalizace vozového parku, kde je porovnán poměr podílu „mrtvé hmotnosti“ k přepravovanému nákladu, který ukazuje na výhodnost moderních vozů pro přepravu intermodálních přepravních jednotek. V práci

jsou popsány vhodné prvky optimalizace atrakčních obvodů a grafické znázornění jejich propojení pro společnost Metrans, a. s.. Jsou zde uvedeny kolizní prvky způsobující komplikace uvnitř atrakčního obvodu a návrhy na jejich řešení. Pro vyšší efektivitu atrakčních obvodů jsou důležitým prvkem sofistikované překládkové systémy, ale také optimalizace přepravních jednotek. Vhodným doplňkem přepravní jednotky je lokátor GPS, doplněný o systém RFID. Tyto prvky umožní vyšší efektivitu přepravy. Díky lokátoru vzniká kontinuální možnost sledování zásilky. Identifikační systém RFID zkrátí přepravní dobu v terminálech a přispěje k vyšší produktivitě práce v překladištích. Jedním z vhodných systémů pro zefektivnění železniční dopravy je automatické digitální spřáhlo. V práci jsou zaznamenány výhody tohoto zařízení, jako je především úspora personální potřeby, zvýšení ložné hmotnosti a možnost přenosu dat. Přenos dat by umožnil nejen kontinuální přehled o jednotlivých vozech, ale také informace o zásilce apod.

V závěru práce je řešena propustnost a navrženy způsoby pro její zvýšení. Je zde porovnán příklad vyšší využitelnosti kapacity železniční sítě při menším rozdílu traťových rychlostí nákladních expresů s expresy osobními s využitím výpočtu následného mezidobí.

Přílohou této práce je zpracování GVD 2022/2023 s vložením nových tras na jedné z nejvytíženějších koridorových tratí v ČR. Tento grafikon ukazuje, že možnost dalšího navýšení počtu nákladních vlaků stále existuje. Je však nezbytná efektivita při jejich využívání, která se odráží v naplnění kapacity jednotlivých vozových jednotek. Jsou zde znázorněny trasy pro využití kombinované přepravy, která v sobě skýtá obrovský potenciál a velkou příležitost pro dopravce, kteří jsou nuceni vhodně obměnit vozidlový park z důvodu zaměření svých přeprav, na přepravu intermodálních jednotek.

Celkově práce dokazuje výhody navržených způsobů řešení problematiky kombinované přepravy. Vzhledem k tomu, že je zaměřena na vyšší využití dopravy železniční, je značná část věnována právě jí. Tato řešení by mohla pomoci zvýšit atraktivitu kombinované přepravy a podílet se na splnění požadavků EU, vzhledem ke snižování uhlíkové stopy a zachovat trvale udržitelný rozvoj celé společnosti.

Přínos navrhovaných řešení je zpracován do přehledné tabulky – viz Tab. 5.1.

Tab. 5.1 Tabulka aplikovaných návrhů řešení a jejich přínos

Souhrn aplikovaných návrhů řešení a jejich přínos	
návrh řešení	přidaná hodnota
změna cenové politiky	vyšší ekonomická atraktivita železniční dopravy
optimalizace vozového parku	nižší náklady na tunu přepravovaného nákladu
optimalizace atrakčních obvodů	vyšší produktivita práce v terminálech
modernizace přepravních jednotek	<ul style="list-style-type: none"> • vyšší bezpečnost zboží, • rychlejší odbavení, • kontinuální sledovanost zásilky
systém automatického digitálního spřáhla	nižší personální potřeba
vlakový zabezpečovací systém ETCS	<ul style="list-style-type: none"> • zvýšení bezpečnosti a propustnosti železniční dopravy, • vyšší stupeň komunikace mezi mobilní a traťovou částí zabezpečovacího zařízení
vyšší využití nočních sedel a nákladních vlaků,	zvýšení objemu nákladní přepravy na železnici
zvýšení konstrukční rychlosti nákladních expresů	<ul style="list-style-type: none"> • kratší doba následného mezidobí, • vyšší propustnost

Zdroj: vlastní zpracování

Závěr

Stěžejním cílem této práce bylo umožnění vyššího využití železniční dopravy při přepravě intermodálních jednotek. Záměr EU pro přesun značného objemu zboží ze silnic na železnici je úkol, který je nutné splnit nejen vzhledem k ochraně životního prostředí a vyšší bezpečnosti na pozemních komunikacích, ale také z důvodu snížení kongescí v městských aglomeracích. Tato práce klade důraz na ekonomickou atraktivitu železniční dopravy, která by mohla přilákat zákazníky využívající primárně silniční dopravu. Pro snížení časových ztrát při překládce mezi jednotlivými druhy dopravy je zapotřebí zavést sofistikované vybavení terminálů kombinované přepravy s efektivní obsluhou atrakčního obvodu a jejich vhodným propojením. Úkolem těchto atrakčních obvodů je zajištění kontinuálního přepravního řetězce, který je úzce spjat s propracovanou technologií obsluh jednotlivých překladišť. V těchto bodech dochází k největším časovým ztrátám v celkové přepravě. Z tohoto důvodu se část této práci věnuje také optimalizaci terminálů kombinované přepravy. Pro zákazníka je klíčovým faktorem cena, rychlost, spolehlivost, bezpečnost a kvalita přepravy. Pořadí těchto kritérií však nemusí být vždy stejné. Je však nutné při přepravě dbát na hlavní principy logistiky, dbát na koordinaci, synchronizaci a optimalizaci v celém přepravním řetězci s dosažením konečného (synergického) efektu. Toho je však možné dosáhnout pouze při využití hlavních předností jednotlivých módů dopravy. Pro zákazníka je žádoucí také kontinuální sledování zásilky, čehož je možné dosáhnout způsoby, které jsou součástí této práce.

Současná vytíženost hlavních tranzitních koridorů bohužel naráží na své limity. Z tohoto důvodu je část práce věnována problematice propustnosti a návrhy k jejímu zvýšení.

Vzhledem k narůstajícímu provozu na pozemních komunikacích, zhoršujícímu se životnímu prostředí, stoupajícímu počtu nehod, nedostatku parkovacích míst a kongescí v městských aglomeracích je zvolené téma diplomové práce aktuální právě v této době. Proto jsou navrženy některé způsoby, které by mohly vést k přesunu části objemu nákladní přepravy ze silnic na železnici. Tyto přesuny však mají své limity, které při stávající železniční infrastruktuře nelze překonat. Z tohoto důvodu je nutné hledat cesty, jak uspokojit zvyšující se poptávku po přepravě. Jednou z možností, které by tyto limity

posunuly je výstavba vysokorychlostních tratí, čímž by došlo k uvolnění kapacity na stávajícím železničním koridoru.

Pouze jednotná evropská politika a souhrn všech navrhovaných opatření, která je vhodná uskutečnit, povede k vyšší atraktivitě kombinované přepravy. Její vyšší využití přinese jednoznačně celkový profit pro celou společnost.

Seznam zdrojů

- [1] *HZ kontejnery* [online]. Třebíč: HZ KONTEJNERY, 2022. [2022-11-26]. Dostupné z: <http://www.hz-kontejnery.cz/detail-kontejneru?id=631>
- [2] NOVÁK, Jaroslav a kol. *Kombinovaná přeprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2015. ISBN 978-80-7395-948-7.
- [3] DSV. *Dry kontejner* [online]. [2022-12-08]. Dostupné z: <https://www.dsv.com/cs-cz/nase-reseni/typy-prepravy/namorni-preprava/rozmery-prepravniho-kontejneru/dry-kontejnery>
- [4] TIP group. *Vymenna Nastavba* [online]. Hamburk, 2022. [2022-12-09]. Dostupné z: <https://www.tipeurope.cz/portfolio/vymenna-nastavba>
- [5] *RoadRailer* [online]. Praha: Litomysky, 2022. [2022-12-15]. Dostupné z: <http://www.litomysky.cz/n/VNUSADeluxrora.htm>
- [6] NOVÁK, Jaroslav. *Infrastruktura kombinované dopravy v České republice a podpora státu kombinované dopravy* [online]. Praha: MD ČR. [2022-12-17]. Dostupné z: <https://adoc.pub/infrastruktura-kombinovane-dopravy-v-ceske-republice-a-podpor.html>
- [7] *Kombinovaná doprava* [online]. Praha: MD ČR, 2023. [2022-12-18]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Kombinovana-doprava-2\)/kombinovana-doprava-\(1](https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Kombinovana-doprava-2)/kombinovana-doprava-(1)
- [8] SEDLÁK, Pavel. *Nové systémy pro přepravu sedlových návěsů*: MODALOHR [online]. [2022-12-18]. Dostupné z: <https://web2.mendelu.cz/autozkusebna/docs/docsedlak/technologiedopravy/MODALOHR%20komb%20doprava1.pdf>
- [9] CEMPÍREK, Václav, RATHOUSKÝ, Bedřich a JIRSÁK, Petr. *The Intermodal Transportation of Semitrailers* [online]. Pardubice: Perners Contacts [2022-12-19]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/The-CargoBeamer-system-horizontal-transshipment-of-standard-semitrailer-source_fig2_349610923
- [10] Správa železnic. *Charakteristika železniční sítě* [online]. Praha: Správa železnic, 2023. [2023-01-06]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/o-nas/vse-o-sprave-zeleznic/zeleznice-cr/zeleznicni-sit-v-cr>

- [11] ZEMAN, Jan. *Měrná energetická náročnost jednotlivých druhů dopravy v ČR* [online]. Praha: Ekolist.cz, 2023. [2023-01-15]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/merna-energeticka-narocnost-jednotlivych-druhu-dopravy-v-cr>
- [12] KRÁSENSKÝ, David. *Železniční nákladní koridory – RFC* [online]. Stránky přátel železnic © SPŽ, 2023. [2023-01-15]. Dostupné z: <https://spz.logout.cz/infrastruktura/rfc.html>
- [13] GAŠPARÍK, Jozef a KOLÁŘ, Jiří. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3.
- [14] Správa železnic. *Podíl dopravců na výkonech* [online]. Praha: Správa železnic 2021 [2023-01-16]. Dostupné z: https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50167315/V%C3%BDkony_2021.pdf/a086305b-66e7-4668-a24a-39b18fafcc2b
- [15] Metrans Rail. *O nás* [online]. Praha: Metrans, © 2023 METRANS Rail s.r.o. [2023-02-25]. Dostupné z: <https://www.metransrail.eu/>
- [16] PKP Cargo International. *Železniční doprava* [online]. Ostrava: PKP CARGO INTERNATIONAL, 2023. [2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.pkpcargointernational.com/co-delame/zeleznicni-doprava>
- [17] GAŠPARÍK, Jozef a ZITRICKÝ, Vladislav. *Manažment kapacity železničnej infraštruktúry*. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2010. ISBN 978-80-554-0241-3.
- [18] HUDEC, Stanislav. *Mapa dálnic* [online]. Praha: ceskedalnice.cz. © 2021 Stanislav Hudec. [2023-03-05]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/image/mapa-velka.png>
- [19] Český statistický úřad. *Dopravní infrastruktura – časové řady* [online]. [2023-03-05]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/dopravni_infrastruktura_casove_rady
- [20] Ministerstvo dopravy ČR. *Koncepce nákladní dopravy pro období 2017–2023* [online]. Praha: MD ČR, 2017. [2023-03-05]. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Strategie/Koncepce-nakladni-dopravy-pro-obdobi-2017-2023-s-v/MD_Koncepce_nakladni_dopravy_w.pdf.aspx

- [21] Zpravodajství – *Evropský parlament. Emise CO2 z aut: fakta a čísla (infografika)* [online]. 16-02-2023. [2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20190313STO31218/emise-co2-z-aut-fakta-a-cisla-infografika>
- [22] *Prohlášení o dráze celostátní a dráhách regionálních* [online]. Praha: Správa železnic, 2020, [2023-03-07]. Dostupné z: https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/122392601/cj80929_Prohl%C3%A1%C5%A1en%C3%AD+2022_CaR_6+zm%C4%Bna.pdf/a83ff370-b5e0-4d27-9a8d-f229a6285ef3
- [23] *KAPO Kalkulačka* [online]. Praha: Správa železnic. [2023-03-07]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/kalkulacka/Vypocet.aspx>
- [24] *Smlouva o dodávkách trakční elektrické energie* [online]. [2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/50172200/Smlouva+dod%C3%A1vky+TEE+2021/772d1ae3-99a8-4ff1-89c4-02f87eea7ce2>
- [25] ŘSD ČR. *Sazby mýtného* [online]. 2019 © Ředitelství silnic a dálnic ČR. [2023-03-10] Dostupné z: <https://mytocz.eu/cs/emytne/sazby-mytneho-2021>
- [26] *TSS Cargo* [online]. Ostrava: estarweb, 2023 [2023-03-11]. Dostupné z: <http://www.tsscargo.cz/prehled-zakladnich-typu-vozu>
- [27] *TAGETE-identifikační štítek na přepravní kontejnery, bezpečnostní štítky* [online]. Jablonec nad Nisou: LeghornGroup, © 2023. [2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.leghorngroup.cz/tagete/>
- [28] SŮRA, Jan. *Možná v budoucnu výhodné, ale hodně drahé. V Česku se poprvé ukazuje automatické digitální spráhlo* [online]. 26. 07. 2022. [2023-03-16]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/mozna-v-budoucnu-vyhodne-ale-hodne-drahe-v-cesku-se-poprve-ukazuje-automaticke-digitalni-sprahlo-120394/>
- [29] BINKO, Marek. *European Rail Traffic Management System na síti SŽDC* [online]. Praha. 26. 3. 2015. [2023-03-16]. Dostupné z: <http://binko.webzdarma.cz/2015-1a.pdf>

Seznam grafických objektů

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Univerzální kontejner 20 stop.....	16
Obr. 1.2 Výměnná nástavba.....	22
Obr. 1.3 Podvojný návěs Road Railer.....	24
Obr. 1.4 Rozmístění překladišť s veřejným přístupem.....	25
Obr. 1.5 Systém Modalohr.....	31
Obr. 1.6 Systém CargoBeamer.....	32
Obr. 2.1 Relace dopravce Metrans Rail s.r.o.	38
Obr. 2.2 Mapa dálnic s predikcí další výstavby.....	47
Obr. 3.1 Kalkulačka pro výpočet poplatku za použití železniční dopravní cesty.....	56
Obr. 4.1 Systém RFID – elektronická identifikace kontejnerů.....	74
Obr. 4.2 Digitální automatické spřáhlo.....	75

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Vnější rozměry kontejnerů ISO řady 1.....	17
Tab. 1.2 Parametry výměnných nástaveb a jejich vnější rozměry:	22
Tab. 1.3 Přehled překladišť s veřejným přístupem v ČR.....	25
Tab. 1.4 Parametry nejdůležitějších překladišť ČR.....	26
Tab. 2.1 Porovnání spotřeby energie na počet tunokilometrů jednotlivých druhů doprav.....	34
Tab. 2.2 Délka silnic a dálnic v ČR v roce 2021	48
Tab. 3.1 Silniční mýtné ČR a Rakousko.....	53
Tab. 3.2 Poplatek za železniční trasu.....	53
Tab. 3.3 Cena za přidělení kapacity dráhy pro nákladní dopravu	55
Tab. 3.4 Přehled měrných spotřeb nákladních vlaků včetně koeficientů	57
Tab. 4.1 Současný tarif mýtného systému	61
Tab. 4.2 Navrhovaný tarif mýtného systému.....	62
Tab. 4.3 Srovnání technických parametrů vybraných železničních nákladních vozů	68
Tab. 5.1 Tabulka aplikovaných návrhů řešení a jejich přínos	84

Seznam schémat

Schéma 2.1 Mapa železničních nákladních koridorů	35
Schéma 2.2 Shuttle systém	41
Schéma 2.3 Konvenční liniový systém.....	41
Schéma 2.4 Liniový skupinový vlak.....	42
Schéma 2.5 Anténní Shuttle vlak.....	43
Schéma 2.6 Zjednodušený systém „Hub-and-Spoke“	44

Seznam grafů

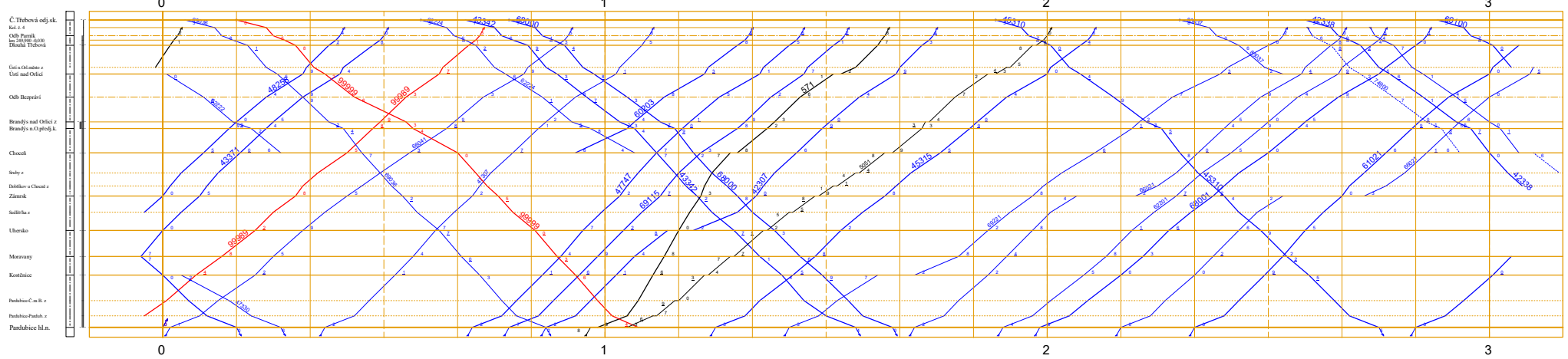
Graf 2.1 Podíl dopravců v procentech na výkonech sítě Správy železnic ve vlakových kilometrech za rok 2021.....	36
Graf 2.2 Podíl dopravců v procentech na výkonech sítě Správy železnic v hrubých tunokilometrech za rok 2021	36
Graf 3.1 Dělbá přepravní práce v roce 2015.....	49
Graf 3.2 Predikce dělby přepravní práce v roce 2030	50
Graf 3.3 Podíl emisí dle druhu dopravy.....	51
Graf 4.1 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Eans 9-105.0	69
Graf 4.2 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Sgnss	69
Graf 4.3 Podíl vlastní hmotnosti k ložné hmotnosti vozu Sggrss.....	69
Graf 4.4 Grafické propojení atrakčních obvodů společnost Metrans, a.s. s kilometrickou vzdáleností	71
Graf 4.5 Porovnání kapacity bez a s ETCS	77

Seznam zkratek

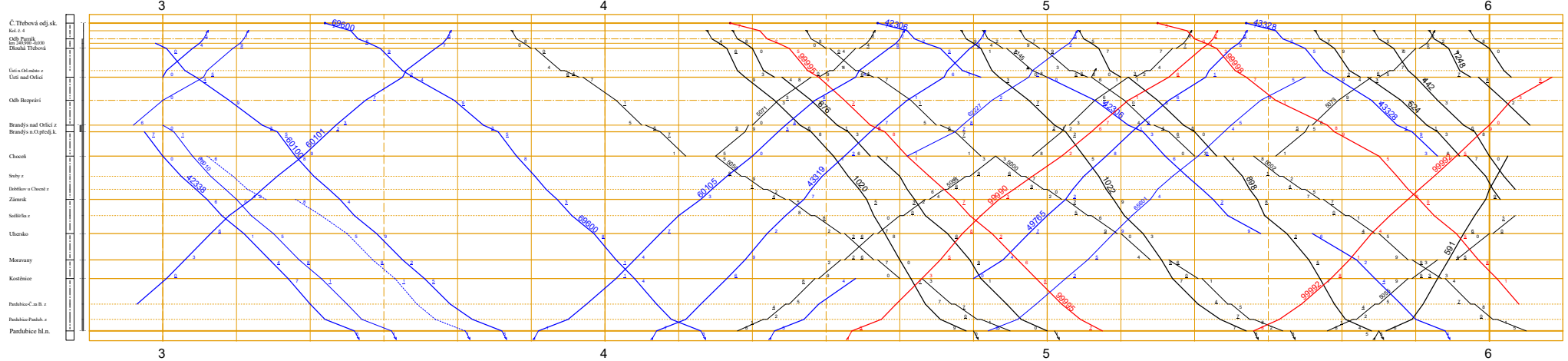
ACTS	Přepravní systém odvalovacích kontejnerů (Abroll-Container-Transport-System)
AGTC	Evropská dohoda o nejdůležitějších trasách mezinárodní kombinované dopravy a souvisejících objektech (European Agreement on Important International Combined Transport Lines and Related Installations)
ERTMS	Evropský systém řízení železniční dopravy (European Rail Traffic Management System)
ETCS	Evropský vlakový zabezpečovací systém (European Train Control System)
EU	Evropská unie
GPS	Satelitní navigační systém (Global Positioning System)
GVD	Grafikon vlakové dopravy
LIM	Mezinárodní jízdní řád nákladních vlaků (Livret – Indicateur International Marchandises)
Nex	Nákladní expresní vlak
RFID	Radiofrekvenční identifikátor (Radio Frequency Identification)
RINF	Registry v infrastruktuře
TSI ENE	Technické specifikace pro interoperabilitu energií
TSI SRT	Technické specifikace pro interoperabilitu bezpečnosti v tunelech
TEN-T	Transevropská dopravní síť (Trans-European Transport Networks)
UIC	Mezinárodní železniční unie (Union Internationale des Chemins de fer)

Příloha A Navržený grafikon vlakové dopravy pro úsek Česká Třebová – Praha Uhřetěves (vložené vlaky jsou znázorněny červeně)

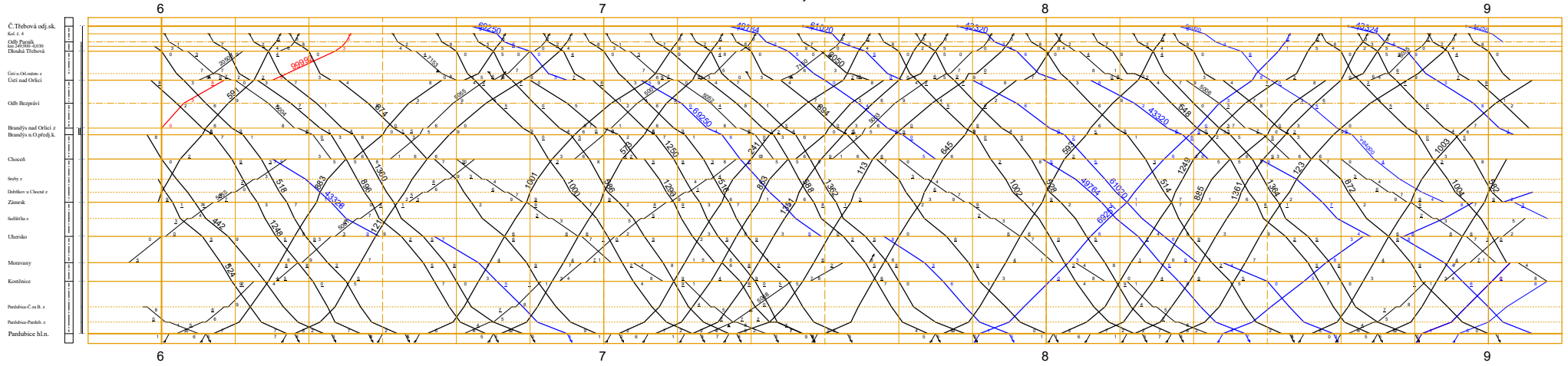
Č. Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



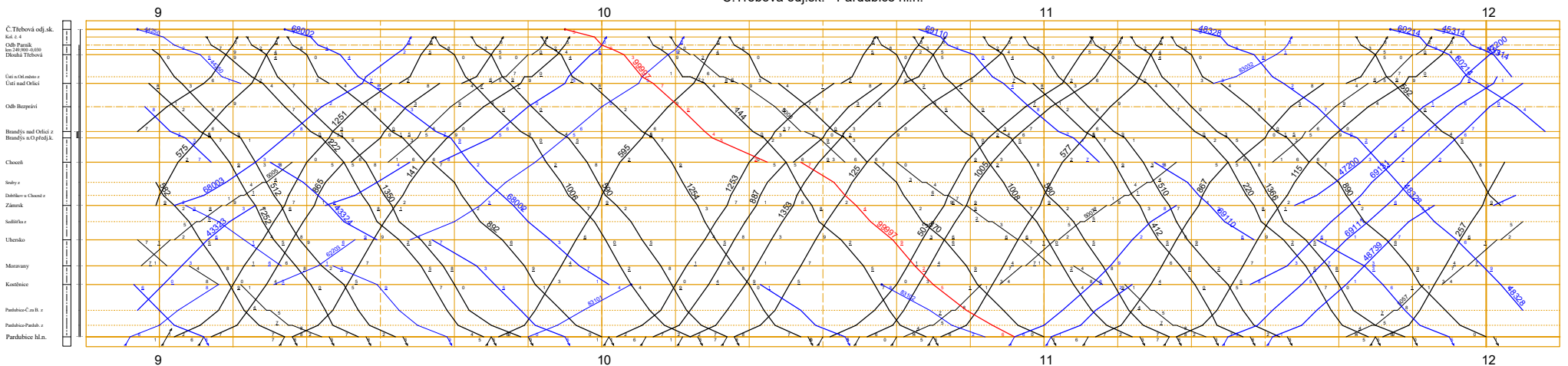
Č. Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



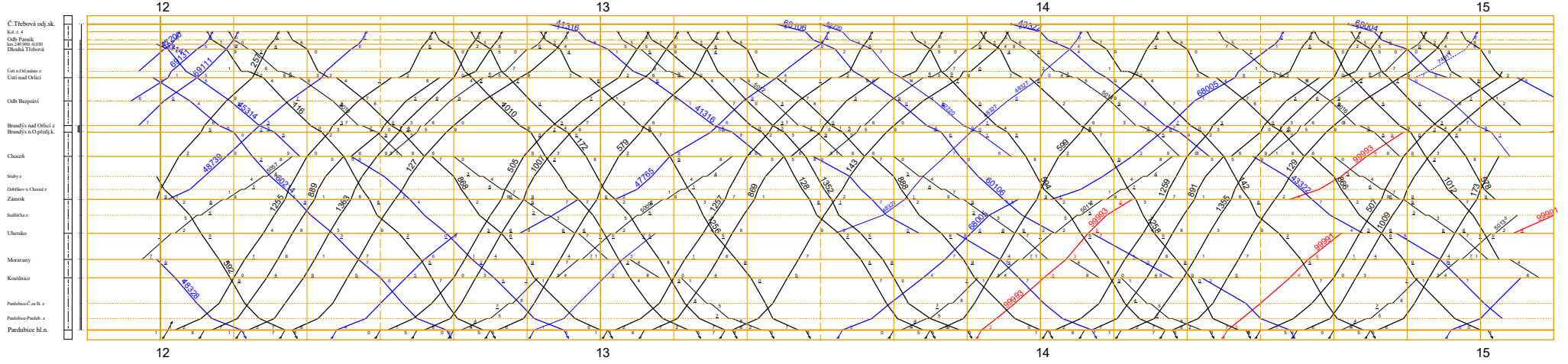
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



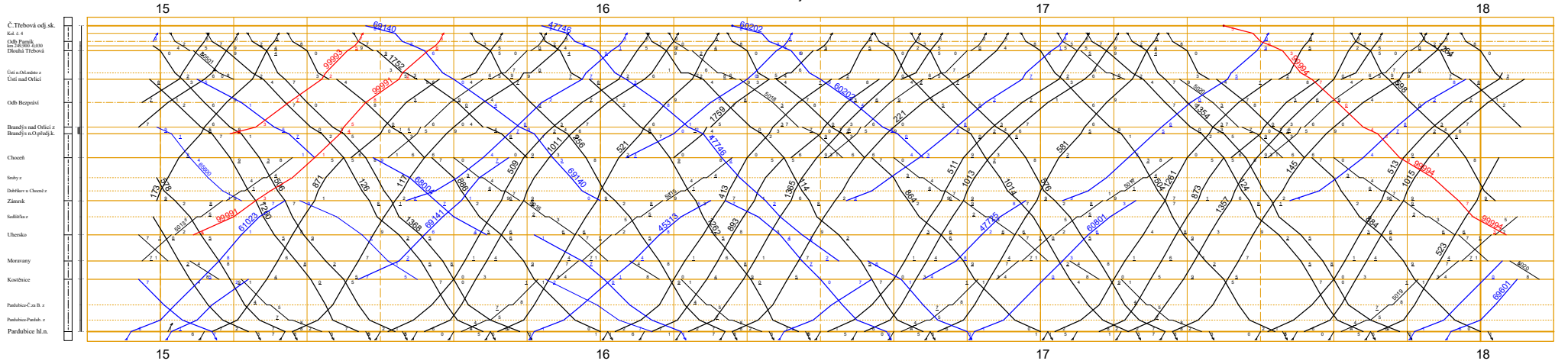
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



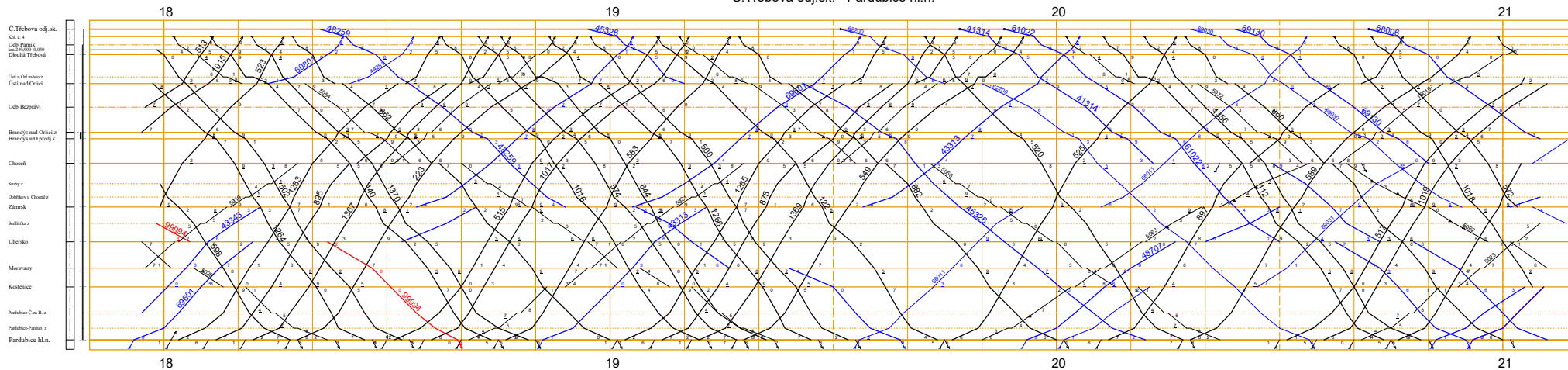
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



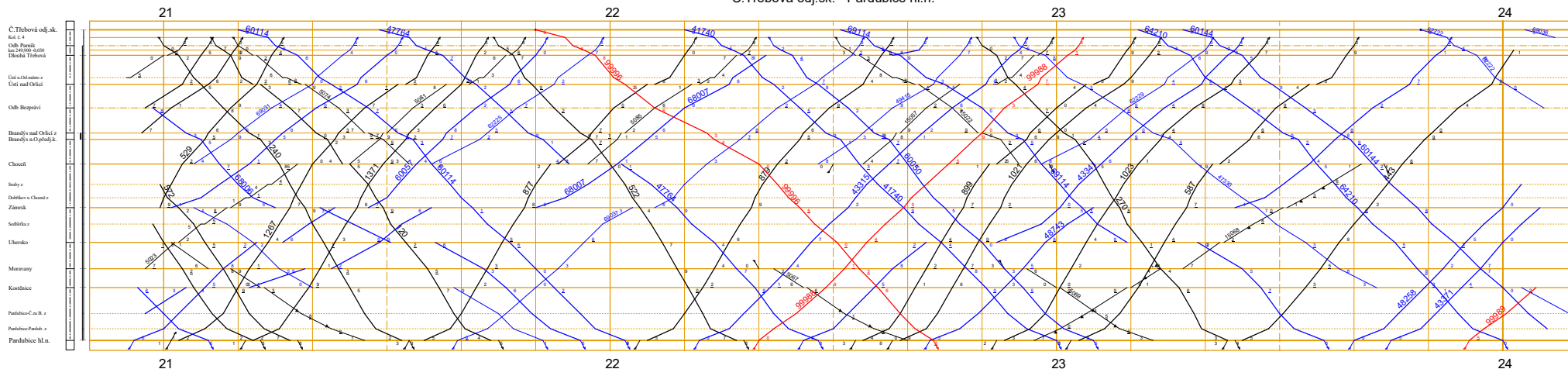
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



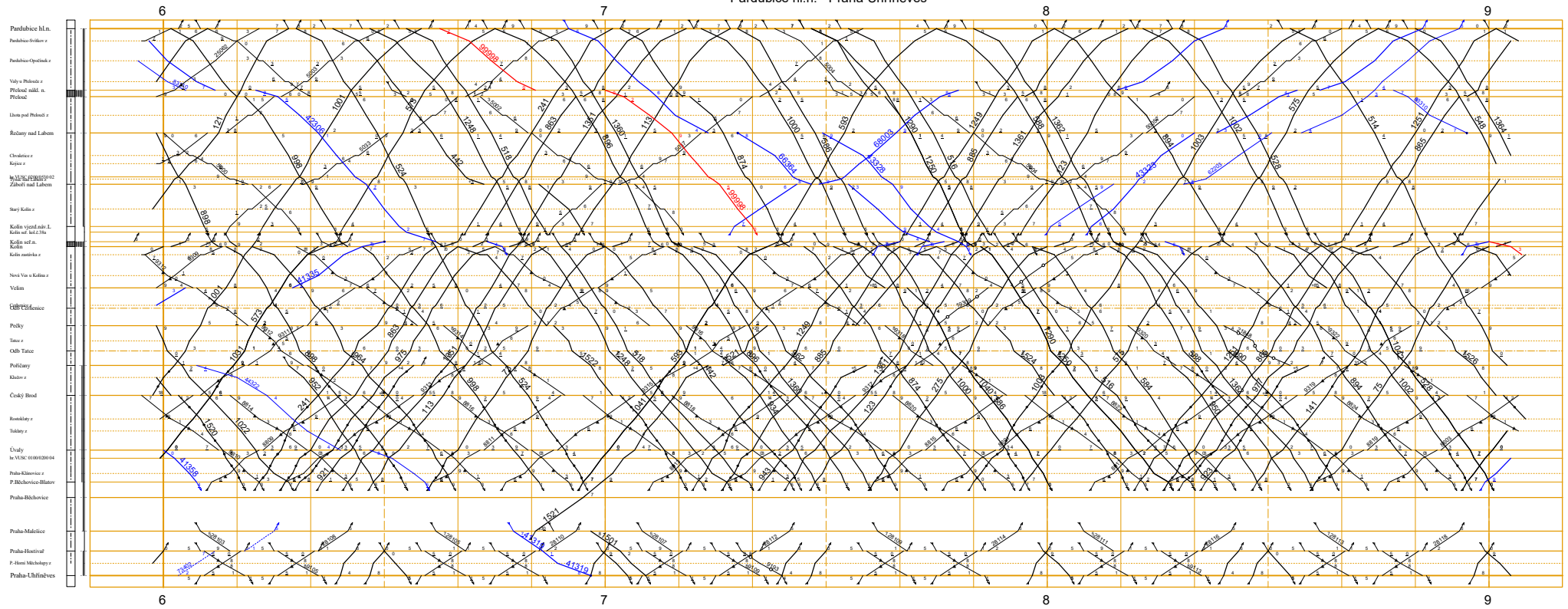
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



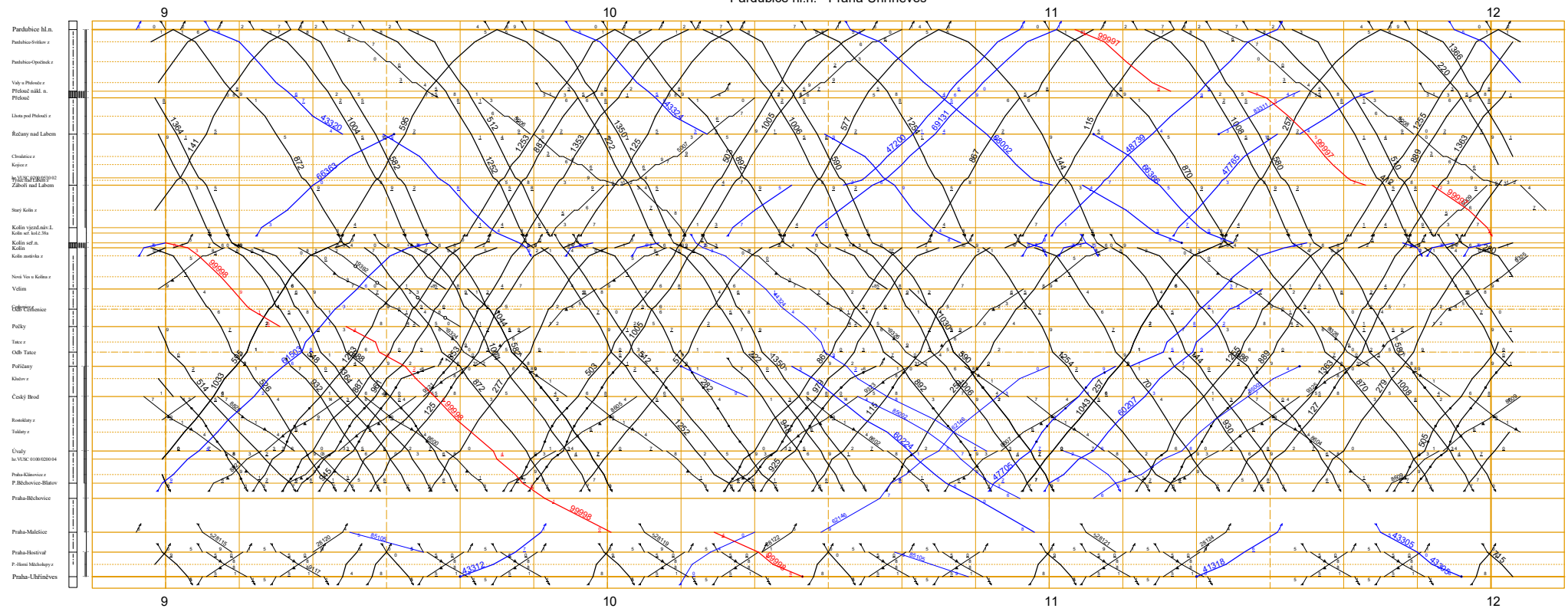
Č.Třebová odj.sk. - Pardubice hl.n.



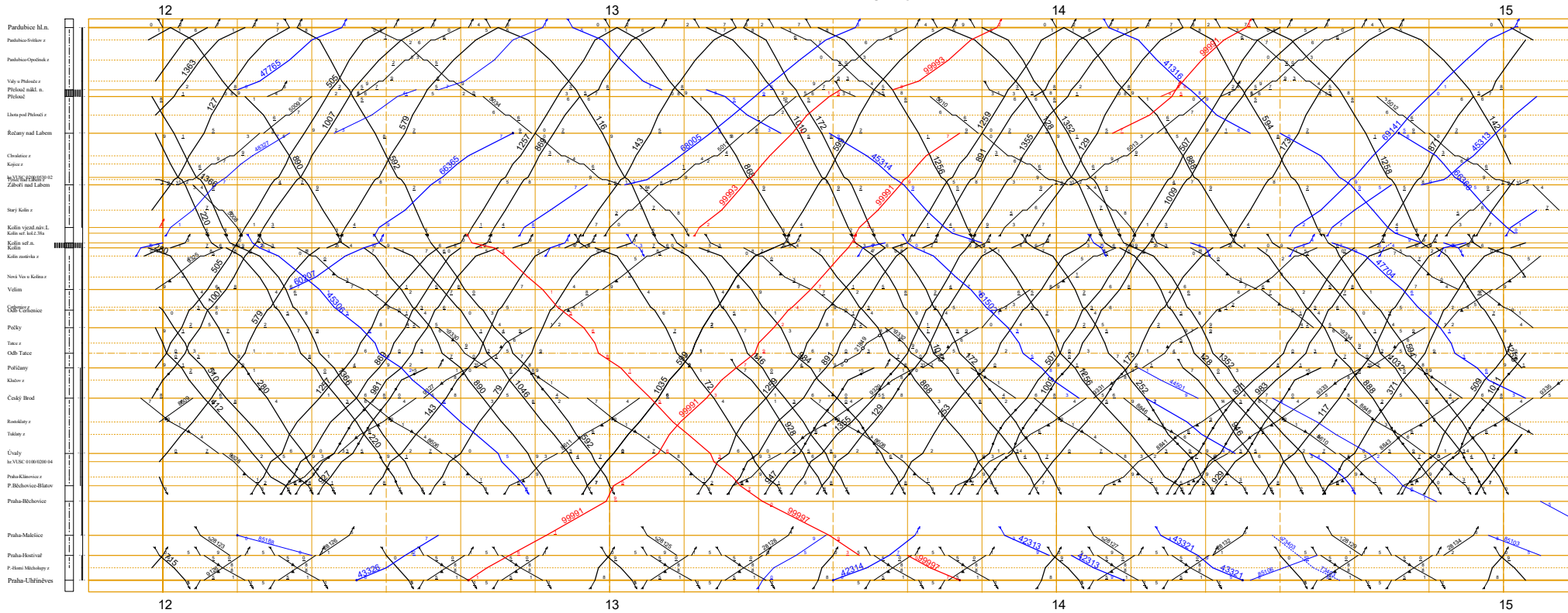
Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



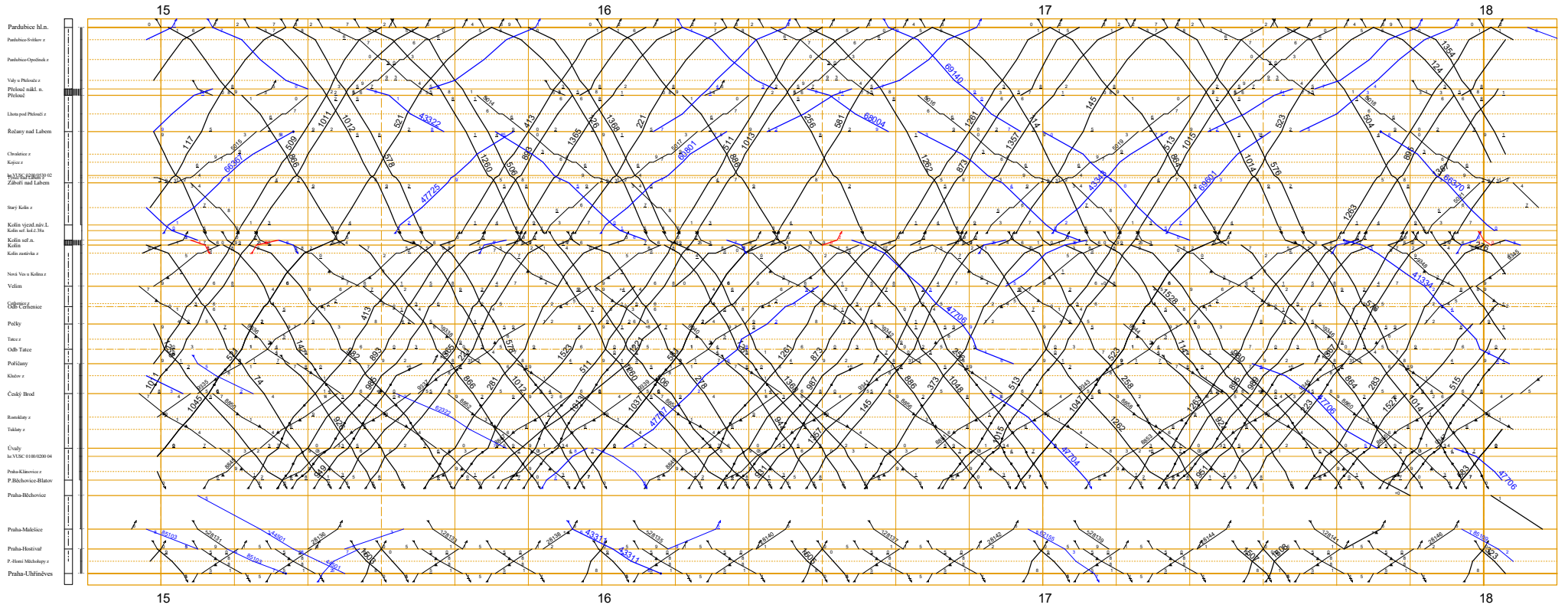
Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



15

16

17

18

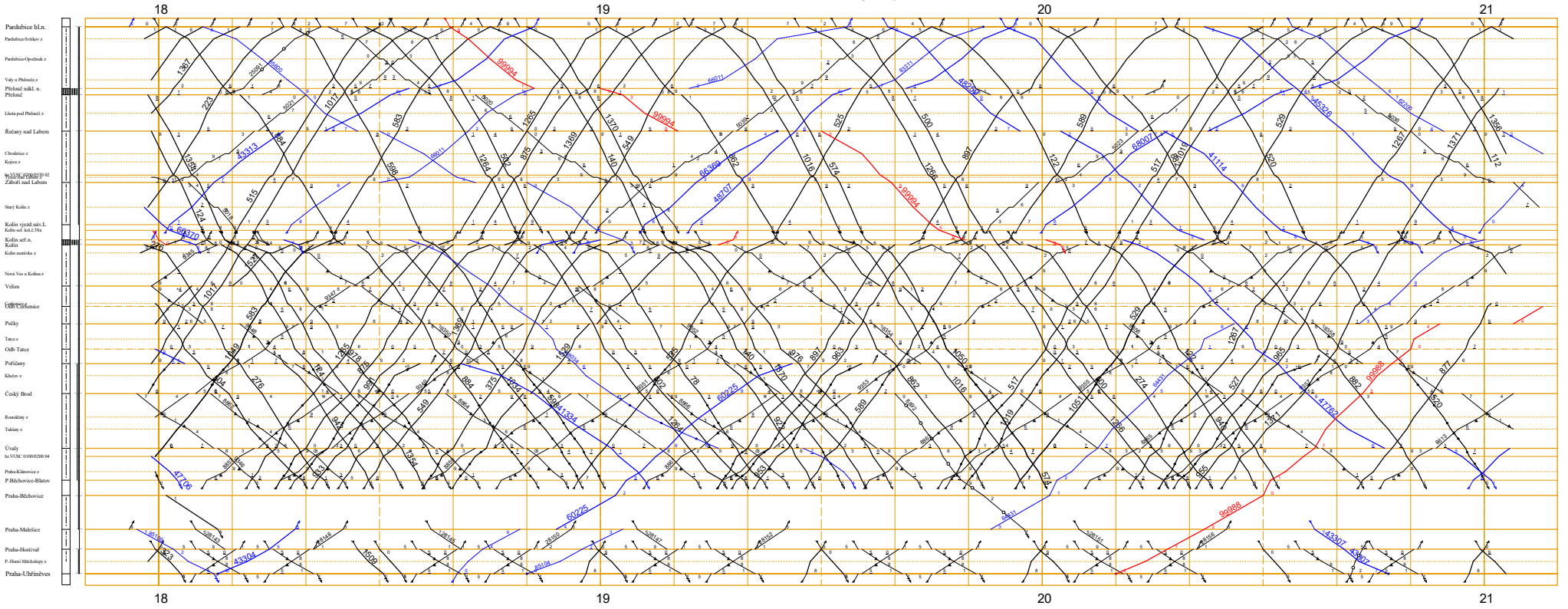
15

16

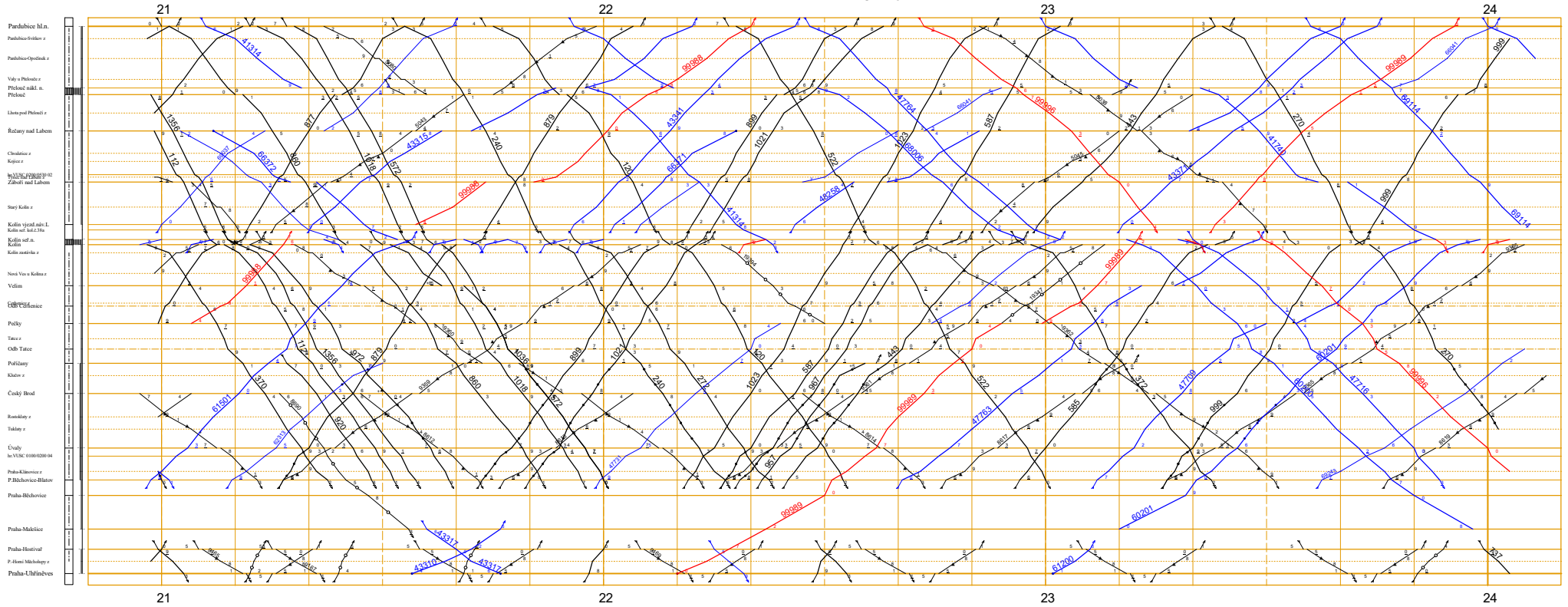
17

18

Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



Pardubice hl.n. - Praha-Uhřetěves



Autor DP	Bc. Josef Vála
Název DP	Potenciál kombinované přepravy pro vyšší využití železniční nákladní dopravy
Studijní program	Logistika (LRDP)
Rok obhajoby DP	2023
Počet stran	77
Počet příloh	1
Vedoucí DP	prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D., DBA
Anotace	Realizace požadavků Evropské unie v rámci přesunu značného objemu silniční nákladní přepravy na železnici v souladu s přijatelnými ekonomickými dopady na dopravce. Pro splnění těchto požadavků je nutná optimalizace atrakčních obvodů s využitím stávající infrastruktury, používání moderních přepravních jednotek a sofistikovaných překládkových systémů na rozhraní jednotlivých módů dopravy. Nedílnou součástí řešení je propustnost železničních tranzitních koridorů s ohledem na nárůst objemu nákladní přepravy po železnici.
Klíčová slova	Kombinovaná přeprava, atrakční obvod, přepravní jednotky, dekarbonizace, terminál kombinované přepravy, technologie obsluhy.
Místo uložení	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
Signatura	