

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Kateřina Mašková

**POROVNÁNÍ SILNIČNÍ A ŽELEZNIČNÍ NÁKLADNÍ
DOPRAVY PRO PŘEPRAVU SYPKÝCH HMOT**

Bakalářská práce

2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
d ě k a n**
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617 Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Kateřina Mašková

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Název tématu (česky): **Porovnání silniční a železniční nákladní dopravy pro přepravu sypkých hmot**

Název tématu (anglicky): Comparison of Road and Rail Freight for Transport of Bulk Materials

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Charakteristika nákladní silniční a železniční dopravy, použité technologie.
- Logistika a specifika přepravy sypkých hmot.
- Výhody a nevýhody využití kombinované dopravy.
- Druhy skladování sypkých materiálů.
- Ekonomické porovnání nákladů silniční a železniční nákladní dopravy.

- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Holman, R. *Ekonomie*. 5. vydání, Praha: C. H. Beck, 2011
Eisler, J., Kunst, J., Orava, F. *Ekonomika dopravního systému*. 1. vydání, Praha: Oeconomica, 2011

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2016**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **28. srpna 2017**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

L. S.



doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.



Kateřina Mašková
jméno a podpis studenta

V Praze dne30. června 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 25 8 2017

Mašková

Kateřina Mašková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří se podíleli na vzniku této bakalářské práce. Zvláště pak děkuji vedoucímu své práce doc. Ing. Zdeňku Říhovi Ph.D. za cenné rady a čas strávený konzultacemi této práce. Také jsem vděčná panu Josefu Melzerovi, který mi umožnil nahlédnout do jeho společnosti, a využít informace o jejím fungování. Dále pak Ing. Martinu Mašínovi, který mi poskytl množství potřebných informací, které byly nutné k vytvoření této práce.

Na závěr děkuji celé své rodině, příbuzným a blízkým, kteří mě během celého studia podporovali a tolerovali, zejména během posledních dní před odevzdáním bakalářské práce.

Název: Porovnání silniční a železniční nákladní dopravy pro přepravu sypkých hmot

Autor: Kateřina Mašková

Obor: Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Druh práce: Bakalářská práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.

Rok vydání: 2017

Abstrakt: Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním silniční a železniční nákladní dopravy. V první části jsou popsány jednotlivé dopravy a jejich charakteristické prvky. Následuje popis kombinované dopravy a také důvody, proč je tento druh dopravy nutné podpořit. V další části se práce zabývá sypkými hmotami, jejich charakteristikou a zejména vývozem. V praktické části je kalkulace nákladů na silniční a železniční dopravu na daných trasách a porovnání jejich výhodnosti.

Klíčová slova: silniční nákladní doprava, železniční nákladní doprava, kombinovaná doprava, sypké hmoty, kalkulace

Title: Comparison of road and rail freight transport of bulk materials

Author: Kateřina Mašková

Branch: Management and Economics of Transportation and Telecommunication

Document type: Bachelor thesis

Thesis advisor: doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D

Year of publication: 2017

Abstract: This bachelor thesis deals with a comparison of road and railway freight transport. In the first part, there are described individual kinds of transport and their typical elements. It is followed by a description of combined transport and reasons for why it is important to support this kind of transportation. In the next part, the thesis deals with bulk materials, their characteristics and mainly their export. In the practical part, there is a calculation of costs of road and railway freight transport on the given routes and comparison of their advantageousness.

Key words: road freight transport, railway freight transport, combined transport, bulk materials, calculation

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
1 Úvod	10
2 Charakteristika silniční a železniční nákladní dopravy, použité technologie	11
2.1 Silniční doprava – současnost	11
2.2 Silniční síť v ČR	12
2.3 Dopravní prostředky – silniční doprava	13
2.3.1 Nákladní automobily	14
2.3.2 Návěs	14
2.3.3 Přívěs	15
2.4 Železniční doprava – současnost	15
2.5 Síť železnic v ČR	16
2.6 Dopravní prostředky na železnici	17
2.7 Dopravci v železniční nákladní dopravě	17
2.8 Vývoj nákladní dopravy v ČR	18
2.9 Převážní výkony	19
2.9.1 Převážení silniční nákladní dopravou	21
3 Výhody a nevýhody využití kombinované dopravy	23
3.1 Základní charakteristika	23
3.2 Terminály	24
3.2.1 Rozdělení	24
3.2.2 Terminály na území ČR	25
3.3 Technologie	26
3.3.1 RO-LA	26
3.3.2 Bimodální doprava	27
3.4 Převážní prostředky	27
3.4.1 Kontejnery	28
3.4.2 Výměnné nástavby	28
3.5 Převážní výkony a objemy přepravy	29

3.6	Systém ACTS	30
3.7	Nutnost podpory kombinované dopravy	31
4	Sypké hmoty	32
4.1	Charakteristika.....	32
4.2	Doprava	32
4.3	Skladování sypkých hmot	32
4.4	Export	32
5	Ekonomické porovnání nákladů silniční a železniční nákladní dopravy	35
5.1	Úvod do kalkulace	35
5.1.1	Kalkulační jednice.....	35
5.2	Rozdělení nákladů v silniční nákladní dopravě	35
5.3	Rozdělení nákladů v železniční nákladní dopravě.....	37
5.4	Vybrané trasy pro výpočet nákladů	37
5.4.1	Obrnice – Rostock	37
5.4.2	Obrnice – Rotterdam	38
5.4.3	Obrnice – Gdaňsk.....	40
5.5	Výpočet nákladů	41
5.5.1	Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na silniční dopravu	41
5.5.2	Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Rostock	42
5.5.3	Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Rotterdam	43
5.5.4	Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Gdaňsk.....	43
5.5.5	Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na kombinovanou dopravu	44
5.5.6	Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Rostock.....	46
5.5.7	Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Rotterdam ...	47
5.5.8	Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Gdaňsk	48
5.6	Porovnání nákladů.....	49
5.6.1	Náklady na trase Obrnice – Rostock.....	49
5.6.2	Náklady na trase Obrnice – Rotterdam	49

5.6.3	Náklady na trase Obrnice – Gdaňsk	49
5.7	Kritérium výhodnosti	50
6	Závěr	52
	Seznam použité literatury	53
	Seznam obrázků	55
	Seznam tabulek	56
	Seznam příloh	57

Seznam použitých zkratek

s.r.o.	společnost s ručením omezeným
ČR	Česká republika
tzv.	takzvaný
USA	Spojené státy americké
např.	například
a.s.	akciová společnost
EU	Evropská unie
Kč	Koruna česká
DPH	daň z přidané hodnoty
PHM	pohonné hmoty a mazadla

1 Úvod

Přeprava zboží patří mezi jednu z nejdůležitějších částí hospodářství každé země. V jedné části státu vzniká nadbytek určitého druhu zboží nebo produktu, zatímco na druhém konci je dané věci nedostatek. Klíčovým důvodem přepravy může být i vzdálenost mezi místy výroby a spotřeby, ke které se dále váže vazba nabídky a poptávky. K problému odlehlosti mezi dodavatelem a odběratelem nedochází pouze v malém měřítku, ale dokonce na evropské až světové úrovni. Zásadním rozhodnutím, které je nutné vykonat ještě před realizací přepravy, je výběr druhu dopravy, kterou využijeme.

Dopravou rozumíme pohyb dopravních prostředků po dopravních cestách, který je vykonán za určitým účelem. Zprostředkovává kontakty mezi lidmi, firmami a jednotlivými státy. Nelze ji provozovat bez dopravní infrastruktury, organizace a již zmíněných dopravních prostředků.

Dopravní proces se skládá ze dvou stejně důležitých částí. Prvním je samotná doprava, kterou chápeme jako pohyb dopravních prostředků, které jsou řízeny pověřenými pracovníky po dopravních cestách. Podle této definice se jedná o činnost spojenou s přemísťováním dopravních prostředků. Druhou částí procesu je přeprava, tedy realizace přemístění. Doprava patří mezi nejrychleji se rozvíjející sektory národního hospodářství a má tak velký vliv na prosperitu země.

Tato práce vznikala ve spolupráci se společností M+L Logistik s.r.o., která se zabývá silniční nákladní dopravou. Z hlediska nákladů je pro ně prioritní srovnání silniční nákladní dopravy s železniční nákladní dopravou, a proto se ve své práci zaměřuji pouze na tyto dva druhy dopravy.

Cílem teoretické části práce je podání základních informací o vybraných druzích dopravy, možnosti využití kombinované dopravy a charakteristika sypkých hmot. V těchto kapitolách se budu zabývat porovnáváním infrastruktury, popisem využívaných dopravních prostředků, srovnáním přepravních výkonů v uplynulých letech a použitými technologiemi.

Cílem praktické části práce je porovnání nákladů jednotlivých doprav na vybraných trasách, které byly vybrány na základě již zmíněné spolupráce s M+L Logistik s.r.o. Tyto trasy si společnost vybrala na základě své zájmové oblasti při přepravě sypkých hmot.

Mým stanoveným cílem je porovnání nákladů na přepravu dvaceti přepravních jednotek při využití silniční a kombinované nákladní dopravy.

2 Charakteristika silniční a železniční nákladní dopravy, použité technologie

2.1 Silniční doprava – současnost

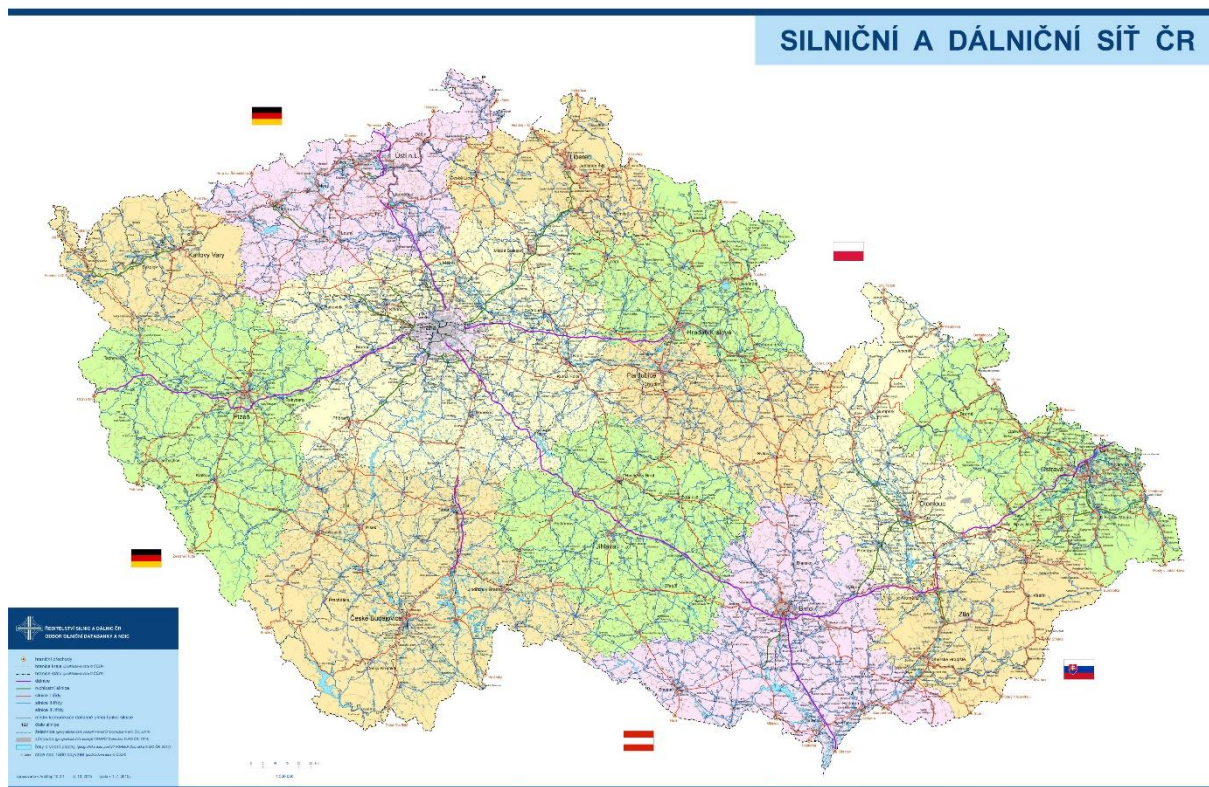
Silniční doprava patří k nejvíce se vyvíjejícím oborům ve všech ekonomicky rozvinutých státech. V roce 1970 byl podíl přepravených nákladů pomocí silniční dopravy 49 %, kdežto v roce 2006 tento podíl vzrostl na 74 %. V dnešní době je nejpoužívanějším druhem dopravy. Mezi její kladná specifika patří časová pružnost, dostupnost, rychlost a operativnost. Jedná se o velmi flexibilní druh dopravy [1]. Tyto přednosti jsou zprostředkovány díky husté síti silniční infrastruktury, která umožňuje bezproblémové realizace přeprav. Časová pružnost není vždy zaručena, je ovlivněna kapacitou dopravních cest, které jsou mnohdy nedostatečné. Nevýhodou oproti ostatním druhům nákladní dopravy je nízká kapacita dopravního prostředku a vyšší náklady na provoz. Se silniční dopravou jsou spojené i vysoké investice na výstavbu infrastruktury a negativní vliv na životní prostředí. Přesto tento druh dopravy vévodí nad ostatními v oblasti transportu nákladů. Je to umožněno geografickými podmínkami České republiky, ale také již zmíněnou hustotou infrastruktury. Zajišťuje přepravy ze sídla do sídla a je připravena na změny provozních podmínek a přepravních potřeb. Po silničních pozemních komunikacích je v dnešní době přepravováno téměř na všechny vzdálenosti. Je to způsobeno neúplnou návazností na jiné druhy dopravy, jako je například nevybavenost větších nádraží čelními překladači, nebo nezavedením kolejových vleček k sídlům velkých firem. Průměrná přepravní vzdálenost je okolo 700 km [2].

Nákladní doprava je spojována s hospodářstvím a průmyslem. Především se jedná o zpracovatelský průmysl, chemický průmysl a stavebnictví.

Z hlediska vstupu na trh je to v silniční dopravě o poznání jednodušší než v železniční. V tomto odvětví nefiguruje žádný monopol nebo oligopol a náklady na použití dopravní cesty nejsou tak vysoké. Při přepravě po těchto komunikacích není upřednostňován některý jiný provozovatel a není potřeba přepravu hlásit ostatním dopravcům. Zároveň náklady na pořízení dopravního prostředku jsou v porovnání s ostatními druhy dopravy relativně nízké.

2.2 Silniční síť v ČR

Infrastruktura silniční dopravy je tvořena dálnicemi a silnicemi, jejichž síť je na Obrázku 1. Pomocí propracované a husté infrastruktury jsou spojována města, vesnice ale i země.



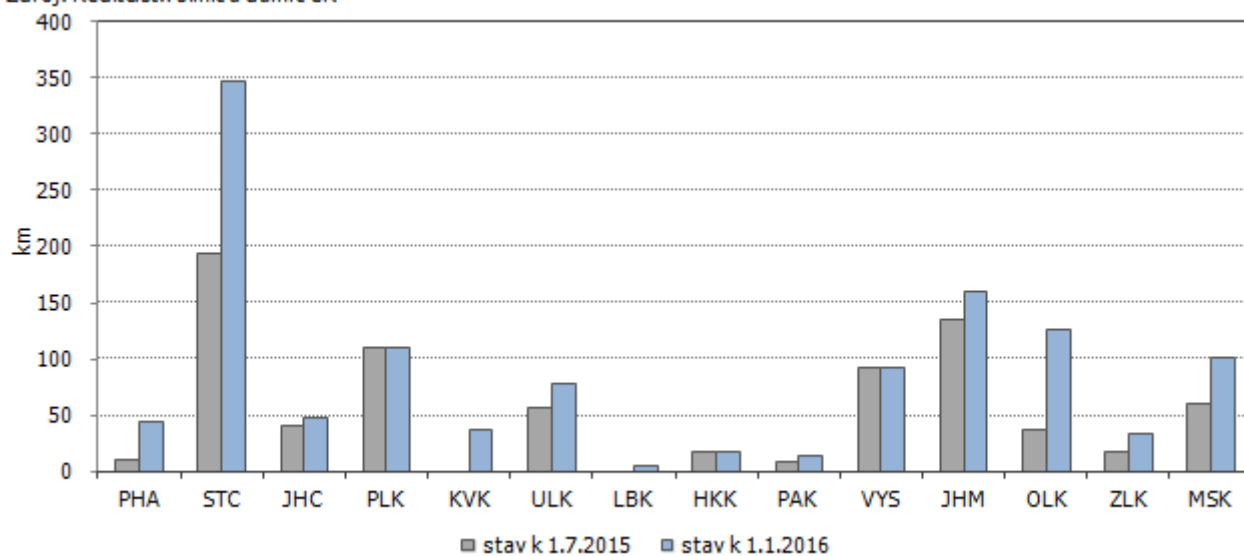
Obrázek 1: Mapa silniční a dálniční sítě ČR

Zdroj: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/mapy>

Ředitelství silnic a dálnic uvádí, že se v současné době v České republice nachází 55 738 km silnic a dálnic. Od 1. ledna roku 2016 došlo ke změně zákona o pozemních komunikacích, díky kterému bylo přibližně 434 km rychlostních silnic přeznačeno na dálnice II. třídy a nově se dálnice nacházejí ve všech krajích České republiky. Detailnější rozdělení je na Obrázku 2. Nejvýrazněji se jejich síť rozrostla ve Středočeském a Olomouckém kraji, v ostatních krajích se rozšíření pohybovalo v rozmezí 4 až 40 km.

Po tomto administrativním zásahu se délka dálniční sítě České republiky zvýšila o 56 % na celkových 1210 km. Silnice se podle svého významu dále dělí do tříd. Silnice I. třídy jsou tvořeny 5 811 km, silnice II. třídy 14 587 km a silnice III. třídy 34 130 km. Nejdelší silniční sítí disponoval Středočeský kraj, který dominuje i v hustotě silnic a dálnic na 1 km² [3].

Zdroj: Ředitelství silnic a dálnic ČR



Obrázek 2: Porovnání délky dálniční sítě v jednotlivých krajích

Zdroj: <https://www.czso.cz/csu/xc/infrastruktura-silnicni-dopravy-k-1-1-2016>

Zatímco hustotou silniční sítě patří ČR s 0,7 km/km² k předním zemím Evropy, podstatně horší je to s hustotou dálnic, která je u nás pouze 9,4 km/1 000 km² [3]. Síť dálnic a rychlostních silnic se začala postupně rozšiřovat po roce 1990, kdy začala stoupat intenzita silniční dopravy. V roce 2005 dálnice zajišťovaly asi 12 % dopravního výkonu.

2.3 Dopravní prostředky – silniční doprava

V silniční nákladní dopravě se jako dopravní prostředek používá kamion. Jedná se o soupravu tvořenou nákladním automobilem a přípojným vozidlem. Existuje pro ně mezinárodní označení, vozidla kategorie N. Dělí se podle hmotnosti na tři skupiny (k písmenu se přidá index). První skupinu tvoří vozidla s celkovou hmotností do 3,5 tuny, druhou skupinu vozidla od 3,5 t do 12 t a třetí skupina je tvořena vozidly nad 12 tun. Do poslední kategorie spadají například tahače, sklápěčky a valníky. Maximální hmotnost nákladu je 24 tun. Přípojná vozidla nemají vlastní zdroj pohonu a většinou ani hnací nápravy. Jsou označována jako vozidla kategorie O. Základní typy souprav se dělí do čtyř skupin: návěšové, vícenávěšové a s vlekem (tandemový – klasický nebo s hydraulikou). Nejrozšířenějším typem přípojného vozidla je návěš.

Kamiony se dělí do několika skupin, obecnou specifikaci jednotlivých druhů najdeme v Tabulce 1.

Tabulka 1: Rozdělení kamionů

Celkově	Délka	Šířka	Výška	Maximální váha nákladu	Počet palet
Klasický plachtový návěs s bočnicemi:	13,60m	2,45m	2,70m	24-25tun	34 europalet
Klasický plachtový návěs s bočnicemi MEGA:	13,60m	2,45m	3,00m	24-25tun	34 europalet
Tautliner (plachtový návěs bez bočnic)	13,60m	2,50m	2,70m	24-25tun	34 europalet
Tautliner (plachtový návěs bez bočnic) MEGA	13,60m	2,50m	3,00m	24-25tun	34 europalet
Frigo návěs *	13,60m	2,45m	2,70m	20-22tun	34 europalet
Tandemové soupravy 120m3	7,70m + 7,70m	2,48m	3,0m	24tun	38 europalet
Tandemové soupravy 120m3	7,30m + 8,20m	2,48m	3,0m	24tun	38 europalet

Zdroj: http://www.doprava.vpraxi.cz/specifikace_kamionu.html

2.3.1 Nákladní automobily

Tažná vozidla souprav jsou nazývána tahače. Jsou to motorová vozidla, která jsou uzpůsobena k tažení přípojných vozidel. Jsou rozlišována podle výšky točnice, na kterou jsou přípojná vozidla zapojena. Jedná se tedy buď o klasický návěs, nebo tzv. low-deck, kdy je celé vozidlo zkonstruováno tak, aby točnice byla v nejnižší poloze a umožnila maximální výšku pro náklad.

Další rozdělení je možné podle počtu os. V Evropě se nejčastěji setkáme s dvouosými tahači. Tříosé je možné najít v USA. Při přepravě extrémně těžkých nákladů (až 100 tun) je možné využít čtyřosé tahače, jedná se ale spíše o výjimku.

2.3.2 Návěs

Návěs je přípojně vozidlo, které nemá vlastní pohonnou jednotku. K tahači je připojen pomocí točny, na kterou přenáší část své hmotnosti. Nabízejí velkou užitnou hmotnost a ložnou plochu. V evropských podmínkách se používá tahač se dvěma nápravami, přičemž náhon je na zadní nápravě, jak je možné vidět na Obrázku 3. Tato náprava nese výraznou část hmotnosti návěsu.



Obrázek 3: Návěs se zadní nápravou

Zdroj: <http://www.borkovec-truck.cz>

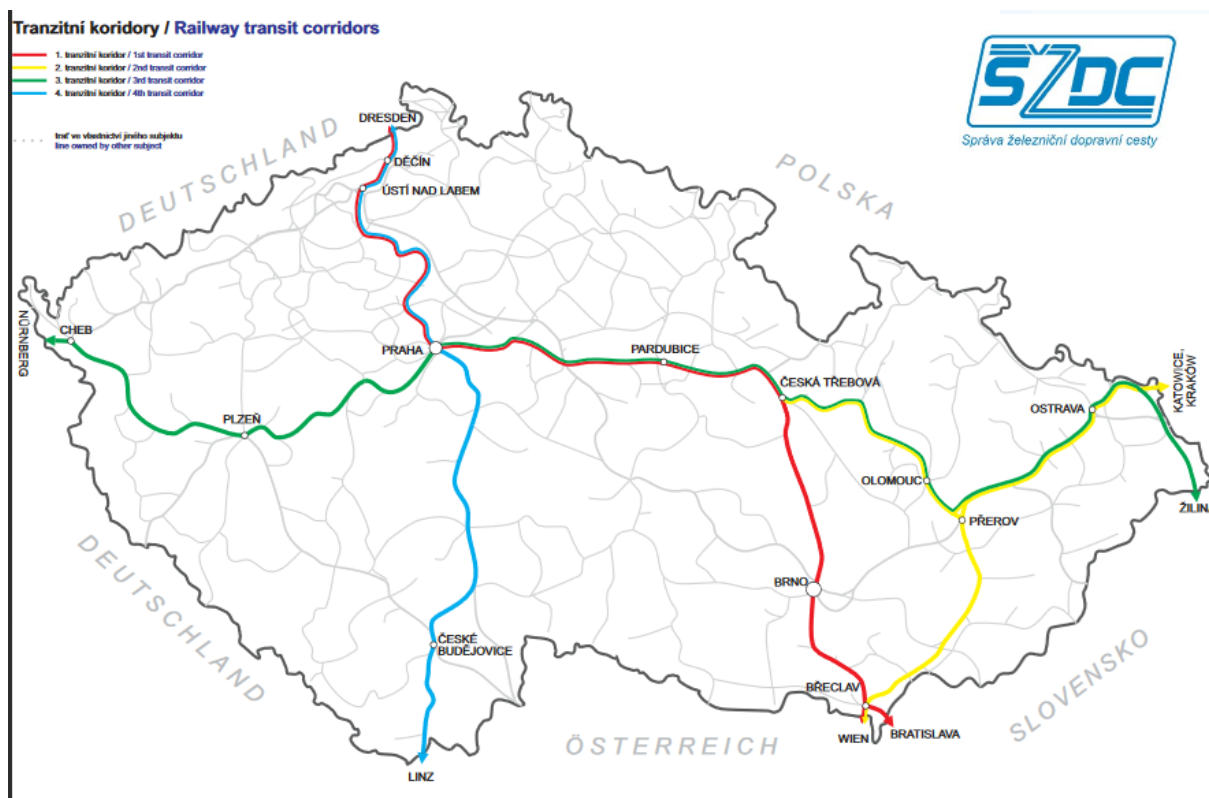
Pokud zapojíme několik návěsů za sebe, vzniknou silniční vlaky. Značně se zvýší brzdná dráha a hmotnost celé soupravy. Z tohoto důvodu se se silničními vlaky v ČR nesetkáme.

2.3.3 Přívěs

Přívěs je také nemotorové vozidlo, které musí být připojeno k vozidlu s vlastním motorem. Oproti návěsu, přívěs na tahač přenáší malou část své hmotnosti. Během jízdy je z tahače ovládáno brždění a světelná signalizace na přívěsu. Dělí se na dva typy – tandemový a klasický. Klasický má svou říditelnou oj a je upevněn na kostře vleku a již zmíněné říditelné oji. Tandemový přívěs má pevně spojenou oj se všemi nápravami vleku.

2.4 Železniční doprava – současnost

Od roku 1955 se železnice modernizovala především díky novým technologiím v oblasti pohonu lokomotiv. Došlo k nahrazování parních lokomotiv elektrickými a motorovými s podstatně vyššími výkony. Tyto nové lokomotivy jsou také hospodárnější a vyznačují se čistším provozem. Běžný provoz parních lokomotiv u nás skončil v roce 1980. Od poloviny 90. let dochází v ČR k modernizaci hlavních železničních tratí na tzv. koridory, které jsou zvýrazněny na Obrázku [4].



Obrázek 4: Mapa tranzitních koridorů ČR

Zdroj: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznicni-mapy-cr.html>

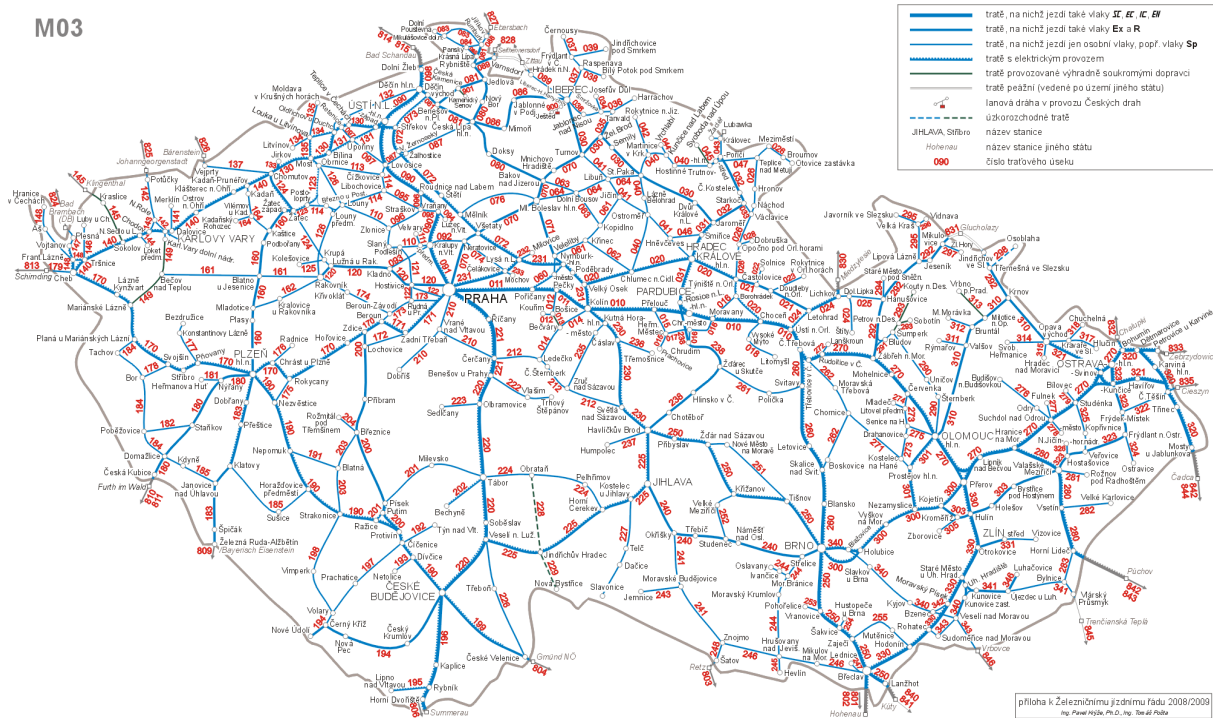
Železniční doprava je používána především na delší vzdálenosti a při přepravě velkoobjemových zásilek. V Evropě je průměrná přepravní vzdálenost přes 1 100 km. Mezi výhody železniční dopravy patří možnost přepravy velkotonážních zásilek, vysoké kapacita dopravního prostředku, značná spolehlivost použité technologie a nižší náklady než u silniční přepravy (na delší vzdálenosti). Nevýhodou je vysoký podíl fixních nákladů a omezená flexibilita, která je vázána na jízdní řády. Je také omezena výchozím a koncovým stanovištěm, terminálem, a neumožňuje přepravu “z domu do domu” [2].

2.5 Síť železnic v ČR

Přestože podíl železniční dopravy na přepravních výkonech v České republice je spíše podprůměrný, železniční síť patří mezi nejhustší na světě, viz Obrázek 5. V železniční dopravě nedochází na rozdíl od silniční ke změně silnic na dálnice, ale ani k přílišnému rozšiřování. Nové železnice se nestaví, pouze se modernizují ty stávající. V České republice je celkem 9 580 km tratí, z toho je přibližně 3 100 km elektrifikováno.

Celkem 1 402 km tratí patří do evropského železničního systému tratí, které se nazývají koridory. U těchto tratí dochází k modernizaci, aby byly uzpůsobeny pro provoz ve vyšších rychlostech [5].

M03



Obrázek 5: Mapa železniční sítě ČR

Zdroj: <http://mapa.rychnovskyy.cz/>

Na území České republiky mají železniční koleje normální rozchod, tedy 1 435 mm. Tento rozchod je využíván na 62 % světové železniční sítě.

2.6 Dopravní prostředky na železnici

Konstrukce vozu, který je určen pro nákladní dopravu je přizpůsoben nákladu. Většinou jsou konstruovány jako podvozkové nebo dvounápravové. Jsou konstruovány na nižší rychlosti, nicméně v dnešní době se usiluje o její zvýšení, proto jsou využívány některé prvky z vozů pro osobní přepravu, jako např. hydraulické tlumiče. Mezi využívaná hnací vozidla patří lokomotivy a motorové vozy.

2.7 Dopravci v železniční nákladní dopravě

Největším železničním dopravcem v nákladní dopravě je ČD Cargo, a.s., které ročně přepraví kolem 86 mil. tun zboží. Patří mezi největší dopravce v zemích EU. Dalším významným dopravcem je Advanced World Transport, a.s. Tento dopravce je s 14 mil. tun přepraveného zboží druhým největším dopravcem na území ČR. Mezi další významné dopravce patří UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o. a SD – Kolejová doprava a.s. V Tabulce 2 je znázorněn podíl jednotlivých dopravců na výkonech nákladní dopravy v prvním pololetí roku 2017.

Tabulka 2: Podíl jednotlivých dopravců na výkonech nákladní dopravy

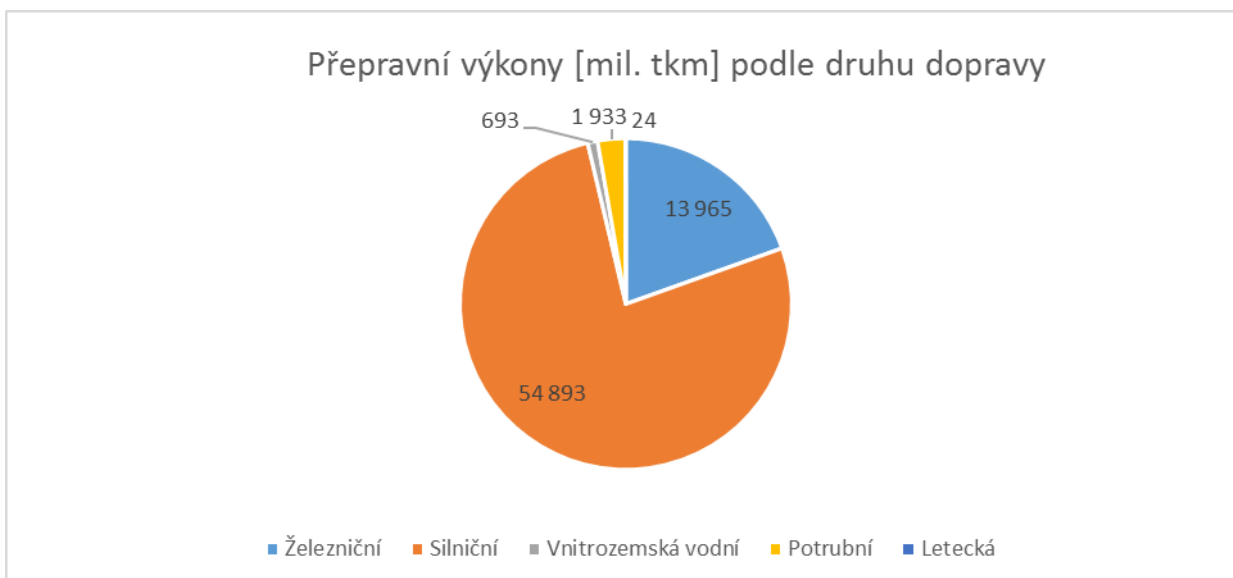
Dopravce	vtkm	hrtkm
CD Cargo, a.s.	64,86%	62,09%
Advanced World Transport a.s.	7,49%	8,53%
METRANS Rail s.r.o.	5,00%	7,24%
UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o.	3,67%	4,23%
IDS CARGO a.s.	3,02%	2,97%
České dráhy, a.s.	2,46%	0,44%
Rail Cargo Carrier - Czech Republic s.r.o.	2,10%	2,94%
PKP CARGO SPÓŁKA AKCYJNA	1,97%	2,29%
SD - Kolejová doprava, a.s.	1,39%	1,88%
Ostatní	8,04%	7,39%

Zdroj: <http://www.szdc.cz/provozovani-drahy/dopravci/podil-vykonu.pdf>

2.8 Vývoj nákladní dopravy v ČR

Struktura nákladní dopravy je úzce spojena s hospodářstvím země. Po roce 1989 došlo v hospodářství ČR k výrazným změnám, a to se promítlo také do nákladní dopravy. Před rokem 1898 byla ekonomika zaměřena na těžbu surovin a odvětví průmyslu, které tyto suroviny zpracovávají. Postupně se ekonomika měnila na ekonomiku tržní, charakteristickou vyšším podílem služeb a mezinárodního obchodu. Došlo k liberalizaci silniční dopravy, když většina firem přešla do soukromého vlastnictví a její konkurenceschopnost podpořila rozvoj tržní ekonomiky. Železnice naproti tomu zůstala státní organizací. Touto změnou došlo k výraznému růstu přepravních výkonů nákladní silniční dopravy. Tento vývoj měl za následek výrazný vzestup počtu kamionů na silnicích a dálnicích. Na trhu silniční nákladní dopravy se v současnosti pohybuje velké množství dopravců, zatímco v železniční dopravě ovládají většinu trhu pouze tři dopravci. S tímto je spojeno mnoho dalších faktorů, jako je zhoršování stavu silnic, růst nehodovosti a také zhoršování životního prostředí vlivem emisí a hluku. Zde je možnost zamyslet se, zda by k tomu docházelo, kdyby byla dostatečná kvalita a propustnost infrastruktury. Pokud by došlo k rozšíření dálnic a silnic I. třídy, vybudování zbylých úseků, určitě by to snížilo množství kongescí a umožnilo lepší průjezdnost silniční sítě.

Složení přepravních výkonů nákladní dopravy podle druhů dopravy v České republice je porovnatelné s ostatními evropskými zeměmi. Z koláčového grafu na Obrázku 6 je vidět, že necelých 78 % přepravních výkonů patří silniční dopravě. Celkem 19,5 % patří dopravě železniční a zbylých 3,5 % je rozděleno mezi potrubní dopravu (ropa a plyn), vnitrozemskou vodní dopravu (přeprava po Labi) a leteckou dopravu [6].



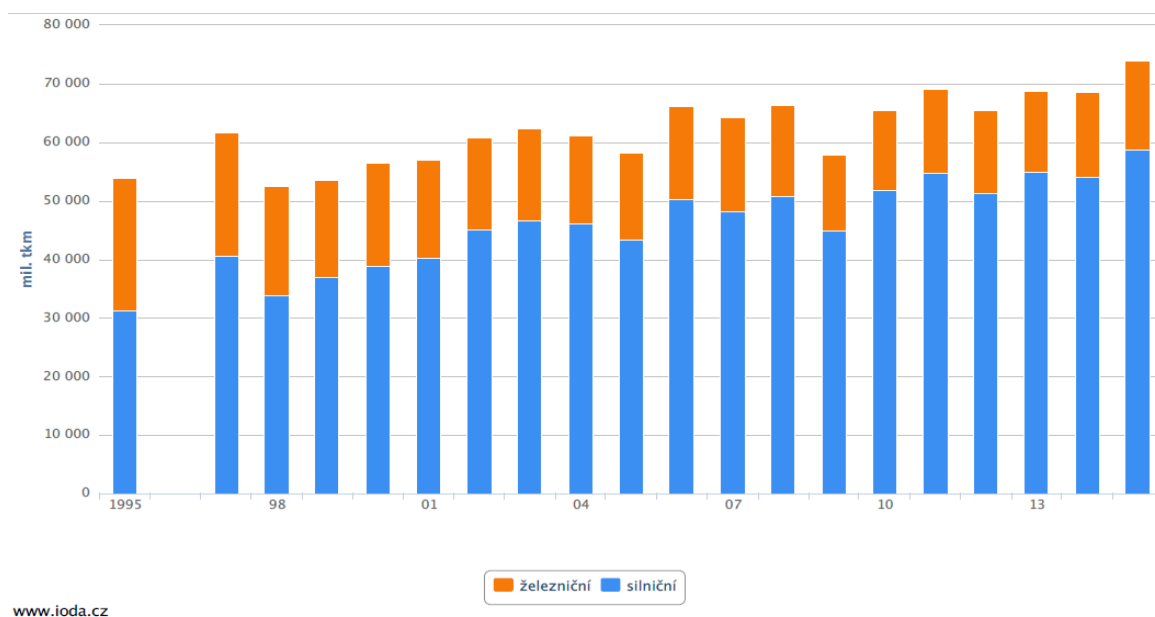
Obrázek 6: Struktura přepravních výkonů nákladní dopravy podle druhu dopravy

Zdroj: vlastní zpracování na základě informací z Ministerstva dopravy ČR

2.9 Přepravní výkony

Přepravní výkon hodnotí vytiženost a efektivnost dopravy. Udává výsledek přepravy (počet přepravených lidí, celkové množství zboží) při daném dopravním výkonu (nabídka dopravy, hodnocení pohybu dopravních prostředků).

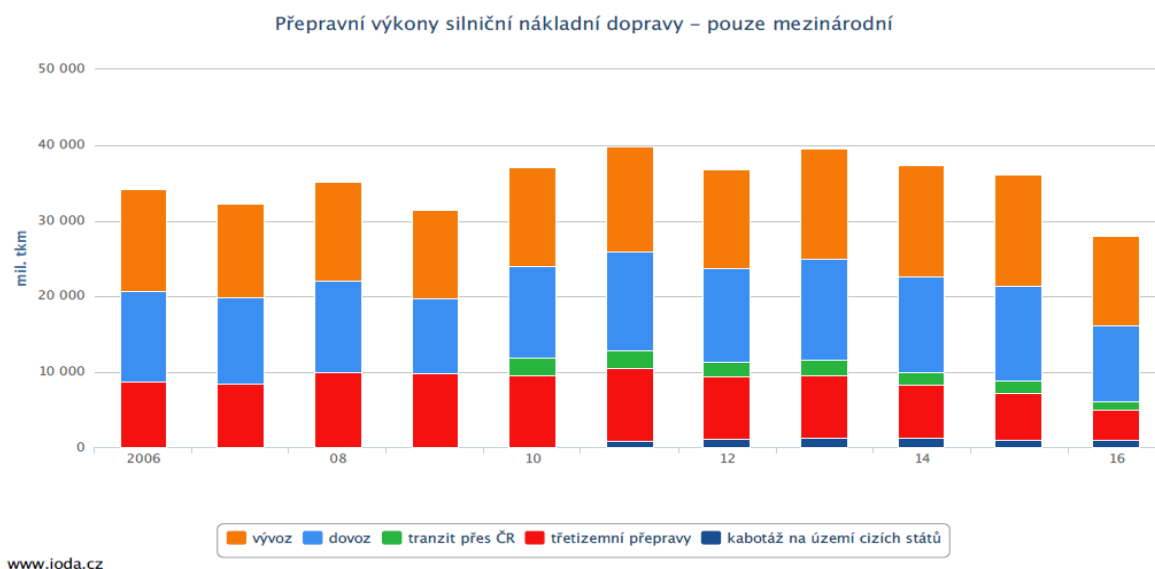
Přepravní výkon spočítáme pomocí součinu dopravního výkonu a objemu přepravy, nebo hmotností nákladu. V prvním případě, pokud počítáme s objemem přepravy, bude jednotka přepravního výkonu osobokilometr (oskm) - přeprava jedné osoby na vzdálenost jednoho kilometru. Pokud se budeme zabývat přepravou zboží, použijeme jednotku tunokilometr (tkm) což je přeprava jedné tuny na jeden kilometr. V této době už to není postačující u objemného zboží, jelikož ucelený vlak přepravující např. šterk má mnohem větší hmotnost než vlak přepravující automobily. Proto je potřeba brát v úvahu i objem přepraveného zboží. V České republice se větší množství zboží přepravuje pomocí silniční dopravy, odpovídají tomu i hodnoty přepravních výkonů, jak je možné vidět v grafu na Obrázku 7.



Obrázek 7: Přepravní výkony nákladní dopravy v ČR [mil. tkm, rok]

Zdroj: www.ioda.cz

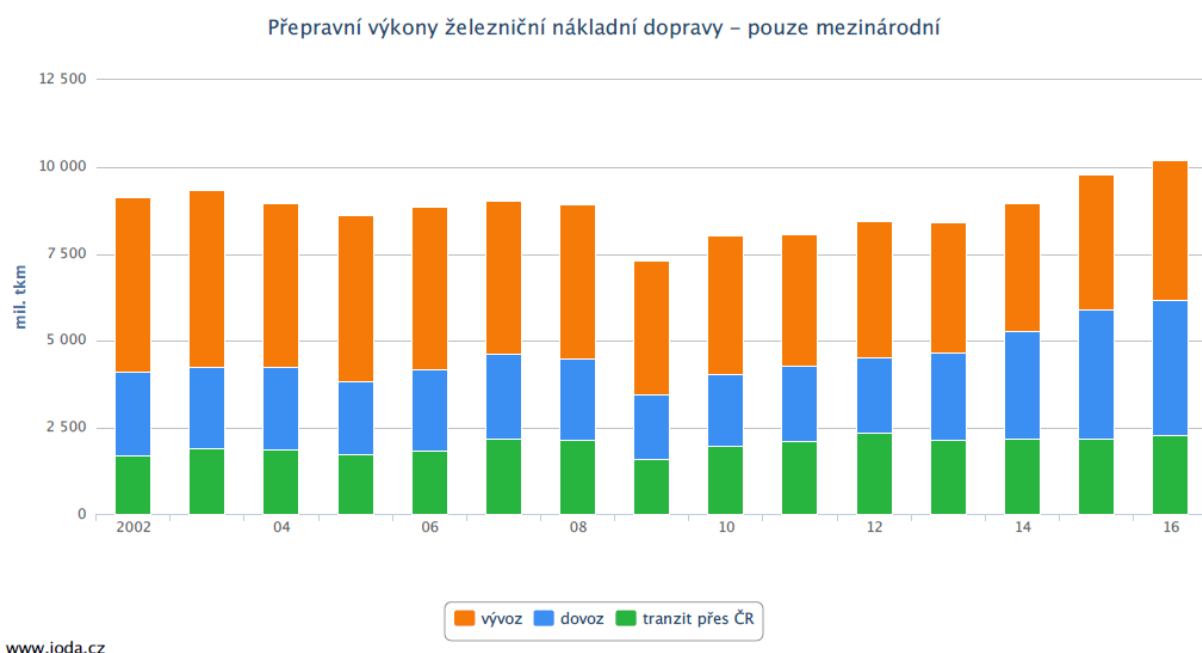
V roce 2015 byl přepravní výkon na silnicích 59 300 mil. tkm. Na železnici byl přepravní výkon v tom samém roce roven 15 900 mil. tkm. Přepravní výkony na železnici od roku 2013 neustále rostou [7]. Z grafu na Obrázku 8 je viditelné, že od roku 2013 objem mezinárodní přepravy na silnicích klesá. Import a export zabírají přibližně stejnou velkou část přepravních výkonů.



Obrázek 8: Přepravní výkony v mezinárodní silniční dopravě

Zdroj: www.ioda.cz

Mezi roky 2008 a 2009 byl znatelný pokles přepravních výkonů, jejichž příčinou byla globální recese hospodářské krize, kvůli které poklesla zahraniční poptávka a byl tak silně ovlivněn vývoz z České republiky. Firmám poklesly zakázky a došlo k růstu nezaměstnanosti. Ekonomika České republiky se vzpamatovala ve 3. čtvrtletí roku 2009 [8]. Od tohoto roku má objem mezinárodní přepravy rostoucí tendenci, jak je patrné z grafu na Obrázku 9. V roce 2016 byla po železnici přepraveno 10 352 mil. tkm [7]. Větší využívání železnice může také svědčit snaze šetřit životní prostředí.

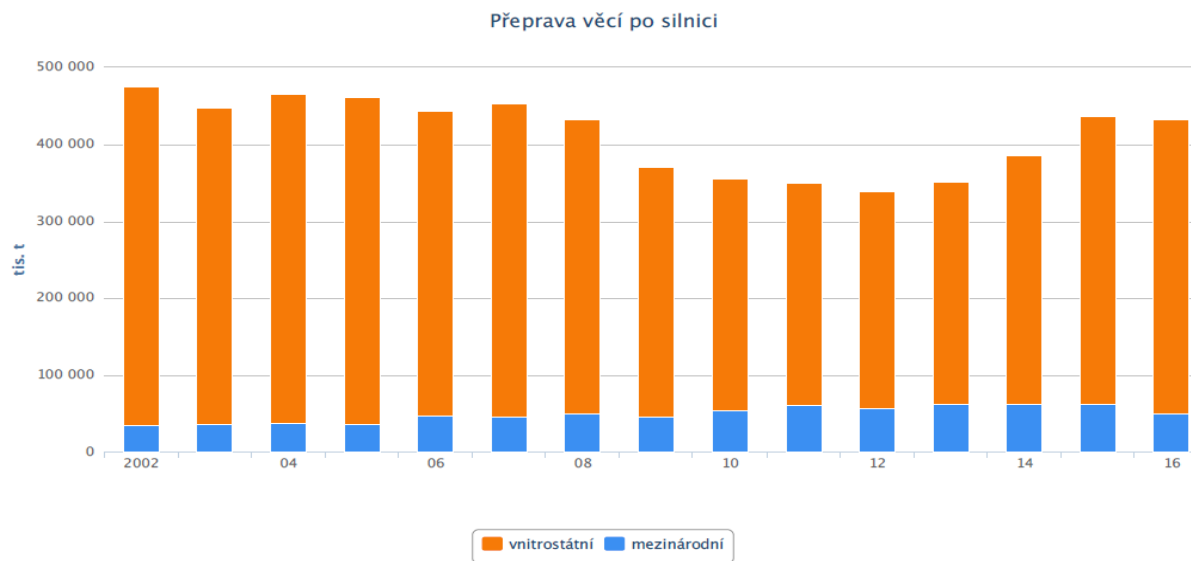


Obrázek 9: Přepravní výkony v mezinárodní železniční dopravě

Zdroj: www.ioda.cz

2.9.1 Přeprava silniční nákladní dopravou

Na základě grafu na Obrázku 10 lze konstatovat, že objem přepravených věcí silniční nákladní dopravou je od roku 2012 na vzestupu. V silniční nákladní dopravě, která je realizovaná v České republice, převládá vnitrostátní přeprava [7].



Obrázek 10: Přeprava zboží po silnici

Zdroj: www.ioda.cz

3 Výhody a nevýhody využití kombinované dopravy

3.1 Základní charakteristika

Multimodální přeprava označuje přepravu zboží nejméně dvěma různými druhy dopravy. Zde jsou jednotlivé druhy dopravy propojeny cenou, smlouvou, nebo manipulační jednotkou. O intermodální dopravu se jedná tehdy, pokud se přeprava zboží uskutečňuje v jedné nákladové jednotce nebo vozidle po celou dobu přepravy. Je vymezena pouze jednou smlouvou, která platí na celé trase. Započítává se jednotná cena, která nezávisí na použitém dopravním prostředku. V tomto směru EU doporučuje rozdělení cen, z důvodů rovnoměrného zatížení přepravců přepravními náklady.

Kombinovaná doprava je intermodální přepravou, při které je určen podíl a druh zapojených druhů dopravy v daném procesu. Hlavní část přepravy většinou prochází po železnici, po moři nebo vnitrozemskou vodní cestou, která je při přepravě na velké vzdálenosti relativně levná. Podíl přepravy po silnici je minimální a většinou se jedná o počáteční nebo závěrečnou část trasy, případně na dovoz do terminálu a následný odvoz k odběrateli [9].

V posledních letech dochází k nadměrnému růstu silniční dopravy, což způsobuje přetížení silničních komunikací a zhoršení průjezdnosti měst. Je nutné podotknout, že dopravci pouze reagují na poptávku, a to může značit hospodářský růst. Díky nárůstu poptávky dochází k většímu využívání kombinované dopravy. Ta potencionálně umožňuje zrychlení přepravy na větší vzdálenosti a umožňuje přepravovat i v noci, v neděli a o svátcích. V České republice tyto možnosti nejsou využity, protože většina terminálů není přes noc a víkendy otevřená. Využití kombinované dopravy snižuje náklady na manipulaci s materiálem a zaručuje vysokou bezpečnost. Minimalizuje podíl ruční práce řidičů a zabezpečuje jednotnou techniku nakládky a vykládky, tímto zvyšuje bezpečnost dopravního procesu. Umožňuje optimalizaci nákladů, kdy je možné ložnou jednotku díky legislativní úpravě plnit čtyřmi tunami zboží navíc. Tento druh dopravy je zároveň šetrnější k životnímu prostředí. Kombinovaná doprava má ale i několik negativ, mezi které patří nedostatečná síť terminálů, které mají většinou omezenou pracovní dobu. Často dochází ke zpoždění, které je způsobeno změnou jízdních řádů na poslední chvíli, nebo dokonce dojde ke zrušení spoje. Díky těmto negativům je kombinovaná doprava nevhodná pro přepravu just in time (tedy přesně na čas), který se snaží omezit potřebu skladových zásob na minimum.

Kombinovaná doprava se dělí na doprovázenou a nedoprovázenou. O doprovázené dopravě se mluví v případě, že jsou silniční vozidla přepravována jiným druhem dopravy a řidič je doprovází přímo v kabině tahače. U nedoprovázené se přepravuje silniční vozidlo nebo jeho

část, ale řidič není přítomen v nákladové jednotce, ale například v lehátkovém voze. V České republice se provozuje pouze nedoprovázená kombinovaná doprava [10].

V posledních letech roste podíl železniční přepravy kontejnerů, a to především mezi ČR a evropskými přístavy (Hamburkem, Bremerhavenem a Rotterdamem). Zlepšuje se i spojení s Itálií. Mezi nejvíce využívané trasy patří Lovosice – Hamburg – Billwerder, Paskov – Lovosice – Duisburg, Paskov – Verona, později Terst, Brno – Rostock a Lovosice – Charleroi. V roce 2012 byl zahájen provoz na lince Praha-Uhřetěves – Duisburg.

3.2 Terminály

Terminál je prostor, kde dochází k setkávání alespoň dvou dopravních cest. Jedná se o významný uzlový bod v dopravní síti kombinované dopravy. Správná funkčnost terminálu většinou rozhoduje o efektivnosti procesu.

Nejčastěji vzniká v místech, která jsou výhodná vzhledem k trasám přepravních proudů. Jsou napojeny na hlavní silniční komunikace a železniční koridory. Příkladem mohou být logistická centra, přístavy nebo kontejnerová překladiště. Velkou nevýhodou je finanční náročnost budování terminálů. Jedná se o prostor, který má charakteristickou infrastrukturu a zařízení. Jsou zde poskytovány komplexní služby, od možnosti skladování nákladových jednotek až po informační systémy. Je nutný tzv. silniční přivaděč, který slouží jako napojení na silniční síť. Musí mít svou vnitřní silniční síť, překládkové a odstavné plochy a kolejové vybavení. Jsou možné dva způsoby uspořádání, podle způsobu manipulace. Buď se jedná o vertikální manipulaci, kde je potřeba větší plocha, která je využívána u překládky železnice silnice, tzv. LOLO (Lift on lift off), nebo horizontální, kde je menší kolejíště a stačí rampy pro manipulaci, tzv. RORO (Roll on roll off). Vertikální překládka umožňuje manipulaci s kontejnery, tankovými kontejnery i výměnnými nástavbami, zatímco horizontální překládka je uzpůsobena pouze pro manipulaci s návěsy.

3.2.1 Rozdělení

Terminály je možné dělit podle velikosti nebo umístění v dopravní síti. Jsou rozlišovány hlavní terminály, zprostředkovatelské terminály a překladiště. Hlavní terminály se nacházejí v blízkosti velkých průmyslových aglomerací, které jsou dodavateli nebo odběrateli přepravovaných zásilek. Zprostředkovatelské terminály zajišťují obsluhu vlaků mezi hlavními terminály. Překladiště slouží jako lokální uzly, kde dochází k dočasnému uskladnění.

Existují dva typy překládek – kontejnerové a pro manipulaci s jízdními soupravami. Zde dochází k příjmu a výdeji kontejnerů a jejich svozu nebo odvozu k přepravním. Musí být vybaveno silničními dopravními prostředky – mobilními překladači a nakladači, kontejnerovými návěsy, dále železničními dopravními prostředky – plošinovými kontejnerovými vozy, a také manipulačními a překládkovými mechanismy – čelními překladači nebo portálovými jeřáby. Na Obrázku 11 je ukázka kolejového portálového jeřábu.



Obrázek 11: Portálový jeřáb

Zdroj: www.kpc.cz

3.2.2 Terminály na území ČR

V současné době se v České republice nachází 16 terminálů pro kombinovanou přepravu. Jejich seznam můžete najít v Tabulce 3. Většina z nich je uzpůsobena pro překládku mezi silniční a železniční dopravou. Tomu odpovídá i jejich vybavení překládacími mechanismy. Celkem šest terminálů je vybaveno minimálně jedním kolejovým portálovým jeřábem. Pouze v Lovosicích a v Šenově se pro překládku používá silniční portálový jeřáb. Překladače, jako jsou výsuvné stohovače a manipulační vozíky, jsou používány ve dvanácti terminálech.

O víkendu je v provozu celkem šest terminálů, a to v České Třebové, Lovosicích (ČD- DUSS, TSC), Mělníku, Praze a ve Zlíně. Zbylé terminály jsou v provozu pouze pracovní dny, nebo po dohodě s dopravcem [9].

Tabulka 3: Terminály kombinované dopravy v ČR

Lokalita	Dopravní mody	Objem překládky (IPJ/rok)	Objem překládky (TEU/ rok)
Brno	silnice/ železnice		15 000
Česká Třebová	silnice/ železnice		850 000
Děčín	silnice/ voda/ železnice	5	10
Lovosice (ČD – DUSS)	silnice/ železnice	22 000	
Lovosice (TSC)	silnice/ železnice	45 000	60 000
Lovosice (Prosmky)	silnice/ voda/ železnice	6	6
Mělník	silnice/ železnice	80 000	
Mělník	silnice/ voda/ železnice	20 000	
Nýřany	silnice/ železnice		130 000
Obrnice	silnice/ železnice		30 000
Paskov	silnice/ železnice		54 000
Praha Uhřetěves	silnice/ železnice		1 013 200
Přerov	silnice/ železnice		18 000
Šenov	silnice/ železnice		90 000
Ústí nad Labem	silnice/ voda/ železnice	60	
Zlín	silnice/ železnice		250 000

Zdroj: http://www.mdcz.cz/cs/Drazni_doprava/Kombinovana_doprava

3.3 Technologie

3.3.1 RO-LA

Jednou z nejpoužívanějších technologií je Rollende Landstrasse neboli RO-LA. Jedná se o způsob přepravy, kdy jsou silniční vozidla, kamiony, přepravována na speciálních nízkopodlažních železničních vozech.

Vagóny jsou zkonstruovány s malými průměry kol, díky kterým je rovnoměrně zatížena celá jízdní souprava. Na posledním vagónu je nájezdová rampa, po které silniční vozidla vjíždějí na ostatní vagóny. Tato technologie umožňuje snížení provozu na hraničních přechodech. Hlavní nevýhodou, především z ekonomického hlediska, je neproduktivita silničního vozidla, které je pasivním účastníkem přepravy po železnici. Tahač na železnici není aktivní a tvoří pouze fixní náklady [11].

3.3.2 Bimodální doprava

V této technologii je klíčový speciální bimodální návěs, který po spojení železničních vozíků utvoří vlak. Nejedná se tedy přímo o vagón, ale o spojení vyztužených návěsů s železničními podvozky, jak je vidět na Obrázku 12. Při této přepravě není tahač součástí nákladu, a může vykonávat další aktivní dopravní činnost.



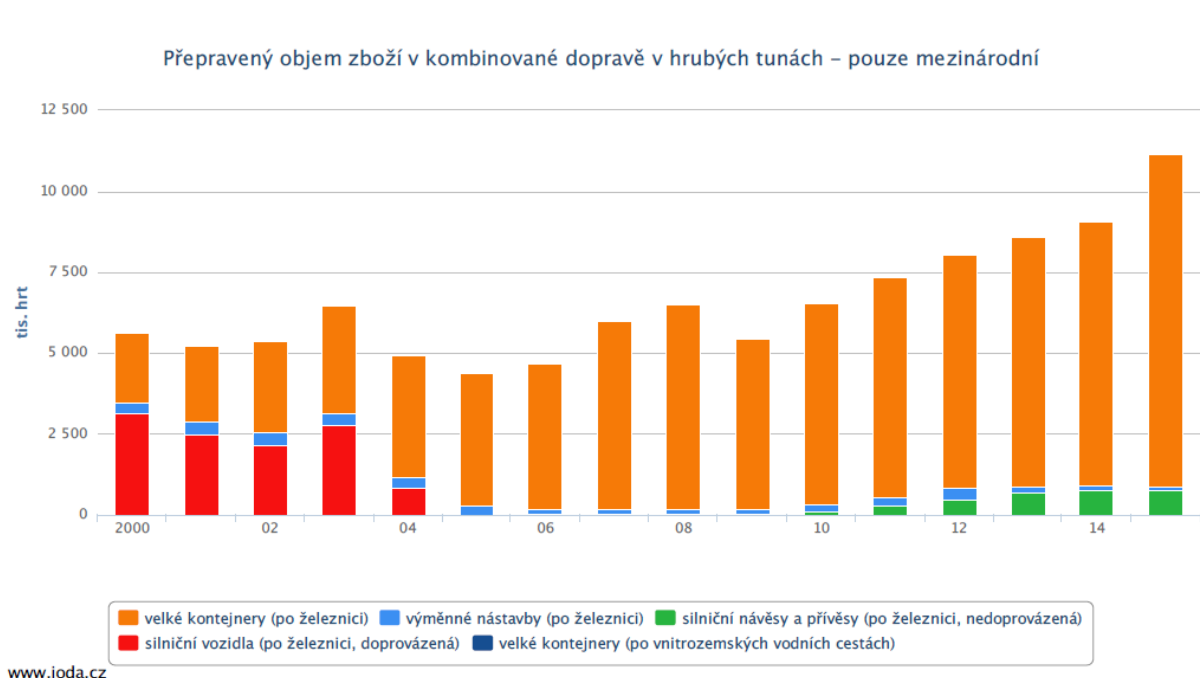
Obrázek 12: Bimodální návěs

Zdroj: www.k-report.net/clanky/jeste-jedna-sance-pro-bimodalni-navesy

3.4 Přepravní prostředky

Při kombinované dopravě se používají různé druhy přepravních prostředků, jsou to kontejnery, výměnné nástavby a bimodální návěsy. Nejvíce využívané jsou kontejnery. Podíl kontejnerů na objemu přepravy v rámci kombinované přepravy tvoří 94,6 %. Mají rohové prvky, díky nimž se provádí vertikální operace a fixace na dopravní prostředek. Jejich ložný objem je 31 m³. Mezi další druhy patří výměnné nástavby, jejichž podíl tvoří 2,4 %. Dále návěsy a podvojně návěsy (železnice – silnice, silniční návěs uzpůsoben konstrukcí k nasazení na speciální železniční podvozek), které jsou zastoupeny 3 %. V případě doprovázené dopravy dochází

k přepravě celých jízdních souprav, ke které jsou využity nízkoplošinové vozy [7]. Využití jednotlivých přepravních prostředků můžete vidět v grafu na Obrázku 13.



Obrázek 13: Podíl přepravních prostředků v kombinované dopravě

Zdroj: www.ioda.cz

3.4.1 Kontejnery

Jedná se o normalizovanou nákladovou jednotku, se kterou je možno manipulovat horizontálně, vertikálně a zároveň je ji možné stohovat. Používají se kontejnery řady ISO 1, které se dělí do dalších čtyř kategorií, podle délky. ISO 1 D je 10', což jsou 3 metry, ISO 1 C má délku 20', ISO 1 B je dlouhý 30' a ISO 1 A má 40'. Nejčastěji používané jsou 20' a 40' kontejnery.

Použití kontejnerů při přepravě šetří pracovní síly a celkově zjednodušuje přepravní řetězec. Snižuje se riziko poškození zásilky a zároveň dochází ke snížení nákladů na obalové materiály. Existuje několik typů kontejnerů, podle možnosti použití. Je to universální kontejner, který splňuje požadavky na vodotěsnost, kontejner s otevřeným vrchem, plošinový kontejner se sklopnými čely, nádržkový kontejner, chladicí kontejner, kontejner pro suchý sytký náklad a uhelný kontejner [12].

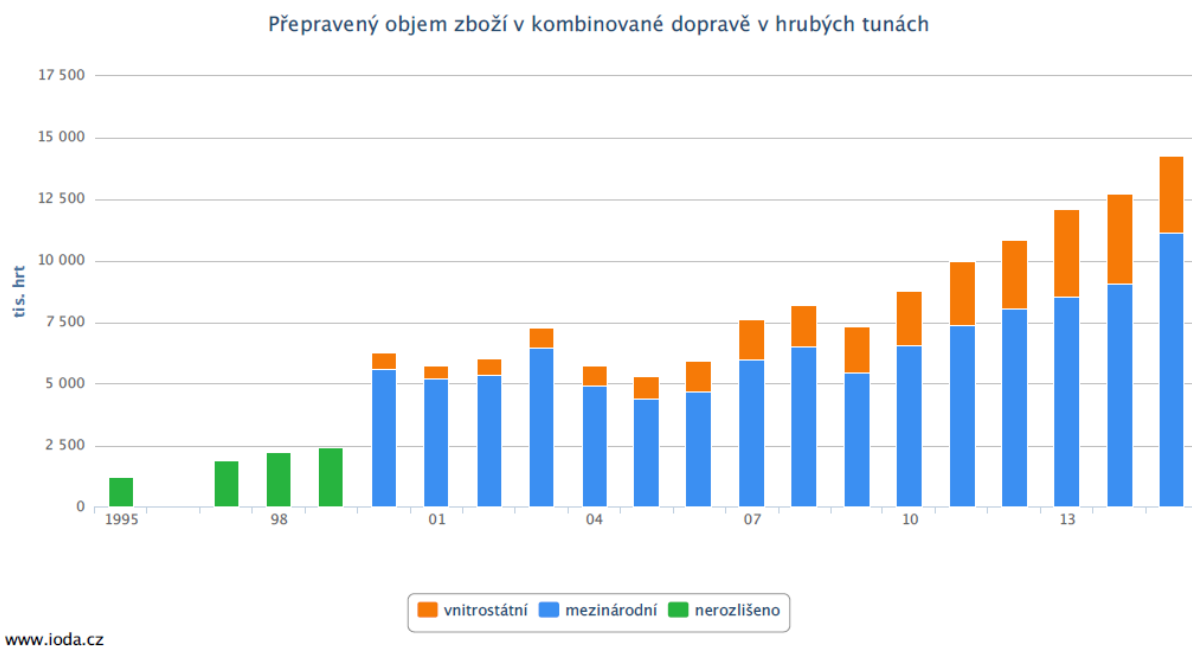
3.4.2 Výměnné nástavby

Výměnné nástavby mají větší ložný prostor a menší hmotnost než kontejner, ale nedají se stohovat. Na nosiči se s nimi dá manipulovat i bez potřeby dalších strojů, a to díky čtyřem

výsuvným nohám. Jsou používány buď plně uzavřené konstrukce nebo otevřené, které jsou zakrývatelné nebo bez plachty. Nedá se s nimi manipulovat stejným nakládacím zařízením jako s kontejnery, a proto pokud má terminál výbavu na manipulaci s kontejnery, přepravu s výměnnými nástavbami nepodporuje. Tento systém je na rozdíl od kontejnerů rozšířen pouze v Evropě [13].

3.5 Přepravní výkony a objemy přepravy

Od roku 2009 mají objemy přepravy v kombinované dopravě vzestupnou tendenci, jak je možné vidět na grafu na Obrázku 14. To značí zvyšující se podíl na nákladní přepravě. Mezi roky 2014 a 2015 mezinárodní doprava vzrostla o 6 %, vnitrostátní doprava ve stejném období víceméně stagnovala [7].



Obrázek 14: Přepravený objem zboží v kombinované dopravě

Zdroj: www.ioda.cz

Jak je možné vidět v předchozím grafu, většinou se kombinovaná doprava využívá při mezinárodní přepravě. Více než 80 % importu a exportu v rámci kombinované přepravy směřuje do Německa. Mezi další exportní země patří Slovensko, Polsko, Rakousko, Spojené království, Francie a Itálie [14]. V dalších letech je možné očekávat podobný nárůst objemu přepravy jako doposud. Kombinovaná doprava se bude v budoucnu stále více využívat, a to i díky rostoucím nákladům na naftu a na použití silniční infrastruktury. Nicméně stále bude

znatelným nedostatkem absence spolehlivého vlakového spojení mezi terminály. Bude nutná harmonizace odjezdů vlaků na významných železničních koridorech. Popřípadě rozšíření počtu terminálů další výstavbou.

3.6 Systém ACTS

Tento systém propojuje výhody silniční a železniční dopravy. Na větší vzdálenosti využije železniční dopravu a pro rozvoz na menší vzdálenosti použije nákladní automobily, stejně jako běžná kombinovaná doprava. V tomto případě ale není potřeba speciální překládací zařízení a manipulace je možná kolem každé koleje, kde je dostatečný prostor (10 m). To je možné díky nosičům kontejnerů, které kromě přepravy umožňují veškerou manipulaci. Tento systém je především využíván při přepravě sypkých hmot speciálními ACTS kontejnery – Obrázek 15. V ČR s tímto systémem pracuje jedna společnost, Advanced World Transport.

V budoucnu by větší využívání tohoto systému přineslo úsporu překládacích mechanismů, kompatibilitu se zahraničními systémy a variabilitu kontejnerů, která by umožnila přepravu všech druhů zboží jedním typem vozu [15].



Obrázek 15: ACTS kontejner

Zdroj: <https://www.elkoplast.cz/abroly-zeleznicni-abr-acts>

3.7 Nutnost podpory kombinované dopravy

K dalšímu rozvoji a většímu využívání kombinované dopravy je potřeba rozvíjet infrastrukturu a její kapacitu, aby odpovídala rostoucím potřebám. Prioritou Evropské Unie je identifikace důležitých koridorů a jejich modernizace, popřípadě rozšíření. Pokud by došlo k napojení námořních přístavů na železnici, umožnilo by to využívání kombinované dopravy jako hlavního způsobu přepravy zboží.

Je nutné dále podporovat konkurenceschopnost železniční dopravy a zjednodušit přístup k železniční síti. Nezbytná je také větší ochota spolupracovat ze strany dopravců, kteří jsou ve většině zemí monopolní. Mezi návrhy EU patří například dotace na pořízení vybavení. Jelikož je kombinovaná doprava nejvýhodnější na velké vzdálenosti, jsou pro rozvoj nezbytné terminály, kterých je v celé EU nedostatek [16].

Pokud by došlo k výstavbě nové sítě, lze předpokládat, že by došlo k povolení vlaků o délce až 700 metrů, stejně jako je tomu v USA. Mělo by také dojít ke sjednocení schvalovacích a povolovacích pravidel, aby byly systémy jednotlivých zemí co nejvíce kompatibilní.

4 Sypké hmoty

4.1 Charakteristika

Sypké hmoty jsou tvořeny malými pevnými částicemi, mezi kterými existuje smykové napětí, a proto jako celek nemají stejné vlastnosti jako pevné látky. Díky jejich mechanicko – fyzikálním vlastnostem mohou zaplnit celý objem skladovací jednotky, volná plocha sypké hmoty dokonce může vytvořit kužel. Většinou se jedná o agroprodukty, materiály pro petrochemii a jiné průmyslové komodity. Příkladem mohou být obiloviny, krmiva pro zvířata, korek, vápno, cement a hnojiva.

4.2 Doprava

Základní vlastností dopravy sypkých hmot musí být zajištění technologické možnosti přesunu. Tento požadavek ovlivňuje volbu dopravního zařízení. Na tyto technologie jsou kladeny další požadavky. Podle množství přepravované hmoty se určí potřebná výkonnost dopravního zařízení. Záleží také na fyzikálně – mechanických vlastnostech hmoty, jako je například prašnost a lepivost.

Doprava sypkých hmot se dělí na horizontální, vertikální a šikmou dopravu, která je kombinace dvou předchozích. Podle principu dopravy se dále dělí na spádovou, mechanickou a pneumatickou. Technologie dopravy určí použití dopravníku, které jsou pásové, hrabičkové, profilové, korečkové, šnekové a pneumatické. K přepravě se využívají speciálně přizpůsobená vozidla, která chrání kvalitu i množství sypkého nákladu. Jsou to automobilové cisterny pro sypký náklad, sklápěče a jiná speciální vozidla.

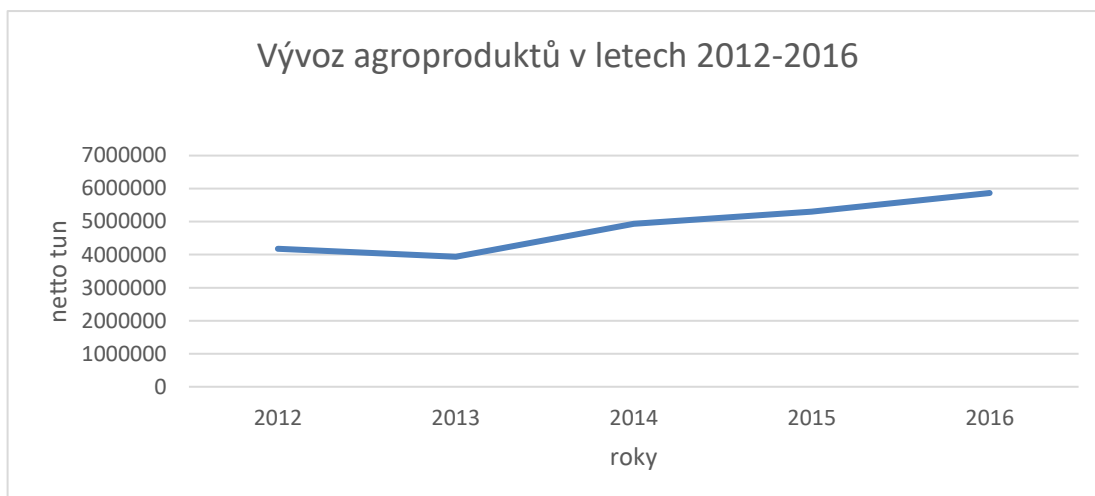
4.3 Skladování sypkých hmot

Při skladování sypkých hmot je možné použít téměř všechny typy kontejnerů. Univerzální zaručí vodotěsnost, a je tedy ideální pro skladování, nádržkový kontejner je vhodný pro volně ložený materiál, jako je například cement, vápno nebo vápenec. Pokud se jedná o písek, nebo o jiný materiál, který je nutno chránit proti povětrnostním vlivům, použije se kontejner pro suchý sypký náklad, tzv. bulk. Pro krátkodobé skladování substrátů jako je uhlí, koks, škvára nebo písek je vhodný uhelný kontejner.

4.4 Export

Z České republiky se vyváží velké množství sypkých hmot, především agroprodukty, petrochemie a ostatní průmyslové komodity. Vývoz agroproduktů, především obilí, krmiv a hnojiv má od roku 2012 vzestupnou tendenci. Největší nárůst vývozu ze zemědělských produktů má obilí, kterého se v roce 2016 vyvezlo 4 289 726 netto tun, za celkových

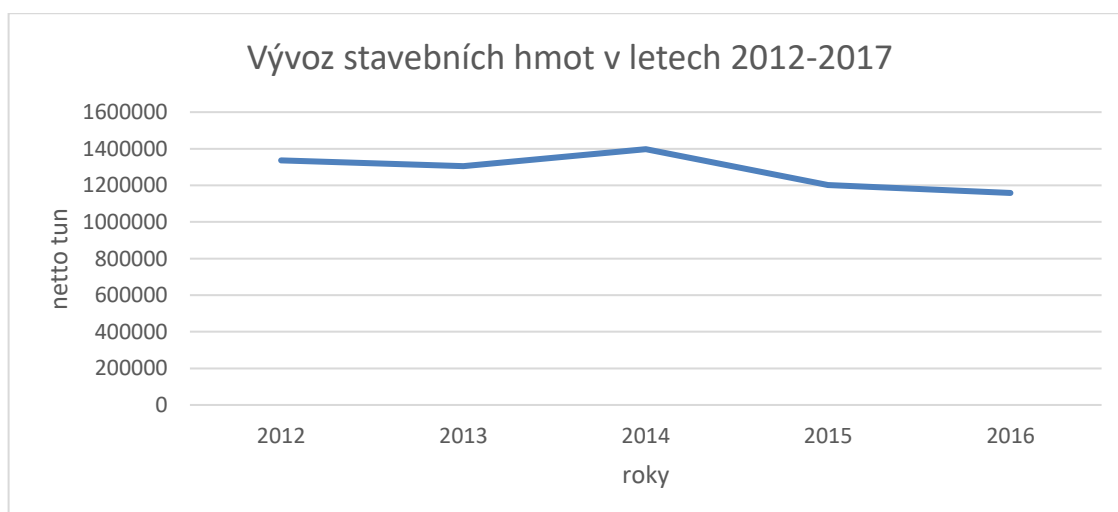
17 650 milionů Kč. Vývoj vývozu zemědělských komodit mezi lety 2012 a 2016 můžete vidět v grafu na Obrázku 16. V roce 2016 bylo z ČR vyvezeno 5 866 851 netto tun [17].



Obrázek 16: Vývoz agroproduktů v letech 2012-2016

Zdroj: vlastní zpracování

Obilí se vyváží převážně do Německa, Slovenska, Polska a Rakouska, ale i do Itálie, Chorvatska nebo do Švýcarska. Krmiva se opět vyvázejí do sousedních zemí, ale také do Japonska a Belgie. Hnojiva jsou kromě sousedních zemí vyvážena do Vietnamu, Maďarska a Maroka. Kromě zemědělských komodit jsou ve velkém množství vyváženy průmyslové produkty využívané ve stavebním průmyslu, jako je vápno, štěrk, cement nebo sádra. Od roku 2012 došlo k mírnému poklesu vývozu, jak je možné vyčíst z grafu na Obrázku 17 [17].



Obrázek 17: Vývoz stavebních hmot v letech 2012-2016

Zdroj: vlastní zpracování

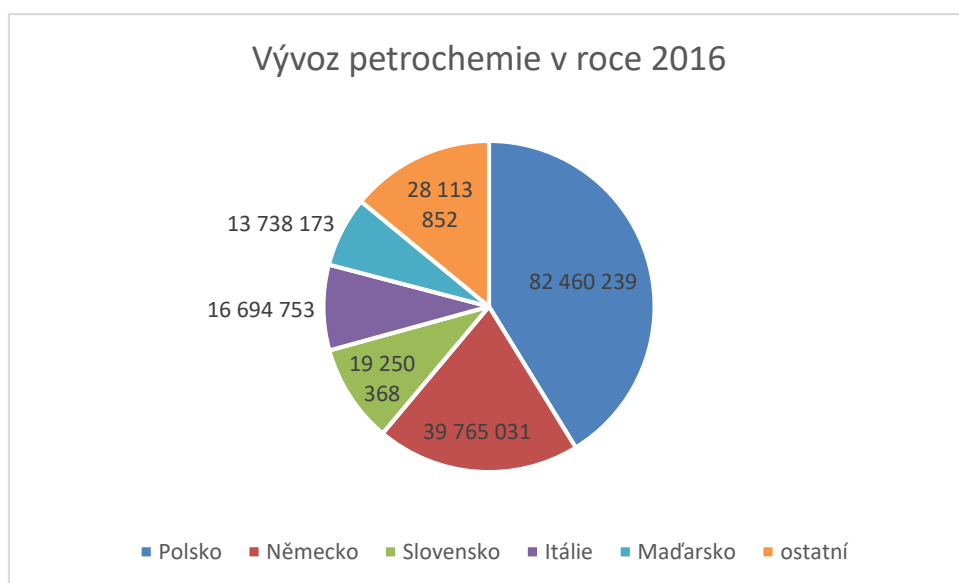
Z těchto průmyslových komodit je nejvíce vyvážen štěrk, kterého se v minulém roce vyvezlo 640 828 netto tun. Všechny suroviny jsou vyváženy především do sousedních zemí, které tvoří více než 75 % odbytu. Výjimečný monopol při nákupu sádry má Slovensko, které ovládlo více než 80 % trhu samostatně, viz Tabulka 4 [17].

Tabulka 4: Podíl jednotlivých zemí na vývozu sádry

SÁDRA – vývoz (2016-2017)	netto (kg)	stat. hodnota (tis.) CZK
Slovensko	83 317 790	10 424
Rakousko	10 138 587	998
Maďarsko	1 225 719	5 326
Rumunsko	465 346	2 540
Německo	205 025	4 342

Zdroj: vlastní zpracování

Třetí nejvíce vyvážené sypké hmoty jsou využívány v petrochemii. Mezi petrochemické produkty patří monomery, polyolefiny a aromáty. V roce 2016 bylo vyexportováno 171 908 netto tun za více než 5 180 mil. Kč. Většina exportu putovala opět do sousedních zemí a do Itálie a Maďarska, viz graf na Obrázku 18 [17].



Obrázek 18: Podíl jednotlivých zemí na vývozu petrochemie v roce 2016

Zdroj: vlastní zpracování

5 Ekonomické porovnání nákladů silniční a železniční nákladní dopravy

5.1 Úvod do kalkulace

Nejdříve je nutné určit náklady, kterých se kalkulace týká. Podle závislosti na rozsahu dopravních výkonů se rozlišují náklady fixní a variabilní. U fixních nákladů nezáleží na daném výkonu, jsou stále stejné. Jedná se např. o daně, odpisy, nebo režijní náklady. Variabilní náklady jsou proměnné, tedy závisí na dopravních výkonech. Jsou to náklady na pohonné hmoty, mzdy, údržbu a opravy. Dále je možné náklady rozdělit podle přiřaditelnosti ke konkrétnímu výkonu, v tomto případě se jedná o přímé a nepřímé náklady. Mezi přímé náklady patří náklady na mzdy a materiál, jako jsou pohonné hmoty nebo pneumatiky. Do nepřímých neboli režijních nákladů patří odpisy a údržba vozidel. Cílem kalkulace je stanovení výše nákladů [1].

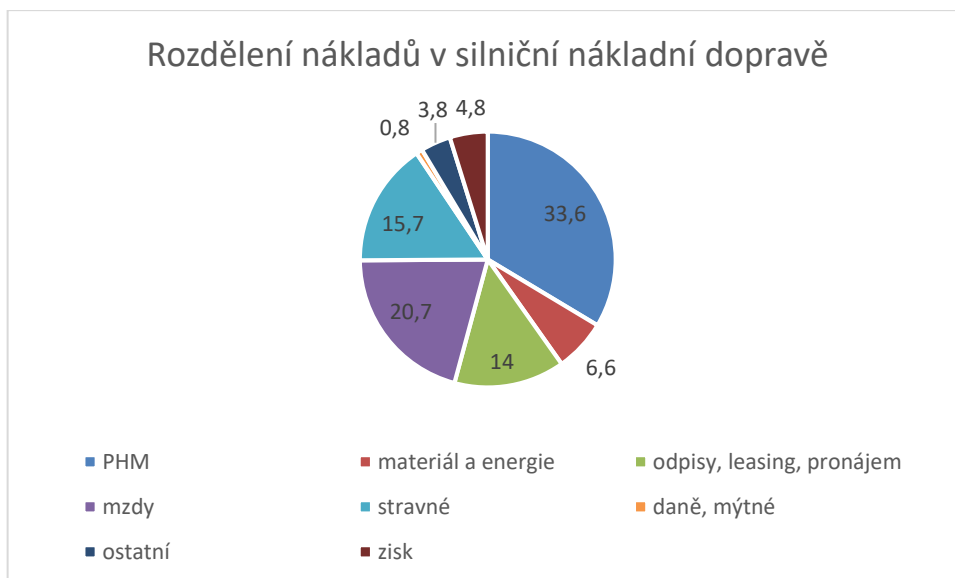
5.1.1 Kalkulační jednice

Kalkulační jednicí se rozumí množství jednotek produkce neboli výkon. V silniční nákladní dopravě je to většinou 1 ujetý kilometr a 1 hodina stání vozidla. Dále se používá přepravní výkon, v podobě přepravené tuny a výkony spojené s nakládkou a vykládkou zboží. V železniční dopravě jsou analogické jednice lokomotivní kilometr (lok km) a lokomotivní hodina (lok hod), vozový kilometr (voz km) a vozová hodina (voz hod).

Pro výpočet spotřeby trakční energie je potřeba znát hmotnost vlaku, proto je nutné znát i hrubé tunové kilometry (hrtkm). Náklady, které se vztahují např. na použití železniční cesty vytvářejí nutnost další jednotky, a to vlakových kilometrů (vlkm) [18].

5.2 Rozdělení nákladů v silniční nákladní dopravě

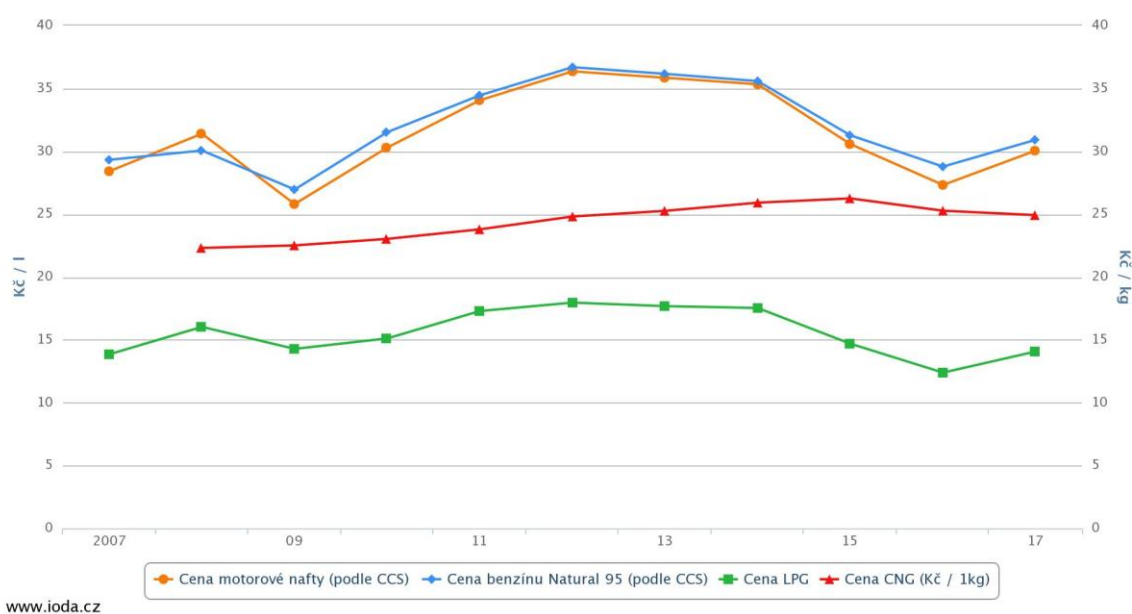
V následujících kapitolách jsou pro výpočet nákladů na silniční nákladní dopravu použity údaje ze společnosti M+L Logistik s.r.o., která se zabývá přepravou sypkých hmot a dalšího zboží. Při této kalkulaci je použito rozdělení nákladů na fixní a variabilní. Mezi fixní náklady patří odpisy, leasing a pronájem vozu, náklady na mzdy, úhrada za použití infrastruktury (silniční daň, mýtné) a ostatní náklady, do kterých patří např. pojištění vozidla a administrativní náklady. Do variabilních nákladů se řadí náklady na pohonné hmoty, náklady na materiál a energie, do kterých patří i náklady na opravy a údržbu. Detailní rozdělení jednotlivých nákladů je v grafu na Obrázku 22.



Obrázek 22: Rozdělení nákladů v silniční nákladní dopravě

Zdroj: M+L Logistik s.r.o., vlastní zpracování

Z grafu na Obrázku 22 je patrné, že hlavní složkou nákladů jsou pohonné hmoty. Tyto náklady se u jednotlivých vozidel liší podle profilu terénu, intenzitou provozu, hmotností vozidla, způsobu jízdy řidiče, ale také podle období, ve kterém je dané palivo kupeno. V následujícím grafu na Obrázku 23 je zaznamenán vývoj cen pohonných hmot v letech 2007 až 2017. Jedná se o aritmetický průměr denních cen [7].



www.ioda.cz

Obrázek 23: Vývoj cen pohonných hmot v letech 2007–2017

Zdroj: www.ioda.cz

5.3 Rozdělení nákladů v železniční nákladní dopravě

Stejně jako v silniční nákladní dopravě, i zde je možné rozdělit náklady na fixní a variabilní. Mezi fixní náklady patří odpisy, které se dále dělí na odpisy vozidel a na odpisy jiných technologických zařízení. Mezi fixní náklady také patří mzdy leasing a pronájem vozu, úhrada za použití železniční dopravní cesty a náklady na trakční zdroje. Do variabilních nákladů se řadí náklady na přímý materiál, náklady na opravy a udržování [1].

5.4 Vybrané trasy pro výpočet nákladů

V dalších kapitolách jsou určeny trasy, pro které budou náklady vypočteny. Trasy byly vybrány panem Melzerem ze společnosti M+L Logistik s.r.o., která se zabývá silniční nákladní a kombinovanou dopravou. Destinace jsou vybrány jako případné zájmové lokality, kam by mohla společnost v budoucnu přepravovat.

Všechny trasy začínají ve stejném místě, kterým jsou Obrnice. Zde má společnost pana Melzera terminál, který je napojen na silniční infrastrukturu a v budoucnu by mohl umožňovat i přepravu po železnici.

5.4.1 Obrnice – Rostock

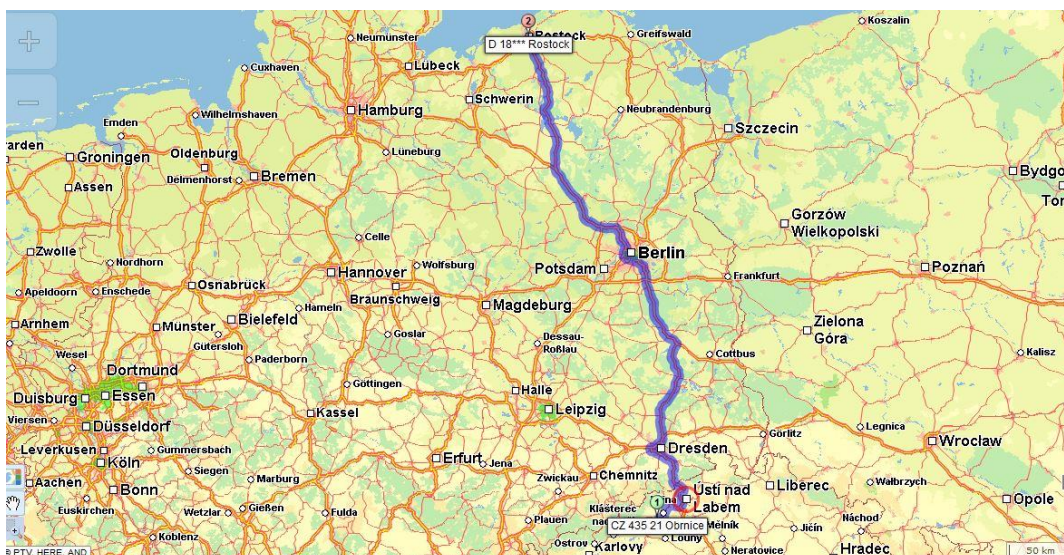
Trasa po silničních komunikacích mezi Obrnicemi a Rostockem je dlouhá 523.5 km, z toho je 494,6 km po placených úsecích. Rozdělení mýtného podle jednotlivých zemí je zobrazeno v Tabulce 5.

Tabulka 5: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Rostock

Stát	Trasy s mýtným (km)	Celkové mýtné (EUR)
Česká republika	35,00	5,52
Německo	459,60	62,03
Celkem	494,60	67,55

Zdroj: vlastní zpracování

V ideálním provozu cesta trvá 7 hodin a 21 min a povede pouze přes Českou republiku a Německo. Trasa vede přes Ústí nad Labem, Drážďany a kolem Berlína, viz Obrázek 19.



Obrázek 19: Mapa trasy Obrnice – Rostock

Zdroj: Map and Guide

Při cestě po železnici je cesta dlouhá 593 km, z toho je 15 km na železnici regionálního významu, 530 km úseku je po železnici evropského významu a 48 km celostátního významu. Tato trasa téměř kopíruje cestu po silničních komunikacích [19]. Trať je po celé délce elektrifikovaná. Výhodou terminálu v Rostocku je přímé napojení na železnici, proto se překládka uskuteční přímo v přístavu. Silniční nákladní doprava se zde využije minimálně, pouze pro pohyb zboží po terminálu.

5.4.2 Obrnice – Rotterdam

V nákladní terminálu v Rotterdamu se ročně přeloží více než 460 milionů tun zboží. Jedná se o bezkonkurenčně největší terminál v Evropě. Rotterdam je zároveň první v žebříčku přepravy sypkých hmot, těchto kontejnerů ročně přeloží přes 23 mil. tun. Je vybaven všemi typy manipulačních jednotek a umožňuje i skladování [20].

Trasa do Rotterdamu je dlouhá 861,4 km, z toho je 704,5 na silničních komunikacích, kde se platí mýtné. Rozdělení mýtného na jednotlivé úseky je v Tabulce 6.

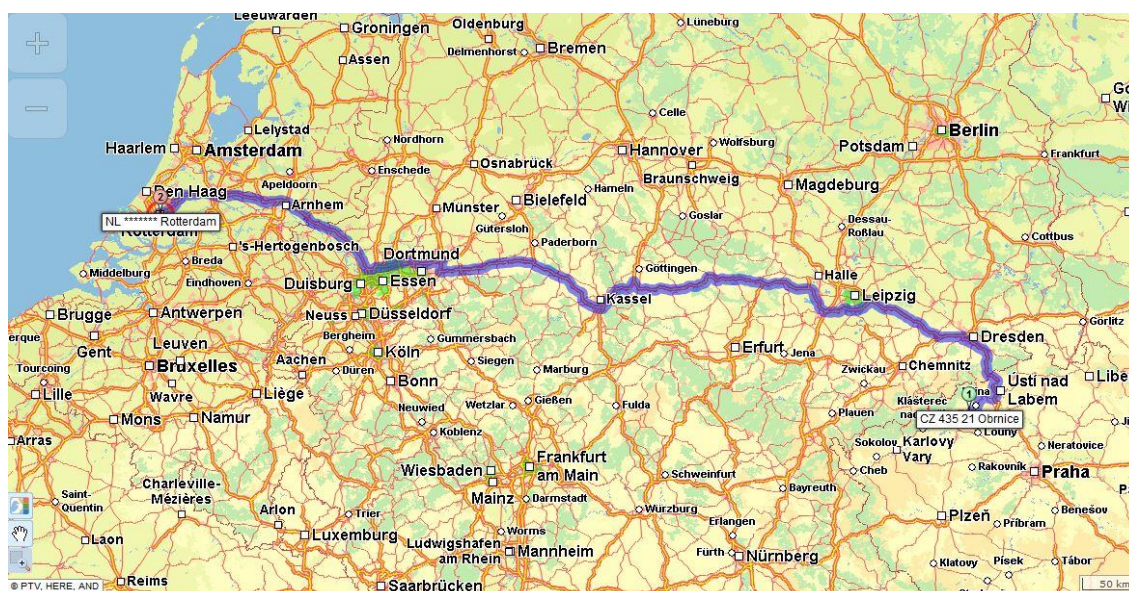
Tabulka 6: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Rotterdam

Stát	Trasy s mýtným (km)	Celkové mýtné (EUR)
Česká republika	35,00	5,52
Německo	669,50	90,45
Holandsko	-	-
Celkem	704,50	95,97

Zdroj: vlastní zpracování

Cesta po silničních komunikacích trvá 11 hodin a 31 minut a vede přes tři státy – Českou republiku, Německo a Holandsko. Trasa vede přes Drážďany, kolem Leipzigu, dále pak přes Kassel a Dortmund, viz Obrázek 20.

Trasa po železnici je dlouhá 973 km. Celkem 645 km vede po železnici evropského významu, 208 km trati má celostátní význam a 120 km vede po železnici, která je určena pouze nákladním vozidlům [19]. Cesta vede přes stejná města jako cesta po silničních komunikacích. Nejdříve vede do Děčína, poté do Drážďan, přes Dortmund a Nijmegen až do Rotterdamu. Stejně jako terminál v Rostocku, i Rotterdamské překladiště je napojeno na železniční síť. Silniční nákladní vozidla použijeme pouze při převozu zboží po terminálu.



Obrázek 20: Mapa trasy Obrnice – Rotterdam

Zdroj: Map and Guide

5.4.3 Obrnice – Gdaňsk

Přístavní terminál v Gdaňsku je rozdělen do dvou částí, vnitřního a vnějšího přístavu. V loňském roce prošlo tímto terminálem více než 37 milionů tun zboží, z toho 4,9 mil. tun byly sypké hmoty [21].

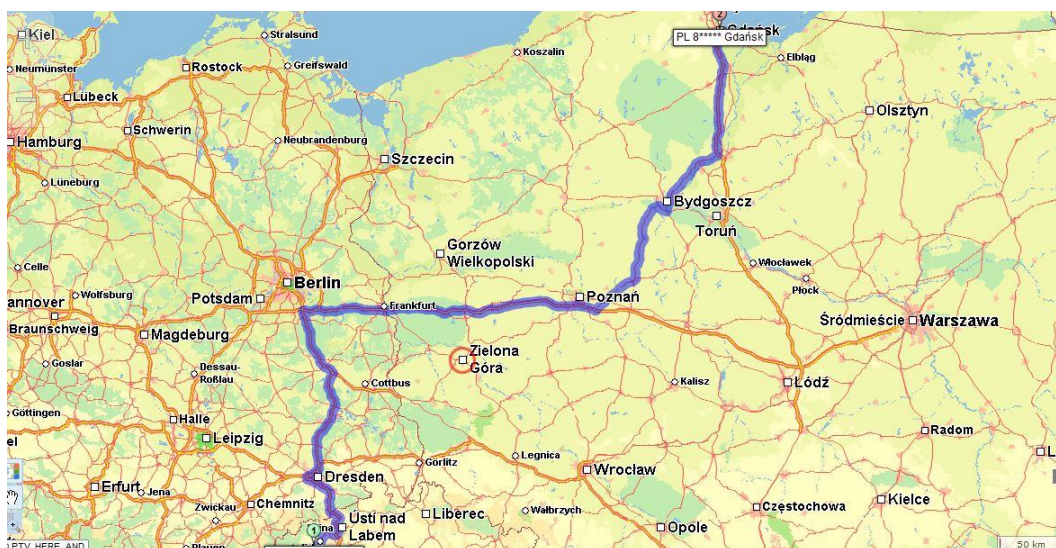
Cesta z Obrnic do Gdaňsku je dlouhá 823,5 km, z toho je 647 po placených silničních komunikacích. Na této trase se zaplatí celkem 75,54 EUR. Rozdělení částky na jednotlivé země je v Tabulce 8.

Tabulka 7: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Gdaňsk

Stát	Trasy s mýtným (km)	Celkové mýtné (EUR)
Česká republika	35,00	5,52
Německo	282,20	38,07
Polsko	329,87	31,95
Celkem	647,07	75,54

Zdroj: vlastní zpracování

V ideálním provozu tato trasa zabere 11 hodin a 40 minut. Trasa vede přes Ústí nad Labem, Drážďany, poté téměř do Berlína, odkud dále vede do Poznaň, Bydgoszcze a do Gdaňsku, viz Obrázek 21.



Obrázek 21: Mapa trasy Obrnice – Gdaňsk

Zdroj: Map and Guide

Cesta po železničních komunikacích je dlouhá 983 km, z toho vede 450 km po tratích mezinárodního významu, 48 km má celostátní význam a 115 km trati je regionálního významu. Celá trať je elektrifikovaná. Tato trasa vede z Obrnic do Bad Schandau, dále pak do Frankfurtu, Wroclawi, Poznaně a dále do Gdaňsku [19]. Terminál je stejně jako oba předchozí, napojen na železniční síť, a proto se silniční nákladní vozidla využijí pouze při převozu po terminálu.

5.5 Výpočet nákladů

5.5.1 Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na silniční dopravu

Při výpočtu nákladů na jednotlivých trasách se bude vycházet z Tabulky 8, ve které jsou vstupní technicko – ekonomické údaje. Tyto hodnoty jsou stejné pro všechny výpočty nákladů na silniční dopravu. Cena pohonných hmot je udávána bez DPH a s kurzem eura jsou stanoveny k 10.8.2017. Procentuální hodnoty sociálního a zdravotního pojištění jsou fixně stanoveny státem. Hodnoty ohledně ceny automobilu, nájezdu vozidla, ceny pneumatiky a jejího proběhu jsou zadány od společnosti M+L Logistik s.r.o. Přepravovat se bude ve 40' kontejnerech. Měsíční mzda řidiče je stanovena odečtením procentuálního podílu stravného na výsledné mzdě, které činí 15,7 %. Kilometrová sazba řidiče je jeho měsíční mzda vynásobena počtem měsíců a poté vydělena ročním nájezdem vozidla.

Tabulka 8: Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na silniční dopravu

spotřeba PHM	l/100 km	30
cena PHM	Kč/l	22,515
motorový olej	% z PHM	6
Cena 1 pneu	Kč	12000
počet pneu	ks	12
proběh pneu	km	180000
mzda řidiče	Kč/měsíc	17600
mzda řidiče	Kč/km	1,76
cena automobilu	Kč	3159000
životnost	roky	5
údržba a opravy	Kč/km	0,62
sociální pojištění	% mzdy	26
zdravotní pojištění	% mzdy	9
pojistné, daně	Kč/rok	120000
režie	Kč/rok	200000
kurz eura	Kč	26,35
nájezd vozidla	Kč/km	120000
dny v zahraničí	den	21,5

Zdroj: vlastní zpracování

5.5.2 Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Rostock

V Tabulce 9 jsou rozpočteny jednotlivé položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy. Při jednotlivých výpočtech se bude vycházet z Tabulky 8. Jak bylo zmíněno v kapitole 5.2.1, trasa je dlouhá 523,5 km a zaplatí se na ní 67,55 EUR mýtného.

Spotřeba pohonných hmot je spočtena jako součin spotřeby a ceny PHM vydělený 100 a poté vynásobený koeficientem 1,06, který zahrnuje náklady na motorový olej. Náklady na pryžové obruče jsou součinem ceny pneumatiky a jejich počtem, vydělené proběhem pneumatik. Odpisy jsou stanoveny za první rok odepisování, přičemž nákladní vozidla jsou v odpisové skupině 2 a jejich životnost je 5 let. Pokud by se počítalo s odpisy z 2.-5. roku odepisování, bylo by to 5,92 Kč/km. Výše diet pro řidiče, který jezdí do Německa je 40 EUR/den. Výsledná sazba u diet je celková měsíční výše diet vynásobena 12 a poté vydělena ročním nájездem vozidla.

Tarif u ostatních a režijních nákladů je spočten jako podíl hodnot z Tabulky 8 vydělený ročním nájездem vozidla. Výše sazby mýtného je dána součinem celkového mýtného na dané trase a kurzem eura, vydělena délkou trasy.

Tabulka 9: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rostock

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ	
	Tarifní sazby	
	km	
1. Spotřeba PHM		7,16
2. Pryžové obruče		0,80
3. Mzda		1,76
4. Odpisy		2,90
5. Oprava a údržba		0,62
6.1 Zdravotní a sociální pojištění		0,62
6.2 Diety – paušál		2,27
6.3 Ostatní		1,00
6.4 Režie		1,67
6.5 Mýtné		3,40
Úplné vypočtené náklady		22,18

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný tarif je tedy 22,18 Kč/km. Cena za jednosměrnou cestu je 11 613 Kč a celkové náklady provozu za rok činí na této trase 2 662 124 Kč.

5.5.3 Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Rotterdam

V Tabulce 10 jsou rozpočteny jednotlivé položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy. Při výpočtech se bude opět vycházet z Tabulky 8. Tato trasa je dlouhá 861,4 km a zaplatí se na ní 95,97 EUR mýtného. Postup kalkulace je stejný jako v předchozím případě. Jediné položky, které mají jinou hodnotu jsou diety, které jsou závislé na délce trasy a výši diet v daném státě, a mýtné. Řidič, který jezdí do Nizozemí má diety 45 EUR/den.

Tabulka 10: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rotterdam

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ	
	Tarifní sazby	
	km	
1. Spotřeba PHM		7,16
2. Pryžové obruče		0,80
3. Mzda		1,76
4. Odpisy		2,90
5. Oprava a údržba		0,62
6.1 Zdravotní a sociální pojištění		0,62
6.2 Diety – paušál		2,55
6.3 Ostatní		1,00
6.4 Režie		1,67
6.5 Mýtné		2,94
Úplné vypočtené náklady		22,00

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný tarif na kilometr je 22 Kč. Náklady na jednosměrnou cestu jsou 18 953 Kč a celkové náklady provozu za rok činí na této trase 2 640 389 Kč.

5.5.4 Výpočet nákladů na silniční dopravu na trase Obrnice – Gdaňsk

V Tabulce 11 jsou vypočteny položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy. V jednotlivých výpočtech se bude vycházet z Tabulky 8. Trasa je dlouhá 823,5 km a zaplatí se na ní 75,54 EUR mýtného. Postup kalkulace je stejný jako ve dvou předchozích případech. Řidič, který jezdí do Polska má diety 35 EUR/den.

Tabulka 11: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Gdaňsk

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ
	Tarifní sazby
	km
1. Spotřeba PHM	7,16
2. Pryžové obruče	0,80
3. Mzda	1,76
4. Odpisy	2,90
5. Oprava a údržba	0,62
6.1 Zdravotní a sociální pojištění	0,62
6.2 Diety – paušál	1,98
6.3 Ostatní	1,00
6.4 Režie	1,67
6.5 Mýtné	2,42
Úplné vypočtené náklady	20,92

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný tarif je tedy 20,92 Kč/km. Cena za jednosměrnou cestu je 17 226 Kč a celkové náklady provozu za rok činí na této trase 2 510 174 Kč.

5.5.5 Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na kombinovanou dopravu

Při výpočtu nákladů na jednotlivých trasách po železniční dopravní cestě se bude vycházet z Tabulky 12. Tyto hodnoty jsou shodné ve všech výpočtech. Cena a proběh vagónu byla stejně jako cenu lokomotivy a její roční nájezd předložena od společnosti Lovochemie a.s., která se stejně jako M+L Logistik zabývá přepravou sypkých hmot. Měsíční mzda strojvůdce je brána z internetového portálu [22]. Kilometrová sazba strojvedoucího je součin jeho měsíční mzdy a počtu měsíců, vydělený ročním nájezdem lokomotivy. Lokomotiva je ve třetí odpisové skupině, proto je její životnost 10 let. Pokud by se počítalo s odpisy z 2.-5. roku odepisování, bylo by to 33,16 Kč/km. Procentuální hodnoty sociálního a zdravotního pojištění jsou jako u silniční nákladní dopravy fixně stanoveny státem. Kurzy eura a zloty jsou stanoveny k 10.8.2017. Cena trakční energie a její spotřeba jsou stanoveny společností ČD Cargo a.s. Pro výpočty k účelům této práce se nepodařilo získat údaje od zahraničních dopravců, a proto jsou české sazby použity pro celou délku tras.

Tabulka 12: Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na železniční dopravu

cena 1 vagonu	Kč	3000000
počet vagonů	ks	20
proběh vagonu	km	250000
hmotnost vagonu	t	20
mzda strojvůdce	Kč/měsíc	30000
mzda strojvůdce	Kč/km	1,895
cena lokomotivy	Kč	60000000
hmotnost lokomotivy	t	72
životnost	roky	10
hmotnost nákladu	t	1500
údržba a opravy	Kč/km	4,96
sociální pojištění	% mzdy	26
zdravotní pojištění	% mzdy	9
pojistné, daně	Kč/rok	1200000
režie	Kč/rok	2850000
nájezd vozidla	Kč/km	190000
dní v zahraničí	den	21,5
cena trakční energie	Kč/kWh	2,4
spotřeba trakční energie	kWh/1000 hrtkm	18
kurz eura	Kč	26,35
kurz zloty	Kč	6,19

Zdroj: vlastní zpracování

Další položkou kalkulačního vzorce je cena za infrastrukturu. K výpočtu nákladů na železniční dopravní cestu v České republice je použit vzorec:

$$C_z = S_{1E} * L_E + S_{1C} * L_C + S_{1R} * L_R + S_{2E} * L_E * Q + S_{2C} * L_C * Q + S_{2R} * L_R * Q, \text{ kde} \quad (1)$$

S_{1E}, S_{1C}, S_{1R} ... cena za 1 km jízdy vlaku po trati evropského, celonárodního nebo regionálního významu

L_E, L_C, L_R ... ujetá vzdálenost po trati evropského, celonárodního nebo regionálního významu

S_{2E}, S_{2C}, S_{2R} ... cena za 1000 hrubých tunových kilometrů po trati evropského, celonárodního nebo regionálního významu

Q ... 1 tisícín hrubé hmotnosti vlaku v tunách

Sazby v korunách za využití jednotlivých tratí jsou v Tabulce 13.

Tabulka 13: Sazby za využití železniční dopravní cesty v ČR

S(1E)	vlkm	36,1
S(1C)	vlkm	35,33
S(1R)	vlkm	33,19
S(2E)	1000 hrtkm	49,23
S(2C)	1000 hrtkm	43,88
S(2R)	1000 hrtkm	33,6

Zdroj: <http://provoz.szdc.cz/Portal/ViewArticle.aspx?oid=1279749>

Cenu za infrastrukturu v Německu a Nizozemí je stanovena pomocí programu TPS Preisauskunft Software 2017 [23]. Ceny za použití polské železniční dopravní cesty jsou brány z ceníku národního správce železniční sítě [24].

Při přepravě po železnici je potřeba využít překládku na jiný dopravní prostředek, ať už v počáteční, nebo cílové stanici. Cena jedné překládky je 20 EUR/ vagon. Na vagon se vejde jeden 40' kontejner. Při kurzu, se kterým jsou počítány náklady, je to 527 Kč za jeden přeložený vagon. Náklady na překládku pro všechny vagóny jsou 10 540 Kč. Aby tedy náklady na překládku všech vagónů nebyly rozhodující položkou kalkulace, započítám ke každé trase dalších 100 km po silniční komunikaci za cenu, kterou jsem stanovila na jednotlivých trasách při kalkulaci nákladů na silniční dopravu.

5.5.6 Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Rostock

V Tabulce 14 jsou rozpočteny jednotlivé položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy. Při výpočtech se bude vycházet z Tabulky 12. Jak bylo zmíněno v kapitole 5.2.1, trasa je dlouhá 593 km.

Kilometrová sazba za spotřebu trakční energie je vypočtena jako součin hrubých tunových kilometrů (součet hmotnosti lokomotivy a nákladu vynásoben délkou trasy), spotřeby trakční energie a její cenou na kWh. Poplatek za infrastrukturu je součet kilometrových sazeb za využití dopravní cesty v jednotlivých státech. Odpisy jsou stanoveny za první rok odepisování, přičemž lokomotivy jsou v odepisové skupině 3. Pokud bychom počítali s odpisy z 2.-5. roku odepisování, bylo by to 33,15 Kč/km. Výše diet pro strojvedoucího, který jezdí do Německa je 40 EUR/den. Výsledná sazba u diet je celková měsíční výše diet vynásobena počtem měsíců a poté vydělena ročním nájездem vozidla. Tarif u ostatních a režijních nákladů je podíl hodnot z Tabulky 12 a nájězdu vozidla. Výše sazby mýtného je dána součinem celkového mýtného na dané trase a kurzem eura, vydělena délkou trasy.

Tabulka 14: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rostock

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ
	Tarifní sazby
	km
1. Trakční zdroje	21,77
2. Poplatek za infrastrukturu	120,09
3. Mzda	1,90
4. Odpisy	17,37
5. Oprava a údržba	4,96
6.1 Zdravotní a sociální pojištění	0,66
6.2 Diety – paušál	1,43
6.3 Ostatní	6,32
6.4 Režie	15,00
Úplné vypočtené náklady	189,48

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný tarif na kilometr je 189,48 Kč. Náklady na jednosměrnou cestu po železnici jsou 112 360 Kč. Náklady na překládku všech vagonů jsou 10 540 Kč. Pro výpočet nákladů na posledních 100 km, ke kterým je využita silniční doprava, je použit vypočtený tarif z kapitoly 5.5.2, který je 22,18 Kč/km. Tento tarif je vynásoben počtem vagonů a délkou úseku. Takto jsou spočteny náklady na silniční dopravu, které na této trase jsou 44 369 Kč. Celkové náklady na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Rostock jsou 167 269 Kč.

5.5.7 Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Rotterdam

V Tabulce 15 jsou rozpočteny jednotlivé položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy. Při výpočtech se bude opět vycházet z Tabulky 12., trasa je dlouhá 973 km.

Výsledný tarif na kilometr je 186,23Kč. Náklady na jednosměrnou cestu po železnici jsou 191 738 Kč. Náklady na překládku jsou stejné jako v předchozím případě, tedy 10 540 Kč. Při využití spočteného kilometrového tarifu na silniční dopravu z kapitoly 5.5.3, který je 22,00 Kč/km, jsou náklady na dodatečných 100 km 44 006 Kč. Celkové náklady na kombinovanou dopravu na této trase jsou 245 284 Kč.

Tabulka 15: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rotterdam

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ	
	Tarifní sazby	
	km	
1. Trakční zdroje		20,39
2. Poplatek za infrastrukturu		118,03
3. Mzda		1,90
4. Odpisy		17,39
5. Oprava a údržba		4,96
6.1 Zdravotní a sociální pojištění		0,66
6.2 Diety – paušál		1,61
6.3 Ostatní		6,32
6.4 Režie		15,00
Úplné vypočtené náklady		186,23

*Zdroj: vlastní zpracování***5.5.8 Výpočet nákladů na kombinovanou dopravu na trase Obrnice – Gdaňsk**

V Tabulce 16 jsou rozpočteny jednotlivé položky kalkulačního vzorce na kilometr jízdy na trase Obrnice – Gdaňsk. Při výpočtech se bude jako v předchozích kapitolách vycházet z Tabulky 12, trasa je dlouhá 983 km.

Tabulka 16: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Gdaňsk

Položka kalkulačního vzorce	KALKULACE TARIFŮ	
	Tarifní sazby	
	km	
1. Trakční zdroje		19,77
2. Poplatek za infrastrukturu		102,28
3. Mzda		1,90
4. Odpisy		17,39
5. Oprava a údržba		4,96
6.1 Zdravotní a sociální pojištění		0,66
6.2 Diety – paušál		1,25
6.3 Ostatní		6,32
6.4 Režie		15,00
Úplné vypočtené náklady		169,50

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledný tarif na kilometr je 169,50 Kč. Náklady na jednosměrnou cestu po železnici jsou 186 257 Kč. Náklady na překládku jsou stejné jako v předchozích případech, tedy 10 540 Kč. Při využití spočteného kilometrového tarifu na silniční dopravu z kapitoly 5.5.4, který je 20,92 Kč/km, jsou náklady na dodatečných 100 km 41 836 Kč. Celkové náklady na kombinovanou dopravu na této trase jsou 238 633 Kč.

5.6 Porovnání nákladů

5.6.1 Náklady na trase Obrnice – Rostock

Výsledný tarif při použití silniční nákladní dopravy je 22,18 Kč/km. Pokud se k trase přičte dodatečných 100 km, bude dlouhá 623,5 km. Cena za jednosměrnou cestu je 13 829 Kč. Při přepravě všech 20 vagónů, které jsou přepraveny po železnici by celkové náklady na jednu cestu činily 276 580 Kč. V Tabulce 17 je porovnání celkových nákladů na jednu cestu, při použití silniční a kombinované dopravy.

Tabulka 17: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Rostock

	délka trasy (km)	Kč/km	jednosměrná cesta (Kč)
silniční doprava	623,5	22,18	276 580
kombinovaná doprava	693	189,485	167 269

Zdroj: vlastní zpracování

Při přepravě 20 vagonů, je na této trase výhodnější využít kombinovanou dopravu.

5.6.2 Náklady na trase Obrnice – Rotterdam

Tarif vypočtený na jeden kilometr po silničních komunikacích je 22 Kč. Když se k trase přičte 100 km, bude její výsledná délka 961,4 km. Cena za jednosměrnou cestu na prodloužené trase je 21 151 Kč. Při přepravě všech 20 vagónů jsou náklady 423 016 Kč. V Tabulce 18 je porovnání celkových nákladů na využití kombinované a silniční dopravy.

Tabulka 18: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Rotterdam

	délka trasy (km)	Kč/km	jednosměrná cesta (Kč)
silniční doprava	961,4	22	423 016
kombinovaná doprava	1073	186,23	245 284

Zdroj: vlastní zpracování

5.6.3 Náklady na trase Obrnice – Gdaňsk

Vypočtený tarif na této trase je 20,92 Kč/km. Pokud se přičte dalších 100 km, délka trasy vzroste na 923,5 km a cena za jednosměrnou cestu bude 19 319 Kč. Při přepravě všech 20 vagónů, které jsou přepraveny po železnici by celkové náklady činily 386 639 Kč.

V Tabulce 19 je porovnání nákladů na silniční a kombinovanou dopravu při přepravě 20 vagonů.

Tabulka 19: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Gdaňsk

	délka trasy (km)	Kč/km	jednosměrná cesta (Kč)
silniční doprava	923,5	20,92	386 639
kombinovaná doprava	1083	169,5	238 633

Zdroj: vlastní zpracování

Na této trase, stejně jako u obou předchozích, je výhodnější využít kombinovanou dopravu.

5.7 Kritérium výhodnosti

Pro trasu Obrnice – Rostock bude vypočteno kritérium výhodnosti silniční ku kombinované přepravě. Pro výpočet bude použit vzorec:

$$N_S = N_{KD}, \text{ kde}$$

N_S ... náklady při využití silniční nákladní dopravy

N_{KD} ... náklady při využití kombinované dopravy

Aby mohlo být kritérium výhodnosti vypočteno, musí být náklady na silniční nákladní dopravu rovny nákladům na kombinovanou dopravu. V obou případech je nutné uvažovat délku trasy, po které se bude přepravovat, kilometrovou sazbu a počet přepravených kontejnerů.

Neznámou veličinou v tomto výpočtu bude právě počet přepravených jednotek, který určí, do jakého množství bude silniční doprava výhodnější. Pro výpočet se použije vzorec:

$$p * n_{km}^S * L_{S1} = n_{km}^Z * L_Z + p * n_p + p * n_{km}^S * L_{S2}, \text{ kde}$$

(3)

p ... počet přepravených jednotek

n_{km}^S ... sazba na kilometr ujetý na silničních komunikacích

n_{km}^Z ... sazba na kilometr ujetý po železniční dopravní cestě

$L_{s1}, L_{s2} \dots$	počet kilometrů ujetých na silničních komunikacích
$L_{\check{z}} \dots$	počet kilometrů ujetých po železniční dopravní cestě
$n_p \dots$	náklady na překládku jedné přepravní jednotky

Z předchozího vzorce (3) se vyjádří p , a vznikne vzorec:

$$p = \frac{n_{km}^{\check{z}} * L_{\check{z}}}{n_{km}^s * L_{s1} - n_p - n_{km}^s * L_{s2}} \quad (4)$$

Do vzorce 4 se dosadí hodnoty, které jsou vypočteny v předchozích kapitolách. Kilometrová sazba při použití silniční dopravy je 22,18 Kč/km, úsek L_{s1} je dlouhý 623,5 km a úsek L_{s2} je dlouhý 100 km. Cena za přeložení jedné přepravní jednotky je 527 Kč. Kilometrová sazba za využití železniční dopravní cesty na této trase je 189,48 Kč/km. Úsek $L_{\check{z}}$ je dlouhý 593 km.

Po dosazení číselných hodnot vyjde, že při přepravě 10 přepravních jednotek na této trase má silniční nákladní doprava stejné náklady jako kombinovaná doprava

6 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo porovnání nákladů na přepravu pomocí silniční nákladní a železniční dopravy. Železniční doprava je bohužel omezena počátečním a cílovým stanovištěm, které je ne vždy vybaveno potřebným překládacím mechanismem, a je potřeba využít silniční dopravu na určitou část trasy. Proto se v celkových nákladech porovnávala silniční doprava s kombinovanou.

V první kapitole teoretické části práce jsem charakterizovala vybrané druhy dopravy, jejich současný stav, infrastrukturu, dopravní prostředky a přepravní výkony v uplynulých letech. Dále jsem se věnovala výhodám a nevýhodám využití kombinované dopravy. Uvedla jsem základní charakteristiku, použité technologie a zaměřila jsem se na možnosti podpory kombinované dopravy ze strany státu a Evropské Unie. V této kapitole jsem popsala i terminály kombinované dopravy na území České republiky. Jejich množství a funkčnost jsou pro další rozvoj nedostatečné. V poslední kapitole teoretické části jsem se věnovala sypkým hmotám, zejména jejich dopravě, skladování a exportu. Na základě těchto informací a konzultaci s panem Melzerem, vlastníkem společnosti M+L Logistik s.r.o., byly vybrány trasy, které jsem použila v další části práce.

V praktické části jsem se zabývala porovnáním nákladů pro jednotlivé trasy. Všechny trasy začínaly v Obrnicích, kde má společnost své překladiště, které je napojeno na silniční i železniční infrastrukturu, avšak přeprava po železnici zatím není realizována. Určila jsem si položky kalkulačního vzorce a pro každou z nich vypočetla kilometrový tarif. Data pro výpočet nákladů na železnici jsem získala od společnosti Lovochemie a.s. a ČD Cargo a.s. Při stanovování poplatků za dopravní cestu v Německu a Nizozemí jsem použila program TPS Preisauskunft Software 2017. Při přepravě po železnici jsem uvažovala 20 vagónů. Na každý z nich se vejde jeden 40' kontejner.

Jelikož na všech trasách byla výhodnější kombinovaná doprava, rozhodla jsem se spočítat kritérium výhodnosti pro trasu Obrnice – Rostock. Toto kritérium určilo hraniční množství kontejnerů, při kterém je výhodnější silniční přeprava. Při přepravě většího, než hraničního množství je výhodnější přeprava po železnici. Na této trase je hraničních 10 kontejnerů.

Věřím, že výsledky této práce společnost M+L Logistik s.r.o. využije pro své budoucí fungování, a začne na daných trasách přepravovat materiál pomocí kombinované dopravy. Také doufám, že veškeré poznatky získané při tvorbě této bakalářské práce využiji i ve své další práci a budoucím studiu.

Seznam použité literatury

- [1] EISLER, Jan, Jaromír KUNST a František ORAVA. *Ekonomika dopravního systému*. Praha: Oeconomica, 2011. ISBN 978-80-245-1759-9.
- [2] *Tech portal: Porovnání jednotlivých druhů dopravy* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: https://www.techportal.cz/download/e-noviny/enlog/porovnani_jednotlivych_druhu_dopravy.pdf
- [3] *Ředitelství silnic a dálnic: Silniční a dálniční síť* [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: https://www.rsd.cz/wps/portal/!ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjk3Ot8jNTrKLM4r09vT0NnZwNvC1cAlwMHAONjf09AwONDSwM9IOTi_ULsh0VAWobesU!/
- [4] *Správa železniční dopravní infrastruktury: Historie železnice v ČR* [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznice-cr/historie-zeleznice-v-cr.pdf>
- [5] *Správa železniční dopravní infrastruktury: Modernizace dráhy* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.szdc.cz/modernizace-drahy.html>
- [6] *Informace pro dopravní analýzy: Výročenky* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.vyrocenky.cz/>
- [7] *Informace pro dopravní analýzy: Databáze* [online]. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://data.ioda.cz/#>
- [8] *Český statistický úřad: Dopady světové finanční a hospodářské krize na ekonomiku ČR* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20534938/115610j.pdf/b487dd3c-0ad7-4ccd-b62d-8fc9bf917b95?version=1.0>
- [9] *Ministerstvo dopravy České republiky: Kombinovaná doprava* [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/cs/Drazni_doprava/Kombinovana_doprava
- [10] *Bohemiakombi: Informace o kombinované dopravě* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://bohemiakombi.cz/informace-o-kombinovane-doprave>
- [11] *ČVUT Fakulta dopravní: Multimodální přepravní systémy* [online]. [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1mp/kp.html>
- [12] *Nákladní doprava: Druhy kontejnerů* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.nakladni-doprava.info/druhy-kontejneru/>

- [13] *Spedition Rosner Logistik: Výměnné nastavby* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <http://www.rosner.cz/vymenne-nastavby-1>
- [14] *Český statistický úřad: Zahraniční obchod* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=statistiky&katalog=30834>
- [15] *Monza: ACTS kontejnery* [online]. [cit. 2017-06-01]. Dostupné z: <http://www.monza.cz/article/68313.acts-kontejnery/>
- [16] *Ministerstvo pro místní rozvoj ČR: Operační program doprava* [online]. [cit. 2017-06-16]. Dostupné z: <http://www.mmr.cz/cs/Evropska-unie/Strukturalni-fondy/Programovaci-obdobi-2007-2013/Programy-Dotace/Programy-pro-mistni-samospravu/Operacni-program-Doprava>
- [17] *Český statistický úřad: Databáze zahraničního obchodu v přeshraničním pojetí* [online]. [cit. 2017-06-30]. Dostupné z: <http://apl.czso.cz/pll/stazo/STAZO.STAZO>
- [18] TICHÝ, Jan. *Kalkulace nákladů v silniční dopravě*. Praha: IODA, 2017. ISBN 978-80-270-1405-7.
- [19] *Vysokorychlostní železnice: Železniční mapy* [online]. [cit. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://www.vysokorychlostni-zeleznice.cz/zeleznicni-mapy/>
- [20] *Port of Rotterdam: Container terminals* [online]. [cit. 2017-07-23]. Dostupné z: <https://www.portofrotterdam.com/en/cargo-industry/containers/container-terminals>
- [21] *Deepwater Container Terminal Gdansk: Terminal Specifications* [online]. [cit. 2017-07-23]. Dostupné z: <https://dctgdansk.pl/en/>
- [22] *Platy: Doprava, spedice, logistika* [online]. [cit. 2017-07-30]. Dostupné z: <http://www.platy.cz/platy/doprava-spedice-logistika/strojvedouci>
- [23] *DB Netze: Kunden* [online]. [cit. 2017-08-18]. Dostupné z: http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/kunden/leistungen/trassen/tps_2017/14025330/trassenpreisauskunft_tpis.html
- [24] *Polskie Linie Kolejowe: Cennik 2017–2018* [online]. [cit. 2017-08-18]. Dostupné z: http://www.plk-sa.pl/files/public/user_upload/pdf/Cennik/2017-2018/Cennik_2017-18_1435_mm.pdf

Seznam obrázků

- Obrázek 2: Mapa silniční a dálniční sítě ČR
- Obrázek 3: Porovnání délky dálniční sítě v jednotlivých krajích
- Obrázek 4: Návěs se zadní nápravou
- Obrázek 4: Mapa tranzitních koridorů ČR
- Obrázek 5: Mapa železniční sítě ČR
- Obrázek 6: Struktura přepravních výkonů nákladní dopravy podle druhu dopravy
- Obrázek 7: Přepravní výkony nákladní dopravy v ČR [mil. tkm, rok]
- Obrázek 8: Přepravní výkony v mezinárodní silniční dopravě
- Obrázek 9: Přepravní výkony v mezinárodní železniční dopravě
- Obrázek 10: Přeprava zboží po silnici
- Obrázek 11: Portálový jeřáb
- Obrázek 12: Bimodální návěs
- Obrázek 13: Podíl přepravních prostředků v kombinované dopravě
- Obrázek 14: Přepravený objem zboží v kombinované dopravě
- Obrázek 15: ACTS kontejner
- Obrázek 16: Vývoz agroproduktů v letech 2012-2016
- Obrázek 17: Vývoz stavebních hmot v letech 2012-2016
- Obrázek 18: Podíl jednotlivých zemí na vývozu petrochemie v roce 2016
- Obrázek 19: Mapa trasy Obrnice – Rostock
- Obrázek 20: Mapa trasy Obrnice – Rotterdam
- Obrázek 21: Mapa trasy Obrnice – Gdaňsk
- Obrázek 22: Rozdělení nákladů v silniční nákladní dopravě
- Obrázek 23: Vývoj cen pohonných hmot v letech 2007–2017

Seznam tabulek

- Tabulka 1: Rozdělení kamionů
- Tabulka 2: Podíl jednotlivých dopravců na výkonech nákladní dopravy
- Tabulka 3: Terminály kombinované dopravy v ČR
- Tabulka 4: Podíl jednotlivých zemí na vývozu sádry
- Tabulka 5: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Rostock
- Tabulka 6: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Rotterdam
- Tabulka 7: Rozdělení mýtného na trase Obrnice – Gdaňsk
- Tabulka 8: Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na silniční dopravu
- Tabulka 9: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rostock
- Tabulka 10: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rotterdam
- Tabulka 11: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Gdaňsk
- Tabulka 12: Technicko – ekonomické údaje pro výpočet nákladů na železniční dopravu
- Tabulka 13: Sazby za využití železniční dopravní cesty v ČR
- Tabulka 14: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rostock
- Tabulka 15: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Rotterdam
- Tabulka 16: Položky kalkulačního vzorce na trase Obrnice – Gdaňsk
- Tabulka 17: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Rostock
- Tabulka 18: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Rotterdam
- Tabulka 19: Porovnání nákladů na trase Obrnice – Gdaňsk

Seznam příloh

Příloha 1: Vývoz obilí z ČR

Příloha 2: Vývoz krmiv z ČR

Příloha 3: Vývoz hnojiv z ČR

Příloha 4: Vývoz výpna z ČR

Příloha 5: Vývoz šterku z ČR

Příloha 6: Vývoz krmiv z ČR

Příloha 7: Vývoz sádry z ČR

Příloha 8: Vývoz petrochemie z ČR