



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Svetlana Lisniak

VYUŽITÍ LNG V NÁKLADNÍ SILNIČNÍ DOPRAVĚ

Diplomová práce

2018



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Svetlana Lisniak

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LA – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Využití LNG v nákladní silniční dopravě**

Název tématu (anglicky): Utilization of LNG in Road Freight

Zásady pro vypracování

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

- LNG: dovoz, technologie, dopravní prostředky
- Legislativa a platné normy pro využívání LNG v dopravě
- Aktuální stav plnicích stanic, infrastruktura
- Vývoj nákladní silniční dopravy, statistiky přepravních výkonů
- Cenový vývoj na trhu ekonomických komodit
- Ekonomické porovnání vybrané přepravy vozidly s motorem spalujícím naftu a LNG

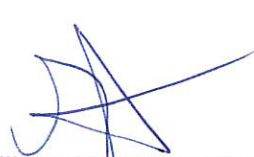



- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: DUCHOŇ, B. Inženýrská ekonomika. Praha: C.H. Beck, 2007
EISLER, J., KUNST, J., ORAVA, F. Ekonomika dopravního systému. Praha: Oeconomica, 2011

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.**
Ing. Václav Chrz, CSc.

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

Datum odevzdání diplomové práce: **29. května 2018**
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


.....
doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy


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

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.


.....
Bc. Svetlana Lisniak
jméno a podpis studenta

V Praze dne 4. prosince 2017

Poděkování

Chtěla bych vyjádřit poděkování Ing. Zdeňku Říhovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování diplomové práce.

Další poděkování patří Ing. Václavu Chrzovi, CSc., který mi průběžně poskytoval praktické informace, cenné připomínky a odborné rady při napsání této práce.

Dále děkuji společnosti Chart Ferox, a.s za poskytnutí informací a názorné představy práce společnosti.

Prohlášení

Předkládám k posouzení a obhajobě závěrečnou diplomovou práci 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 dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací

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

V Praze dne _____

podpis

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou a podmínkami použití zkapalněného zemního plynu k pohonu silničních nákladních aut, jako alternativní motorové plyné palivo. Na základě vhodně zvolených tras v rámci hodnocení motoru při použití LNG a motoru spalujícího naftu jsem přednesla čtyři vybrané způsoby.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with problematics and conditions of use of liquefied natural gas to propel freight trucks, as an alternative motor gas fuel. Comparing four selected ways through selected routes within the LNG engine and diesel engine rating.

KLÍČOVÁ SLOVA

zkapalněný zemní plyn, alternativní palivo, LNG

KEYWORDS

Liquefied natural gas, alternative fuel, LNG

Obsah

Obsah	4
1. Seznam použitých zkratk	6
2. Úvod	7
3. LNG: dovoz, technologie, dopravní prostředky	10
3.1. Co je to zkapalněný zemní plyn a jeho technologie	10
3.2. Výroba a dovoz LNG	11
3.3. Dopravní prostředky	15
4. Aktuální stav plnicích stanic, infrastruktura	19
4.1. Rozvoj LNG jako paliva v dopravě	19
4.2. Analýza současného stavu stanic LNG v Evropě	21
4.3. Funkce LNG stanice	23
4.4. Současné zdroje LNG	25
4.5. Technologie plnicích stanic	28
4.5.1. Mobilní kontejnerové stanice	29
4.5.2. Přemístitelná stanice v rámu	30
4.5.3. Stálá plnicí stanice	31
5. Analýza současného stavu stanic LNG v České republice	32
5.1. Dopravní tahy v České republice	32
5.2. Pokrytí potřeb plynu prostřednictvím stanic LNG na území Visegrádské čtyřky	35
6. Způsoby vybudování nové pilotní stanice do plně vybavené stanice	37
7. Legislativa LNG	38
8. Rally „Modrý koridor - 2017“	42
9. Ekonomické porovnání vybrané přepravy vozidel s motorem spalujícím naftu a LNG	49
9.1. Základní data	49
9.2. Proměnlivé náklady	50
9.3. Výpočet celkových nákladů	52
9.4. Srovnání čtyř vybraných způsobů prostřednictvím zvolených tras v rámci hodnocení motoru při používání LNG a motoru spalujícího naftu.	54
9.4.1. Brno-Milán	55
9.4.2. Praha-Brémy	57
9.4.3. Jihlava-Madrid	58
9.4.4. Plzeň-Olomouc	59
9.5. Stanovení limitní ceny LNG pro ekonomické využití jako motorového paliva.	60
9.5.1. Brno-Milán	61
9.5.2. Praha-Brémy	62

9.5.3.	Jihlava-Madrid	63
9.5.4.	Plzeň-Olomouc	65
10.	Závěr	67
11.	Seznam literatury	70
12.	Seznam obrázků	72
13.	Seznam tabulek	73
14.	Seznam grafů	74

1. Seznam použitých zkratek

LNG	Zkapalněný zemní plyn
BNRI	První finanční a ekonomický výzkumný institut zveřejňuje zprávu o konkurenceschopnosti Číny a globální výroby
LPG	Propan – butan nebo také (dříve) zkapalněný plyn
CNG	Stlačený zemní plyn
GPD	Galon za den
TPD	Tun za den
APEC	Asijsko-pacifické hospodářské společenství
EU	Evropská unie
TEN-T	Transevropská dopravní síť
AFI	Alternativní palivová infrastruktura
EUR	Euro

2. Úvod

Zemní plyn, navzdory svému uhlovodíkovému původu, je považován za ekonomickou a šetrnou variantu vůči životnímu prostředí, je palivem, jež lze z mnoha hledisek a aspektů doporučit k efektivnímu použití. Odborníci na celém světě se stále více shodují v pohledu na využití nových, pokrokových a moderních variací v oblasti vývoje a využití pohonných hmot. Předpokládají, že zvýšené využití zemního plynu pro výrobu energie za účelem optimálního rozvoje automobilové, především nákladní dopravy – to je jeden z primárních strategických směrů globální čisté energetiky.

V současné době existuje jasná a zřetelná dynamika globálního průmyslu LNG. To je způsobeno jednak výrazným a permanentním nárůstem projektů LNG, jakož i zvýšenou poptávkou po LNG jako palivu na nových i stávajících trzích po celém světě.

V posledních letech je možno zaznamenat zvýšenou produkci zemního plynu na celém světě, což má za následek nástup úspěchu v oblasti výroby a aktivního šíření motorů založených na technologii, jejíž podstata spočívá v pohánění vozidel stlačených a zkapalněných zemním plynem. Ve prospěch a zvýšení kreditu těchto motorů hovoří nejen jejich bezpečnost a šetrnost vůči životnímu prostředí, ale také ekonomická úspora a využitelnost plynoucí z používání plynového paliva. Zejména z důvodu zefektivnění a optimalizace provozu nákladních automobilů vybavených diesellovým motorem poháněným na plyn je možno vykazovat náklady v hodnotě menší nežli 1 % své hodnoty, tzn., že taková transformace je racionálně, logicky i ekonomicky odůvodnitelná, a to i v tom případě, že je možno pozorovat pouze 10% rozdíl v ceně motorové nafty a zkapalněného zemního plynu. Je zřejmé, že v současné době je výhodnější a ekonomičtější koupit a provozovat transformované vozidlo.

Je patrné, že celosvětový obchod s LNG v roce 2016 dosáhl z hlediska objemu rekordních 258 milionů tun, což představuje nárůst o 5 % oproti roku 2015.

Tento nárůst lze primárně vysvětlit a racionálně zdůvodnit především výrazným nárůstem nových dodávek LNG, zejména díky zahájení vývozu z oblasti Mexického zálivu do Spojených států a také zahájením obchodních operací v australském teritoriu. Tyto nové projekty vznikají a prakticky se realizují za existence specifických podmínek, zejména za významné podpory vlády, podniků i spotřebitelů, jenž si stále více a intenzivněji uvědomují přínosy a pozitiva plynoucí z užívání zemního plynu. Tyto okolnosti a podmínky se následně výrazně promítají v globální energetické bilanci a jsou významně povzbuzovány současnými trendy naznačujícími další růst a dynamický rozvoj trhu s LNG.

Je evidentní, že v současnosti v přímé souvislosti s efektivní aplikací a praktickým využitím LNG na světových trzích vyvstávají aktuální problémy s poptávkou, neboť je zřejmé, že obchod

s LNG se mnohdy vyvíjí nerovnoměrně, jelikož je praktikován nejen v oblastech klasických trhů, ale i na trzích nových. Nejvýraznější a nejsilnější růst poptávky je patrný na asijských trzích, přičemž spotřeba LNG v Číně prudce stoupá, konkrétně až o 35 %, tedy na 27 milionů tun ročně. Na druhou stranu je zapotřebí zmínit, že některé trhy, především oblasti Japonska a Jižní Koreje, jež lze považovat za dva největší a nejvýznamnější spotřebitele, vykazovaly známky nasycení, jelikož se objevily další využitelné formy energie, což částečně vysvětluje existenci flexibilní ceny LNG jako zdroje paliva. Tento aspekt byl rovněž zvláště a výrazně zřetelný v Brazílii, kdy obnovení a oživení vodní energie jako energetického zdroje snížilo poptávku po LNG o 80 %.

V roce 2016 dosáhla globální kapacita zkapalňování 339,7 milion tun za rok, což byla hodnota srovnatelná s úrovní měření v roce 2015, avšak poté docházelo k postupnému zvyšování a růstu. K tomuto růstu a rozmachu docházelo v důsledku praktické aplikace a realizace nových projektů, jakými jsou Sabine Pass LNG, Gorgon LNG a Austrálie Pacific LNG. Očekává se, že v příštích několika letech bude docházet ke značnému navýšení výkonnosti a kapacity ve sféře zkapalňování.

Je nepochybné, že LNG v současné době hraje významnou roli rovněž v odvětví námořní lodní dopravy. Důkazem je výstavba 31 nových stanovišť v teritoriu loděnic, jež dodávaly do lodního tranzitu LNG v roce 2016. V tomto období bylo dodáno o 7 % více objemu LNG oproti roku 2015. Poslední zpráva IHP pojednávající o poskytování služeb v oblasti ekologické námořní dopravy zdůrazňuje, že zásadní a monumentální dopad na poptávku a využití paliva v podobě zkapalněného zemního plynu mohou mít emise plynoucích z dopravy, přičemž je třeba si uvědomit, že jeden tanker využívající 3 % palivové nádrže produkuje takové množství emisí jako 50 milionů vznětových vozidel.

Zvyšování produkce a využívání zemního plynu lze považovat za velmi přínosné a prospěšné jak z hlediska tvorby a ochrany životního prostředí, tak i z aspektu péče o zdraví lidí po celém světě. Letošní zpráva ohledně produkce a průmyslového využití LNG se jeví jako nesmírně slibná a pozitivní, a proto si LNG zachovává důležitou a významnou roli při rozšiřování přístupu k plynu po celém světě, a rovněž působí jako zásadní a klíčová součást budoucí energetické bilance.

Zemní plyn disponuje mnoha dalšími důležitými přednostmi, klady a výhodami – je plný, flexibilní a funguje jako skvělý doplněk k přerušovaným obnovitelným zdrojům energie zacílených na výrobu a užití pohonných hmot. Zemní plyn rovněž poskytuje čisté a cenově dostupné vytápění v oblasti průmyslových výrobních procesů a je dobře aplikovatelný a využitelný pro komerční i domácí spotřebitele po celém světě. Zemní plyn má také výhody oproti uhlí a ropě, a to především pokud jde o snižování emisí uhlíku, jakož i jiných škodlivých

částic a znečišťujících látek, které výrazně přispívají ke zhoršení kvality ovzduší a s tím souvisejícímu výskytu zdravotních problémů a vzniku civilizačních chorob.

Hlavním cílem této diplomové práce je komplexní porovnání primárních atributů LNG a nafty jako paliv a následná analýza využití LNG v nákladní silniční dopravě.

Dalším úkolem práce je provést a předložit ekonomické porovnání přepravy vozidly s motorem spalujícím naftu a vozidel s motorem využívajícím LNG.

Součástí této práce bude rovněž charakteristika a prezentace zkapalněného zemního plynu a další část práce je věnována charakteristice aktuálního stavu plnicích stanic, legislativě a platným normám vydaným pro využívání LNG.

Hlavním zdrojem informací pro tuto práci byly kromě doporučené literatury informace, údaje a data získaná od společností Chart Ferox, a. s., Iveco Czech republik, a.s., ČESMAD Bohemia, a.s. a z webových stránek v jejich správě.

3. LNG: dovoz, technologie, dopravní prostředky

Průmysl zabývající se výrobou a distribucí LNG se stává velmi slibným, rostoucím a rozvíjejícím se odvětvím v rámci užívání pohonných hmot v celém světě. Lze vyzorovat, že v posledních letech se objem obchodu se zemním plynem neustále zvyšuje, narůstá a nabývá na důležitosti (viz. obrázek 3.1). Zemní plyn se stává významnou a důležitou komoditou, kterou lze dopravit relativně lehkou a snadno na druhou část světa. Stále se objevují a odkrývají nová naleziště a ložiska, vznikají a narůstají nové přepravní kapacity. Tyto atributy významným způsobem ovlivňují ceny v globálním měřítku, což má za následek, že ceny, které ještě nedávno byly v jednotlivých regionech různé, začínají dosahovat analogických hodnot.



Obrázek 3.1 Nejdůležitější fakta

(Zdroj: http://www.qiignl.org/sites/default/files/PUBLIC_AREA/Publications/qiignl_2017_annual_report_0.pdf)

3.1. Co je to zkapalněný zemní plyn a jeho technologie

V souvislosti s výše prezentovanou tématikou se nabízí otázka: „Co se skrývá pod termínem zkapalněný zemní plyn?“ Zkapalněný zemní plyn je běžný zemní plyn, přivedený do kapalného stavu ochlazením na -160°C . V tomto stavu se jedná o kapalinu bez barvy a zápachu, jejíž hustota dosahuje hodnoty, jež se rovná polovině hustoty vody. Zkapalněný plyn je netoxický, bodu varu dosahuje při ochlazení na hodnoty -158 až -163°C . Skládá se z 95 % metanu a zbývajících 5 % představují plyny ethan, propan, butan, dusík.

Čistý LNG nehoří, nezapálí se, ani nevybuchne. V otevřeném prostoru při normální teplotě se LNG vrací do plynného stavu a rychle se mísí se vzduchem. Je však faktem, že během odpařování se může zemní plyn vznítit, a to především, pokud dojde k přímému kontaktu s intenzivním tepelným zdrojem, nejčastěji přímo s plamenem.

Pro vznícení je nutné dosáhnout koncentrace plynu ve vzduchu v hodnotách pohybujících se od 5 % do 15 % (objemové). Je-li koncentrace plynu a vzduchu nižší nežli 5 %, pak je patrné, že tato hodnota nepostačuje ke vznícení, tedy vzniku ohně. Pokud je však zhuštěnost větší než 15 %, pak je zřejmé, že ve směsi se nachází příliš málo kyslíku. Pro následné použití je LNG podroben opětovnému spalování, při němž dochází k odpařování bez přítomnosti vzduchu.

Dále je zapotřebí věnovat se a zacílit pozornost na problematiku technologie zkapalněného plynu. Jak již bylo uvedeno výše, LNG se vyrábí kompresí a chlazením zemního plynu. Současně dochází k poklesu objemu plynu téměř 600krát. Tento proces je velmi složitý a komplikovaný. Je vícestupňový a velmi energeticky náročný – energetické náklady na zkapalňování mohou dosahovat až 25 % energie obsažené v konečném produktu. Jinými slovy, je nutné spálit jednu tunu LNG, aby byly získány další tři.

Za účelem zkapalňování zemního plynu bylo použito a aplikováno ve světě již několik různých technologií v různých časech. Jedněmi ze zmíněných technologií vycházející z dosud nevyvinutého procesu jsou technologie AP-SMR[™], AP-C3MR[™] a AP-X[™]. Jedná se o firemní varianty firmy Air Products, a to Single Mix Refrigerant (se směsným chladivem). S kombinací propanového cyklu s cyklem se směsným chladivem a X jako kombinace propanového, směsného a dusíkového cyklu.

Je třeba zmínit, že v rámci vývoje nových technologií lze pozorovat velký potenciál rozvoje i v oblasti vývoje malokapacitních zařízení určených k procesu zkapalňování, které jsou determinovány pro výrobu LNG jako paliva v dopravě a pro využitích malých plynových vrtů. Zařízení tohoto typu se již nacházejí na evropském kontinentě v Norsku, Finsku a v Rusku.

3.2. Výroba a dovoz LNG

V současné době jsou lokální zařízení zabývající se problematikou LNG široce využívána v Číně, kde se již velmi aktivně vyvíjí výroba vozidel zacílených na LNG, a to poměrně ve velkém počtu. Rovněž vybudování, zřízení a efektivní rozmístění malokapacitních plnicích zařízení

může Číně umožnit v poměrně blízké době podstatně rozšířit a rozhojnit již existující dopravní síť disponující vozidly s LNG. V Číně je kolem 300 000¹ vozidel na LNG.

Etapy výroby LNG

1. Prvním stadiem je těžba, příprava a přeprava zemního plynu potrubím do zařízení určeného k jeho zkapalnění;
2. Druhou fází je zpracování, zkapalňování zemního plynu a skladování LNG v terminálu;
3. Třetí etapu představuje nakládání LNG do tankerů a následná distribuce prostřednictvím přepravečů plynu a námořní lodní přepravy spotřebitelům;
4. Čtvrté stadium je prezentováno vykládkou LNG na přijímacím terminálu, skladování, zpětné odpaření do potrubí nebo plnění LNG do cisteren pro přímý rozvoz do satelitních odpařovacích stanic nebo do plnicích stanic vozidel a dodávání koncovým uživatelům.

Co se týká projekce, výstavby a produkce terminálů zaměřených na výrobu LNG, je třeba říci, že zařízení na zkapalňování zemního plynu se zpravidla sestává z následujících složek a elementů:

- Z předúpravy a zkapalňování plynu;
- Z výrobní linky LNG;
- Ze skladovací nádrže;
- Ze zařízení pro nakládání tankerů;
- Z dodatečné služby k zajištění elektrárny a vody pro chlazení.

Je třeba zmínit skutečnost, že LNG je považován za významnou prioritu, jakož i velmi důležitou technologii nezbytnou pro zabezpečení dovozu a užití zemního plynu v řadě zemí, především však na území Francie, Belgie, Španělska, Jižní Koreje a Spojených států. Za největšího spotřebitele v oblasti LNG je považováno Japonsko, kde téměř neuvěřitelných 100 % potřeb plynu pokrývá dovoz LNG. Pro Českou republiku se jeví vhodným zdrojem pro dovoz LNG terminál ve Swinoujscie v Polsku.

Kromě výše uvedeného lze považovat za podstatnou a důležitou informaci údaj, jež nás seznamuje se situací v sousedním Německu, konkrétně s výstavbou a umístěním přijímacího terminálu v Hamburku. Tento krok lze považovat za velmi významný počín v oblasti čerpání biopaliv, jelikož tím bylo podstatným způsobem přispěno k vytvoření vhodných a příznivých podmínek pro distribuci a rozvoz LNG jak v oblasti okolí Hamburku, tak i v celém povodí řeky

¹ CBNRI - První finanční a ekonomický výzkumný institut zveřejňuje zprávu o konkurenceschopnosti Číny a globální výroby

Labe až po hranice České republiky. Jednalo by se o alternativní, obdobný projekt, jenž již v současné době úspěšně běží, a to projekt nazvaný Danube LNG, tedy Dunajský projekt rozvozu LNG. Obecná představa o dalším vývoji je taková, že by se ze středního východu realizovala primární námořní přeprava lodí, šlo by tedy o konkrétní převoz LNG lodí do bulharského námořního přístavu Burgas ležícím na pobřeží Černého moře blízko ústí řeky Dunaj v Konstanci. Poté by došlo k přečerpání a rozdělení paliva do menších lodí metodou „z lodi na loď“ (ship to ship), což v praxi znamená, že loď, která palivo přiveze, disponuje tanky pod atmosférickým tlakem. Vznikající odpar se stlačuje a následně se využívá přímo pro pohon této lodi. Avšak je třeba podotknout, že potřebná technologie není v současné době ještě na takové úrovni, aby lodní motory byly vybudovány a konstruovány přímo pro plynové pohony. Proto většina lodí využívá klasický dieselový pohon, ke kterému je navíc připojeno určité zkapalňovací zařízení, které slouží ke zkapalňování vznikajícího odparu. Co se týká říční lodní dopravy, lze pozorovat, že mnohé lodě jsou již vybaveny tlakovými nádržemi, což v praxi znamená, že pokud se bod varu u námořní lodi pohybuje okolo 1 baru při atmosférickém tlaku a nepatrně se ohřívá, potom v lodní tlakové nádrži se ustálí tlak v hodnotě 2 barů, protože je zde vyvinuto větší teplo. Avšak tento jev není třeba považovat za zvlášť závažný problém, neboť nádrž je navržena na hodnotu pohybující se v rozmezí obvykle kolem 5-8 barů. Pokud tedy loď pluje proti proudu, a tato plavba trvá například celý týden, dochází ke zvýšení tlaku ze dvou barů na tři. Pokud dojde k přečerpání obsahu do tanku, stoupne tlak až na hodnotu 4 barů. Tato hodnota je však stále ještě přípustná. Vzniklý odpar je možno přímo směřovat a distribuovat do potrubí, do nádrží vozidel, které slouží k rozvozu ISO do kontejnerů atd. Největší a nejzávažnější problém vzniká v oblasti logistiky zabývající se a týkající se LNG. Podstata problému spočívá v tom, že v přímořských přístavech není dostatek místa a prostoru k vybudování nových tankovacích stanic. Situace v přístavech je v tomto ohledu velmi komplikovaná a složitá. Jako další problém se jeví skutečnost, že by se palivo bezprostředně po převozu do přístavu muselo přečerpat z lodi do objemných pobřežních tanků a z těch pak znovu do menších. Je evidentní, že veškeré aktivity a činnost vztahující se k přímé manipulaci s nákladem stojí spoustu energie, práce a času. Navíc je zapotřebí mít tyto aktivity zahrnuté v seznamu pracovních činností, je třeba jim věnovat určitý čas v rámci pracovní doby a je třeba na ně myslet a mít je na starosti. Je rovněž patrné, že nadrozměrné pobřežní tanky zaujímají značnou část prostoru v rámci přístavní výměry pozemku. Kromě toho LNG v normálních podmínkách existuje v nízkých teplotách, kapalní až při bodu varu. Jak již bylo uvedeno, proces přečerpávání do tepla způsobuje odpařování, palivo musí následně znovu zkapalňovat, což je vnímáno vždy jako problém či komplikace, jež má za následek zpomalení celého procesu a značnou časovou prodlevu. Projekt týkající se výše uvedené problematiky není dosud možno hladce a bez komplikací realizovat, vyvstává zde nutná potřeba dalšího

plánování, zdokonalování, rozvíjení nových technologických postupů a bezpečnostních norem a pravidel.

Největšími výrobci lodí přizpůsobených přepravě zkapalněného zemního plynu jsou japonské a korejské loděnice, jež úzce spolupracují se světově známými a populárními firmami, konkrétně společnostmi Mitsui, Daewoo, Hyundai, Mitsubishi, Samsung a Kawasaki. Stojí za zmínku, že v korejských loděnicích bylo vyrobeno více než dvě třetiny nosičů plynu na světě. Moderní cisterny řady Q-Flex a QMax mohou přepravovat 210-266 tisíc m³ LNG [3].

Moderní typický tanker LNG (metanový vozík) dokáže přepravovat 145-155 tisíc m³ zkapalněného plynu, z něhož může být následně získáno 89 až 95 mil³ zemního plynu v důsledku opětovného splynutí. Vzhledem k tomu, že nosiče metanu jsou charakterizovány mimořádnou kapitolovou náročností, jejich jednoduchost je nepřijatelná. Jsou velmi rychlé, rychlost námořního plavidla přepravující zkapalněný zemní plyn dosahuje 18-20 uzlů oproti 14 uzlům u standardního ropného tankeru. Kromě toho operace nakládání a vykládání LNG netrvají dlouho (v průměru 12-18 hodin). Pro případ nehody mají tankery LNG specificky konstruovanou strukturu se dvěma trupy, která je speciálně projektována a navržena tak, aby jednak zabraňovala úniku LNG a rovněž puknutí či prasknutí. Náklad (LNG) se přepravuje v podmínkách atmosférického tlaku a při teplotě -162 °C ve speciálních tepelně izolovaných nádržích uvnitř vnitřního trupu nádoby určené pro přepravu plynu.

Systém uložení a skladování nákladu se skládá z primárního kontejneru nebo zásobníku určeného pro skladování kapaliny, dále z izolační vrstvy, druhotné vrstvy určené k zabránění netěsnosti a dalších vrstev izolace. V případě poškození primárního zásobníku správně umístěné sekundární pouzdro neumožní únik. Všechny plochy, jež se vyskytují v přímém kontaktu s LNG, jsou vyrobeny z materiálů vysoce odolných vůči extrémně nízkým teplotám.

Při stavbách a konstrukcích sestav a systémů určených k uložení a skladování nákladu se velmi často se využívají následující materiály: zejména se jedná o nerezovou ocel, hliník nebo Invar (slitina na bázi železa s obsahem niklu 36 %).

Za objemově největší plynové cisterny lze považovat cisterny typu Q-max. Jde o nosiče plynu, jež mohou být rovněž nazývány tankery typu Q-max. Písmeno "Q" značí místo vzniku a výroby – Katar, a "max" znamená maximum. Celá rozsáhlá sestava těchto plovoucích obrů byla vytvořena speciálně pro potřeby dodávky zkapalněného plynu vycházející z Kataru dále po moři [3].

Lodě tohoto typu se začaly vyrábět v roce 2005 v loděnicích společnosti Samsung Heavy Industries, z čehož je zřejmé, že na úzké spolupráci v oblasti stavby lodí se podílela nadnárodní společnost Samsung. První loď byla dokončena a spuštěna na vodu v listopadu

2007. Loď byla pojmenována "Moza", na počest Sheikh Mosa bint Nasser al-Misned, manželky katarského krále. V lednu roku 2009, kdy vplulo 266 000 metrů krychlových LNG do přístavu Bilbao, tento typ plavidla poprvé překročil Suezský průplav.

Parametry týkající se rozměrů takové lodi jsou následující: délka dosahuje 345 metrů a šířka 53,8 metrů. Ve výšce loď dosahuje 34,7 metrů (114 ft) a průjezd se odhaduje přibližně na 12 metrů (39 ft). Současně je loď schopna přizpůsobit maximální objem LNG velikosti 266 000 m³.

Plynové vozy typu Q-max jsou provozovány společností STASCo, avšak původně patří společnosti Qatari Gas Transportation Company (Nakilat) a jsou pronajaty převážně společnostmi majícími trvalé sídlo v Kataru. Jedná se výlučně o výrobce LNG. Celkově byly uzavřeny smlouvy na výstavbu 14 podobných plavidel, které se v současné době nacházejí v různých stádiích procesu výroby.

3.3. Dopravní prostředky

Od devadesátých let minulého století se začaly objevovat a vznikat různé exaktní projekty, které ve svých plánech využívají LNG jako motorové palivo vhodné pro vodní, železniční a silniční dopravu, nejčastěji s využitím diesellových motorů dodatečně přestavěných na plyn.

Pokud jde o možnosti a eventuality týkající se postupného přímého rozdělování LNG koncovému uživateli, musí být do původního návrhu každého námořního terminálu zahrnuty plány počítající se zabezpečením vybavení určeného pro plnění přívěsů. V této souvislosti je zapotřebí podotknout, že v současné době již existují skutečné praktické příklady provozu mořských a říčních plavidel využívajících LNG. Existují rovněž projekty týkající se přepravy uskutečňované prostřednictvím nákladní silniční dopravy v souvislosti s LNG a je evidentní, že zahájení a spuštění projektu bylo již úspěšně zahájeno právě praktickou instalací LNG.

Je rovněž nutné zabývat se situací, která aktuálně vyvstává v mnohých zemích v důsledku toho, že na jejich území není zavedena a neexistuje žádná stávající síť plynovodů, která by mohla přijmout nový plyn. V důsledku toho je nutné přikročit k řešení, které přináší pozemní silniční či železniční doprava. Přímá doprava LNG ke spotřebiteli po silnici (nebo železnici) se stává důležitým a primárním segmentem v oblasti plynárenského podnikání (až 30 %).

Vzhledem k tomu, že LNG v současné době v rámci úspěšné distribuce probíhající na územích přímořských oblastí představuje prudce se rozvíjející segment průmyslu. Nelze opominout takové důležité atributy, jimiž jsou rozsáhlá a dlouhodobá práce, snaha a píle, jež byly vynaloženy v minulých letech. Je třeba zmínit, že jde již o téměř 50letou historii přepravy

LNG, a současně o 100 let historického vývoje a zdokonalování postupů a metod zacílených na získávání kapalného dusíku a kyslíku.

Pravidelná a efektivní distribuce LNG prostřednictvím pozemní dopravy se může výrazně podílet na zvýšení nabídky LNG směřované do zemí s omezenými vlastními zdroji zemního plynu a pokrýt potřeby zákazníků, aniž by zde byla zaznamenána existence plynového potrubí. Kromě toho je zřejmé, že pozitiva a výhody LNG otevírají nové možnosti v sektoru dopravy v rámci budoucích hromadných dodávek LNG. V tomto ohledu je možno považovat za velmi podstatné a důležité, že přeprava dodávek LNG počítá nejen se silničními vozidly (viz. obrázek 3.2), ale také s vlakovými soupravami, říčními a námořními plavidly, čluny, trajekty a velkými loděmi.



Obrázek 3.2 Převoz LNG silniční dopravou (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

Tranzit a dodávku zkapalněného plynu směrem ke spotřebiteli je možno označit za velmi komplikovaný a časově náročný proces. Po absolvování procesu zkapalnění plynu v továrnách vstupuje LNG do úložiště. Další doprava je prováděna za pomoci speciálních plavidel, jež vystupují v roli nosičů plynu vybavených kryo-tanky. K přepravě je také možné použít speciálně upravené automobily. Plyn z plynových nosičů následně přechází do regasifikačních stanic a posléze je dále přepravován potrubím.

Přepravu od přijímacího terminálu LNG je možno realizovat rovněž v kapalném stavu po silnici nebo železnici pomocí vozidel, vybavených nádobami s vakuovou izolací.

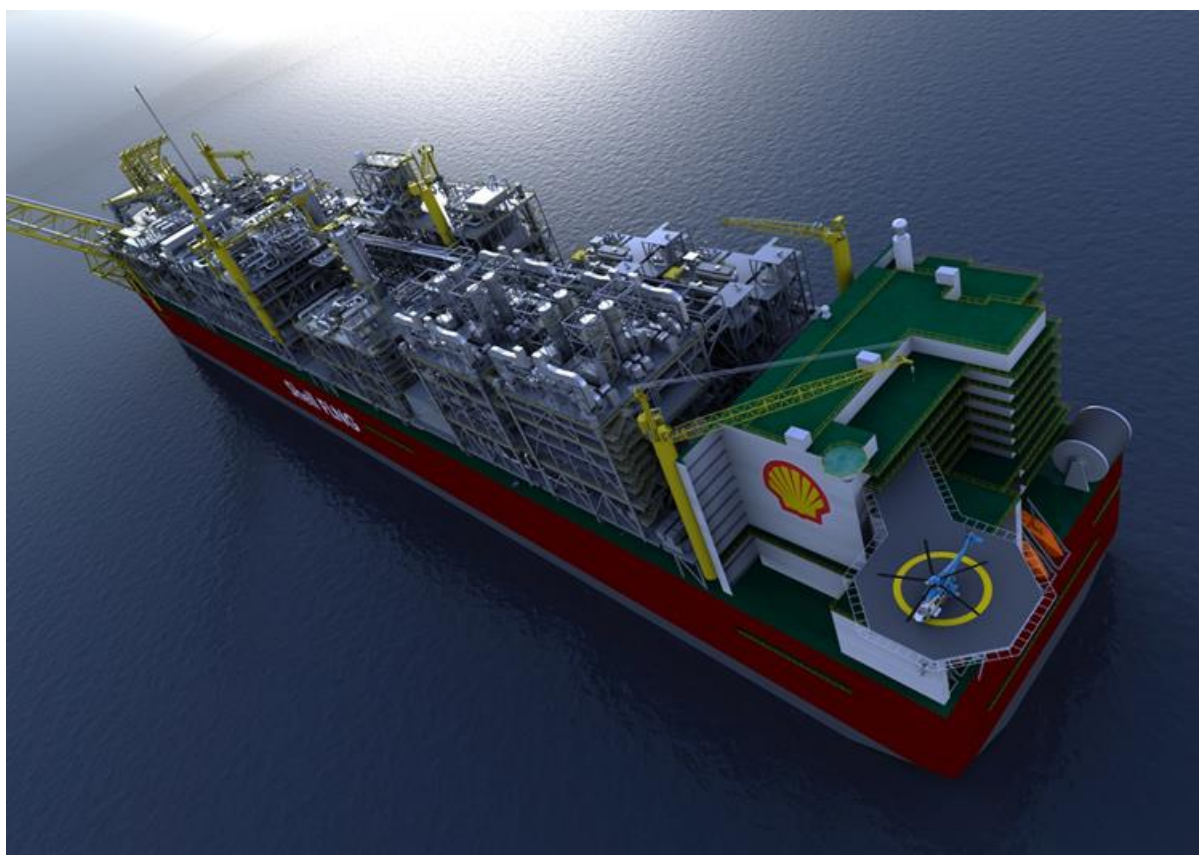
Zpracování zásob LNG se dotýká všech stádií procesu, od vybudování zařízení na zkapalňování plynu až po konečné umístění regasifikačních terminálů.

Po dodávce zemního plynu do místa určení probíhá proces jeho opětovného splynutí, tj. přeměna z kapalného stavu zpět na plynné.

Cisterna dodává LNG na speciální regasifikační terminály, které se skládají z následujících komponentů: z nábřeží, odvodňovacího regálu, ze skladovacích nádrží, z odpařovacího systému, odpařovacích zařízení pro odpařování nádrží a registračního uzlu.

Po příjezdu cisterny do terminálu se LNG přečerpá z tankerů do nádrží za účelem skladování ve zkapalněné formě, poté se v případě potřeby LNG přemění na plynný stav. Transformace do plynného skupenství probíhá v odpařovacím systému pomocí topení.

Spolu se stacionárními systémy se v posledních letech aktivně a podstatně rozvíjejí rovněž plovoucí zařízení na zkapalňování zemního plynu. Plovoucí zkapalňovací továrny (viz. obrázek 3.3) musí mít otevřený a bezbariérový přístup k plynárenským polím, která jsou nepřístupná infrastrukturním zařízením (potrubí, námořní terminály atd.). K dnešnímu dni je nejambicióznějším projektem v této oblasti plovoucí platforma LNG, kterou společnost Shell postavila 25 m. od západního pobřeží Austrálie, přičemž platforma byla spuštěna tento rok.



Obrázek 3.3 Plovoucí platforma LNG (zdroj: Shell Czech Republic a.s.)

V souvislosti s tématem vyvstává otázka: „Proč se průmysl orientovaný na výrobu zkapalněného plynu stále více rozvíjí a nabývá stále významnějšího a privilegovanějšího postavení ve světě?“ Nabízí se následující odpovědi: Za prvé, v některých geografických oblastech, například v některých regionech v Asii, je doprava plynu prostřednictvím tankerů výhodnější a finančně méně nákladná. Při překonávání vzdálenosti delší než 2500 kilometrů

může tranzit zkapalněného plynu pomocí tankerů plně soutěžit s plynovodem. Ve srovnání s plynovody vykazuje LNG rovněž další výhody, konkrétně jde o modulární budování dodávek a v mnohých případech odpadají problémy se zdlouhavým, složitým a komplikovaným odbavením na hraničních přechodech.

Je však zřejmé, že existují i potíže a nesnáze. Odvětví LNG zaujímá primární a výhradní místo v odlehlých oblastech, a to především takových, které nemají vlastní zásoby plynu. Většina projektů LNG je odmítnuta, zastavena či ukončena již ve fázi návrhu a výroby. Průmyslu dominuje systém dlouhodobých smluv uzavíraných na období od 20 do 25 let, což vyžaduje rozvinutou a komplexní koordinaci veškerých účastníků výroby, vývozců, dovozců a dopravců. To vše považují někteří odborníci a analytici za možnou komplikaci a bariéru v oblasti růstu obchodu se zkapalněným plynem.

Obecně platí, že pokud se zkapalněný plyn má stát dostupnějším a akceptovatelnějším zdrojem energie, vynaložené náklady a investice zacílené na dodávky LNG musí bezpodmínečně konkurovat jiným zdrojům paliva za přijatelnou, konkurenceschopnou cenu.

4. Aktuální stav plnicích stanic, infrastruktura

4.1. Rozvoj LNG jako paliva v dopravě.

Využití zemního plynu v dopravě lze pozorovat jako již zavedený a fungující model v mnohých zahraničních zemích, zejména v USA, Číně a Nizozemí. Tyto státy lze považovat za největší a nejvýznamnější zástupce aktivního a efektivního využívání zemního plynu v dopravě ve světě. Využití LNG v průmyslu a zejména v oblasti dopravy se však postupně se rozšiřuje i do mnohých zemí Evropy. V současné době se technologie LNG využívají především ve sféře autobusové a těžké nákladní dopravy. Pokud jde o kvantitativní zastoupení stanic LNG v rámci evropského teritoria, lze konstatovat, že na území států EU je v současnosti instalováno více než 100 čerpacích stanic LNG a jejich další navýšení je předpokládáno a plánováno v blízké budoucnosti.

LNG skrývá velký potenciál především díky praktické aplikaci nových právních předpisů a plánů zabezpečujících úspěšný rozvoj a další aktivní a efektivní využití LNG. Je rovněž důležité si uvědomit, že spotřebu zemního plynu je možno označit jako velmi nízkou v porovnání celkové spotřeby všech druhů paliv v sektoru dopravy v Evropě. Nicméně je třeba zmínit, že i v tomto odvětví lze v poslední době zaznamenat poměrně zřetelný a významný pokrok směrem ke zvýšení využití zemního plynu v důsledku rozvoje automobilových a vodních podsektorů.

Co se týká dalšího evolučního vývoje automobilového sektoru, stojí za zmínku, že společnost IVECO vyvinula novou revoluční řadu nákladních vozidel s pohonem LNG, který je vidět na následujícím obrázku 4.1.



Obrázek 4.1 Tahač IVECO Starlis NP 460 HP (zdroj: Iveco Czech Republic, a. s.)

Společnost IVECO důsledně pracuje na rozšíření sortimentu vozidel poháněných plynem, které pracují na principu využití zemního plynu. V současné době tato firma vyrábí již 1000 kusů tahačů pracujících na bázi LNG ročně. Palivové nádrže do těchto vozidel dodává společnost Chart Ferox.

Jedním z hlavních úkolů a cílů přímo souvisejících s rozvojem trhu LNG v odvětví dopravy je zabezpečení kvantitativního nárůstu počtu vozidel a plavidel používajících LNG jako palivo. Hlavní technické problémy a komplikace vyskytující se v této oblasti byly již překonány vývojem a permanentním technologickým zdokonalováním různých typů motorů na zemní plyn a dnes již sériově vyráběných izolovaných nádržích (kryogenní palivové tanky, viz. obrázek 4.2).



Obrázek 4.2 Tank type Chart HLNG 103 360 liters LNG (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

LNG je také možno využít i v železniční dopravě, jak je vidět na obrázku 4.3.



Obrázek 4.3 Posunovací lokomotiva na duální palivo LNG a motorová nafta (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

4.2. Analýza současného stavu stanic LNG v Evropě

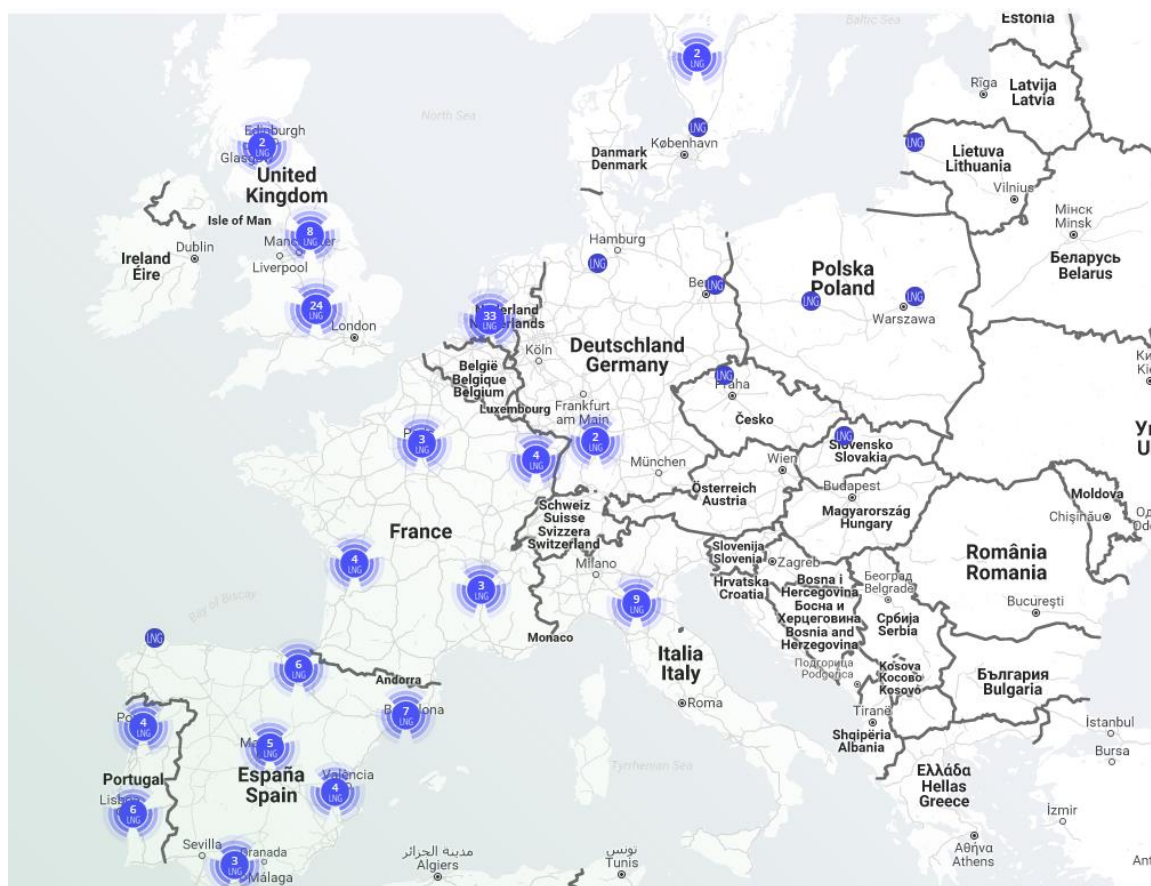
Dne 22. října 2014 byla zveřejněna platná směrnice týkající se zavádění nové infrastruktury zacílené na efektivní a optimální využívání alternativních paliv (2014/94/EU), dle níž by měl být v blízké budoucnosti v mnoha strategicky významných místech vybudován dostatečný počet čerpacích stanic poskytujících CNG (do roku 2020). Předpokládá se, že konkrétně dojde k umístění stanic každých 150 km na silnicích a rovněž k navýšení počtu stanic pro doplňování paliva CNG v hospodářsky významných místech – je plánováno, že budou rozmístěny ve městech vzdálených od sebe 400 km (do roku 2025).

Navíc je zřejmé, že podle plánu rozvoje pro výstavbu energetické infrastruktury v dopravě TEN-T by měla být jak v námořních přístavech (do roku 2025), tak i ve vnitrozemských přístavech (do roku 2030) vytvořena optimálně fungující palivová infrastruktura.

Tabulka 4.1 Množství čerpacích stanic (zdroje: <http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stanice-lpg-na-mape/#>)

	LNG	Elektromobily
Portugalsko	10	0
Španělsko	25	29
Francie	15	>50
Belgie	2	14
Itálie	9	>50
Německo	5	39
Nizozemsko	25	17
Polsko	2	3
Česko	1	37
Slovensko	1	>50
Litva	1	0
Norsko	1	17
Finsko	1	6
Švédsko	8	12

Z tabulky 4.1 je vidět rozdíl v kvantitativním množství čerpacích stanic umístěných na území jednotlivých evropských států, avšak je zapotřebí vzít v úvahu údaje v dalším obrázku 4.4, který názorně ukazuje, že kvantitativní ukazatel vycházející ze západních zemí Evropy klesá směrem na východ. Je však patrné, že současně dochází k vybudování nových stanic: v Polsku byly otevřeny 2 čerpací stanice, následně jedna v Čechách a jedna na Slovensku.



Obrázek 4.4 Množství čerpacích stanic LNG v Evropě (zdroj: <http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stance-lpg-na-mape/#>)

V tabulce 4.2 je zobrazeno porovnání aktuálního počtu čerpacích stanic všech komodit LPG, LNG, CNG a Elektromobilu v Evropě.

Tabulka 4.2 Porovnání aktuálního počtu čerpacích stanic všech komodit (zdroj: <http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stance-lpg-na-mape/#>)

	LPG	CNG	LNG	Elektromobily
Celkem	31 332	3 083	145	575

Kromě toho je vhodné zmínit skutečnost, že zástupci maďarské Asociace pro přepravu plynu (MGKKE) již položili základy pro umístění první plnicí stanice v zemi pro zkapalněný zemní plyn (LNG), na základě rozhodnutí společnosti Oil News.

Tato stanice se stane součástí transevropské sítě TEN-T, tedy dopravní sítě, po které se pohybují nákladní vozy pomocí LNG jako paliva a rovněž prostřednictvím CNG – stlačeného zemního plynu. Podél hlavních silnic v Maďarsku se plánuje postavit další čtyři stanice LNG / CNG za účelem doplňování paliva.

Očekává se, že investice určená na výstavbu stanic bude zcela vyplacena v září roku 2017. „Od podzimu 2017 bude možné naplnit zkapalněným zemním plynem nákladní auta pohybující se na nejdůležitějších a nejvytíženějších tranzitních trasách na území Maďarska. K dispozici budou také speciální plnicí vozy s palivem CNG, které budou uvedeny do provozu rovněž v roce 2017 a které budou disponovat vysokou plnicí schopností a kapacitou,“ řekl Henrik Domanovo, předseda MGKKE a vedoucí koordinátor PAN LNG [20].

Projekt týkající se využití zemního plynu jako pohonné hmoty byl plně a jednoznačně podpořen maďarskou vládou a na základě tohoto schválení a doporučení obdržel finanční prostředky ze společenství Evropské unie prostřednictvím společného evropského fondu (CEF).

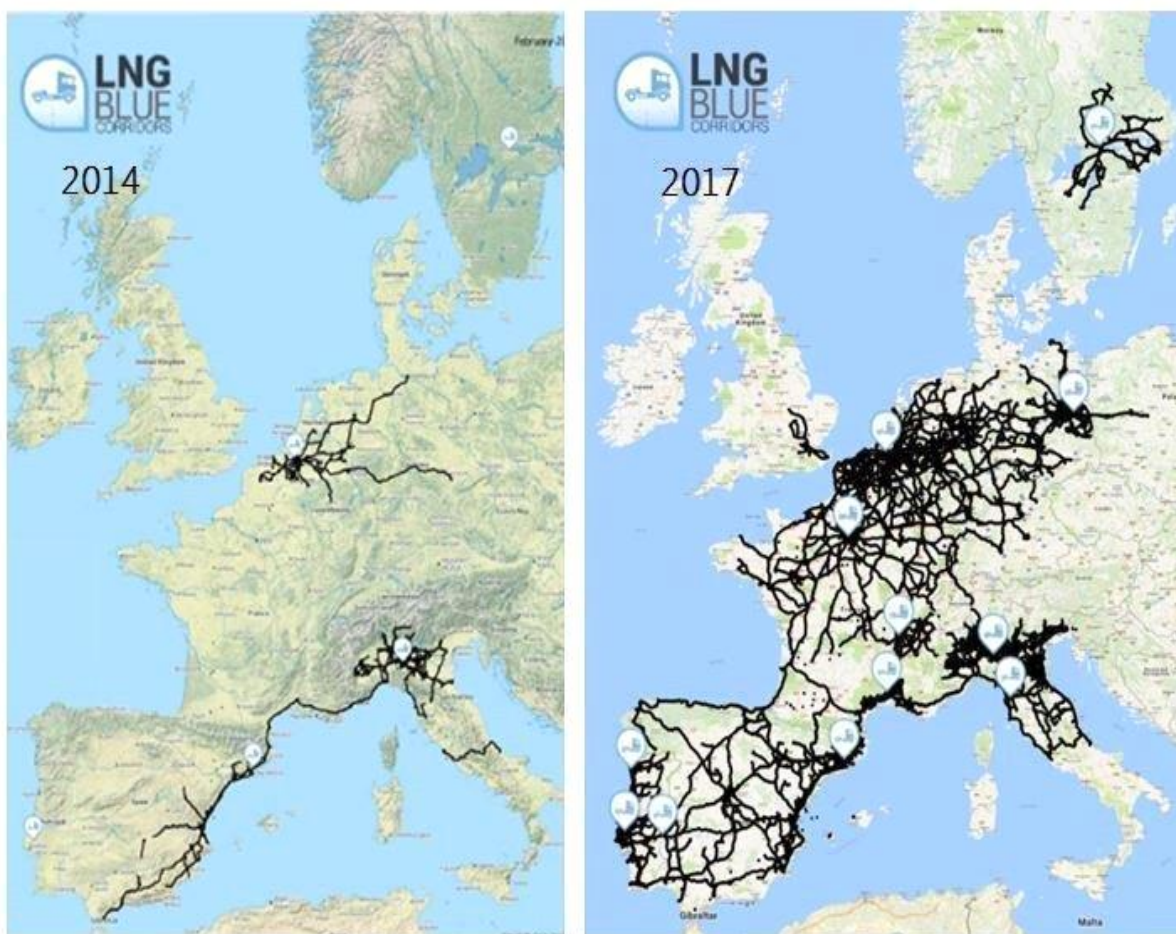
4.3. Funkce LNG stanice

Zcela určitě je možné považovat za samozřejmost, že není úplně jednoduché a snadné zřídit a vybudovat plnicí stanice sloužící k naplnění aut pohonnými hmotami kdekoli a kdykoli. Obzvláště v oblasti paliva LNG je nutno dodržovat určité specifické, poměrně náročné atributy a podmínky, mezi něž patří například skutečnost, že LNG musí být saturované. V praxi to znamená, že je třeba přísně a bezpodmínečně dodržovat tepelné požadavky, konkrétně dosáhnout bodu varu a současně požadovaného tlaku, který je zapotřebí mít ve vozidlové nádrži. Firma Iveco nabízí vozidla s motory Cummins, které se v tomto směru vyznačují specifickými atributy pohybujícími se okolo 7-8 barů. Z uvedeného vyplývá skutečnost, že tímto způsobem musí být dosaženo bodu varu u LNG. Je však nutné vzít v úvahu rovněž fakt, že pokud dochází k převozu a distribuci LNG, tak kapalina je studená a musí se následně zahřát jejíž hodnota se bude pohybovat okolo 2 barů.

Lze říci, že k dnešnímu dni se v rámci zemí Evropy nabízí již dostatečné množství čerpacích stanic LNG. Počet těchto stanic nelze zdaleka považovat za dostačující s ohledem na rozsáhlou, hustou a bohatě rozvětvenou síť pozemních komunikací. Je jasné, že každý řidič již při plánování cesty myslí na to, kde najde čerpací stanici s možností načerpat pohonné hmoty, aby mohl v klidu a úspěšně dojet do cíle.

V současnosti všechna alternativní paliva (zemní plyn a biopaliva), jež nacházejí uplatnění v silniční dopravě, představují v rámci pozorování a hodnocení dopravy v evropských zemích pouze 5 % veškerých užitých pohonných hmot. Je však nesporné, že největší podíl na čerpání alternativních paliv jako pohonných hmot mají především biopaliva, konkrétně bionafta.

Na další mapě je vidět trend vývoje a využití LNG během uplynulých posledních 3 let. Je zde znázorněna mapa silnic, u kterých byly řidičům k dispozici stanice LNG, a to v roce 2014 a v roce 2017.



Obrázek 4.5 Vývoje a využití LNG během uplynulých posledních 3 let (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

Z uvedeného vyplývá, že státy Západní Evropy jsou již poměrně dobře a rovnoměrně pokryty sítí čerpacích stanic v oblasti využití a čerpání biopaliva, avšak je zřejmé, že v České republice se prozatím tato možnost nevyskytuje. Lze pozorovat jen jednu komunikaci, která směřuje do Polska, následně prochází polským územím, kde je však vybudována pouze jedna plnicí stanice. Lze předpokládat, že pokud by došlo k umístění jedné plnicí stanice poblíž Prahy, bude možné navázat na tuto linku komunikací vedoucí z Prahy do Ostravy a dále do Polska. Rovněž by bylo možné propojit Prahu s jihoevropskými zeměmi, konkrétně s Itálií. Je však třeba počítat s tím, že na území Rakouska momentálně není umístěna žádná plnicí stanice, avšak v srpnu 2017 společnost Ferox již dodala první přemístitelnou mobilní stanici. Kromě toho lze vnímat situaci v Holandsku, kde firma Ferox postavila 7 plnicích stanic pro LNG. Je nutné zmínit, že Itálie, jež je jednou z největších a dopravně nejvytíženějších zemí v Evropě, již zcela běžně používá zemní plyn jako palivo pro přepravu (především v severní a střední části země) [4].

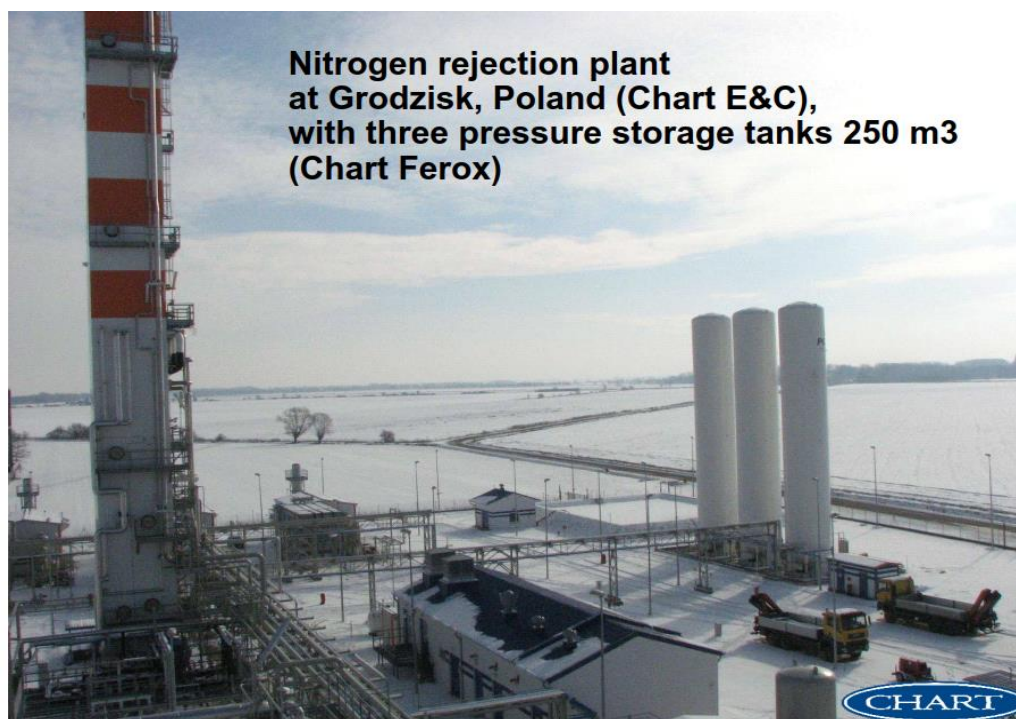
4.4. Současné zdroje LNG

Současné zdroje LNG je možné zaznamenat tři. Jeden je vybudován na území Polska. Jedná se o terminál LNG v městě Swinoujscie, který je již druhým terminálem (po terminálu umístěném v Litvě), který je otevřen v zemích náležejících do společenství EU. Zařízení se nachází v námořním přístavu Swinoujscie, poblíž Štětína, tedy v západní části polského teritoria na pobřeží Baltického moře v oblasti Západního Pomořanska.

Výhodou a pozitivem tohoto umístění se staly relativně nízké náklady vynaložené na přijímání velkých nákladních lodí do oblasti přístavu. Pokud porovnáme tento terminál se stanicí vybudovanou v námořním přístavu v polském Gdaňsku, je zřejmé, že v obou přístavech lze pozorovat jednak přítomnost velkoodběratelů plynu (napájení chemických závodů) v bezprostřední blízkosti, stejně jako možnost dodávek plynu odcházejícího z terminálu do sousedních zemí.

LNG terminál Swinoujscie je regasifikační terminál umístěný v polském městě Swinoujscie.

Konstrukční objemová kapacita terminálu činí 5 miliard metrů krychlových zemního plynu ročně, což představuje asi jednu třetinu celkového objemu zemního plynu potřebného v průběhu roku v Polsku. Tato hodnota může být navýšena až na 7,5 miliard kubických metrů, pro které je však bezpodmínečně nutné vybudovat další velkokapacitní nádrž a tři další výparníky [4].



Obrázek 4.6 Plynová jednotka Grodzisk (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

Plynová jednotka Grodzisk je zařízení, které je možno jinak nazvat NRU (nitrogen rejection unit). Její funkční využití je možno najít v oblasti procesu zpracování plynu. Pokud se jedná o plyn, který se dostává na povrch z hlubin země, je zřejmé, že obsahuje 30 procent dusíku a z toho důvodu jej nelze umístit a aplikovat do plynovodního potrubí. Existuje jediná možnost, jak dusík odstranit, a tou je nízkoteplotní destilace, která se provádí právě v tomto zařízení.

Plynovodní zařízení Odolanow patří mezi další významné zdroje plynu. Polský plynárenský operátor GAZ-SYSTEM na základě předložených projektů dostal povolení k výstavbě nových plynovodních zařízení a přikročil k realizaci tohoto projektu v podobě výstavby plynovodů v oblastech Lwówek-Odolanów (Lvuvówek-Odolanów) a Hermanowice-Strachocina (Germanowice-Stachocin).

Údaje týkající se IHP počítající s celkovými investičními náklady ve výši 250 milionů dolarů se stávají podstatnou a klíčovou součástí plynového koridoru vedoucího ve směru sever-jih, který v současné době vzniká v Polsku.

Předpokládá se, že tento velkokapacitní plynový koridor bude poskytovat příležitost k čerpání zemního plynu LNG z otevřeného přístavu v Swinoujscie především východním sousedům a počítá se s tím, že určitá část poputuje na území České republiky.

Je třeba poznamenat, že projekt výstavby dvou IHP je částečně financován prostředky plynoucími z fondů Evropské unie a dokončení obou staveb je plánováno na konec roku 2018.

Plynový zásobník Zeebrugge je možno považovat za první buněčný zásobník LNG na světě, jež byl vybudován na podnět společnosti ENGIE a jejích partnerů.

Společnost Engie Group, společně s firmami Fluxys, Mitsubishi Corporation a NYK, uvedla do provozu jako první na světě plavidlo postavené pro mobilní zásobovací LNG (LBV). Podle informačních zpráv francouzské společnosti byla loď postavena v jihokorejské loděnici Yeongdo (součást společnosti Hanjin Heavy Industries & Construction Co. Ltd.) v Busanu (Jižní Korea).

Za zmínku stojí i plynový člun Bunker, který také pracuje na principu paliva LNG a je prvním plně poháněným plynovým člunem vyplouvajícím na moře z nábřeží jihokorejské loděnice. Jeho specifickým rysem je veliká rychlost, které je schopen dosáhnout, takže se mu někdy říká „létající člun“.

Přístavem registrace plavidla, nazvaným ENGIE Zeebrugge, které bude fungovat jako plovoucí terminál, bude belgický přístav Zeebrugge. Z tohoto přístavu bude vyplouvat loď s kapacitou 5 000 metrů krychlových. m. LNG bude zásobovat lodě plovoucí v mořích severní Evropy.

Lod' bude poháněna dvěma plavidly Ro-Ro určenými pro přepravu osobních i nákladních automobilů, které patří společným evropským dopravcům. Zásobovací čerpací stanice bude poskytovat plyn na terminálu nazvaném Fluxys LNG v přístavu v Zeebrugge, kde bylo nedávno uvedeno do provozu druhé kotviště nazvané Moor, jež umožňuje provoz malým nosičům s kapacitou 2 tisíc metrů krychlových. m.

V současné době existuje na trhu v oblasti zásobování paliva asi 250 milionů tun ropného oleje. Za účelem rozšíření trhu a kvantitativního nárůstu zásobování LNG bude nutné vytvořit novou, optimálně fungující infrastrukturu zabezpečující dostatečné dodávky ekologicky šetrných paliv potřebných pro početně rozšiřující se flotilu pohonných hmot LNG.

Uvedením do provozu velkokapacitní nádrže nazvané Engie Zeebrugge, prvního bunkru zacíleného na plnění různých cisteren a sudů, jehož technologicky vyspělá „palubní deska“ se stala symbolem revoluční etapy ve sféře doplňování paliva LNG, byla zahájena nová fáze v rámci vývoje evropského trhu. Je evidentní, že v současné moderní, technologicky značně vyspělé době, zejména plovoucí plavidla pracující na bázi LNG bezprostředně závisí na existenci a podmínkách provozu zásobovacích čerpacích stanic rozmístěných v oblastech námořních přístavů.

V září roku 2016 společnosti Engie, Mitsubishi Corporation a NYK spustily unikátní projekt realizovaný pod záštitou značky marketingové služby nazvaný Gas4Sea a určený pro doplňování paliva LNG ve stylu „board-to-board“ kdekoli na světě. Zahájení provozu bude uskutečněno prostřednictvím velkokapacitního námořního plavidla pohybujícího se ve vodách a nejvýznamnějších přístavech severní Evropy.

Energetická skupina Engie se zaměřuje a specializuje na dodávky elektřiny, zemního plynu a energetických služeb. Společnost permanentně a detailně sleduje politiku, ekonomiku a především primární trend rozvoje vztahující se k zásilání a distribuci dodávek environmentálních paliv. Má bohaté praktické zkušenosti získané ve sféře čtyř klíčových odvětví: obnovitelné energie, energetické účinnosti, dodávek LNG a rozvoje digitálních technologií. Zaměstnanci firmy Engie dosahují značně vysokého čísla, co se týká jejich počtu, na celém světě jich lze napočítat 60 tisíc. Co se týká hodnocení úspěšnosti a ziskovosti společnosti, lze uvést opět velmi vysoké číslo, v roce 2015 totiž činily příjmy skupiny Engie téměř 70 miliard eur.

Společnost Mitsubishi Corporation v současné době sdružuje a koordinuje osm samostatných obchodních jednotek, které provádějí své činnosti a aktivity v různých oblastech, především se však uplatňují v následujících sférách: v rozvoji a ochraně životního prostředí a infrastruktury; v průmyslovém finančním sektoru a bankovním sektoru; v odvětvích energetiky, strojírenství, chemického a potravinářského průmyslu.

Koncernové společnosti Nippon Yusen Kaisha Kabushiki (NYK) se sídlem v japonském Tokiu se specializují a orientují na problematiku rozvoje mezinárodní logistiky, námořní dopravy, výletního podnikání, terminálových operací, správu nemovitostí a další oblasti. Na konci března roku 2016 skupina NYK vlastnila a provozovala flotilu čítající 821 velkých oceánských plavidel, letadel a nákladních automobilů. Ve skupině je evidováno 68 tankerů LNG (včetně těch, které patří do poboček) a 68 dalších typů tankerů zapojených do přepravy energetických zdrojů. V srpnu roku 2015 byla flotila skupiny NYK doplněna moderním vlekem pro palivo LNG ("Sakigake"). Zaměstnanci skupiny přesahují číslo 33 tisíc a jsou rozptýleni po celém světě. Terminály, sklady i logistické centrum společnosti NYK se nacházejí v Asii, Evropě a Severní Americe.

Společnost Fluxys, belgická společnost zacílená na tvorbu a rozvoj plynárenské infrastruktury, je nezávislým velkým provozovatelem tranzitního plynu. Firma se zabývá zásobováním, skladováním, distribucí a manipulací zkapalněného zemního plynu (LNG). V Belgii má společnost vybudovaný plynovod v rámci síťové infrastruktury orientované na skladování a manipulaci s plynem (v řízení firmy Fluxys Belgie). Firma vykazuje společné vlastnictví v oblasti potrubních sítí a energetických zařízení s britskou společností BBL spojující Británii s kontinentální Evropou, konkrétně prostřednictvím terminálu Dunkirk LNG ve Francii, německé sítě produktovodů NEL a TENP a potrubí Swiss Transitgas v Swedegas infrastruktury ve Švédsku. Stejně tak navazuje styky a uskutečňuje úspěšnou spolupráci se společností TAP v oblasti výstavby sítě plynovodů směřujících z Turecka do Itálie a orientovaných na distribuci a dodávky plynu z Ázerbájdžánu spotřebitelům v Evropě.

4.5. Technologie plnicích stanic

Musí existovat podpůrný cyklus založený na procesu odpařování a ohřevu. Pro naplnění vozidla LPG je dále zapotřebí funkční čerpadlo, a to z toho důvodu, že pokud dojde k procesu plnění nádrže, ve vozidlové nádrži se vytvoří tlak, který odpovídá teplotě kapaliny, kterou je nádrž plněna. Avšak je třeba zdůraznit, že při plnění teplota kapaliny přichází do kontaktu s teplotou nádrže a zpravidla ihned dochází k odpařování a současně k růstu tlaku. V tomto stadiu procesu je zřejmé, že dále již kapalinu ze skladovacího tanku nelze přetlačit, proto se musí k naplnění nádrže využít čerpadlo a nádrže musí plnit čerpadláři na plnicích stanicích.

Co se týká vybudování stupňovitě rozšiřitelného systému, který umožní postupný růst a rozvoj plnicí infrastruktury LNG, je zapotřebí primárně přistoupit k analýze, na jejímž základě je možné diferencovat a rozlišit druhy plnicích stanic.

4.5.1. Mobilní kontejnerové stanice

Mobilní kontejnerové stanice se využívají zejména v pilotních projektech, což umožňuje jejich nízká pořizovací cena a rovněž možnost plnění na více místech dle stávající potřeby [4].

- **Mobilní 20´**

Stanice je plně funkční se saturací LNG, je vybavená LNG čerpadlem, umožňujícím plnění až 150 litrů/min. Také jsou zde umístěny další komponenty, jakými jsou průtokoměr, tiskárna a plnicí hadice s koncovkou a automatickým řízením průtoku.



Obrázek 4.7 Stanice Mobilní Stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

Fyzicky se jedná o ISO kontejnerového typu s rámem 20´, kde objem představuje 20 m³, což dosahuje hodnoty až 8500 kg LNG. Hydropohon probíhá olejovým čerpadlem z tahače nebo z elektrického zdroje z místní zásuvky. Zásoby LNG v přídatném kontejneru se pohybují v rozmezí 8500 až 18 500 kg LNG.

- **Mobilní 40´**

Stanice je plně funkční se saturací LNG, je vybavená LNG čerpadlem, umožňujícím plnění až 150 litrů/min. Také jsou zde aplikovány další komponenty, konkrétně průtokoměr, tiskárna a plnicí hadic s koncovkou a automatickým řízením průtoku. Fyzicky jde o ISO kontejner s rámem 40´, kde objem představuje 43,5 m³, což pojme až 18 500 kg LNG. Slouží jako mobilní plnicí stanice nebo jako dodávková jednotka LNG.



Obrázek 4.8 Stanice Mobilní Stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

4.5.2. Přemístitelná stanice v rámu

Přemístitelné stanice v přepravním rámu se využívají především v malých projektech, jejich výhodou je snadné přemístění a získání schválení.

Objem stanice se pohybuje v rozmezí dvou hodnot, a to 30 m³ nebo 60 m³, což představuje 12 000 kg nebo 24 000 kg LNG. Zařízení je vybaveno automatickou saturací LNG, automatickým řízením čerpadla, MID výdejním stojanem, možností plnění čerpadlem tankeru nebo vlastním čerpadlem, kontejnerem pro řídicí systém a vzduchovým kompresorem.



Obrázek 4.9 Stanice Přemístitelná stanice v rámu (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

4.5.3. Stálá plnicí stanice

Stálá plnicí stanice – (přesto poměrně snadno přemístitelná a rozšiřitelná) je nejkomfortnější stanice jak z hlediska zákazníka, tak i provozovatele, jelikož disponuje velkou skladovací a plnicí kapacitou.



Obrázek 4.10 Stálá plnicí stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

Je vybavena příslušenstvím s dvěma čerpadly a dvěma výdejními stojany, nabízí objemovou kapacitu $2 \times 60 \text{ m}^3$ ($2 \times 37 \text{ tun}$), dodává studený nebo saturovaný LNG, nabízí možnost platby kartou, umožňuje GSM, dálkové měření a řízení [4].

5. Analýza současného stavu stanic LNG v České republice

V současné době stále vyvstávají otázky týkající se výstavby nové a moderní infrastruktury čerpacích stanic LNG v České republice. Vzhledem k očekávanému zvýšení poptávky v budoucnu a s tím spojeného růstu používání LNG jako alternativního paliva je třeba naplánovat, zajistit a připravit vše, co je zapotřebí pro maximalizaci a optimalizaci využití této technologie.

5.1. Dopravní tahy v České republice

Vzhledem k tomu, že Česká republika leží ve středu Evropy, prochází přes její území objemný a významný tok tranzitu v rámci veškeré dopravy, především však nákladních automobilů. Nejpopulárnější a nejpoužívanější komunikace je zcela jistě dálnice D5, která je často nazývána "bránou do západní Evropy". Tato silnice v prvopočátku vychází z nitra Německa, pokračuje přes hraniční bod Rozvadov dále do Plzně, odkud nadále směřuje na sever. Řidičům, jež směřují z Německa do Prahy a kteří potřebují dosáhnout nejlepšího přepravního času, se doporučuje právě tato pozemní komunikace jako nejvýhodnější a nejefektivnější. Těm cestujícím, kteří se potřebují přepravit z České republiky do zemí jižní či východní Evropy, zejména do Slovenska, Ukrajiny a dalších zemí, je vhodné navázat na dálnici D5 následným využitím dálnice D1. Bohužel, je třeba konstatovat, že dálnice D1 nevykazuje potřebné a požadované parametry týkající se kvality a komfortu komunikace, které by umožnily pohodlný a bezpečný tranzit rozměrných nákladních vozidel. Přesto je evidentní, že je tento úsek dálnice jedním z nejrušnějších a nejvytíženějších tras na území České republiky.

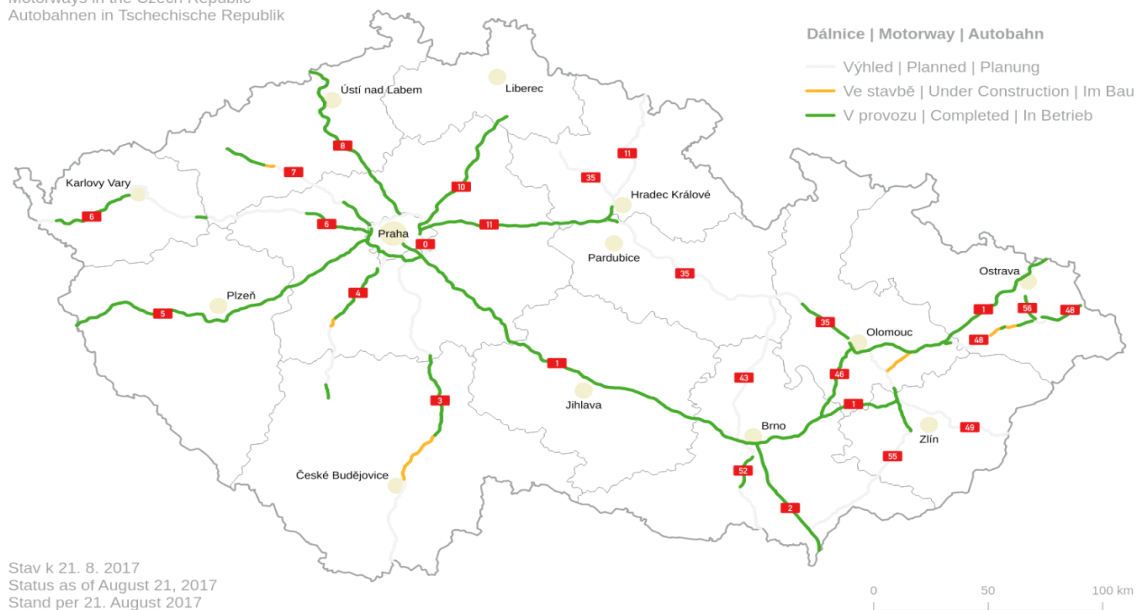
V následném časovém horizontu lze očekávat, že oprava silničních pozemních komunikací, zejména oprava dálnic, v rámci České republiky v blízké budoucnosti přizpůsobí praktickou realizaci ustanovení vztahující se k pohodlí, plynulosti, bezpečnosti i modernímu technologickému vybavení a zabezpečení dopravy pro příznivý tranzit. Je třeba si uvědomit, že je v mnohých případech nutné přistoupit ke kompletní rekonstrukci, k aktuálním úpravám a rychlé obnově některých úseků nejvytíženějších dálničních spojů. Kromě výše uvedených dálničních spojů je jednou z nejrušnějších tratí rovněž dálnice D8, vedoucí z České republiky směrem na severozápad do Německa a dále do skandinávských zemí. Rovněž stojí za povšimnutí severovýchodní komunikační směr spojující Prahu-Hradec Králové-Náchod, jenž vede do dále Polska, a ve kterém je možno pozorovat značný kvantitativní tok nákladních vozidel. Na níže vyobrazené mapě jsou znázorněny stávající dálniční spoje v České republice.

Dálnice v České republice

Motorways in the Czech Republic
Autobahnen in Tschechische Republik

 ceskedalnice.cz

© 2017 Stanislav Hudec



Obrázek 5.1 Dálnice v ČR (zdroj: <http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/>)

V České republice bylo plánováno umístění čerpací stanice LNG a prioritní lokalitou výstavby jedné čerpací stanice byla jistě Praha nebo její bezprostřední okolí. Jedna plnicí stanice u Prahy rozšíří Modré Koridory za východní hranice České Republiky.



Obrázek 5.2 Umístění plnicí stanice u Prahy, která rozšíří Modré Koridory (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

K dnešnímu dni je v České republice již vybudována první LNG čerpací stanice pod záštitou společnosti SPOLGAS, se sídlem v Lounech, Postoloprtská 2767. Firma SPOLGAS s.r.o. je specializována na velkoobchod a maloobchod s pohonnými hmotami ve specializovaných prodejnách. Od roku 2011 nabízí rovněž rozvod plynu, montáž plynových zařízení a plnění nádob plyny.

Existuje tedy jistá naděje na urychlení tempa budování a rozšiřování sítě čerpacích stanic LNG. Česká republika disponuje obrovským potenciálem v důsledku své mimořádné strategické a geografické polohy v centru Evropy, a další výhodou spočívá v tom, že přes území ČR neustále prochází mimořádně velké množství tranzitu různých tuzemských i zahraničních dopravních společností.

Co se týká rozvoje a trendů námořní dopravy LNG, problematika souvisí s projekty, které vznikaly i v Čechách. Například by bylo možné dovážet LNG z terminálu v Polsku, konkrétně z města Swinoujscie, který je již v provozu, do českého Mělníka, který leží na soutoku řek Labe s Vltavou. V Mělníce by byly vybudovány plnicí stanice pro lodě. Odtud by následoval tranzit plynu prostřednictvím železnice (objem - 111 m³), silničními cisternami (objem - 56 m³) nebo lodní dopravou do Frankfurtu nad Odrou. Tam by pomocí lodního výtahu byl celý tranzit napojen k průplavu a touto cestou by se snadno dostal po německých kanálech do Labe, a dále pak do Děčína nebo Mělníka. Existuje i další projekt distribuce plynu, a to prostřednictvím lodí poháněných LNG. Cesta by vycházela z Mělníka a pokračovala by přes Prahu do německého Hamburku.

Velký zájem je rovněž patrný především ze strany zahraničních dopravců, neboť finanční úspora v optimalizaci investic zacílených do dopravy může být velmi významná a účinná. Výhodu vidí zahraniční dopravci především v krátkodobém splácení. Z uvedeného lze vyvodit závěr, že již v blízké budoucnosti se stane LNG jako nové palivo skutečnou, rovnocennou a zcela ekvivalentní alternativou k ostatním druhům a typům paliva.

Nedostatky lze vidět především jednak v nedodatečném rozvoji, nepřizpůsobivosti trhu a také v nepřilíživě optimálních podmínkách distribuce LNG. Rovněž je patrné, že se na trhu nevyskytuje žádná firma, která by dospěla k rozhodnutí, že se chce aktivním způsobem angažovat v této sféře podnikání.

Je třeba konstatovat, že pro pokrytí potřeb v celé České republice by stačily tři plnicí stanice rozmístěné u hlavních a nejvíce dopravně vytižených tahů, a současně s nimi by byly umístěny i zkapalňovací jednotky.

Podle výsledků studie provedené ČVUT má používání automobilů využívajících palivo CNG pozitivní vliv na snížení emisí oxidů dusíku ve vzduchu. Uvádí se, že ve srovnání s tradičními

palivy jsou emise NO₂ pocházející z plynových vozidel přibližně 11krát nižší. Českou plynárenskou unii představily výsledky této studie novinářům, stejně jako materiály zabývající se výzkumem emisí v rámci společenství "Evropská asociace pro plynová vozidla", podle kterých do roku 2030 budou emise CO₂ z plynových vozidel dosahovat hodnoty o 36 % nižší nežli emise plynoucí z benzínových motorů.

V České republice je rozvoj využívání CNG v dopravě usnadněn preferenčním zdaněním. Podle náměstka ministra průmyslu Eduarda Muržického obsahuje schválený národní plán pro "čistou mobilitu" vytvoření dalších 300 CNG stanic (kromě provozu stávajících 154) a zachování preferenčního daňového režimu po roce 2020.

Plyn je považován za klíčový prvek ve sféře procesu dlouhodobého snižování emisí v dopravě, uvedl náměstek Muržický. Prodej plynových vozidel v zemi roste o 30 - 40 % ročně, z nových zakoupených autobusů je čtvrtina provozována na CNG. Jedinou bariérou v oblasti rozvoje využití plynu v dopravě zůstává zákaz vstupu do podzemních parkovišť. V současné době lze pozorovat diskuse a úvahy zabývající se zavedením změn a kompromisů ohledně těchto požadavků, tvrdí zástupci a přední představitelé resortu průmyslu. Média rovněž uvádějí, že hlavní požadavky a nároky orientované na plynové vozy vytvářejí především firemní zákazníci. Soukromí kupci jsou však omezováni nízkým počtem plynových vozidel, kde navíc prakticky neexistují modely prémiových segmentů.

Segment doplňování paliva na českém trhu s plynem se úspěšně rozvíjí. Jako příklad lze jmenovat společnost Bonett Gas Investment. Tato společnost je největším a nejvýznamnějším provozovatelem CNG v České republice: vlastní 30 čerpacích stanic a do konce roku 2017 jejich se jejich počet navýší na 40.

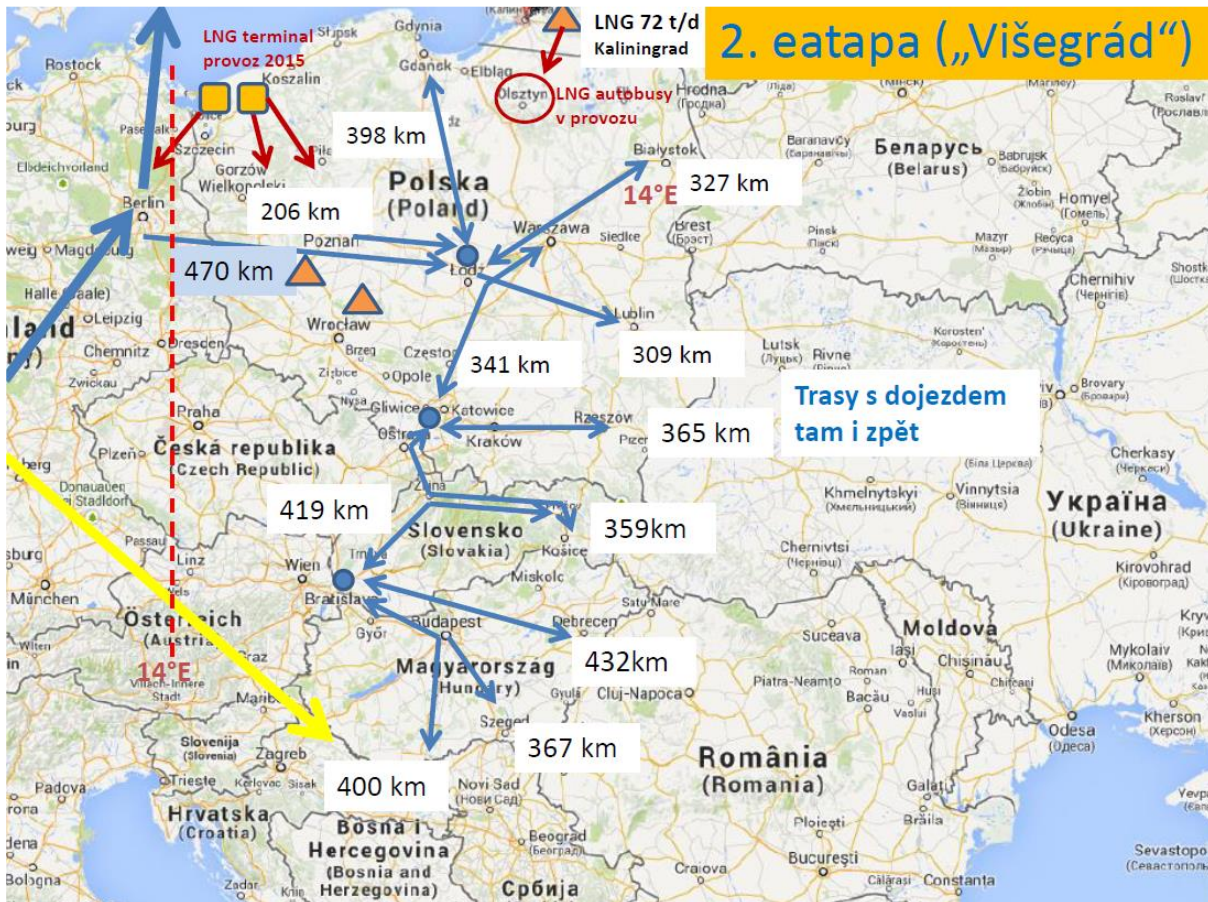
5.2. Pokrytí potřeb plynu prostřednictvím stanic LNG na území Visegrádské čtyřky

Je nutné připomenout, že potřeby a poptávka po dodávkách LNG rostou nejrychleji ze všech jiných zdrojů plynu, a lze předpokládat, že bude dále narůstat a zvyšovat svůj podíl na trhu s plynem.

Také je nutné řešit problém integrovaného systému pro naplnění nádrží aut s LNG. Aby bylo zajištěno včasné naplnění, je potřebné najít optimální umístění plnicí stanice pro poskytování vysoce kvalitní služby v rámci přidání České Republiky do jediného systému v Evropě a propojení s východními zeměmi Evropy.

Jakým způsobem by se mohla pokrýt potřeba plynu prostřednictvím stanic LNG na území Česka, Polska a ostatních zemí Visegrádské čtyřky je zobrazeno na dalším obrázku 5.3:

- Doporučená vzdálenost mezi stanicemi - 400 km
- Dojezd LNG Tahače pro jízdu a návrat – 1000 km (2x500 km)



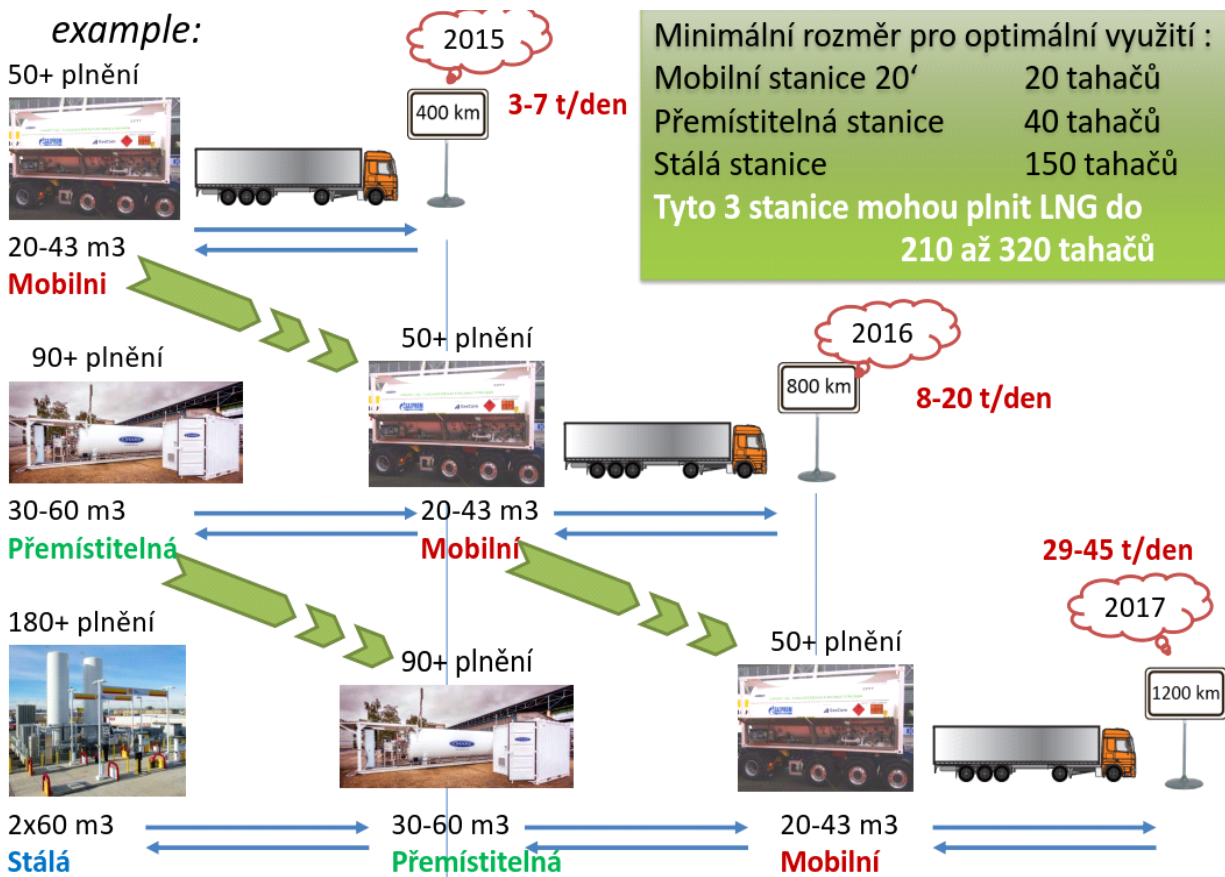
Obrázek 5.3 Pokrytí potřeby plynu na území „Višegrádských“ států prostřednictvím stanic LNG (zdroj: Chart Ferro, a.s.)

Dvě plnicí stanice u Poznaň a Wrocław (poblíž LNG zkapalňovačů) rozšíří modré koridory do Warszawy a průmyslové oblasti Katowice-Krakow. A 3 další stanice pokryjí zbytek území „Višegrádských“ států.

Pro synchronizaci a koordinaci chodu celého plynárenského procesu v jednotlivých regionech je nutné primárně vybudovat síť pro plnění plynu. Je nezbytné, aby plynárenské společnosti společně s regionálními správními orgány naplánovaly a vyprojektovaly optimální umístění čerpacích stanic a vypracovaly jejich podrobné technické charakteristiky.

6. Způsoby vybudování nové pilotní stanice do plně vybavené stanice

Dále vyvstává jako potřeba zabývat se možnostmi a alternativami, jakými způsoby lze vybudovat nové pilotní stanice od prvotního položení základů až do plně vybavené stanice. Jako nejsnadnější a nejjednodušší se jeví možnost zmínit se o nejmenší stanici, a to mobilní. Pokud mobilní stanice optimálně, efektivně a výkonně funguje, skýtá možnost nahradit tuto přemístitelnou stanicí stanicí kapacitně větší, a tu menší mobilní poslat na konec trasy a prodloužit tak akční rádius těchto mobilních vozidel. V konečné fázi lze případně vybudování funkční stacionární stanice [4].



Obrázek 6.1 Vybudování nové pilotní stanice do plně vybavené stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)

7. Legislativa LNG

Evropská komise aktivně a konstruktivně podporuje produkci a využití zemního plynu jednak jako prostředku orientovaného ke zvýšení mobility a pružnosti dopravy a jednak jako vhodného a účinného nástroje zacíleného k rozvoji a růstu infrastruktury.

V rámci direktivy AFI (Alternatives fuel infrastructure), vydané Evropskou komisí 2014/94/EU dne 22. října roku 2014, byl vymezen jasný cíl a úkol, že každá členská země společenství Evropské unie musí vytvořit svoji vlastní funkční infrastrukturu orientovanou na plnění alternativními palivy, kterými jsou konkrétně LNG, CNG, stlačený vodík a elektřina.

Co se týká LNG, bylo stanoveno, že plnicí stanice LNG musí být rozmístěny na pozemních komunikacích rovnoměrně, tedy tak, aby byly od sebe vzdáleny 400 km. Co se týká CNG, bylo předurčeno, že stanice musí být od sebe vzdáleny maximálně 150 km. V podmínkách České republiky by stačila pouze jedna. Všechny tyto úkoly jsou závazně zadány a jejich plnění je determinováno koncem roku 2020 [4].

Na výše uvedené požadavky navazují další direktivy vydané EU, jež předepisují a diktují, že se musí používat pouze schválené normy EN aplikované na plnicí stanice LNG a CNG – ISO 16924:2016 Natural gas fuelling stations – LNG stations for fuelling vehicles a ISO 16923:2016 Natural gas fuelling stations - CNG stations for fuelling vehicles.

Také norma ISO 12614 Komponenty palubních systémů LNG vozidel nařizuje, že každý komponent (ventily, regulátory atd.) musí projít složitým a náročným systémem testů. Tato norma vymezuje a definuje asi 12 různých testů, které se vztahují k jednotlivým komponentům, zařízením a přístrojům, přičemž u každého jednotlivého testu je napsáno a doporučeno, ke kterému z komponentů se test vztahuje, a kterému z těchto testů se musí každý jednotlivý přístroj či zařízení podrobit. Další povinnou normou je ISO 12919 LNG, která se týká nádrží určených k palubnímu skladování paliva pro motorová vozidla. Poslední norma, kterou je třeba zmínit, nese označení ISO 12617 Plnicí koncovka LNG, která standardizuje používání systému plnicích koncovek označených jako Parker, JC Carter a Macrotech. Další ISO normy se připravují, jsou v návrhu či již rozpracované. Konkrétně jde o normy upravující a vztahující se k provozu a schvalování LNG vozidel.

Rovněž se připravují další předpisy a normy, které budou vystupovat pouze jako doporučení či návrhy, nebudou povinné v evropských zemích ani jinde ve světě. Budou součástí Evropského normalizačního systému, a jejich úkol, funkce a význam budou spočívat především v tom, že budou sloužit k tomu, aby mohlo snadno a hladce dojít k uzavření dohody zákazníka s výrobcem.

V roce 2015 byla Evropská dohoda o přepravě nebezpečného zboží po silnici (ADR) doplněna dodatkem, který vymezuje a upřesňuje platné normy v tom, že povolují použití LNG jako paliva vhodného pro přepravu LNG. Na závěr je možno konstatovat, že v současné době stávající platná legislativa dovoluje provoz vozidel na pohon LNG v dostatečné míře.

V současné době Evropská unie realizuje nový projekt nazvaný "Modré koridory LNG", jehož cílem je vytvoření, vybudování a umístění rovnoměrné a pravidelné sítě čerpacích stanic LNG podél čtyř hlavních a nejméně vytížených transevropských dopravních koridorů, což v současnosti představuje hlavní, nejdůležitější a nejaktuálnější podmínku pro ideální rozšíření a efektivní rozvoj nákladní dopravy. Důležitou a významnou roli zde hraje rovněž komerční asociace, která prakticky realizuje stávající infrastrukturu v souvislosti a v souladu s legislativou.



Obrázek 7.1 LNG Modré koridory (zdroj: Chart Ferro, a.s.)

Lze předpokládat a věřit, že všechny součásti, složky, prvky a komponenty projektu „Modré koridory LNG“ zajistí skutečnou aktivní realizaci nové evropské strategie týkající se alternativních paliv a zcela určitě splní požadavky a nároky plynoucí ze současné plynárenské infrastruktury podle směrnice o alternativních palivech 2014/94 / EU. V rámci projektu je rovněž nutné provést odborný exaktní výzkum a na základě analýzy získaných dat vybudovat a optimálně rozmístit stanice pro doplňování paliva, což přispěje jednak k dalšímu regionálnímu rozvoji infrastruktury a rovněž k maximálně efektivnímu využití pohonných hmot jako paliv vhodných pro dopravu.

Je třeba vzít v úvahu, že projekt LNG Modré koridory byl již zahájen a že jeho primárně stanoveným cílem je prokázat, že LNG jako dopravní palivo je skutečnou a kvalitní alternativou

pro střední a dálkovou dopravu. Projekt předpokládá, že nejprve bude LNG užíváno jako doplňkové palivo a později jako hodnotná a odpovídající náhrada za naftu.

V rámci zhodnocení a shrnutí veškerých uvedených informací, údajů a dat je nutno konstatovat, že celý projekt je výsledkem vzájemné, plodné a úzké spolupráce mezi výrobcí těžkých vozidel, dodavateli a distributory paliva a také provozovateli, přičemž všechny tyto elementy mají za cíl prokázat jedinečnost, prospěšnost a užitečnost LNG jako paliva pro těžkou přepravu na dlouhé vzdálenosti. Tento projekt, projektovaný a schválený Evropskou unií (EU), již dosahuje vynikajících výsledků.



Obrázek 7.2 Trasa "Modrý koridor - 2017"- "Iberia – Baltié" (Zdroj: <https://neftegaz.ru/news/view/163607-11-mezhdunarodnyj-avtoproeg-Goluboy-koridor-2017-zavershitsya-v-g-Sankt-Peterburge-vo-vremya-Peterburgskogo-Mezhdunarodnogo-Gazovogo-Foruma>)

Na obrázku 7.2 je znázorněna trasa jedenáctého Moto rally nazvaného "Modrý koridor - 2017"- "Iberia – Baltié", jež vede přes Lisabon, Madrid, Barcelonu, Marseille, Milán, Ulm, Berlín, Varšavu, Kaliningrad, Rigu, Tallinn a Petrohrad. Rally organizuje skupina Gazprom. Tradičně se německý partner společnosti Gazprom Uniper podílel na přípravě a realizaci Metan rally. Primárním tématem rally probíhajícího v roce 2017 je téma využití zkapalněného zemního plynu v nákladních automobilech. Regionální a dálková nákladní doprava je v současnosti perspektivním segmentem trhu v oblasti využití plynových motorů. Díky zpřísnění environmentálních požadavků zacílených na pohonné hmoty a automobily, a rovněž v důsledku nižšího a pomalejšího zvyšování a narůstání cen LNG a motorové nafty vzrůstá celkový objem přeprav. Mezinárodní sektor nákladní dopravy se nachází na pokraji velkých

změn a reforem, lze předpokládat, že ve střednědobém horizontu se LNG stane jedinou skutečnou alternativou motorové nafty, která umožní efektivní a ekonomické řešení problému týkajícího se znečištění životního prostředí - v důsledku provozu a rozsáhlého užívání těžkých vozidel. V rámci prezentace a hodnocení rally „Modrý koridor – 2017“ lze konstatovat, že se závodu zúčastnili jak všichni významní a důležití mezinárodní výrobci automobilů, tak i dopravní, logistické a energetické společnosti, vývojáři infrastruktury plnění plynu, dodavatelé vybavení, včetně politiků a novinářů.

8. Rally „Modrý koridor - 2017“

První etapy rally „Modrý koridor - 2017“ (trasa od Kaste ve Francii, do Lisabonu v Portugalsku), se zúčastnily tři plynové tahače firmy IVECO Stralis dopravního podniku Transordizia SL. Společnost byla založena v roce 1989 a specializuje se na automobilovou i autobusovou dopravu. Zvláštnost dopravního profilu společnosti spočívá v tom, že zajišťuje a provozuje své činnosti a aktivity téměř v celé Evropské unii: v zóně vedoucí od Portugalska až do Polska. Disponuje více než 125 vlastními tahači od všech významných značek. Celkový počet kilometrů najetých za rok dosahuje hodnoty více než 16 milionů kilometrů. Jedno auto v průměru ujede přibližně 20 až 22 tisíc kilometrů ročně. Společnost Transordizia se před třemi lety intenzivně zabývala řešením otázek a problémů týkajících se plynu jako pohonné hmoty. Společnost nyní provozuje pět vozů značky Iveco Stralis. Začátky byly spojeny s modelem s manuální převodovkou, 8miválcovým motorem Cursor 8, jež vykazoval výkon 340 koní. Nyní společnost přechází na modely IVECO Stralis NP, jež jsou vybaveny motorem Cursor 9 NG Euro VI C s objemem 8,7 litru, 6 válci, in-line, 400 koňmi (294 kW) při 2000 ot/min a automatickým kontrolním bodem. Přes tyto příznivé parametry je však patrné, že u modelu 340 hp není důvod k přílišné spokojenosti. Bylo mnohokrát ověřeno, že při pohybu na horách tento model vykazuje podstatné nedostatky, především lze konstatovat, že není dostatečně silný. Model 400 hp lze považovat za lepší a dokonalejší, jeho výkon je jen nepatrně nižší než dieselová modifikace (460 hp) [13].

Praktická spotřeba paliva činí v průměru 24–26 kg plynu na 100 km. Model IVECO Stralis NP je vyroben pro zkapalněný plyn LNG. IVECO Stralis NP je vybaven postýlkou o objemu 540 litrů a čtyřmi lahvemi o objemu 115 l. Celková rezerva CNG se pohybuje těsně pod hodnotou 80 kg. Maximální životnost auta může být v rámci natankování až 1400 km. Při každodenním provozu však řidiči dávají přednost doplňování zkapalněného methanu a ušetří tak CNG jako záložní palivo. Za nevýhodných a nepříznivých podmínek mají řidiči tendenci doplňovat zásoby paliva nejméně jednou za tisíc ujetých kilometrů.

Vedení společnosti Transordizie je v zásadě spokojeno s metanem a věří, že právě v něm spočívá budoucnost. Společnost otevřeně vyjadřuje svoji spokojenost s plynem. V blízké budoucnosti plánuje zprovoznit flotilu traktorů LNG na 11 jednotek. Hlavním motivem používání LNG jako paliva je výrazně omezit a významně redukovat negativní dopad na životní prostředí. Pro potřebu provozu prvních pěti automobilů společnost dokonce od vlády obdržela prémii 15 tisíc eur za každé auto. Je však zřejmé, že pokračování finančních pobídek a motivačních prvků se již nebude opakovat. Dieselová verze jednoho traktoru stojí asi 80 tisíc eur. Ve srovnání s ním cena plynového vozu dosahuje o padesát nebo i více procent vyšší hodnoty, konkrétně se jedná o 120-130 tisíc eur.

Dieselové palivo stojí dopravní společnosti asi 90 eurocentů za jednotku v případě, že disponují vlastními palivy. Cena LNG činí 60 centů za kilogram. Firmě Transordizia prodává LNG známá společnost HAM. Doplňování paliva u nákladních automobilů je prováděno mobilním komplexem, namontovaným na automobilovém přívěsu instalovaném na území podniku. Pozitivní ekonomiku projektu reprezentuje pouze rozdíl v ceně pohonných hmot ve výši 0,30 EUR. Naneštěstí neexistují žádné další ekonomické pobídky ani stimulační. Vzhledem k vysoké výrobní ceně se provoz auta začne vyplácet nejdříve o dva roky později, tedy po dvou letech intenzivního provozu a maximálního využití.

Téma týkající se využití plynu u španělských automobilových dopravců postupně získává stále více příznivců a intenzity. Lze vyzkoušet, že španělské obce a města stále více nakupují jak osobní autobusy určené pro místní dopravu jezdící na CNG, tak i nákladní automobily pro LNG. Ve Španělsku je již umístěno okolo 50 metanových čerpacích stanic, z nichž 21 nabízí LNG. Na výstavbě a instalaci nových stanic se Evropská unie (EU) finančně podílí (až 50 %). Maloobchodní cena motorové nafty na čerpací stanici v Olaberri ve Španělsku činí 1,11 EUR za litr. Benzín Ai-95 stojí 1,19 € za litr, Ai-98 je k dispozici v hodnotě 1,31 € za litr. Palivo u propanového automobilu bude stát 0,62 EUR za litr (nebo 0,90 EUR v ekvivalentech benzínu). Cena jednoho kilogramu CNG a jednoho kilogramu LNG činí 0,85 EUR. Závěrem je třeba poznamenat, že ve Španělsku se proces zplyňování dopravy rozvíjí nejen v segmentech nákladní dopravy, ale také v oblasti dopravy autobusové. Jako příklad je možno uvést skutečnost, že v tomto ohledu španělská automobilka SEAT nabízí model Leon.

U plynových aut určených pro rally "Modrý koridor - 2017" se trend orientuje na praktickou realizaci několika atributů. Jedná se především o: názornou demonstraci plynových vozidel; poutavou prezentaci příběhu přibližujícího jejich schopnosti, výhody, pozitiva, nedostatky a slabiny; kompletní hodnocení vyhlídek týkajících se různých druhů alternativních paliv; setkání s příznivci a odpůrci monitorování plynu. Dalším cílem je zmapovat a analyzovat současný stav rozvoje plynárenské sítě. Během existence projektu „Modrý koridor- 2017“ vzrostl evropský trh disponující vozy s plynovým motorem ve všech klíčových ukazatelích: počet vozidel s plynem a počet čerpacích stanic pro CNG a LNG se v období let 2008 a 2016 zvýšil 1,6krát a poptávka po metanu třikrát.

Rally 2017 bylo věnováno podpoře LNG v silniční dopravě. Nejslibnějším a nejpravděpodobnějším spotřebitelem zkapalněného metanu je nákladní doprava. Proto se závodu zúčastnily vozy různých výrobců: KAMAZ, URAL, MAZ, Iveco či Scania. Zaměstnanci dopravních společností již ocenili výhody a pozitiva plynových motorů a permanentně zvyšují objem nákupů. Automobilové továrny reagují na tuto skutečnost rozšířením nomenklatury

metanových modelů. Rovněž odborníci na plyn se situaci přizpůsobují a adekvátně reagují, konkrétně výstavbou a rozmístěním nových čerpacích stanic.

Značný nárůst spotřeby zemního plynu se vysvětluje jednak podstatným nárůstem městského parku těžkého vybavení (autobusy a odpadky) a jednak vznikem segmentu nákladních automobilů pro LNG. Bohužel, je třeba poznamenat důležitý fakt: ačkoli se síť čerpacích stanic rozšiřuje, v roce 2017 je průchod přes Evropu (od Atlantiku k Uralu a od Barentsova moře ke Středomoří) omezen na CNG, nárůst a aplikace LNG se jeví jako nemožné. Podstata problému však nespočívá pouze v nedostatku stanic jako takových. Je evidentní, že jak v automobilových závodech v roce 2017, tak i v minulých letech na čerpacích stanicích v Belgii, Německu, Španělsku, Itálii, Nizozemsku, Polsku, Portugalsku, Rusku a Francii čelili malým i velkým obtížím.

1. Lokální dostupnost

- Zeměpisné souřadnice stanic uvedené v příručce (navigační systémy) se někdy neshodují se skutečnými.
- V adresářích nemusí být přesné informace o tom, na které straně dálnice se čerpací stanice nachází. Jestliže se zapotřebí dostat se k čerpací stanici na opačnou stranu komunikace, je mnohdy nutné vrátit se nazpět a najít vhodnou trasu. Je však zřejmé, že v tom případě lze zaznamenat větší počet najetých kilometrů.
- V mnoha zemích neexistují dopravní značení pro stanice LNG. Dobrým vodítkem jsou vhodně umístěné objemné vertikální nádrže pro LNG. Jsou viditelné z dálky.
- Stanice mohou být umístěny mimo plot s automatickými bránami. Při příjezdu a doplňování paliva musí mít zákazník k dispozici magnetický klíč nebo kartu, nebo musí znát kód. Může rovněž zavolat službu, avšak to nezaručuje, že auto bude obslouženo. V adresářích je takové tankování uvedeno jako veřejné (běžné použití), ale ve skutečnosti jde o garážovou (firemní) stanici (Francie, Litva).

2. Pokyny pro používání

- V různých zemích mohou doplňovat pistole na plnicích stanicích různé uzamykací mechanismy. Použití síly není nutné. Stačí zjistit, na jakém principu mechanismus funguje nebo požádat o pomoc místní obyvatele.
- V různých zemích mohou chybět adaptéry NGV1 a NGV2 pro CNG, a v důsledku toho je možné natankovat pouze osobní nebo nákladní auto.
- Na stanicích v Itálii je zakázáno používat nestandardní (vlastní) napájecí adaptéry. Je povoleno používat pouze ty, které jsou součástí čerpací stanice. V

jiných zemích taková omezení nemusí být patrná, takže se doporučuje jako lepší a vhodnější variantu mít adaptéry s sebou.

- Plnicí tlak na čerpacích stanicích může být nižší, než je požadováno, a v důsledku toho pak lze získat méně plynu (v různých zemích se situace liší).
- Každý zákazník je povinen předkládat doklady od vozidla. Bez nich nebude obsloužen (Rusko).
- Je možné plnit pouze běžným plnivem (Itálie).
- Pokud je řidič LNG oprávněn provádět samodoplňování, musí používat speciální rukavice, záslepku a brýle.
- Na mobilních stanicích je nutné předem potvrdit, že řidič byl vyškolen v oblasti dodržování pravidel a bezpečnosti zásobování vozidla zkapalněným zemním plynem (Francie).
- V Evropě jsou palivové jednotky a hrdla vyrobeny ve třech různých, a ne vždy kompatibilních normách. To vyžaduje předběžné zohlednění doplňování paliva u konkrétního vozu LNG.

3. Možnosti úhrady

- V různých zemích nejsou vysílací terminály potřebně a komplexně jazykově vybaveny, což v praxi znamená, že stanice nezná jazyky jiné než místní, tedy národní. Příjemnou výjimkou je Estonsko. Tam kromě estonštiny a ruštiny znají ještě čtyři další jazyky.
- Chce-li zákazník čerpat palivo na stanicích některých společností, musí nejprve uzavřít smlouvu, poté provést zálohu nebo získat kartu opravňující k doplňování paliva. Když opustí zemi, musí vrátit kartu a následně mu bude vrácena kauce. V případě jediného tranzitního průchodu, je-li nutné doplňovat palivo pouze ojedinele, tedy jen několikrát, je takový režim obtížný, komplikovaný a v konečné fázi nepřijatelný (Francie).
- Ne všechny platební systémy (VISA nebo Master Card) jsou přijímány k platbě. Většinou jsou funkční pouze firemní karty, ačkoli průvodce říká opak. V tomto případě se jeví jako jediná možnost požádat někoho místního, aby zaplatil kartou a dal mu peníze (Portugalsko).
- Na některých stanicích při platbách kartami mohou být na účtu řidiče zablokovány značné finanční prostředky (až 125 €). Zbytek se vrátí po přepočtu až po určité době, která může dosáhnout délky až jednoho měsíce (Španělsko, Francie). Stal se případ, že v Litvě museli přijít další den.
- Někdy stroje na doplňování paliva nechtějí vydávat potvrzení o vypořádání (v různých zemích).

- Na stanici lze přijímat pouze hotovost a pouze v místní měně (Polsko).
- Vždy je nutné věnovat pozornost jednotkám komerčního účetnictví: kilogramům, litrům, metrům krychlovým či kilowatům.

4. Pokyny pro používání

- Černé tlačítko. Pokyny, jak platit za plyn a doplnit palivo do auta, jsou někdy psány, malovány, nebo graficky znázorněny tak, že je nemožné se s problémem vypořádat bez znalosti jazyka nebo pomoci zvenčí. Jak na automatické stanici pochopit, že při placení plynu je nutné nejen stisknout velké černé tlačítko, ale také držet jej stisknuté po celou dobu, dokud není balón naplněn? (Francie).
- Červené tlačítko. Na některých stanicích v Rusku musí zákazník stisknout červené tlačítko pro dokončení procesu doplňování paliva. V Evropě se toto tlačítko používá k absolutnímu zastavení činnosti stanice. Pokud se klepne na tento objekt, dojde k jeho úplné deaktivaci. Jediný zručný mechanik však může znovu ručně zapnout stanici. Bude to zcela určitě chvíli trvat, nežli se dostaví. Je rovněž podstatné, zda má pracovní pohotovost či pracovní dobu, nesmí jít o den pracovního volna (Španělsko, Portugalsko, Francie).
- Zelené tlačítko. Na čerpacích stanicích mnoha zemí jsou umístěna zelená tlačítka s nápisem "Mrtvý muž". Toto tlačítko je nutné stisknout pouze v těch případech, kdy v důsledku havárie nastala krizová situace, či pokud se objevila zesnulá nebo zraněná osoba. Po stisknutí tlačítka dojde k úplnému vypnutí stanice a poplachový signál kromě bezpečnostní služby přichází k lékařům a na policii. Falešná výzva je sankcionována a zaplatí ji volaný (Španělsko, Francie, Portugalsko).

Proto je velmi důležité vzít před uskutečněním samotné cesty v úvahu veškeré podmínky, rysy, znaky a specifické atributy a pečlivě se připravit na cestu po neznámých trasách. Zkušenosti ukazují, že jak se dopravní síť rozvíjí a vzkvétá, proces plnění se stává stále pohodlnějším a jednodušším.

Je zřejmé, že stále více dopravních společností, které usilují o to, aby se jejich obchodní obrázek vyznačoval "zelenou" barvou, se obrací na cestu plynu. Neexistuje a v současnosti není patrný žádný masový hromadný přechod na nákladní automobily pro LNG. Častěji se jedná jen o pořízení 10-20 vozů pro konkrétní auto-farmu. Poté má smysl vyjít vstříc klientům a postavit buď stacionární stanice, nebo organizovat doplňování paliva za pomoci mobilní plnicí stanice. Kompaktní mobilní řešení existuje v Rusku, Španělsku, Německu a ve Francii. Současně je evidentní, že mobilní čerpací společnost nepatří k automobilovému podniku. Pronajímá si pouze pozemek a platí za LNG velkoobchodní cenu. O jednom z parků ve

Španělsku se říká, že cena LNG je zde o 30 % levnější nežli cena motorové nafty, která je zakoupena také za velkoobchodní cenu.

Zvýšení ziskovosti, přilákání nových zákazníků a rozšíření trhu jsou prioritními cíli v oblasti využití plynu v dopravě. Je však zřejmé, že u stacionárních garážových čerpacích stanic není neobvyklé uskutečňovat tankování všech vozů. Stanice LNG jsou vybaveny komerčními měřicemi plynu a pokladny. Takové doplňování paliva probíhá vždy podle předem stanoveného plánu ve formě harmonogramu, a to kdykoli v noci, v pracovní dny i o víkendech. O svátcích jsou obvykle stanice uzavřeny. Občas může být formou předběžné výzvy osloven a pozván k doplnění stlačeného nebo zkapalněného plynu osobní automobil a současně nákladní automobil, v tomto případě je patrné, že tato varianta se finálně jeví jako výhodná.

Hlavními silami na trhu s metanem v automobilovém průmyslu jsou stále environmentální bezpečnost a ekonomická proveditelnost. CNG a LNG jsou obecně levnější než benzín a motorová nafta. Někdy je z pochopitelných důvodů CNG dražší než LNG, například v portugalském městě Matosinhos, jež je předměstím druhého největšího města v zemi Porta. Častěji však nastává situace, kdy je cena stlačeného a zkapalněného zemního plynu pro silniční dopravu v hmotnostních ekvivalentech stejná. Metan je v každém případě levnější než ropné palivo (kromě propanu). Na stejné čerpací stanici v Matosinhosu stojí 1 litr motorové nafty 1,33 €; benzín-95 - 1,56 €; LPG - 0,62 EUR; 1 kg LNG - 0,99 EUR a 1 kg CNG - 1 074 EUR.

V následující tabulce jsou uvedeny ceny v eurech pro palivo v pěti zemích Evropy. Rozložení cen v rámci doplňování paliva u různých provozovatelů v různých regionech téhož státu může dosahovat 10-15 centů.

Tabulka 8.1 Ceny LNG v Evropě (zdroj: <http://gazpronin.ru/>)

Země	Benzín 95, l	Dieselový motor, l	LPG (ekv.), L	KPG, kg	LNG, kg
Rakousko	1,25 €	1,17 €		1,00 €	
Německo	1,36 €	1,31 €	0,70 €	1,10 EUR	
Španělsko	1,20 €	€ 1,11	0,81 EUR	0,85 €	0,85 €
Itálie	1,56 EUR	1,36 €	0,77 EUR	0,95 €	0,95 €
Francie	1,49 €	1,37 €	€ 1,11	1,13 €	1,13 €

V závěru této části by bylo vhodné zmínit se o elektrické mobilitě. Zastánci a příznivci procesu využití elektřiny v dopravě upřednostňují a zdůrazňují především otázky týkající se životního prostředí, avšak neposkytují odpovědi na otázky, odkud lze elektrickou energii odebírat z

výstupu, kolik uhlovodíků je třeba spálit, aby se vyrobily další objemy energie, betonu, kovu či polymerů. Nezodpovězenými otázkami rovněž zůstává „Jak a kde lze elektrickou energii konečně hromadně, masově, celoplošně, a především levně využít? Jaké jsou životní a ekonomické náklady na elektrickou mobilitu?“ Nikdo z odborníků zabývajících se aspekty a problémy, zásadně nesouhlasí s praktickou aplikací používání elektrické energie v dopravě. Mnozí částečně berou v úvahu názory, jež prezentují, zdůrazňují a prosazují ekologové, ale připouštějí pouze částečné využití v rozumných mezích. Pro každý typ motorového paliva, včetně benzínu a motorové nafty, existuje výjimka.

Je třeba si uvědomit, že v rámci celé Evropy bude tranzit prostřednictvím nákladních aut fungujících na principu LNG omezen další dva až tři roky. Nicméně je zřejmé, že síť stanic permanentně roste. Dá se předpokládat, že v blízké budoucnosti bude možné přepravovat náklad na plynových vozech od Atlantiku až k Pacifiku.

9. Ekonomické porovnání vybrané přepravy vozidel s motorem spalujícím naftu a LNG

Zkapalněný zemní plyn je stále více žádaný, což je patrné u stále se zvětšujícího počtu spotřebitelů. Pokud srovnáme spotřebu LNG se spotřebou jiných zdrojů, je zřejmé, že z hlediska budoucího vývoje má velkou perspektivu. Po detailní analýze celkové energetické situace ve světě odborníci vyvodili finální exaktní závěry vysvětlující a zdůvodňující příčiny rozvoje a užití LNG jako alternativního paliva.

9.1. Základní data

V této kapitole budou provedeny výpočty získané při kalkulaci nákladů vztahujících se k převodu spotřeby nafty na LNG (liquified natural gas) a jejich porovnání. Pokládám za vhodné v úvodu prezentovat jednotlivé položky použitého kalkulačního vzorce pro porovnání LNG a nafty jako paliv determinovaných pro nákladní dopravu. Dále je zobrazeno třídění nákladů v silniční dopravě.

- Spotřeba PH a mazadel
- Pryžové obruče
- Mzdy
- Odpisy dopravních prostředků
- Opravy a údržba
- Pojištění sociální a zdravotní
- Diety
- Silniční daň
- Jiné přímé náklady
- Provozní a správní režie

Následně platí, že celkové náklady se rovnají součtu těchto položek.

$$n_{CEL} = c * p_{PHM} + n_{PNEU} + n_{MZDY,ODVODY} + n_{ODPISY} + n_{UDRŽBA} + n_{MYTO} + n_{REŽIE} + n_{OSTATNI} , \quad (1)$$

kde:

c – spotřeba pohonných hmot

p_{PHM} – jednotková cena PHM

n_{PNEU} – náklady za pneumatiky

Je zřejmé, že všechny náklady, které používáme ve vzorci, závisí na příslušných hodnotách množství. Proto se v následující tabulce zaměříme na všechny vynaložené náklady a rovněž na jakých hodnotách závisí.

Tabulka 9.1 Položky kalkulačního vzorce a jejich závislost (zdroj: přednášky, doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.)

Položka kalkulačního vzorce	Náklady závislé na		Náklady nezávislé
	ujetých km	hod. provozu	
1. Spotřeba PH a mazadel	*		
2. Pryžové obruče	*		
3. Mzdy		*	
4. Odpisy dopravních prostředků			*
5. Opravy a údržba	*		
6.1 Pojištění sociální a zdravotní		*	
6.2 Diety		*	
6.3 Silniční daň			*
6.4 Jiné přímé náklady			*
7. Provozní režie			*
8. Správní režie			*

Náklady, které zůstanou nezměněny, budou vystupovat jako hodnoty konstantní pro oba druhy paliva. Jedná se o náklady, jakými jsou například režie, pojištění a mzdy řidičů.

9.2. Proměnlivé náklady

Pro srovnání je vhodné nejprve se zabývat položkami, které se mění při výběru konkrétního paliva. Jde především o následujících položkách.

Na základě prezentace výše uvedených pozic se první změna bude týkat spotřeby pohonných hmot. Proto je důležité znát velikost plynové nádrže a spotřebu za ujeté kilometry. Spotřeba CNG rovněž přímo závisí na druhu vozu. Tahač s motorem Cursor 9 jezdí v nákladní dopravě se spotřebou pohybující se v hodnotách mezi 24 – 28 kg/100 km. Většinou je spotřeba u CNG uváděna v kilogramech, což je lehce nižší hodnota než spotřeba vyjádřená v litrech u nafty. Co se týká spotřeby zkapalněného zemního plynu LNG, její hodnota se pohybuje kolem 25 kg/100 km. Podle údajů společnosti Bohemia ČESMAD je spotřeba nafty uvedena v litrech – konkrétně 30 l na sto kilometrů. Proto je nutné převést spotřebu zkapalněného zemního plynu LNG z kilogramů na litry.

Aby bylo možné provést výpočet, je zapotřebí znát hustotu plynu (ρ_{LNG}), tedy $420 \text{ kg/m}^3 = 0,42 \text{ kg/litr}$, a vydělit ji hustotou plynu v kilogramech/ m^3 , abychom získali potřebné údaje:

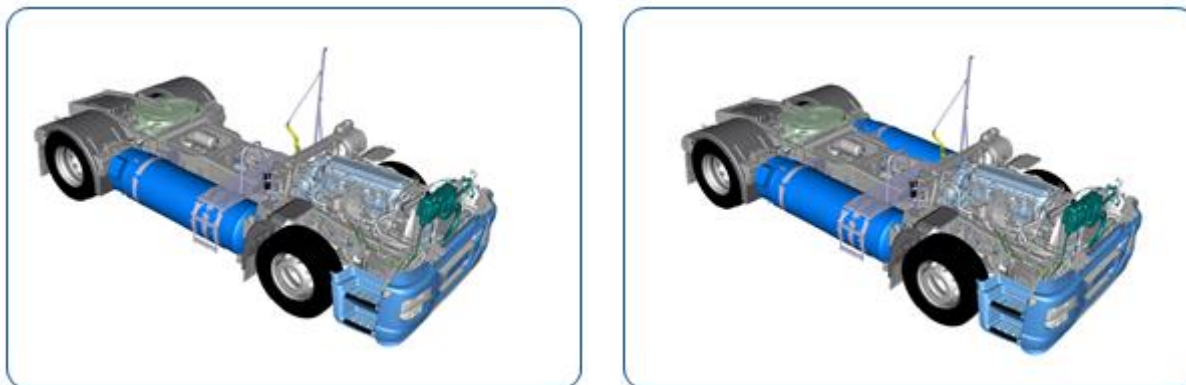
$$S_l^{LNG} = \frac{S_{kg}^{LNG}}{\rho_{LNG}} \quad (1)$$

Na základě využití předchozího vzorce získáme výsledek, který nám napovídá, že spotřeba $25 \text{ kg LNG}/100 \text{ km}$ se rovná $60 \text{ l LNG}/100 \text{ km}$.

Dle informace získané od společnosti IVECO je možné několik možností umístění nádrží, což je znázorněno na následujících obrázcích [16]:



Obrázek 9.1 Možnosti umístění nádrží: 2xCNG, dojezd do 570 km a CNG+LNG, dojezd do 1100 km (zdroj: IVECO Czech Republic, a.s.)



Obrázek 9.2 Možnosti umístění nádrží: Single LNG, dojezd do 800 km a Double LNG, dojezd do 1600 km (zdroj: IVECO Czech Republic, a.s.)

Další měnící se položkou jsou tzv. Odpisy, které je závislé na pořizovací ceně tahačů. Je třeba vycházet z toho, že cena nákladního automobilu založeného na klasickém palivu podle údajů společnosti Bohemia ČESMAD dosahuje hodnoty 80 000 euro, přičemž cena tahače na LNG je vyšší nežli u klasického vozu o 50 procent. To znamená, že celková částka se rovná hodnotě 125 000 eur. Rovněž je třeba vzít v úvahu skutečnost, že pokud jde o mezinárodní trasy, je nutné uvažovat o vyšší hodnotě najetých kilometrů, tedy konkrétně o 100 000 km/rok, pokud

půjde o vnitrostátní tranzit, bude vhodné počítat s 80 000 km/rok. Odpisy lze vypočítat dle následujícího vzorce:

$$n_{ODPISY} = \frac{c_{\text{taháče+návěs}}}{\dot{Z} * N}, \quad (3)$$

kde:

\dot{Z} - životnost (roky)

N – nájezdy (km/rok)

Pokud se jedná o náklady vynaložené na opravy a údržbu, je důležité vědět, že při použití plynu jako paliva se motor opotřebovává o 10-15 % méně nežli motor u motorové nafty, což je třeba hodnotit jako podstatné pozitivum. Z toho plyne, že motory orientované na plyn vykazují delší životnost, a proto lze počítat s částkou 0,45 Kč za ujetý kilometr oproti 0,50 Kč/km u nákladních aut s klasickým palivem.

Poslední měnicí se částí bude mýtné. Protože palivo LNG odpovídá standardu Euro 6 oproti vozidlu s motorem spalujícím naftu, jež vykazuje nižší úroveň, konkrétně Euro 5, budou náklady vynaložené za mýtné u LNG přirozeně nižší.

9.3. Výpočet celkových nákladů

Na základě zpracovaných dat můžeme vypočítat dle kalkulačního vzorce celkové vynaložené náklady v silniční dopravě při použití LNG a nafty. Avšak je třeba zdůraznit, že pro naše potřeby je důležité a zásadní zjistit, při jaké ceně se vyplatí LNG používat oproti dieselovému palivu.

$$n_{CEL}^{nafta} = n_{PHM}^{nafta} + n_{UDR\dot{Z}BA}^{nafta} + n_{ODPISY}^{nafta} + n_{MYTO}^{nafta} + k, \quad (4)$$

kde k - konstanta, která se nemění

$$n_{CEL}^{LNG} = n_{PHM}^{LNG} + n_{UDR\dot{Z}BA}^{LNG} + n_{ODPISY}^{LNG} + n_{MYTO}^{LNG} + k \quad (5)$$

kde k - konstanta, která se nemění

Nyní porovnáme celkové náklady pro oba zmíněné typy pohonných hmot.

$$n_{PHM}^{nafta} + n_{UDR\dot{Z}BA}^{nafta} + n_{ODPISY}^{nafta} + n_{MYTO}^{nafta} + k = n_{PHM}^{LNG} + n_{UDR\dot{Z}BA}^{LNG} + n_{ODPISY}^{LNG} + n_{MYTO}^{LNG} + k$$

Aby došlo ke zjednodušení vzorce, shrnu jednotlivé položky do skupin viz. níže:

$$n_{UDR\check{Z}BA}^{nafta} + n_{ODPISY}^{nafta} + n_{MYTO}^{nafta} = n_{SOUBOR}^{nafta}$$

$$n_{UDR\check{Z}BA}^{LNG} + n_{ODPISY}^{LNG} + n_{MYTO}^{LNG} = n_{SOUBOR}^{LNG}$$

$$n_{PHM}^{nafta} = \frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100}$$

$$n_{PHM}^{LNG} = \frac{S_{LNG} * c_{LNG}}{100}$$

Z toho vyplývá:

$$\frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} + k = \frac{S_{LNG} * c_{LNG}}{100} + n_{SOUBOR}^{LNG} + k, \text{ kde}$$

S - spotřeba paliva [L/100 km]

c – cena paliva [Kč/l]

$$\frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} + k = \frac{S_{LNG} * c_{LNG}}{100} + n_{SOUBOR}^{LNG} + k$$

Vzhledem k tomu že konstantní náklady můžeme zkrátit, dostaneme rovnici, ze které můžeme dopočítat cenu LNG při které budou celkové náklady stejné.

$$\begin{aligned} \frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} &= \frac{S_{LNG} * c_{LNG}}{100} + n_{SOUBOR}^{LNG} \\ 100 * \left(\frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} - n_{SOUBOR}^{LNG} \right) &= S_{LNG} * c_{LNG} \\ c_{LNG} &= \frac{100 * \left(\frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} - n_{SOUBOR}^{LNG} \right)}{S_{LNG}} \end{aligned} \quad (6)$$

Dále v této práci tato zlomová cena bude vypočítána.

9.4. Srovnání čtyř vybraných způsobů prostřednictvím zvolených tras v rámci hodnocení motoru při používání LNG a motoru spalujícího naftu.

Pro porovnání je vhodné uvažovat o tom, že jeden tahač bude jezdit na LNG, což odpovídá standardu Euro 6, a druhý tahač se bude vztahovat ke standardu Euro 5. Nejprve je zapotřebí zvolit konkrétní trasy, v rámci, kterých se budou provádět výpočty:

- Brno-Milán
- Praha-Brémy
- Jihlava-Madrid
- Plzeň-Olomouc

Při výpočtu je zapotřebí vycházet z toho, že nejprve spočítáme celkové náklady vynaložené na LNG a naftu, avšak primárně sečteme právě ty, které se budou měnit. Na základě této skutečnosti upravíme vzorec pro každé palivo a výsledky následně porovnáme.

Na základě dat, získaných od ČESMAD BOHEMIA, lze doplnit hodnoty u všech položek, a to tak, aby se mohly provést výpočty zvlášť pro LNG a pro naftu. V následující tabulce jsou uvedeny fixní hodnoty, které jsou jak pro LNG, tak i naftu v rámci výpočtu různých tras stejné: procenta udávající spotřebu motorového oleje z PHM, cena za 1 pneu, jejich počet a celkový proběh. Cena a životnost tahače s návěsem pro každý druh paliva se nemění. Tabulka dále prezentuje hodnoty týkající se sociálního a zdravotního pojištění, diet, pojistného a silniční daně, režie a mzdy.

Tabulka 9.2 Fixní hodnoty (zdroj: ČESMAD BOHEMIA z.s.)

		nafta	LNG
Spotřeba pohonných hmot	l/100km	30	60
Motorový olej	% z PHM	6	6
Cena 1 pneu	Kč	12 000	12 000
Počet pneu	ks	12	12
Proběh pneu	km	180 000	180 000
Cena tahače + návěsu	€	117 000	149 000
Životnost	roky	5	5,5
Údržba a opravy	Kč/km	0,5	0,45
Sociální pojištění	% mzdy	25	25
Zdravotní pojištění	% mzdy	9	9
Diety	€/den	45	45

Pojistné, silniční daň	Kč/rok	100 000	100 000
Provozní režie	Kč/rok	50 000	50 000
Správní režie	Kč/rok	40 000	40 000
Nájezd	km/rok	120000/100000	120000/100000
Mzda řidiče	Kč/měsíc	20 348	20 348
Počet dní v cizině	dny/měsíc	15	15
Kurz		25,611	25,611

Musíme udělat průměr cen pohonných hmot během jízdy, a to pro každou trasu. Počítáme ceny bez DPH, proto uvedu základní sazbu DPH, abych ji mohla odečíst od celkové ceny, což je možno vidět v následující tabulce:

Tabulka 9.3 Základní sazby DPH (zdroj: <https://www.finance.cz/489543-dph-eu-2017/>)

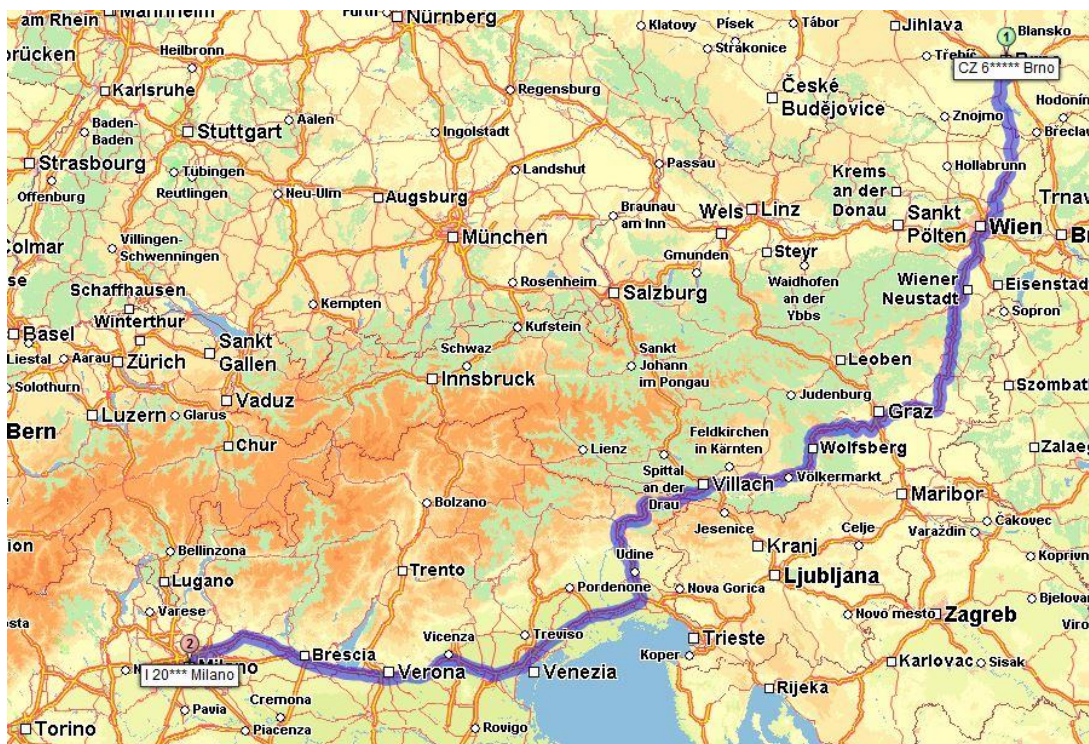
Země	Základní sazba DPH
Itálie	22
Česko	21
Španělsko	21
Rakousko	20
Francie	20
Německo	19

Nyní máme veškeré údaje, abychom mohli uvést srovnání čtyř vybraných způsobů na zvolených trasách při hodnocení motoru na LNG a motoru spalujícího naftu.

9.4.1. Brno-Milán

První trasa, kterou budeme porovnávat, je Brno-Milán.

- vzdálenost: 984,25 km
- doba jízdy: 1 den
- trasa vede přes: Česká republika, Rakousko, Itálie
- Jedná se o mezinárodní trasu střední vzdálenosti, na kterou již ale bude potřeba doplnit palivo vzhledem ke kritické vzdálenosti vůči dojezdu kamionu (záleží na počtu a kapacitě nádrží daného tahače)



Obrázek 9.3 Trasa Brno-Milan (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Na základě výše uvedených informací zjistím průměrné ceny PHM v zemích, které leží na dané trase.

Tabulka 9.4. Průměr cen LNG a nafty na trase Brno-Milan (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Země	Ceník, Kč	Průměr	Ceník, Kč	Průměr
	LNG		Nafta	
Česká republika	8,30	8,29	23,56	25,26
Rakousko	8,61		23,32	
Itálie	7,97		28,91	

Na základě získaných údajů můžeme vypočítat celkové průměrné náklady pro jednotlivé druhy pohonných hmot:

Tabulka 9.5 Průměr cen LNG a nafty na trase Brno-Milan (zdroj: vlastní výpočty)

	nafta	LNG
Celkové náklady Kč/trasa	26 469,63	23710,82
Celkové náklady €/trasa	1 033,53	925,81

9.4.2. Praha-Brémy

- vzdálenost: 669,54 km
- doba jízdy: cca 10 hodin
- trasa vede přes: Česká republika, Německo
- Jedná se o mezinárodní trasu střední vzdálenosti, na kterou již ale bude potřeba doplnit palivo vzhledem ke vzdálenosti vůči dojezdu kamionu (záleží na počtu a kapacitě nádrží daného tahače).



Obrázek 9.4 Trasa Praha-Brémy (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Stejně jako u předešlé trasy do Itálie vypočítám průměrné ceny PHM pro danou trasu:

Tabulka 9.6 Průměr cen LNG a nafty na trase Praha-Brémy (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Země	Ceník, Kč	Průměr	Ceník, Kč	Průměr
	LNG		Nafta	
Česká republika	8,30	8,95	23,56	24,78
Německo	9,59		26,00	

Zde opět získáme celkové průměrné náklady pro obě varianty PHM:

Tabulka 9.7 Průměr cen LNG a nafty na trase Praha-Brémy (zdroj: vlastní výpočty)

	nafta	LNG
Celkové náklady Kč/trasa	16 125,99	14 825,45
Celkové náklady €/trasa	1 619,51	578,87

9.4.3. Jihlava-Madrid

Následující trasa je nejdelší z vybraných, jde o cestu Jihlava-Madrid.

- vzdálenost: 2421,98 km
- doba jízdy: do dvou dnů
- trasa vede přes: Česká republika, Německo, Itálie, Francie, Španělsko
- Jedná se o mezinárodní trasu delší vzdálenosti, kde již musíme počítat s nutným plněním PHM. Čerpacích stanic na naftu je po trase nespočet, ale stanice LNG můžeme najít například:
 - V Německu - Connect2LNG – Mannheim, co je za 640 km
 - Ve Francii - Airliquide – Duttlenheim, kolem Leonu dvě stanice - ENGIE – Lyon, Axegaz - Jacky Perrenot, další dve ve Bordeaux ,
 - další už v Španělsku - GNF – EUROCAM, Burgos a Madrid



Obrázek 9.5 Trasa Jihlava-Madrid (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Zde máme k dispozici cen PHM ze všech 4 zemí na trase. Na základě výše uvedených dat, prezentovaných v kapitole 6, lze vypočítat průměr cen:

Tabulka 9.8 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Země	Ceník, Kč	Průměr	Ceník, Kč	Průměr
	LNG		Nafta	
Česká republika	8,30	8,71	23,56	24,77
Německo	9,59		26,00	
Francie	9,73		25,93	
Španělsko	7,23		23,59	

Po dosažení příslušných hodnot jsem získala další hodnoty pro naftové palivo a LNG:

Tabulka 9.9 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty)

	nafta	LNG
Celkové náklady Kč/trasa	59 990,61	55 724,94
Celkové náklady €/trasa	2342,38	2175,82

9.4.4. Plzeň-Olomouc

- vzdálenost: 368,03 km
- doba jízdy: 4-5 hodin
- Jedná se o vnitrostátní trasu krátké vzdálenosti, kde není potřeba uvažovat nutné plnění PHM po trase.



Obrázek 9.6 Trasa Plzeň-Olomouc (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Zde uvádím ceny PHM pouze pro Českou Republiku:

Tabulka 9.10 Průměr cen LNG a nafty na trase Plzeň-Olomouc (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)

Země	LNG, Kč	Nafta, Kč
Česká republika	8,30	23,56

Celkové náklady na PHM v rámci České Republiky by byly:

Tabulka 9.11 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty)

	nafta	LNG
Celkové náklady Kč/trasa	9738,42	9115,05
Celkové náklady €/trasa	380,24	355,90

9.5. Stanovení limitní ceny LNG pro ekonomické využití jako motorového paliva.

Dalším úkolem je pro každou trasu vytvořit takovou rovnici, dle které budou znázorněny hodnoty poukazující na skutečnost, kdy celkové náklady vozu při použití LNG jako paliva se rovnají celkovým nákladům při používání vozidla s naftovým motorem. Předpokládáme, že cena nafty je 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 Kč, pro tyto ceny nafty dopočítáme dle vztahu (6) ceny LNG, při kterých budou náklady vozidla na jeden km stejné pro LNG i naftu (tzv. body zvratu pro využití nafty a LNG). Je žádoucí provést výpočty pro každou trasu zvlášť a poté na základě získaných výsledků vytvořit ke každé trase vlastní graf, ve kterém bude zobrazena přímka, která bude prezentovat celkové náklady za spotřebované palivo tím způsobem, že pokud bod bude ležet na přímce, bude to signalizovat, že v tomto případě celkové náklady vynaložené na čerpání LNG se rovnají celkovým nákladům vynaloženým na naftu. Pokud bod bude ležet nad přímkou, bude to znamenat, že je výhodnější nakup nafty. Jestli tomu bude naopak, tak výhodnější bude využití LNG.

Pro splnění tohoto úkolu je zapotřebí použít vzorec (6) získaný v kapitole 9.3:

$$c_{LNG} = \frac{100 * \left(\frac{S_{nafta} * c_{nafta}}{100} + n_{SOUBOR}^{nafta} - n_{SOUBOR}^{LNG} \right)}{S_{LNG}}$$

9.5.1. Brno-Milán

1. Hodnoty pro výpočet, které je nutné dosadit do vzorce

Tabulka 9.12 Základní data pro trasu Brno-Milán

S_{nafta}	30	l/100km
c_{nafta}	25,26	Kč/l
n_{SOUBOR}^{nafta}	12,00	Kč/km
n_{SOUBOR}^{LNG}	11,96	Kč/km

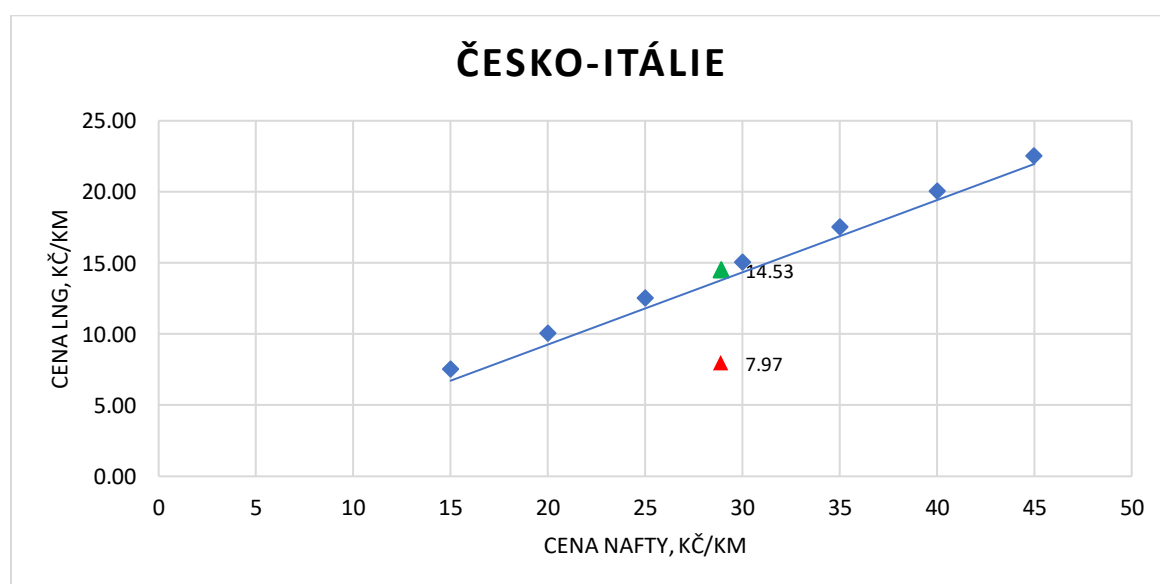
2. Výpočet cen LNG vycházející z předpokládaných cen nafty

Tabulka 9.13 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Brno-Milán (zdroj: vlastní výpočty)

Cnafta	15	20	25	30	35	40	45
Clng	7,57	10,07	12,57	15,07	17,57	20,07	22,57

3. Graf pro vybranou trasu

Na níže uvedených grafech je modře v přímce znázorněn předpokládaný vývoj cen nafty a s ním taktéž zeleně taková cena LNG, při které budou celkové náklady shodné s náklady za použití daných předpokládaných cen nafty (uvedených v tabulce – bod 2 výše). Tato přímka v grafu odděluje výhodnost použití LNG a nafty. Dále je v grafech znázorněná červeně aktuální cena LNG, která leží pod zmíněnou přímkou a dokazuje tak výhodnost použití LNG jako alternativního paliva.



Graf 9.1 Graf pro vybranou trasu Česko-Itálie (zdroj: vlastní výpočty)

Úspory nákladů na pohonné hmoty při přechodu na plyn lze vidět a zohlednit, že při současné ceně LNG v Itálii – 7,97 Kč je výhodnější využití plynu jako paliva.

Pokud jde o ekonomickou výhodnost využití LNG paliva, podle údajů zveřejněných ve zprávě Mezinárodní agentury pro energii (IEA) v 2017, bude zkapalněný plyn levnější než nafta, a to i s výrazným poklesem cen ropy na světových trzích. "Vzhledem k výkyvům v ceně ropy za posledních deset let, cena LNG v průměru činí 55% nákladů na naftu u stejného energetického ekvivalentu," - uvedl ve zprávě. Podle odhadů společnosti Volvo jsou náklady na doplnění plné nádrže velkokapacitního zkapalněného plynu o 40% nižší než cena plné nádrže na naftu. Italská Iveco také potvrdila 40% rozdíl v ceně. Podle technických vlastností plné nádrže LNG se vozidlo pohybuje stejně jako u plné nádrže nafty.

Třetina nákladů na nákladní dopravu je na nákup pohonných hmot. Snížení této kategorie do výše 40% nákladů - opatření, která by měla apelovat na naše zákazníky,“- Jistě Lars Mårtensson Mnoho hlavních výrobců již Modelová řada těžké nákladní automobily běží na palivo LNG.

Italská plynárenská společnost Snam je dnes největším investorem projektů pro rozvoj přepravy LNG v Evropě. Podepsala smlouvy s místními výrobci automobilů Fiat a Iveco, aby podpořila vývoj a sériovou výrobu nákladních vozů těžkých nákladních automobilů pracujících na zkapalněném plynu. Podle odhadů objemu Snam spotřeby LNG pro potřeby rozsáhlých doprav v Itálii se zvýší ze současných 40 tis. tun v roce 2017 na 324 tis. tun v roce 2025. Od té doby bude v zemi vybudováno 200 CNG čerpacích stanic. Auto analytici společnosti Snam předpovídají, že 25% nových prodaných vozidel bude již s motory na LNG.

9.5.2. Praha-Brémy

1. Hodnoty pro výpočet, které je zapotřebí dosadit do vzorce

Tabulka 9.14 Základní data pro trasu Praha-Brémy

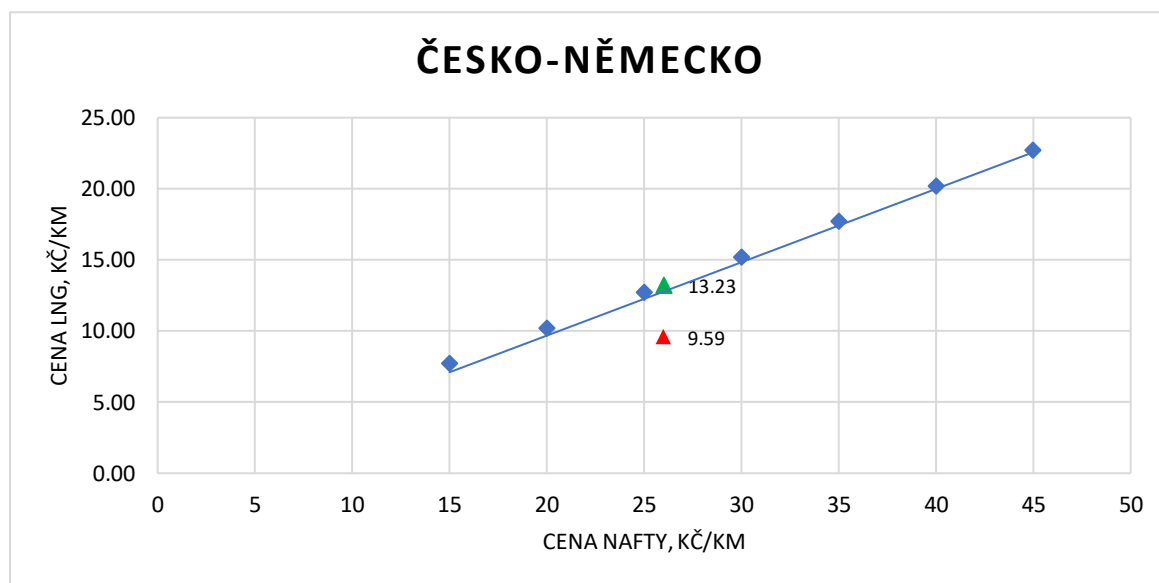
S_{nafta}	30	l/100km
c_{nafta}	24,78	Kč/l
n_{SOUBOR}^{nafta}	9,73	Kč/km
n_{SOUBOR}^{LNG}	9,59	Kč/km

2. Výpočet cen LNG vycházející z předpokládaných cen nafty

Tabulka 9.15 Výpočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Praha-Brémy (zdroj: vlastní výpočty)

Cnafta	15	20	25	30	35	40	45
Clng	7,73	10,23	12,73	15,23	17,73	20,23	22,73

3. Graf pro vybranou trasu



Graf 9.2 Graf pro vybranou trasu Česko-Německo (zdroj: vlastní výpočty)

Hodnoty v jednotlivých grafech se mohou lišit v závislosti poplatcích daných států a pro uvedené typy PHM (např. kamiony s motory na LNG mají odlišné mýtné, než ty s motory na LNG), jako například zde můžeme vidět rozdíl oproti prvnímu grafu.

Dále je třeba poznamenat, že k dnešnímu dni bylo v EU postaveno více než 100 čerpacích stanic LNG. Lídrem v počtu provozních stanic tohoto typu je Španělsko a Nizozemsko, následované Itálií, Portugalskem a Francií. Ale v Německu, kde každý den chodí na silnici 3 miliony velkoobjemových nákladních vozidel, funguje pouze 5 čerpacích stanic.

9.5.3. Jihlava-Madrid

1. Hodnoty pro výpočet, které se dosadí do vzorce

Tabulka 9.16 Základní data pro trasu Jihlava-Madrid

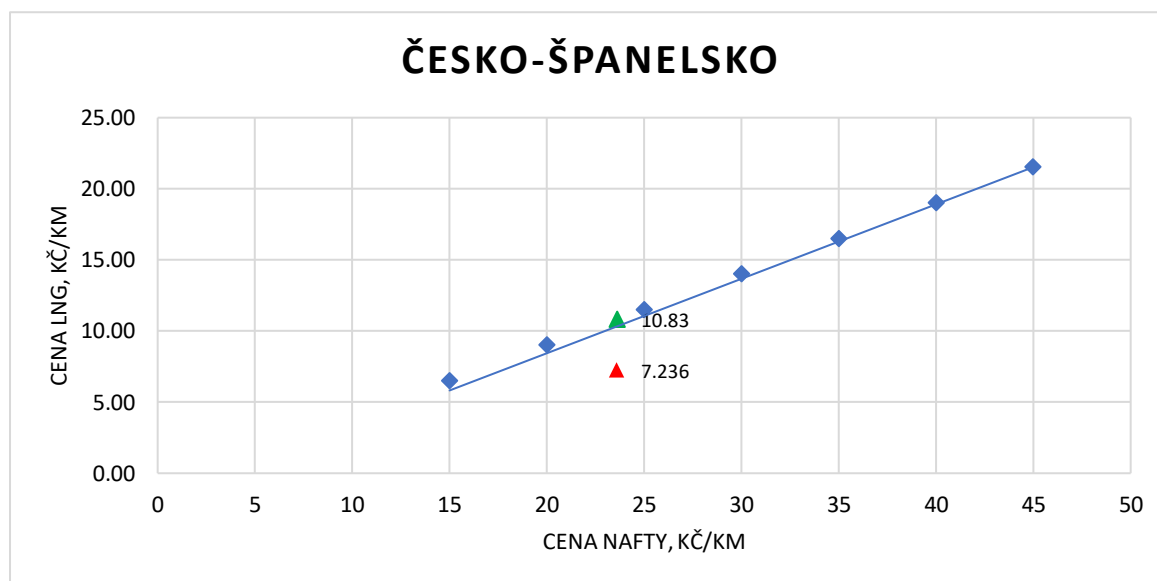
S_{nafta}	30	l/100km
c_{nafta}	24,77	Kč/l
n_{SOUBOR}^{nafta}	10,03	Kč/km
n_{SOUBOR}^{LNG}	10,60	Kč/km

2. Výpočet cen LNG vycházející z předpokládaných cen nafty

Tabulka 9.17 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty)

Cnafta	15	20	25	30	35	40	45
Clng	6,54	9,04	11,54	14,04	16,54	19,04	21,54

3. Graf pro vybranou trasu



Graf 9.3 Graf pro vybranou trasu Česko-Španělsko (zdroj: vlastní výpočty)

Jak je z grafů zřejmé, využití LNG jako alternativního paliva pro pozemní dopravu může být z ekonomického hlediska velmi přínosné. Ochota majitelů nákladních vozidel přejít na vozidla s pohonem LNG je do značné míry závislá na snadnosti použití – tj. dostupnost zásobovací infrastruktury a výkonnosti nákladních vozidel a v neposlední řadě cenové konkurenceschopnosti LNG vůči motorové naftě. Např. ve výše uvedeném grafu můžeme sledovat hodnoty pro delší trasu, kde bereme v potaz různorodost poplatků více zemí.

Španělsko aktivně investovalo do rozvoje možnosti dovozu terminálů postavených na LNG. Je však třeba poznamenat, že současně v zemi rostla i spotřeba zemního plynu.

- První železniční vlak v Evropě s motorem pro zemní plyn (LNG) byl uveden do zkušebního provozu v severním Španělsku. Pokud budou testy úspěšné, použití vlaků pro zkapalněný zemní plyn může být rozšířeno.
- Spouští se trajekt SPG pro Španělsko. Dne 29. března zahájila lodní společnost Baleària provoz lodi Hypatia de Alejandría. Jedná se o první ze dvou trajektů s generátory pracujícími na zemním plynu. Očekává se, že trajekty budou působit ve Středozemním moři: první plavba je plánována již v roce 2019.

Pokud LNG snižuje celkové náklady na vlastnictví a urychluje návratnost počátečních investic, stane se atraktivnější náhradou. Skutečnost, že LNG se považuje za pohonné látky šetrné k životnímu prostředí a jehož spalování představuje méně škodlivých látek, poskytuje další podnět k jeho použití pro obchodní účely.

9.5.4. Plzeň-Olomouc

1. Hodnoty pro výpočet, které je zapotřebí dosadit do vzorce

Tabulka 9.18 Základní data pro trasu Plzeň-Olomouc

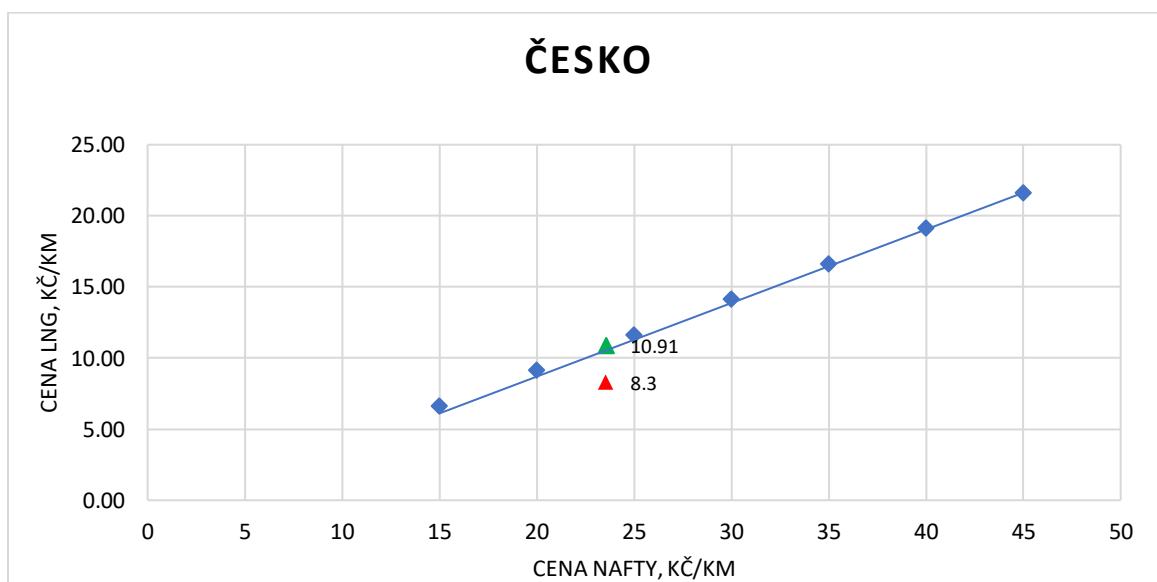
S_{nafta}	30	l/100km
C_{nafta}	23,56	Kč/l
n_{SOUBOR}^{nafta}	10,90	Kč/km
n_{SOUBOR}^{LNG}	11,42	Kč/km

2. Výpočet cen LNG vycházející z předpokládaných cen nafty

Tabulka 9.19 Výpočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Plzeň-Olomouc (zdroj: vlastní výpočty)

Cnafta, Kč	15	20	25	30	35	40	45
Cling, Kč	6,63	9,13	11,63	14,13	16,63	19,13	21,63

3. Graf pro vybranou trasu



Graf 9.4 Graf pro vybranou trasu Česko (zdroj: vlastní výpočty)

I zde na krátkou vzdálenost je zřejmé, že se LNG vyplatí. V České republice je odvětví LNG v počátcích a není překvapením, že čeští dopravci zcela neví o výhodách využití zkapalněného plynu pro motorová vozidla. Společné úsilí plynárenských dodavatelů, automobilů a klíčových kupců nákladních aut je zapotřebí k tomu, aby se LNG vyvinul na úroveň skutečné alternativy k motorové naftě. Aktuální velmi nízké pokrytí LNG v ČR (a sousedních zemích) by však mohl být zvýšeno, pokud by tento směr dostal podporu ze strany vlády. Je důležité, aby každá závažná iniciativa pocházela od vlády a poté drasticky změnila situaci nejen na českém, ale i na evropském trhu jako celku. Aktuální cena LNG v ČR byla poskytnuta dodavatelem SpolGas.

10. Závěr

Zkapalněný zemní plyn (LNG) je ideální alternativní palivo pro lodě a nákladní automobily s dlouhým dojezdem. Mezi jeho přednosti a pozitiva patří především to, že ve formě zkapalněného zemního plynu spotřebovává pouze 1/600 TH objemu zemního plynu existujícího v plynném skupenství a v nádržích může být uložen dostatek paliva potřebného pro pohyb ve stejných vzdálenostech jako u vozidel s naftovým motorem. V současné době se LNG považuje za jediné výhodné alternativní palivo využitelné pro těžká nákladní vozidla. Transformace vozidel na zemní plyn má přímý pozitivní vliv na celkové klima, ovzduší, životní prostředí, přírodní podmínky a zdraví člověka.

Dnes se zemní plyn jako motorové palivo používá ve více než 80 zemích světa. Paliva poháněná plynem se stávají stále více známá, oblíbená a populární, a to především díky dvěma klíčovým výhodám – ekologii a ekonomice. Motor běžící na principu užití zemního plynu splňuje stávající standard Euro-6. A je třeba zdůraznit, že hromadné a masivní využití takového paliva by rozhodně vedlo k velkým a podstatným úsporám v oblasti celkových vynaložených nákladů.

Ve stádiu vzniku a prvotního rozvoje trhu se zemním plynem hraje zvláště důležitou a významnou úlohu stát. Jeho postavení jako regulátora průmyslu zahrnuje především projektování a vytvoření stimulačního balíčku opatření zacíleného na spotřebitele směřujícího k přechodu na plynový pohon vozidel.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo ekonomické porovnání motorů typu Diesel a LNG určených pro nákladní přepravu. V rámci exaktní komparace byla věnována pozornost nákladům vynaloženým za tranzit na čtyřech konkrétních trasách: Španělsko – Česko, Itálie – Česko, Německo – Česko a vnitrostátní v Čechách. Vyhodnotila jsem použití LNG pro čtyři trasy a výsledkem je, že ekonomická efektivita ze současných podmínek je z hlediska nákladu LNG výhodnější:

1. LNG je výhodnější nákladově, protože jsou menší náklady na údržbu, mýto je také nižší vzhledem k tomu, že spadá pod emisní třídu EURO VI, EEV a vyšší.
2. Co se týká spotřební daně, tak pokud by nebyla spotřební daň na naftu, tak výpočty by měly jiný charakter. Nutno doplnit, že perspektiva je taková, že spotřební dan u LNG nebude, nebo bude nízká a nebude výsledky výrazně ovlivňovat.
3. Kromě toho je nutno uvést provozní nedostatky. Tím je myšleno, že důležitým faktorem je užitečná hmotnost, nejvyšší hmotnost, kterou je možné daný automobil zatížit posádkou, zavazadly a jiným nákladem tak, aby nebyly příliš negativně ovlivněny jeho jízdní vlastnosti a nevykazoval známky přetíženosti. Vzhledem k tomu, že při využití LNG je potřeba počítat s tím, že na autě bude vybudovaná kryogenní jednotka LNG,

kteřá má hmotnost kolem 250 kg. To samozřejmě znamená zvýšení celkové hmotnosti automobilu a tím snížení povolené hmotnosti užitečné v důsledku instalace tlakové nádrže na plyn. Druhá věc je malá infrastruktura čerpacích stanic, a řidiči si musí hlídat, aby dostatečně a včas natankovali vozidlo. Další nevýhodou je změna vozidlového parku – přestavba vozidel už nemá smysl, vychází to přibližně stejně jako koupit nová vozidla, a kromě toho při montáži zaniká záruka původního vozidla a pokud společnost vlastníci vozidla provádí údržbu sama, znamenalo by to rozšířit sortiment náhradních dílů. Ještě nutno podotknout, že z provozního hlediska při změně vozového parku je třeba vyměnit minimálně 10 vozidel, jinak to nemá smysl. Mnoho řidičů je přesvědčeno, že nákladní auta jezdící na plynové bázi mají nedostatečnou kapacitu. To platí především pro automobily vybavené motory o výkonu 330 koní. Automobily s motory o výkonu 400 koní způsobují menší přilnavost k síle. Část řidičů je rovněž nespokojena se složitějším a komplikovanějším technologickým postupem při doplňování paliva zkapalněným metanem ve srovnání s jednoduchým čerpáním motorové nafty, což u mnohých vyvolává určitou averzi a antipatie.

Avšak oproti elektro pohonu, který musí obsahovat baterii vážící 300 tun a disponující dojezdovou dráhou v délce 500 km, LNG má své výhody, mezi které se počítají rychlé naplnění nádrže, menší hmotnost nádrže nežli baterie a delší dojezd.

Zkapalněný zemní plyn představuje ve vozových parcích využívajících LNG velký potenciál. Pro zajištění optimálního zásobování a využívání LNG v praxi již existují potřebné logistické řetězce. Mnoho korporací aktivně investuje do různých projektů po celé Evropě, neboť je nezbytné spojit síly a investice mezi různými dopravními podniky, aby se aktuálně zvýšil a rozšířil potenciál tohoto trhu.

Je nepochybné, že evropský automobilový průmysl zcela pokryje potřeby výroby plynu jako paliva určeného do nákladních automobilů i autobusů, co se týká CNG i LNG všech hlavních kategorií: lehká nosnost 3-7 t, střední 7-19 t a těžká 18-44 tuny. Plynové vozy byly schváleny pro přepravu nebezpečných věcí a nákladů, což výrazně rozšířilo spektrum metanových aplikací.

Hlavním výsledkem zkoumání, analýzy a komparace bylo získání konkrétních údajů a výsledků, jež se promítly do názorných grafů v bodech, které jasně prezentovaly, že celkové náklady vynaložené na provoz vozidel fungujících na bázi LNG jsou nižší než u nafty pro všechny čtyři modelové trasy, pro které bylo v této práci provedeno porovnání nákladů. Při současných cenách nafty je hraniční cena LNG pro ekonomickou výhodnost 13 CZK /litr. Dále je třeba si uvědomit, že LNG vykazuje výrazné ekologické přednosti projevující se pozitivně v oblasti tvorby a ochrany životního prostředí.

Pro rozvoj procesu týkajícího se zabezpečení dostačujícího vozového parku s plynovým motorem v České republice je nutné vybudovat plně funkční plynovodní síť a současně vytvořit vyhovující a odpovídající dopravní koridory. V tomto ohledu je nutné uzavřít s jednotlivými regiony dohody o kooperaci a vzájemné spolupráci. To umožní navržení a naplánování optimálního rozmístění a dislokace čerpacích stanic.

11. Seznam literatury

- [1] DUCHOŇ, B.; Inženýrská ekonomika. Praha: C. H. Beck, 2007. ISBN 978-807179-763-0.
- [2] SVOBODA V., P.Latýn. Logistika. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 978-800-1027-356.
- [3] Qatargas - Operations. Document Moved [online]. Copyright © 2018 Qatargas Operating Company Limited [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: <http://www.qatargas.com/english/operations/qatargas-chartered-fleet>
- [4] Chart Ferox, a.s. | Chart Industries. Chart Ferox, a.s. | Chart Industries [online]. Copyright © [cit. 14.05.2018]. Dostupné z: <http://www.chart-ferox.cz/>
- [5] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva [cit. 24.03.2018]. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=CS>
- [6] Alternativní pohonné hmoty: zkapalněný zemní plyn-LNG [online]. [cit. 2015-08-18]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/alternativni-pohonne-hmoty-126/>
- [7] CNG+. LNG vs CNG [online]. © 2015 [cit. 2015-08-18]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/lng-vs-cng.html>
- [8] Plynárenství: zkapalněný zemní plyn (LNG) [online]. [cit. 2015-08-18]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/plynarenstvi/zkapalneny-zemni-plyn-lng/>
- [9] Prelude otevře těžbu zemního plynu z mořských hlubin | Technický týdeník. TT | Technický týdeník [online]. Copyright © Business Media CZ, Nádražní 32, 150 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/prumysl/prelude-otevre-tezbu-zemniho-plynu-z-morskych-hlubin_34869.html
- [10] GIIGNL The International Group of Liquefied Natural Gas Importers. GIIGNL The International Group of Liquefied Natural Gas Importers [online]. Copyright © GIIGNL [cit. 14.05.2018]. Dostupné z: <https://giignl.org/>
- [11] ceskedalnice.cz [online]. Copyright © 2002 [cit. 14.05.2018]. Dostupné z: <http://www.ceskedalnice.cz/>
- [12] Department for Transport - GOV.UK. Welcome to GOV.UK [online]. Copyright © Crown copyright [cit. 14.05.2018]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-transport>

- [13] Metan4U. Metan4U [online]. Dostupné z: <http://gazpronin.ru/>
- [14] NGVA | NGVA Europe. NGVA | NGVA Europe [online]. Copyright © NGVA Europe. Transparency register [cit. 23.05.2018]. Dostupné z: <https://www.ngva.eu/>
- [15] CNG [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://www.cng.cz/>
- [16] IVECO [online]. 2017 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.iveco.com/Corporate-en/Company/Pages/Iveco-Vision.aspx>
- [17] FRYBERT, Jan. Alternativní pohony. Brno: Integrovaná střední škola automobilní, 2015. ISBN 978-80-260-7548-6.
- [18] STONE, R. Introduction to Internal Combustion Engines. Fourth Edition. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2012. 516 s. ISBN 978-1-137-02829-5.
- [19] KIDNAY, A. J. a William Rutledge. PARRISH. Fundamentals of natural gas processing. Boca Raton: CRC Press, c2006. Mechanical engineering series (Boca Raton, Fla.), 200. ISBN 978-0-8493-3406-1.
- [20] MGKKE (Magyar Gázüzemű Közlekedés Klaszter Egyesület) – Alternatív Energia. Alternatív Energia – www.alternativenergia.hu [online]. Copyright © Copyright 2018, Minden jog fenntartva. [cit. 28.05.2018]. Dostupné z: <http://www.alternativenergia.hu/tag/mgkke-magyar-gazuzemu-kozlekedes-klaszter-egyesulet>
- [21] LAURIN, J.: Motorové palivo zkapalněný zemní plyn, TU v Liberci, Liberec 2001

12. Seznam obrázků

Obrázek 3.1 Nejdůležitější fakta (Zdroj: http://www.giignl.org/sites/default/files/PUBLIC_AREA/Publications/giignl_2017_annual_report_0.pdf).....	10
Obrázek 3.2 Převoz LNG silniční dopravou (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	16
Obrázek 3.3 Plovoucí platforma LNG (zdroj: Shell Czech Republic a.s.)	17
Obrázek 4.1 Tahač IVECO Starlis NP 460 HP (zdroj: Iveco Czech Republic, a. s.)	19
Obrázek 4.2 Tank type Chart HLNG 103 360 liters LNG (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	20
Obrázek 4.3 Posunovací lokomotiva na duální palivo LNG a motorová nafta (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	20
Obrázek 4.4 Množství čerpacích stanic LNG v Evropě (zdroj: http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stanice-lpg-na-mape/#)	22
Obrázek 4.5 Vývoje a využití LNG během uplynulých posledních 3 let (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	24
Obrázek 4.6 Plynová jednotka Grodzisk (zdroj: Chart Ferox, a.s.).....	25
Obrázek 4.7 Stanice Mobilní Stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	29
Obrázek 4.8 Stanice Mobilní Stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	30
Obrázek 4.9 Stanice Přemístitelná stanice v rámu (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	30
Obrázek 4.10 Stálá plnicí stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	31
Obrázek 5.1 Dálnice v ČR (zdroj: http://www.ceskedalnice.cz/dalnicni-sit/)	33
Obrázek 5.2 Umístění plnicí stanice u Prahy, která rozšíří Modré Koridory (zdroj: Chart Ferox, a.s.) ..	33
Obrázek 5.3 Pokrytí potřeby plynu na území „Višegrádských“ států prostřednictvím stanic LNG (zdroj: Chart Ferox, a.s.).....	36
Obrázek 6.1 Vybudování nové pilotní stanice do plně vybavené stanice (zdroj: Chart Ferox, a.s.)	37
Obrázek 7.1 LNG Modré koridory (zdroj: Chart Ferox, a.s.).....	39
Obrázek 7.2 Trasa "Modrý koridor - 2017"-"Iberia – Baltié" (Zdroj: https://neftegaz.ru/news/view/163607-11-mezhdunarodnyj-avtoprobeg-Goluboy-koridor-2017-zavershitsya-v-g-Sankt-Peterburge-vo-vremya-Peterburgskogo-Mezhdunarodnogo-Gazovogo-Foruma).....	40
Obrázek 9.1 Možností umístění nádrží: 2xCNG, dojezd do 570 km a CNG+LNG, dojezd do 1100 km (zdroj: IVECO Czech Republic, a.s.)	51
Obrázek 9.2 Možností umístění nádrží: Single LNG, dojezd do 800 km a Double LNG, dojezd do 1600 km (zdroj: IVECO Czech Republic, a.s.)	51
Obrázek 9.3 Trasa Brno-Milan (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	56
Obrázek 9.4 Trasa Praha-Brémy (zdroj: ČESMAD BOHEMIA).....	57
Obrázek 9.5 Trasa Jihlava-Madrid (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	58
Obrázek 9.6 Trasa Plzeň-Olomouc (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	59

13. Seznam tabulek

Tabulka 4.1 Množství čerpacích stanic (zdroje: http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stanice-lpg-na-mape/#).....	21
Tabulka 4.2 Porovnání aktuálního počtu čerpacích stanic všech komodit (zdroj: http://www.levnevozeni.cz/cerpaci-stanice-lpg-na-mape/#).....	22
Tabulka 8.1 Ceny LNG v Evropě (zdroj: http://gazpronin.ru/)	47
Tabulka 9.1 Položky kalkulačního vzorce a jejich závislost (zdroj: přednášky, doc. Ing. Zdeněk Říha, Ph.D.)	50
Tabulka 9.2 Fixní hodnoty (zdroj: ČESMAD BOHEMIA z.s.).....	54
Tabulka 9.3 Základní sazby DPH (zdroj: https://www.finance.cz/489543-dph-eu-2017/)	55
Tabulka 9.4. Průměr cen LNG a nafty na trase Brno-Milan (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	56
Tabulka 9.5 Průměr cen LNG a nafty na trase Brno-Milan (zdroj: vlastní výpočty).....	56
Tabulka 9.6 Průměr cen LNG a nafty na trase Praha-Brémy (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	57
Tabulka 9.7 Průměr cen LNG a nafty na trase Praha-Brémy (zdroj: vlastní výpočty)	58
Tabulka 9.8 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: ČESMAD BOHEMIA).....	59
Tabulka 9.9 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty)	59
Tabulka 9.10 Průměr cen LNG a nafty na trase Plzeň-Olomouc (zdroj: ČESMAD BOHEMIA)	60
Tabulka 9.11 Průměr cen LNG a nafty na trase Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty)	60
Tabulka 9.12 Základní data pro trasu Brno-Milán	61
Tabulka 9.13 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Brno-Milán (zdroj: vlastní výpočty).....	61
Tabulka 9.14 Základní data pro trasu Praha-Brémy	62
Tabulka 9.15 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Praha-Brémy (zdroj: vlastní výpočty).....	63
Tabulka 9.16 Základní data pro trasu Jihlava-Madrid.....	63
Tabulka 9.17 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Jihlava-Madrid (zdroj: vlastní výpočty).....	64
Tabulka 9.18 Základní data pro trasu Plzeň-Olomouc	65
Tabulka 9.19 Vypočet ceny LNG z předpokládané ceny nafty pro trasu Plzeň-Olomouc (zdroj: vlastní výpočty).....	65

14. Seznam grafů

Graf 9.1 Graf pro vybranou trasu Česko-Itálie (zdroj: vlastní výpočty).....	61
Graf 9.2 Graf pro vybranou trasu Česko-Německo (zdroj: vlastní výpočty).....	63
Graf 9.3 Graf pro vybranou trasu Česko-Španělsko (zdroj: vlastní výpočty).....	64
Graf 9.4 Graf pro vybranou trasu Česko (zdroj: vlastní výpočty)	65