An aerial, high-angle photograph of a multi-lane highway stretching into the distance. The scene is captured during sunset, with a warm, golden light illuminating the sky and the road. The sky is filled with large, dark clouds, and the sun is low on the horizon, creating a strong glow. The highway has multiple lanes in both directions, separated by a central grassy median. Several vehicles, including cars and trucks, are visible on the road. In the foreground, a large white semi-truck is moving away from the viewer, its motion slightly blurred. The surrounding landscape is lush with green trees and vegetation. The overall atmosphere is serene and dynamic.

Využití LNG v dopravě a energetice a jeho bezpečnost

Zdeněk Dufek, Petr Beneš, Jiří Pospíšil,
Jiří Škorpík, Václav Živec, Milan Martinka

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Dufek, Zdeněk

Využití LNG v dopravě a energetice a jeho bezpečnost / Zdeněk Dufek, Petr Beneš, Jiří Pospíšil, Jiří Škorpík, Václav Živec, Milan Martinka. -- Vydání první. -- Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2019. -- 88 stran

ISBN 978-80-7623-016-3 (brožováno)

* 662.767.7-026.73 * 662.6/.9:338.45 * 351.824.11 * 620.9 * 625.748.54 * 351.785 *
614.841.3 * 656.1025.4 * 34 * (4) * (437.3) * (048.8:082)

- zkapalněný zemní plyn
- průmysl paliv
- energetika
- čerpací stanice pohonných hmot
- požární bezpečnost
- nákladní silniční doprava
- právní předpisy -- země Evropské unie
- právní předpisy -- Česko
- kolektivní monografie

662 - Výbušniny. Paliva [19]

VYUŽITÍ **LNG** V DOPRAVĚ A ENERGETICE A JEHO BEZPEČNOST

© JUDr. Ing. Zdeněk Dufek, Ph.D., Ing. Petr Beneš, CSc., doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.,
Ing. Jiří Škorpík, Ph.D., JUDr. Václav Živec, Milan Martinka, 2019

Recenzenti:

Ing. Petr Štefl – Český plynárenský svaz
Ing. Michal Slabý, Mgr. Marek Sitta – NET4GAS, s.r.o.

Odpovědná redaktorka: Ing. Dominika Hejduková
Grafická úprava obálky: ARTE 73 s.r.o.
Grafická úprava a sazba: ARTE 73 s.r.o.
Vydalo: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., Brno
Tisk a knihařské zpracování: ARTE 73 s.r.o.
Počet stran: 88
Náklad: 100 ks
Vyšlo v září 2019
Vydání první

ISBN 978-80-7623-016-3

Partneři projektu jsou:



GasNet



T A
Č R

Publikace byla vydána jako součást řešení projektu Projektování a bezpečné provozování LNG čerpacích stanic č. TK01010146 podpořeného Technologickou agenturou České republiky v rámci 1. veřejné soutěže Programu na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací THÉTA.

Citace ČSN jsou provedeny se souhlasem České agentury pro standardizaci. Plné texty českých technických norem jsou dostupné v Zákaznickém centru České agentury pro standardizaci nebo prostřednictvím služby ČSN online (<https://csnonline.agentura-cas.cz> nebo <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz>).

Právní předpisy jsou citovány podle stavu z května 2019.

Obsah

05	O autorech
06	Poděkování
07	Předmluva
08	1 Základní infrastruktura LNG technologie
08	1.1 Fyzikální vlastnosti LNG
09	1.2 Porovnání LNG versus NG
12	1.3 Skladování a transport LNG
12	1.3.1 Zásobníky se stálým odparem
13	1.3.2 Komerčně vyráběné zásobníky
17	1.4 Použité informační zdroje
18	2 Možné způsoby využití LNG
18	2.1 Příprava TUV a tepla na vytápění
20	2.2 Kogenerace
21	2.3 Trigenerace
23	2.4 Výroba chladu pomocí absorpční chladicí jednotky
24	2.5 Výroba tepla s absorpčním tepelným čerpadlem a kotlem na zemní plyn
25	2.6 Technologie pro KVET
25	2.7 KVET s absorpčním tepelným čerpadlem
26	2.8 KVET se spalovacím motorem
27	2.9 KVET se spalovací turbínou
28	2.10 Využití energie chladu
29	2.11 LNG záložní palivo
30	2.12 Energeticky autonomní podnik
31	2.13 LNG zásobník pro krytí špičkových odběrů zemního plynu
32	2.14 Použité informační zdroje
33	3 Strategické a právní dokumenty
33	3.1 Dovoz LNG z USA
34	3.2 Infrastruktura LNG v EU
37	3.3 Strategické dokumenty EU
41	3.4 Strategické dokumenty ČR
41	3.4.1 Státní energetická koncepce
41	3.4.2 Národní akční plán čisté mobility
45	3.5 Legislativní dokumenty EU
45	3.5.1 Legislativní balík Čistá energie pro všechny Evropany
47	3.5.2 Směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva
47	3.5.3 Transevropská dopravní síť
48	3.5.4 Bezpečnost dodávek zemního plynu v EU
48	3.5.5 Čistá mobilita

48	3.6	Právní dokumenty ČR
48	3.6.1	Energetický zákon
48	3.6.2	Zákon o pohonných hmotách
49	3.6.3	Vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot
49	3.7	Zdanění LNG
49	3.7.1	Regulace EU
49	3.7.2	Česká transpozice
50	3.8	Použité informační zdroje
52	4	Základní bezpečnostní požadavky na výstavbu a konstrukci LNG čerpacích stanic
52	4.1	Obecné požadavky na konstrukci LNG čerpacích stanic
52	4.1.1	Budovy a stavby
53	4.1.2	Instalace a konstrukce
54	4.1.3	Skladování LNG
56	4.1.4	Elektrická zařízení a elektroinstalace
57	4.1.5	Kontrolní systémy
58	4.1.6	Ochrana tankovacích stanic LNG proti přetlaku
59	4.2	Přemístitelné a mobilní LNG čerpací stanice
59	4.3	Uvedení LNG čerpací stanice do provozu
60	4.4	Obecné požadavky na bezpečnost LNG čerpacích stanic
60	4.4.1	Postup tankování
61	4.4.2	Kontrola a údržba čerpací stanice
61	4.4.3	Bezpečnostní značky na čerpací stanici
61	4.4.4	Instrukce k instalaci a obsluze
62	4.4.5	Údržba LNG čerpací stanice
62	4.5	Požadavky na požární bezpečnost LNG čerpacích stanic
66	4.6	Použité informační zdroje
67	5	Možné využití LNG v oblasti dopravy
67	5.1	Nákladní silniční doprava
67	5.1.1	Specifika nabídky LNG tahačů
70	5.1.2	Iveco
71	5.1.3	Scania
72	5.1.4	Volvo
73	5.2	LNG v EU
74	5.3	Průzkum mezi dopravci
74	5.3.1	Hlavní zjištění z průzkumu u dopravních společností
76	5.3.2	Náklady dopravců
77	5.4	Predikce poptávky
79	5.5	Použité informační zdroje
80	6	LNG cesta do ČR
83	6.1	Použité informační zdroje
84	7	Zkratky a vysvětlení pojmů

O autorech

JUDr. Ing. Zdeněk Dufek, Ph.D., je ředitelem výzkumného centra AdMaS na Fakultě stavební VUT v Brně a odborný asistent Ústavu stavební ekonomiky a řízení. Zabývá se problematikou efektivnosti veřejných stavebních investic a problematikou dopravní infrastruktury. Je soudním znalcem v oboru ekonomika se specializací na oceňování podniku, efektivnost veřejných stavebních investic a ekonomiku veřejných zakázek.

vedoucí autorského kolektivu, autor kapitoly 3

Ing. Petr Beneš, CSc., působí jako odborný asistent Ústavu pozemního stavitelství na Fakultě stavební VUT v Brně. Zabývá se zejména problematikou požární bezpečnosti staveb, její aplikací při realizaci staveb a problematikou navrhování a provádění pozemních staveb.

autor kapitoly 4

Doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D., je ředitelem Energetického ústavu Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Jeho odborným zaměřením je oblast hodnocení zdrojů energie, technologií uplatňovaných v rámci efektivních transformací energie a hodnocení dopadů těchto transformací na životní prostředí.

spoluautor kapitol 1 a 2

Ing. Jiří Škorpík, Ph.D., je odborným asistentem Energetického ústavu Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně. Jeho odborným zaměřením je oblast energetických transformačních technologií s detailním zaměřením na kogenerační jednotky, parní a spalovací turbíny.

spoluautor kapitol 1 a 2

JUDr. Václav Živec je předsedou Výboru pro logistiku Svazu chemického průmyslu ČR.

Celou profesní kariéru se zabývá přepravami chemických komodit v mezinárodním obchodu.

autor kapitoly 6

Milan Martinka spolupracuje se společností GasNet s.r.o. jako konzultant pro oblast nákladní kamionové dopravy se zkušenostmi z oblasti výroby a prodeje dopravní techniky.

autor kapitoly 5

Poděkování

Autoři děkují recenzentům Ing. Michalovi Slabému, Mgr. Markovi Sittovi a Ing. Petrovi Štefloví za recenze a připomínkování publikace. Dále děkujeme Středisku vzdělávání a informací ČKAIT za redakční podporu při přípravě publikace a České agentuře pro standardizaci za poskytnutí datového obsahu technických norem.

Předmluva

Sousloví Liquefied Natural Gas (LNG) znamená v překladu zkapalněný zemní plyn. Využívání LNG je celosvětově stále aktuálnějším tématem. Důvodem je jednak pokles zásob ropy a jednak vývoj nových technologií pro využití LNG. Očekává se, že v letech 2017–2023 vzroste světový obchod se zkapalněným zemním plynem o více než 100 mld. m³ (z 391 na 505). Mezinárodní energetická agentura předpokládá, že dovoz LNG do EU se do roku 2040 zvýší téměř o 20 % oproti úrovni z roku 2016. EU v současné době dováží přibližně 70 % zemního plynu z celkové spotřeby a očekává se, že tento podíl v následujících letech vzroste.

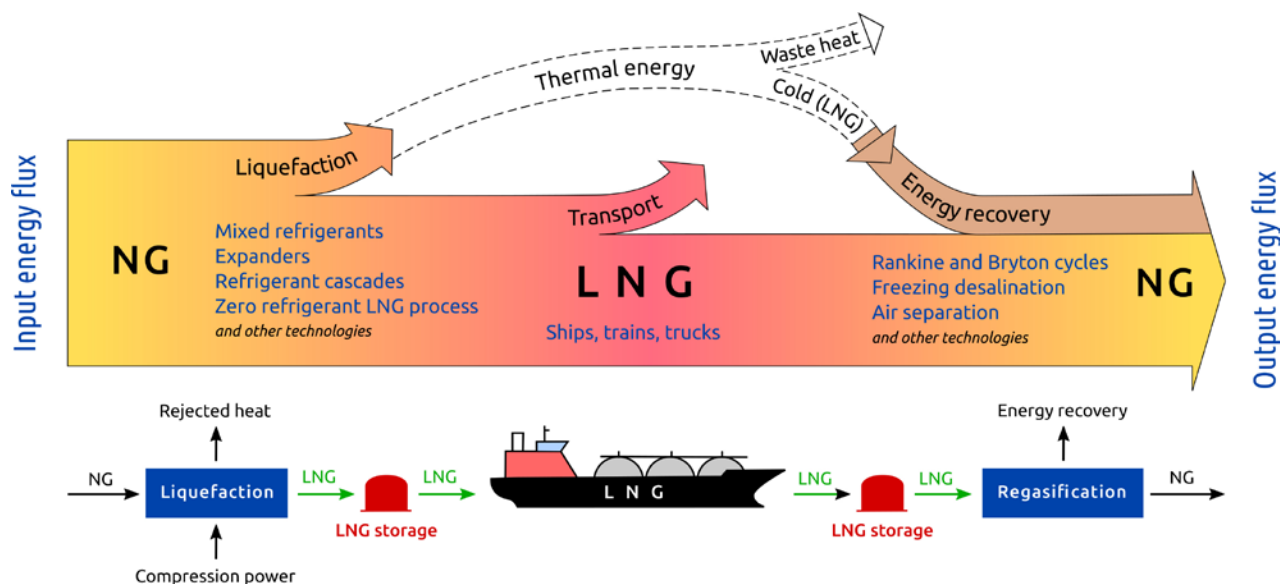
Průmyslové využívání tohoto paliva se ve světě rozšiřuje od druhé poloviny 20. století, nicméně v České republice je LNG prakticky neznámý. Trh s LNG se u nás pohyboval v typickém „začarovaném kruhu“ – palivo se do ČR nedováží a neprodává, neboť nejsou zákazníci; ti nejsou, protože nikdo nenabízí stroje s pohonem na LNG; stroje na toto palivo nejsou nabízeny, neboť je není kde natankovat, protože se do ČR toto palivo nedováží. Situace se postupně mění. S ohledem na evropské strategie v oblasti udržitelné mobility a na vypsání dotačních programů na podporu výstavby tankovacích stanic na LNG lze v České republice v příští dekádě očekávat významný rozvoj využití tohoto paliva.

Cílem publikace je přiblížit odborné veřejnosti tento druh paliva, seznámit s jeho základními fyzikálními vlastnostmi, podmínkami dopravy, skladováním a s možnostmi jeho komerčního využití. Pozornost je rovněž věnována koncepčním dokumentům EU a popisu základních východisek bezpečnostních norem.

Publikace je určena širokému okruhu potenciálních uživatelů, kteří se s LNG mohou v následujících letech setkat – provozovatelům autodopravy, projektantům čerpacích stanic, obchodníkům s pohonnými hmotami, průmyslovým podnikům, odborníkům v oblasti požární bezpečnosti a bezpečnosti silničního provozu. Současně je určena pracovníkům stavebních úřadů, kteří budou stavby tankovacích stanic a zásobníků povolovat.

1. Základní infrastruktura LNG technologie

Zkapalnění, přeprava, skladování a využití zemního plynu ve formě LNG vyžaduje vytvořit efektivní řetězec energetických transformací a s tím souvisejících technologií. Celý proces nesouvisí pouze s distribucí vlastního paliva, ale i s významnou spotřebou energie v dílčích fázích procesu zkapalňování, přepravy a odpařování.



Obr. 1.1 Znárodnění dílčích energetických transformací technologie LNG, zdroj [1]

1.1 Fyzikální vlastnosti LNG

LNG zaujímá 570krát menší objem v porovnání s plyným zemním plynem (NG), což je hlavní motivací využití kapalného skupenství při transportu a skladování. Hustota zkapalněného zemního plynu je 400 kg/m^3 . Zemní plyn je v kapalné podobě udržován při teplotě $-162 \text{ }^\circ\text{C}$ a atmosférickém tlaku. Zkapalnění zemního plynu je proces s velkou energetickou náročností a vyžaduje dodávku značného množství hnací energie pro pohon zkapalňovací technologie. Na základě hodnocení reálných instalací zkapalňovacích terminálů je na krytí jejich energetické potřeby spotřebováno až 10 % vstupního množství NG [2]. Energie spotřebovaná na zkapalnění není ztracena, ale její významná část je nesena LNG ve formě chladu, který je dán fyzikálními vlastnostmi zemního plynu a odpovídá 830 kJ/kg LNG [3]. Tato energie je uvolňována v průběhu procesu následného odpaření.

Jako u většiny plynů se teplota varu LNG zvyšuje se zvyšujícím se tlakem. Var se vždy odehrává hluboko pod teplotou $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Existence kapalné fáze zemního plynu je fyzikálně možná při velmi vysokých tlacích při teplotách nižších než $-80 \text{ }^\circ\text{C}$. Plyná fáze je lehčí než vzduch. LNG hoří v plyném stavu po vytvoření hořlavé směsi se vzduchem, což vyžaduje nutnost zajištění odparu před vlastním spalováním. LNG je z pohledu chemického složení čistším metanem než NG v plynovodech. To je způsobeno vyšším stupněm separace nemetanových složek NG (CO_2 , N_2 , NGL, S) před vlastním zkapalněním.

Ze všech fosilních paliv produkuje zemní plyn při spalování nejmenší množství CO_2 na jednotku uvolněné energie, a to díky složení metanové molekuly. Zemní plyn je nekorozivní, netoxický, bezbarvý, bez zápachu, s výhřevností 50 MJ/kg .

Poznámka:

Pojmem „Natural Gas Liquids“ (NGL) jsou označovány kondenzovatelné uhlovodíky separované ze zemního plynu.

Tab. 1.1 Přehled vlastností LNG (NG)

Energetický obsah	
Výhřevnost LNG	20 MJ/l
Výhřevnost LNG	50 MJ/kg
Spalné teplo LNG	21,6 MJ/l
Spalné teplo LNG	54 MJ/kg
Složení LNG	
Metan	84,55–96,38 mol%
Etan	2,00–11,41 mol%
Propan	0,35–3,21 mol%
n-Butan	0,00–1,30 mol%
Charakteristické teploty	
Teplota varu (při absolutním tlaku 1 bar)	–162 °C
Kritický bod (maximální teplota existence kapalně fáze)	–82 °C
Zápalná teplota	650 °C
Stechiometrická teplota plamene	1957 °C
Hustoty	
Hustota LNG (při absolutním tlaku 1 bar)	400 kg/m ³
Hustota plynného skupenství (při absolutním tlaku 1 bar)	0,7 kg/m ³
Výbušnost	
Výbušný ve směsi se vzduchem v rozmezí	4,3–15 % obj.
Oktanové číslo pro spalovací motory	120–130

Bio-LNG

Jako primární surovina pro produkci LNG nemusí být užit pouze zemní plyn, ale alternativně může posloužit i bioplyn. Bioplyn je v takovém případě nejprve upraven do podoby biometanu s čistotou 99 %. Technologie pro tuto úpravu využívají polymerní membrány nebo selektivní rozpouštědla. Biometan následně vstupuje do procesu zkapalnění, jehož produktem je bioLNG. Jelikož bioLNG zkapalňovací jednotky patří mezi zařízení menších měřítek, je pro zkapalnění s výhodou využíváno kapalného dusíku. Teplota varu dusíku je při atmosférickém tlaku –196 °C a umožňuje podchladiť plynný biometan až do fáze zkapalnění.

1.2 Porovnání LNG versus NG

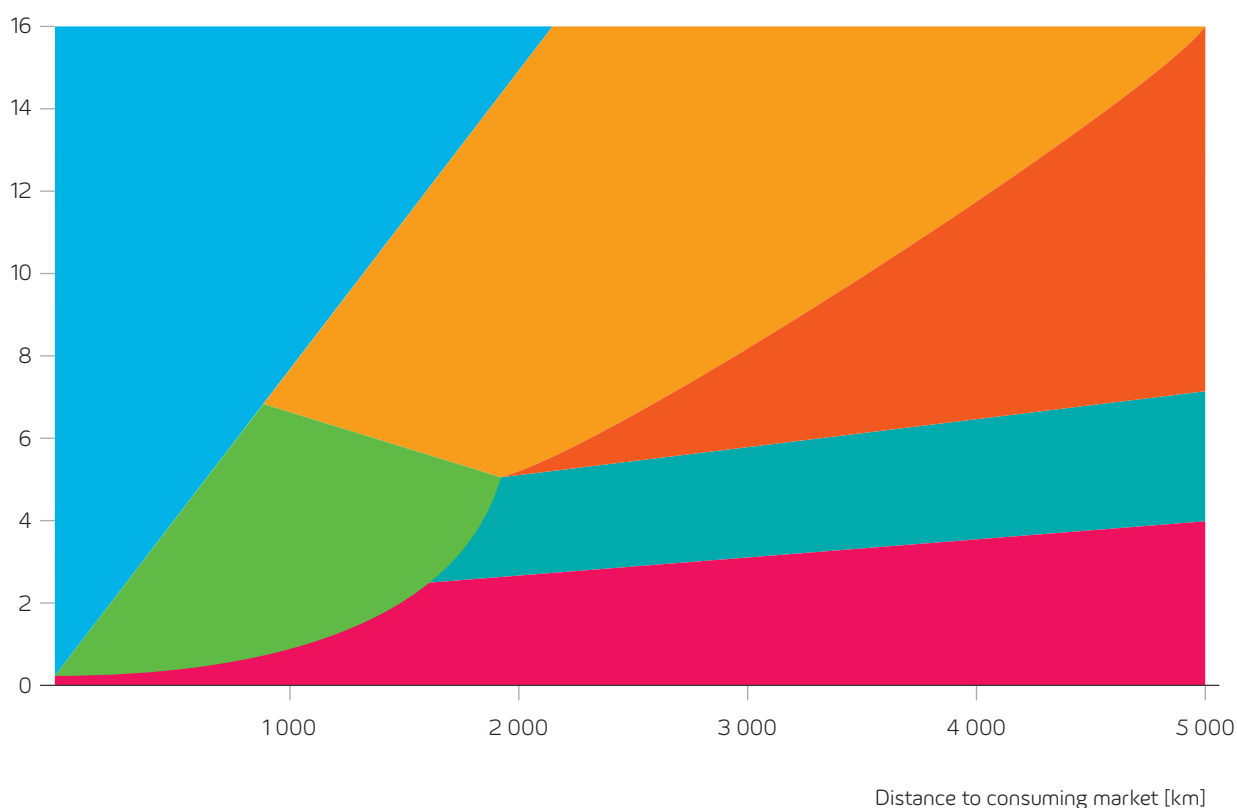
Široké spektrum možného využití zemního plynu je hlavní výhodou tohoto paliva. Zemní plyn lze uplatnit ve všech centrálních využívajících spalovací proces pro produkci elektrické energie, tepla a nepřímo i chladu. Při výrobě elektrické energie jde o zdroje s vysokou flexibilitou provozu a špičkovými provozními parametry. Právě tyto zdroje jsou v současných tržních podmínkách vyhledávány pro doplnění systémů implementujících ve značné míře obnovitelné zdroje s nestabilní produkcí. Zemní plyn představuje vhodné palivo i pro silniční, železniční a lodní dopravu. V silniční dopravě se zvyšuje spotřeba zemního plynu v rámci CNG (Compressed Natural Gas) konceptu, který se využívá především u osobních automobilů a městských autobusů. Postupně se rozšiřuje i používání LNG jako paliva v kamionové dopravě. Rostoucí popularitu LNG prokazují nárůsty provozovaných nákladních vozidel na LNG. Song [4] zveřejnil, že v roce 2017 po celém světě jezdilo 100 000 nákladních vozidel na LNG. Toto číslo je velice nízké v porovnání s počtem naftových nákladních automobilů, ale představuje nezanedbatelná 2,4 % těžkých nákladních vozů.

Hlavní motivací pro užití LNG je výrazně vyšší energetická hustota LNG v porovnání s NG. Mezi další výhody LNG patří:

- 570krát menší objem LNG v porovnání s NG při 1 baru absolutního tlaku – menší objemy zásobníků;
- ve zkapalněné podobě můžeme LNG uchovávat při atmosférickém tlaku – jednoduchá konstrukce zásobníků;
- LNG je nositelem „chladu“ – může při odpařování větších výkonů posloužit současně jako chladicí médium;
- ve srovnání s nádržemi na CNG jsou LNG nádrže: lehčí, menší, ale s většími nároky na tepelnou izolaci a technické provedení odolávající velkým výkyvům teploty.

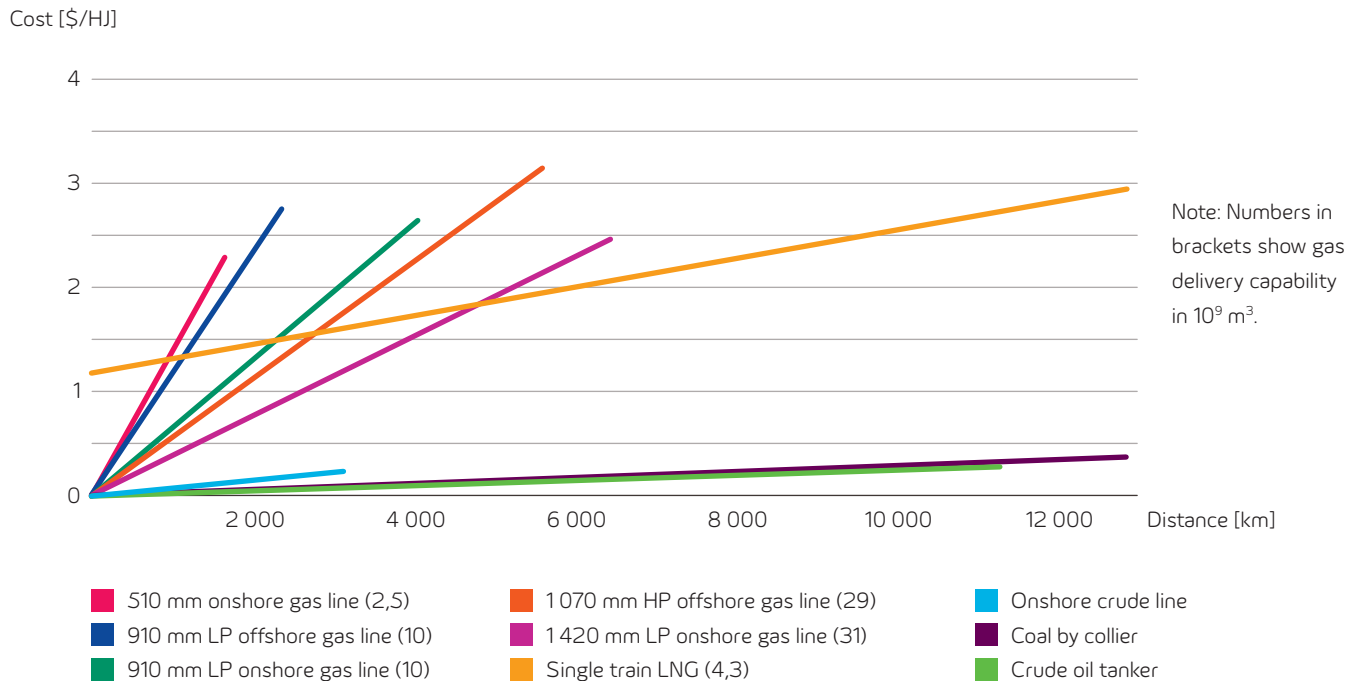
Vzhledem k značným vzdálenostem mezi polohou těžby a spotřeby byla věnována řada studií ekonomickému hodnocení volby NG/LNG pro dálkový transport. Wood a kol. [5] konkretizovali ekonomicky opodstatněné užití NG/CNG/LNG při přepravě rozličného množství plynu na různě velké vzdálenosti, viz obr. 1.2.

Gas delivery [bcm/year]



Obr. 1.2 Ekonomicky preferované formy nosiče energie při dálkovém transportu, zdroj [5]

Na kratší vzdálenosti je ekonomicky výhodnější přeprava plynovody, na větší vzdálenosti přeprava LNG s využitím tankerů. Makinen [6] stanovil mezní vzdálenost na úrovni 4 000 km pro kontinentální plynovody a 2 000 km pro plynovody podmořské. Pokud se při hodnocení neomezíme pouze na ekonomické porovnání, ale zahrneme i flexibilitu jednotlivých transportních cest, dochází k prodloužení mezní vzdálenosti ve prospěch plynného zemního plynu.



Obr. 1.3 Porovnání různých způsobů přepravy LNG, upraveno z [7]

Hlavní nevýhodou LNG je kontinuální odpar při skladování a přepravě, který může být orientačně kvantifikován v rozmezí 0,1–0,2 % objemu zásobníku za den [8].

Další nevýhody LNG jsou:

- zkapalnění je energeticky značně náročné – zvyšuje cenu. LNG přepravované do terminálů v kapalné podobě je energeticky výhodné distribuovat v kapalné podobě dále;
- nízká skladovací teplota – je nutné užívat dobře izolovaných zásobníků.

Tab. 1.2 Srovnání parametrů CNG a LNG

Stav	CNG	LNG
	plyn	kapalina
Teplota v zásobníku	okolí	-162 °C
Typický tlak v zásobníku	17–25 MPa	0,170–0,446 MPa
Typická hustota v zásobníku	131–192 kg/m ³	400 kg/m ³
Energetická hustota	6 500–9 500 MJ/l	21 000 MJ/l

1.3 Skladování a transport LNG

Hlavní předností LNG je velká objemová hustota energie, která představuje výhodu pro transport a skladování. Přeprava LNG na velké vzdálenosti je realizována téměř výhradně lodní dopravou. Nakládka a vykládka LNG představuje periodický proces, který vyžaduje dostatečnou kapacitu LNG zásobníků. Vytvoření velké zásoby LNG je vhodné pro zajištění stability dodávky a překlenutí fluktuací v dodávce a odběru LNG. Další využití LNG zásobníků představuje vytvoření bezpečnostní rezervy paliva v blízkosti místa spotřeby NG pro případ přerušování pravidelné dodávky paliva. LNG v tomto případě slouží jako bezpečnostní rezerva nahrazující plynné či kapalně palivo využívané ve spalovacích turbínách, spalovacích motorech a kotlích.

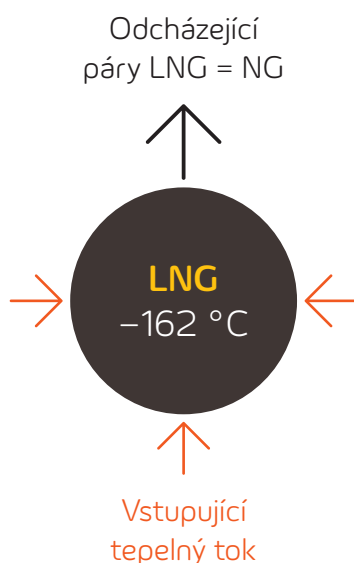
Zásobníky LNG jsou primárně válcové velkoobjemové nádoby skladující LNG při atmosférickém tlaku nebo mírném přetlaku, čemuž odpovídá teplota varu LNG -162 °C . Zásobníky jsou jednoduché konstrukce s kvalitní tepelnou izolací tvořící vnější plášť zásobníku. Tepelná izolace omezuje tepelný tok z okolního prostředí do zásobníku. Tepelný tok není možno zastavit zcela a jisté množství tepelné energie ustáleně vstupuje z okolí do zásobníku. Tento nežádoucí tepelný tok způsobuje var jistého množství LNG. V průběhu varu je tepelná energie spotřebována na změnu skupenství, čímž je zajištěno udržení nízké teploty obsahu LNG zásobníku. Odpařený plyn je odveden ze zásobníku, aby nedocházelo ke zvyšování vnitřního tlaku, a je s výhodou využíván jako plynný NG pro další užití. Pokud není využití odpařeného plynu možné nebo technicky proveditelné, může docházet k jeho únikům ze zásobních nádrží do atmosféry.

Energetická náročnost skladování a transportu se vyjadřuje množstvím odpařeného plynu. Toto množství závisí přímo úměrně na době uskladnění LNG. Odpařený NG může být opakovaně zkapalněn, což vyžaduje významné množství energie. Na zkapalnění 1 kg LNG je potřeba cca 0,38 kWh elektrické energie, množství odpařeného plynu odpovídá běžně 0,17 % LNG za den [9].

1.3.1 Zásobníky se stálým odparem

Snahy zamezit kontinuálnímu odparu aktivním chlazením části zásobníku pod teplotu -162 °C vycházejí neekonomicky. V případě potřeby řešit nežádoucí kontinuální odpar je vhodnější ponechat zásobník v režimu se stálým odparem a odpařený plyn zkapalňovat v externím zkapalňovacím zařízení (reliquifikace). Tento proces však představuje další náklady zdražující finální produkt.

Obecně je řetězec dálkové přepravy, lokální distribuce a následného užití řešen tak, aby průběžný odpar byl vhodně využit pro procesy vyžadující plynnou podobu NG. Z důvodu ochrany zásobníků před nežádoucím nárůstem tlaku jsou vždy vybaveny pojistným ventilem nastaveným nejčastěji na tlakovou úroveň 1 MPa.



Obr. 1.4 Schéma hmotnostně energetické bilance zásobníku se stálým odparem

Základním typem zásobníku užívaného pro přepravu i skladování LNG je nechlazený zásobník se stálým odparem. Jedná se o těsnou kovovou nádobu opatřenou tepelně izolačním obalem. Nádoba je ve většině případů válcového tvaru, řešená jako dvouplášťová. Prostor mezi vnějším a vnitřním pláštěm je vyplněn tepelně izolačním materiálem (keramzit/vakuum). Koncept dvouplášťové nádoby je užíván pro stacionární velkoobjemové zásobníky, provozní zásobníky, zásobníky čerpacích stanic, železniční cisterny, autocisterny, intermodální kontejnery i nádrže mobilních zařízení se spalovacím motorem.

Hlavní charakteristiky zásobníků se stálým odparem je možno shrnout do následujících bodů:

- LNG v zásobníku o tlaku blízkém atmosférickému je samovolně udržován na teplotě -162 °C ;
- zásobník přijímá přes stěnu nežádoucí tepelný tok. Kapalina na to reaguje přeměnou části své hmotnosti na plynnou fázi. Tímto je kapalně fázi odebrána tepelná energie (výparné teplo) a neodpařená část dlouhodobě setrvává v kapalném stavu při -162 °C ;
- odpar je přímo úměrný množství tepelné energie procházející stěnou;
- prostup tepla stěnou lze zpomalit tepelnou izolací, ale nelze jej zastavit;
- kontinuální odpar je technologickou nutností zásobníku.

Řízený odpar požadovaného množství LNG je zajištěn v „odpařovací jednotce“ (evaporation skid), kde dochází k ohřevu okolním vzduchem a k varu LNG v registru vertikálních trubek opatřených podélnými žebry. Pro dosažení požadovaného výkonu je měněn počet trubek v registru.

Zhang [11] zahrnul LNG mezi realizovatelné způsoby skladování významného množství energie. V případě možného úniku LNG netěsností nádrže dochází k jeho odpaření a získává v plynné podobě hustotu $0,7\text{ kg/m}^3$. Tato hustota je přibližně dvakrát nižší než hustota vzduchu, což podporuje rychlý rozptyl plynné fáze v atmosféře. Produkce skleníkových plynů z motorů spalujících NG představuje primární produkci skleníkových plynů LNG technologie. Nežádoucí únik plynu z LNG technologií je další významný lokální příspěvek produkce skleníkových plynů. Studie společnosti NTB [11] dokumentuje, že zařízení na LNG představuje v podmínkách Norska čtvrtý nejvýznamnější zdroj skleníkových plynů.

LNG je neagresivním médiem a dochází pouze k minimální degradaci vnitřních částí zásobníků přítomností některých agresivnějších příměsí. Zásobníky mají v běžných provozních podmínkách životnost min. 20 let.

Plnění LNG zásobníku a distribuce ze zásobníku je realizována s užitím dopravních čerpadel, která musí zajistit překonání tlakové ztráty potrubí a tlak plněné nádrže.

1.3.2 Komerčně vyráběné zásobníky

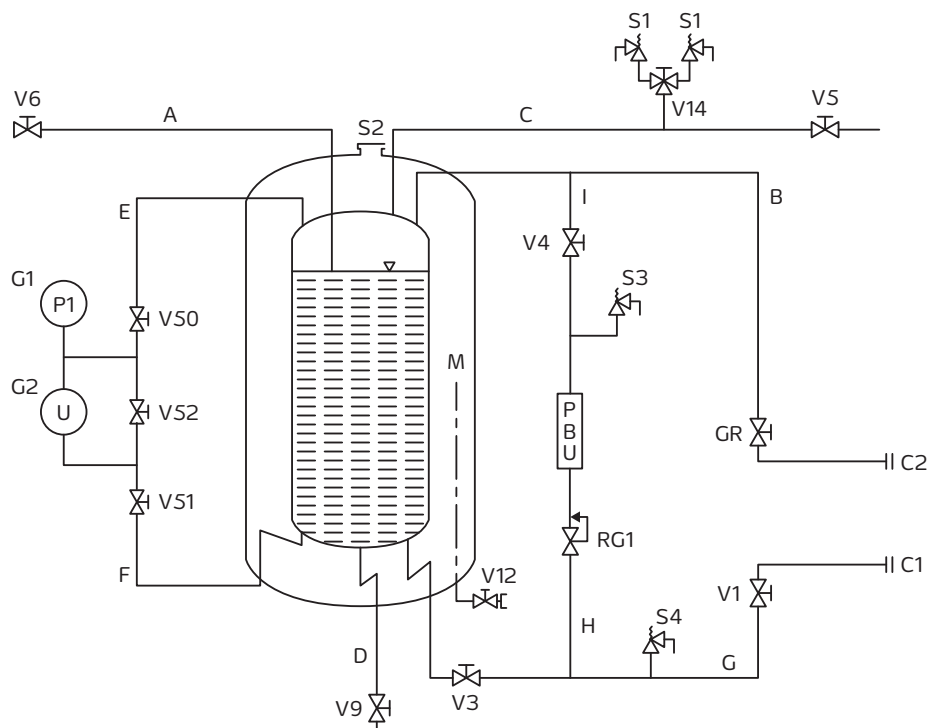
Výrobci zásobníků LNG využívají ve většině případů technologie výroby standardních velkoobjemových zásobníků odolávajících vnitřnímu přetlaku. Jedná se o svařované nádoby s klenutými dny a skruženým obvodovým pláštěm. Zásobníky mohou být z nerezové oceli, která je ale ve většině případů zbytečná. Vzhledem k nekorozičnosti LNG postačují pro výrobu plechy z běžné konstrukční oceli s dobrou svařitelností. Zásobníky jsou vyráběny ve velikostech od $0,25\text{ m}^3$ až po zakázkově řešené nadzemní zásobníky s objemem $1\,000\text{ m}^3$.

Velkoobjemové zásobníky

Zásobníky o objemu $20\text{--}1\,000\text{ m}^3$ (tzv. bulk tanks) jsou vyráběny buď jako vertikální nebo horizontální válcové nádoby. Vzhledem k rozměrům zásobníků je nutné vždy posoudit možnosti přepravy na místo realizace, která může přinést komplikace v zatáčkách, podjezdech a na kruhových objezdech. S výhodou se zde uplatňuje lodní doprava po využitelných tocích.

Běžné technické parametry zásobníků:

- maximální pracovní přetlak 10 bar;
- pojistný ventil;
- dvouplášťové provedení;
- meziplášťová tepelná izolace;
- vypouštěcí a napouštěcí otvor.



Obr. 1.5 Funkční schéma velkoobjemových zásobníků, zdroj [12]



Při volbě velikosti zásobníku je vhodné postupovat obezřetně. Větší zásobník se potýká s větším výkonem nutného odparu. Je tedy vhodné vždy posoudit nezbytnost objemu zásobníku a optimalizovat četnost plnění menšího zásobníku.

Obr. 1.6 Ukázka velkoobjemových vertikálních zásobníků, zdroj [17]



Obr. 1.7 Ukázka velkoobjemového horizontálního zásobníku, zdroj [17]

Malé zásobníky LNG

Kategorie malých zásobníků LNG zahrnuje zásobníky s objemem 2–20 m³. Tyto zásobníky jsou nejčastěji využívány jako operativní zásoba NG umístěná v těsné blízkosti místa spotřeby a jako zásobní kapacita plnicích stanic.



Obr. 1.8 Ukázka malých LNG zásobníků pro plnicí stanici, zdroj [13]

Mobilní zásobníky LNG

Zásobníky menších objemů, určené pro opakovanou přepravu, jsou označovány jako ISO kontejnery. Tyto kontejnery mohou plnit funkci operativních zásobníků menších rozměrů či mobilních (dočasných) zásobníků. Opatření zásobníku přepravním rámem, který odpovídá rozměrům ISO kontejneru, umožňuje přepravu zásobníku bimodální dopravou a manipulaci s ním pomocí existující manipulační techniky.



Obr. 1.9 Ukázka „ISO kontejneru“, zdroj [17]

Mini zásobníky LNG

Mezi mini LNG zásobníky řadíme kryogenní zásobníky s objemem 0,25 m³ až 2 m³. Tyto zásobníky představují operativní zásobníky v místě spotřeby pro malé odběratele. Vzhledem k rozměrům vychází u těchto nejmenších zásobníků nevhodně poměr povrchu zásobníku a objemu. Z tohoto důvodu jsou hodnoty samovolného odparu vztažené na jednotku objemu nejméně příznivé.



Obr. 1.10 Ukázka mini zásobníků 1 000 l a 600 l, zdroj [17]

Zařízení pro regazifikaci LNG

Konečné užití plynu probíhá vždy v plynné podobě. LNG opouštějící zásobník je tedy nutné v řadě případů aktivně odpařovat před dalším užitím. Odpar je realizován v odparkách, které jsou konstrukčně provedeny jako soustava vertikálních trubek. Spodní stranou do vnitřního prostoru trubek vtéká LNG a zaplavuje trubky. Vnější strana trubky je omývána proudem vzduchu okolního prostředí. Na stěně trubky dochází k varu LNG. Vzniklé páry odcházejí v podobě bublin nad hladinu a jsou řízeně odváděny z horního konce trubky. Odparný výkon jednotky je úměrný tepelnému toku, který prostupuje stěnou trubky. Pro zvýšení intenzity přestupu tepla na vnější straně trubky je venkovní strana opatřena vertikálními žebry. Vertikální orientace žeber umožňuje vytvořit sestupné proudění vzduchu podél trubky při jeho ochlazování studenou stěnou trubky.

Obr. 1.11 Ukázka odpařovací jednotky s vertikálními trubkami opatřenými podélnými žebry, zdroj [17]



1.4 Použité informační zdroje

- [1] Pospíšil, J.; Charvát, P.; Arsenyeva, O.; Klimeš, L.; Špiláček, M.; Klemeš, J. Energy demand of liquefaction and regasification of natural gas and the potential of LNG for operative thermal energy storage. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 99, no. 1, p. 1–15. ISSN: 1364-0321.
- [2] Kandiyoti, R. 2008. *Pipelines: Flowing Oil and Crude Politics*, London: I.B. Tauris.
- [3] Lin W, Huang M, Gu A. A seawater freeze desalination prototype system utilizing LNG cold energy. *Int. J. of Hydrogen Energy* (2017), Vol. 42, Issue 29, p. 18691–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.04.176>
- [4] Song H, Ou X, Yuan J, Yu M, Wang C. Energy consumption and greenhouse gas emissions of diesel/LNG heavy-duty vehicle fleets in China based on a bottom-up model analysis. *Energy* (2017), Vol.140, Part 1, p. 966–978. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.09.011>.
- [5] Wood R. Van, Pitta D.A., Franzak F.J. Successful marketing by multinational firms to the bottom of the pyramid: Connecting share of heart, global 'umbrella brands', and responsible marketing. *Journal of Consumer Marketing* (2008), Vol. 25, No.7, p. 419–429. <https://doi.org/10.1108/07363760810915635>
- [6] Mäkinen, H. 2010. *The Future of Natural Gas as the European Union's Energy Source – Risks and Possibilities*, Turku: Pan-European Institute.
- [7] Jensen J. *The development of a global LNG market. Is it Likely? If so When?* Oxford, UK: Oxford Institute for Energy Studies; 2004. ISBN 1-901795-33-0. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2010/11/NGS-TheDevelopmentofAGlobalLNGMarketIsItLikelyIfSoWhen-JamesJensen-2004.pdf?v=928568b84963>
- [8] Firemní materiály společnosti Chart–Ferox, <http://www.chart-ferox.cz/>, (cit. 14. 4. 2019)
- [9] Jung, Y., Yokobori, K., Doi, N., Peng, H., Wang, Z. and Sinygin, O. 2000. *Natural Gas Pipeline Development in Northeast Asia*, Tokyo: Asia Pacific Energy Research Centre. ISBN 4-931482-06-6. https://aperc.ieej.or.jp/file/2010/9/26/Natural_Gas_Infrastructure_Development_Northeast_Asia_2000.pdf
- [10] Zhang H-Y, Xi W-W, Ji Q, Zhang Q. Exploring the driving factors of global LNG trade flows using gravity modelling. *Journal of Cleaner Production* (2018), Vol. 172, p. 508–515. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.244>
- [11] NTB, Finnmark fikk strøm fra snøhvit [Finnmark got electricity from Snow White]. *Dagens Naeringsliv*. (2011). <http://www.dn.no/energi/article2288190.ece> (cit. 3. 4. 2019)
- [12] Firemní materiály Feroxparts, www.feroxparts.com, (cit. 14. 4. 2019)
- [13] Internetový portál www.busportal.cz, (cit. 30. 4. 2019)
- [14] Internetový portál www.openpr.com, (cit. 15. 3. 2019)
- [15] Internetový portál www.forex.com, (cit. 15. 3. 2019)
- [16] Firemní materiály společnosti Cryoquip, LLC, <https://www.cryoquip.com/> (cit. 20. 3. 2019)
- [17] innogy
- [18] Internetový portál www.siad.com (cit. 30. 4. 2019)

2. Možné způsoby využití LNG

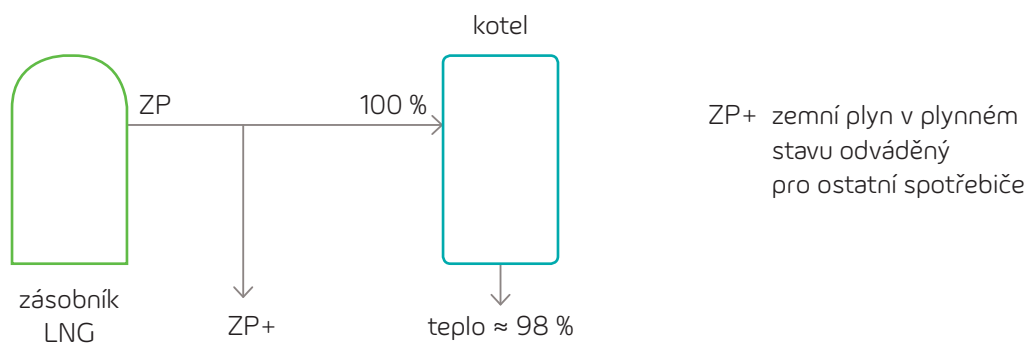
Omezíme-li se na ČR, pak můžeme hovořit o zemním plynu jako tradičním prostředku k transformaci energie, jehož výhody, užité i environmentální vlastnosti jsou obecně známé. Síť plynovodů v ČR je natolik hustá, že se zde vytvořil trh se širokou škálou spotřebičů zemního plynu určených pro domácnosti i průmysl. Existuje však i nemálo lokalit, kam síť plynovodů nedosáhla ať už z ekonomických, či administrativních důvodů. Jedná se především o lokality přirozeně ležící mimo dostupnou infrastrukturu (oblasti horské, podhorské, řídké osídlené). V těchto případech se nabízí alternativa pořízení zásobníků LNG a vybudování ostrovní plynifikace. LNG potom může najít uplatnění v řadě tradičních transformačních technologií:

- kotle pro přípravu TUV a zajištění vytápění;
- kuchyňské sporáky;
- jednotky pro KVVET a výrobu chladu;
- plynová tepelná čerpadla;
- absorpční chladicí jednotky;
- manipulátory (malé dopravní jednotky) na CNG/LNG.

Následující kapitoly zahrnují popisy obecných rysů i konkrétních případů uvedených transformačních technologií s potenciálem využití LNG.

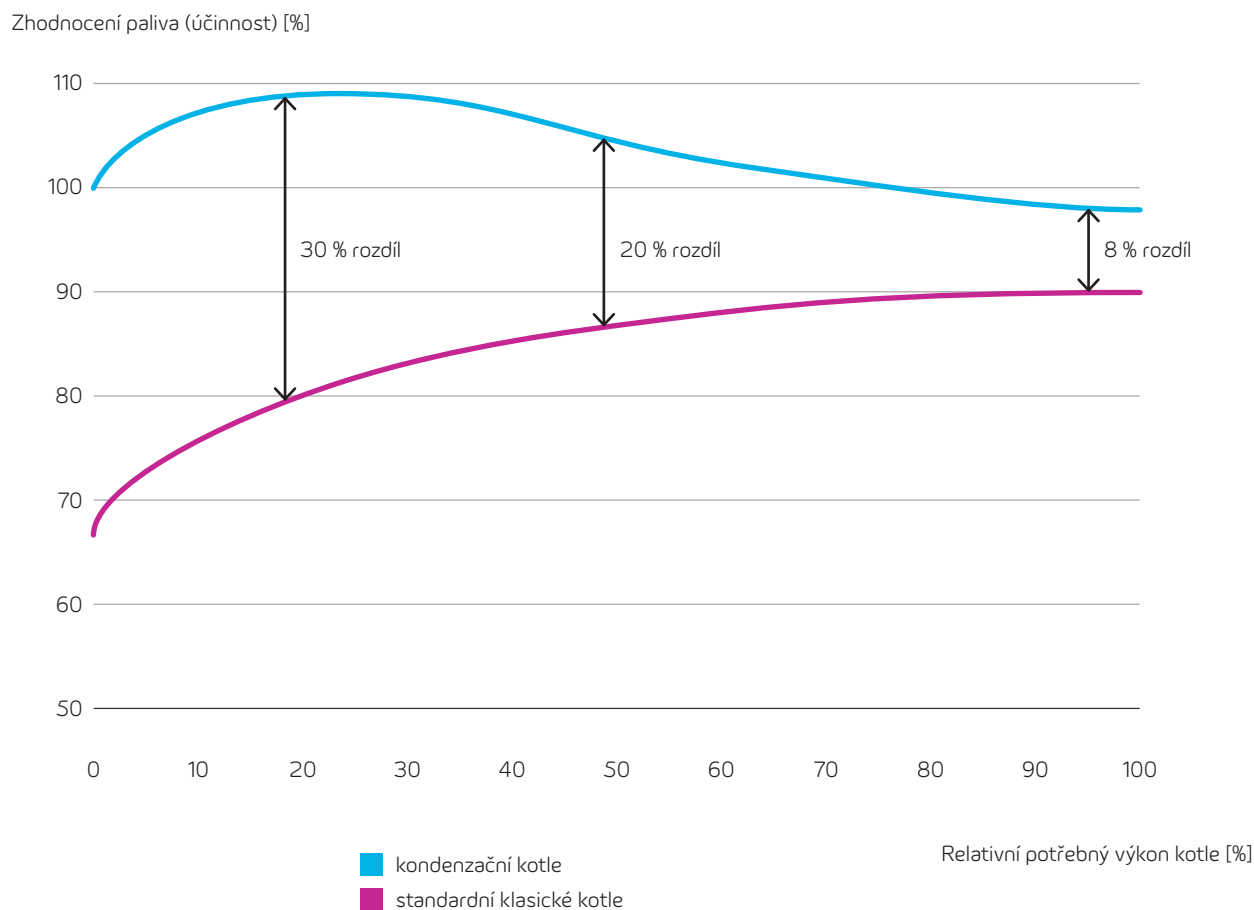
2.1 Příprava TUV a tepla na vytápění

Jedná se o nejrozšířenější způsob využití zemního plynu v široké škále výkonu, od nejmenších domovních jednotek až po středně velké průmyslové provozy.



Obr. 2.1 Schéma zařízení pro výrobu tepla v kondenzačním kotli na zemní plyn

Charakteristické pro plynové kondenzační kotle, na rozdíl od jiných typů kotlů, je využití tzv. kondenzátčního tepla spalin a úplná automatizace provozu, což zvyšuje efektivitu využití energie v palivu při transformaci energie.



Obr. 2.2 Efektivita využití výhřevnosti zemního plynu při výrobě tepla v kondenzačním kotli a porovnání případu nevyužití kondenzačního tepla, zdroj [1]

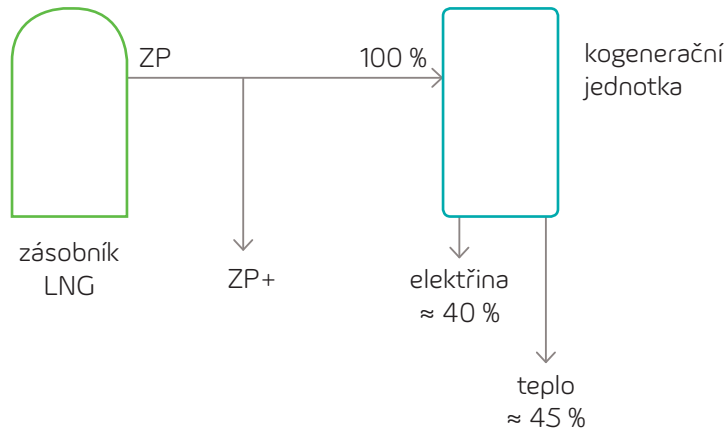
Přínosem řešení je především zvýšení komfortu při výrobě tepla a snížení environmentálních dopadů na okolí. Některé současné způsoby výroby tepla mohou být výhodnější z místního environmentálního hlediska (např. výroba tepla z elektrické energie) nebo ekonomického (např. topení dřevem), ale výroba tepla ze zemního plynu je vhodnou kombinací.

Obr. 2.3 Ilustrační fotografie



2.2 Kogenerace

U objektů s vyšší spotřebou elektrické energie (cca od 10 kW), a tomu odpovídající spotřebou tepla, se vyplácí provozovat jednotku pro kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla (KVET), nazývanou zkráceně kogenerační jednotka.

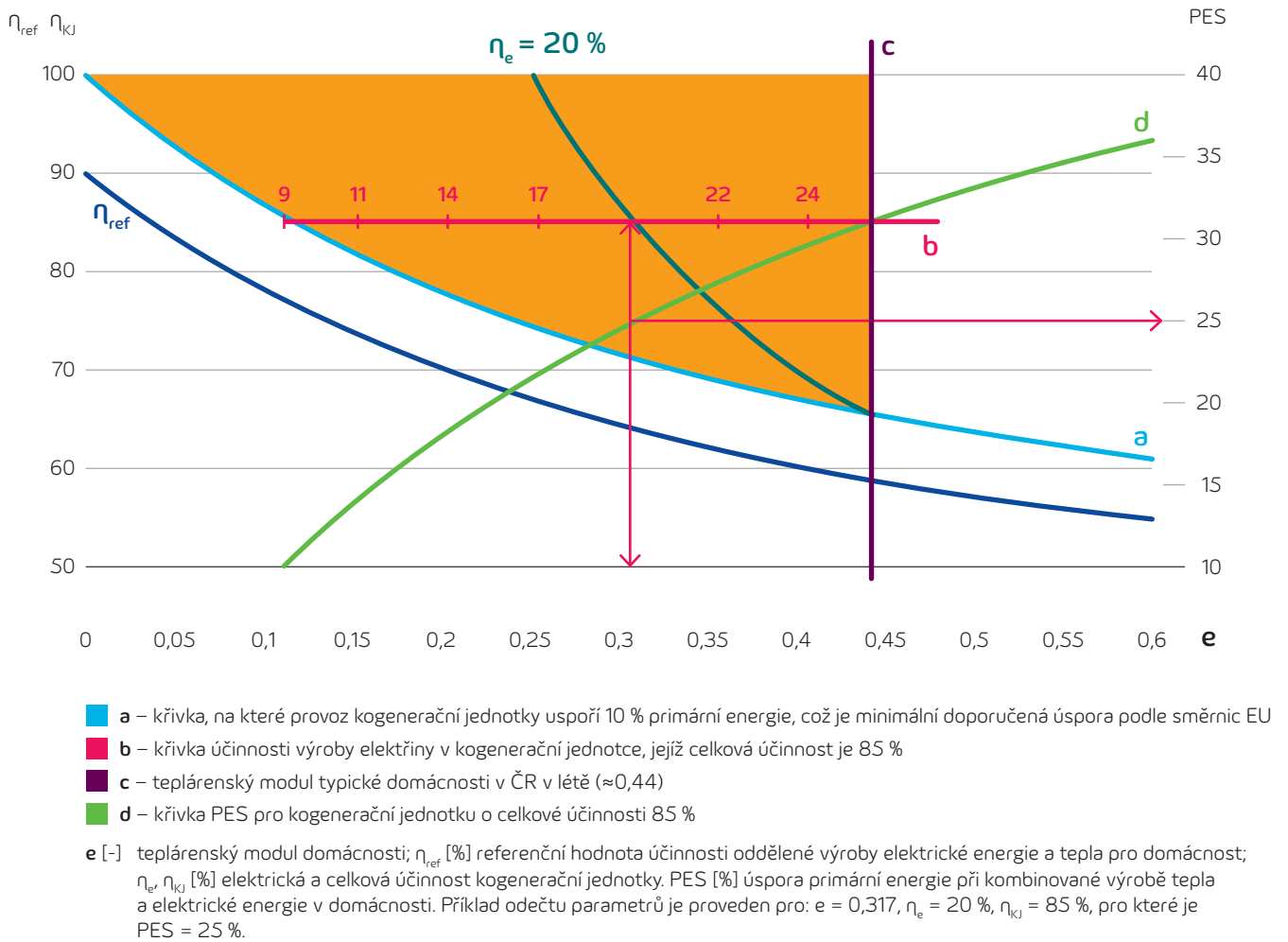


Obr. 2.4 Schéma zařízení pro KVET

Kogenerační jednotky se používají především z ekonomických důvodů. Jednotky využívají palivo šetrnější k přírodě, jímž zatěžují okolí méně než běžná výroba tepla z různých paliv. Vedle toho dochází k úspoře tzv. primárního paliva, a tedy ke snížení environmentálních dopadů v rámci celého státu. Z tohoto důvodu je kogenerace podporována zvýhodněnými výkupními cenami elektrické energie. Další výhodou kogenerace může být možnost navýšení spotřeby elektrické energie nad dimenzi přípojky elektrického vedení a možnost ostrovního provozu v případě kolapsu elektrické sítě.

Obr. 2.5 Ilustrační fotografie

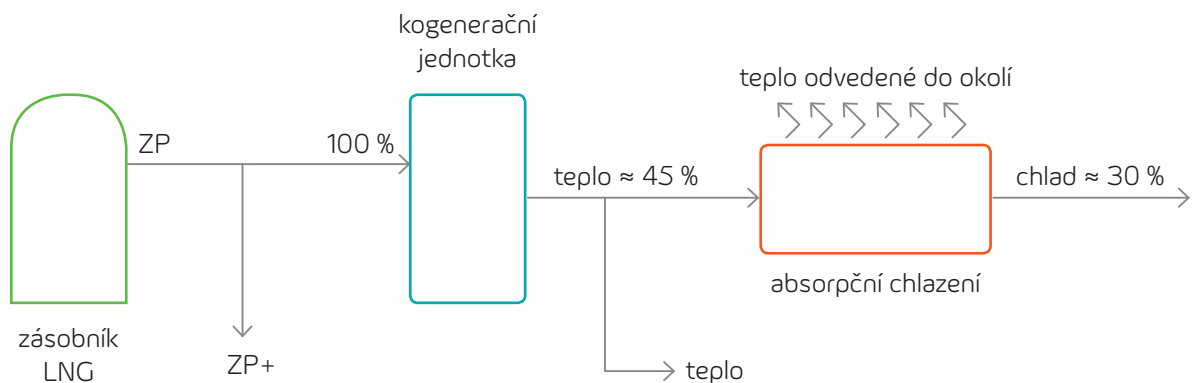




Obr. 2.6 Nomogram pro určení optimálních parametrů kogenerační jednotky, zdroj [2]

2.3 Trigenerace

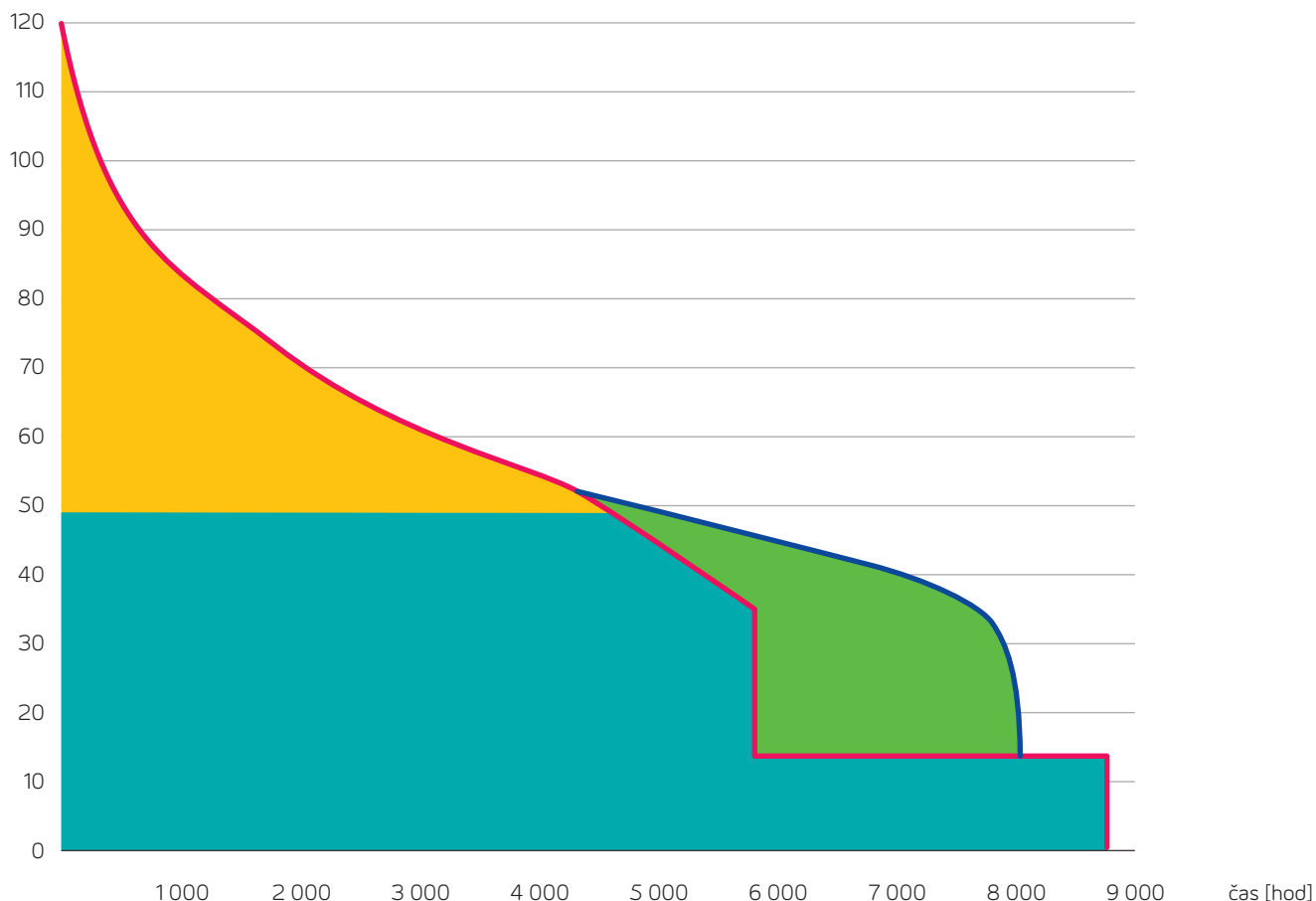
Jedná se o rozšířenou variantu kogenerace. Chlad (ochlazení pracovní tekutiny pod teplotu okolí) se nejčastěji vyrábí pomocí tepla na výstupu z kogenerační jednotky v absorpčním výměníku.



Obr. 2.7 Schéma zařízení pro trigeneraci

Řešení zajišťuje dodávku chladu v okruhu s teplotním spádem chladicí kapaliny 6 °C / 12 °C. Absorpční jednotka s pracovní dvojicí LiBr-H₂O vyžaduje dodávku tepelné energie z KJ na teplotní úrovni min. 85 °C. Zapojení musí být doplněno zařízením pro odvod tepelné energie na úrovni 45 °C (chladicí věž, konvektivní výměník). Toto řešení umožňuje zvýšení roční doby využití KJ zužitkováním tepelné energie z KJ v letním období pro výrobu chladu. Výhody i nevýhody kopírují výhody a nevýhody kogeneračních jednotek a přínosem navíc je úspora elektrické energie při provozu klimatizačních jednotek. Možnosti užití kogeneračního nebo trigeneračního zdroje lze vyčíst z roční doby potřeby řešení budovy, viz obr. 2.8.

tepelný výkon [kWh]

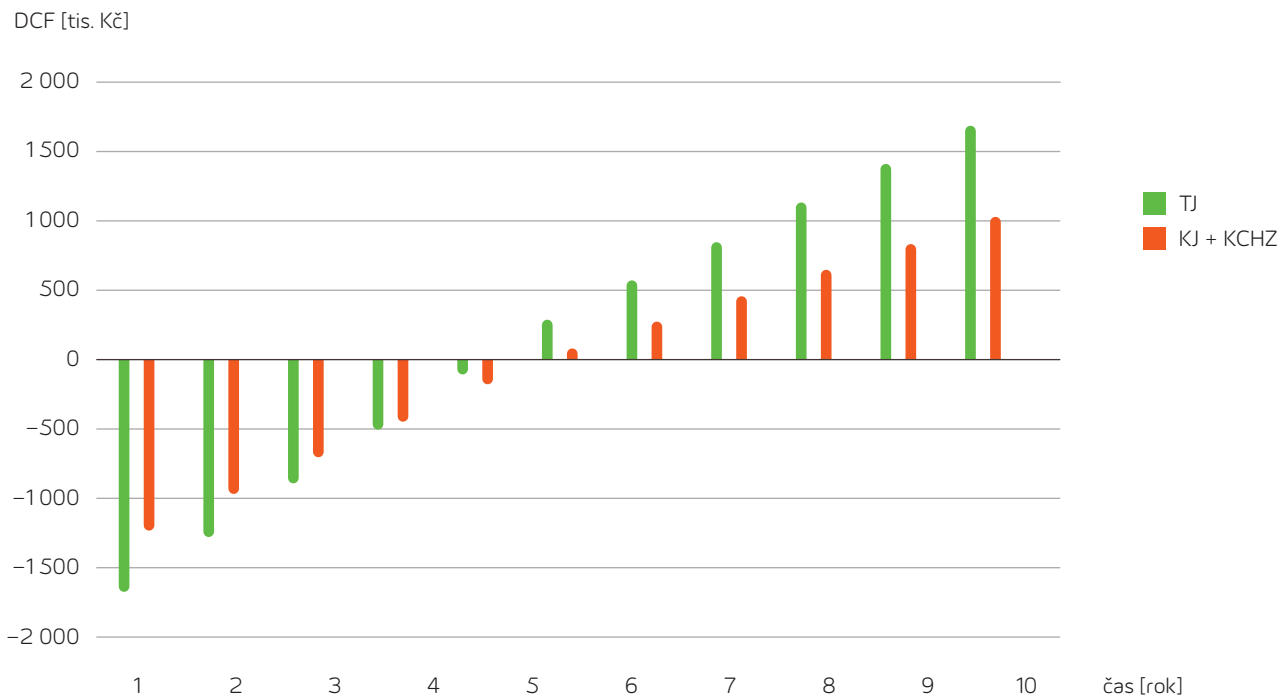


Jedná se o budovu penzionu s 25 lůžky.

■ PK1-3 (špičkovací kotel)
 ■ KJ (kogenerační jednotka)
 ■ TJ (trigenerační jednotka)

Obr. 2.8 Roční doba potřeby tepla a využití jednotlivých zařízení, zdroj [3]

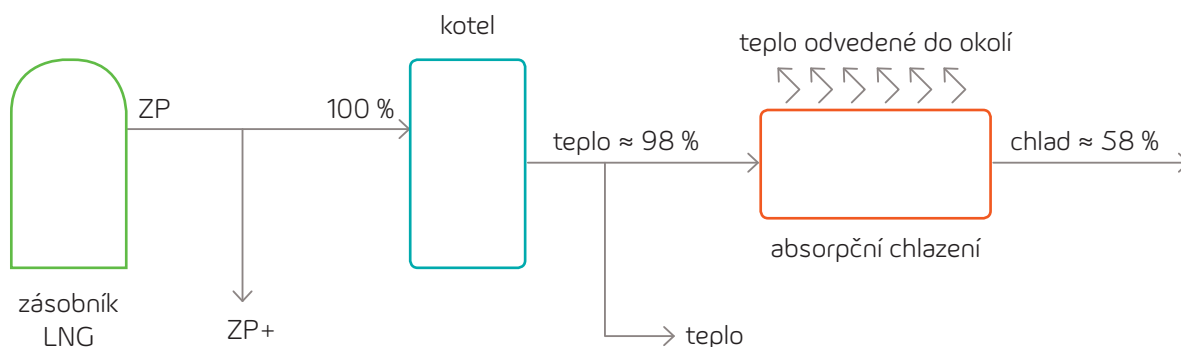
Ekonomické porovnání jednotlivých variant se provádí pro případ oddělené výroby tepla, chladu a elektrické energie, viz následující průběh CF zvoleného modelu. Jedná se o ekonomické porovnání případu z obr. 2.8. Je zde porovnána varianta trigenerace s variantou kogenerační jednotky a klimatizační jednotky (kompresorové chlazení). Trigenerační jednotka zvyšuje roční využití instalovaného zařízení, ale návratnost obou řešení je prakticky totožná a činí pro hodnocený případ 4,5 roku.



Obr. 2.9 Cash-flow výroby energií pro řešenou budovu, zdroj [3]

2.4 Výroba chladu pomocí absorpční chladicí jednotky

Ze schématu trigenerační jednotky (obr. 2.7) plyne, že k výrobě chladu se spotřebovává pouze teplo. To znamená, že výroba chladu nemusí být nutně spojená s výrobou elektrické energie, ale pouze tepla. To dává možnost výroby chladu ze zemního plynu přímější cestou využitím kotle na zemní plyn bez kogenerační jednotky (obr. 2.10).



Obr. 2.10 Schéma zařízení pro výrobu chladu pomocí kotle na zemní plyn

Tento typ zařízení, přibližně do výkonu 100 kW, se skládá z jednotlivých komponent (kotel, absorpční jednotka) na místě, ale u výkonnějších jednotek se dodává kompaktní provedení s integrovaným hořákem pro režim topení i chlazení.

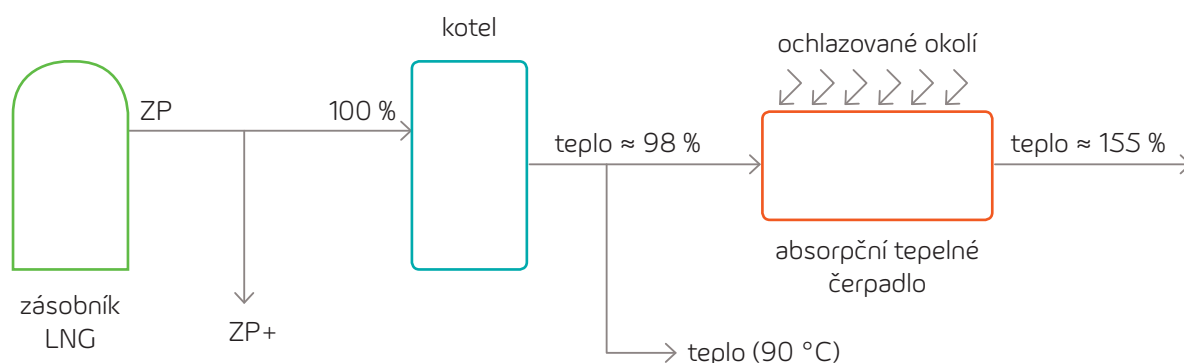


Obr. 2.11 Absorpční chladicí jednotka s integrovaným hořákem, výrobce Broad, výkon 400 kW, zdroj [4]

Přínosem zařízení je menší hlučnost a vibrace oproti variantě chlazení pomocí kompresorové jednotky a dále nižší spotřeba elektrické energie.

2.5 Výroba tepla s absorpčním tepelným čerpadlem a kotlem na zemní plyn

Absorpční tepelné čerpadlo funguje stejně jako absorpční chladič s tím rozdílem, že se nevyužívá chlad, ale teplo odcházející z druhé strany zařízení (na obr. 2.12 označené jako teplo $\approx 155\%$). Teplota, která je na této straně absorpčního tepelného čerpadla, je až $45\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 2.12 Schéma zařízení pro výrobu tepla pomocí kotle na zemní plyn a absorpčního tepelného čerpadla

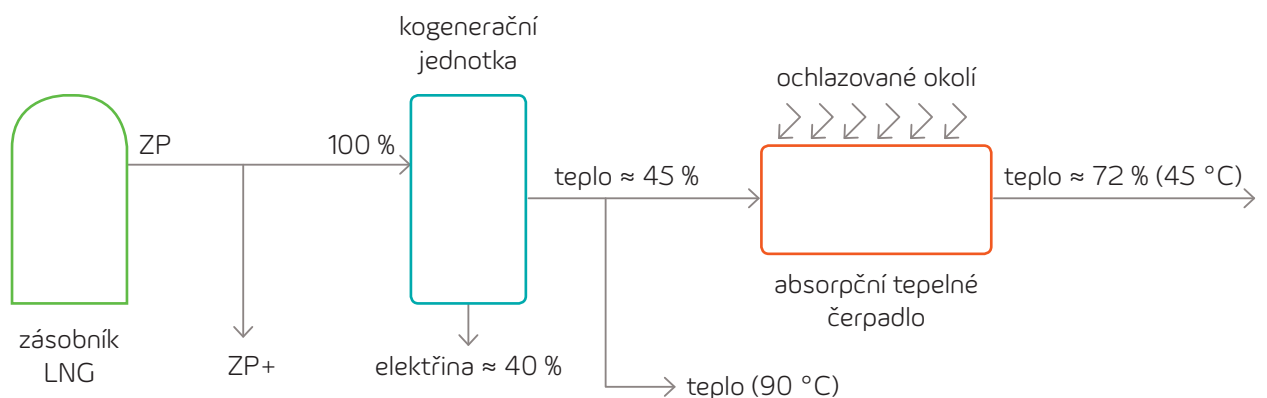
Výhody jsou shodné jako u výroby chladu. Úspora elektrické energie oproti tepelnému čerpadlu s kompresorem je až 20násobná. Existuje zde ale požadavek na dodávku tepla z kotle na zemní plyn. Jedná se o neefektivnější výrobu tepla.

2.6 Technologie pro KVET

Technologie pro KVET jsou tepelnými stroji s různými výkony, přičemž většina přímo či nepřímo využívá transformaci energie uvolněné při chemických reakcích. V této kapitole jsou uvedeny technologie vhodné pro využití energie zemního plynu. Dalším omezením je jednotkový výkon. Uvedeny jsou pouze technologie vhodné pro KVET do ~100 kWe, kde je možné uplatnit LNG, a technologie, které jsou ve fázi vývoje, nebo jsou v současnosti komerčně dostupné. Není uvedena jednotka s palivovým článkem Galileo, využívající velmi čistý zemní plyn, jejíž výroba a prodej skončily [6]. Není uvedena ani jednotka Lion Power Block s parním motorem, která se také již nevyrábí. Prodej mikrokogeneračních jednotek na bázi Stirlingova motoru také skončil. Jednalo se např. o jednotku Vitotwin od společnosti Viessmann [7]. V současnosti je možné pořídit v uvedeném výkonovém omezení jednotky s technologií spalovacích motorů a spalovacích turbín.

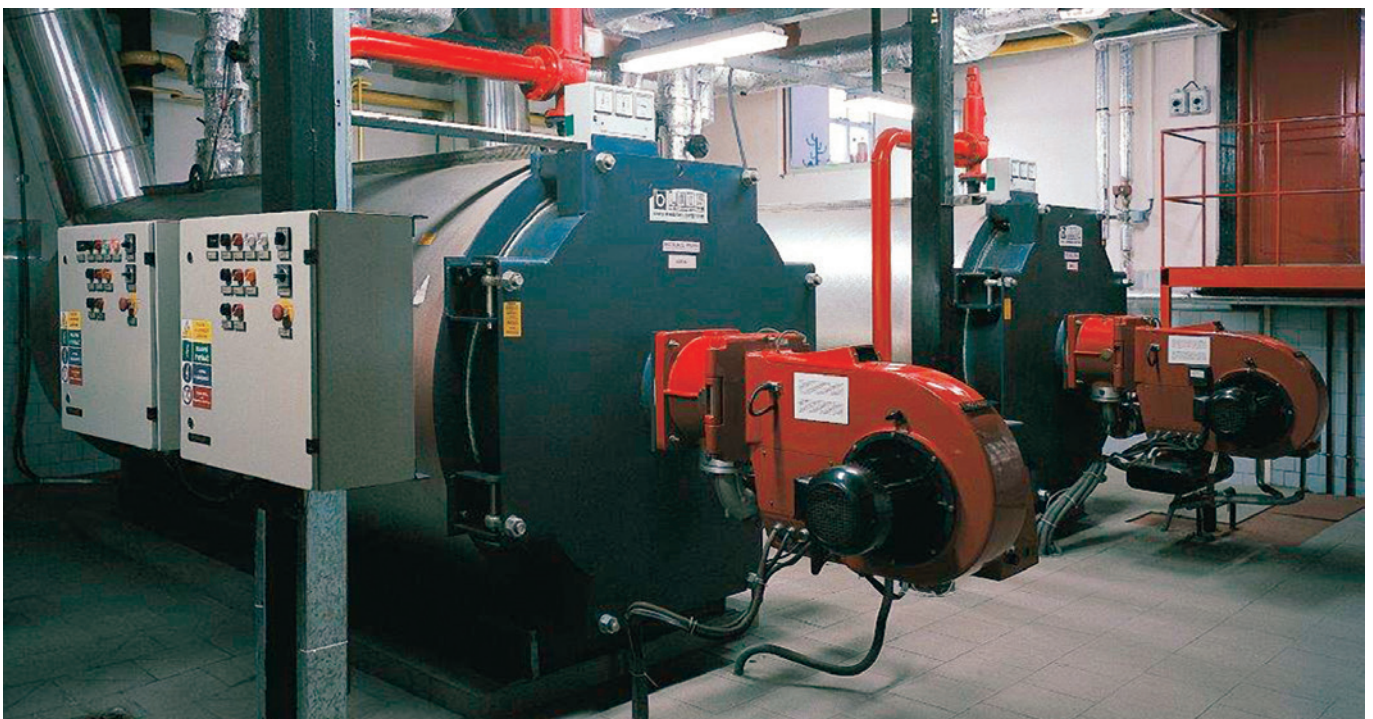
2.7 KVET s absorpčním tepelným čerpadlem

Jedná se o nahrazení zdroje tepla pro absorpční jednotku kogenerační jednotkou. Tím se zvýší pořizovací náklady a vibrace, ale lze využít výhody KVET.



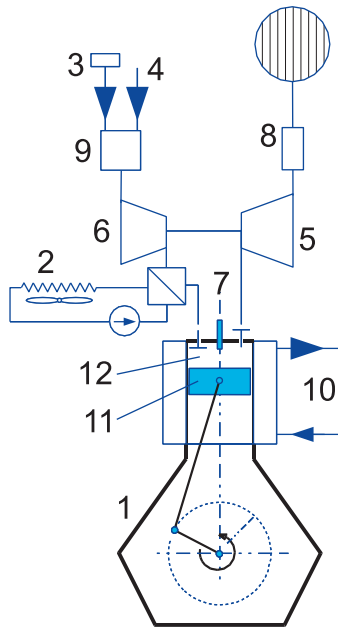
Obr. 2.13 Schéma zařízení pro KVET s absorpčním tepelným čerpadlem

Obr. 2.14 Ilustrační fotografie



2.8 KVET se spalovacím motorem

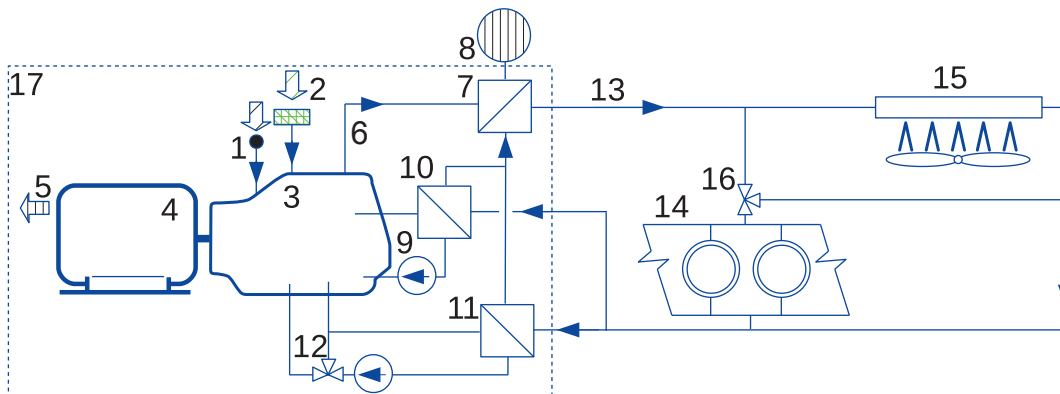
Pojem spalovací motor obvykle označuje objemový, nejčastěji pístový stroj, u kterého spalování palivové směsi probíhá přímo v pracovním objemu (válcí), proto se také nazývá motorem s vnitřním spalováním. Často obsahují motory i turbodmychadlo pro zmenšení potřebného objemu válců.



- 1 blok spalovacího motoru;
- 2 chladič palivové směsi;
- 3 sání vzduchu;
- 4 zemní plyn (palivo);
- 5 turbínová část turbodmychadla;
- 6 kompresor turbodmychadla;
- 7 elektrický zapalovač;
- 8 katalyzátor;
- 9 směšovač;
- 10 chladicí okruh motoru;
- 11 píst, který stlačuje palivovou směs, po zapálení směs hoří a vzniklé spaliny při expanzi posunují píst zpět k dolní úvrati;
- 12 objem válce uzavřený pístem, ve kterém probíhá hoření.

Obr. 2.15 Koncept spalovacího motoru s turbodmychadlem, zdroj [2]

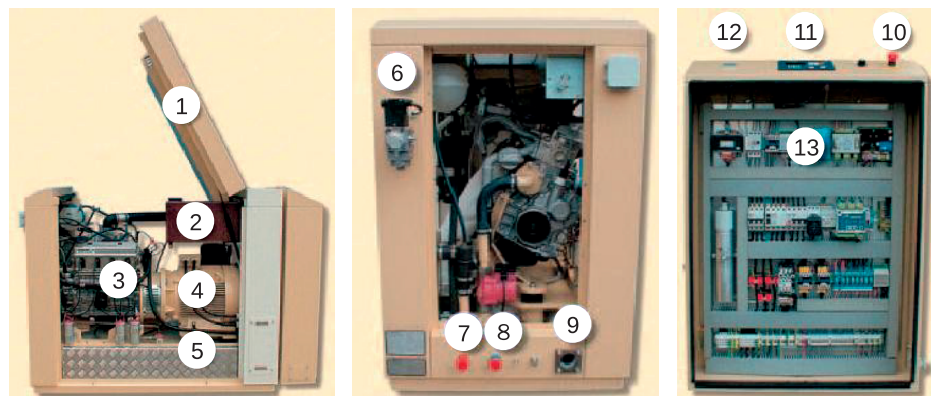
Práce motoru je odváděna přes hřídel a pohání elektrický generátor. Teplo se vyrábí pomocí chlazení oleje a především horkých spalin z výfuku motoru, které mají tlak okolí a vysokou teplotu (několik stovek °C).



- 1 přívod paliva;
- 2 přívod spalovacího vzduchu přes filtr;
- 3 spalovací motor;
- 4 elektrický generátor;
- 5 odvod el. energie;
- 6 odvod horkých spalin z motoru;
- 7 tepelný výměník spaliny-voda (výměník může být na základě požadavku zákazníka nahrazen parogenerátorem);
- 8 komín;
- 9 okruh chladicí vody motoru s cirkulačním čerpadlem;
- 10 tepelný výměník chladicí voda-voda;
- 11 tepelný výměník olej-voda;
- 12 regulace průtoku a teploty oleje;
- 13 vývod teplé vody z kogenerační jednotky;
- 14 spotřebiče teplé vody (například ústřední vytápění);
- 15 chladič (pro případ, že spotřebiče tepla 14 mají sníženou spotřebu nebo jsou mimo provoz);
- 16 regulace teploty a množství vody přiváděné ke spotřebičům;
- 17 hranice kogenerační jednotky.

Obr. 2.16 Schéma zařízení kogenerační jednotky se spalovacím motorem, zdroj [2]

Malé kogenerační jednotky se spalovacími motory jsou velmi kompaktními zařízeními dodávanými v designovaných skříních, které stačí připojit na rozvody teplé vody, elektrické energie a zemního plynu.



- 1 víko protihlukového krytu;
- 2 nádrž na doplnění oleje;
- 3 spalovací motor;
- 4 generátor;
- 5 spalínový výměník a tlumiče hluku;
- 6 přívod plynu (paliva);
- 7 výstup topné vody;
- 8 vstup vratné vody;
- 9 výstup spalin;
- 10 hlavní vypínač;
- 11 řídicí systém;
- 12 počítadlo motohodin;
- 13 rozvaděč.

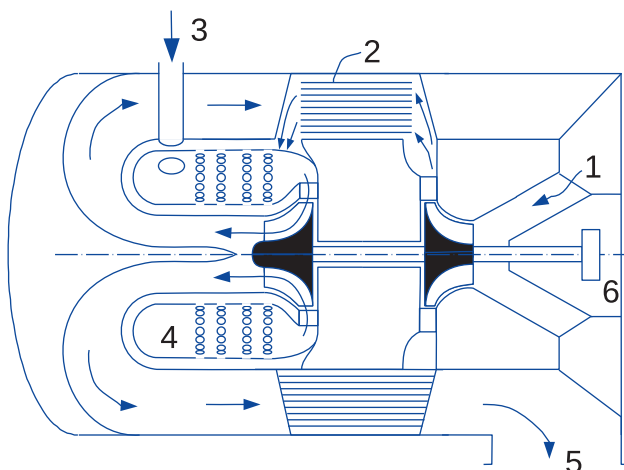
Obr. 2.17 Kogenerační jednotka se spalovacím motorem o výkonu 20 kW, zdroj [9]
Pohledy nejsou ve stejném měřítku.

Výhodou těchto jednotek je rychlá dostupnost, široká servisní základna a vysoká efektivita využití energie v palivu. Nevýhodou je hlučnost, vibrace, hmotnost a vysoké procento škodlivých emisí ve spalinách.

2.9 KVET se spalovací turbínou

Spalovací turbíny jsou lopatkové stroje, ve kterých probíhá komprese, expanze a spalování kontinuálně. Odtud plyne mnohem menší objem škodlivých emisí ve spalinách než u spalovacích motorů. Hlavními částmi spalovacích turbín jsou turbokompresor, turbína a spalovací komora.

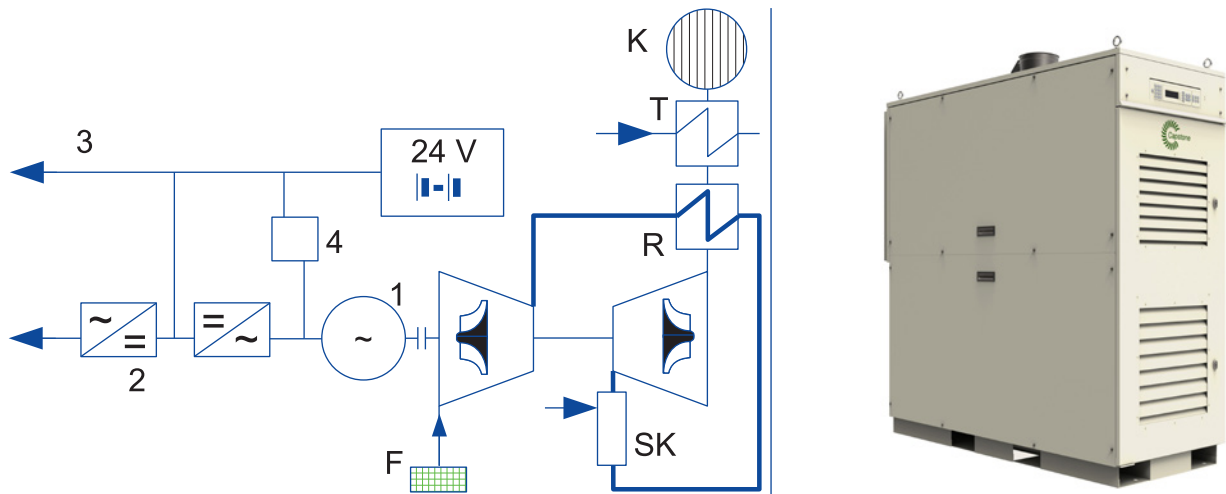
Nasátý vzduch se komprimuje v turbokompresoru. Ve spalovací komoře probíhá hoření paliva a komprimovaného vzduchu. Při spalování vznikají horké spaliny, které pohánějí turbínovou část. Výkon turbínové části je využit pro pohon kompresoru (větší část výkonu) a elektrického generátoru nebo jiného zařízení. Na výstupu z turbíny jsou horké spaliny (několik set stupňů Celsia) a tlak okolí, které lze využít pro ohřev vody.



- 1 vstup vzduchu;
- 2 deskový protiproudý rekuperační výměník ve funkci regenerátoru tepla ze spalin;
- 3 přívod paliva;
- 4 plamence spalovací komory;
- 5 odvod spalin;
- 6 připojení el. generátoru.

Obr. 2.18 Koncept malé spalovací turbíny s regenerací tepla, zdroj [2]

Malé spalovací turbíny jsou oproti stejně výkonným spalovacím motorům lehčí (lze je bez problémů instalovat i ve vyšších podlažích), nevyvolávají vibrace, ale mají nižší elektrickou účinnost než spalovací motory. Hlučnost je u těchto jednotek stejným problémem jako u spalovacích motorů.



- 1 vysokofrekvenční generátor;
- 2 střídač (50/60 Hz);
- 3 napájení příslušenství jednotky;
- 4 startovací modul;
- SK spalovací komora s přívodem paliva;
- F vzduchový filtr na sání do turbokompresorové části;
- R regenerační výměník spaliny / stlačený vzduch;
- T výměník pro ohřev vody pomocí horkých spalin;
- K komín.

Spalovací turbína je tvořena jednostupňovým kompresorem a jednostupňovou turbínou s radiálními stupni. Výkon jednotky je 30 kWe, elektrická účinnost až 26 % (jedna z nejlepších účinností v kategorii mikroturbín), produkce NO_x 9 ppm, teplota spalin před výměníkem 275 °C, hmotnost 405 kg, výška celé jednotky je téměř 1,5 m.

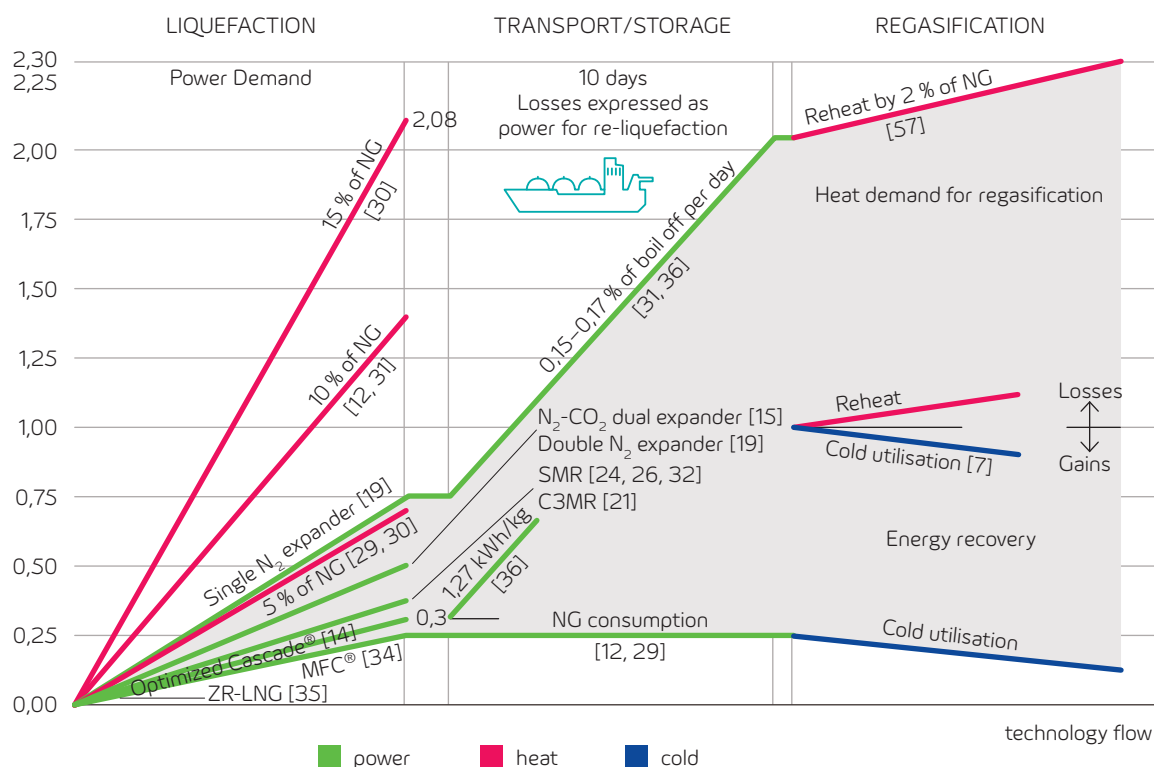
Obrázek Capstone Turbine Corporation, 2011. Výrobce a dodavatel malých plynových turbín se spalovací komorou.

Obr. 2.19 Jednopolové schéma zapojení malé spalovací turbíny Capstone C30, zdroj: schéma [2], foto [8]

2.10 Využití energie chladu

Odpařování LNG významných výkonů je realizováno v místě spotřeby nebo v přístavních terminálech před následnou přepravou NG plynovody. S ohledem na celosvětově přepravované množství LNG Agarwal [10] kvantifikuje celoroční globální výkon uvolňovaného chladu jako 12 GW. Chlad je však obecně využíván pouze v omezeném množství. Většina chladu je bez užitku mařena v průběhu procesu odpařování ochlazením okolního vzduchu nebo mořské vody. Nevyužití chladu zvyšuje konečnou cenu zemního plynu v místě spotřeby a snižuje celkovou efektivnost využití tohoto primárního energetického zdroje. Z uvedených důvodů je vhodné hledat při regazifikaci většího množství LNG vhodné způsoby, jak chlad zužitkovat. Tomu se v posledních letech věnovala řada teoretických studií, v rámci kterých byl hodnocen potenciál využití chladu pro produkci elektrické energie, tepla a chladu, viz obr. 2.20. Dále byla publikována řada příspěvků věnovaných technologiím užívaným v dílčích částech řetězce energetických transformací LNG. V publikovaných pracích je však nedostatek příspěvků detailně se věnujících celkovým energetickým požadavkům a energetickým ziskům regenerativního využití LNG. Poměr energie spotřebované a regenerované v průběhu nakládání s LNG je ovlivněn aktuálním stavem technické úrovně používaných technologií, které v uplynulých letech doznaly značných změn. Spotřeba a regenerace energie spojená se zpracováním 1 kg LNG se mění s velikostí kapacity LNG zařízení. Vzhledem k významnému navyšování kapacit v posledních letech je vhodné aktualizovat posouzení efektivnosti LNG technologie i z tohoto pohledu.

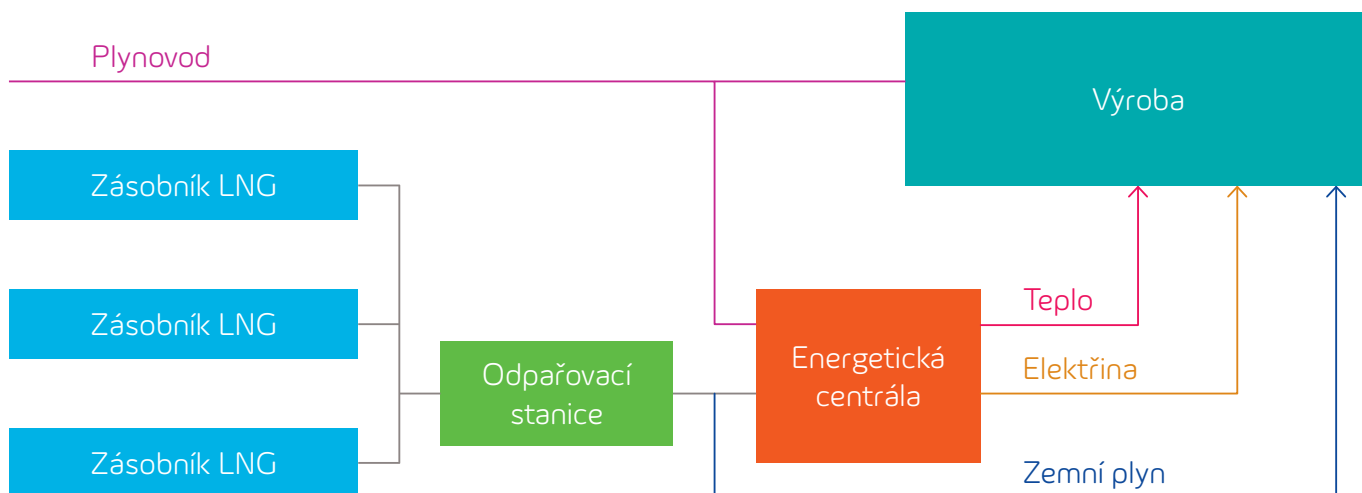
energy demand [kWh/kg_{LNG}]



Obr. 2.20 Znárodnění energetické náročnosti životního cyklu LNG a možností regenerace energie, zdroj [11]

2.11 LNG záložní palivo

Pozvolný odklon spotřebitelů od uhlíkatých paliv vede dlouhodobě ke snižování spotřeby uhlí jako hlavní energetické suroviny. Její místo v řadě případů zabírá zemní plyn, který aktuálně představuje společenský kompromis, akceptovatelné fosilní palivo s minimálním dopadem na životní prostředí. Zemní plyn v těchto souvislostech posiluje svoji pozici na trhu. Odběr zemního plynu z distribuční sítě představuje dlouhodobě stabilní a osvědčený způsob krytí energetických potřeb budov, výrobních podniků, energetických centrál, chemických závodů a rozmanitých technologií.



Obr. 2.21 Schéma záložního zásobníku

V blízkosti místa spotřeby zemního plynu není ve většině případů k dispozici provozní zásoba zemního plynu a pro případ výpadku dodávky je vytvořena zásoba záložního paliva. Záložním palivem bývá nejčastěji LTO nebo nafta. Tato záložní paliva vyžadují, aby byl systém spalování připraven dodavatelem jako dvoupalivový, což souvisí s vyšší cenou zařízení. Alternativou umožňující vytvořit dostatečnou provozní zálohu paliva bez nutnosti řešení dvoupalivového systému je užití LNG zásobníku jako zálohy potrubím distribuovaného zemního plynu. Toto uspořádání předpokládá kontinuální dodávku zemního plynu z plynovodu a pouze příležitostné využití LNG zásobníku při výpadku dodávek. Toto řešení bezpečně eliminuje všechny nestability v dodávce vzniklé kdekoli v distribuční síti zemního plynu. V případě dostatečného objemu LNG zásobníků u spotřebitele a fungující distribuce LNG, by tento systém mohl poskytnout i dlouhodobější náhradu za síťový rozvod zemního plynu. LNG záložní systémy musí být navrženy s dostatečným odparným výkonem, který zabezpečí přeměnu LNG v plynný zemní plyn v požadovaném špičkovém množství. Průběžný odpar skladovaného LNG je možno řešit využitím zplyněného množství a periodickým doplňováním LNG distributorem.

Pokud se jedná o spotřebič napojený na středotlaký rozvod plynu, je nutné nízkotlaký odpařený plyn komprimovat v kompresoru na požadovanou úroveň tlaku nebo realizovat odpar LNG za přiměřeně zvýšeného tlaku. Spojení spotřebiče zemního plynu a zásobníku LNG vytváří energetický systém s jistou mírou autonomnosti. Rozsah autonomnosti je úměrný kapacitě LNG zásobníku.

Systémy využívající zálohu energie v LNG patří v důsledku kontinuálního odparu mezi systémy krátkodobé až střednědobé akumulace. Jejich značná perspektiva užití je v systémech využívajících obnovitelné zdroje energie s významnou fluktuací výroby. Vzhledem k dostupnosti technologií power-to-gas je možné LNG zásobníky ve spojení s obnovitelnými zdroji ve výhledu zvažovat i pro aplikace dlouhodobé (sezónní) akumulace energie ve formě vyrobeného metanu. V těchto systémech se předpokládá uplatnění transformačního řetězce: elektrická energie – vodík – syntézní metan – LNG.

Poznámka:

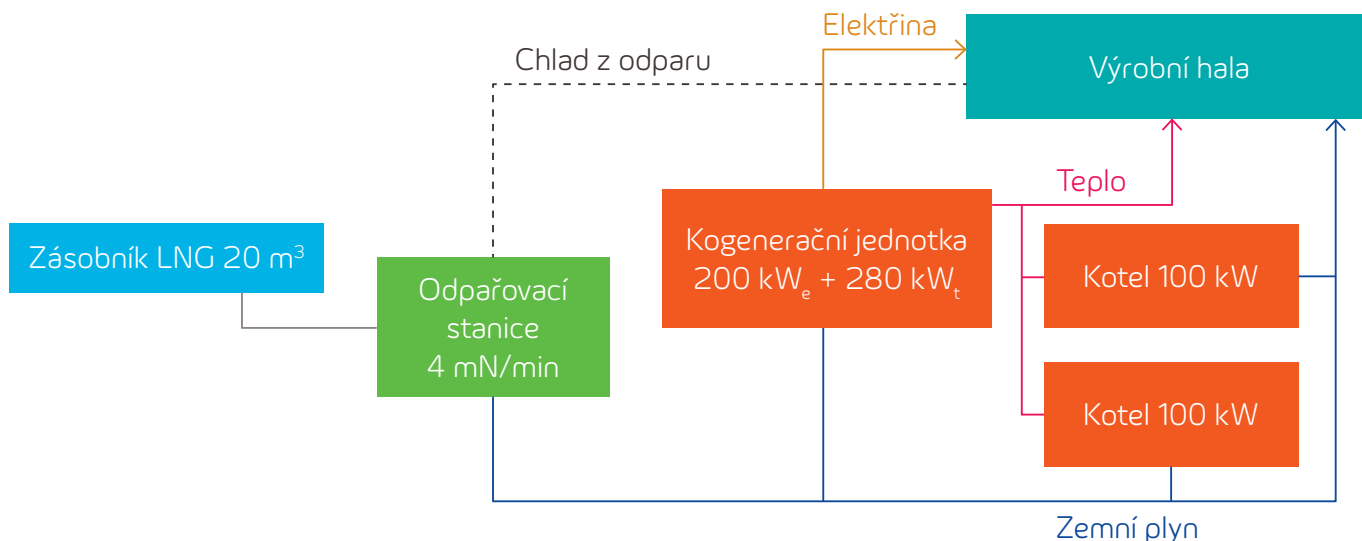
Problematikou záloh LNG pro výrobní závody se zabývá např. společnost Cryoquip, LLC, <http://cryoquip.com/plant-backup-systems/>.

2.12 Energeticky autonomní podnik

Firemní areály využívající fotovoltaické elektrárny hledají doplňkové pružné zdroje energie nezávislé na aktuálním počastí. V tomto směru je využíváno spojení fotovoltaických elektráren s kogeneračními zdroji na zemní plyn. Kogenerační jednotky představují velmi pružný zdroj elektrické energie, který je schopen reagovat na měnící se požadavky spotřeby elektrické energie. Tepelná energie produkovaná kogeneračním zdrojem je průběžně využívána nebo akumulována ve vodních akumulátorech. V případě, kde není odběr tepla zajištěn a akumulace není k dispozici, je tepelná energie mařena s využitím vzduchových výměníků a uniká do okolního vzduchu.

Spolupráce fotovoltaické výroby a plynové kogenerace bývá vzhledem k charakteru produkce a spotřeby ve většině případů bezproblémová. Fotovoltaický zdroj přirozeně produkuje nejméně energie v nejchladnějších měsících roku. Tyto měsíce pokryje svojí činností kogenerační jednotka. Tepelná energie, kterou vyprodukuje, je s výhodou využita pro potřeby zásobování teplem. V letních měsících se potom nabízí spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou, která nepotřebnou teplenou energii umožňuje využít pro produkci chladu.

Při realizaci systému využívajícího fotovoltaickou výrobu elektrické energie ve spojení s provozem kogenerační jednotky s akumulací tepla je možné při užití LNG zásobníku vytvořit plně autonomní energetické hospodářství podniků a areálů. Vzhledem k postupnému rozšiřování využití OZE i do firemní sféry lze v blízké budoucnosti očekávat budování těchto systémů.



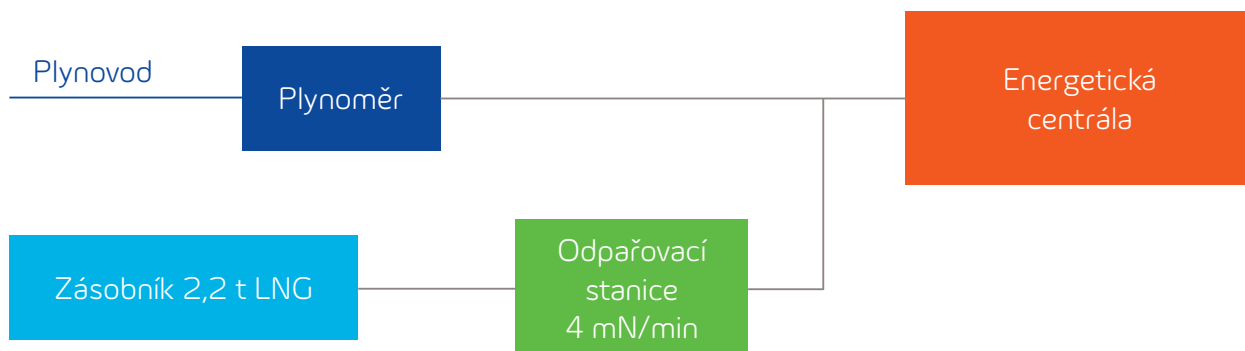
Obr. 2.22 Ukázka autonomního energetického zásobování výrobního podniku

Autonomnost firemního areálu je dosažitelná i bez využití OZE. Spojením kogenerační jednotky s kotli na zemní plyn vzniká vysoce pružný systém umožňující reagovat s dostatečnou pružností na požadavky spotřeby energií. Při zajištění dodávky paliva ze zásobníku LNG je vytvořen autonomní systém schopný krytí energetické požadavky ze značně rozsáhlých podnikových areálů. Funkčnost takového systému je závislá na stabilním a spolehlivém systému distribuce LNG.

2.13 LNG zásobník pro krytí špičkových odběrů zemního plynu

Významnou část nákladů na zemní plyn, který odeberou velkoodběratelé, tvoří položka za rezervovanou kapacitu.

Rezervovaná kapacita odpovídá povolenému množství plynu odebraného na základě smluvního vztahu v rámci dohodnuté ceny. Rezervovaná kapacita se stanovuje pro každý měsíc zvlášť. Při překročení odběru nad rezervovanou kapacitu je odběr zatížen sankčními poplatky, které činí řádově cca 50 000 Kč / 1 000 m³. Z tohoto důvodu se snaží odběratelé rezervovanou kapacitu nepřekračovat. Na druhé straně jsou ekonomickými tlaky nuceni k volbě co nejmenší rezervované kapacity, neboť poplatek za rezervovanou kapacitu se pohybuje na úrovni 20 000 Kč / 1 000 m³. Správná volba rezervované kapacity (akceptovatelného počtu překročení) je výsledkem ekonomické optimalizace, ve které LNG zásobník může sehrát významnou roli.



Obr. 2.23 Schéma řešení pro omezení překračování rezervované kapacity

2.14 Použité informační zdroje

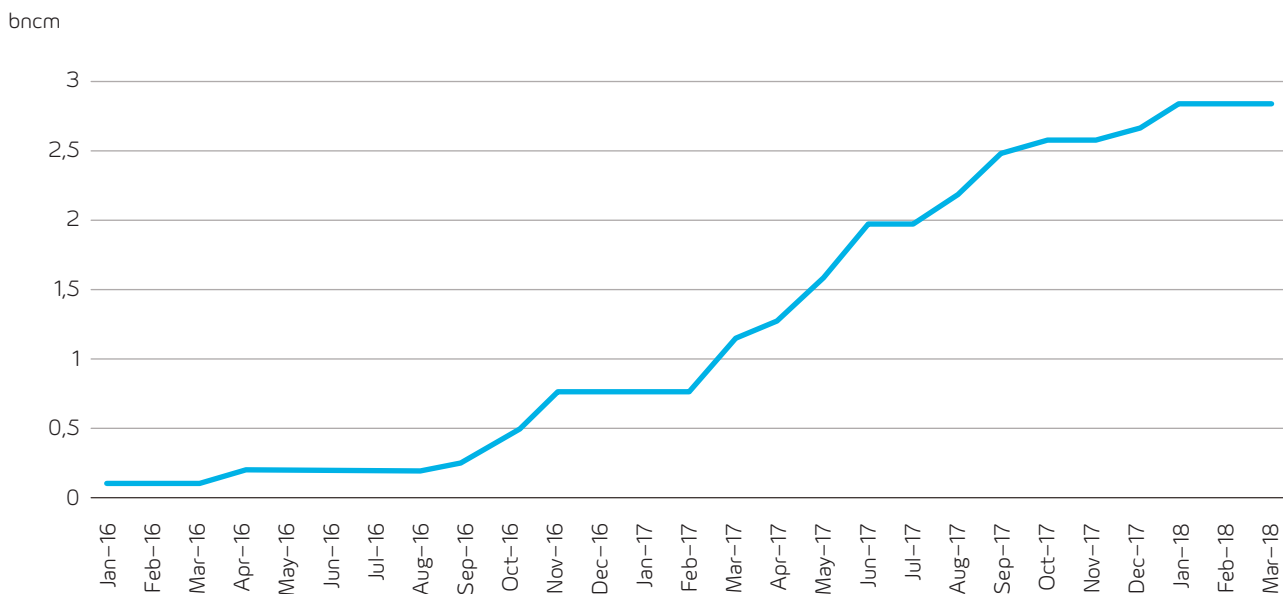
- [1] Firemní materiály společnosti BAXI, www.baxi.cz, (cit. 15. 4. 2019)
- [2] Škorpík, J. Principy výroby elektřiny a tepla v domácnostech. Transformační technologie (2010). <http://www.transformacni-technologie.cz/10.html> (cit. 15. 4. 2019)
- [3] Baxa M., Trigenerační jednotka se spalovacím motorem, 2006, Diplomová práce VUT v Brně
- [4] Firemní materiály společnosti Broad, LTD, www.broad.com, (cit. 15. 4. 2019)
- [5] Firemní materiály společnosti Vaillant, www.vaillant.com, (cit. 15. 4. 2019)
- [6] Firemní materiály společnosti Hexis, www.hexis.ch, (cit. 15.4.2019)
- [7] Firemní materiály společnosti Viessmann, www.viessmann.com, (cit. 15. 4. 2019)
- [8] Firemní materiály společnost Capstone turbine, <http://www.capstoneturbine.com>, (cit. 15. 4. 2019)
- [9] Firemní materiály společnosti Tedom, <http://tedom.com>, (cit. 15. 4. 2019)
- [10] Agarwal R., Rainey T., Rahman S., Steinberg T., Perrons R., Brown R. LNG regasification terminals: The role of geography and meteorology on technology choices. *Energies* (2017), Vol.10, Issue 12, p. 2152. <https://doi.org/10.3390/en10122152>
- [11] Pospíšil, J., Charvát, P., Arsenyeva, O., Klimeš, L., Špiláček, M., Klemeš, J. Energy demand of liquefaction and regasification of natural gas and the potential of LNG for operative thermal energy storage. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. 2019, Vol. 99, no. 1, p. 1–15. ISSN: 1364-0321.
- [12] Firemní materiály společnosti Cryoquip, LLC <http://cryoquip.com/plant-backup-systems/> (cit. 15. 4. 2019)

3 Strategické a právní dokumenty

3.1 Dovoz LNG z USA

Využívání LNG postupně narůstá, stejně tak roste jeho dovoz převážně z USA do zemí EU. LNG je důležitou součástí strategie diverzifikace EU. Rostoucí produkce plynu v USA a začátek jeho vývozu v roce 2016 přispívá ke zvýšení bezpečnosti dodávek plynu v EU s ohledem na významný podíl jednoho dodavatele plynu do EU, kterým je Rusko. Podíl dodávek plynu z Ruska do EU činil v roce 2018 cca 40 % z celkové spotřeby plynu v EU.

Cumulative US LNG imports to the EU



Obr. 3.1 Vývoj dovozu LNG z USA do EU, zdroj: Evropská komise – Společné prohlášení EU a USA z 25. července 2018: Dovoz zkapalněného zemního plynu (LNG) z USA do Evropské unie stoupá

Tento fakt se promítl i do jednání nejvyšších představitelů EU a USA. Předseda Evropské komise Jean-Claude Juncker a americký prezident Donald Trump se 25. července 2018 dohodli, že posílí spolupráci mezi EU a USA v oblasti energetiky. EU by měla z USA dovážet více LNG, aby dosáhla diverzifikace zdrojů a většího zabezpečení dodávek energie. EU tvoří druhý největší jednotný trh s plynem na světě (právě po USA).



Obr. 3.2 Ilustrační fotografie

Z aktuálních údajů vyplývá, že objem dovozu LNG z USA do EU se zvyšuje. Od počátku roku 2016 dorazilo do EU již přes 40 dodávek LNG z USA. V roce 2017 mířilo do Evropy více než 10 % amerického vývozu LNG, zatímco v roce 2016 to bylo jen 5 %. Současně je třeba podotknout, že v roce 2018 USA exportovaly do světa cca 30 mld. m³ LNG, z toho přibližně 4 mld. m³ bylo exportováno do EU. Od vydání Společného prohlášení EU a USA v červenci 2018 se zvýšil export LNG z USA do EU o 272 % na celkových 10,4 mld. m³. Celková spotřeba LNG v EU činila přibližně 500 mld. m³. Největší podíl na importu LNG do EU má Katar, který představuje cca 21 % celkového importu. LNG z Kataru je zatím cenově nejvýhodnější.

EU se dohodla s USA, že by měla celkově spolufinancovat projekty infrastruktury LNG v hodnotě více než 638 mil. eur, které vedou k navýšení kapacity pro LNG. Vedle stávající volné kapacity EU v objemu 210 až 225 mld. m³ podporuje EU 14 infrastrukturních projektů v oblasti LNG, které by do roku 2021 měly zvýšit kapacitu o dalších 15 mld. m³.

Za překážku považuje EU to, že právní předpisy USA v současnosti stále vyžadují pro vývoz LNG do Evropy předchozí povolení regulačních orgánů. EU chce tuto otázku řešit a pravidla pro vývoz LNG zjednodušit. Pro usnadnění dovozu by měla EU naplnit následující opatření:

- rozvoj kapacit pro LNG v EU i v USA. EU má poměrně rozvinuté kapacity pro dovoz LNG. Z důvodu strategického významu pro diverzifikaci se stávající kapacity rozšiřují – v Jaderském moři (na ostrově Krk v Chorvatsku), v Baltském moři, zejména v Polsku, a ve Středozemním moři v Řecku. To by umožnilo značné zvýšení dovozu LNG do EU. USA mají v současné době kapacitu na zkapaňování plynu v objemu 28 mld. m³ a do roku 2023 by ji měly navýšit o dalších 80 mld. m³. Zároveň mají rozšířit své vývozní terminály LNG;
- je třeba zrušit regulační omezení ze strany USA. EU nemá žádné netržní překážky pro dovoz zemního plynu z USA. Unie usiluje o podobné zacházení ze strany USA, zejména pokud jde o odstranění požadavku na předchozí schválení vývozu LNG do EU.

3.2 Infrastruktura LNG v EU

Pro širší využívání LNG je nezbytná existence funkční sítě čerpacích stanic a terminály LNG. Pro rozvoj využití LNG v dopravě však není bezpodmínečně nutná další výstavba přímořských terminálů, ale především výstavba čerpacích stanic. Síť čerpacích stanic LNG se v EU postupně rozrůstá, zejména pak v západní části EU. Nicméně se očekává postupné naplňování cílů EU a potažmo členských států (viz Národní akční plán ČR pro čistou mobilitu popsany níže), a nárůst jejich počtu. Současné i plánované terminály LNG jsou ilustrovány na následující mapě.



Obr. 3.3 Současné a plánované terminály LNG, zdroj: NVGA

Výčet stávající a plánované infrastruktury LNG v EU je uveden v následujících tabulkách. Zdroj: Evropská komise – Společné prohlášení EU a USA z 25. července 2018: Dovozy zkapalněného zemního plynu (LNG) z USA do Evropské unie stoupá.

Tab. 3.1 Terminály LNG vystavěné v letech 2013–2018

Členský stát	Terminál	Rok zahájení	Kapacita [mln. m ³ ročně]	Spolufinancování z rozpočtu EU
Itálie	FSRU OLT Oshore LNG Toscana	2013	3,8	
Litva	FSRU Independence	2014	4,0	27,4 mil. eur z CEF na propojovací plynovody
Francie	Terminál LNG Dunkerque	2016	13,0	
Polsko	Terminál LNG Šwinoujście	2016	5,0	130 mil. eur z EEPR 202 mil. eur z EFRR Celkem 332 mil. eur
Malta	Terminál LNG Malta Delimara	2017	0,7	0,7 mil. eur z CEF na studie

Tab. 3.2 Terminály pro LNG ve výstavbě

Členský stát	Terminál LNG	Rok zahájení	Kapacita [mld. m ³ ročně]	Spolufinancování z rozpočtu EU
Řecko	Revithoussa (rozšíření kapacity)	2018	2,0 (z 5,0 na 7,0)	50,8 mil. eur z EFRR
Španělsko	Tenerife (Arico-Granadilla)	2021	1,3	
Španělsko	Gran Canaria (Arinaga)	2022	1,3	

Tab. 3.3 Terminály LNG v seznamu projektů společného zájmu (PSZ)

Členský stát	Terminál LNG	Rok zahájení	Kapacita [mld. m ³ ročně]	Spolufinancování z rozpočtu EU
Chorvatsko	Krk	2019	2,6	108 mil. eur z CEF na terminál 16 mil. eur z CEF na odčerpávací plynovod Celkem 124 mil. eur
Řecko	V severním Řecku	2020	5,5	2 mil. eur z CEF na studii
Kypr	Kypr	2020		101,2 mil. eur z CEF
Švédsko	Gothenburg	2021	0,5	
Polsko	Świnoujście (rozšíření kapacity)	2022	2,5 (z 5,0 na 7,5)	
Irsko	Shannon	2022	6,2	

Z pohledu ČR je důležitý rozvoj infrastruktury LNG v Německu. Z mapy (obr. 3.4) vyplývá, že Německo pokračuje v budování stanic na LNG, což je pro ČR a její dopravce pozitivní trend. Dopravci mají možnost využívat dopravu LNG zejména na západ od ČR. Východ Evropy/EU v tomto ohledu zatím zaostává. Nicméně plány na budování stanic na LNG se objevují i v tomto regionu. Na Slovensku sice v současné době neexistuje státní podpora výstavby tankovacích stanic LNG ani nákupu nákladních vozů na toto palivo, přesto se o nástupu LNG v kamionové dopravě hovoří. Je plánována výstavba osmi tankovacích stanic v rámci dvou projektů zapojených do evropských dotací CEF, zaměřených na rozvoj transevropské dopravní a telekomunikační sítě.

Tab. 3.4 Počet stanic na LNG, zdroj: NVGA

Stát	Počet stanic
Španělsko	37
Itálie	31
Francie	27
Nizozemsko	26
Velká Británie	13
Portugalsko	7
Finsko	6
Švédsko	6
Belgie	4
Polsko	3
Německo	3
Slovinsko	2
Rakousko	1
Česko	1
Estonsko	1



Obr. 3.4 Přehled tankovacích stanic LNG, zdroj: NVGA

3.3 Strategické dokumenty EU

Strategie a dlouhodobé cíle EU jsou zastřešující a jsou propojeny v rámci většiny dotčených politik. Jejich naplňování se projevuje v rámci různých právních aktů v jednotlivých politikách EU. Stanovené cíle společně poskytují EU politický rámec pro emise skleníkových plynů, obnovitelné zdroje energie a energetickou účinnost, což má investorům poskytnout větší jistotu v tom, co EU bude v těchto oblastech podporovat i do budoucna. Strategické dokumenty EU jsou právně nezávazné dokumenty, k jejichž naplnění jsou následně přijímány právní předpisy EU (směrnice či nařízení), které jsou závazné a státy jsou povinny se jimi řídit (nařízení EU), respektive je transponovat do národního práva a dodržovat je (směrnice EU). Národní strategické plány zpravidla navazují na zastřešující unijní strategie, měly by být s nimi v souladu a přispívat k jejich naplnění.

Strategie Evropa 2020 – Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění – je rámcová desetiletá strategie EU, jejíž provádění bylo zahájeno v roce 2010 a jejímž cílem je dosáhnout hospodářského růstu a větší zaměstnanosti. Jedním z pěti hlavních cílů je:

- snížení emisí skleníkových plynů o 20 % oproti úrovním roku 1990;
- zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů v konečné spotřebě energie na 20 % a
- posun ke zvýšení energetické účinnosti o 20 %.



Obr. 3.5 Ilustrační fotografie

LNG ve strategii Evropa 2020

Jak vyplývá z výše uvedeného, cílem strategie Evropa 2020 jsou i cíle v politice ochrany klimatu a energetiky. Strategie se sice konkrétně netýká LNG, ale naplňování stanovených cílů může pomoci větší využívání LNG. Strategie Evropa 2020 je rámcový dokument s obecnými cíli, kterých by členské státy měly dosáhnout do roku 2020. Konkrétní nástroje a postup, jak by mělo být cílů dosaženo, strategie nenabízí. Dokument má pouze nepřímý vliv na vývoj LNG.

Klimaticko-energetická strategie 2030 pocházející z roku 2014 navazuje na strategii Evropa 2020 v oblasti klimatu a energetiky, přičemž obsahuje celounijní politické cíle pro období v letech 2020–2030. Provádění tohoto rámce v oblasti politiky klimatu a energetiky EU do roku 2030 navazuje na Pařížskou dohodu. Cílem této strategie je:

- snížení emisí skleníkových plynů o 40 % oproti úrovní roku 1990 a
- zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů v konečné spotřebě energie na 27 %.

LNG ve strategii 2030

Obdobně jako v případě strategie Evropa 2020, ani agenda energetiky do roku 2030 se přímo nevyjadřuje k využívání LNG. Strategie však navazuje na část strategie Evropa 2020 zabývající se energetikou a definuje o 10 let delší horizont a zpřisňuje cíl strategie snížit emise skleníkových plynů o 40 % pod úroveň roku 1990. Stejně jako v případě strategie Evropa 2020 se jedná o rámcový dokument s obecnými cíli, kterých by členské státy měly dosáhnout do roku 2030. I když je dokument konkrétnější, stále absentují nástroje a konkrétní návrhy k dosažení daných cílů. Dokument má tak opět nepřímý vliv na vývoj v oblasti LNG.

Roadmap 2050 – Energetický plán do roku 2050 – byl vypracován v roce 2011 a EU si v něm stanovila dlouhodobý cíl snížit do roku 2050 emise skleníkových plynů o 80–95 % ve srovnání s úrovní v roce 1990. Unie v plánu do roku 2050 zdůraznila potřebu vynaložit značné investice do nových nízkouhlíkových technologií, obnovitelných zdrojů energie, energetické účinnosti a do infrastruktury rozvodných sítí. V dokumentu byla zdůrazněna potřeba investic do infrastruktury, protože většina infrastruktury v EU, postavená před 30 až 40 lety, musí být stejně brzy nahrazena. Rychlé nahrazení nízkouhlíkovými alternativami může podle ní v budoucnu předejít nákladnějším změnám. Cíle uvedené v Roadmap 2050 jsou indikativní, jedná se spíše o představení možností, jak cílů dosáhnout.

LNG v Energetickém plánu do roku 2050

Strategie počítá s tím, že velmi významným faktorem transformace energetického systému bude pravděpodobně právě plyn. Nahrazení uhlí (a ropy) plynem v krátkodobém až střednědobém horizontu by mohlo přispět ke snížení emisí u stávajících technologií přinejmenším do roku 2030 nebo 2035. Přestože by například poptávka po plynu v sektoru bydlení mohla do roku 2030 klesnout o čtvrtinu vzhledem k některým opatřením na zvýšení energetické účinnosti v odvětví bytové výstavby, v jiných odvětvích, jako je například energetika, zůstane po delší dobu růstová. S rozvojem technologií by plyn měl hrát v budoucnu stále důležitější úlohu. Trh se zemním plynem vyžaduje podle EU větší integraci, likviditu, diverzifikaci zdrojů dodávek a větší kapacitu skladování plynu, aby si plyn udržel konkurenční výhody jako palivo pro výrobu elektrické energie. Globální trhy s plynem se proměňují zejména vzhledem k rozvoji břidlicového plynu v Severní Americe. Navíc rozšířením LNG se trhy stále více globalizují, protože přeprava se stane méně závislou na plynovodech. Společně s integrací vnitřního trhu by tento vývoj mohl snížit obavy ze závislosti na dovozu plynu.

Cílem EU je **vybudování tzv. energetické unie**. Strategie energetické unie je zaměřena na posílení energetické bezpečnosti, vytvoření plně integrovaného vnitřního trhu s energií, zlepšení energetické účinnosti, dekarbonizaci hospodářství, větší využití obnovitelných zdrojů energie a podporu výzkumu, inovací a konkurenceschopnosti. V únoru 2015 byla představena strategie energetické unie a Komise zveřejňuje pravidelné zprávy o pokroku – zprávy o stavu energetiky EU. Nové právní předpisy EU týkající se čisté energie představují krok směrem k uskutečnění energetické unie a rovněž mají přispívat k plnění závazků EU z Pařížské dohody.

Kromě snahy o dlouhodobě udržitelné energie usiluje EU o zajištění bezpečných dodávek. V otázce trhu se zemním plynem je podle EU klíčové vytvoření efektivně organizovaného a propojeného vnitřního trhu a odstranění zbytečných fyzických nebo regulačních překážek, které by bránily jeho vzniku.

Klíčovou součástí zajištění bezpečných a cenově dostupných dodávek energie pro EU je diverzifikace zdrojů a zásobovacích tras. EU úzce spolupracuje s dodavatelskými a tranzitními zeměmi tak, aby se zabránilo narušení dodávek. Zároveň se zaměřuje na budování nových tras, které mají dále snižovat závislost zemí EU na jediném dodavateli zemního plynu a dalších energetických zdrojů. V rámci tohoto úsilí EU podporuje rozvoj jižního koridoru zemního plynu, který by diverzifikoval dodávky tím, že bude dodávat plyn ze zemí kolem Kaspického moře, Středozemního moře a Černého moře, tak i přístup na rostoucí globální trh právě s LNG.



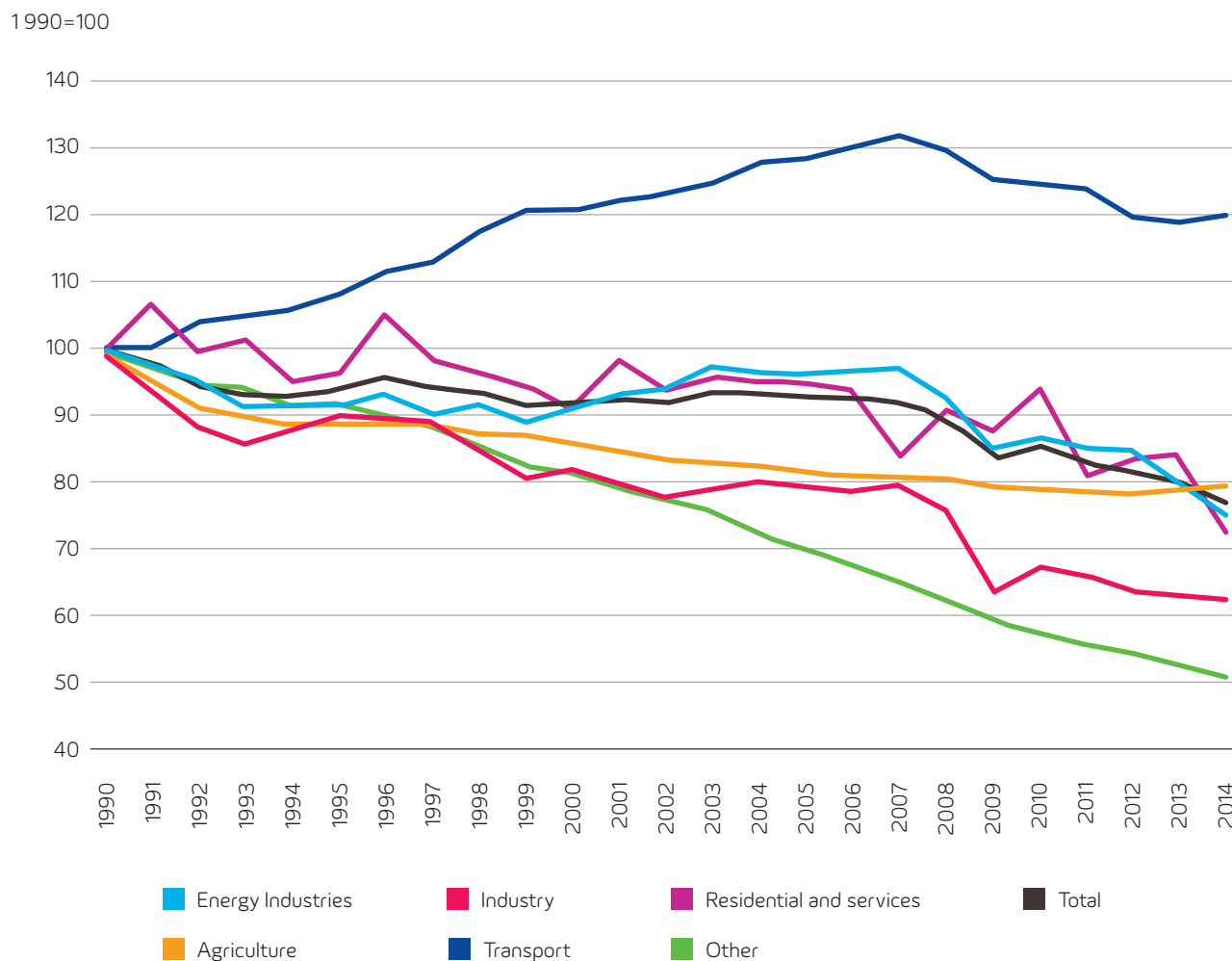
Obr. 3.6 Ilustrační fotografie

Evropská strategie pro alternativní paliva navazuje na strategii Evropa 2020 a bílou knihu Evropské komise s názvem Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje z roku 2011. V bílé knize byl stanoven (nezávazný) cíl přispět ke snížení závislosti dopravy na ropě a snížit emise skleníkových plynů v dopravě do roku 2050 o 60 %. Sdělení Komise o evropské strategii pro alternativní paliva z ledna 2013 hodnotí hlavní dostupné varianty alternativních paliv, která by mohla nahradit ropu a přispět ke snížení emisí skleníkových plynů z dopravy, a navrhuje seznam opatření na podporu rozvoje trhu s alternativními palivy v Evropě. Současně s tímto dokumentem byl proto zveřejněn návrh směrnice na zavádění infrastruktury pro alternativní paliva schválený v roce 2014.

LNG v Evropské strategii pro alternativní paliva

Hlavními alternativními variantami paliv jsou podle Komise elektřina, vodík, biopaliva, zemní plyn – v podobě stlačeného zemního plynu (CNG), zkapalněného zemního plynu (LNG) nebo zkapalněného plynu (GTL) – a zkapalněný ropný plyn (LPG). Evropská komise podpořila neutralitu technologií, a proto odmítá upřednostňovat konkrétní alternativní palivo. LNG představuje podle Komise alternativu nafty pro vodní aktivity (doprava, služby poskytované na moři a rybolov), nákladní automobily a železniční dopravu, a to s nižšími znečišťujícími emisemi a emisemi CO₂ a vyšší energetickou účinností. Komise zdůrazňuje, že LNG je zvláště vhodné pro dálkovou silniční nákladní dopravu, kde lze motorovou naftu nahradit jen velmi omezenou škálou alternativních paliv. Podle dokumentu brání rozšíření LNG nedostatečná zásobovací infrastruktura a neexistující společná technická specifikace pro zařízení na doplňování paliva či specifikace bezpečnostních předpisů pro zásobování palivem. V námořní dopravě by však mohl být ekonomicky přijatelnou variantou, neboť jeho ceny jsou v EU v současnosti mnohem nižší než ceny těžkého topného oleje a lodního plynového oleje s nízkým obsahem síry, a předpokládá se, že v budoucnu bude ještě rozšířenější. Pokud se začne LNG více využívat jako pohonná hmota v dopravě, bude to mít pozitivní vliv na celkový obchod s LNG, přičemž s navýšením obchodu s LNG a s tím souvisejícím rozvojem jeho logistiky a potřebné infrastruktury dojde k lepšímu zabezpečení dodávek energie. Současně je tato strategie podkladem pro konkrétní legislativní návrh Evropské komise na vybudování infrastruktury alternativních paliv.

Strategie pro nízkoemisní mobilitu byla Komisí přijata v červenci 2016. Nízkoemisní mobilita je klíčovým prvkem širšího přechodu na nízkouhlíkové, oběhové hospodářství, protože doprava představuje téměř čtvrtinu emisí skleníkových plynů v EU a je hlavní příčinou znečištění ovzduší ve městech. Odvětví dopravy současně nezaznamenalo obdobný postupný pokles emisí jako ostatní odvětví. Emise se v roce 2007 začaly snižovat, avšak stále zůstaly vyšší než v roce 1990 (viz graf níže). Strategie pro nízkoemisní mobilitu by měla přispět ke snížení emisí z odvětví dopravy a pomoci naplnit evropské závazky učiněné v rámci Pařížské dohody. Strategie pro nízkoemisní mobilitu byla promítnuta do Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/631 ze dne 17. dubna 2019, které stanovilo standardy pro emise CO₂ pro nové osobní automobily a lehká užitková vozidla. V souvislosti se strategií pro nízkoemisní mobilitu se rovněž hovoří o tzv. biopalivech II. generace.



Obr. 3.7 Emise skleníkových plynů v EU podle jednotlivých odvětví, zdroj: European Strategy for low-emission mobility

Poznámka:

Doprava zahrnuje mezinárodní letectví, ale nezahrnuje mezinárodní námořní dopravu.

LNG v Evropské strategii pro nízkoemisní mobilitu

Ke dvěma ze tří cílů strategie patří zrychlení zavádění alternativních zdrojů energie s nízkými emisemi jako jsou moderní biopaliva, elektřina, vodík, obnovitelná syntetická paliva a odstraňování překážek pro elektrifikaci dopravy a přechod na vozidla s nulovými emisemi. Strategie tedy explicitně nejmeneje LNG, ale podporuje nízkoemisní a ekologickou dopravu obecně. Strategie zdůrazňuje význam plynu ve snaze o snížení emisí skleníkových plynů.

EU si v této strategii uvědomuje, že vyhlídky na využití alternativních zdrojů energie s nízkými emisemi jsou v případě jednotlivých oborů dopravy odlišné. Nejširší škála možností je v současné době k dispozici v odvětví osobních automobilů a autobusů a v případě železniční dopravy se nabízí poměrně jednoznačné řešení v podobě elektrifikace. Ve střednědobém horizontu budou pravděpodobně pokročilá biopaliva důležitá pro odvětví letecké dopravy a pro nákladní silniční dopravu a autokarovou dopravu. Očekává se rostoucí využití zemního plynu jako alternativy k lodním palivům v odvětví lodní dopravy a jako náhrada za motorovou naftu v nákladní silniční dopravě a autokarové dopravě. Potenciál zemního plynu může být významně podpořen využitím biometanu a syntetického metanu (technologie přeměny elektrické energie na plyn).

3.4 Strategické dokumenty ČR

3.4.1 Státní energetická koncepce

Státní energetická koncepce z května 2015 identifikuje pět strategických priorit pro oblast energetiky na následujících 25 let.

LNG ve Státní energetické koncepci

V rámci priority vyváženého energetického mixu si strategie vytyčuje mimo jiné zvýšení podílu LNG a CNG v dopravě. V oblasti zajištění dodávek a diverzifikace přepravních tras klade SEK důraz mj. na přeshraniční propojení plynárenské soustavy s perspektivní možností dodávek plynu z terminálů LNG budovaných v Polsku a Chorvatsku s ohledem na budování severojižního plynárenského koridoru. Ten by měl spojit budoucí LNG terminály Svinoúští v Polsku a LNG na jihu Evropy (např. LNG Adria v Chorvatsku) přes Polsko, Českou republiku, Slovensko, Maďarsko a Chorvatsko.

V rámci tohoto projektu by se měla uskutečnit výstavba plynovodu Stork II do Polska, který by měl umožnit zásobování zemním plynem z terminálu LNG Svinoúští. ČR však chce podporovat i výzkum a vývoj ekologičtějších dopravních prostředků mj. na LNG.

3.4.2 Národní akční plán čisté mobility

Národní akční plán čisté mobility je strategický dokument ČR v oblasti alternativních paliv nejen pro silniční, ale i pro vodní a železniční dopravu, který byl představen v listopadu 2015. Cílem dokumentu je zajistit transpozici Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva do právního řádu ČR a vypracovat vnitrostátní rámec pro rozvoj trhu alternativních paliv v odvětví dopravy a zavést příslušnou infrastrukturu, v které mají být definovány cíle pro budování minimální infrastruktury pro jednotlivé typy alternativních paliv (viz kap. 4.2). Strategickým cílem ČR je rozvoj elektromobility, vozidel na CNG a LNG, nastartování vodíkové technologie v dopravě a výzkum a vývoj v oblasti alternativních paliv. Výše uvedená směrnice požaduje po členských státech, aby definovaly národní cíle pro rozvoj příslušné infrastruktury dobíjecích a plnicích stanic, případně definovaly, kde je považují za žádoucí. NAP CM má být každé tři roky aktualizován.



Obr. 3.8 Ilustrační fotografie

Tab. 3.5 Cíle NAP CM, zdroj: Aktualizace NAP CM – 2018

Cíle NAP CM
Vozový park (2020 – 5 000 elektromobilů, 48 000 CNG vozidel).
Infrastruktura (2020 – 1 300 dobíjecích míst, 210 CNG plnicích, 2 LNG plnicích a 2 plnicích na vodík).
Spotřeba alternativních paliv (v roce 2017 bylo spotřebováno 1,1 GWh a 67,6 mil. m ³ CNG).

LNG v NAP CM

NAP CM se zabývá využitím LNG ve třech typech dopravy:

1) Silniční vozidla na zemní plyn a další plyny

- zemní plyn ve formě CNG a LNG je hodnocen jako nejlépe připravené alternativní palivo pro dopravu;
- rozvoj využití LNG se očekává zhruba s odstupem pěti let od CNG;
- předpokládané využití LNG se očekává zejména v dálkové nákladní dopravě;
- před rokem 2020 přichází v úvahu pravděpodobně výstavba jedné až dvou plnicích stanic LNG tak, aby byl splněn požadavek směrnice 2014/94/EU ohledně minimální vzdálenosti 400 km mezi jednotlivými stanicemi LNG v rámci transevropské dopravní sítě TEN-T (viz kap. 3.3);
- zvažováno je její umístění na křižovatce dálnic u Prahy. Vzhledem k dojezdu trailerů 1 000 km na jednu náplň by toto řešení umožnilo po naplnění v Praze dojezd na východní hranice a zpět k plnicí stanici. Další nárůst počtu stanic (v horizontu po roce 2025) závisí na tempu postupného nárůstu počtu vozidel na LNG;
- v rámci NAP CM se jako racionální odhad jevil nejprve provoz 70 vozidel obsluhovatelých pohodlně jednou LNG stanicí od konce roku 2017, kdy již měly být dobudovány LNG koridory v západní části EU a dosažení 5 % z celkové spotřeby plynu pro dopravu v ČR v roce 2020, 15 % v roce 2030;
- k plnému rozvinutí technologie LNG je nutné naplnění předpokladu vybudování 10 stanic LNG v rámci ČR (NAP CM, str. 39–55).

Tab. 3.6 Předpokládaný vývoj počtu plnicích stanic na zemní plyn, zdroj: NAP CM

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Veřejné CNG (varianta 1A)	70	90	110	135	160	185	210	310	345
Neveřejné CNG	35	40	50	60	75	90	100	150	200
VRA ¹	123	145	175	200	235	270	400	2 000	2 230
LNG	0	0	0	1	1	1	2	5	14

Podle plánu v současné době v ČR funguje jedna plnicí stanice. První stálá stanice na čerpání LNG v ČR stojí u průmyslového areálu v Lounech. Několik dalších investorů se chystá postavit v ČR plnicí stanice na LNG, jejich počet by tak měl brzy překročit požadavek EU, což může omezit veřejnou podporu na jejich výstavbu.

Tab. 3.7 Předpoklad stavu využití LNG v dopravě v EU v roce 2020, zdroj: NAP CM

Průměrná spotřeba tahače/autobusu	180 m ³ /den
Celková spotřeba LNG v rámci cíle Evropské komise	4 700 000 000 m ³ /rok
	12 876 712 m ³ /den
Počet těžkých vozidel na LNG	71 537 ks
Životnost vozidla	8 let
Tempo výroby vozidel pouze pro udržení stavu roku 2020	8 942 ks/rok
	24 ks/den

¹ VRA (Vehicle Refuelling Appliance) – „domácí“ plnička CNG (pomalu plnicí zařízení)

Tab. 3.8 Předpoklad koeficientu nárůstu LNG vozidel v daných obdobích, zdroj: NAP CM

2014–2020	37 %
2012–2025	25 %
2025–2030	20 %

Tab. 3.9 Predikce vývoje v oblasti LNG v dopravě v ČR, zdroj: NAP CM

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Počet LNG vozidel			70	95	131	179	224	280
Počet LNG plnicích stanic			1	1	1	2	2	3
Spotřeba LNG (mil. m ³ /rok)			4,6	6,3	8,6	11,8	14,7	18,4
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Počet LNG vozidel	350	437	547	656	787	945	1 134	1 361
Počet LNG plnicích stanic	3	4	5	7	8	9	11	14
Spotřeba LNG (mil. m ³ /rok)	13,0	28,7	35,9	43,1	51,7	62,1	74,5	89,4

Poznámka:

V tabulce je uveden propočtený spotřebu paliva a potřebného počtu plnicích stanic LNG, ve kterém se na jednu stanicí předpokládá 100 vozidel s možností až 150 plnění/den.

2) Využívání LNG v oblasti vnitrozemské vodní dopravy

- NAP CM konstatuje, že se pro nejbližší období nejeví jako efektivní budovat ve veřejných přístavech v ČR čerpací stanice pro plavidla využívající LNG jako palivo;
- důvodem jsou provozní náklady takových zařízení při současném vědomí neexistence relevantní poptávky v tomto segmentu trhu (NAP CM: str. 59–60).

3) Využívání CNG/LNG v oblasti železniční dopravy

- důraz je kladen na CNG, neboť pohon se stal konkurenceschopným klasickým dieslovým motorům;
- český průmysl je zapojen i do vývoje a výroby zcela nové koncepce železničních vozů pro přepravu LNG, které v budoucnu umožní diverzifikovat dodavatele zemního plynu (NAP CM: str. 60–61).

Tab. 3.10 Harmonogram a plán realizace NAP CM pro LNG v dopravě v ČR, zdroj: vlastní dopočet na základě NAP CM

	Do roku 2020	2021–2025	2026–2030	Po roce 2030
Počet vozidel	180	500	1 300	Dojde k mírnému zpomalení růstu z důvodu postupného dokončení obměny vozového parku. Zemní plyn bude vnímán jako standardní palivo, infrastruktura již není omezením pro další rozvoj.
Počet plnicích stanic	1–2	5	14	
Objem spotřeby LNG v dopravě v m ³ (cca)	12 mil.	35 mil.	90 mil.	

Opatření, které chce ČR ve vztahu k LNG realizovat

1) Vytváření základních podmínek pro budoucí rozvoj trhu motorových vozidel na LNG

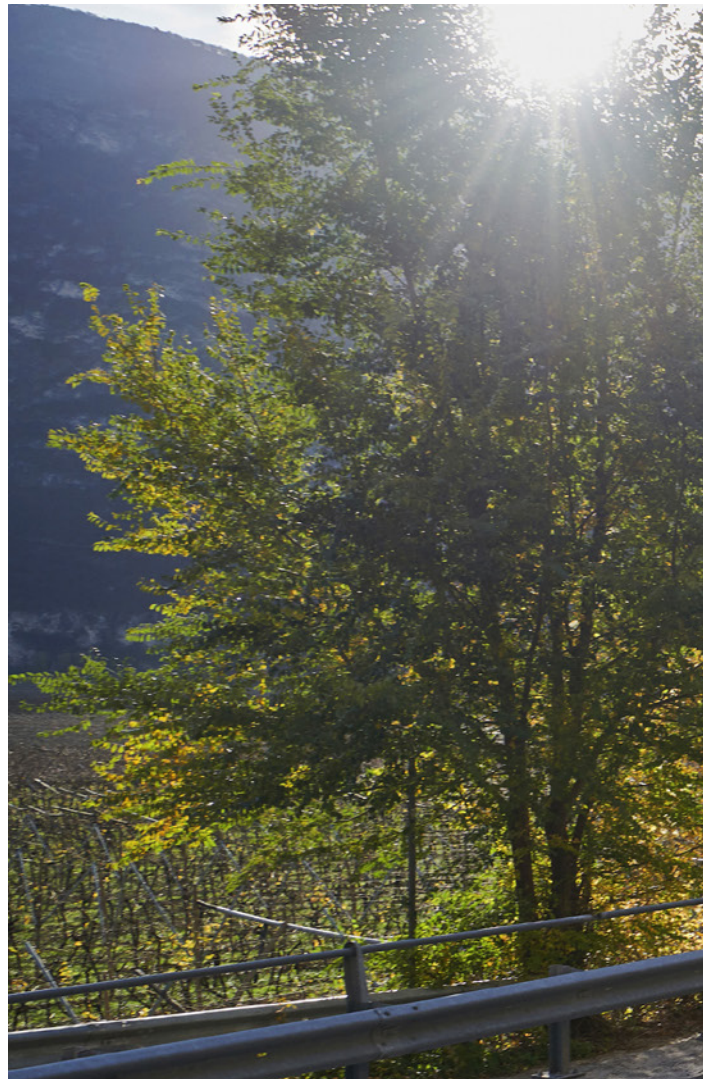
- podpora průjezdnosti ČR domácími i zahraničními kamiony s tahači na palivo LNG;
- investiční podpora na rozvoj plnicích stanic LNG;
- zvýšení odpisů v 1. roce odpisování pro infrastrukturu plnicích stanic LNG.

2) Doplnění současného legislativního rámce ve vztahu k vozidlům na LNG

- úprava právních předpisů v oblasti pohonných hmot ve vztahu k vozidlům na LNG;
- odstranění bariér v oblasti servisu vozidel na LNG;
- zavedení daňových úlev v oblasti silniční daně pro vozidla LNG.

3) Výzkum a vývoj v oblasti alternativních paliv

- aktivní přístup k vývoji v oblasti elektromobility a dalších alternativních paliv (CNG/LNG a pokročilá biopaliva);
- začlenění problematiky alternativních paliv v dopravě do studijních programů na VŠ a SŠ;
- posílení spolupráce mezi VŠ, výzkumnými organizacemi a průmyslem v oblasti rozvoje elektromobility v ČR a podpora dalších moderních vývojových trendů v oblasti alternativních paliv.



Obr. 3.9 Ilustrační fotografie

Aktualizace NAP CM

Aktualizovaný dokument by měl podporovat větší zastoupení elektromobility, podporu CNG, biometanu a LNG. Dále by měl řešit otázku emisních limitů CO₂ a měl by navazovat na nové unijní právní předpisy.

Osobní a lehké užitkové automobily (dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/631 ze dne 17. dubna 2019, kterým se stanoví výkonnostní normy pro emise CO₂ pro nové osobní automobily a pro nová lehká užitková vozidla a kterým se zrušují nařízení (ES) č. 443/2009 a (EU) č. 510/2011):

- snížení emisí osobních vozů o 15 % v roce 2025 a
- o 37,5 % v roce 2030 oproti roku 2021.

Nákladní automobily (dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1242 ze dne 20. června 2019, kterým se stanoví výkonnostní normy pro emise CO₂ pro nová těžká vozidla a kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 a (EU) 2018/956 a směrnice Rady 96/53/ES):

- snížení emisí o 15 % v roce 2025 a
- o 30 % v roce 2030 oproti roku 2019.

Autobusy:

- cíle by měly být stanoveny v roce 2022.

Nový NAP CM by měl navazovat také na nově zpracováváný klimaticko-energetický plán a předpoklady spotřeby elektřiny mj. v dopravě v souvislosti se snižováním emisí.



Podpora průjezdnosti ČR domácími i zahraničními kamiony s tahači na palivo LNG je jednou ze základních podmínek budoucího rozvoje trhu motorových vozidel na LNG.

3.5 Legislativní dokumenty EU

Právo EU² vytváří především základní rámec, do kterého je vsazena energetická, klimatická a dopravní politika. Směrnice o podpoře energie z obnovitelných zdrojů stanovuje cíle v oblasti emisí, účinnosti a čisté energie, které umožňují rozvoj nových alternativních zdrojů, jako je právě využití zkapalněného plynu. Klíčovým dokumentem v oblasti podpory využití LNG jako pohonné hmoty je Směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, která dává státům za úkol vytvořit vnitrostátní rámce pro tuto oblast. Dá se tedy říci, že právo EU přenechává rozhodnutí o konkrétní podobě podpory LNG z velké části na členských státech.

3.5.1 Legislativní balík Čistá energie pro všechny Evropany

Komise v listopadu 2016 představila balík opatření, jehož smyslem je uskutečnit cíl EU v oblasti snížení emisí skleníkových plynů do roku 2030. Balík Komise Čistá energie pro všechny Evropany byl navržen tak, aby bylo patrné, že přechod na čistou energii je růstovým odvětvím budoucnosti, a proto se do něj vyplatí investovat.

Legislativní návrhy se týkají energetické účinnosti, energie z obnovitelných zdrojů, koncepce trhu s elektřinou, zabezpečení dodávek elektrické energie a pravidel správy pro energetickou unii. Kromě toho se navrhuje další směřování v oblasti ekodesignu a strategie pro propojenou a automatizovanou mobilitu.

² Existují dva základní typy právních dokumentů EU – nařízení a směrnice. Zatímco oba typy dokumentů jsou závazné, nařízení navíc určuje také způsob, jakým má být provedeno. Směrnice naopak nechává na členských státech, jak vytyčeného cíle dosáhnout. V praxi to znamená, že nařízení je přímo účinné v členských státech, ale směrnice musí být transponována do právního řádu jednotlivých členských států.

Balík přináší opatření, která mají podpořit veřejné a soukromé investice, napomoci konkurenceschopnosti průmyslu EU a zmírnit společenský dopad přechodu na čistou energii. Klíčová část balíku byla přijata v roce 2018 a nyní čeká členské státy implementace do národního právního řádu.

Tab. 3.11 Stav legislativního procesu u jednotlivých návrhů k 27. 3. 2019, zdroj: Čistá energie pro všechny Evropany

	Návrh Komise	Meziinstitucionální vyjednávání	Schválení EP	Schválení Radou	Publikace v Úředním věstníku EU
Energetická náročnost budov	30/11/2016	Politická dohoda	17/04/2018	14/05/2018	19/06/2018 – Directive (EU) 2018/844
Obnovitelné zdroje energie	30/11/2016	Politická dohoda	13/11/2018	04/12/2018	21/12/2018 – Directive (EU) 2018/2001
Energetická účinnost	30/11/2016	Politická dohoda	13/11/2018	04/12/2018	21/12/2018 – Directive (EU) 2018/2002
Řízení energetické unie	30/11/2016	Politická dohoda	13/11/2018	04/12/2018	21/12/2018 – Regulation (EU) 2018/1999
Pravidla pro trh s elektřinou	30/11/2016	Politická dohoda	26/03/2019	22/5/2019	v době uzávěrky textu publikace neuveřejněn v úř. věstníku
Společná pravidla pro vnitřní trh s elektřinou	30/11/2016	Politická dohoda	26/03/2019	22/5/2019	v době uzávěrky textu publikace neuveřejněn v úř. věstníku
Příprava na rizika	30/11/2016	Politická dohoda	26/03/2019	22/5/2019	v době uzávěrky textu publikace neuveřejněn v úř. věstníku
ACER	30/11/2016	Politická dohoda	26/03/2019	22/5/2019	v době uzávěrky textu publikace neuveřejněn v úř. věstníku

Na základě požadavků Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/1999 ze dne 11. prosince 2018 o správě energetické unie a opatření v oblasti klimatu byl připraven návrh vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu. Tento dokument vzala dne 4. 2. 2019 na vědomí vláda ČR a pověřila Ministerstvo průmyslu a obchodu oficiálním předáním dokumentu zástupcům Evropské komise. Tento dokument stanoví členským státům mimo jiné povinnost informovat Evropskou komisi o vnitrostátním příspěvku ke schváleným evropským cílům v oblasti emisí skleníkových plynů, obnovitelných zdrojů energie, energetické účinnosti a interkonektivity elektrizační, resp. přenosové soustavy. V tomto dokumentu jsou ve vztahu k LNG uvedeny následující plány.

Období 2021–2025

- v oblasti LNG probíhá 25% roční nárůst počtu vozidel, plnicích stanic a spotřeby LNG;
- počet vozidel se bude pohybovat kolem 88 000 CNG vozidel a 490 LNG vozidel;
- ve vazbě na směrnici EP a Rady 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva dosáhne ke konci období počet plnicích stanic LNG čísla 5.

Období 2026–2030

- tempo celkového rozvoje v oblasti LNG pokračuje na úrovni 20 % ročně;
- počet vozidel dosáhne cca 100–160 tisíc CNG vozidel a 500–1 000 LNG vozidel;
- počet plnicích stanic přesahuje ke konci období úroveň 500 CNG stanic (340 veřejných a 160 neveřejných) a 14 LNG stanic [60].

3.5.2 Směrnice o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva stanovuje pravidla rozvoje infrastruktury pro alternativní paliva v EU a minimální požadavky pro budování této infrastruktury, které mají být naplněny pomocí vnitrostátních právních předpisů členských států. Směrnice je v účinnosti od listopadu 2016. Za alternativní paliva tato směrnice považuje pohonné hmoty schopné alespoň zčásti nahradit spotřebu tradičních fosilních paliv, v úvahu připadá zejména elektrický pohon, biopaliva a CNG/LNG. Pro členské státy vyplývá z této směrnice povinnost vytvořit národní plány založené na analýze současného stavu a budoucího rozvoje trhu, které určí cíle pro zavádění infrastruktury. Směrnice také stanovuje termíny, do kterých mají členské státy zajistit vybudování přiměřeně rozvinuté infrastruktury.

LNG ve směrnici o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva

- směrnice uvádí základní princip, podle kterého jsou za budování infrastruktury zodpovědné členské státy, Evropská komise provádí pouze monitoring opatření, která členské státy pro naplňování cílů přijímají (odst. 10–11 Preambule);
- uvádí, že základním rámcem pro zavádění infrastruktury LNG by měla být hlavní transevropská dopravní síť – TEN-T (odst. 46 Preambule);
- vzdálenost mezi plnicími stanicemi LNG by měla být orientačně 400 km (odst. 47–48 Preambule);
- definuje pojem „LNG plnicí stanice“ jako plnicí zařízení pro poskytování LNG sestávající z pevného či mobilního zařízení, pobřežního zařízení nebo jiných systémů (čl. 2);
- zabývá se infrastrukturou pro dodávky zemního plynu pro dopravu. Do roku 2025 má být zajištěno vybudování přiměřeného počtu LNG plnicích stanic s cílem umožnit provoz těžkých nákladních motorových vozidel na LNG v hlavní síti TEN-T (čl. 6);
- v případě silniční dopravy lze od plnění povinností ustoupit jedině tehdy, když neexistuje poptávka nebo náklady neodpovídají očekávaným přínosům. Členské státy mohou při plnění těchto cílů spolupracovat (čl. 6);
- členské státy mají zajistit, aby byla na jejich území dostupná náležitá distribuční soustava LNG, včetně nakládacích zařízení pro cisternová vozidla na převoz LNG (čl. 6);
- do roku 2030 má být zajištěno vybudování plnicích stanic ve vnitrozemských přístavech pro provoz vnitrozemské plavby v hlavní síti TEN-T (čl. 6);
- stanovuje tyto základní normy pro technické specifikace plnicích stanic: Plnicí stanice pro zemní plyn – LNG stanice pro plnění vozidel (ISO/DIS 16924) a Pokyny pro systémy a instalace na dodávku LNG jakožto paliva pro lodě (ISO/DTS 18683) (odst. 57 Preambule a Příloha II).

Podle směrnice má tedy každá členská země EU vybudovat do konce roku 2025 na hlavních tazích evropské dopravní sítě, tzv. TEN-T, minimálně každých 400 km veřejnou stanici pro čerpání LNG. Tento cíl je ale v současnosti ve většině států vzdálený.

Česká transpozice

Požadovaným vnitrostátním rámcem je NAP CM schválený v listopadu 2015. Jeho aktualizace se chystá na rok 2019 mj. v návaznosti na implementaci nových unijních předpisů z roku 2018.

3.5.3 Transevropská dopravní síť

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě a o zrušení rozhodnutí č. 661/2010 a nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří nástroj pro propojení Evropy, mění nařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010, vytvářejí rámec pro rozvoj a financování dopravní infrastruktury celoevropského významu. Jejich cílem je vytvoření tzv. hlavní transevropské dopravní sítě (Trans-European Network – Transport, TEN-T), která by měla propojit členské státy, ale také sjednotit standardy a zajistit interoperabilitu jednotlivých infrastruktur v různých módech dopravy. Hlavním cílem je vytvořit tzv. hlavní síť nejdůležitějších transevropských tahů do roku 2030 a do roku 2050 tzv. globální síť.

LNG v nařízení o TEN-T

TEN-T stanovuje základní koridory pro nákladní dopravu (ať už se jedná o silniční, železniční či vodní) v EU. Vzhledem k tomu, že o využití LNG jako pohonné hmoty se uvažuje především právě v silniční nákladní dopravě (viz NAP CM, kap. 3.4.2), tři z devíti zmiňovaných koridorů, které procházejí ČR, mohou naznačit potenciální požadavky na potřebnou infrastrukturu pro tento typ silniční dopravy. Těmito koridory jsou:

- baltsko-jadranský: osa Katowice–Ostrava–Brno–Vídeň;
- východní a východostředomořský: osa Drážďany–Praha–Brno–Gyor;
- rýnsko-dunajský: osa Žilina–Olomouc–Praha–Mnichov.

3.5.4 Bezpečnost dodávek zemního plynu v EU

Nařízení usiluje o posílení energetické bezpečnosti EU tím, že pomáhá předcházet potenciálnímu narušení dodávek. V případě, že tato situace nastane, měly by být domácnostem a jiným zranitelným spotřebitelům dodávky vždy zabezpečeny. Skutečně propojený vnitřní trh s energií s více vstupními body a zpětnými toky může být vytvořen podle EU pouze plným propojením jeho rozvodných sítí plynu. S propojením sítí souvisí potřeba vybudovat uzly pro LNG v jižních a východních regionech Unie, dokončit severojižní a jižní koridor pro přepravu plynu, a dále rozvíjet domácí těžbu.

3.5.5 Čistá mobilita

Jak je výše uvedeno, s LNG je úzce spojena oblast dopravy. V únoru 2019 zástupci Rady a Evropského parlamentu dosáhli zatím neformální dohody o návrhu nařízení, kterým se poprvé v EU stanovují přísné emisní normy CO₂ pro nákladní automobily. V rámci souboru legislativních návrhů o čisté mobilitě je to další krok k novému plánu modernizace evropského odvětví mobility a jeho příprava na neutralitu klimatu po roce 2050. Podle současné dohody musí být emise z nových nákladních vozidel v roce 2030 ve srovnání s emisemi v roce 2019 o 30 % nižší. Řešení emisí ze silniční dopravy je klíčovým stavebním kamenem úsilí EU o dosažení cíle snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů nejméně o 40 % ve srovnání s úrovní v roce 1990. Normy pro emise CO₂ pro nákladní automobily doplňují legislativní rámec EU pro dosažení tohoto cíle. Tato nová právní úprava by měla kromě jiného také podnítit využívání LNG v dopravě.

3.6 Právní dokumenty ČR

Zákony ČR zatím využití LNG příliš nezahrnují, a to zejména v případě využití LNG jako pohonné hmoty. Prvním zásadním, ovšem právně nezávazným dokumentem zabývajícím se tímto tématem je Národní akční plán čisté mobility (NAP CM) z listopadu 2015. Jeho součástí jsou i návrhy úprav právních předpisů tak, aby došlo k postavení LNG na stejnou úroveň jako CNG. V prosinci 2015 pověřila vláda ČR Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, aby tyto návrhy připravilo, doposud ale nebyl žádný z nich zveřejněn. Následující řešerše právních dokumentů EU představuje závazné předpisy, kterých se mají plánované změny v souvislosti s implementací NAP CM týkat.

3.6.1 Energetický zákon

Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, upravuje podmínky podnikání a výkon státní správy v energetických odvětvích, kterými jsou elektroenergetika, plynárenství a teplárenství, jakož i práva a povinnosti fyzických a právnických osob s tím spojené. Stanovuje práva a povinnosti obchodníka s plynem, podle kterých by se měl (dle plánované změny zákona o pohonných hmotách) řídit prodej LNG jako pohonné hmoty.

3.6.2 Zákon o pohonných hmotách

Zákon č. 152/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), ve znění pozdějších předpisů, a další

související zákony, zavádí nutné definice a opatření související s vytvořením infrastruktury pro alternativní paliva, která doposud v národní legislativě nejsou dostatečně zakotvena. Současně přibližuje spotřebiteli výhody alternativních paliv.

V tomto zákoně se rozumí:

„... alternativním palivem nebo zdroj energie, které slouží alespoň zčásti jako náhrada zdrojů fosilní ropy v dodávkách energie pro dopravu a které mají potenciál přispět k její dekarbonizaci a zvýšit environmentální výkonnost odvětví dopravy; alternativním palivem je zejména biopalivo nebo jiné palivo z obnovitelných zdrojů, syntetické a parafinické palivo, stlačený zemní plyn včetně biomethanu, zkapalněný zemní plyn včetně biomethanu, zkapalněný ropný plyn, elektřina a vodík.“

Kromě povinností, které jsou transpozicí části unijní směrnice, zákon upravuje a zpřesňuje některá stávající ustanovení, která přinášejí v současné době určité problémy při jejich aplikaci v praxi. Jedná se především o úpravu spočívající ve zpřesnění definice čerpací stanice, výdeje pohonných hmot a definice provozovatele čerpací stanice, který pohonné hmoty prodává a případně i vydává.

3.6.3 Vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot

Vyhláška č. 153/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 133/2010 Sb., o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot) zohledňuje v návaznosti na novelu zákona rozšíření druhů alternativních paliv o další druhy těchto paliv, zejména o vodík, LNG a biometan.

Pro tato nově definovaná paliva jsou stanoveny jejich kvalitativní parametry a rozsah jejich monitorování, podobně jako je tomu u ostatních druhů pohonných hmot. V souladu s cílem snížení administrativní zátěže podnikatelské sféry bylo novelou zrušeno pravidelné hlášení výrobců, dovozců, vývozců a distributorů pohonných hmot ministerstvu, neboť tyto údaje v současné době státní správa již získává jiným způsobem.

V souvislosti s přijatými unijními předpisy v oblasti Čistá energie pro všechny Evropany lze v průběhu roku 2019 očekávat vydání další novelizace shora uvedené vyhlášky, která rozšíří alternativní paliva i o bioLNG, který je definován jako zkapalněný upravený bioplyn určený k pohonu spalovacích zážehových motorů, jehož kvalita a čistota splňuje kvalitativní parametry zkapalněného zemního plynu uvedeného pod kódem kombinované nomenklatury 2711 11 00.

3.7 Zdanění LNG

3.7.1 Regulace EU

Evropské právo stanovuje pouze minimální hodnoty spotřební daně ze zemního plynu, a to v rámci Směrnice 2003/96/ES o zdanění energetických produktů a elektřiny³. V případě LNG používaného jako pohonná hmota umožňuje směrnice daň snížit nebo spotřebitele úplně osvobodit. Povolena je však řada výjimek, které umožňují členským státům osvobodit od zdanění některé z energetických produktů. Jednou z těchto výjimek je rovněž možnost osvobodit od zdanění zemní plyn, pokud je použit jako pohonná hmota. ČR sjednala s EU výjimku, která jí umožňovala osvobodit energetické produkty od zdanění, její platnost ale vypršela v roce 2008.

3.7.2 Česká transpozice

Daň ze zemního plynu a některých dalších plynů je upravena v části 45. zákona č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů, ve znění pozdějších předpisů.

Od roku 2008, kdy vypršela výjimka sjednaná s EU o osvobození od minimálních sazeb spotřební daně na energetické produkty, se zdanění zemního plynu postupně navyšuje. Tento proces bude trvat až do roku 2020, kdy by se měla cena ustálit. Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů, ve znění pozdějších předpisů, stanovuje v části 45 daň

³ Směrnice Rady 2003/96/ES ze dne 27. října 2003, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny, stanovuje obecnou úpravu zdanění energetických produktů v EU pomocí minimálních sazeb zdanění pro minerální oleje, elektřinu, uhlí a zemní plyn, které se používají jako pohonné hmoty nebo paliva.

ze zemního plynu (nebo také „ekologickou daň“). Daň platí jak pro zemní plyn využívaný k pohonu motorů, tak pro využití jako paliva. Povinnost zaplatit daň vzniká spotřebou plynu některým z provozovatelů infrastruktury nebo dodáním konečnému spotřebiteli (tím se rozumí i dodání plynu do prostor čerpací stanice). Zdanění se netýká použití plynu k výrobě tepla v domácnostech, k výrobě elektrické energie, ke spotřebě v podobě pohonných hmot pro plavby po vodách na území ČR apod.

LNG a daň ze zemního plynu

Vznik povinnosti daň přiznat a zaplatit (§ 5)

Povinnost daň přiznat a zaplatit vzniká dnem:

- dodání plynu konečnému spotřebiteli na daňovém území;
- spotřeby plynu provozovatelem distribuční soustavy, provozovatelem přepravní soustavy nebo provozovatelem podzemního zásobníku plynu;

Dodáním plynu konečnému spotřebiteli se rozumí i dodání plynu do prostor čerpací stanice, která dodává plyn pro pohon motorů. Základem daně je množství plynu v MWh spalného tepla.

Základ a sazba daně (§ 6):

Tab. 3.12 Sazby daně podle zákona, zdroj: zák. č. 261/2007 Sb.

Zemní plyn pro pohon motorů	1. 1. 2015 – 31. 12. 2017	64,80 Kč/MWh
	1. 1. 2018 – 31. 12. 2019	136,80 Kč/MWh
	Od 1. 1. 2020	264,80 Kč/MWh
Zemní plyn pro pohon stacionárních motorů, v souvislosti s proozy a stroji používanými při stavbách atd.	Od 1. 1. 2008	30,60 Kč/MWh
Zemní plyn pro výrobu tepla	Od 1. 1. 2008	30,60 Kč/MWh

Zákon České národní rady č. 16/1993 Sb., o dani silniční, ve znění pozdějších předpisů, stanovuje zvláštní daň plynoucí z používání vozidel s největší povolenou hmotností větší než 3,5 t pro komerční účely. Z této daně jsou však osvobozena vozidla zabezpečující linkovou vnitrostátní osobní přepravu, vozidla pro dopravu osob nebo vozidla pro dopravu nákladů s největší povolenou hmotností menší než 12 t, která mají hybridní nebo elektrický pohon či pohon na LPG nebo CNG. Vozidla s pohonem na LNG však (zatím) od povinnosti platit daň osvobozena nejsou. Podle záměrů NAP CM by i v tomto případě mělo dojít k postavení LNG na stejnou úroveň jako CNG, ovšem Ministerstvo dopravy ČR takový krok zatím nechystá, a to ani v otázce silniční daně, ani v otázce mýtného (např. po vzoru Německa).

3.8 Použité informační zdroje

- [1] Bezděkovský, J. Čistá mobilita a OPD. Ministerstvo životního prostředí České republiky (12. 11. 2015). Online na: [http://www.mzp.cz/konference_cista_mobilita_2015/SOPSZP-Bezdekovsky_MD\(OPD\)-20151112.pdf](http://www.mzp.cz/konference_cista_mobilita_2015/SOPSZP-Bezdekovsky_MD(OPD)-20151112.pdf) (cit. 30. 4. 2019)
- [2] Česká národní rada. Zákon České národní rady č. 16/1993 Sb., o dani silniční, ve znění pozdějších předpisů. Ministerstvo vnitra ČR (31. 12. 1992). Online na: aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=22446
- [3] Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities and Administrations, EMSA (31. 1. 2018). Online na: <http://www.emsa.europa.eu/component/flexicontent/download/5104/3207/23.html> (cit. ...2019)
- [4] European Commission, A European Strategy for Low-Emission Mobility (20. 7. 2016). Online na: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e44d3c21-531e-11e6-89bd-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF
- [5] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on an EU strategy for liquefied natural gas and gas storage. (2016), 49 final, 16. 2. 2016. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2016%3A49%3AFIN>
- [6] European Commission, Diversification of gas supply sources and routes (datum). Online na: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-security/diversification-of-gas-supply-sources-and-routes>
- [7] European Commission, Energy Strategy and Energy Union (datum) Online na: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union>
- [8] European Commission, Energy Union and Climate (datum). Online na: https://ec.europa.eu/commission/priorities/energy-union-and-climate_en
- [9] European Commission, EU-U.S. LNG trade: U.S. liquefied natural gas (LNG) has the potential to help match EU gas needs (2. 5. 2019). Online na: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/eu-us_lng_trade_folder.pdf
- [10] European Commission, Liquefied Natural Gas (datum). Online na: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/liquefied-natural-gas-Ing>
- [11] European Commission, Maritime transport: LNG bunkering guidance for port authorities and administrations (6. 2. 2018). Online na: https://ec.europa.eu/transport/modes/maritime/news/2018-02-06-Ing-bunkering-guidance_en

- [12] European Commission, Paris Agreement (12/2015)
Online na: https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_en
- [13] European Commission, Transport in the European Union Current Trends and Issues (03/2019). Online na: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2019-transport-in-the-eu-current-trends-and-issues.pdf>
- [14] Evropská komise, EVROPA 2020 Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění (3. 3. 2010). Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:52010DC2020&from=CS>
- [15] Evropská komise, Rámec politiky v oblasti klimatu a energetiky v období 2020–2030 (22. 1. 2014). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/NOT/?uri=CELEX:52014DC0015>
- [16] Evropská komise, Společné prohlášení EU a USA z 25. července 2018: Dovoz zkapalněného zemního plynu (LNG) z USA do Evropské unie stoupá (9. 8. 2018). Online na: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-4920_cs.htm
- [17] Evropská komise, Energetický plán do roku 2050: Bezpečná, konkurenceschopná a nízkouhlíková energetika je možná (15. 12. 2011). Online na: https://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1543_cs.htm
- [18] European Commission, 2020 Energy Strategy (2019). Online na: http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm
- [19] Evropská komise. Zpráva o pokroku při podporování a využívání energie z obnovitelných zdrojů (v. 2011). Evropa. 2011. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1410356591934&uri=CELEX:52011DC0031>
- [20] Evropská komise. Zpráva o pokroku při podporování a využívání energie z obnovitelných zdrojů (v. 2013). Evropa. 2013. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN>
- [21] Evropská komise. Zpráva o pokroku při podporování a využívání energie z obnovitelných zdrojů (v. 2019). Evropa. 2019. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019DC0225&qid=1559033163855&from=EN>
- [22] Stránky společnosti GE Group a.s., Projekty LNG stanic. Online na: <http://www.gegroup.cz/projekty-lng-stanic>
- [23] European Commission, Transport emissions. Online na: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en
- [24] Stránky agentury International Energy Agency (IEA), <https://www.iea.org/>
- [25] V Česku se rozjíždí nákladní doprava na LNG, Logistika (5. 2. 2019). Online na: <https://logistika.ihned.cz/c1-66462880-v-cesku-se-rozjizdi-nakladni-doprava-na-lng>
- [26] Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility (19. 12. 2018). Online na: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/konference-seminare/2018/11/4WS_MPO.pdf
- [27] Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů (11. 10. 2010). Online na: <http://www.mpo.cz/dokument79564.html>
- [28] Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky, Vláda projednala Státní energetickou koncepci (8. 11. 2012). Online na: <http://www.mpo.cz/dokument108147.html>
- [29] Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, Národní akční plán čisté mobility (16. 12. 2015). Online na: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/54377/62106/640972/priloha001.pdf>
- [30] Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů (akt. 2015). Hospodářská komora České republiky. 2. 10. 2015. Online na: <https://www.komora.cz/legislation/19515-aktualizace-narodniho-akcniho-planu-cr-pro-energie-z-obnovitelnych-zdroju-t-2-10-2015/>
- [31] Národní akční plán čisté mobility. Hospodářská komora České republiky. Duben 2015. Online na: <https://www.komora.cz/legislation/9915-narodni-akcni-plan-ciste-mobility-nap-cm-t-25-5-2015/>
- [32] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1315/2013 ze dne 11. prosince 2013 o hlavních směrech Unie pro rozvoj transevropské dopravní sítě a o zrušení rozhodnutí č. 661/2010/EU. Evropská komise (20. 12. 2013). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1455121106409&uri=CELEX:32013R1315>
- [33] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří Nástroj pro propojení Evropy, mění zařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010. Evropská komise (20. 12. 2013). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32013R1316>
- [34] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1316/2013 ze dne 11. prosince 2013, kterým se vytváří Nástroj pro propojení Evropy, mění zařízení (EU) č. 913/2010 a zrušují nařízení (ES) č. 680/2007 a (ES) č. 67/2010. Evropská komise (21. 12. 2013). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32013R1316>
- [35] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2017/1938 ze dne 25. října 2017 o opatřeních na zajištění bezpečnosti dodávek zemního plynu a o zrušení nařízení (EU) č. 994/2010. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX:32017R1938>
- [36] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/631 ze dne 17. dubna 2019, kterým se stanoví výkonnostní normy pro emise CO₂ pro nové osobní automobily a pro nová lehká užitková vozidla a kterým se zrušují nařízení (ES) č. 443/2009 a (EU) č. 510/2011. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0631>
- [37] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1242 ze dne 20. června 2019, kterým se stanoví výkonnostní normy pro emise CO₂ pro nová těžká vozidla a kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 a (EU) 2018/956 a směrnice Rady 96/53/ES. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32019R1242>
- [38] Natural and bio Gas Vehicle Association (NGVA Europe). Online na: <https://www.ngva.eu/>
- [39] Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů – Čisté zdroje energie pro dopravu: Evropská strategie pro alternativní paliva (24. 1. 2013). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0017:FIN:cs:PDF>
- [40] Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů – Evropská strategie pro nízkoemisní mobilitu 20. 7. 2016. Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52016DC0501>
- [41] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES, Úřední věstník Evropské unie (5.6.2009). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32009L0028>
- [42] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. října 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva, Úřední věstník Evropské unie (28.10.2014). Online na: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2014.307.01.0001.01.CES
- [43] Směrnice Rady 2003/96/ES ze dne 27. října 2003, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. Úřední věstník L 283 (31. 10. 2003). Online na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex:32003L0096>
- [44] Státní energetická koncepce České republiky (12/2014). Ministerstvo průmyslu a obchodu. Online na: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statni-energeticka-politika/2016/12/Statni-energeticka-koncepcie-2015_.pdf
- [45] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/1938 ze dne 25. října 2017 o opatřeních na zajištění bezpečnosti dodávek zemního plynu a o zrušení nařízení (EU) č. 994/2010, Úřední věstník Evropské unie (28. 10. 2017). Online na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R1938&from=ES>
- [46] Vyhláška č. 153/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 133/2010 Sb. o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot), Online na: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=r&id=133>
- [47] Zákon č. 152/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Online na: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/plynarenstvi-a-kapalna-paliva/2017/6/Priloha-c--2-Novelizovany-zakon-c--311-2006-Sb-.pdf>
- [48] Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů, ve znění pozdějších předpisů, Ministerstvo financí ČR (18. 10. 2007). Online na: <https://www.mfcr.cz/cs/legislativa/legislativni-dokumenty/2007/zakon-o-stabilizaci-verejnych-rozpoctu---6826>
- [49] Zákon č. 152/2017 Sb., kterým se mění zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. Ministerstvo vnitra. 19. 4. 2017. Online na: aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=61871
- [50] Návrh vnitrostátního plánu v oblasti energetiky a klimatu České republiky, Ministerstvo průmyslu a obchodu. Online na: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/navrh-vnitrostatniho-planu-v-oblasti-energetiky-a-klimatu-ceske-republiky--243377/>

4 Základní bezpečnostní požadavky na výstavbu a konstrukci LNG čerpacích stanic

4.1 Obecné požadavky na konstrukci LNG čerpacích stanic

„Veškerá zařízení, komponenty, potrubí, armatury a materiály čerpacích stanic musí být sestaveny způsobem vhodným pro jejich užití v celém rozsahu tlaků, odolné vůči kapalinám, teplotám, povětrnostním podmínkám (maximální a minimální venkovní teplota, maximální vítr, maximální srážky, maximální sněžení atd.) a manipulaci (nakládce), které mohou nastat při normálních a zhoršených podmínkách (jako je například zemětřesení). Zařízení musí být instalováno a používáno v souladu s pokyny výrobce.“⁴ [1]

Zvláštní pozornost musí být věnována snížení tlaku natlakovaných komponentů před jejich odvozem za účelem údržby. Toto může být kontrolováno pomocí ventilů a měřidel, kterými se před servisními zásahy odtlakování ověří.

Čerpací stanice musí být navržena a zkonstruována tak, aby jakákoliv údržba nebo servis neměly nepříznivý vliv na přivádění LNG do plnicí stanice.

Obzvláště je nutno vyhnout se vlhkosti před čerpáním LNG. Pokud toho nelze dosáhnout, zařízení musí být před plněním LNG vysušené.

4.1.1 Budovy a stavby

- a) Čerpací stanice LNG musí být umístěny na odpovídajících základových konstrukcích. Návrh čerpací stanice musí odpovídat platným normám s přihlédnutím k místním podmínkám dané země – vítr, srážky, zemětřesení.
- b) Konstrukce budovy a stavby musí být taková, aby nedocházelo k žádným únikům LNG:
 - do kanalizace a povrchových vod nebo do jiné podzemní infrastruktury (např. kabelů nebo vodních děl);
 - do dalších míst s nebezpečnými látkami;
 - do přístupových komunikací.Musí být zajištěno, aby nedocházelo k hromadění LNG pod stáčecím bodem, pod cisternovým vozidlem nebo pod vozidlem plněným LNG.
- c) Konstrukční a designové řešení povrchu a prostoru čerpací stanice musí brát v úvahu veškerá zatížení, odvodnění, dešťovou vodu a likvidaci LNG v případě náhodného uvolnění. Povrch a pracovní prostor, dlažby nebo jiné povrchy a další stavební části musí být z nehořlavého materiálu (třída reakce na oheň A1, A2).
- d) Zvláštní pozornost musí být věnována přístupnosti LNG čerpací stanice pro požární techniku.
- e) Běžnou praxí je instalovat kryogenní čerpadla (odstředivá nebo pístová) nebo skladovací nádrže pod širým nebem. Nicméně toto může mít někde nepříjemné vlivy, například na bezpečnost a hlučnost. V případě požadavku na ochranu proti povětrnostním vlivům může být zvažováno použití uzavřeného prostoru s dostatečným větráním. Kryogenní čerpadla (odstředivá nebo pístová) a skladovací zařízení, včetně jejich příslušných přídavných zařízení, mohou být umístěna ve stejném prostoru.
- f) Oplocení a zastřešení použité k ohraničení prostoru LNG čerpací stanice nesmí sloužit ještě k jinému účelu.

⁴ Text v této kapitole uvedený modrou barvou je citací normy [1]

- g) Pokud je v prostorách LNG čerpací stanice z důvodů snížení požadovaných odstupů vybudována protipožární stěna, její konstrukce musí být ohnivzdorná 60 minut (podle ČSN požadavek na EI 60DP1, příp. REI 60DP1 – pokud se jedná o stěnu zajišťující ještě nosnost pro stavbu nebo její část). Protipožární stěny nesmí svým umístěním ani stavebním provedením omezovat přístup pro hasiče a jejich vybavení.

4.1.2 Instalace a konstrukce

Materiály

„Všechny materiály, použité pro čerpací stanici, musí odpovídat požadovaným specifikacím.

Dokumentace, poskytnutá výrobcem, musí potvrzovat shodu materiálu se specifikací.

Jsou-li použity lehké slitinové materiály pro součásti, které přijdou do styku s plynem nebo LNG, musí být provedena vhodná opatření pro jejich automatické oddělení v případě požáru.

Výrobce technického vybavení čerpací stanice předloží shodu vlastností a materiálových specifikací s příslušnými normami pro výstavbu a s normami pro konstrukci dílů namáhaných tlakem.“ [1]

Musí být vybrány materiály, které splňují následující parametry:

- mají vhodné vlastnosti pro provozní a testovací podmínky. Pouze u kryogenních dílů se použijí materiály vhodné pro provoz v nízkých teplotách – podle ČSN EN ISO 21028-1:2017 nebo jiných vhodných standardů;
- materiály musí být voleny tak, aby se zabránilo korozi, pokud jsou různé galvanické materiály v přímém kontaktu.

Elastomerní materiály by měly být označeny příslušným kódem, např. EN 682.

Požadavky na různé prvky sestav

Konstrukce a komponenty čerpací stanice musí brát v úvahu rozsah provozních podmínek a podmínky, kterým mohou být tyto komponenty vystaveny během výroby, montáže a testování.

Všechny součástky by měly být chráněny pomocí ochrany proti korozi nebo by měly být z nekorodujících materiálů. Ochrana může být provedena například nátěrem nebo katodickou ochranou s přihlédnutím k environmentálním podmínkám.

Trvalé spoje

Všechny trvalé spoje konstrukčních částí musí být provedeny kompetentní osobou, svařované spoje mohou být provedeny podle platných norem pouze kvalifikovaným svářečem.

Svařování musí být provedeno v souladu s postupem uvedeným v ČSN EN ISO 15609-1:2005 a ČSN EN ISO 15609-2:2003 s přihlédnutím k tepelným nárokům a možnosti zpětného vysledování původu použitých materiálů. Pájené spoje musí být provedeny z materiálu s bodem tání převyšujícím 538 °C.

Pevné spoje musí být podrobeny nedestruktivní zkoušce, např. v souladu s normou ČSN EN ISO 9712:2013, prováděné kvalifikovanými pracovníky.

Je nutno vytvořit fungující systém pro zajištění sledovatelnosti materiálů, komponentů a příslušenství použitých v zařízení i při jejich instalaci.



Obr. 4.1 Ilustrační fotografie

Požadavky na umístění jednotlivých komponentů LNG čerpací stanice

„Veškeré vybavení čerpací stanice obsahující LNG musí být uloženo ve volném vzdušném prostředí anebo v budovách na to určených. Pokud nelze jinak, musí být jednotlivé komponenty uloženy na bezpečných místech s dostatečnou ventilací.

Veškeré komponenty, které potřebují údržbu, musí být umístěny na bezpečném místě v přiměřené výšce pro obsluhu ze země.

Elektrická a neelektrická vybavení nebo komponenty, které jsou schopny způsobit vznícení, musí být navrženy pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu nebo musí být umístěny v prostorech s minimální pravděpodobností výbuchu, např. ve venkovních prostorech.“ [1]

CNG části LNG čerpací stanice

CNG komponenty čerpací stanice nesmí být vystaveny nízkým teplotám z kryogenních částí stanice, pokud s nimi nejsou kompatibilní.

Odstupy od LNG skladovací nádrže

Odstupy od LNG skladovací nádrže jsou určeny podle velikosti dané nádrže. Některé standardy nebo regulace pracují s obsahem LNG skladovací nádrže v hmotnostních jednotkách. Hmotnostní kapacita LNG skladovací nádrže musí být v tom případě vypočítána vynásobením objemu nádrže předpokládanou hustotou LNG. Pokud hustota není známa, použije se hodnota 446 kg/m³.

Umístění odpařovače vzduchu

Odpařovač vzduchu musí být umístěn tak, aby nebylo bráněno atmosférické cirkulaci vzduchu okolo odpařovače. Odpařovač by měl být umístěn mimo dopravní trasy, aby v případě tvorby mlhy vytvářené ochlazením vzduchu kolem odpařovače neměl vliv na bezpečnost vozidel a osob v okolí.

Vliv na životní prostředí

Emise metanu

Emise metanu při běžném provozu musí být striktně omezené na napojování trysek, nezbytné operace spojené s odpojováním, vykládku a další nutné operace, které vyplývají z provozních postupů.

Emise metanu v případě nouzové situace (otevření ventilů, prvotní plnění LNG skladovací nádrže, opravy) musí být minimalizované pomocí vhodných postupů a opatření.

Tlumení hluku

Tlumení hluku musí být v souladu s příslušnými požadavky právních předpisů.

4.1.3 Skladování LNG

Obecné požadavky

LNG skladovací nádrž je tlaková nádoba určená pro provoz při kryogenních teplotách. Proto musí splňovat standardy pro tlakové kryogenní skladovací nádoby (např. ČSN EN ISO 21009-2:2016, ČSN EN 13458-1:2002, ČSN EN 13458-2:2003).

LNG skladovací nádrž musí bezpečně fungovat za každých klimatických podmínek (vítr, sněžení). Musí být dimenzována na odolnost proti zemětřesení podle zóny zemětřesení, ve které se nádrž nachází, bez úniku kapaliny. Nádrž včetně potrubních rozvodů musí být vyrobená z materiálů, které odolávají kryogenním teplotám.

Nádoby a jejich podpory musí být navrhované v souladu s normami, které zohledňují seizmické a provozní požadavky. LNG skladovací nádrž musí mít dvouplášťovou konstrukci, přičemž vnitřní nádoba musí být navržena tak, aby udržela LNG bez porušení vnější nádoby. Prostor mezi stěnami nádoby musí obsahovat izolaci a musí být maximálně zbavený vzduchu, aby se zabránilo přenosu tepla.

„Každá LNG skladovací nádrž musí být identifikovaná pomocí identifikačního štítku, který je přístupný a obsahuje informace podle příslušných norem. Na identifikačním štítku musí být uvedeno minimálně:

- výrobce a datum výroby nádrže, výrobní číslo;
- jmenovitá objemová kapacita kapaliny;
- konstrukční tlak v horní části nádoby;
- maximální povolená hustota kapaliny;
- maximální úroveň plnění;
- minimální konstrukční teplota.“ [1]

Vnější nádoba

Vnější nádoba musí být ze svařované konstrukce. Materiál musí mít bod tání větší jak 1 093 °C. V případě, že je jako izolace použito vakuum, vnější nádoba musí být dimenzovaná na venkovní tlak. Jakákoli část vnějších nádob, která může být vystavená LNG teplotám, musí být odolná vůči těmto teplotám nebo musí být chráněná proti účinkům těchto teplot.

Podpory vnitřních nádrží

Podpory vnitřních nádrží musí být navrhované pro přepravu, seizmické a provozní zatížení a musí splňovat aplikační kódy (např. předpis ČSN EN 1998, EN 1998). Podpory vnitřních nádrží musí být navrhované v souladu s roztažností a smršťováním vnitřní nádrže, aby výsledné napětí vnitřní a venkovní nádrže bylo v povoleném limitu.

Sedla a podpěrné nohy musí být navrhované v souladu s příslušnou legislativou, musí být brána v úvahu přeprava, montážní zatížení, vítr a teplotní zatížení. Podpora musí být odolná proti ohni s tepelným tokem min. 15 kW/m² po dobu min. jedné hodiny. Pokud je pro dosažení požadované odolnosti nutno použít izolační materiál, musí být odolný vůči odstranění proudem vody z požárních hadic a odolný proti páře vznikající při hašení.

Odvětrání zásobníku – ventilační šachty

Ventilační šachty musí být navrhované tak, aby do nich nevníkal déšť nebo sníh. Drenáž na dně ventilační šachty musí být navrhovaná tak, aby byla odstranitelná v případě atmosférické kondenzace. Detekce teploty pod –80 °C ve ventilační šachtě musí spustit nouzový systém vypnutí plnicí stanice LNG.

Potrubí

Jakékoli potrubí, které je součástí LNG skladovací nádrže dodané výrobcem, včetně potrubí mezi vnitřní a vnější nádrží, musí být v souladu se standardy a normami, které se týkají teplot a tlaků pro oblast daného tepelného a tlakového zatížení.

Při návrhu musí být brány v úvahu teplotní roztažnost, smršťování a napětí. Veškerá potrubí a hadice musí být vyrobené z nerezavějící oceli, která je schopná fungovat do teplot –196 °C. Veškerá potrubí a části potrubí kromě těsnění musí mít minimální teplotu tavení 816 °C. Přídavný kov pro tvrdé pájení musí mít minimální teplotu tavení 538 °C.

Ventily

Ventily vystavené teplotě pod –40 °C musí být navrženy a provedeny v souladu s ISO 21011:2008 nebo jinými standardy.

Tlaloměry

Každá LNG skladovací nádrž musí být vybavená tlakoměrem, který permanentně ukazuje tlak v nádrži nad maximální hladinou plnění – maximálním množstvím objemu.

Hladinoměry kapaliny

„Na každé LNG skladovací nádrži musí být dostupné dva nezávislé systémy měření hladiny kapaliny.“ [1]:

- první systém musí na základě objemu kapaliny nebo kapalné hmoty ukazovat aktuální hladinu kapaliny v celé výšce LNG skladovací nádrže;
- druhý systém musí identifikovat hladinu (bez ovlivňování a vypařování vzduchu do atmosféry), která dosáhne maximální hodnoty naplnění LNG skladovací nádrže.

„Každý z obou systémů musí být schopen automaticky zastavit plnicí čerpadlo a uzavřít ventil, kterým je LNG dodáván do zásobníku, aby se zabránilo překročení povolené hladiny.“ [1]

Maximální přípustný provozní tlak

Maximální přípustný provozní tlak LNG skladovací nádrže musí být stanovený tak, že bude dostatečně vyšší než:

- tlak varu LNG (saturace) při dodávce, nebo
- tlak, při kterém je LNG nasycen podle požadavku pro provoz.

Dále je nutno splnit podmínky, aby byl umožněn provoz bez ventilace s tím, že možné větrání je omezeno pouze na nouzové situace.

„Pro zajištění kompatibility je nutno splnit požadavek, aby maximální povolený pracovní tlak LNG skladovací nádrže byl minimálně o 300 kPa vyšší, než je maximální možný provozní tlak dodávkové LNG autocisterny.“ [1]



Obr. 4.2 Ilustrační fotografie

4.1.4 Elektrická zařízení a elektroinstalace

Obecné požadavky

Pokud jsou elektrická zařízení a elektroinstalace umístěné v prostředí s nebezpečím výbuchu, musí být jejich provedení, umístění a instalace v souladu s normami ČSN EN IEC 60204-11 ed. 2:2019 a ČSN EN 60079-14 ed. 4:2014.

V případě možnosti přetížení elektrických vodičů a v případě možnosti zásahu elektrických zařízení vyšším napětím musí být elektrická zařízení provedena v souladu s normami řady ČSN EN 62305.

Uzemnění

Pro vyrovnání elektrických potenciálů musí být všechny kovové části LNG stanic elektricky uzemněné podle příslušné normy ČSN EN 60204-1 ed. 2:2007 a ed. 3:2019.

Budovy musí být chráněny proti zásahu bleskem. Hlavní části vybavení (skladovací nádrže, větrací komíny atd.) musí být uzemněné přímo do země.

Při zásahu bleskem by neměly být překročeny hodnoty přetížení elektroinstalace a elektrického vybavení.

Elektrické skříně a kryty musí být v souladu s normou ČSN EN 60204-1.

Části, které jsou pod proudem, musí být ochráněné a umístěné tak, aby nemohlo dojít ke kontaktu s nimi.

V běžném provozu musí veškeré části elektrických zařízení pod proudem splňovat normu ČSN EN 60204-1.

Části, které jsou pod proudem a s nimiž může dojít k náhodnému kontaktu v průběhu servisního zásahu, musí být opatřeny odstranitelným krytem s varovným symbolem.

Celá elektroinstalace a veškeré vodiče umístěné v nebezpečném prostředí musí splňovat normu ČSN EN 60079-0 ed. 4:2013 v souladu s jejich použitím.

Z důvodu zabránění přenosu plynu mezi oblastmi s rozdílnou klasifikací nebezpečí musí být kabelové trasy utěsněné v souladu s normou ČSN EN 60079-0.

Prostor mezi kabely je potenciálním „plynovodem“, kde může existovat rozdílný tlak. Pokud jsou tyto části umístěné v zónách s rozdílným nebezpečím, mohou tím být znehodnocena bezpečnostní opatření.

Statická elektřina

„Při tankování vozidel pomocí tankovací hadice (vodivé nebo nevodivé) je nutno zabránit vybíjení mezi tankovací hubicí a otvorem nádrže. Proto musí být zvolený vhodný materiál, který má odpor mezi hubicí a uzemněním menší jak jeden MOhm (MΩ). Pokud toho není možné dosáhnout, musí být přidáno dodatečné uzemnění.“ [1]

4.1.5 Kontrolní systémy

Detektory plynu

Detektor metanu musí být nainstalován nad místem nejpravděpodobnějšího úniku (např. uvnitř stříšky, která kryje potencionální místo úniku) a umístěn tak, aby byla maximální pravděpodobnost zachycení případného úniku. Detektor metanu by měl být umístěn minimálně nad každým LNG výdejním stojanem a dále v dostatečném počtu ve všech částech LNG čerpací stanice s důrazem na prostory vykládky LNG.

Detektory (hlásiče) požáru

Detektory požáru nebo senzory zvýšené teploty by měly být umístěny tak, aby pokryly celý prostor LNG čerpací stanice – především prostor výdejních stojanů, kryogennou část čerpací stanice a ostatní místa, kde hrozí nebezpečí vzniku požáru.

Tlakoměry

Všechny tlakoměry, které jsou umístěny v prostorách čerpací stanice, včetně těch, které jsou umístěné na LNG skladovacích nádržích, musí mít stejný systém jednotek.

Snímače teploty

Teplotní snímače (senzory) musí být nainstalované v místech, která jsou nejbližší možnému úniku LNG. Identifikace úniku je možná naměřením nižší teploty, než je teplota okolí.

V případě, že LNG čerpací stanice obsahuje část CNG, musí být senzory teploty nainstalovány na zásobovacím připojení do CNG části čerpací stanice. Tyto senzory musí být nainstalovány zejména na CNG zásobníky, CNG výdejní místa, potrubí a příslušenství, aby se zabránilo toku plynu v případě, že jeho teplota klesne pod -40 °C.

Zařízení pro nouzové vypnutí (ESD)

Manuální zařízení pro nouzové vypnutí musí být umístěna na vhodných místech v celém areálu LNG čerpací stanice, a to tak, aby byla v dosahu obsluhy. Manuální zařízení pro nouzové vypnutí musí být umístěno v blízkosti každého LNG výdejního místa. Speciální pozornost musí být těmto zařízením věnována u samoobslužných čerpacích stanic LNG. Umístění manuálního zařízení pro nouzové vypnutí musí být zřetelně označené.

Záložní zdroj napájení – nouzový napájecí zdroj

Nouzový napájecí zdroj musí být k dispozici v případě výpadku elektrické energie pro napájení všech požárních a metanových detektorů.

Systémy nouzového vypnutí (ESD)

LNG čerpací stanice musí být vybaveny systémy nouzového vypnutí v závislosti na velikosti LNG skladovacích nádrží. Automatické systémy ESD musí být instalovány u čerpacích stanic s úložnou kapacitou více než 5 t. Pokud skladovací kapacita nepřesahuje 200 t, ESD systém může být součástí jiných kontrolních systémů. V případě, že skladovací kapacita přesahuje 200 t, musí být systém ESD nezávislý a samostatný. Pro nádrže s kapacitou do 5 t jsou dostačující manuální zařízení pro nouzové vypnutí, umístěná v blízkosti skladovacích nádrží tak, aby byla bezpečně dostupná.

4.1.6 Ochrana tankovacích stanic LNG proti přetlaku

Tankovací stanice na LNG palivo musí být vybaveny bezpečnostními prvky, které zabraňují přetlaku ve všech jejích částech.

Bezpečnostní zařízení musí být nezávislé na dalších funkcích v souladu s požadavky ČSN EN ISO 4126-1:2014 Bezpečnostní pojistná zařízení proti nadměrnému tlaku – část 1: Pojistné ventily.

Pomocná (přídavná) bezpečnostní zařízení

Přídavná bezpečnostní zařízení musí mít alespoň tyto funkce a vlastnosti:

- a) automatické nouzové zařízení, které zajistí izolaci obsahu skladovací LNG nádrže od zbytku vybavení čerpací stanice;
- b) v případě tankování CNG – CNG rozptylovač, jak je uvedeno v ČSN EN ISO 16923:2019;
- c) rozprašovač LNG;
- d) jedno nebo více tlačítek nouzového vypnutí.

Maximální plnicí tlak pro LNG

Vydávací LNG systém musí být vybaven automatickým bezpečnostním systémem, který by měl zabránit přetlaku v nádrži motorového vozidla.

V případě, že dávkovací zařízení LNG je schopno dodávat LNG do nádrže vozidla při tlaku, který je vyšší než maximální přípustný pracovní tlak v nádrži vozidla, musí být použity nejméně dva nezávislé automaticky ovládané bezpečnostní systémy, aby se předešlo přetlakování nádrže. Tyto systémy musí být použity pro ochranu nadměrného tlaku, jeden z nich může být plně řízen elektronikou.

Při stanovení maximálního tlaku, který by mohl být dodáván do nádrže vozidla a při stanovení maximálního přípustného pracovního tlaku skladovací nádrže LNG, musí být vzaty v úvahu parametry čerpacích trysek, které jsou dodávány s čerpadlem.

V případě zařízení pro tankování CNG musí být maximální čerpací tlak CNG v souladu s normou ČSN EN ISO 16923:2019.

Musí být učiněna opatření, aby se zabránilo elektrostatickým rizikům. Ochrana proti statické elektřině musí být prováděna v souladu s platnými normami.

4.2 Přemístitelné a mobilní LNG čerpací stanice

Přemístitelná LNG čerpací stanice musí splňovat přiměřeně všechny požadavky stejně jako stabilní LNG čerpací stanice (nemusí splňovat požadavky na pevné základy a kotvení do nich).

Přemístitelná LNG čerpací stanice určená na vyložení z vozidla na místo dočasného tankování musí být napevno přimontovaná k nezávislému podkladu, který je dočasně napevno přichycený k vozidlu. Pokud je přemístitelná LNG čerpací stanice přepravována, nesmí obsahovat LNG a nesmí být pod větším tlakem než 0,05 MPa.

Ventily, potrubí, elektrické komponenty, ocelová konstrukce a všechny ostatní části přemístitelné i mobilní čerpací stanice musí být navrhovány tak, aby odolaly veškerým podmínkám, kterým může být vybavení v průběhu přepravy vystavené. Mobilní LNG čerpací stanice určená k provozu na palubě vozidla musí být pevně namontována na rám vozidla nebo na návěs (přívěs) vozidla.

Veškeré vybavení mobilní LNG čerpací stanice musí být v souladu s aplikovanými standardy pro přepravu pod tlakem. Komponenty čerpací mobilní stanice by měly být v souladu s normami ČSN EN ISO 20421-2:2017 nebo ČSN EN ISO 21029-2:2016.

Umístění mobilní LNG čerpací stanice musí být vybráno s ohledem na minimalizování rizika nehody s ostatními vozidly nebo jiným zařízením.

4.3 Uvedení LNG čerpací stanice do provozu

Před spuštěním zařízení LNG čerpací stanice do provozu musí být provedeny veškeré testy zařízení. Postupy pro uvedení zařízení do provozu a pro vyřazení z provozu musí být součástí provozní dokumentace.

Testy funkčnosti

Řádný provoz veškerého bezpečnostního vybavení, kromě bezpečnostních ventilů, musí být ověřen a zdokumentován. Integrita bezpečnostních zařízení musí být zkontrolována podle dokumentace od výrobce a musí být zabráněno neoprávněné manipulaci se systémy a zařízeními.

Veškerá zařízení pro nouzové vypnutí musí být zkontrolována před uvedením do provozu.

První naplnění LNG skladovací nádrže a ostatních komponentů, pokud mají teplotu okolí, musí být provedeno v souladu s postupy dodavatelů pro zchlazení a první naplnění.



Obr. 4.3 Ilustrační fotografie

4.4 Obecné požadavky na bezpečnost LNG čerpacích stanic

4.4.1 Postup tankování

Tankování musí být prováděno pouze řádně proškolenou osobou. Instrukce, jak natankovat vozidlo, musí být umístěny na tankovacím stojanu, kde musí být umístěna také informační tabulka s informací o nouzovém vypnutí. Osoba provádějící tankování musí být adekvátně ochráněna proti odstříknutí LNG.

Tankovací stanice se stálou obsluhou

Tankování musí provádět pracovník řádně proškolený zejména v oblastech:

- bezpečnostních postupů a bezpečnostních opatření;
- postupů při tankování – rozfázování činností při tankování s vazbou na časy jednotlivých kroků při tankování;
- zhodnocení a vyhodnocení abnormálních situací, které mohou vzniknout při tankování;
- opatření, která musí být přijata v mimořádných situacích (např. systém nouzového vypnutí ESD a jeho obsluha);
- způsobu hlášení mimořádných situací;
- způsobu hlášení požárů;
- hašení požáru v rozsahu odpovědnosti každého jedince.

Proškolení a výcvik pověřených pracovníků se musí provádět nejméně jednou za dva roky, při každé změně postupů a také po jakékoliv mimořádné situaci. Pracovníci stanic se stálou obsluhou musí být prokazatelně vyškoleni od začátku jejich zaměstnání.

Samoobslužné čerpací stanice

V případě samoobslužných čerpacích stanic musí být přijata opatření, aby čerpání bylo umožněno pouze registrovaným a řádně proškoleným zákazníkům. Musí být zajištěno, že vlastník, případně provozovatel vozidla má povolen přístup k tankovací stanici na LNG, že vozidlo má pohon na LNG, je vhodné k čerpání LNG pohonné hmoty na tankovací stanici a je registrováno v operačním systému provozovatele čerpací stanice.

Pokud jde o stanice se samoobslužným provozem, veškeré postupy a instrukce musí být vystaveny na viditelném místě čerpací stanice. Na čerpací stanici musí být zajištěny prostředky umožňující komunikaci z čerpací stanice se složkami integrovaného záchranného systému.

Havarijní (nouzový) plán

Havarijní plán musí být zpracován pro každou čerpací stanici. V případě havarijního manuálního nebo automatického vypnutí čerpací stanice (ESD) musí být provedena kontrola pověřenou osobou a příčina havarijního vypnutí musí být identifikována. Příčina a čas aktivace havarijního vypnutí musí být zaznamenána v provozní dokumentaci. Identifikovaná příčina havarijního vypnutí musí být před opětovným spuštěním čerpací stanice bezpečně odstraněna. Před novým spuštěním musí být veškerá zařízení a vybavení čerpací stanice nastavena podle požadavků standardního spouštění.

Obr. 4.4 Ilustrační fotografie



4.4.2 Kontrola a údržba čerpací stanice

Veškeré kontroly, údržba a testování musí být prováděny podle předepsaných standardů. Kontroly a testy veškerého bezpečnostního vybavení musí být vykonávány kompetentní osobou, která má k daným činnostem potřebná oprávnění. Technický stav čerpací stanice musí být kontrolován společně s revizí tlakových zařízení a s kontrolou koroze zařízení čerpací stanice vzhledem k její bezpečnosti a provozuschopnosti. Tlakové vybavení a speciální kryogenní tlakové vybavení musí být zkontrolovány podle aplikovaných standardů.

„Pravidelný kontrolní interval tlakového vybavení musí minimálně zahrnovat:

- bezpečnostní zařízení proti přetlaku;
- bezpečnostní zařízení havarijního vypnutí;
- měřidla tlaku;
- ovládací zařízení.

Kontrola a testování elektrických systémů a elektroinstalace musí být provedena v souladu s IEC 60079-17 ed. 4:2014. Bezpečnostní a protipožární zařízení a vybavení musí být kontrolovány a testovány v souladu s platnými právními předpisy, ovšem s maximálním intervalem 12 měsíců.

Pro pomocné vybavení nádob obsahujících LNG nesmí kontrolní interval překročit 3 roky.“ [1]

4.4.3 Bezpečnostní značky na čerpací stanici

„Značky by měly být umístěny na viditelném místě v tomto minimálním rozsahu:

- kontakt na majitele a nouzová telefonní čísla;
- zákazy vstupu nepovolaným osobám do neveřejných částí stanice;
- přítomnost nebezpečných zón;
- nebezpečí hořlavé kapaliny a plynu;
- hluboko zchlazená (kryogenní) kapalina;
- zákaz kouření, otevřeného ohně a používání zařízení, která mohou způsobit výbuch (kamery, telefony, počítače, rádia).

Jakýkoli potencionální kontakt s elektrickým obvodem, který by mohl způsobit zranění, musí být označený pomocí normového značení.“ [1]

4.4.4 Instrukce k instalaci a obsluze

Instrukce k instalaci a obsluze musí být dodány spolu s čerpací stanicí v oficiálním jazyku země, kde se čerpací stanice nachází, případně podle požadavků vlastníka čerpací stanice.

Instrukce musí minimálně obsahovat:

- jak nainstalovat vybavení, s důrazem na instalaci tlakových zařízení;
- jak je nutné vykonávat servis na čerpací stanici;
- správné fungování čerpací stanice;
- minimální požadavky na údržbu čerpací stanice spolu s kontrolou trasy obsluhou (např. vizuální kontrola hadic);
- požadavky na pravidelnou kontrolu čerpací stanice;
- požadavky na pravidelnou výměnu hadic;
- požadavky na bezpečnostní značky na čerpací stanici.

Pro plné pochopení instrukcí musí být součástí dokumentace technické informace, nákresy a diagramy. Veškerá potenciální nebezpečí musí být vyhodnocena a uvedena v instrukcích k instalaci a obsluze spolu s opatřeními ke snížení těchto nebezpečí a varovným značením (např. vysoké napětí, vysoký tlak).

4.4.5 Údržba LNG čerpací stanice

Je nutno zpracovat preventivní plán údržby čerpací stanice, který musí být v souladu s požadavky a předpisy dodavatelů systémů a vybavení čerpací stanice. Plán údržby musí obsahovat rozpis procedur pro testování a kontroly systémů čerpací stanice a jejího vybavení.

Plán údržby musí být vykonávaný osobou proškolenou v rozsahu požadavků příslušných právních předpisů.

Provádění údržby protipožárních systémů musí být naplánováno tak, aby nebyla při této činnosti snížena úroveň požární bezpečnosti s tím, že mimo provoz musí být v kterémkoli okamžiku pouze nezbytné minimum protipožárních systémů.

Dokumentace čerpací stanice musí být archivována u majitele stanice. Kopie musí být k dispozici pro údržbu a kontrolu.

Údržba musí být prováděna v souladu s instrukcemi výrobců. Záznamy z údržby musí být uschovány po celou dobu životnosti čerpací stanice.

Každý komponent, včetně podpůrných systémů čerpací stanice, musí být udržovaný ve stavu, který je kompatibilní s jeho funkcí nebo bezpečností, jak je uvedeno výrobcem.

Pokud je na údržbu odvezeno bezpečnostní zařízení, které je součástí komponentu, musí být celý komponent vyřazen z provozu, pokud není k dispozici další jiné zařízení, které je schopno zabezpečit stejnou bezpečnostní funkci a nahradit celý komponent.

4.5 Požadavky na požární bezpečnost LNG čerpacích stanic

Klasifikace prostorů s nebezpečím výbuchu plynů a par

Prostory s nebezpečím výbuchu par a plynů jsou v souladu s platnými právními předpisy klasifikovány následně:

Evropské země

- Zóna 0: prostor, ve kterém je výbušná směs plynu se vzduchem přítomna stále nebo se vyskytuje v dlouhých periodách (dříve se v ČR označovala jako SNV 3);
- zóna 1: prostor, ve kterém může vzniknout výbušná směs plynu se vzduchem za běžného provozu (dříve se v ČR označovala jako SNV 2);
- zóna 2: prostor, ve kterém nemůže výbušná směs plynu se vzduchem za běžného provozu vzniknout nebo může vzniknout pouze na krátké období (dříve se v ČR označovala jako SNV 1).

USA a Kanada

- Division 1: nebezpečná koncentrace hořlavých plynů, par nebo výbušné směsi prachu je za běžného provozu přítomna trvale, přerušovaně nebo periodicky;
- Division 2: hořlavé kapaliny nebo plyny jsou přítomny, ale za běžných podmínek jsou uzavřeny v zásobnících nebo systémech, ze kterých mohou uniknout pouze při výjimečných provozních situacích.

Analýza nebezpečných prostorů se doporučuje provádět podle ČSN EN 60079-10-1 ed. 2:2016 pro elektrické a jiné zdroje zapálení. Zvláštní pozornost je třeba věnovat stávajícím kabelům vysokého napětí, jejich izolaci a ochraně. V tab. 4.1 jsou uvedena doporučení, která je vhodné použít pro klasifikaci jednotlivých nebezpečných zón LNG čerpacích stanic.

Tab. 4.1 Klasifikace nebezpečných zón LNG čerpacích stanic, podle ČSN EN ISO 16924:2019 [1]

Část	Lokace	Zóna	Rozsah klasifikované plochy
A	Oblast zásobníku LNG plnicí stanice		
	Uvnitř	1	Celá místnost
	Venkovní nadzemní zásobníky LNG	1	Otevřený prostor mezi stěnou vysokého typu a stěnou zásobníku LNG, kde výška stěny přesahuje vzdálenosti mezi stěnou a stěnou zásobníku LNG
		2	Ve vzdálenosti do 4,6 m ve všech směrech od zásobníku LNG plus uvnitř záchytného prostoru zásobníku, až do výšky stěny záchytného prostoru
		1	V jakémkoliv otevřeném prostoru mezi stěnami zásobníku LNG, skladovací nádrží a úrovní okolí nebo valem
Okolní prostor kolem zasypaných a podzemních zásobníků	2	Ve vzdálenosti do 4,6 m ve všech směrech od horní části zásobníku LNG a nad povrchem	
B	Provozní prostory LNG, kde by nemělo dojít ke vzniku požáru, ve kterých jsou umístěna čerpadla, kompresory, výměníky tepla, potrubí, propojení tlakových nádob apod.		
	Vnitřní prostory s dostatečným větráním	2	Celá místnost a jakákoli sousední místnost, která není oddělena plynotěsnou přepážkou, a 4,6 m nad nebo pod výstupním otvorem ventilace
	Venku na otevřeném prostranství nebo nad úrovní země	2	Ve vzdálenosti do 4,6 m od všech zařízení
C	Šachty, žlábků nebo jímků umístěné v zónách 1 nebo 2 nebo v jejich blízkosti	1	Celý prostor šachet, žlábků nebo jímek
D	Místo vyústění pojistných ventilů, odfuků	1	Do 1,5 m od místa vyústění
		2	Nad 1,5 m, ale do 4,6 m ve všech směrech od místa vyústění
E	Cisternové vozidlo LNG / oblast stáčení		
	Vnitřní prostory s dostatečným větráním	1	Do 1,5 m ve všech směrech od místa připojení
		2	Více než 1,5 m do celého prostoru a do vzdálenosti 4,6 m nad místo vyústění
	Venku na otevřeném prostranství nebo nad úrovní země	1	Do 1,5 m ve všech směrech od připojení
2		Nad 1,5 m, ale do vzdálenosti 4,6 m ve všech směrech od místa připojení	

V případě jiných hořlavých nebo nebezpečných kapalin, které mohou zasahovat do LNG stanice, musí být zajištěny prostředky na ochranu zařízení LNG čerpací stanice.

Hořlavé zařízení musí být umístěno mimo klasifikované zóny.

Území s nebezpečím výbuchu nesmí překročit hranici čerpací stanice v rámci bezpečných vzdáleností, jak je definováno v tab. 4.2 (Bezpečnostní vzdálenosti jednotlivých částí LNG čerpacích stanic), v opačném případě musí být vypracována analýza rizika požáru, projednána a schválena Hasičským záchranným sborem ČR.

Ochranná opatření proti explozi

Ochranná opatření proti výbuchu musí být realizována v souladu s příslušnými částmi normy ČSN EN 60079.

Veškerá elektrická a neelektrická zařízení a součásti určené pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu musí být navrženy a vyrobeny v souladu s platnými technickými požadavky kategorie pro zařízení skupiny II, aby se v souladu s částmi normy ČSN EN 60079 předešlo jakémukoliv zdroji vznícení.

Veškerá zařízení a součásti musí být minimálně vhodné pro skupiny výbušnosti IIA a teploty třídy T1, jak je definováno v ČSN EN IEC 60079-0 ed. 5:2018 a dalších platných normách pro neelektrická zařízení pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu (např. ČSN EN 13463-1).

Pokud jsou navrženy a realizovány systémy ochrany definované v ČSN EN 60079-10-1 ed. 2:2016, není nutné posuzovat prostředí s nebezpečím výbuchu.

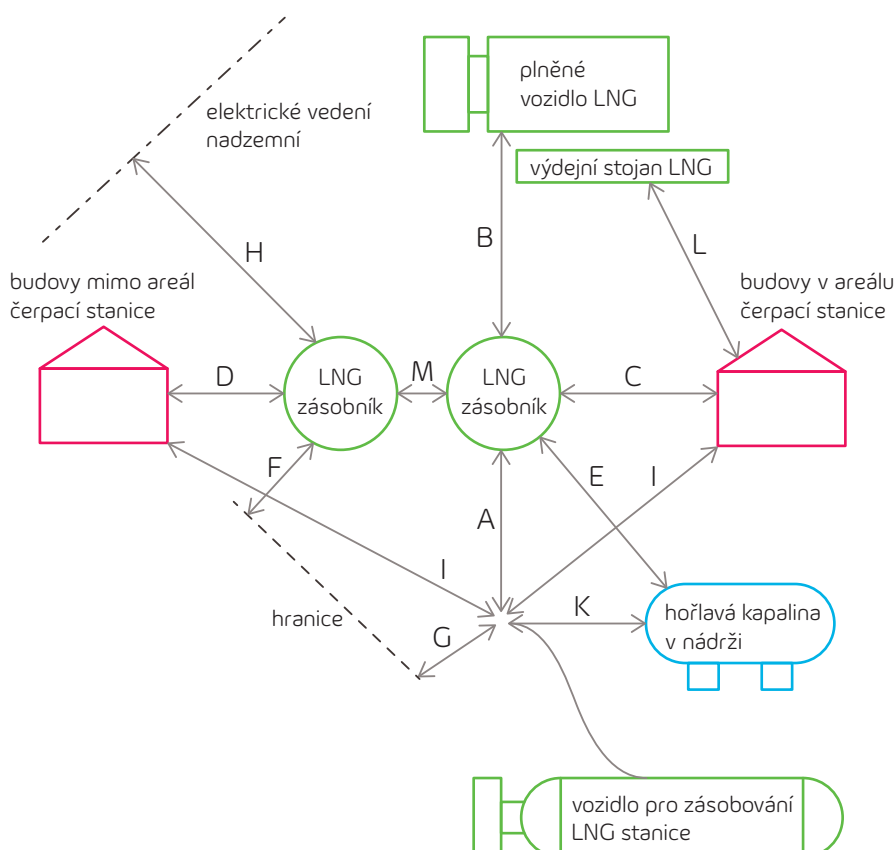
Neelektrická zařízení používaná v prostředí s nebezpečím výbuchu musí být v souladu s požadavky platných norem.

Zdroje vznícení u LNG čerpacích stanic

a) Zdroje vznícení nejsou povoleny na:

- místě překládky LNG;
- v plochách určených pro tankování LNG do vozidel.

- b) V prostoru pro tankování LNG vozidel se nesmí vyskytovat ani skladovat žádný materiál, který by představoval nebezpečí požáru. Nebezpečné materiály nesmějí být skladovány nebo bez kontroly uchovávány v klasifikovaných zónách čerpací stanice. Suchá tráva z nebezpečných ploch v prostoru LNG čerpací stanice musí být odstraněna.
- c) Hasičí přístroje musí být k dispozici na čerpací stanici v rozsahu podle požadavků orgánů státního požárního dozoru. U každého výdejního stojanu LNG musí být umístěn jeden hasičský přístroj vhodného typu.
- d) Příjezdové komunikace pro pohyb požárních vozidel u čerpací stanice LNG musí být udržovány po celou dobu životnosti LNG čerpací stanice.
- e) Na LNG čerpací stanici musí být k dispozici přehledná verze protipožárních postupů schválená Hasičským záchranným sborem ČR. Zjednodušená verze protipožárních postupů musí být umístěna na každém LNG čerpacím stojanu.
- f) Na každém LNG čerpacím stojanu musí být také zřetelně vyznačeno bezpečnostní vypínací tlačítko.



Obr. 4.5 Schéma A – Bezpečnostní vzdálenosti plnicí stanice LNG [1]

Odstupy mezi skladovací nádrží LNG, plnicím bodem LNG a stavbami pro skladování dalších hořlavých látek a plynů v prostorách čerpací stanice by měly být dostatečné, aby se zabránilo eskalaci případné mimořádné události související s LNG do dalších budov v areálu čerpací stanice. Minimální doporučené vzdálenosti jsou uvedeny v tab. 4.2 a tab. 4.3.

Tab. 4.2 Bezpečnostní vzdálenosti jednotlivých částí LNG čerpacích stanic, zdroj [1]

Vzdálenost (schéma A)	Komentář	Minimální vzdálenost [m]
A	Stáčecí přípojka – vnější plášť LNG zásobníku	6
	Pokud je postavena požární stěna nebo je použito jiné ochranné zařízení bránící požáru nebo pokud má LNG zásobník požární odolnost min. po dobu 1 hodiny při tepelném toku 15 kW/m ²	0,5–6
B	Plněný automobil – vnější plášť zásobníku LNG	4
E	Nádrž na hořlavé kapaliny a její odplynění – vnější plášť LNG zásobníku	5
F	Hranice – vnější plášť LNG zásobníku	
	LNG zásobník méně než 120 m ³	3
	LNG zásobník 120–300 m ³	6
	LNG zásobník více než 300 m ³	10
G	Hranice stavby – připojovací stáčecí místo LNG	3
H	Nadzemní elektrické vedení nad 600 V	10
K	Nádrž na hořlavé kapaliny a její odplynění – připojovací stáčecí místo	5
L	Výdejní stojan – v areálu stanice	6
	Pokud bezpečnostní tlačítko omezuje náhodný únik LNG na 60 s	3
M	Vzdálenost mezi LNG zásobníky	1,5

Tab. 4.3 Bezpečnostní vzdálenosti LNG zásobníků a dalších zařízení s obsahem LNG od budov, zdroj [1]

Počet lidí v budově	Poznámky	Budovy v místě areálu stanice LNG		Budovy mimo areál stanice LNG	
		Rozměr (schéma A)	Minimální vzdálenost [m]	Rozměr (schéma A)	Minimální vzdálenost [m]
Vzdálenost od LNG zásobníků a dalších zařízení s obsahem LNG					
žádný		C	0–3	D	3
< 10		C	10	D	15
10–100		C	15	D	30
> 100		C	15	D	30
Vzdálenost od připojovacího místa (stáčení)					
žádný	budovy s nehořlavými stěnami	I	0–3	J	3
	budovy s hořlavými stěnami	I	10	J	10
< 10	s čerpadlem umístěným na zemi	I	10	J	10
	bez čerpadla umístěného na zemi	I	20	J	20
10–100		I	30	J	J
> 100		I	50	J	J

Minimální vzdálenosti budov a sousedních pozemků, které mohou být zastavěny, od podzemních LNG zásobníků jsou uvedeny v tab. 4.4. Vzdálenosti jsou závislé na kapacitě LNG podzemních zásobníků. V tabulce jsou uvedeny i minimální vzdálenosti mezi LNG podzemními skladovacími nádržemi (zásobníky).

Tab. 4.4 Bezpečnostní vzdálenosti od LNG podzemních zásobníků, zdroj [1]

Vodní objem zásobníku LNG [m ³]	Minimální vzdálenost od budov a sousedních pozemků, které mohou být zastavěny [m]	Minimální vzdálenost mezi LNG skladovacími zásobníky [m]
< 10	4,5	4,5
10–120	7,5	4,5
> 120	15,0	4,5

4.6 Použité informační zdroje

- [1] ČSN EN ISO 16924:2019. Plnicí stanice na zemní plyn – LNG stanice pro plnění vozidel. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [2] ČSN EN ISO 16923:2019. Plnicí stanice na zemní plyn – CNG stanice pro plnění vozidel. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.

5 Možné využití LNG v oblasti dopravy

Zemní plyn je ekologické palivo u motorů s vnitřním spalováním, které je bezpečné a přináší řadu výhod pro životní prostředí:

- zlepšuje kvalitu ovzduší, téměř eliminuje znečišťující látky. Ve srovnání s limity Euro VI má o 70 % méně NO_x (oxidy dusíku) a o 99 % méně PM (pevné částice);
- zmírňuje globální oteplování díky podstatně sníženým emisím CO_2 (o 12 % méně v porovnání s naftovým ekvivalentem);
- využití je možné v dopravě nákladní, autobusové, lodní i železniční.

5.1 Nákladní silniční doprava

LNG je čisté palivo, které nevytváří karbonové usazeniny, pozitivně ovlivňuje životnost motoru i motorového oleje. Provoz těchto vozidel je ekologičtější i při aplikaci nejpřísnějších norem, což do budoucna umožní plnění emisních kritérií pro nákladní vozidla. V oblasti provozu nákladní silniční dopravy jsou LNG motory tišší a vozidla tedy dokážou významně snížit hluk (až o 9 dB) v centrech měst během nočních dodávek. LNG jako palivo je v porovnání s nákupní cenou nafty výrazně nižší. Zemní plyn jako pohonnou hmotu nelze odcizit ani s její spotřebou jakkoli manipulovat.

5.1.1 Specifika nabídky LNG tahačů

Jako jeden z výrobců a průkopníků plynových motorů (za 20 let dodáno na trh 40 000 motorů na zemní plyn) má Iveco ve svém výrobním programu několik variant LNG pohonných jednotek. Vývojem od prvotního modelu Stralis 330 (hp) LNG, přes model Stralis 400 LNG, který je v současnosti nahrazen novým modelem Stralis NP 460 (motor Cursor 13 NP). Nový motor Cursor 13 NG EVO EURO VI se zdvihovým objemem 12,9 l, zlepšeným spalovacím procesem a optimalizovanou hmotností nabízí pro těžkou nákladní dopravu nejlepší efektivitu spalování paliva při dálkové přepravě.

Zpracování emisí probíhá pouze formou třicestného katalyzátoru a splňuje normu EURO VI. Prototyp nového modelu Stralis NP 500 s motorem Cursor 13 NG EVO EURO VI (C13 NPR6) s objemem 12,9 l a točivým momentem 2 200 Nm je zatím v testovacím procesu. V nabídce by měl být již v průběhu roku 2019. Ve variantě pro autobusovou dopravu nabízí společnost plynový motor Cursor 9 NG o objemu 8,7 l, s výkonem 360 hp a točivým momentem 1 650 Nm. Motor je montován do modelu Iveco Bus Crossway NP.



Obr. 5.1 LNG tahač Iveco, zdroj: Iveco

Švédský výrobce Scania má v portfoliu čtyři plynové motory (tři pro nákladní dopravu a jeden pro autobusovou). Modernizované osvědčené 9,3litrové pětiválcové jednotky jsou nabízeny ve dvou výkonových verzích, a to motor 280 hp, točivý moment 1 350 Nm a silnější 340 hp, točivý moment 1 600 Nm. Nejvýznamnějším motorem je však 12,7litrový šestiválec s výkonem 410 hp a točivým momentem 2 000 Nm. Všechny tři plynové motory Scania Euro 6 rovněž splňují požadavky standardu PIEK pro omezení hluku, který stanovuje úroveň nejvýše 72 dB (A) v zónách s vysokým rizikem rušení nočního klidu.

Zpracování emisí: Scania EGR a třicestný katalyzátor.

Pro dálkovou autobusovou dopravu je vyráběn motor o objemu 9 litrů, pětiválec o výkonu 320 hp a točivým momentem 1 500 Nm, který je montován do autobusu Scania Interlink MD LNG Coach. Ten byl poprvé představen na IAA Hannover 2018.



Obr. 5.2. LNG tahač Scania, zdroj: Scania

Dalším výrobcem LNG motorů pro nákladní dopravu je společnost Volvo. Pohonné ústrojí v jejich nákladních vozidlech s plynovým pohonem využívá světově proslulou technologii pohonu. Jiný výrobce nic podobného nenabízí. Motor vychází z technologie vznětových motorů Volvo. Ke vznícení LNG se však používá směs 90–95 % LNG a cca 5–10 % motorové nafty. Poměry jednotlivých paliv závisí na provozních podmínkách. V roce 2018 představilo Volvo dva LNG motory s typovým označením G13C 420 hp pro slabší motor a G13C 460 hp pro silnější.

Oba tyto šestiválce mají zdvihový objem 12,8 l a současně splňují normu EURO VI. Volvo FH LNG pro ně používá k dočištění výfukových plynů technologii selektivní katalytické redukce s filtrem pevných částic.



Obr. 5.3 LNG tahač Volvo, zdroj: Volvo

Společnost MAN, která je dalším výrobcem vozidel pro nákladní dopravu, oficiálně LNG motor nenabízí. Má ale v testovací verzi programu HDGAS EU modelovou řadu TGX 18.480 s dieslovým motorem D2676 LF25 – 480 hp. Z dostupných informací je známo, že mělo jít o duální princip motoru (LNG + nafta) podobný Volvu.

Mercedes-Benz má v současné době v nabídce pouze motor 7,7 l – 302 hp, točivý moment 1 200 Nm na stlačený zemní plyn CNG pro nový Actros 1830 NGT. Ten bude také montován do autobusu Mercedes-Benz Citaro NGT.

Renault Trucks a DAF zatím LNG motor nenabízí.

Srovnání hlavních parametrů LNG motorů nabízených v České republice je shrnuto v následujících tabulkách (tab. 5.1 až tab. 5.3).

Tab. 5.1 Hlavní parametry LNG motorů Iveco, zdroj: Iveco a gashd.eu

Výrobce	Iveco				
	330 NP	400 NP	460 NP	Crossway NP	500 NP
Označení/typ	Cursor 8	Cursor 9	Cursor 13	Cursor 9 NG	Cursor 13 EVO
Zdvihový objem [l]	7,8	8,7	12,9	8,7	12,9
Počet válců	6	6	6	6	6
Výkon [hp]	330	400	460	360	500
Výkon [kW]	243	294	338	265	370
Max. točivý moment [Nm]	1 300	1 700	2 000	1 650	2 200
Použití	tahač 4x2, 6x2 C, nízký tahač 4x2 podvozek 4x2, 6x2 P, 6x2 C			pouze bus	test

Tab. 5.2 Hlavní parametry LNG motorů Scania, zdroj: Scania

Výrobce	Scania			
	G280 LNG	G340 LNG	R410 LNG	MD LNG Coach
Označení/typ	OC09 104	OC09 105	OC 13 101	OC09
Zdvihový objem [l]	9,3	9,3	12,7	9,3
Počet válců	5	5	6	5
Výkon [hp]	280	340	410	320
Výkon [kW]	206	250	302	235
Max. točivý moment [Nm]	1 350	1 600	2 000	1 100
Použití	tahač 4x2, podvozek 4x2, 6x4			pouze bus

Tab. 5.3 Hlavní parametry duálních LNG motorů Volvo a MAN, zdroj: Volvo a gashd.eu

Výrobce	Volvo		MAN
	FH 420 LNG	FH 460 LNG	TGX 18.480
Označení/typ	G13C 420	G13C 460	D2676LF25
Zdvihový objem [l]	12,8	12,8	12,4
Počet válců	6	6	6
Výkon [hp]	420	460	480
Výkon [kW]	309	338	353
Max. točivý moment [Nm]	2 100	2 300	2 300
Použití	tahač 4x2, podvozek 4x2, 6x2		test

Na základě zkušeností ze zahraničních trhů Itálie, Španělska a Francie byla na počátku zavádění technologie LNG nabídka tahačů na nízké úrovni (cca 5 modelů). S přibývajícím infrastrukturou a rozvojem trhů se postupně rozšiřuje i nabídka LNG tahačů, která je současně k dispozici dopravním firmám v ČR. V roce 2019 se jednalo o cca 8 modelů tahačů, 2 modely v testu a 2 modely autobusů). Velmi důležitým faktorem je zpracování emisí výfukových plynů, emisní limity srovnávané s dieselvými variantami jednotlivých výrobců a dostupnost velikosti palivových LNG nádrží.

5.1.2 Iveco

Emise – pouze třicestný katalyzátor

Třicestný katalyzátor využívá na svou činnost spaliny, které jsou produktem spalování. Při stechiometrickém poměru jsou pouze dočasně v nevyváženém stavu. Při své činnosti využívá přítomnost látky (katalyzátoru), který se během chemické reakce nemění, ale významně ovlivňuje její rychlost. Na svém katalytickém povrchu při dostatečné teplotě umožní vzájemnou reakci oxidantů NO_x a redukčních činidel CH_x a CoO , které jsou ve vhodném poměru, aby vzájemně reagovaly za vzniku N_2 , H_2O a CO_2 .

Nejsou nutné další prvky pro zpracování emisí (EGR ventil, SCR/ADBLUE, DPF, aktivní regenerace).

Nejnovější motor NP 460 vykazuje tyto emisní hodnoty – nízké CO₂ a extra nízký obsah znečišťujících látek v porovnání s naftovým motorem EURO VI:

- o 60 % méně NO_x a o 80 % méně CH₄;
- o 99 % méně pevných částic (PM);
- o 15 % méně CO₂;
- o 95 % méně CO₂ v případě použití bio-LNG.

Nádrže LNG

Kryogenní nádrže jsou o objemu 540 l, 410 l a 250 l, což činí dojezd až 1 600 km (2x 540 l).

5.1.3 Scania

Emise – třícestný katalyzátor + EGR ventil

Třícestný katalyzátor se používá pro zážehové motory, jež splňují základní podmínky:

- pracují se součinitelem přebytku vzduchu $\lambda = 1$;
- pracují s homogenní směsí vytvořenou lehce odpařitelným palivem, a tedy potřebný součinitel přebytku vzduchu je možné dodržet i na mikroúrovni.

Zároveň je nezbytnou podmínkou vybavení motoru lambda sondou. Při její nesprávné funkčnosti přestává být katalyzátor účinný a hrozí jeho úplné zničení.

EGR ventil (Exhaust Gas Recirculation – recirkulace spalin)

EGR ventil je jedna ze dvou technologií, které umožňují snížit emise výfukových plynů na úroveň norem Euro IV a vyšší. Principem je, že část výfukových plynů prochází výměníkem tepla (chladičem, tzv. vnější recirkulace) a je nasávána zpět do motoru, kde se znovu účastní procesu spalování. Vznik dalšího NO_x se omezuje tím, že v nasávaném vzduchu je menší podíl kyslíku. Výsledkem jsou nižší teploty v průběhu spalování, a tím i nižší produkce oxidů dusíku, vznikajících především za vysokých teplot. Zpětného nasátí spalin do válce lze dosáhnout i vhodným časováním rozvodu (vnitřní recirkulací). Vlivem absence zchlazení spalin je ale účinek logicky nižší.

Tento postup vede sice k redukci obsahu NO_x, ale jde o proces protichůdný pro další právními předpisy omezenou škodlivinu – pevné částice (PM – Particulate Matter), jejichž množství tímto naopak vzrůstá. Proto jsou výfukové plyny často následně pro splnění limitu ošetřovány ve filtru pevných částic DPF, kde jsou částice zachycovány a za vhodných podmínek průběžně spalovány. Po dosažení mezního odporu filtru je příp. řídicí elektronikou spuštěn proces tzv. aktivní regenerace, kdy je filtr vypálen pomocí zvýšené nebo do výfukového potrubí speciálně vstříkované dávky paliva pro zajištění potřebné teploty na stěnách filtru pro spálení zachycených částic nebo jsou filtry regenerovány mimo vozidlo.

Výhodou této technologie je absence potřeby další provozní kapaliny AdBlue technologie SCR (cena činidla, prostor a hmotnost nádrže, distribuční síť). Nevýhodou je jisté snížení výkonu motoru ve srovnání se stejným motorem bez částečné recirkulace výfukových plynů, neboť díky nižšímu množství kyslíku lze spálit menší hmotnostní množství paliva, čímž se získá méně tepla, tedy méně energie, kterou motor mění v mechanickou práci. Další nevýhodou je významné zvýšení potřebného chladicího výkonu o teplo odebírané z výfukových plynů, které se podílí na výsledné vyšší spotřebě paliva. Negativně se na výkonu motoru a jeho spotřebě podílí skutečnost, že se pevnými částicemi ze spalin zanáší sací potrubí. Tato vrstva může být u málo udržovaných vozů silná několik milimetrů, a významně tak omezuje objem nasávaného vzduchu zejména při vyšších otáčkách motoru. Z výše uvedených důvodů si mnozí řidiči vyřazují EGR zaslepením odbočky z výfukového potrubí.

Doložené emisní hodnoty v porovnání s naftovým motorem EURO VI:

- o 15 % méně CO₂;
- o 90 % méně CO₂ v případě použití bio-LNG.

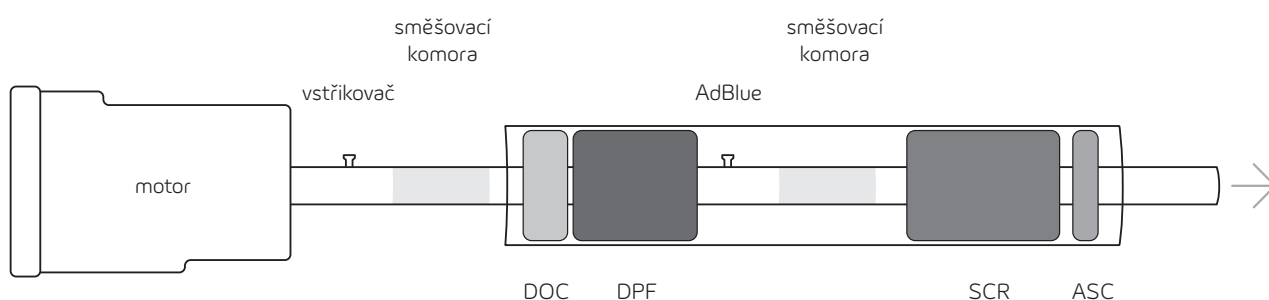
Nádrže LNG

Kryogenní nádrže o objemu 440 l a 350 l, což umožní dojezd tahače až cca 1 100 km. U podvozků pro nástavbu je možné 2 x 610 l, což představuje dojezd cca 1 700 km a další konfigurace 550 l, 400 l a 340 l.

5.1.4 Volvo

Motor

Škrtkový ventil v uzavřeném regulačním obvodu, turbodmychadlo s regulací plnicího tlaku, takzvaná recirkulace studených spalin a mnohem více. Nová koncepce motoru slouží dvěma hlavními účelům: ke zlepšení průtoku plynů a k zajištění optimální teploty výfukových plynů ve chvíli, kdy se dostanou k systému dočišťování. Popis jednotlivých procesů je popsán v obr. 5.4.



Obr. 5.4 Schéma čištění emisí, zdroj: Volvo

Vstřikovač

Pro řízení teploty DOC se používá speciální vstřikovač, který zajišťuje efektivitu DPF a dobrou funkčnost SCR.

Oxidační katalyzátor pro vznětové motory (DOC)

DOC produkuje NO_2 , který je filtrem pevných částic využíván ke spalování částic. Při provozu za studena navíc poskytuje teplo nutné k procesu regenerace.

Oxidační katalyzátor se používá pro vznětové motory, které sice pracují s vysokým přebytkem vzduchu, ale při jejich mechanismu spalování dochází mikroskopicky ke spalování velmi bohaté směsi, protože kapičky rozprášeného paliva mohou být příliš velké. Katalyzátor je určen na redukci škodlivin CH_x a CO.

Při vysoké teplotě katalyzátoru dochází k dodatečnému spalování pevných částic ve výfukových plynech v přebytkovém kyslíku, který vždy obsahují. Spalováním se zmenšuje velikost částic, případně mikročástice shoří úplně.

Filtr pevných částic (DPF)

Filtr shromažďuje pevné částice a ukládá je do doby, než budou během procesu regenerace spáleny.

Regenerace probíhá automaticky a řidič se o ni nemusí nijak starat.

DPF je zařízení odstraňující karcinogenní, velmi jemné prachové částice z výfukových plynů vozidel s naftovým motorem. Systém funguje na principu zachytávání pevných částic na porézním materiálu poloprůchodných kanálků filtru. Filtr je čištěn spálením sazí zachycených sítkem vysokou teplotou. Čištění je dosaženo dvěma způsoby, a to pasivní nebo aktivní regenerací. Spálení sazí může být úplné nebo na menší částice, které sítkem projdou.

Filtr je často používán pro dosažení příslušné úrovně emisí ve spojení s úpravou výfukových plynů technologií EGR, kde může být kombinován s DOC (Diesel Oxidation Catalyst).

Selektivní katalytická redukce (SCR)

Ve směšovací komoře je do výfukových plynů vstřikována kapalina AdBlue. V katalyzátoru jsou oxidy dusíku (NO_x) efektivně přeměňovány na neškodný plynný dusík a vodní páru.

SCR je jedna ze dvou technologií, které umožňují snížit emise výfukových plynů vznětových motorů na úroveň norem Euro IV a V. Technologie předpokládá motor upravený maximálně pro snížení produkce pevných částic (jedna z emisí limitovaných evropskými právními předpisy), přičemž při tomto protichůdném procesu je zvýšený obsah NO_x redukován následným ošetřením výfukových plynů (aftertreatment) metodou SCR pod limit předpisu. Snížení obsahu těchto látek (převážně NO_x) se dosahuje vstřikováním kapaliny obchodního názvu AdBlue (vodní roztok syntetické močoviny) do výfuku, čímž se většina NO_x za přítomnosti chemického katalyzátoru a dostatečné teploty redukuje na vodu (H_2O) a dusík (N_2).

Konvertor pohlcující čpavek (ASC)

Konvertor ASC je posledním dílem, za kterým již následuje koncovka výfuku. Právě zde jsou odstraňovány poslední zbytky čpavku (NH_3).

Doložené emisní hodnoty v porovnání s naftovým motorem EURO VI:

- cca o 20 % méně CO_2 ;
- cca o 99 % méně CO_2 v případě použití bio-LNG.

Nádrže a jízdní dosah

Jízdní dosah bývá u vozidel s plynovým pohonem omezující faktor. Úspornost motorů Volvo v kombinaci s LNG zajišťuje jízdní dosah vhodný pro regionální i dálkovou přepravu. Vybrat si je možné ze tří druhů objemu nádrží. Lze tak dosáhnout optimálního jízdního dojezdu až 1 000 km. Tankování vozidel Volvo má ještě jeden aspekt, využívá jednohadicovou tankovací sestavu, která umožňuje střídavě doplňovat chladné LNG a ze systému odčerpávat teplejší plyn.

Předpokladem pro správně fungující provoz LNG nákladních vozidel je nutně vybudování sítě plnicích stanic (infrastruktury), příprava a proškolení servisních středisek výrobců jednotlivých značek.



Obr. 5.5 Ilustrační fotografie

5.2 LNG v EU

V EU je nyní rostoucí trend v budování LNG plnicích stanic. Ke konci roku 2018 bylo již možné v rámci EU natankovat LNG u cca 170 stanic. V ČR byl v roce 2018 vyhlášen ministerstvem dopravy dotační titul Podpora infrastruktury pro alternativní paliva – budování plnicích stanic LNG. Z této podpory (dotace) by mělo být vystavěno v nejbližší době celkem 13 veřejných stanic LNG v dostupnosti páteřní silniční sítě a logistických distribučních parků ČR. Dotační programy v EU jsou také zaměřeny na pořízení tahačů do firemních flotil. Jedná se o podporu nákupu vozidel s pohonem na alternativní paliva, jakými jsou zemní plyn (LNG, CNG), elektřina, hybrid, LPG. V ČR zatím programy dotační podpory na pořízení nových vozidel s pohonem LNG chybí.

Příklady veřejné podpory z jednotlivých trhů

Itálie (2018)

- objem dotace – 33,6 mil. eur bylo přiděleno na obnovu vozového parku;
- z toho 9,6 mil. eur na akvizici nových vozidel – s využitím metanu, LNG, hybridních (nafta/elektřina) a elektrických (plně elektrických). Vozidla musí mít celkovou hmotnost při plném zatížení nejméně 3,5 t;
- 20 000 eur pro každé vozidlo LNG o hmotnosti 16 t nebo větší;
- maximální částka na jednotlivou společnost nesmí překročit 750 000 eur;
- žádosti bylo možné podat do 15. dubna 2019;
- takto zakoupená aktiva musí dále zůstat k dispozici příjemci příspěvku do 31. prosince 2021, jinak bude příspěvek zrušen.

Německo (2018)

- nákladní vozidla a tahače poháněné LNG, které jsou určeny pro nákladní dopravu a jejichž celková hmotnost je nejméně 7,5 t;
- vozidla musí být nabízena k prodeji jako standardní nové vozidlo v členském státě EU;
- musí rovněž překročit úroveň ochrany životního prostředí předepsanou evropskými normami v okamžiku nákupu nebo v případě neexistence těchto norem zlepšit ochranu životního prostředí;
- výše dotace na nákladní automobil a tahač je 12 000 EUR pro LNG;
- dotace je omezena na 500 000 EUR na společnost;
- grant nesmí překročit 40 % nákladů na vozidlo;
- vozidla, u nichž byla poskytnuta dotace, musí být ve Spolkové republice Německo registrována u příjemce alespoň po dobu čtyř po sobě jdoucích let;
- v roce 2018 bylo pro program financování k dispozici 10 mil. eur. Program financování bude trvat do konce roku 2020, ale existuje možnost jeho rozšíření;
- německý parlament schválil zákon, kterým jsou vozidla na stlačený a zkvapalněný zemní plyn (CNG a LNG) od 1. ledna 2019 do 31. prosince 2020 osvobozena od povinnosti platit dálniční mýto.

Španělsko (2017)

- nová auta na LNG, poprvé registrovaná ve Španělsku;
- podpora je také na elektromobily, LPG, „bifuel“, palivové články, hybridní motory;
- pro kamiony na LNG byla podpora až 18 000 EUR na vozidlo;
- celkový rozpočet programu 20 mil. EUR;
- limit max. 35 aut na společnost;
- přihlášky bylo možné podávat od prosince 2017 do června 2018. Jednalo se o druhé kolo.

Další zkušenosti ze zahraničí

Vstupní pořizovací ceny vozidel LNG jsou cca o 30–35 % vyšší než stejná vozidla v dieselovém provedení. K tomuto výdaji je ještě potřeba připočítat náklady na servisní úkony spojené s častější výměnou motorového oleje a svíček (Scania, Iveco). Tyto servisní náklady jsou 1,3–1,6násobně vyšší oproti dieselovému motoru.

To vše ale vykompenzuje cena a spotřeba paliva LNG. Ze zahraničních zkušeností s provozem LNG vozidel lze doložit úsporu spotřeby paliva až 20 % ve srovnání s dieselem. Celkové měsíční náklady dopravce jsou nižší o 6–10 %. Tím se zvýšená investice do pořízení LNG vozidla dopravci vrátí do 3,5–4 let při ročním nájedu kolem 120 000 km. Pro pořízení LNG vozidla je nutné zvážit, na jak dlouho a jakým způsobem bude pořizováno a provozováno dopravcem. Finanční společnosti se postupně podílejí na vytváření podmínek pořízení vozidla s alternativním pohonem (zemní plyn, LNG). Kladný ohlas ze zahraničních trhů je i v případě prodeje staršího, tedy opotřebovaného LNG (CNG) tahače. Použité tahače odkupují menší společnosti, které vidí dynamicky rostoucí vývoj těchto technologií, snížené náklady na provoz a stále větší pokrytí sítě plnicích stanic. Výše uvedené faktory vyvrací možné obavy z provozování LNG vozidel.

5.3 Průzkum mezi dopravci

Z průzkumu mezi provozovateli nákladní silniční dopravy různých velikostí a se zkušenostmi s různými druhy přeprav vyplývá vzrůstající zájem o LNG tahače. Na jedné straně je zájem a na druhé otázky k nové technologii, jež by měla zčásti nahradit vozový park – dieselovou variantu. Tyto otázky se týkají zejména technického principu a výkonu samotných motorů, dále servisních a provozních nákladů, bezpečnosti a rychlosti tankování, infrastruktury a dodatečných nákladů na mýto, příp. porovnání s CNG vozidly.

5.3.1 Hlavní zjištění z průzkumu u dopravních společností

Technický princip a zpracování emisí LNG motorů jsou popsány výše. Dalším faktorem pro správné provozování silniční nákladní dopravy je výkon samotného motoru. Ten dopravci řeší v závislosti na váze přepravovaných nákladů. Přepravy soupravou tahač + návěs se dají rozdělit do dvou segmentů, a to standardní a těžká přeprava.

Těžká přeprava je náklad o váze nad 22 t, tzn. vesměs všechny typy sklápěcích souprav, klanicová přeprava dřeva, návěsy s posuvnou podlahou (např. přeprava štěpků, sběrového papíru, pelet), sila pro přepravu stavebních směsí a granulátů, cisterny převážející PHM a tekuté produkty. Všechny tyto nákladní soupravy jsou taženy tahači o výkonu 420 hp a více.

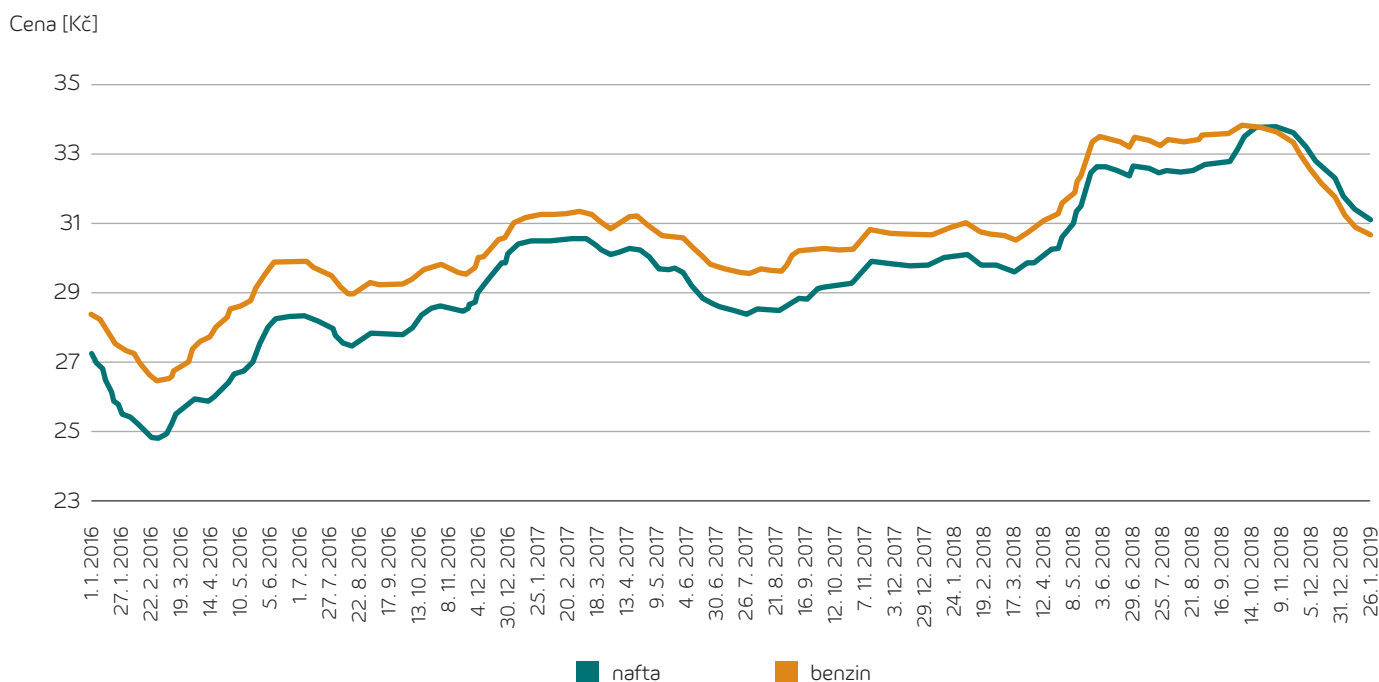
Náklady s váhou pod 22 t se vyskytují v zásobování tzv. automotive technologií (díly a plastové komponenty pro automobilový průmysl), v přepravě obalů a lehkého zboží (např. izolace, pošta) s využitím převážně plachtových návěsů v provedení standard nebo mega (low-deck – velkoobjemový návěs) a chladírenské návěsy (zásobování potravin). Pro standardní přepravu jsou využívány tahače o výkonu cca 380–420 hp. Všechna tato nákladní vozidla jsou zatím vybavena dieslovými agregáty všech dostupných značek. V rámci standardní přepravy se průměrné váhy nákladů pohybují mezi 16–20 t, což tyto agregáty svým výkonem splňují.

Nabídka motorizací a výkonů LNG tahačů splňuje požadavky běžných dopravců (od 330–460 hp), jak je uvedeno výše.

Dalším aspektem je tankování pohonných hmot – nafta + AdBlue. Většina velkých dopravců provozujících flotily nákladních souprav využívá k tankování nafty své soukromé čerpací stanice. Nákup nafty má ve vlastní režii dopravce. Cena nafty je obvykle nižší cca o 1,50–2,00 Kč než cena u veřejných čerpacích stanic. Dopravci mají pravidelný přehled o cenách (týdenní monitoring), domlouvají si pravidelné i nepravidelné závozy a nejsou závislí na veřejné síti. Stejně je to s AdBlue, jež je potřeba k dočištění emisních hodnot dieslových motorů většiny výrobců vozů. Menší dopravci, kteří nemají své zázemí (areály) s možností vybudování vlastní čerpací stanice a provozující menší počet souprav (cca do 10 ks), tankují většinou na veřejných stanicích za předem domluvených podmínek (smluvní ceny, fakturace).

Velikost naftových nádrží pro dálkovou přepravu tahače 4x2 je cca 1 500 l, velikost nádrží AdBlue cca 100 l, což představuje možný dojezd bez tankování kolem 5 000 km, při spotřebě nafty kolem 29 l na 100 km. Při denním nájedzu cca 400–800 km vydrží tato zásoba na celý pracovní týden. Plnění nádrží trvá cca 15–20 min., záleží na jejich umístění, objemu a také na výdejové pistoli. Čerpací stanice mají většinou velikost výdejní pistole s označením „max“ pro nákladní dopravu a autobusy, nebo standardní, kterou známe z veřejných čerpacích stanic pro tankování osobních aut a menších dodávek.

Z přiloženého grafu vývoje cen pohonných hmot vyplývá, že cena za 1 l paliva dlouhodobě stoupá, a tím nutí dopravce přemýšlet nad ekonomickým dopadem, tzn. zvyšováním provozních nákladů. Náklady jsou ještě navyšovány o mzdové požadavky řidičů, kterých začíná být v tomto oboru výrazný nedostatek. Za těchto okolností se začínají provozovatelé nákladní autodopravy poohlížet po vozidlech, která vykazují snížené náklady na pohonné hmoty, a tím přinášejí dorovnání zvyšujících se výdajů. Palivo LNG je proto vhodná alternativa.



Obr. 5.6 Vývoj ceny nafty a benzínu, zdroj: www.kurzy.cz

LNG plnicí stanice v ČR zatím nejsou k dispozici, začínají se však objevovat pilotní a testovací projekty, které posilují pozici této technologie. V nejbližší době budou budovány veřejné i privátní plnicí LNG stanice napříč páteří silniční sítí v blízkosti distribučních center ČR. Kryogenní nádrže LNG jednotlivých značek umožňují dojezdy až 1 600 km v závislosti na zatížení a terénu při dopravní misi. Tankování trvá cca 5–8 min. podle velikosti nádrže (LNG má obecně menší nádrže). V celkovém součtu ve srovnání s dieselem je doba tankování stejná. Bezpečnost a rychlost tankování je zaručena technologií tankování, výdejním stojanem (výdejní pistole s adaptérem NGV 2 a vybavená aretací). U tankování vozidel Volvo je nutné připočítat čas k dotankování nafty a AdBlue. Tento čas lze získat zpět při plnění LNG, jež probíhá pouze jednou hadicí, která umožňuje střídavé tankování a zpětný odvod teplejšího plynu. Ze zahraničních zkušeností s provozem LNG tahačů je ověřeno, že se jejich spotřeba pohybuje kolem 27 kg LNG / 100 km. U naftové verze je vykazovaná spotřeba 29 l / 100 km. Porovnání spotřeb probíhalo současně na stejné trase (výškový profil) s totožně těžkým nákladem. Spotřeba LNG je pouze jednou ze složek efektivního dopadu provozu vozidel. Dalším neméně důležitým faktorem je údržba a servis.

5.3.2 Náklady dopravců

Servisní náklady

Servisní náklady jsou u dopravců řešeny dvěma způsoby.

Při pořízení nové vozové jednotky (na finanční leasing, úvěr, hotově) je možné přikoupit servisní balíček různých úrovní, který zaručuje dopravci prodloužené záruční podmínky, pravidelné servisní úkony, odtah a kontroly. U vozidel pořizovaných na operativní leasing bývají většinou tyto balíčky součástí tzv. měsíční splátky, která se počítá z ceny vozidla + servisu + např. odtahu, pneumatik. Po ukončení záručních podmínek dopravci využívají dále smluvní servisy jednotlivých značek, nebo řeší následné opravy ve své režii, tzn. prostřednictvím svého vlastního servisu s vlastním nákupem, opravou a výměnou náhradních dílů. Vlastní servis a pneuservis vede ke snížení nákladů na služby. Takto hospodaří dopravci, kteří si ve své flotile nechávají vozidla delší dobu (obvykle 6–10 let nebo do cca 1 mil. najetých km). Vlastní servisy mívají obvykle větší společnosti, které se spoléhají na rychlost a dostupnost oprav (převážně mimo pracovní dny – rychlé výměny, opravy), a to z toho důvodu, aby v pracovním týdnu byla vozidla opět v provozu.

Servis LNG vozidel

Z dostupných informací jednotlivých výrobců vyplývá, že servisní náklady LNG motorů jsou zhruba 1,3–1,6násobně vyšší než dieselová varianta. U varianty zážehového motoru je kratší servisní interval pro výměnu motorového oleje a zapalovacích svíček (Iveco, Scania) z důvodů vyšších teplot při spalování směsi. U vozidel Volvo, jež pracují na principu vznětového motoru, je výměna oleje ve standardním cyklu jako dieselový motor. Další možné náklady jsou u systému zpracování emisí výfukových plynů a dopravy LNG jako paliva z nádrže do spalovací komory. Tyto odborné opravy (kromě výměny oleje a zapalovacích svíček) si dopravní společnosti ve svých privátních servisech zatím samy neprovádí. Je to ale jen otázka času, důkladného proškolení, zkušeností servisních techniků a pořízení technologie spojené s odčerpáním a doplněním LNG paliva. Servis vozidel s motory LNG (Scania, Iveco) vychází částečně z již zavedené technologie CNG.

LNG/CNG

Jedním z rozdílů těchto technologií je možnost nasazení LNG vozidel pro dálkovou dopravu. CNG je vnímáno pro kratší trasy dopravy (typu městský provoz – menší objem paliva v nádržích). Dalším důvodem je delší doba tankování CNG nákladních vozidel, kapacita a vhodnost plnicích CNG stanic. Veřejná CNG síť je přizpůsobena pouze osobním automobilům, tedy koncovkou NGV 1. Nákladní automobily potřebují koncovku NGV 2. Koncovka NGV2 se hodně využívá v autobusové městské hromadné dopravě; zde mají dopravci soukromé plnicí stanice se silnějším kompresorem a větším zásobníkem ve svých depech a tam také doplňují CNG. Slabší motory CNG vozidel předurčují jejich použití pro autobusovou dopravu a městský rozvoz lehčích nákladů. Mezi provozní náklady, s nimiž musí dopravci dieselové i LNG/CNG verze počítat, patří sazby mýtného za zpoplatněné silnice a dálnice. V Německu platí pro LNG a CNG vozidla osvobození od platby mýta v letech 2019–2020.

Sazby mýtného

Sazby za projetí zpoplatněného úseku jsou odstupňované podle emisní třídy tahače. Toto opatření prodražuje provoz starších tahačů a motivuje dopravce k nákupu nových, k životnímu prostředí příznivějších kamionů. Zvýhodnění sazeb mýtného novými evropskými normami (EURO VI) je z pohledu dopravců zavazující k dalšímu omlazování vozového parku a tím snižování produkovaných emisí (viz tab. 5.4).

Tab. 5.4 Sazby mýtného (platné od 1. 1. 2015)

Emisní třída	Počet náprav	Dálnice a rychlostní silnice	Pátek 15–20 hod.	Silnice I. třídy	Pátek 15–20 hod.	Autobusy
Euro VI + EEV	2	1,67	2,12	0,79	1	0,8
	3	2,85	4,05	1,37	1,96	0,8
	4+	4,12	5,88	1,96	2,8	0,8
Euro V	2	1,83	2,33	0,87	1,1	1,04
	3	3,13	4,46	1,5	2,15	1,04
	4+	4,52	6,46	2,15	3,07	1,04
Euro IV – Euro III	2	2,82	3,58	1,33	1,69	1,15
	3	4,81	6,87	2,31	3,31	1,15
	4+	6,97	9,94	3,31	4,74	1,15
Euro II – Euro 0	2	3,34	4,24	1,58	2	1,38
	3	5,7	8,1	2,74	3,92	1,38
	4+	8,24	11,76	3,92	5,6	1,38

5.4 Predikce poptávky

Základním předpokladem pro rozvoj využití LNG v dopravě je fungující síť čerpacích stanic. Dále musí technologie LNG dávat dopravci ekonomický smysl z hlediska pořizovacích a provozních nákladů. Stále se rozvíjející síť LNG stanic v Evropě (Itálie, Španělsko, Francie, Belgie, Polsko, Německo) umožňuje uvažovat o uplatnění v mezinárodní dopravě. Tento jev lze doložit zvýšenou poptávkou provozovatelů nákladní přepravy.



Obr. 5.7 Stacionární LNG stanice, zdroj: innogy

Pro všeobecný rozvoj LNG v ČR je nutné vystavět stacionární síť LNG stanic. Než bude tato síť vystavěna (stavební povolení a procesy s výstavbou), je potřeba zajistit dočasné zásobování, které je možné řešit pomocí tzv. mobilních čerpacích stanic přistavěných na místě uvažovaném pro stacionární stanice nebo v dostupnosti silniční sítě poblíž většího výskytu nákladní kamionové dopravy, např. logistických center, hal pro skladování, výrobních závodů. Mobilní stanice může sloužit k doplňování paliva pro mezinárodní i vnitrostátní dopravu.



Obr. 5.8 Mobilní LNG stanice, zdroj: innogy

Pro potřebu predikce poptávky spotřeby LNG je možné použít právní dokumenty EU vztahující se k postupnému snižování emisí CO_2 . Cíl snížení emisí by měl být stanoven pro rok 2025 ve formě relativního snížení vycházejícího z průměrných emisí CO_2 těžkých vozidel nově zaregistrovaných v období od 1. července 2019 do 30. června 2020, s přihlédnutím ke snadno dostupným a nákladově účinným technologiím pro konvenční vozidla. Cíl snížení emisí by měl být stanoven také pro období po roce 2030 a měl by platit, nerozhodne-li se jinak na základě přezkumu. Přezkum má být proveden v roce 2022.

Než proběhne stanovení podkladů pro výpočet nových cílů na rok 2025 (snížení o 15 % oproti 2020) a 2030 (snížení o 30 % oproti 2020), jsou použity k porovnání zatím dostupné informace. Podle Kjótského protokolu, přijatého v prosinci 1998 a upraveného dodatkem z prosince 2012, se ČR zavázala ke snižování emisí CO_2 . Základem pro výpočet cílů ke snížení emisí byly nastaveny hodnoty z roku 1990 a odpovídají snížení o 20 % do roku 2020 a o 40 % do roku 2030.

Tab. 5.5 Produkce CO₂ jednotlivými druhy dopravy v ČR v tunách, zdroj [5]

Rok	Doprava celkem	IAD	Silniční		MHD autobusy	Železniční motorová trakce	Vodní doprava	Letecká doprava
			Veřejná osobní	Nákladní				
1990	7 926 000	3 797 000	540 000	2 318 000	185 000	738 000	54 000	294 000
1995	9 535 000	4 417 000	285 000	3 962 000	136 000	441 000	48 000	211 000
2000	10 738 139	4 834 049	228 473	4 782 715	138 952	408 335	48 573	297 042
2005	12 036 764	5 407 208	237 551	5 216 250	142 290	497 013	86 822	449 630
2010	12 617 750	5 800 392	228 880	5 367 253	142 119	529 599	103 854	445 653
2015	13 391 249	6 258 917	231 055	5 594 636	144 797	585 050	119 221	457 573

V roce 1990 byla emisní stopa CO₂ v nákladní dopravě 2 318 000 t. Těžké tahače se na tomto objemu podílejí zhruba 70 %, tedy 1 622 600 t. Při snížení tohoto základu o 40 % (cíl pro rok 2030) dostaneme hodnotu 973 560 t. Z přiložené tabulky vyplývá, že se hodnoty produkce CO₂ v nákladní dopravě průběžně zvyšují. Stejným výpočtem lze stanovit hodnotu CO₂ pro tahače v roce 2015, a to 3 916 245 t. Aby bylo splněno plánované množství (o 40 % méně CO₂ oproti roku 1990), musí dojít ke snížení o 2 942 685 t emisí CO₂ do roku 2030. Produkce CO₂ dnešních nejmodernějších tahačů splňujících normu EURO VI je přibližně 90 t CO₂ na tahač a rok (při nájezdu cca 100 000 km/rok). LNG tahače mají pro porovnání emisní stopu CO₂ o cca 20 % nižší, v případě bio-LNG je to cca 95 %. To znamená, že plánované cíle na snížení emisí by mohly být splněny, pokud by obnova vozového parku tahačů v ČR v letech 2015–2030 probíhala v počtu cca 10 899 LNG tahačů/rok. Možná varianta je tankování paliva bio-LNG. Při spotřebě této komodity by cíl byl naplněn při obměně 2 295 tahačů/rok. Produkce dalších nových tahačů s nízko- nebo bezemisním zatížením CO₂ je na začátku vývoje a testování (elektřina, vodík). V současné době je průměrná roční obměna tahačů v České republice cca 7 000 ks (nové + ojeté).

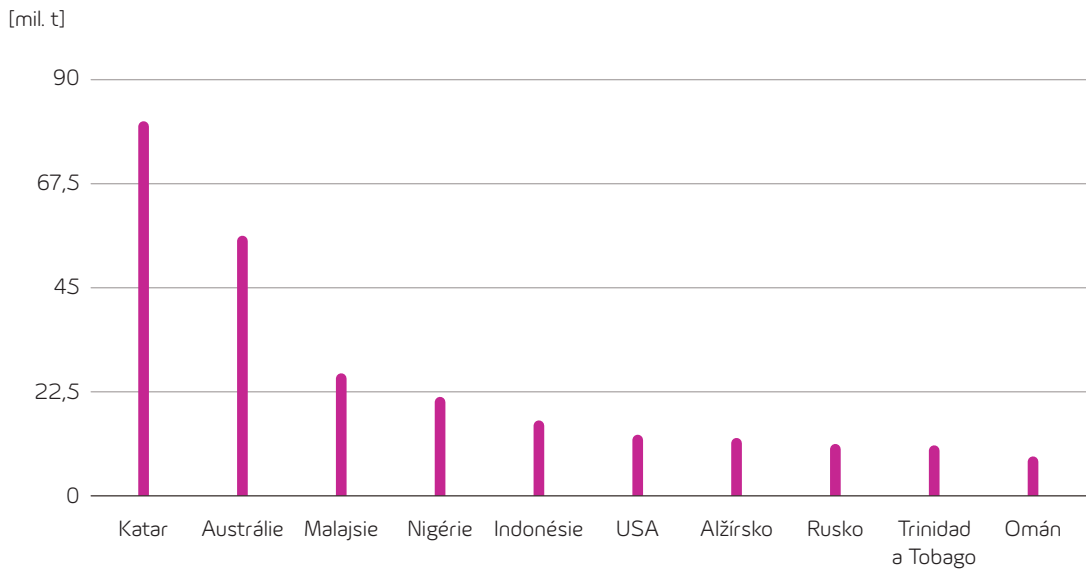
Všechna tato dostupná data podporují závěry o rostoucím trendu spotřeby LNG v následujících letech. Síť čerpacích LNG stanic poroste. V první vlně do roku 2021 bude v ČR minimálně 14 plně funkčních stanic, další nárůst se očekává v letech 2022–2025. Pro dopravce bude tento vývoj infrastruktury novým impulsem pro obnovu vozového parku směrem k LNG. Dalším aspektem pro růst tohoto trhu je zvýšení nabídky LNG nákladních vozidel o další značky, čímž dojde k nárůstu konkurenčního prostředí, snižování vstupních cen a náhradních dílů. Lze také předpokládat, že v příštích letech nedojde ke snížení přepravních výkonů.

5.5 Použité informační zdroje

- [1] Firemní materiály spol. Iveco, www.iveco.com, (cit. 30. 5. 2019)
- [2] Firemní materiály spol. Scania, www.scania.cz, (cit. 30. 5. 2019)
- [3] Firemní materiály spol. Volvo, www.volvotrucks.cz, (cit. 30. 5. 2019)
- [4] Iveco Stralis NP500? FPT zapowiada silnik NG13 EVO! (2018), online na: <http://gashd.eu/2018/12/11/iveco-stralis-np500-fpt-zapowiada-silnik-ng13-evo/>, (cit. 30.5.2019)
- [5] Adamec, V., Dufek, J. 2015. Produkce emisí CO₂, CH₄ a N₂O dopravou v ČR – stav a vývoj. Centrum dopravního výzkumu. Online na: www.cdv.cz/file/clanek-produkce-emisi-co2-ch4-a-n2o-dopravou-v-cr/ (cit. 30. 5. 2019)
- [6] Sazby mýtného (platné od 1. 1. 2015). Online na: <http://www.mytoc.cz/cs/mytny-system/sazby-mytneho/index.html>, (cit. 30. 5. 2019)

6 LNG cesta do ČR

Mezikontinentální přeprava zemního plynu by v jiném skupenství než kapalném ekonomicky neobstála. Je těsně svázána se zkapalněním v místě nakládky a následně s další distribucí ke konečnému odběrateli. S ohledem na energetickou náročnost procesu zkapalňování není ekonomicky výhodné, aby v průběhu přepravy docházelo k opakovaným změnám skupenství (viz kap. 1). Přehled celosvětově největších vývozců LNG, pravděpodobně i míst původu LNG dopravovaného do ČR, je uveden v obr. 6.1.



Obr. 6.1 Přehled zemí původu největších exportérů LNG, zdroj [1]

Popis přepravního řetězce:

- LNG sklad v zámoří připravený pro expedici lodním transportem;
- námořní přeprava tankerem, který současně využívá LNG jako palivo;
- LNG sklad v evropském přístavu, kde se po přečerpání z lodě skladuje LNG připravený na expedici do ČR;
- doprava LNG z evropského přístavu do ČR kamionem, vlakem či říčním plavidlem.

Další teoretickou možností distribuce LNG na území ČR je zkapalňování zemního plynu dopraveného k nám konvenčním plynovodem. S ohledem na náklady však tento způsob dopravy LNG není pravděpodobný.

K datu zpracování této publikace není množství LNG pro Českou republiku dostatečné k samostatné výstavbě nebo pronajmutí skladovacího terminálu v odesílacím zámořském přístavu. Jedná se o relativně náročné operace, vyžadující dostatečný množství a pravidelný obrat, od kterého se odvíjí ekonomická stránka výstavby nebo sazby za pronájem. Provozování terminálu, které je vázáno na místní zákony a zvyklosti, je i velmi náročné na kvalifikaci zaměstnanců a jejich odpovědnost svázanou s hladkým provozem při dodržování všech místních i mezinárodních předpisů. V současném stavu zajišťování projektu a realizace zahájení dovozu není tento postup obchodních operací s dodací podmínkou FAS Incoterms 2010 doporučen.



Obr. 6.2 Ukázka námořního LNG terminálu na Maltě vybudovaného z LNG tankeru, zdroj: innogy

Analogická argumentace, jako v předchozím odstavci, platí i pro zajištění přepravy námořní lodí. V případě tankerů pro přepravu LNG se většinou neuzavírají tzv. charter party (C/P) na ad hoc jednotlivé jízdy, ale na delší časové období s pravidelným vytížením dané lodi. I v tomto případě je velmi důležitý ekonomický efekt námořní přepravy pro jejího zadavatele a kvalitní profesní zázemí, které prozatím v ČR u poskytovatelů logistických služeb chybí. Není reálné, aby si v nejbližších pěti letech český importér dlouhodobě najímal celou kapacitu tankeru.

K uzavřeným datům roku 2017 bylo k dispozici podle statistiky Vessels Value k dispozici celkem 481 LNG tankerů. Změnu může přinést rozvoj přepravy plynu, tím dojde k převýšení nabídky lodního prostoru, a proto i vyšší diverzifikaci poskytovatelů lodního prostoru, viz obr. 6.3.

Dalším faktorem, který může vést k postupnému snižování přepravních nákladů, je zvyšování efektivity pohonů LNG tankerů. Část plynu, přeměněného do plynného skupenství v důsledku prostupu tepla tepelně izolovaným trupem plavidla do zásobníku, je využita jako palivo pro lodní motory.

Podrobné informace o tankerech LNG, jejich vlajce včetně momentální polohy a plánované destinace vykládky je možno nalézt na specializovaném serveru www.vesseltracking.net pod odkazem: <http://www.vesseltracking.net/ships?search=LNG>.

Pokud v počátečních fázích nákupu LNG budou dodávky realizovány podle dodací podmínky FCA Incoterms 2010 (expediční zařízení pozemního skladu), bude při výběru terminálu zohledněna i další přeprava do České republiky. Při rozhodování je třeba vzít v úvahu délku trasy, dobu transportu a tím i obrátkovost přepravních prostředků, propustnost trasy jednotlivými přepravními módy a ekonomické podmínky jednotlivých návrhů řešení. Pro následnou přepravu z námořního přístavu do ČR přicházejí do úvahy přepravní módy:

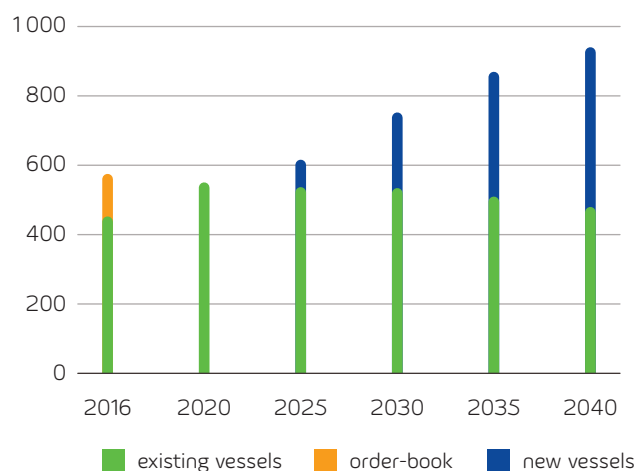
- železnice;
- silnice;
- kombinovaná přeprava;
- říční přeprava.

Pro potenciální uživatele LNG bude velmi důležitá garance spolehlivosti dodávek. S ohledem na stávající stav naší jediné říční spojnice k námořním přístavům – řeky Labe – nelze v nejbližším období uvažovat o využití říčních tankerů. Situace se může změnit, pokud dojde k výstavbě plavebního stupně Děčín a realizaci opatření na německé straně v rámci schváleného tzv. Gesamtkonzept Elbe. Jedná se ale o výhled po roce 2026.

V úvahu tedy přichází především přepravy železniční cisternou, cisternou na kamionu nebo kombinovanou přepravou prostřednictvím nádrže upevněné v kontejnerovém rámu.

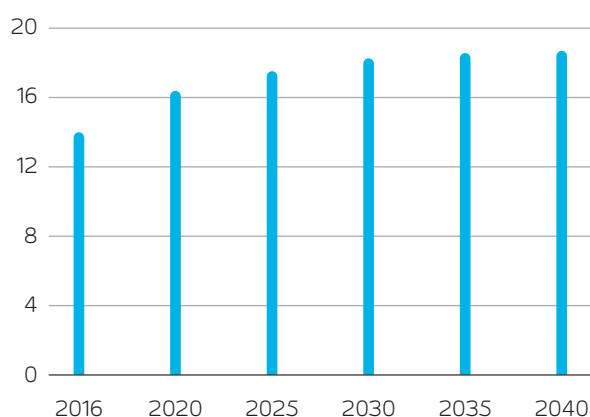
LNG vessel fleet

Number of vessels



Average shipping distance

[10³ km]



Obr. 6.3 Předpověď vývoje loďstva LNG, zdroj [3]



Obr. 6.4 Ukázka železniční cisterny, zdroj [5]



Obr. 6.5 Souprava na přepravu LNG kamionem, zdroj: VUT

6.1 Použité informační zdroje

- [1] Hospodářské noviny 19. 12. 2018; <https://archiv.ihned.cz/c1-66394380-evropa-a-Ing-hned-jak-litevci-pristavili-lod-se-zkapalnenym-plynem-nabidli-rusove-o-petinu-nizsi-ceny-i-tak-diky-lodi-mohou-mit-plyn-levnejsi-nez-od>
- [2] Firemní materiály spol. Gasum Oý, www.gasum.com (cit. 30. 5. 2019)
- [3] IEA World Energy Outlook 2017, <https://www.iea.org/weo2017/> (cit. 30. 5. 2019)
- [4] Firemní materiály spol. ChartFerox, <http://www.chart-ferox.cz/>, (cit. 30. 5. 2019)
- [5] Firemní materiály spol. VTG, <https://www.vtg.com/>, (cit. 30. 5. 2019)

7 Zkratky a vysvětlení pojmů

CEF	Connecting Europe Facility (Nástroj pro propojení Evropy)
CNG	Compressed Natural Gas (stlačený zemní plyn)
CO₂	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
DOC	Diesel Oxidation Catalyst (oxidační katalizátor pro vznětové motory)
DPF	Diesel Particulate Filter (filtr pevných částic u vznětových motorů)
EGR	Exhaust Gas Recirculation (recirkulace spalin)
EGVI	European Green Vehicles Initiative (Evropská iniciativa pro zelená vozidla)
EIB	Evropská investiční banka
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
GTL	Gas to Liquids
Incoterms	International Commercial Terms (pravidla pro výklad obchodních doložek v mezinárodním obchodu)
IROP	Integrovaný regionální operační program
KS	kompresní stanice
KVET	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla
LNG	Liquefied Natural Gas (zkapalněný zemní plyn)
LPG	zkapalněný ropný plyn
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
NO_x	Oxidy dusíku
NVGA	Natural & bio Gas Vehicle Association
OPD	Operační program Doprava
OPPIK	Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
OPVVV	Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
PM	Particulate Matter (pevné částice)
SCR	Selective Catalytic Reduction (selektivní katalytická redukce)
TAČR	Technologická agentura ČR
TUV	Teplá užitková voda
TEN-T	Trans-European Network – Transport (transevropská dopravní síť)
USA	United States of America (Spojené státy americké)



Česká agentura pro standardizaci byla zřízena jako státní příspěvková organizace Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) podle zákona č. 265/2017 Sb.

- ♦ Zajišťujeme všechny činnosti související s tvorbou, vydáváním a distribucí českých technických norem



ČSN
...online

- ♦ Provozujeme licencovanou databázi ČSN online – snadný, rychlý a cenově dostupný přístup k technickým normám (ČSN) prostřednictvím předplatného

- ♦ **Nabízíme řešení pro firmy i pro jednotlivce**
- ♦ **Máme 25 000 aktivních uživatelů**
- ♦ **Nabízíme licence již od 1 000 Kč**

- ♦ Měsíčně přinášíme aktualizované informace o vydaných normách

- ♦ Zdarma zpřístupňujeme bibliografickou databázi ČSN a TNI s průběžnou aktualizací a opravy ČSN

- ♦ Disponujeme zákaznickým centrem s prodejem a se studovnou norem

- ♦ Vytváříme prostor pro zainteresované osoby aktivně se zapojit do tvorby technických norem

- ♦ Nabízíme mezinárodní a národní normy (ISO, IEC, DIN, BS, ASTM, STN a další) v tištěné a/nebo elektronické podobě



BIM KONCEPCE
2022

**Jsme pověřeni zaváděním metody BIM
(Building Information Management) do českého stavebnictví**

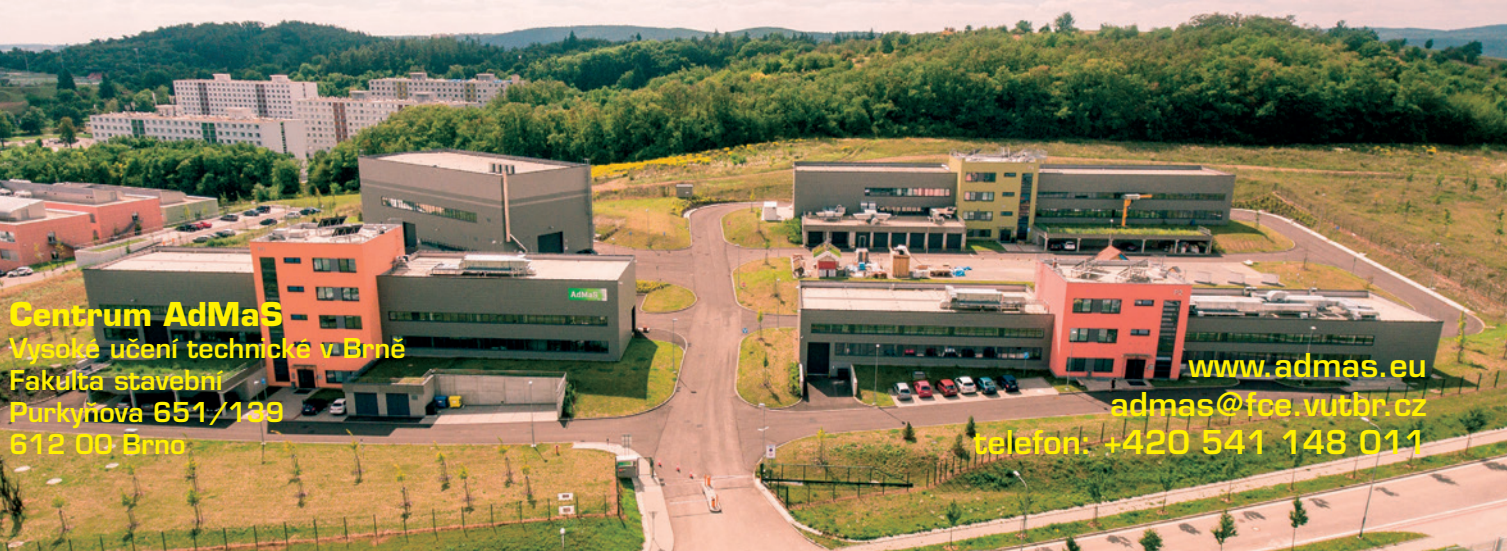
- ♦ Spolupracujeme s odbornou veřejností z veřejného, soukromého i akademického prostředí
- ♦ Provozujeme portál www.KoncepceBIM.cz
- ♦ Vzděláváme a sdílíme informace všech odborností, podílejících se na realizaci stavebních projektů v souvislosti s BIM, a to celém jejich životním cyklu
- ♦ Koordinujeme a řídíme práci expertních pracovních skupin pro jednotlivá témata
- ♦ Monitorujeme pilotní projekty, které považujeme za klíčové před plošnou implementací BIM



Centum AdMaS

je moderní centrum vědy a komplexní výzkumná instituce v oblasti stavebnictví, která je součástí Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně. Zaměřuje se na výzkum, vývoj a aplikace pokročilých stavebních materiálů, konstrukcí a technologií v oblasti stavebnictví, dopravních systémů a infrastruktury měst a obcí. Rovněž provádí pro potřeby stavebních investorů komplexní studie proveditelnosti a posuzování ekonomické efektivity stavebních investic. Centrum disponuje moderním laboratorním zázemím se špičkovým vybavením s více než 250 přístroji. Specializuje se mimo jiné především na:

- komplexní posouzení vlastností stavebních hmot a materiálů;
- speciální diagnostiku staveb;
- stavebně technické průzkumy a expertizy;
- oceňování nemovitostí.

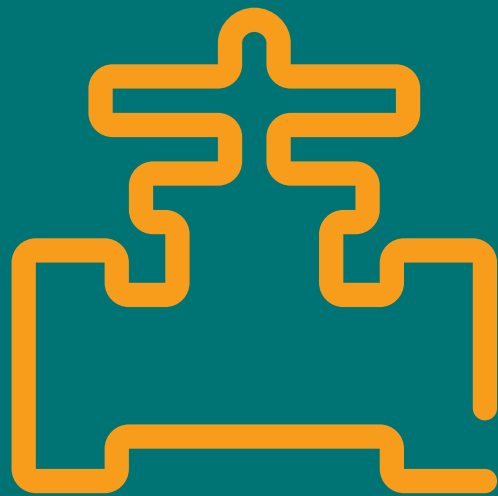


Centrum AdMaS
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Purkyňova 651/139
612 00 Brno

www.admas.eu
admas@fce.vutbr.cz
telefon: +420 541 148 011

GasNet

Distribuce
ekologické energie
budoucnosti



gasnet.cz

VYUŽITÍ LNG V DOPRAVĚ A ENERGETICE A JEHO BEZPEČNOST

JUDr. Ing. Zdeněk Dufek, Ph.D., Ing. Petr Beneš, CSc., doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.,
Ing. Jiří Škorpík, Ph.D., JUDr. Václav Živec, Milan Martinka

ISBN 978-80-7623-016-3

