



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Erika Kouřimská

Vybudování infrastruktury LNG plnicích stanic ve
Visegrádských zemích

Bakalářská práce

2015



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):

Erika Kouřimská

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Název tématu (česky): **Vybudování infrastruktury LNG plnicích stanic ve
Visegrádských zemích**

Název tématu (anglicky): Construction of infrastructure for LNG filling stations in
Visegrad countries

Zásady pro vypracování

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

- Charakteristika LNG a CNG
- Vytyčení hlavních tras nákladní automobilové dopravy v prostoru Visegrádských zemí
- Analýza současného stavu stanic LNG a CNG v prostoru Visegrádských zemí
- Ekonomická rozvaha pro vybudování různých typů LNG stanic
- Teoretický návrh rozmístění LNG v prostoru Visegrádských zemí
- Modelový příklad použití LNG pro konkrétního dopravce

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: MORAVČÍK, L. Zemný plyn – významná nergetická
substancia nielen v priemysle, ale aj v cestnej doprave.
Doprava a spoje. internetový časopis [online]. 2011
SAKMAR, S.L. Energy for the 21st century:
opportunities and challenges for liquefied natural gas
(LNG). Cheltenham: Edward Elgar, ©2013. ISBN 978-1-
84980-421-9

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ondřej Smíšek
Ing. Alexandra Dvořáčková

Datum zadání bakalářské práce:


30. června 2014


(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:

24. srpna 2015

- 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


prof. Ing. Petr Moos, CSc.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy


prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


Erika Kouřimská
jméno a podpis studenta

V Praze dne30. června 2014

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji panu Ing. Ondřeji Smíškovi za odborné vedení a konzultování bakalářské práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu a dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Markovi Krejčímu za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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 užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorských a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Vybudování infrastruktury LNG plnicích stanic ve Visegrádských zemích

Bakalářská práce

Září 2015

Erika Kouřimská

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce „vybudování infrastruktury LNG plnicích stanic ve Visegrádských zemích“ je analyzovat současný stav LNG stanic a na základě této analýzy vybudovat novou infrastrukturu stanic.

ABSTRACT

The subject of the thesis “building infrastructure of LNG filling stations in the countries of the Visegrad Four” is to analyze the current state of LNG filling stations and on the base of this analysis is to build new infrastructure of filling stations.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zkapalněný zemní plyn (LNG), stlačený zemní plyn (CNG), Visegrádské země

KEYWORDS

Liquefied natural gas (LNG), Compressed natural gas (CNG), Visegrads countries

Obsah

Obsah	4
1 Seznam použitých zkratek	6
2. Úvod	7
3. Charakteristika LNG a CNG.....	9
3.1. Visegrádské země (V4)	9
3.2. Zemní plyn jako palivo motorových vozidel.....	9
3.2.1 Charakteristika LNG	10
3.2.2 Charakteristika CNG.....	13
3.3. Princip zemního plynu.....	16
4. Vytyčení hlavních tras nákladní automobilové dopravy v prostoru Visegrádských zemí.....	17
4.1. Dálniční tahy v České republice	18
4.2. Dálniční tahy ve Slovensku.....	19
4.3. Dálniční tahy v Polsku	20
4.4. Dálniční tahy v Maďarsku.....	21
5. Analýza současného stavu stanic LNG a CNG v prostoru Visegrádských zemí.....	22
5.1. Česká republika	22
5.2. Slovensko	25
5.3. Polsko	26
5.4. Maďarsko	27
6. Ekonomická rozvaha pro vybudování různých typů LNG stanic	27
6.1. Distribuce	27
6.1.1. Způsoby distribuce zemního plynu	28
6.2. Druhy stanic	28
6.2.1. Mobilní kontejnerová stanice	29
6.2.2. Přemístitelná stanice v přepravním rámu.....	29
6.2.3. Stálá plnicí stanice.....	30
7. Teoretický návrh rozmístění LNG stanic	31
7.1. Spotřeba motorové nafty v současnosti	31
7.2. Spotřeba zemního plynu.	33
7.3. Návrh logistického systému.	35
7.3.1. Přepravní objem.....	35
7.3.2. Návrh rozmístění stanic	36
7.3.3. Výpočet počtu vozidel.....	39

7.3.4.	Základní údaje o vozidle.....	41
7.4	Spotřeba LNG jako paliva pro přepravu.....	43
8.	Modelový příklad použití LNG pro konkrétního dopravce.....	44
8.1.	Porovnání spotřeby LNG.....	45
8.1.1.	CNG,LNG a nafta.....	45
8.2.	Přestavba tahače na LNG.....	49
8.2.1.	Návěsné cisterny.....	49
8.3.	Cena stanice.....	50
8.3.1.	Doprava.....	50
9.	Závěr.....	53
10.	Použité zdroje.....	55
10.1.	Literatura.....	55
11.	Seznam obrázků.....	56
12.	Seznam tabulek.....	57
13.	Seznam příloh.....	58

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK:

V4	Visegrádské země (Polsko, Česká republika, Slovensko, Maďarsko)
CNG	Stlačený zemní plyn
LNG	Zkapalněný zemní plyn
LCNG	Stanice bez plynové přípojky
PS	Plnicí stanice

2 Úvod

V každé vyspělé společnosti představuje sféra dopravy významný ekonomický, ekologický a sociální atribut. Zajišťuje tranzit, export i import veškerého artiklu zboží, nerostných surovin i syntetických materiálů a rovněž zprostředkovává individuální i hromadnou přepravu osob. Má rovněž výrazný dopad na zaměstnanost, která se primárně negativně odráží v ekonomické oblasti a sekundárně se také může projevit přímo v dopravním sektoru. Nezaměstnanost v rámci omezení dopravních linek a spojů může ve svém důsledku znamenat pokles výroby, regionální hospodářskou krizi a zúžení sítě sociálních služeb.

V globálním pojetí však lze pozorovat neustále se zvyšující dopravní výkony, které mají určitý negativní dopad na životní prostředí. Permanentní narůstání počtu regionálních dopravních linek i transkontinentálních tranzitních uzlů se projevuje na zhoršujících se klimatických podmínkách Země, především v narušení ozonové vrstvy v celosvětovém měřítku. Silniční a nákladní doprava má na poklesu kvality ovzduší obrovský podíl z hlediska spotřeby energie. Během provozu dochází u vozidel ke spalovacímu procesu, který následně vytváří pohonnou energii nutnou k samotné dopravě.

Proto je vhodné a v dnešní době obzvláště aktuální volit možnost alternativního paliva prakticky použitelného v dopravě. Smyslem a cílem využití těchto paliv v praxi je především přispění k trvale udržitelnému rozvoji a zabezpečení tranzitu s ohledem na životní prostředí, které by mělo být v popředí zájmů podnikatelské sféry i státních orgánů. Z těchto důvodů vyvstává aktuální potřeba zohlednit u fosilních paliv celý jejich vývojový proces. Je primárně důležité a podstatné permanentně sledovat kvalitu ovzduší a změny klimatických podmínek nejen v regionálním měřítku, ale i v globálním pojetí. Velmi významnou pozornost si v rámci sledování celosvětového ekologického systému získaly tzv. skleníkové plyny, které jsou ovlivňovány úrovní a intenzitou skleníkových efektů. Je všeobecně známo, že pokud jsou vyzařované emise v přímém kontaktu s přírodou, dochází k výraznému poklesu kvality ovzduší, ve kterém převážnou část zaujímají právě škodlivé emise. V tomto ohledu se jeví jako nezbytné a nutné změnit některé dispozice v rámci zachování a zlepšení podmínek životního prostředí. Mezi ně patří především omezení energetické spotřeby, lepší, racionálnější a efektivnější využívání energetických zdrojů a vývoj takových technologicky vyspělých systémů a projektů, které budou efektivně upravovat a omezovat negativní dopad tvorby a spotřeby energie.

Je však zřejmé, že technický a technologický progres sám o sobě všechny ekologické problémy nevyřeší. Proto se některé vyspělé země v rámci Evropské unie snaží o zavedení a praktické využívání alternativních pohonných hmot v dopravě. Je patrné, že v současné době zatím není ve Visegrádských zemích využití alternativního paliva příliš vysoké, avšak má vzestupnou tendenci. Tento progresivní trend lze pozorovat především u vozidel

provozovaných na plynový pohon. Většina obyvatel v rámci Evropské unie v současné době nejčastěji používá k pohonu vozidel motory spalující benzín či naftu, které se vyrábějí z ropy. Lze předpokládat, že v budoucnu bude docházet k postupnému vyčerpání zdrojů přírodních nerostných surovin, a v tom smyslu i ropy. Již v současné době můžeme pozorovat občasný oscilační nedostatek ropy, její vzrůstající cenové relace a poměrně rychle se vyčerpávající světové zásoby ropy. Z těchto důvodů se jeví jako velmi aktuální přemýšlet o nových možnostech využití energie, jde o velmi naléhavý problém, reálně existující v současném světě.

Proto i pro mě bylo velmi motivující a poutavé zabývat se touto problematikou, alternativními zdroji a moderními technologiemi. Je třeba si uvědomit, že existuje více alternativních eventuality. Z mého úhlu pohledu je optimální varianta upřednostňující zemní plyn, který lze využívat ve formě plynné nebo zkapalněné.

Zemní plyn je prakticky k dispozici ve formě stlačené (CNG) nebo zkapalněné (LNG). Využívá se nejčastěji jako palivo pro pohon motorových vozidel. Z ekologického hlediska se jedná o vhodnou formu pohonu. CNG je vhodné využívat na kratší dojezdové vzdálenosti, zato LNG je palivo vhodné použít na delší trasy a je určené pro využití těžké dálkové dopravy. V porovnání s ostatními palivy je u plynu vyměřena nižší spotřební daň, proto je vhodné zvažovat i tento pozitivní atribut. Je ekonomicky i ekologicky výhodné využívat zkapalněnou formu zemního plynu, ačkoliv jeho používání v praxi stojí poměrně na samotném začátku. Zkapalněný plyn jako jediný umožňuje také přepravu tankery. Má vhodné emisní vlastnosti, protože při jeho spalování nedochází k produkci pevných částic.

Tato práce je zaměřena na problémy týkající se podmínek vybudování infrastruktury LNG plnicích stanic ve Visegrádských zemích a bude odpovídat na otázky vztahující se k reálným možnostem vybudování sítě LNG stanic a současným dispozicím těžkých nákladních vozidel tankujících alternativní palivo.

Každá nová technologie se vyznačuje určitými specifickými pozitivy i negativy, které následně analyzují a popisují. Zohledňují technické parametry a jejich praktické využití v dopravě. Práce se rovněž věnuje vytyčení hlavních tras determinovaných pro nákladní dopravu v teritoriu Visegrádských zemí a detailní analýze nejvytíženějších dopravních úseků i mytným bránám. Důležitým atributem je zohlednění aktuálního stavu CNG a LNG plnicích stanic, který na základě získaných a zpracovaných informací prezentuje, že současná infrastruktura ve V4 není aktuálně dostačující. V neposlední řadě jsou uvedeny energetické parametry, komparace energetické spotřeby a provedena ekonomická rozvaha vybraných variant stanic. Závěrem je zobrazen teoretický model rozmístění plnicích stanic v České republice, Slovensku, Maďarsku a Polsku, který má za cíl přibližně lokalizovat možné vybudování stanic.

3 Charakteristika LNG a CNG

3.1 Visegrádské země (V4)

Již v roce 1335 v lucemburském období se tehdejší panovníci dohodli na vzájemné spolupráci a soudržnosti, konkrétně na těsné spolupráci v politických a obchodních otázkách. Na základě těchto historických jednání byla novodobě založena v maďarském městě Visegrád aliance čtyř států střední Evropy, tzv. Visegrádská čtyřka (V4). Dohodu o spolupráci uzavřely státy Česko, Slovensko, Maďarsko a Polsko. Schůzce předcházela 15. února 1991 vznik Visegrádské trojky. Jednalo se o sdružení zemí postkomunistických. Trojky se zúčastnily státy Maďarsko, Polsko a Československá republika. Po rozpadu federativní republiky roku 1993 vznikla následně V4. V roce 2004 země V4 vstoupily do EU a cílem skupiny bylo zaměření na intenzivnější spolupráci a poskytování podpory ostatním zemím. Aktivita V4 spočívá dnes v principu většího a intenzivnějšího posílení stability v regionu Střední Evropy.

3.2 Zemní plyn jako palivo motorových vozidel

V dnešní době je velmi diskutovaným a aktuálním problémem znečištění životního prostředí. Na základě analýzy poznatků týkajících se ekologických aspektů a životních podmínek na Zemi se vymýšlejí nové a nové alternativní zdroje energie. V automobilovém průmyslu se využívají pohony elektrické, plynové a také hybridní. Nejznámější novodobou variantou zdrojů energie je stlačený zemní plyn neboli CNG a rovněž méně diskutovaný zkapalněný zemní plyn LNG, který je v současné době na velkém vzestupu.

Hlavní výhody:

- Nižší emise škodlivých látek do ovzduší
- Nižší náklady na pohonné hmoty
- Lepší promísení směsi se vzduchem
- Mnohem větší zásoby než zásoby ropy

Nevýhody:

- Nedostatečná síť stanic zemního plynu
- Nákladnější přestavba vozidla
- Zmenšení zavazadlového prostoru vozidla

Existuje také obnovitelný zemní plyn, tzv. biometan. Je skoro ze 100 % komutativní se zemním plynem s podílem přes 95 % metanolu. Vyrábí se pouze z přírodních odpadů, případně z energetických rostlin. Balastní látky představují přibližně 30 %, ty se však musí odstranit a většinou, 70% část, tvoří metan. Velká pozornost a propagace je také věnována LBG, tedy zkapalněnému bioplynu. Je tomu tak z důvodů usilování o snížení skleníkových efektů, emisí CO_2 , ale také snížení emisí metanu, který má dvacetinásobný skleníkový efekt. Z praktické stránky věci je zkapalněný bioplyn velmi vhodný pro převoz od zdrojů ke spotřebě. V Evropě existuje již několik čističek, které produkují LBG, jako například ve Švédsku a v Anglii.

3.2.1 Charakteristika LNG

LNG neboli Liquefied natural gas je zkapalněný zemní plyn. Skládá se z většiny 90-100% metanu, ale nejméně ho musí obsahovat 90 %. Je zchlazen na -162°C při atmosférickém tlaku. Zkapalněný zemní plyn je studená, namodralá, průzračná kapalina bez zápachu, nekorozivní, netoxická, s malou viskozitou a zápalná teplota je 580°C . [1] Má 600x menší objem než plynný zemní plyn.

Výhody:

- Větší dojezd vozidla na LNG oproti CNG
- Vysoce čisté palivo s minimem škodlivých emisí
- Vysoká hustota energie (srovnatelná s ropnými látkami)
- Nepříliš těžká palivová nádrž
- Doba plnění srovnatelná s klasickými palivy
- Bezpečnější provoz (vyšší zápalná teplota LNG oproti benzínu)
- Zmenšení objemu palivových nádrží oproti CNG, a v důsledku toho zvětšení úložného prostoru ve vozidle

Nevýhody:

- Uchovávání za velmi nízkých teplot
- Odpar z nádrže při delší odstavce vozidla
- Jiná technologie plnění vozidel a určitá rizika při tankování
- Plnicí stanice zkapalněného zemního plynu [1]

Technologie LNG

LNG je uskladněno v tzv. kryogenních tankách. Ty se využívají především v těch případech, ve kterých se jedná o absolvování tras větších vzdáleností, například tranzitu po rozsáhlých mořských teritoriích, a rovněž u nákladní dopravy při menších vzdálenostech. Nádrže jsou většinou konstruovány na maximální tlak 1,6Mpa a pracovní tlak činí 0,8 MPa a také musí mít dobrou tepelnou vodivost. Problém odparu plynu je vyřešen tak, že se zásobník zchladí pomocí kapalného dusíku. Před zkapalněním je nutné odstranit případné škodlivé příměsi. Hodnoty musí být menší, než jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 3.1: Příměsi

PŘÍMĚSI	JEDNOTKA	MNOŽSTVÍ
Voda	ppmobj.	1
Oxid uhličitý	ppmobj.	1000
Sloučeniny síry	mg/Nm ³	30
Rtuť	mg/Nm ³	10
Aromatické uhlovodíky	ppmobj.	10

Zdroj: www.energetice.cz

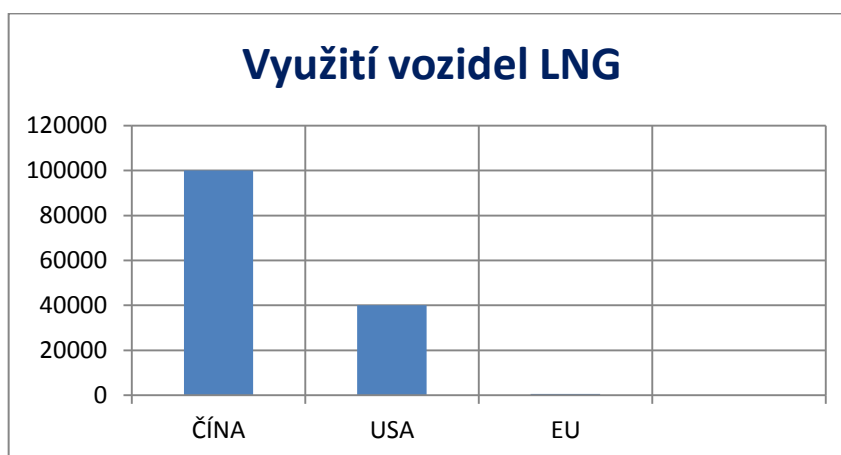
ppmobj = jedna objemová část v milionu

mg/Nm³ = jeden miligram na běžný metr krychlový

Z hlediska přepravy se zemní plyn, který je už zbavený nečistot a zkapalněn ve zkapalňovacích stanicích, dostane ke konečným zákazníkům nebo do terminálů, kde se LNG znovu musí zplyňovat, přečerpává se do zásobníků a následně se distribuuje potrubím. U této technologie je patrná velká kompaktnost a nezávislost čerpacích stanic z hlediska rozvodu potrubního plynu. Stanice mohou být umístěny prakticky kdekoli, dokonce i tam, kde nejsou úplně optimální podmínky.

Největší využití je u dálkové nákladní dopravy, ale také jej lze rovněž použít k pohonu ostatních automobilových motorů. Zemní plyn se také používá jako palivo v případě chladírenských vozidel, kde velkou roli hraje jako dodavatel chladu při odpařování. Zkapalněný zemní plyn je nejvíce využíván v Číně, kde je v provozu až statisíce LNG vozidel. Další významné zastoupení má také Amerika v desítkách případů a EU, kde jezdí takových vozidel stovky. LNG je velmi účinný pro pohon chladírenských aut, kde slouží i při odpařování jako dodavatel chladu. Používá se rovněž v železniční dopravě, ale je třeba podotknout, že v tomto resortu je v provozu teprve několik málo prototypů lokomotiv. Z větší části jsou ve světovém měřítku používány již desítky lodí s palivem na LNG.

Obrázek 3.1: Využití vozidel LNG



Zdroj: Vlastní zpracování

Rozdíl zpracování LNG, CNG, LCNG

Zásadní rozdíl mezi CNG a LNG spočívá v tom, že CNG je stlačený zemní plyn, který je pod tlakem 200 barů a jeho využití v dopravě bývá poměrně jednoduché. Avšak z hlediska bezpečnosti se nejedná o příliš bezpečný proces. LNG existuje ve formě kapalné, při následném zpracování bývá podchlazen na -162°C a má prakticky mnohonásobně větší délku dojezdu, což je z dopravního aspektu hodnoceno jako velké plus. Z hlediska skladování jde o technologicky a ekonomicky poměrně náročný proces. V praxi to znamená, že při delší prodlevě stání vozidla se i přes dobrou izolaci plyn odpařuje. Výhodou je, že LNG má menší objem než CNG.

Z hlediska komparace je velmi těžké zhodnotit a posoudit, který z pohonných zdrojů je výhodnější. Každý systém má své klady i zápory. Pokud jde o podstatu věci, je třeba připomenout, že CNG a LNG si nejsou vzájemnou konkurencí, ale naopak, v praxi vystupují jako optimálně doplňující se paliva. LNG je vhodnější použít převážně pro přepravu těžkých nákladů na dlouhé vzdálenosti a možnosti LCNG lze najít tam, kde není dostatečné propojení s potrubím, takže se finálně jeví jako výhodný prvek doplnění sítě plnicích stanic CNG. Tento element funguje na principu výroby stlačeného plynu kompresí, kde LNG je primárně v kapalném stavu a následně dochází k odpaření a ohřátí při vysokém tlaku. Výhodou této stanice je z hlediska jejího zásobování zkapalněným zemním plynem to pozitivum, že se může dopravit kamkoli, kde nebude omezena její přístupnost pro plnicí cisterny. CNG je určeno především pro městskou dopravu, osobní vozidla a lehkou nákladní přepravu a lze předpokládat, že zvažované systémy jsou přibližně stejně nákladné. Z mého úhlu pohledu bych spíše volila CNG, ale pouze v případě osobního automobilu. Prvotní investice je vyšší než u zkapalněného plynu, avšak je k dispozici více čerpacích stanic.

Těžko říci, co by bylo výhodnější v případě, kdyby bylo lépe a dokonaleji vypracované chlazení nádrže na LNG. V tom případě by to pravděpodobně byla rovněž dobrá volba. Otázkou zůstává, zdali by se změnila váha vozidla. Pro těžkou nákladní dopravu je jednoznačně vhodnější zkapalněný zemní plyn. Do budoucna Evropa spěje k integrovanému systému silniční dopravy s palivem LNG, což zcela určitě přispěje ke zlepšení životního prostředí, rozvoji národního hospodářství z hlediska výroby v provozu, a rovněž ke snížení nákladů dopravních systémů.

CNG stanice se jeví jako mnohem energeticky náročnější než LCNG stanice, které dokonce nepotřebují plynovou přípojku. Určité riziko provozu zde však nastává, protože stanice musí být pravidelně zásobovány plynem pomocí cisteren. Kryogenní nádoba musí být primárně podchlazená, a celý proces následně funguje tak, že nejprve dochází ke stlačení čerpadla, následně se látky odpaří a dostanou do tzv. výparníku, a poté je výsledný produkt uskladněn ve vysokotlakých zásobnících.

3.2.2 Charakteristika CNG

CNG neboli Compressed natural gas je stlačený zemní plyn. Jedná se o plyn, který je dostupný v současné plynovodné síti v Evropě i České republice, a je využíván k výrobě tepelné a elektrické energie. [2]CNG existuje v plynné podobě po stlačení. Stlačení se provádí pomocí vysokotlakých kompresorů.

Prakticky zemní plyn funguje na bázi přírodního plynu, avšak hořlavého. Skládá se s methanu a ethanu. Jedná se rovněž o fosilní palivo, které produkuje při spalování nejméně oxidu uhličitého, a to díky obsahu methanu. Z toho důvodu je zemní plyn označován jako ekologické palivo. V případě úniku plynu dochází k samovolnému odvětrávání, a to z toho důvodu, že plyn je lehčí než vzduch. V cisternách se převáží v plynném skupenství.

Výhody

- Mnohem větší úspory než nafta či benzín
- Stálá kvalita plynu
- Možnost úpravy vozů
- Nižší emise hluku
- Možnost výroby z obnovitelných zdrojů

Nevýhody

- Menší síť čerpacích stanic
- Nákladná přestavba
- Řídká servisní síť
- Vyšší náklady na pořízení továrně upravené CNG verze [3]

Bezpečnost

Lze předpokládat, že většina lidí si myslí, že vozidla jezdící na zemní plyn nejsou bezpečná. Na základě přísných bezpečnostních předpisů, fyzikálních vlastností a zkušebních testů je však dokázáno (cng4you, požární testy vozidel, ©2006), že bezpečnost provozu je stejná jako u klasických automobilů. Dokonce některé průzkumy (cng4you, srovnání nebezpečí vzniku výbušné směsi při úniku paliva, ©2007) docházejí k závěru, že u vozidel využívajících jako pohonnou látku zemní plyn lze pozorovat ještě poněkud větší bezpečnost než u vozidel jezdících na benzín či naftu. Častým a nutným testem se u všech vozidel stává zkouška odolnosti proti požáru a nárazu. Tlaková nádrž, která je zhotovena z hliníku, oceli a případně kompozitních materiálů, musí být také velmi vhodně usazena, aby zbytečně neubírala místo v zavazadlovém prostoru. Většinou se problém řeší instalací více palivových nádrží, které se usazují pod zadní sedadla vozidla. Z hlediska nákladních automobilů se umísťují do prostoru u podvozku, vozidla městské hromadné dopravy typu nízkopodlažních autobusů mají nádrž usazenou na střeše. Ocelové nádoby přibližně váží 70 kg, avšak pokud jsou zhotoveny z kompozitních materiálů, jejich váha je několikanásobně menší. Tlakové nádoby jsou odolnější než nádrže na kapalné hmoty. Jak už jsem výše zmiňovala, CNG je lehčí než vzduch. Při úniku plynu se rozptýlí do atmosféry. Tlakové láhve musí být vždy opatřeny bezpečnostním ventilem, takže například v případě vzniku požáru nedojde k roztržení lahve a následnému výbuchu. Teplota vzplanutí je 650°C, je tedy mnohem vyšší než u varianty benzínu. Aby byla zajištěna maximální bezpečnost z dlouhodobého hlediska, jsou v tomto případě regulativně nastaveny pravidelné revize plynového zařízení.

Pokud přece jen dojde k dopravní nehodě, následný postup a vývoj je stejný jako u vozidel jezdících na benzín nebo naftu. Vozidla na CNG jsou vybavena pojistnými ventily navíc. Pokud dojde k havárii, bývá většinou automobil zcela zničen, nikdy však ještě nedošlo k velkému a intenzivnímu poškození plynových nádob. Při poruše ve vedení pohonných

hmot a snížení tlaku automaticky dojde k přerušení dodání zemního plynu z tlakové lahve do motoru. Jako další pojistka navíc je zde umístěn ruční ventil, který slouží k tomu, aby v případě nehody bylo možné nádrž s plynem uzavřít. Plyn je uchováván pod tlakem 200 barů. Před nasazením lahve do vozidla je zásobník testován na 300 barů, jeho odolnost jde však až do 500 barů.

Bezpečnostní ventily tlakových nádob CNG automaticky vypínají přívod paliva při:

- vypnutí motoru
- netěsnosti palivového systému

Ověření lze provést:

- čichem
- detekčním přístrojem [4]

Životní prostředí

Otázka životního prostředí se v současnosti stává velmi diskutovaným a aktuálním tématem. V dnešní době je prioritním úkolem tvorba a ochrana životního prostředí a zdraví člověka, pozornost se věnuje řešení faktorů, které mají negativní vliv na život celé populace, hodnotí se stav ekosystému v globálním měřítku a vedou se jednání za účelem snížení vlivu negativních činitelů, které ztlačně poškozují životní prostředí. Z výsledných výstupů různých průzkumů, anketních šetření a odborných analýz, které detailně zkoumají vliv chemických látek a elementů na životní prostředí či se zabývají chemickým složením různých látek, vyplývá, že CNG minimalizuje negativní dopad na životní prostředí. Je rovněž důležité si uvědomit a v souvislosti s tím připomenout, že CNG je rovněž poměrně výhodné z hlediska cenové a investiční podstaty.

- Úspora skleníkových plynů CO₂ v porovnání s benzínem - o 25 % nižší
- Téměř nulové prachové částice
- 80% redukce HC (dráždí dýchací cesty) a NO_x (karcinogenní)
- Nižší emise hluku [5]

Díky vysokým standardům splňují CNG vozidla platnou normu **EUR 5** a **EUR 6** závaznou od roku 2015. Na rozdíl od naftových motorů nevyvstává jako nutná potřeba instalace filtru pevných částic a následná aplikace regenerace či výměna filtrů. Do CNG je možné v libovolném poměru přimíchat biometan o stejném složení.[5] Jediný rozdíl můžeme pozorovat v tom, že biometan vzniká z odpadu a je obnovitelný. Přimícháním biometanu se sníží obsah CO₂. Z hlediska analýzy skleníkových efektů je výsledný negativní dopad CNG podstatně nižší než je tomu u nafty a benzínu. Při čerpání kapalných paliv je možná kontaminace půdy, kterou lze však považovat za minimální, ale při tankování stlačeného zemního plynu nelze uvažovat o vůbec žádném znečištění či zamoření půdního fondu.

3.3 Princip zemního plynu

Natankování nádrží automobilu zemním plynem se provádí prostřednictvím plnicího ventilu, který se nachází u všech CNG plnicích stanic. Synchronní točivý pohyb tzv. krokového motorku, který je napájen pomocí stejnoměrného proudu na základě působení určitých prvků upravuje a modifikuje kapacitu plynu proudícího do směšovače. Ve směšovači dochází ke smísení zemního plynu a vzduchu, a tím dojde k zápalné reakci v plynné směsi. Tzv. karburátor a vstřikování, které se používají při provozu zážehového spalovacího motoru, mají stejnou funkci jako směšovač. Motor, který je konstruovaný na zemní plyn, má mnohem lepší a výhodnější parametry a rovněž vyšší kompresní poměr na rozdíl od zážehového motoru. Nejvhodnější je mít automobil přestaven na CNG rovnou z tovární výroby. Z hlediska maximálně efektivního a účinného využívání zemního plynu z hlediska bezpečného provozu vozidel není optimální mít pouze upravenou verzi.

Zemní stlačený plyn je uchovávan v tlakových zásobnících. Stlačuje se za pomoci výkonného kompresoru na tlak, který je ve výsledku přibližně 30 Mpa. Tankování se provádí u výdejního stojanu, ze kterého je palivo převedeno do tlakové nádoby, která se nachází v automobilu a koncová hadice se následně připojí pomocí příslušného systému. Z hlediska délky dojezdu jednoznačně velmi záleží na velikosti tlakové nádoby a na spotřebě plynu při provozu. Některé automobily jsou vybaveny současně i benzínovou nádrží, z jejíhož hlediska je délka dojezdu značně větší. Průměr dojezdu u osobních i nákladních automobilů je přibližně 500 km.

Rozlišujeme dva základní typy plnění:

- **CNG stanice**
 - časově nenáročné - max. 5 min.

- **Plnicí zařízení**

- nepoužívají se tlakové zásobníky
- časově náročnější

Objem a množství CNG se uvádí v hmotnostních nebo objemových jednotkách. U plnicích stanic se prodávají pouze v hmotnostních jednotkách, tedy v kilogramech. Zemní plyn je velmi vhodně a účelově využíván především v rozsáhlých městských aglomeracích, kde je velké dopravní zatížení. Uplatnění je možné najít u autobusů městské hromadné dopravy ve větších městech, jakož i v rekreačních a lázeňských oblastech. Zemního plynu jako pohonné hmoty využívají rovněž vozidla taxislužby, zásobování a mnoho dalších. V rámci komparace v celosvětovém globálním měřítku jsou automobily upravené na CNG nejvíce používány v jižní Asii.

4 Vytyčení hlavních tras nákladní automobilové dopravy v prostoru Visegrádských zemí

V dnešní době je na rychlostních silničních komunikacích běžně zavedeno elektronické mýto (zpoplatnění daných úseků). Používá se k detekčnímu průjezdu vozidla. Každé vozidlo je vybavenou příslušnou palubní jednotkou, která umožňuje na mýtných bránách snímání bodů v podobě finančního poplatku. Na rychlostních pozemních komunikacích jsou v pravidelných intervalech zavedeny kontrolní mýtné brány. Slouží rovněž k vyhodnocení parametrů různých typů vozidel, včetně parametrů pro kategorii vozidel nad 3,5 t. Dané sazby se týkají dálničních a rychlostních úseků. Záleží na počtu daných náprav a i z hlediska ekologického provozu. Následně daný systém slouží rovněž pro detekci kolon či sledování dopravního proudu na daných úsecích dálnic a silnic prvních tříd. Rozdělujeme na dva základní systémy.

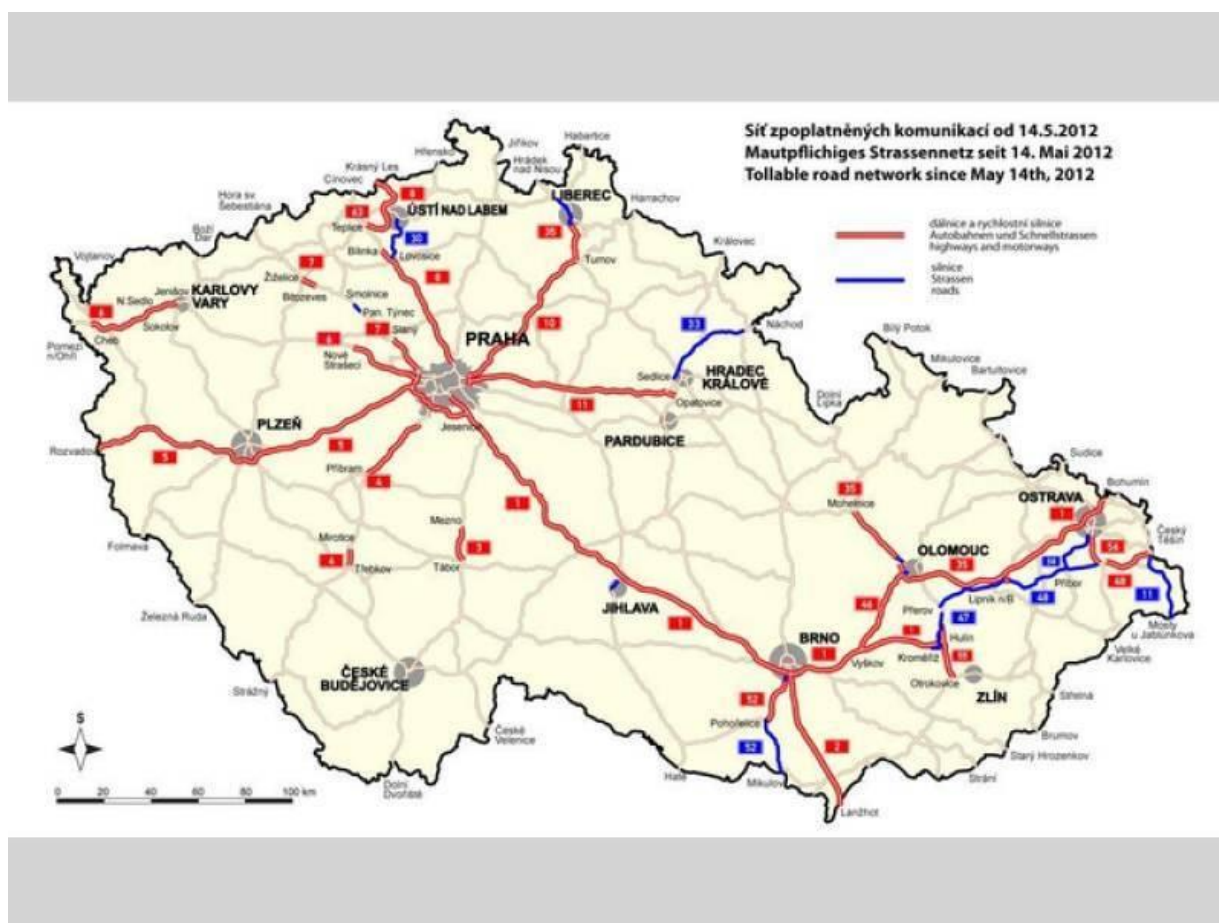
Základní typy systémů:

- **Mikrovlnné**
→ (Mýtné brány, Standardizovány EU)
- **Satelitní**
→ (Celoplošné sledování vozidel, Pouze v Německu)

4.1 Dálniční tahy v České republice

Na níže vyobrazené mapě jsou znázorněny trasy, kde se nachází v České republice mýtné brány. Jelikož Česká republika leží ve středu Evropy, je velmi pravděpodobné, že většina dálničních tras sousedních států pokračuje a vede těmito danými českými koridory.

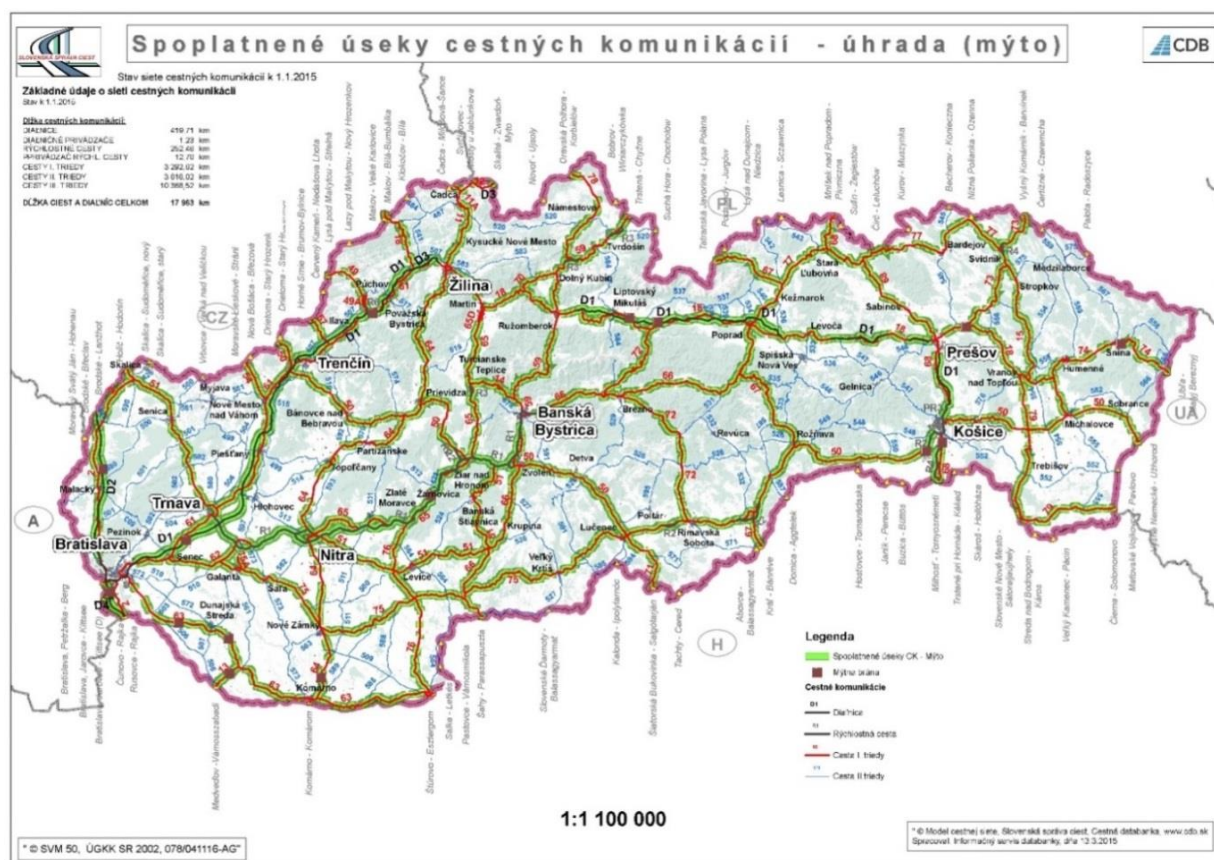
Nejnámější a nejvytíženější tah je dálnice D5, nazývaná též bránou západní Evropy. Směřuje z Německa přes Rozvadov do Plzně a následně pokračuje směrem na Prahu. Pokud těžká silniční vozidla typu tahačů směřují z České republiky do zemí jižní či východní Evropy, konkrétně například na Slovensko, Ukrajinu a jiných států, musí využít tah dálnice D1. Bohužel, přestože se dálnice D1 nevyznačuje špičkovými parametry a neumožňuje příliš komfortní jízdu, patří rovněž k nejvytíženějším komunikačním úsekům v České republice. Musíme doufat, že četné a časté opravy a rekonstrukce vozovky umožní v brzké budoucnosti pohodlný a rychlý tranzit po celém jejím úseku. Za další významný a poměrně vytížený dopravní tah na našem území můžeme považovat dálnici D8 vedoucí z Českou republikou na sever do Německa a nadále i do skandinávských zemí. Rovněž komunikační tah severovýchodním směrem spojující města Praha - Hradec Králové - Náchod je možné považovat za významný, neboť míří do Polska.



Obrázek 4.1: Mýtné brány v ČR (zdroj:www.tipcars.com)

4.2 Dálniční tahy ve Slovensku

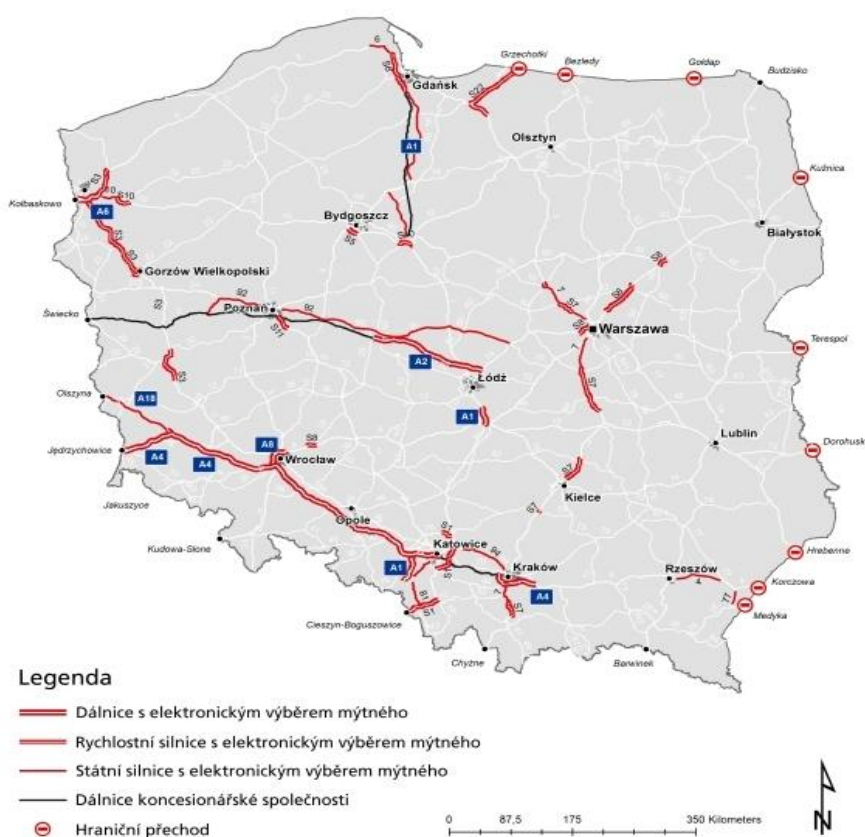
Z tranzitního hlediska Slovensko zaujímá na mapě střední Evropy rovněž významné strategické místo, které je považováno za dobrou a často využívanou dopravní spojkou většiny evropských zemí. Slovensko bezprostředně zprostředkovává spojení se sousedními státy, a to s Polskem, Ukrajinou, Maďarskem, Rakouskem a Českou republikou. Z vyobrazené mapy je zřejmé, že z České republiky se po dálnici D1 lze přímo a snadno dostat do slovenské Bratislavy, a odtud je možné dále pokračovat směrem na jih, až do města Komárna, ležícího v územním hraničním pásmu s Maďarskem. Dalším významným a značně vytíženým tahem ve Slovenské republice je dálnice vedoucí východním směrem - do Žiliny. V podstatě lze vysledovat, že celá jižní i severní Morava využívá k tranzitu do Slovenské republiky tento dálniční cyklus: Žilina – Poprad – Prešov – Košice – Michalovce, odkud lze dále pokračovat na východ do postsovětských republik. Je vhodné připomenout ještě jižní dopravní trasu, v současné době spíše méně využívanou, avšak lze se jejím prostřednictvím dostat opět do lokality Michalovce. Tato trasa je použitelná ve směru Bratislava – Trnava - Banská Bystrica - Rimavská Sobota - Košice.



Obrázek 4.2: Mýtné brány ve Slovensku (zdroj: www.cdb.sk)

4.3 Dálniční tahy v Polsku

S rychlostními dopravními komunikacemi v Polsku je to poměrně složité. Ačkoliv se zde rovněž jedná o národní propojení silniční sítě, většina dálnic není dostavěna, a tudíž není provozuschopná. Nejpravděpodobnější a nejčastější využití zaznamenává dálnice A8 vedoucí z České republiky východním směrem na město Wrocław. Z Wrocławu je možné touto komunikací pokračovat dále jihovýchodním směrem na Krakow. V současnosti je dostavěná dálnice A2, která je provozuschopná až do Warszawy. Dálnice A1 vede, už do města Lodz. Z Ukrajiny je možné se dopravit po dálnici A4 do Rzeszowa. Za zmínku stojí dálniční úsek vedoucí z vnitrozemí severním směrem do známého polského přístavního města Gdaňsk (zároveň také největšího), kde se nachází gdaňský námořní přístav. Ten je využíván především pro přepravu zaoceánských kontejnerů. Jelikož kontejnerový obrat v tomto námořním přístavu lze považovat za enormní, měla by se v souvislosti s tím rozvíjet a budovat v této oblasti další síť pozemních terminálů. Aktuálně se buduje druhý nábrežní terminál, který se plánuje zprovoznit v následujícím roce. Kapacita vyjádřená v objemu přeložených kontejnerů je neustále a prudce stoupající. V této souvislosti je vhodné použít dálniční úsek sloužící k transportu z Gdaňska do města Bydgoszcz. V Bydgoszczi úsek rychlostní dálniční komunikace končí a dále lze pokračovat pouze po běžných státních silnicích.



Obrázek 4.3: Mýtné brány v Polsku (zdroj: www.doprava.vpraxi.cz)

4.4 Dálniční tahy v Maďarsku

Rovněž skrze Maďarsko se lze dopravit tranzitem do mnoha evropských zemí, především do Rakouska, Slovinska, Chorvatska, Srbska, Rumunska, Ukrajiny a Slovenska. Ze Slovenska existuje možnost přemístit se po dálničním tahu do hlavního města Maďarska, tedy do Budapešti. Nejde o příliš dlouhou vzdálenost, Budapešť leží poměrně blízko slovenských hranic. Z mapky lze vyzorovat, že všechny dálniční trasy na území Maďarska směřují skoro vždy do Budapešti. Za hlavní rychlostní dálniční tah lze považovat dálnici M7 vedoucí z Budapešti jižním směrem přes jezero Balaton dále do Chorvatska. Další významné dálniční trasy vedou ze západu, z Rakouska – rychlostní komunikace M1 a rovněž tah M3 směřující východním směrem – z Budapešti na Ukrajinu.



Obrázek 4.4: Mýtné brány v Maďarsku (zdroj: www.benzina.sk)

5 Analýza současného stavu stanic LNG a CNG v prostoru Visegrádských zemí

5.1 Česká republika

O vybudování nové a moderní infrastruktury LNG plnicích stanic v České republice se systematicky uvažuje již několik let. Z tohoto praktického důvodu lze v budoucnu očekávat značné navýšení poptávky cílené na maximální využití této nové technologie.

Bohužel, v ČR se momentálně nevyskytuje žádná funkční plnicí stanice, ani vozidlo, které by bylo registrované jako vůz využívající pohonu na LNG. Pozitivní nadějí je, že v roce 2016 by se situace měla změnit. V České republice by měla být zprovozněna první vozidla tankující LNG a za tímto účelem by měly být vybudovány první veřejné plnicí stanice. Spolupracovat by měly společnosti Bonett, E.ON a Vemex. Česká republika vykazuje mnoho upřednostňujících a preferenčních předpokladů. Hlavním a zásadním pozitivem je, že leží ve středu Evropy a přes její území permanentně projíždí velké procento dopravy různých přepravních firem. Jedním z takových významných evropských dodavatelů je společnost Chart-Ferox, která sídlí v Děčíně. Pro zavedení nových plnicích stanic na území ČR je pouze zapotřebí kodifikovat směrnice o zavedení infrastruktury pro alternativní paliva a rovněž je nutné, aby členské státy EU předložily do dvou let na základě schválení projektu týkajícího se využívání LNG v běžné praxi svůj vlastní plán na podporu rozvoje vozidel tankujících LNG.

Největší zastoupení má LNG v Číně zejména v autobusové dopravě a postupně se začíná rozšiřovat i do Evropy. V současnosti jsou technologie LNG využívány hlavně v autobusové dopravě. V zemích EU je nainstalováno přibližně 75 LNG plnicích stanic a do konce příštího roku by počet těchto stanic měl narůst o dalších 50. Podle předběžných předpokladů a odborných hypotéz by stanice na odběr zemního plynu v České republice měly být umístěny celkem dvě. Prioritním místem pro vybudování plnicí stanice bude určitě Praha nebo případně její blízké okolí. Zájem se projeví zcela jistě ze strany zahraničních dopravců disponujících nákladními vozidly, protože úspory v rámci optimalizace investic do dopravy mohou být velmi podstatné a efektivní. Navíc je zde značná pravděpodobnost, že v poměrně krátkém horizontu lze počítat s jejich návratností. LNG bude zcela určitě pozitivně přínosným novým alternativním palivem.

CNG oproti LNG je již v České republice poměrně známější a rozšířenější. Do dnešního dne je už evidováno 92 CNG veřejných plnicích stanic, a co se týká vozidel, která disponují tímto plynem, je zaregistrováno přes 10 500. Existuje již i několik stovek autobusů s pohonem na

CNG. Do provozu je uvedl například Dopravní podnik. V letošním roce je možné pozorovat nárůst až o 50 % více vozidel než v letech minulých. Podle předběžných průzkumů by v blízké době mělo přibýt dalších 100 CNG plnicích stanic. Nejnovější výstavba stanic probíhá v Olomouci a v ulici Poděbradská, která se nachází v Praze. V ČR se rovněž vyskytují autobusy městské hromadné dopravy, které jezdí na stlačený zemní plyn. Od ministerstva životního prostředí obdržely Dopravní podniky dotace, které mají za cíl podporovat projekt aplikace CNG v praxi. Prostřednictvím dotací byly celkové náklady pokryty přibližně ze 70 %. Všechny autobusy s pohonem CNG splňují kodifikovanou normu EURO 6, tedy zabezpečující nižší emise oxidu uhlíku a dusíku, a současně se do ovzduší nesmějí dostávat prachové částice. Plnicí stanici by bylo možné postavit i bez příslušných investic plynoucích z dotací. Například společnost ČSAD Tišnov tak učinila a pořídila několik CNG autobusů. Dopravní podnik v Tišnově chce rozšiřovat svůj vozový park nejlépe pravidelně každý rok a podniková CNG plnicí stanice je přístupná i pro veřejnost. Dalším podnikem, který má velmi rozšířenou flotilu autobusů na CNG pohon, je soukromá společnost BusLine, jejíž podstatnou část vozového parku tvoří ekologické a nízkopodlažní autobusy. Za zmínku stojí například autobus typu IVECO URBANWAY, ale i u ostatních typů a značek autobusů podnik disponuje provozem na stlačený zemní plyn. Dopravní obslužnost zajišťuje prostřednictvím příměstských i městských linek.

Města, ve kterých již jezdí CNG autobusy

Brno - Česká Lípa – Čížov - Dvůr Králové - Frýdlant v Čechách – Havířov - Jablonec nad Nisou – Jeseník – Jihlava - Karlovy Vary – Karviná – Kladno – Kroměříž – Liberec – Litoměřice – Milevsko – Pardubice – Písek - Planá nad Lužnicí – Plzeň – Prostějov – Přerov – Semily - Sezimovo Ústí – Slaný - Svoboda nad Úpou – Tábor – Tišnov – Trutnov – Třebíč - Ústní nad Labem – Vodňany - Vranov nad Dyjí - Znojmo aj. [6]

CNG je z ekonomického i ekologického velmi žádaný plyn, jehož využívání v praxi se neustále rozšiřuje. V blízké budoucnosti je v plánu navýšit kapacitu CNG plnicích stanic na konečných 300 stanic. Tento počet by měl být již pro ČR dostačující. Většinu veřejných plnicích stanic CNG, konkrétně více jak 50 %, postavily samy plynárenské společnosti. Nevyužívají žádných dotací od státu, investují pouze své vlastní finanční prostředky. Mezi plynárenskými společnostmi má své výsadní zastoupení Český plynárenský svaz, který je sdružením na vysoké profesní úrovni a dlouhodobě se věnuje praktickému využití stlačeného zemního plynu v dopravě.

Tabulka 5.1: Počet veřejných plnicích stanic v jednotlivých krajích ČR

Kraj	Počet veřejných PS CNG
Praha	10
Středočeský	14
Jihočeský	6
Plzeňský	5
Karlovarský	2
Ústecký	5
Liberecký	3
Královéhradecký	6
Pardubický	4
Vysočina	5
Jihomoravský	10
Zlínský	4
Olomoucký	9
Moravskoslezský	9
CELKEM:	92

Zdroj: www.cng4you.cz [7]

Energetické společnosti:

Společnost E.ON Energie

je významným investorem z hlediska výstavby plnicích stanic. Jejím prioritním záměrem je výstavba stanic na hlavních dálničních tazích a ve velkých aglomeracích. Hlavními preferovanými lokalitami jsou města Praha a Brno. Podle Českého plynárenského svazu se plánuje otevřít do roku 2020 až 40 dalších CNG stanic. Do srpna letošního roku se bude zprovozněno dalších 10 CNG stanic projektovaných společností Vítkovice Doprava, a to v Kroměříži, ve Frýdlantu nad Ostravicí (2 stanice), v Karviné, Praze – Horních Počernicích, v Mikulově, v Přibyslavicích (opět 2 stanice), ve Slaném a v Železné Rudě. Poslední nainstalovaná a otevřená CNG stanice v Olomouci je již desátou stanicí CNG vybudovanou firmou Vítkovice Doprava v síti stanic společnosti BENZINA. [8] Společnost BonettgasInvestment je firmou, která vybuďovala druhou největší síť CNG stanic v ČR. Vystavěla v posledních letech velkou část stanic v České republice i Slovenské republice. Má zásadní podíl prodeje a využití CNG na trhu a uskutečnila mnoho praktických činností a akcí, které se bezprostředně týkaly CNG projektů. V současné době vlastní 16 stanic a do konce roku by očekávaný stav měl narůst až na 25 stanic disponujících stlačeným zemním plynem.

Další společností, která by chtěla realizovat svůj podíl na výstavbě stanic, je firma **RWE Energo**. Tato společnost letos zamýšlí otevřít nové stanice, a to alespoň v šesti lokalitách.

Společnost Pražská plynárenská má v úmyslu v následujícím roce vybudovat a rozšířit stávající síť plnicích, a to v počtu minimálně sedmi stanic. Nezaměří se pouze na centrum Prahy, ale i okolí blízkosti Prahy. I firma Vemex má v plánu postavit další stanice.

Tabulka 5.2: Společnosti s největším počtem veřejných plnicích stanic CNG v ČR

Provozovatel	Počet stanic
BonettGasInvestment	16
Vemex	12
Vítkovice Doprava	13
RWE	13
E.ON Energie	10
Pražská plynárenská	5
CELKEM	69

Zdroj: www.cng4you.cz [9]

5.2 Slovensko

Na Slovensku se zatím nevyskytuje žádná LNG stanice, ale v následujícím roce by měly být postaveny alespoň dvě. Na základě této úvahy byla v předchozích měsících v Dunajské Středě představena mobilní stanice LNG, která byla prezentována jako předmět nové technologie. Dopravnímu podniku SAD byl zapůjčen autobus, který byl testován v běžném provozu. Akce se zúčastnilo několik soukromých i veřejných sektorů, které přihlížely při tankování paliva do autobusu prostřednictvím mobilní plnicí stanice. Firmy měly možnost dozvědět se více informací o technologii LNG z hlediska praktického využití, a to jak z pohledu ekologického, tak i ekonomického. Konkrétně se na akci podílel polský výrobce autobusů značky SolBus, a to novější řady Solcity 12, u kterých byla nádrž naplněna až 35 kg LNG při objemu přibližně 370 litrů. Na trhu existuje také projekt LNG MasterplanforRhine-Main-Danube, do kterého je zapojena Asociace NGV. Jedná se o podporovaný projekt v rámci mezinárodního projektu TEN-T. Je v něm zainteresovaných několik partnerů a celkový rozpočet představuje několik milionů EUR. Cílem tohoto projektu je rozšíření plánu specializovaného na dopravu po vnitrozemské říční cestě, tedy po ose Rýn-Mohan-Dunaj. Praktická realizace tohoto plánu přinese velmi velkou výhodu pro Slovensko, protože řeka Dunaj protéká přes státní hranice Slovenské republiky.

Na Slovensku zatím nenajdeme mnoho stanic disponujících CNG. Celkem je jich pouze deset. Dvě z nich se nachází v Bratislavě, což lze klasifikovat jako vhodné a optimální

umístění. Obě tyto stanice jsou přístupné jak široké veřejnosti, tak i soukromým subjektům. Lze předpokládat, že postupem času se zcela určitě vybudují další.

5.3 Polsko

V posledních měsících se v Polské republice prakticky testovalo použití alternativního paliva LNG. Během testování se primárně zkoušelo doplňování paliva do nákladních aut. Jednalo se o flotilu vozidel společnosti IVECO v rámci distribuční sítě IKEA. Cílem této studie bylo vyzdvihnoutí výhodnosti, předností a kladů této technologie a prezentace tankování zkapalněného zemního plynu, který představuje velký potenciál z hlediska vývoje dopravy. V Polsku se nacházejí celkem 3 stanice, které nabízejí LNG. Z toho dvě jsou již v provozu. Stanice jsou situovány ve dvou polských městech. Prvním je hlavní město Polska, tedy Warszawa, a druhým Olsztyn. V Olsztyni je vybudovaná stanice, která je schopna odbavit 11 autobusů. V provozu je od října roku 2013. Jedná se o přemístitelnou plnicí stanici, která je přizpůsobena a připravena pro rozšíření produkce v souvislosti nárůstu vozové flotily až na 30 autobusů. Originálním výrobcem autobusů je tzv. Solbus společnost. Jedná se o rodinnou polskou společnost, která velmi dobře a úspěšně konkuruje ostatním evropským výrobcům autobusů. Jejím primárním záměrem je orientace a specializace na moderní a ekologické městské autobusy, které jsou poháněny zemním plynem. Všechny tyto vozy splňují nejpřísnější technologické i ekologické normy. Polsko se vyznačuje vlastními zdroji LNG přibližně 150t denně a staví přijímací terminál. Nedávno byla otevřena také mobilní stanice ve Warszawě. Iniciátorem umístění stanice v této lokalitě byla dceřiná společnost Gazprom. Stanice se nachází v areálu Dopravního podniku, takže slouží pouze firemním potřebám, není veřejná ani přístupná všem. Doprava plynu je uskutečňována cisternou. Poslední stanice, která není momentálně ještě k dispozici, se nachází v oblasti Šrem. Do provozu však bude uvedena už během měsíce července. Jedná se o mobilní, tedy přemístitelnou stanici. Bude zásobovat pohonnými látkami několik autobusů denně. I když se přímo nejedná o LCNG stanici, nelze jí upřít tu nespornou výhodu, že je k ní připojen přídatný CNG kompresor, který je velkým pozitivem v tom ohledu, že z něj lze plnit jak CNG tak LNG.

CNG má v Polsku také své zastoupení, i když nikterak velké. K dispozici je přibližně 30 stanic. Většina stanic není přístupná veřejnosti, funguje tedy pouze v rámci nějakého Dopravního podniku. Některé vybudované stanice se nacházejí v blízkosti sousedních zemí, tedy na okraji polských hranic a v hlavním městě Warszawa.

5.4 Maďarsko

Tato země jako člen V4 není momentálně vůbec aktivní ve směru rozvoje alternativních paliv. Stanice LNG se zde prozatím nevyskytují vůbec a CNG opravdu velmi málo. Stanic poskytujících stlačený zemní plyn je kolem dvaceti. Jedna se nachází přímo v centru hlavního města. Zbytek můžeme najít v okolí. Většina stanic je vybudována v rámci soukromého sektoru, takže není veřejnosti přístupná. Vybudování další infrastruktury stanic je projekt brzké budoucnosti, což se týká i zkapalněného zemního plynu. Tato oblast se zatím mapuje.

6 Ekonomická rozvaha pro vybudování různých typů LNG stanic

6.1 Distribuce

Celkový proces plynného zkapalňování je poměrně náročnou a složitou procedurou, avšak při dnešní vysoké úrovni technologie a v důsledku prudkého rozvoje vědy a techniky se jedná o docela běžnou záležitost. Po vyčištění od všech nežádoucích příměsí se plyn zkapalňuje v příslušné soustavě výměníků a vytvoří tzv. zkapalňovací kolonu. Následným procesem při kaskádových chladicích cyklech se plyn ochlazuje, a to až do té doby, než dojde k úplnému zkapalnění. Dané procesní jednotky vykazují poměrně vysokou spotřebu energie. Zásobování a distribuce zkapalněného plynu se provádí pomocí cisteren, jak je tomu i u jiných kapalných paliv. V přijímacích terminálech se LNG převádí nejdříve z kapalné fáze na fázi plynnou, a to z důvodu umožnění a usnadnění distribuce prostřednictvím přepravních plynovodů. Distribuci lze uskutečnit několika způsoby. Jednou z variant dodávky je rozvoz zkapalněného plynu z pobřežních terminálů po silnici v autocisternách, dalšími možnými způsoby jsou plavba malými tankery či zkapalnění přímo na místě spotřeby. K tomu je však zapotřebí zkapalňovačů. Za zmínku stojí i možnost železniční dopravy prostřednictvím cisternových vlaků. U nás jsou tyto varianty zatím v prvopočátku. V sousedním Německu se problematikou alternativních zdrojů energetické společnosti zabývají detailněji a častěji jsou využívány v praxi.

Příkladem může být Hamburská společnost, která nedávno představila prototyp nákladního cisternového železničního vozu, který vyvinula a cisternu dodala společnost Chart-Ferox. Cisterna vyniká speciálními izolacemi několikvrstevného pláště a splňuje veškeré, i ty nejpřísnější normy bezpečnosti. Skládá se z vakuové vrstvy, vnitřního a vnějšího pláště. Vakuová vrstva je umístěna mezi vnitřním a vnějším pláštěm. Předností nového vozu je, že palivo může v nádrži zůstat až po dobu šesti týdnů. Tyto moderní železniční cisternové vozy

představují velmi vhodnou alternativu v přepravě zemního plynu, neboť mají velký potenciál. Nabízí velké možnosti v oblasti konkurence, co se týká celkové objemové přepravní kapacity LNG. V praxi se kapacita jednoho nového železničního cisternového vozu rovná objemu několika cisternových nádrží nákladních vozů silniční přepravy.



Obrázek 6.1: Cisternový vůz (zdroj: www.cng4you.cz)

6.1.1 Způsoby distribuce zemního plynu

V současné době je více jak z 50 % přepravován zemní plyn plynovody a tankery, které jsou určeny pro distribuci zkapalněného plynu. V rámci pozemní distribuce můžeme diferencovat dva základní typy možné přepravy zemního plynu. Tranzitní plynovodná, kde se zemní plyn přepravuje pomocí dálkového rozvodného systému za procesu jednak velmi vysokotlakých plynovodů a jednak za procesu nízkotlakých plynovodů. Druhým typem je pozemní silniční doprava, která je uskutečňována pomocí silničních cisteren. Plnění silničních vozidel probíhá přímo u LNG plnicí stanice, určené pro distribuci zkapalněného zemního plynu. Stanice mohou být instalovány kdekoliv, na jakémkoli území, jelikož zde není nutná závislost na odběru zemního plynu z potrubí.

6.2 Druhy stanic

Moderní zařízení a technologie plnicích stanic umožňují kaskádový rozšiřitelný systém, který umožňuje postupný růst plnicí infrastruktury LNG. V České republice takový systém nabízí společnost Chart-Ferox se sídlem v Děčíně. [10]

6.2.1 Mobilní kontejnerová stanice

Co se týká mobilních kontejnerových stanic, jedná se v České republice o pilotní projekty, jejichž cílem je zabezpečení nízkých cen a možnosti plnění ve více místech.

- Mobilní 20´

Jedná se o plně funkční stanice se saturací LNG, s LNG čerpadlem, umožňujícím plnění až 150 litrů/min, s průtokoměrem, tiskárnou, plnicí hadicí s koncovkou a automatickým řízením průtoku. Stanice je vybavená ISO kontejnerovým rámem 20´, kde objem představuje 20 m³ až 8500 kg LNG, a hydropohonem pomocí olejového čerpadla z tahače nebo elektrického zdroje z místní zásuvky. Možnost zásoby LNG v přídatném kontejneru je 8500 až 18 500 kg LNG, což v praxi představuje až 20 naplněných cisteren tahačů.

- Mobilní 40´

Jde o plně funkční stanici se saturací LNG, s LNG čerpadlem, umožňujícím plnění až 150 litrů/min, s průtokoměrem, tiskárnou, plnicí hadicí s koncovkou a automatickým řízením průtoku. Stanice je vybavená ISO kontejnerovým rámem 40´, kde objem dosahuje 43,5 m³ až 18 500 kg LNG.

Slouží jako mobilní plnicí stanice nebo jako dodávková jednotka LNG.



Obrázek 6.2: Mobilní stanice (zdroj: www.chartindustries.com)

6.2.2 Přemístitelná stanice v přepravním rámu

Přemístitelná plnicí stanice prezentuje malý projekt, jehož prioritou je snadné přemístění a bezproblémové schválení.

Technické parametry uvádějí objemovou kapacitu zásobníku 30 m³ nebo 60 m³, 12 000 nebo 24 000 kg LNG, automatickou saturaci LNG, automatické řízení čerpadla, MID výdejní stojan, možnosti plnění čerpadlem tankeru nebo vlastním čerpadlem, kontejner pro řídicí systém a vzduchový kompresor. Zásobník může naplnit až 40 cisteren tahačů.



Obrázek 6.3: Přemístitelná stanice (zdroj: www.chartindustries.com)

6.2.3 Stálá plnicí stanice

Stálá plnicí stanice je rovněž poměrně snadno přemístitelná a rozšiřitelná, disponuje velkou skladovací a plnicí kapacitou, dálkovým měřením a řízením, optimálně zabezpečujícím vysoký komfort zákazníka i provozovatele. Je plně vybavena patřičným příslušenstvím s dvěma čerpadly a dvěma výdejními stojany, disponuje objemovou kapacitou 2 x 60 m³ (2 x 37 tun), dodává studený nebo saturovaný LNG, nabízí možnost platby kartou, a nechybí ani GSM dálkové měření a řízení. Zásobníky mohou naplnit až 150 cisteren tahačů. [11]

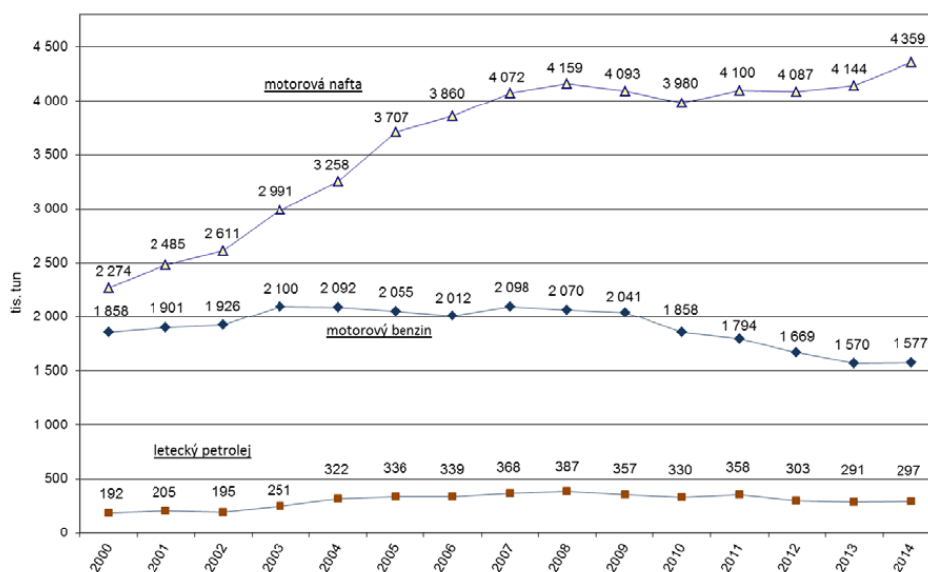


Obrázek 6.4: Stálá stanice (zdroj: www.chartindustries.com)

7 Teoretický návrh rozmístění LNG stanic

7.1 Spotřeba motorové nafty v současnosti

Každým rokem se zvyšuje spotřeba motorové nafty v rámci celé Evropy. Podle získaných dat z ministerstva průmyslu a obchodu je v porovnání spotřeby motorové nafty a benzínu značně evidentní procentuální nárůst v České republice, a to zhruba o 5 % v roce 2014 oproti minulému roku 2013. Růst ceny ropy a rafinérských produktů se negativně promítají do záporné bilance zahraničního obchodu.



Obrázek 7.1: Spotřeba motorové nafty v letech 2000-2014 (zdroj:www.mpo.cz)

Bohužel, údaje o Slovensku, Maďarsku a Polsku jsem nikde nezískala, avšak na základě doložené spotřeby motorové nafty od Ministerstva dopravy a průmyslu v České republice jsem provedla úvahu, která názorně prezentuje, jaká by mohla být teoretická spotřeba nafty v Polsku, Maďarsku a Slovensku. Polsko, které sousedí s Německem, Českem, Slovenskem, Ukrajinou, Litvou, Běloruskem a Ruskem, je územím, kde je pravděpodobné, že většina tras vede přes tento stát. Z hlediska celkové délky hranic tohoto státu připadá značná část na mořské hranice. Polsko z hlediska rozlohy dosahuje přibližně velikosti území, jaké zaujímají státy Česko, Slovensko a Maďarsko dohromady. Avšak je třeba si uvědomit, že v určitých oblastech Polsko není pořád dostačujícím způsobem rozvinutá infrastruktura. Proto jsem spotřebu motorové nafty uvážila a odhadla na 5900 tisíc tun/rok. Maďarsko lze také považovat za tranzitní stát, je vstupní bránou do jižní Evropy, ale i přesto je zde spotřeba motorové nafty nižší než v Polsku a České republice. Z tohoto důvodu podle mého

uvážení spotřeba pohonných hmot činí 3100 tisíc tun/rok. Na Slovensku je dopravní síť málo rozvinutá a efektivnost železniční dopravy není dostačující. Slovensko se nachází ve střední Evropě a má asi o polovinu méně obyvatel než Česká republika. Sousedí s Polskem, Ukrajinou, Maďarskem, Rakouskem a Českem, takže z hlediska dopravní situace států V4 je podle mne nejméně využitelné, a proto spotřeba motorové nafty zde bude přibližně 1300 tisíc tun/rok.

Globální návrh logistického systému a ekonomické ohodnocení získané prostřednictvím podpůrných informačních zdrojů nám přiblíží danou situaci. Na níže přiložené mapě je vyobrazeno geografické umístění evropských států. Mapa vyznačuje sledované oblasti, tedy Českou republiku, Slovensko, Maďarsko a Polsko. V aktuální situaci současných existujících stanic lze nabídku ohodnotit jako podlimitovanou. Z tohoto důvodu je vhodné rozšiřování počtu stanic a rovněž se jeví jako nezbytné navýšení dodávky plynu do cílových destinací prostřednictvím využití cisteren. Jelikož v mém případě není žádaná potřeba řešit skladování, není nutné mít k dispozici specializované zařízení, tzv. zkapalňovač, určený pro výrobu LNG. Plyn je možné přepravovat po silničních komunikacích prostřednictvím užitkových vozidel. Své významné zastoupení má v rámci dopravy také železniční síť. Proto by bylo smysluplné umístit stanici v blízkosti železnice a v okolí vytížených silničních komunikací, kde kapacita celkového tranzitu tvoří hodně vysoké přepravní hodnoty, přestože zde projede denně jen několik vozidel. Zásobování je možné uskutečňovat po celý rok, protože v těchto oblastech se nevyskytují žádné omezující podmínky.



Obrázek 7.2: Visegrádská čtyřka (zdroj: www.visegradbicyclerace.com)

7.2 Spotřeba zemního plynu

V současné době je spotřeba zemního plynu poměrně vysoká, proto je velmi důležité se danou problematikou zabývat a následně ji analyzovat. Nyní zde prezentuji přibližné výpočty kalkulace převodu spotřeby zemního plynu na LNG. Na základě těchto hodnot lze spočítat spotřebu motorové nafty (dieselu). V tabulce je zaznamenána celková spotřeba motorové nafty v České republice, Slovensku, Maďarsku a Polsku.

Tabulka 7.1: Spotřeba nafty

Spotřeba nafty (S_N)		
	tisíc tun/rok	tun/rok
POLSKO	5900	5 900 000
ČESKÁ REPUBLIKA	4359	4 359 000
MAĎARSKO	3100	3 100 000
SLOVENSKO	1300	1 300 000
CELKEM:	14 659	14 659 000

Zdroj: Vlastní zpracování

Je nutné provést celkový výpočet. Důležitými prvky, které je nutné vzhledem ke kalkulaci znát, jsou energetické parametry nafty a metanu, a rovněž hustotu plynu (ρ_{LNG}), která činí 422 kg/m^3 .

Tabulka 7.2: Energetické parametry paliv

Energetické parametry			
Metan (LNG)	E_{LNG}	kJ/kg	50
Nafta (Diesel)	E_D	kJ/kg	43

Zdroj: (Chart-Ferox, a.s)

Na základě těchto hodnot lze vykalkulovat potřebné množství LNG podle daných vzorců a výsledné hodnoty přiřadit k danému výběru oblasti.

Výpočet množství LNG (Chart-Ferox, a.s):

$$S_{LNG} = S_N * \frac{E_D}{E_{LNG}} [\text{tun/rok}]$$

S_N = spotřeba nafty [tun/rok]

E_D = tepelná kapacita nafty [kj/tun]

E_{LNG} = tepelná kapacita nafty [kj/tun]

Výsledný objem LNG (Chart-Ferox,a.s):

$$V_{LNG} = \frac{S_{LNG}}{\rho_{LNG}} [\text{m}^3/\text{rok}]$$

S_{LNG} = spotřeba LNG [tun/rok]

ρ_{LNG} = hustota LNG [tun/m³]

Podle daných parametrů a vzorců jsem ukázala předběžnou kalkulaci, která je nutná pro následný převod motorové diesellové nafty na LNG. Finální výsledky uvádím v následující tabulce.

Tabulka 7.3: Převod potřebného množství motorové nafty Diesel na LNG

Převod potřebného množství motorové nafty Diesel na LNG						
	Spotřeba nafty (S_N)		Odpovídající spotřeba LNG (S_{LNG})			Objem LNG (V_{LNG})
	tis. tun/rok	tun/rok	kg/rok	tun/rok	tun/den	m ³ /rok
POLSKO	5900	5 900 000	5074000000	5 074 000	13 901,37	12 023 697
ČR	4359	4 359 000	3748740000	3 748 740	10 270,52	8 883 270
MAĎARSKO	3100	3 100 000	2666000000	2 666 000	7304,11	6 317 536
SLOVENSKO	1300	1 300 000	1118000000	1 118 000	3063,01	2 649 289
Celkem:	14 659	1,46x10 ⁷	1,26x10 ¹⁰	12 606 740	34 539,01	29 873 791

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě výše uvedených údajů vidíme, že denní spotřeba činí přibližně 34 540 tun LNG. Jelikož se jedná o celkovou spotřebu motorové nafty pro všechny druhy vozidel, nelze brát tyto hodnoty jako jednoznačně směrodatné. Předpokládáme, že z celkové spotřeby budou jednu šestinu zaujímat užitková vozidla. Finální přehled se nachází v níže položené tabulce.

Tabulka 7.4: Převod předpokládaného množství motorové nafty Diesel na LNG

Převod potřebného množství motorové nafty Diesel na LNG						
	Spotřeba nafty (S_N)		Odpovídající spotřeba LNG (S_{LNG})			Objem LNG (V_{LNG})
	tis. tun/rok	tun/rok	kg/rok	tun/rok	tun/den	m ³ /rok
POLSKO	983,28	983 280	845620800	845 620,8	2316,77	2 003 841
ČR	726,48	726 480	624772800	624 772,8	1711,71	1 480 504
MAĎARSKO	516,6	516 600	444276000	444 276	1217,19	1 052 787
SLOVENSKO	216,6	216 600	186276000	186 276	510,35	441 412
Celkem:	2442,96	2 442 960	2,10x10 ⁹	2100945,6	5756,02	4 978 544

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že v jednotlivých státech spotřeba LNG tun/den určená pro užitková vozidla dosahuje hodnot: v Polsku přibližně 2317 tun/den, v ČR 1712 tun/den, v Maďarsku 1217 tun/den a ve Slovensku 510 tun/den.

7.3 Návrh logistického systému

V souvislosti s rozmístěním daných LNG stanic je nutné vyřešit případný problém integrovaného logistického systému, aby nedošlo k narušení a zkomplikování včasné dodávky plynu do příslušných plnicích stanic a současně najít optimální řešení z hlediska nákladů na dopravu.

7.3.1 Převážní objem

Na základě výpočtu získané v kapitole 5.2 lze dopočítat potřebný přepravní objem. Kde finální objem činil:

Tabulka 7.5: Potřebný objem LNG

Stát	Objem LNG (m ³ /rok)
Polsko	2 003 841
ČR	1 480 504
Maďarsko	1 052 787
Slovensko	441 412

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedených výsledků je zřejmé, že největší objem LNG je možné pozorovat v Polsku. Proto je vhodné plnicí stanici umístit nejpravděpodobněji v této oblasti. Nicméně Polsko jako jediné má již v současné době lehce rozšířenou infrastrukturu stanic, z toho důvodu bylo možné pokládat za dobrý tah umístění stanice v jiném geografickém sektoru, například na území ČR.

7.3.2 Návrh rozmístění stanic

Existuje více možných alternativ řešení. Zpracovala jsem tři různé varianty. Dvě varianty se nachází v podkladu přílohy 7.1 a 7.2. Každá má svá individuální specifika. První varianta předpokládá umístění stanic na ose Praha (Průhonice) – Bratislava – Balatonboglár. Stanice jsem zvolila umístit právě v těchto městech z důvodu dobré tranzitní návaznosti na ostatní přilehlé oblasti. V Průhonicích, tedy směrem od středu Prahy na západ, můžeme využít dálniční tah D1, který lze v rámci ČR považovat za počátek dopravního tahu do jižní či východní Evropy. Tento tah představuje velmi vytíženou dopravní rychlostní komunikaci. Jelikož se současné existující stanice v Šrému, Olsztyni a Warszawě nacházejí na dostupných a dopravně vytížených místech, lze předpokládat snadnou dopravní návaznost mezi nimi při zachování maximální dojezdové vzdálenosti určené EU.

Vhodné umístění stanice by bylo v Německu, městě Berlíně. A to z důvodu dobré návaznosti na západ, tak i z hlediska trasy na Polsko. Další propojení z Berlína například do Hannoveru by znamenalo dobrou návaznost z části Holandska a Belgie. Z Berlína do Hannoveru je to 284 km, takže návaznost z Německa do Prahy či Polska není nereálná.

Na základě těchto atributů lze dobře vymodelovat tento tah i v případě stanice v Berlíně: Průhonice – Berlín – Šrém. V případě, že tahač pojede z Berlína zásobovat stanice umístěné v Polsku, jel by po ose Berlín - Šrém - Olsztyně či Warszawa, a následně opačným směrem. Takže lze předpokládat, že by tato berlínská stanice vyřešila v rámci zemí V4 zásobovací situaci na značné části území Polska. Další variantu reprezentuje existence plnicí stanice v slovenské Bratislavě, která z velké části pokryje potřeby značného územního úseku maďarského teritoria a dokonce i Chorvatska. Pokud by nevyvstala aktuální nutnost dopravy do jiných států, a tranzit zůstal omezen pouze na území Slovenska, potom by z hlediska kapacity plnicí nádrže v Bratislavě nebyl problém uspokojit potřebu tankování v rámci Slovenské republiky. V nejnútnejším případě lze využít nejbližší plnicí stanice, která se nachází na území České republiky či v Balatonbogláru. Z Bratislavy se lze poměrně snadno přemístit na další plnicí stanici, která se nachází v Maďarsku nedaleko od jezera Balaton, konkrétně v oblasti Balatonboglár. Toto místo jsem zvolila jako vhodné z důvodů dobré dopravní dostupnosti a vysoké oblíbenosti cestování na dovolenou k Balatonu či do sousedního Chorvatska. Z této stanice existuje velmi dobré dopravní spojení do hlavního města

Budapešti, kde je možno využít velkých rezerv LNG. Jelikož se má v příštím roce budovat plnicí terminál na ostrově Krk v Chorvatsku, lze předpokládat, že stanice bude umístěna na strategicky nejvýhodnějším místě lokality a bude snadno dostupná pro užitková vozidla.

Druhá alternativa se týká České republiky a Maďarska. Pokud jde o ČR, stanice by mohla být instalována v Praze východ - ve Zdibech. Obec Zdiby jsou známou lokalitou situovanou na vytiženém dálničním tahu směrem k německým hranicím. Obdobným způsobem, jak tomu bylo u první varianty, lze se i v tomto případě po natankování dopravit rovněž do mnohých oblastí Polska, případně německého hlavního města Berlína a opačným směrem s velkou rezervou. Instalace plnicí stanice ve Zdibech se jeví jako dobrá volba, protože kousek od této obce se nachází vlakové nádraží Kralupy nad Vltavou. Takže je žádoucí vzít v úvahu i tu pozitivní variantu, že by v této oblasti byla možná i přeprava zásob LNG po železniční trati.

Z německého Hamburku by mohlo být poměrně reálné převážet LNG, jelikož Hamburk je velmi živé námořní přístavní město nacházející se v severní části Německa u břehů Severního moře a z tohoto důvodu je vhodné jednak z hlediska přepravy nákladu po moři, jednak následného transportování po železnici. V předchozí kapitole jsem zmiňovala Hamburskou společnost, která už vlastní prototyp moderního cisternového vozu, proto by mohla realizovat dodávky prakticky ihned a nikoli se omezovat na pouhé teoretické úvahy. Podle norem platných v EU je stanovena směrnice maximální dojezdové vzdálenosti do 400 km. Vzhledem k tomu, že klasický tahač může mít dojezd až 700 km, avšak neustále se vyvíjejí nové typy a modely těchto vozidel zacílené na větší dojezd, rozhodla jsem se umístit další stanici v Jihlavě, i přesto, že lehce přesahuje dovolenou dojezdovou vzdálenost. V tomto případě lze využít dálniční tah D1, neboť město Jihlava leží v jeho bezprostřední blízkosti, a tedy se lze do města dopravit snadno a bez problémů. Mírnou komplikaci představuje poměrně špatný technický stav vozovky této dálnice. Z Jihlavy je možné směřovat cestu do další, v našem případě třetí a zároveň poslední stanice v hlavním městě Maďarska, tedy do Budapešti. Jak jsem už zmiňovala, lze zaznamenat lehký vzdálenostní přesah trasy z Jihlavy do Budapešti, avšak dojezd vozidla je pořád možný. Z maďarské Budapešti se do chorvatského Zagrebu přepravíme poměrně snadno trasou dlouhou méně než 400 km, stejně reálný je dojezd do okrajových částí Rumunska a bez problému můžeme uskutečnit tranzit do sousedního Slovenska.

Poslední možnou variantou je dopravní spoj Wrocław – Brno – Bataonboglár. Polská Wrocław stejně dobře propojí Polsko s německým Berlínem. Pokud by z polského města Wrocław bylo zásobování plynem směřováno částečně i do Prahy, měl by tahač značnou dojezdovou rezervu. Druhá stanice se však nenachází v Praze, zaměřila jsem se na

druhé největší město po Praze, a to moravské Brno. Brno se jeví také jako dobrá a efektivní alternativa. Z Brna do Wroclawi lze naměřit trasu dlouhou 402 km a úsek Brno – Praha měří 206 km. Další stanici jsem se rozhodla akceptovat opět v maďarském Balatonbogláru, ze kterého se lze poměrně hladce transportovat opět na ostrov Krk v Chorvatsku, a to po trase dlouhé necelých 400 km. Stejně reálný je i dojezd do Slovenska. Z těchto prezentovaných variant se mi jeví jako nejlepší alternativa Zdiby – Jihlava – Budapešť, a to především z důvodu blízkosti a snadné dostupnosti železnice i silničního dálničního tahu D1. Samozřejmě záleží na možnosti zprostředkování realizace daných stanic z hlediska veškerých investičních, ekonomických, právních a jiných náležitostí.

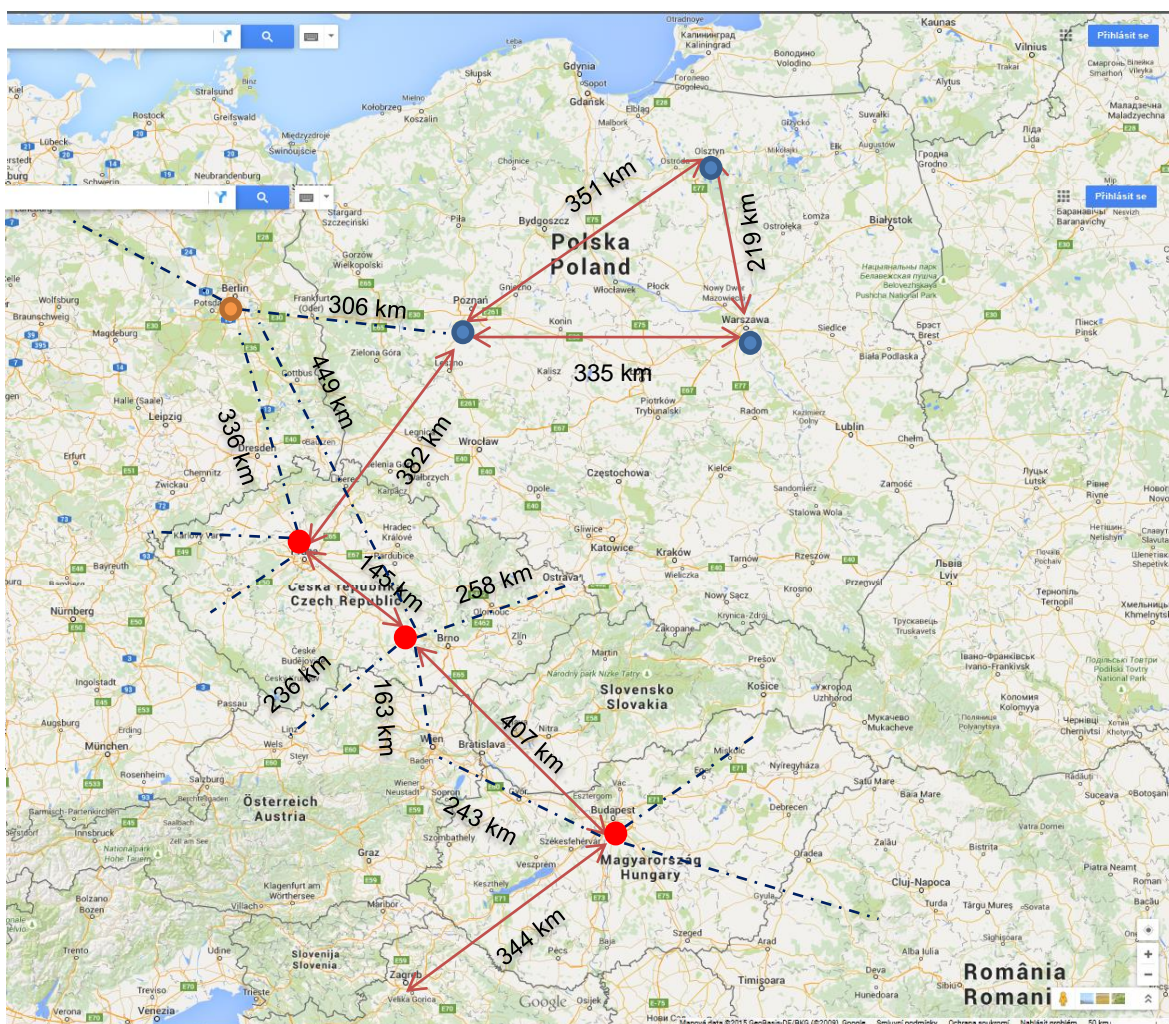
Terminály jsem zvolila a rozmístila právě takto, protože jsou vzdálenostně poměrně přijatelné. Terminál nacházející se v Polsku v oblasti Swinoujscie u Szczecina se má zprovoznit na podzim letošního roku. Druhým terminálem v oblasti Krk aktuálně není vybudován, avšak EU podpořila možnost výstavby terminálu v Chorvatsku na ostrově Krk. Do provozu by měla vstupovat v roce 2019. Bohužel ostatní terminály jsou hodně vzdálené, jako například Itálie, Belgie a jiné státy a nejsou z geografické polohy vhodné pro převoz do V4. V tom případě by bylo vhodné vybudovat LNG zkapalňovač.

Tabulka 7.6: Tabulka vzdáleností

Cílová destinace	Jednotka	Terminál Swinoujscie (Polsko)	Terminál Krk (Chorvatsko)
Praha (Průhonice)	Km/rok	595	-
Bratislava	Km/rok	-	604
Balatonboglár	Km/rok	-	384
Praha (Zdiby)	Km/rok	567	-
Jihlava	Km/rok	709	-
Budapešť	Km/rok	-	524
Wroclaw	Km/rok	451	-
Brno	Km/rok	-	672
Balatonboglár	Km/rok	-	384

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek 7.3: Stanice Zdíby – Jihlava - Budapešť



Zdroj: Vlastní zpracování

- Stanice v provozu
- Stanice vhodné k realizaci mimo V4
- Stanice vhodné k realizaci (V4)

7.3.3 Vypočet počtu vozidel

Pro převoz potřebného objemu LNG je nutné vypočítat následně počet vozidel. Zásobování stanic je možné uskutečnit v dopravním období po celých 365 dní, jelikož státy nejsou ovlivněny výraznými klimatickými změnami. Opět potřebujeme znát hustotu LNG ($0,42 \text{ kg/m}^3$) a k tomu objem cisterny. Uvažovala jsem o instalaci přemístitelné stanice. Cisterna má objem 56 m^3 a nemůže nikdy být naplněna na úroveň 100 %, vždy existuje nějaká odchylka. Cisterna bude naplněna do výše 90 % a na základě této hodnoty lze zjistit

teoretický čistý objem, který činí 50,4 %. Užitečný náklad (U_n) představuje 21 268,8 kg. V tabulce bude zobrazen také počet cisteren, který vychází z převozu LNG.

Výpočet převozu tun/den:

$$P_{\text{tun}} = \frac{S_{\text{Celkem}}}{365} \text{ [t/den]}$$

$$S_{\text{Celkem}} = \text{roční spotřeba [t/rok]}$$

Výpočet počtu cisteren:

$$C = \frac{P_{\text{tun}}}{U_n} * 1000 \text{ [den]}$$

$$P_{\text{tun}} = \text{převoz [tun/den]}$$

$$U_n = \text{užitečný náklad [kg]}$$

Tabulka 7.7: Výpočet počtu cisteren

	Potřebný převoz LNG		Počet cisteren	
	tun/rok	tun/den	cisteren/den	cisteren/rok
POLSKO	845 620,8	2317	109	39 785
ČR	624 772,8	1712	81	29 565
MAĎARSKO	444 276	1218	58	21 170
SLOVENSKO	186 276	511	25	9125
CELKEM:	2 100 945,6	5757	271	98 915

Zdroj: Vlastní zpracování

Z finálního ohodnocení cisteren za den vyplynulo, že je potřeba pro Polsko 109, ČR 81, Maďarsko 58 a Slovensko pouze 25 cisteren. Počet cisteren je chápán v globálním rozsahu, tzn. že v rámci celého státu se jeví jako poměrně pravděpodobné toto obsazení stanic. Pokud by se zohledňovala určitá stanice s větší kapacitou, bylo by potřebné menší množství cisteren.

Je vhodné také spočítat, jaké hodnoty bude dosahovat kilometrový výkon. Pro danou oblast to bude jedna třetina cisteren.

Vzorec:

$$V_{km} = V_{vz} * C * P_D \text{ [km/rok]}$$

V_{vz} = vzdálenost do dané oblasti [km]

C = počet cisteren

P_D = počet dnů

Tabulka 7.8: Kilometrový výkon

Cílová destinace	Jednotka	Terminál Swinoujscie (Polsko)	Terminál Krk (Chorvatsko)
Praha (Průhonice)	Km/rok	17 591 175	-
Bratislava	Km/rok	-	5 511 500
Balatonboglár	Km/rok	-	8 129 280
Praha (Zdíby)	Km/rok	16 763 355	-
Jihlava	Km/rok	20 813 760	-
Budapešť	Km/rok	-	11 093 080
Wroclaw	Km/rok	17 943 035	-
Brno	Km/rok	-	19 867 680
Balatonboglár	Km/rok	-	8 129 280

Zdroj: Vlastní zpracování

7.3.4 Základní údaje o vozidle

Lze předpokládat, že vozidlo pojede rychlostí 70 km/hod. Musíme brát rovněž v potaz dobu potřebnou k natankování, časovou rezervu v případě údržby a také odpočinek. V následující tabulce se nachází dané hodnoty:

Tabulka 7.9: Údaje

	označení	jednotka	čas
Rychlost	v	km/h	70
Natankování/vykládávání	$t_{n/v}$	h	3
Odpočinek	t_O	h	4
Rezerva na údržbu	t_R	h	3
Vzdálenost	s	km

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě výše zobrazených hodnot prezentovaných v tabulce 7.9, kde jsou vyobrazeny základní údaje o vozidle, můžeme následně dopočítat celkový čas jízdy vozidla, a to podle následujícího vzorce:

$$t_C = \frac{s}{v} + t_{n/v} + t_O + t_R [h]$$

Výsledky nacházející se v tabulce 7.10 nám ukazují dobu jízdy do cílových destinací. Čas je uváděn v minutách z důvodu snadnějšího vyjádření číselných hodnot.

Tabulka 7.10: Doba jízdy v minutách

Cílová destinace	Čas	Terminál LNG	
		Swinoujscie	Krk
Praha (Průhonice)	min	1620	-
Bratislava	min	-	1635
Balatonboglár	min	-	1258
Praha (Zdiby)	min	1572	-
Jihlava	min	1806	-
Budapešť	min	-	1498
Wroclaw	min	1373	-
Brno	min	-	1752
Balatonboglár	min	-	1258

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 7.11 je prezentován potřebný počet vozidel, který je nutný pro závoz zkapalněného zemního plynu do daných cílových destinací. Největší počet vozidel se vyskytuje v polském městě Wroclaw počtem 100 vozidel. Za to nejmenší počet vozidel v počtu 27 se zjistil ve v hlavním městě Slovenska, Bratislavy. Je žádoucí brát v úvahu skutečnost, že řidiči se budou v řízení vozidla navzájem střídat

Tabulka 7.11: Počet vozidel

Cílová destinace	Jednotka	Terminál LNG	
		Swinoujscie	Krk
Praha (Průhonice)	vozidel	87	-
Bratislava	vozidel	-	27
Balatonboglár	vozidel	-	49
Praha (Zdiby)	vozidel	85	-
Jihlava	vozidel	95	-
Budapešť	vozidel	-	58
Wroclaw	vozidel	100	-
Brno	vozidel	-	94
Balatonboglár	vozidel	-	49

Zdroj: Vlastní zpracování

7.4 Spotřeba LNG jako paliva pro přepravu

V závislosti na množství pohonných hmot by se neměla zvýšit spotřeba LNG. Je však zapotřebí vzít v úvahu, že některé situace ji mohou lehce ovlivnit, jako například technická úroveň silnic a dálnic, která v některých případech je značně zřetelná, případně náročnější přeprava nebezpečného a rizikového zboží. Spotřeba LNG na 100 km standardně dosahuje přibližné hodnoty 40 m³ a v mém případě tomu nebude jinak. V předchozích výpočtech jsem vykalkulovala kilometrový výkon (V_{km}) pro dané oblasti všech uvedených stanic, proto následně můžeme spočítat množství paliva potřebného pro přepravu ($S_{LNG(P)}$).

Vzorec:

$$S_{LNG(P)} = \frac{V_{km}}{100 \text{ km}} * 40 \text{ m}^3 \quad [\text{m}^3]$$

V_{km} = kilometrový výkon [km/rok]

40 m³ = průměrná spotřeba [m³]

Tabulka 7.12: Spotřeba paliva potřebná pro přepravu

Cílová destinace	Jednotka	Terminál Swinoujscie (Polsko)	Terminál Krk (Chorvatsko)
Praha (Průhonice)	Km/rok	7 036 470	-
Bratislava	Km/rok	-	2 204 600
Balatonboglár	Km/rok	-	3 251 712
Praha (Zdíby)	Km/rok	6 705 342	-
Jihlava	Km/rok	8 325 504	-
Budapešť	Km/rok	-	4 437 232
Wroclaw	Km/rok	7 177 214	-
Brno	Km/rok	-	7 947 072
Balatonboglár	Km/rok	-	3 251 712
Celkem	Km/rok	29 244 530	21 092 328
S _{LNG(P)}	m ³	11 697 812	8 436 932

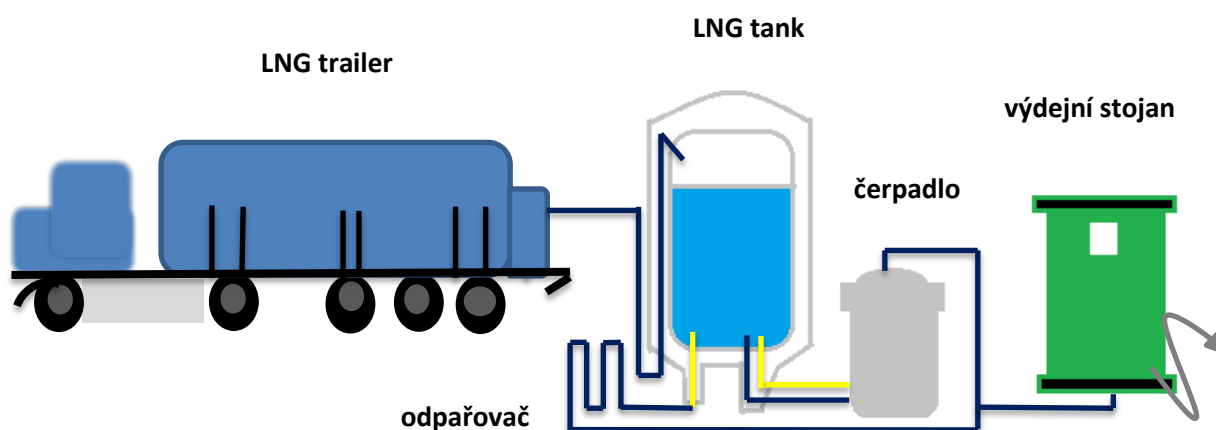
Zdroj: Vlastní zpracování

Z výchozí tabulky 7.12 je zřejmé, jaké množství spotřeby paliva bude žádoucí. Přičemž je třeba podotknout, že tahač s jednou naplněnou nádrží LNG může mít dojezd až 700 km.

8 Modelový příklad použití LNG pro konkrétního dopravce

Na níže vyobrazeném schématu je ukázán klasický postup tankování autobusů a tahačů. Proces plnění nádrže probíhá tak, že přijede autocisterna s obsahem plynu a zaujme pozici vhodnou pro tankování. Před výdejním stojanem se nachází zásobník a saturační čerpadlo. Současně dochází k procesu odpařování. Je patrné, že pro uživatele to není nijak technicky ani časově náročný proces.

Obrázek 8.1: Schéma LNG



8.1 Porovnání spotřeby LNG

Osobních automobilů i nákladních užitkových vozidel jezdících na stlačený zemní plyn využívá v Evropě několik milionů vozidel, co se však týká zkapalněného zemního plynu, musíme, bohužel, uvést číslo pohybující se v řádu několika tisíců. Proč tomu tak je? Je zřejmé, že obě technologie jsou osvědčené, přesto je stlačený zemní plyn ve větší oblibě než zkapalněný. V tomto ohledu mohu konstatovat, že zkapalněný zemní plyn je velkou perspektivou především pro nákladní dopravu. V tabulce je nastíněn přehled porovnání parametrů CNG a LNG.

Tabulka 8.1: Porovnání LNG, CNG

CNG	LNG
Menší energetická náročnost	Větší dojezd vozidla
Menší nebezpečí úniku metanu	Menší hmotnost, menší objem nádrže
Klasické plynové potrubí	Vysoce čisté palivo
Bezpečnější tankování	Rychlejší doba plnění nádrže
Nižší emise hluku	Zvětšení úložného prostoru
Hustota 0,144 kg/l	Hustota 0,422 kg/l
Nákladná přestavba vozidla	Vhodné pro tahače, autobusy

Zdroj: Vlastní zpracování

8.1.1 CNG, LNG a nafta

Nastíněním palivových nákladů lze prezentovat přibližnou celkovou úsporu CNG a LNG versus nafta. Zvažovala jsem tahač od dopravní společnosti Viktoria spol. s.r.o. Parametry tahače AS440 S45 celoroční průměr podle splnění Eura 6, kde průměrná spotřeba činí 30,5 l na 100 km a roční provoz dosahuje 150 000 km za rok.

PROPOČET NAFTA

Cena ke dni 17. 7. 2015 činila 32 Kč/l.

Q = cena, S_N = spotřeba nafty, N = náklady, R = roční provoz, T = vzdálenost

Výpočet ceny na 100 km:

$$Q_{100\text{km}} = S_N * Q \text{ [Kč]}$$

$$Q_{100\text{km}} = 976 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny za km:

$$Q_{1\text{km}} = \frac{Q_{100}}{100} [\text{Kč}]$$

$$Q_{1\text{km}} = 9,76 \text{ Kč}$$

Náklady za rok:

$$N = Q_{1\text{km}} * R [\text{Kč}]$$

$$N = 1\,464\,000 \text{ Kč}$$

Vzdálenost:

$$T = \frac{Q_{1000}}{Q_{1\text{km}}} [\text{km}]$$

$$T = 103 \text{ km}$$

Spotřeba nafty za rok:

$$S_{D(\text{rok})} = \frac{R}{S_N}$$

$$S_{D(\text{rok})} = 45\,750 \text{ [l]}$$

PROPOČET CNG

Přepočet spotřeby CNG na 100 km je 25,62 kg, tzv. 1 litr nafty je 0,84 kg CNG. Cena ke dni 17. 7. 2015 činila 26,29 Kč/kg.

Q = cena, S_{CNG} = spotřeba CNG, N = náklady, R = roční provoz, T = vzdálenost

Výpočet ceny na 100 km:

$$Q_{100\text{km}} = S_{CNG} * Q [\text{Kč}]$$

$$Q_{100\text{km}} = 674 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny za km:

$$Q_{1\text{km}} = \frac{Q_{100}}{100} [\text{Kč}]$$

$$Q_{1\text{km}} = 6,74 \text{ Kč}$$

Náklady za rok:

$$N = Q_{1\text{km}} * R [\text{Kč}]$$

$$N = 1\,011\,000 \text{ Kč}$$

Vzdálenost:

$$T = \frac{P_{1000}}{Q_{1\text{km}}} [\text{km}]$$

$$T = 148 \text{ km}$$

PROPOČET LNG

Víme, že 1 kg LNG = 2,38 l LNG (Chart-Ferox,a.s), 1 kg LNG = přibližně 0,6 eur, 1 l nafty = 1,7 LNG. Cena se pohybuje přibližně 16,2 Kč/kg. Spotřební daň je 1 Kč/Kg LNG, DPH 21%.

$S_{daň}$ = spotřební daň, S_{LNG} = spotřeba LNG, N = náklady, R = roční provoz, T = vzdálenost, Q = cena

Spotřeba LNG:

$$S_{LNG} = \frac{S_{N(\text{rok})}}{kg_{LNG}} * 1,7$$

$$S_{LNG} = \frac{45750}{2,38} * 1,7$$

$$S_{LNG} = 32\,678 \text{ kg}$$

Spotřební daň:

$$S_{daň} = 1 \text{ Kč/kg} * 32\,678 \text{ kg}$$

$$S_{daň} = 32\,678 \text{ Kč}$$

Náklady za rok:

$$N = S_{LNG} * Q [\text{Kč}]$$

$$N = 529\,400 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny za km:

$$Q_{1km} = \frac{N}{R} [\text{Kč}]$$

$$Q_{1km} = 3,53 \text{ Kč}$$

Výpočet ceny na 100 km:

$$Q_{100km} = Q_{1km} * 100 [\text{Kč}]$$

$$Q_{100km} = 353 \text{ Kč}$$

DPH: Sazba 21% z ceny 529 400 Kč činí DPH 111 174 Kč.

Spotřeba LNG na 1 km:

$$S_{LNG(1km)} = \frac{S_{LNG}}{N}$$

$$S_{LNG(1km)} = 0,218 \text{ kg}$$

Vzdálenost:

$$T = \frac{P_{1000}}{Q_{1km}} [\text{km}]$$

$$T = 283 \text{ km}$$

Z uvedeného porovnání vyplývá, že roční úspora je značná. Cena za ujetý 1 km u nafty je 9,76 Kč, CNG 6,74 Kč a LNG je 3,53 Kč. Celkové náklady za rok vynaložené za pohonné hmoty činí: za naftu 1 464 000 Kč, za CNG 1 011 000 Kč, za LNG 529 400 Kč. V případě velkého vozového parku je úspora ještě mnohonásobně větší a výhodnější oproti naftě. Samozřejmě zde není započítána případná přestavba vozidla na provoz LNG nebo CNG, která je poměrně finančně náročná. Ale i přes některá negativní kritéria lze konstatovat, že je jednoznačně výhodnější provozovat vozidla na pohon zemním plynem. Například u Scania tahače, namísto CNG lahví umístit ještě i 270 litrovou nádrž, a tím se zvýší dojezdová vzdálenost tahače až na 1200 km. U těžké dálkové automobilové dopravy je nejvhodnější tankovat LNG, CNG není pro tahače vhodné.

8.2 Přestavba tahače na LNG

Při modifikační přestavbě vozidla je nutné spočítat celkové investiční náklady z hlediska veškerých provozních prostředků. Abychom zohlednili veškeré výdaje co nejobektivněji, je třeba si uvědomit, že nevhodnější je k přestavbě vozidla na pohon LNG použít tahače. Lze uvést 3 systémy, u kterých je možný přechod vozidel na LNG. První část bude představovat cena palubního systému, dále je třeba počítat s cenou přestavby motoru a následně s cenou montáže palubního systému. Pokud se jedná o palubní systém, finanční částka pro tahač dosahuje přibližně 10 000 euro. Přestavba motoru a následná montáž stejného palubního systému se pohybuje rovněž okolo 10 000 euro. V souhrnu se výsledná cenová relace navýší na 20 000 euro. Je třeba připomenout, že každý tahač zcela jistě spotřebuje určité množství plynu při tankování, celodenní spotřeba tahače tedy prezentuje přibližnou hodnotu 150 kg/den. Na základě těchto důležitých informací lze vypočítat celkové investiční náklady za den. Aby bylo možné provést potřebnou kalkulaci, je nutné znát hodnotu celkové investice přestavby. V uvedeném případě činí 20 000 euro. Tuto částku vydělíme denní spotřebou, která činí 150 kg/den. Výsledkem je 133 euro investic/kg/den. Předpokladem je, že tato hodnota je nezávislá na velikosti vozidla. Jedná se o finální částku, jež zahrnuje veškeré náklady potřebné investice do přestavby spotřebitelského zařízení. Samozřejmě dnešní doba je příznivá a mnoho dopravních výrobců LNG tahačů už nabízejí upravenou verzi. Přibližní rozdíl od naftového tahače a LNG tahače je 40 tis. Euro.

8.2.1 Návěsné cisterny

Existuje více druhů tahačů - cisteren. Pro naše potřeby bude nevhodnější zvolit klasickou cisternu o kapacitním objemu 56 m³. Jedná se o standardní návěsnou cisternu, která je schopná převozu LNG v celkové hodnotě 300 000 eur. Je žádoucí rovněž vykalkulovat nájem vozidla, který musí být realizován v souladu se splněním předepsaných norem podle ADR daného nainstalovaného zařízení. Výslednou částku lze vyčíslit na 70 000 euro. Následně lze získat počet vozidel potřebných pro převoz LNG.

Tabulka 8.2: Počet vozidel pro převoz LNG

Cílová destinace	Jednotka	Terminál LNG	
		Swinoujscie	Krk
Praha (Průhonice)	vozidel	87	
Bratislava	vozidel		27
Balatonboglár	vozidel		49
Praha (Zdiby)	vozidel	85	
Jihlava	vozidel	97	
Budapešť	vozidel		58
Wroclaw	vozidel	100	
Brno	vozidel		94
Balatonboglár	vozidel		49

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledné tabulky lze vyjádřit celkový počet cisteren za den. V mém případě Pro variantu Praha (Průhonice) – Bratislava - Balatonboglár 163 vozidel, Praha (Zdiby) - Jihlava-Budapešť 240 vozidel a pro Wroclaw – Brno - Balatonboglár Tento počet vynásobíme částkou, představující cenu jednoho vozidla dostaneme se na částku přibližně na 60 mil. Eur, 89 mil. Eur a 90 mil. Eur.

8.3 Cena stanice

Na základě uvedeného návrhu tří variant vybudování a rozmístění stanic LNG lze prezentovat přibližnou cenu dané plnicí stanice. Každá jednotlivá varianta zahrnuje tři plnicí stanice. Jedná se o přemístitelné stanice o objemu 60 m³. Každá taková stanice stojí přibližně 300 000 euro. Kapacita plnění této malé přemístitelné stanice je asi 50 tahačů za den. V akutních případech lze naplnit i více jednotek, avšak to by mělo za následek určité negativní dopady, jako například stání v dlouhých, časově náročných frontách na plnění. Celkové investiční náklady na tři plnicí stanice se pohybují ve výši 900 000 eur.

8.3.1 Doprava

V předchozí kapitole 8.1.1 jsem porovnála hodnoty úspor LNG oproti CNG a naftě. Z těchto získaných výsledků je patrné, že cena za 1 km při využití LNG je 3,53 Kč. V rámci

vzdálenosti stanic, jejichž umístění bylo zvoleno jako nejpříhodnější, tedy Zdiby – Jihlava – Budapešť, lze spočítat náklady vynaložené na jednu cestu. Například vzdálenost z polského terminálu Swinoujscie do stanice Praha - Zdiby je 567 km. Převoz LNG na jednu cestu mezi těmito lokalitami činí 2002 Kč. Pro Jihlavu, která se vyznačuje nejdelší vzdáleností 704 km pro převoz plynu 2485 Kč. Je zde zřetelně viditelná výrazná úspora oproti naftě. Je však třeba ještě zohlednit další náklady, jako například cena přestavby vozidla, technická údržba vozidla a jiné.

Tabulka 8.3: Tabulka vzdáleností

Cílová destinace	Jednotka	Terminál Swinoujscie (Polsko)	Terminál Krk (Chorvatsko)
Praha (Průhonice)	Km/rok	595	-
Bratislava	Km/rok	-	604
Balatonboglár	Km/rok	-	384
Praha (Zdiby)	Km/rok	567	-
Jihlava	Km/rok	704	-
Budapešť	Km/rok	-	524
Wroclaw	Km/rok	451	-
Brno	Km/rok	-	672
Balatonboglár	Km/rok	-	384

Zdroj: Vlastní zpracování

9 Závěr

V současné technologicky vyspělé době je zřetelné, že komerční využití zemního plynu má jednoznačně vzestupnou tendenci. Zatímco ve Spojených státech amerických se zemní plyn stává pozvolna běžně užívaným a žádaným palivem, v evropských zemích není zatím po tomto druhu pohonných hmot zaznamenána výraznější poptávka. Velmi pomalý, avšak vzestupný trend lze pozorovat i v zemích V4. Primární otázkou vyvstávající v souvislosti s analýzou problematiky výroby, distribuce a praktického využití LNG se jeví „Proč se zabývat zemním plynem?“ Existuje několik významných důvodů, proč se zabývat danou skutečností. Za nejzávažnější a nejdůležitější lze v dnešní době považovat tolik aktuální aspekt ochrany a tvorby životního prostředí, kdy je pozorně sledováno a detailně vyhodnocováno znečišťování ovzduší škodlivými a zdraví ohrožujícími zplodinami. Ke znehodnocování a snižování kvality životních podmínek dochází zejména v důsledku úniku pevných částic do ovzduší. Dalším atributem, kterým je žádoucí se zabývat v rámci řešení problematiky využití zemního plynu, se stává nutnost vzít v úvahu tu důležitou skutečnost, že v budoucnu se budou snižovat světové zásoby ropy až do úplného vyčerpání. Již v dnešní době můžeme pozorovat občasné, avšak pravidelně se opakující výkyvy v zásobování ropnými produkty, v krajních případech i nedostatek ropy v některých regionech světa. V důsledku toho dochází k hlubokým ekonomickým krizím postihujícím hospodářská odvětví a resorty primárně i sekundárně závislé na dodávkách a zpracování ropy. Můžeme rovněž zaznamenat dlouhodobě a permanentně vzrůstající cenové relace ropných produktů. Je otázkou, jak bude situace v globálním měřítku i v rámci našeho státu vypadat například za 25 let, pokud nedojde k radikální změně postojů a přístupu k životnímu prostředí. Je nezbytně nutné se zabývat touto situací a aktivně poukazovat na necitlivé, nešetrné, mnohdy až bezohledné zásahy do přírodních zdrojů i životních podmínek. Je samozřejmé, že kvalitu ovzduší neovlivňují pouze zplodiny plynoucí z užití pohonných hmot. Na znečišťování se podílí více negativních faktorů. Avšak je třeba si uvědomit, že situace opravdu není růžová a že vyvstává aktuální a naléhavá nutnost začít problémy globálních životních podmínek na Zemi i v rámci nejbližšího regionálního prostředí co v nejdříve řešit. Někde a někdy se přece začít musí. Proto je na místě se zodpovědně zabývat alternativními palivy a uvědomit si, že zejména zemní plyn lze považovat za nejekologičtější palivo, ať už ve formě stlačené nebo zkapalněné. Naštěstí existují plynárenské společnosti, které se zabývají touto alternativou a snaží se ji zpřístupnit běžným uživatelům i komerčním účelům. Lze předpokládat a doufat, že v rámci blízké či vzdálenější budoucnosti dojde k preferenci využívání zemního plynu jako alternativního paliva vůči jiným pohonným hmotám. Mnohé společnosti si dnes již jasně uvědomují, že zemní plyn je devizou, která má obrovskou perspektivu. V této souvislosti je třeba připomenout, že zemní plyn nedosahuje takové

popularity u uživatelů i z toho důvodu, že je v tomto směru zanedbávána či zcela opomíjena cílená reklama zdůrazňující pozitivní atributy a výhody tohoto druhu pohonu a seznamující širokou uživatelskou veřejnost s detaily bezpečné transformace vozidel na pohon zemním plynem. Je zapotřebí prezentovat přesné a pravdivé informace zdůrazňující jak pozitiva, tak i negativní stránky využití tohoto paliva v praxi. Na základě poznatků a výsledků, vyplývajících z analýzy a detailní prezentace problematiky zaměřené na využití zemního plynu jako alternativního paliva, uvedených v této práci, lze jednoznačně konstatovat, že zemní plyn poskytuje více výhod nežli negativ, a lze jej tedy doporučit jako prioritní energetický zdroj pohonu. Primárním cílem bakalářské práce bylo vybudovat optimální infrastrukturu LNG stanic v zemích V4, tak, aby byly umístěny v takových místech, která by bylo možné spojit nejkratší cestou s nejmenším počtem překážek. Podle mého uvážení se mi podařilo nabídnout nové možnosti výstavby a rozmístění LNG stanic ve Visegrádských zemích. Součástí příloh této práce je nabídka vzorových řešení možné realizace plnicích stanic, a je předkládána ve třech variantách. Z praktické části vyplynuly jako nejrealnější tři možné variace, přičemž každá alternativa má svá specifika. Umístění stanice jsem vždy zvolila po delším uvážení a důkladném zhodnocení geografických, ekonomických a dopravních podmínek, rovněž na základě exaktních výpočtů i hypotéz prostého rozumu. Dovolím si konstatovat, že snad každý občan České republiky ví, že hlavním, nejdůležitějším a nejvytíženějším dopravním tahem u nás je dálnice D1. Bohužel, všichni rovněž víme, v jaké dopravní situaci i technickém stavu se dnes nachází. Neustálé renovace a nekonečně dlouhé opravy renomé této rychlostní komunikace neprospívají. Nepříjemným následkem jsou časté a různě dlouhé uzavírky určitých úseků trasy a z toho vyplývající redukce provozu do dvou či dokonce jednoho jízdního pruhu. Je však všeobecně známým faktem, že i přes tyto překážky a nepříjemnosti většina uživatelů použije a zvolí právě tuto komunikaci. Prvotně jsem zvažovala, že nejvhodnější by bylo postavit plnicí stanici právě přímo na D1. Rozhodla jsem se pro město Jihlava, ležící v bezprostřední blízkosti dálničního tahu a následně pro druhé největší město po Praze, moravskou metropoli Brno. Volba těchto dvou lokalit determinovala umístění dalších stanic na ose Zdíby – *Jihlava* – Budapešť a vytvoření další trasy Wrocław – *Brno* – Balatonboglár. Zjistila jsem, že jedna stanice umístěná na D1 by nepokryla potřebu celé V4. Proto jsem se rozhodla pro instalaci další plnicí stanice v Praze - Zdíbech. Zdíby působí jako nejvýhodnější lokalita, protože jsou umístěny v dopravním dálničním směru na Německo, je zde patrná velká kapacita projíždějících vozidel a v blízkosti se nachází železniční trať Kralupy nad Vltavou, kde sídlí známá česká rafinérská společnost. Při rozhodování o umístění plnicích stanic jsem si položila otázku: „Jak nejlépe podpořit Českou republiku v rozvoji plánu zemního plynu? Dalším vhodným bodem pro umístění stanice se mi jevil město Wrocław, které se nachází na území Polska. Polsko je svojí geografickou rozlohou přibližně velké jako ČR, Slovensko a Maďarsko

dohromady. Instalace stanice ve Wroclawi se mi jevila jako vhodná možnost, protože Polsko má v okolí už lehce vybudovanou síť stanic. Poslední variantou je trasa Průhonice - Bratislava - Balatonboglár. Ze tří možných variant jsem do jedné umístila stanici na Slovensku, a to z důvodů další návaznosti tranzitu na Maďarsko a výhodné polohy ve středu Evropy. Jaké jsou další reálné možnosti rozvoje plánu zemního plynu v budoucnosti? Těžko říci, co bude za dvacet let, ale určitě se tato technologie musí nějakým směrem posunout. Evropa jako taková spěje k mezinárodnímu integračnímu systému silniční dopravy s pohonem na zemní plyn, především na LNG. Logistické firmy si velmi dobře uvědomují, že z hlediska úspor je výhodné o alternativních zdrojích minimálně uvažovat. Každá prvotní investice něco stojí, avšak její návratnost v určitém horizontu může být markantní. Distribuce LNG je možná jak po silničních komunikacích, železnici, tak i lodní dopravou. Lze nějakým způsobem přispět k rozvoji plánu do budoucna? Já zastávám názor, že v střednědobém horizontu bude u nás zcela běžné použití zkapalněného zemního plynu u nákladních vozidel. Určitě bych doporučila co největší objem paliva distribuovat po železnici. Může nám být vzorem Hamburská společnost. Přikláním se k této variantě z důvodů větší kapacity skladování v železničních cisternách v rámci celých vlakových souprav a plynulejšího i rychlejšího dojezdu do cílové destinace. Celá bakalářská práce má za cíl sloužit jako případný vzor možné realizace rozmístění plnicích stanic, prezentovat pozitiva i upozornit na případné překážky. Současně ukazuje díky provedeným exaktním výpočtům a získaným výsledkům reálnou spotřebu LNG ve Visegrádských zemích. Budu doufat, že veškeré informace, poznatky a výsledky, které uvádím v bakalářské práci, budou v budoucnu využity v pozitivním slova smyslu a poslouží více či méně k praktické výstavbě sítě plnicích stanic.

10 POUŽITÉ ZDROJE

10.1 Internetové zdroje

- [1]. *Alternativní pohonné hmoty: zkapalněný zemní plyn-LNG* [online]. [cit. 2015-08-16].
Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/alternativni-pohonne-hmoty-126/>
- [2]. *Cng-info: statistiky* [online]. ©2011, srpen [cit. 2015-07-16]. Dostupné z:
<http://www.cng4you.cz/cng-info/statistiky.html>
- [3]. *O-cng: cng-vs-lpg* [online]. ©2015 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z:
<http://www.cngplus.cz/o-cng/cng-vs-lpg/>
- [4]. *Bezpečnost: testy* [online]. [cit. 2015-08-16]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/testy/>
- [5]. *O-cng: životní prostředí* [online]. ©2015 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z:
<http://www.cngplus.cz/o-cng/zivotni-prostredi.html>
- [6]. *Tiskové zprávy: Do roka bude jezdit v ČR 820 autobusů na zemní plyn* [online]. 2011,
20.11.2014 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z: http://www.cng4you.cz/cng-info/tiskove-zpravy.html/185_343-do-roka-bude-jezdit-v-cr-820-autobusu-na-zemni-plyn
- [7]. *Cng-info: statistiky* [online]. 2011, srpen [cit. 2015-08-16]. Dostupné z:
<http://www.cng4you.cz/cng-info/statistiky.html>
- [8]. *Tiskové zprávy: Letos jen do pololetí dalších 15 nových CNG stanic* [online]. 2011,
29.06.2015 [cit. 2015-08-16]. Dostupné z: http://www.cng4you.cz/cng-info/tiskove-zpravy.html/185_501-letos-jen-do-pololeti-dalsich-15-novych-cng-stanic
- [9]. *Statistiky: Společnosti s největším počtem veřejných plnicích stanic CNG v ČR*
[online]. 2011, srpen [cit. 2015-08-20]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/cng-info/statistiky.html>
- [10]. *Odborný odhad spol. Chart-Ferox,a.s.*
- [11]. *Odborný odhad spol. Chart-Ferox,a.s.*

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3.1	Využití vozidel LNG
Obrázek 4.1	Mýtné brány v ČR
Obrázek 4.2	Mýtné brány ve Slovensku
Obrázek 4.3	Mýtné brány v Polsku
Obrázek 4.4	Mýtné brány v Maďarsku
Obrázek 6.1	Cisternový vůz
Obrázek 6.2	Mobilní stanice
Obrázek 6.3	Přemístitelná stanice
Obrázek 6.4	Stálá stanice
Obrázek 7.1	Spotřeba motorové nafty v letech 2000 - 2014
Obrázek 7.2	Visegrádská čtyřka
Obrázek 7.3	Stanice Zdiby – Jihlava - Budapešť
Obrázek 8.1	Schéma LNG

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 3.1	Příměsí
Tabulka 5.1	Počet veřejných stanic v jednotlivých krajích ČR
Tabulka 5.2	Společnosti s největším počtem veřejných plnicích stanic CNG v ČR
Tabulka 7.1	Spotřeba nafty
Tabulka 7.2	Energetické parametry paliv
Tabulka 7.3	Převod potřebného množství motorové nafty dieselu na LNG
Tabulka 7.4	Převod předpokládaného množství motorové nafty dieselu na LNG
Tabulka 7.5	Potřebný objem LNG
Tabulka 7.6	Tabulka vzdáleností
Tabulka 7.7	Výpočet počtu cisteren
Tabulka 7.8	Kilometrový výkon
Tabulka 7.9	Údaje
Tabulka 7.10	Doba jízdy v minutách
Tabulka 7.11	Počet vozidel
Tabulka 7.12	Spotřeba paliva potřebná pro převoz LNG
Tabulka 8.1	Porovnání LNG, CNG
Tabulka 8.2	Počet vozidel pro převoz LNG
Tabulka 8.3	Tabulka vzdáleností

13 SEZNAM PŘÍLOH

Tabulka 7.1 Praha (Průhonice) - Bratislava- Balatonboglár

Tabulka 7.2 Wrocław – Brno - Balatonboglár