

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Využití zemního plynu

bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Miler, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Filip Šára

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Šára

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Využití zemního plynu

Název anglicky

CNG utilization

Cíle práce

Cílem práce je analýza výroby, distribuce a využití zemního plynu ve spalovacích motorech

Metodika

Prostudovat základní literaturu v oblasti využití zemního plynu

Kontaktovat významné organizace zabývající se danou problematikou

Provést globální literární rešerši v dané problematice

Vlastní rozbor problematiky využití zemního plynu

Návrh, doporučení a předpokládaný vývoj v oblasti využití zemního plynu

Doporučený rozsah práce

30 – 40 str.

Klíčová slova

zemní plyn, CNG, kogenerace, výhřevnost

Doporučené zdroje informací

CNG – stlačený zemní plyn. [online]. Available at: <<http://www.cng.cz>>

Český plynárenský svaz [online]. Available at: <<http://www.cgoa.cz>>

Hromádko J.: Speciální spalovací motory a alternativní pohony, Nakladatelství Grada, Praha, 2012, ISBN 978-80-247-4455-1

Kameš, J.: Alternativní pohony automobilů. Nakladatelství BEN, Praha 2004. ISBN 80-7300-127-6

Šebor G., Pospíšil M., Žákovec J.: Technickoekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě, výzkumná zpráva vypracovaná pro Ministerstvo dopravy ČR, VŠCHT Praha, červen 2006.

ŠMERDA, Tomáš, ČUPERA, Jiří, NOVÁK, Pavel: Provoz traktorového motoru na CNG nebo bioplyn.

Biom.cz [online]. 2011-09-21 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z WWW:

<<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/provoz-traktoroveho-motoru-na-cng-nebo-bioplyn>>. ISSN: 1801-2655.

Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

Ing. Petr Miler, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2015

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 14. 05. 2015

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Využití zemního plynu“ vypracoval samostatně, pod vedením pana Ing. Petra Milera, Ph.D. a použil jen pramenů, které jsou uvedeny v příložené bibliografii. Další informace mi byly poskytnuty zaměstnavatelem.

V Praze dne 10.3.2015

.....
podpis bakaláře

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé bakalářské práce, Ing. Petru Milerovi, Ph.D, za poskytnuté rady a připomínky, které přispěly k dokončení této práce. Zároveň bych chtěl poděkovat svému vedoucímu, Ing. Stanislavu Pohankovi, za poskytnutí informací a materiálů potřebných pro zpracování této bakalářské práce.

.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na téma zemní plyn a jeho využití.

Práce je rozdělena do několika podkapitol. V první části má seznámit se zemním plynem vůbec, jak vzniká, jaké známe druhy a jakým způsobem zemní plyn z přírodních zdrojů získáváme – těžíme.

Další informace se týkají zpracování zemního plynu – jeho čištění a sušení.

Následující kapitoly jsou věnované přepravě a dalším informacím o tom, jak se plyn dopraví a dostane až tam, kam je potřeba.

V závěrečné části práce nalezneme informace o využití zemního plynu a o jeho dalším zpracování.

Klíčová slova: zemní plyn, CNG, kogenerace, výhřevnost

CNG utilization

Summary

This thesis focuses with the natural gas and its use.

The work is divided into several parts. The first part introduces the gas at all. The work describes how the natural gas arises, which species we know and how we gain natural gas from natural resources – about its extraction.

Further information describing the processing of natural gas – cleaning and drying.

The following chapters are devoted to transportation and other information about how the gas is transported and gets to where it is needed.

The final part of this work provides information about the use of natural gas today, and its subsequent processing.

Key words: natural gas, CNG, cogeneration, calorific value

Obsah

1.0 ÚVOD.....	1
2.0 SEZNÁMENÍ SE ZEMNÍM PLYNEM.....	2
2.1 Výroba (vznik zemního plynu)	3
2.2 Druhy přírodního zemního plynu.....	5
3.0 TĚŽBA ZEMNÍHO PLYNU.....	5
3.1 Historie průzkumu a těžby zemního plynu	6
3.2 Těžební sondy a jejich vystrojení.....	8
3.3 Těžba zemního plynu dnes.....	8
3.3.1 Osvojení vrtu	9
3.3.2 Metoda těžby – samotoková těžba	10
3.3.3 Metoda těžby – hlubinnými čerpadly.....	10
3.3.4 Alternativní těžební metody.....	11
4.0 ČIŠTĚNÍ ZEMNÍHO PLYNU	12
4.1 Hrubé předčištění (oddělení mechanických nečistot)	14
4.2 Čištění plynovodů.....	14
4.3 Čištění v distribuční soustavě.....	15
5.0 SUŠENÍ ZEMNÍHO PLYNU	15
5.1 Sušení plynovodů	16
6.0 PŘEPRAVA ZEMNÍHO PLYNU	17
6.1 Přeprava LNG.....	17
6.2 VTL/STL/NTL	18
6.3 Bezpečnost práce na plynárenském zařízení	21
7.0 CNG KOMPRESOROVÉ STANICE.....	23
7.1 Potřebná legislativa k vybudování CNG plnicí stanice	25
8.0 VYUŽITÍ ZEMNÍHO PLYNU	27
8.1 Ohřev vody pomocí zemního plynu	27
8.2 Palivové články	27
8.3 Výroba motorových paliv	28
8.4 Kogenerace pomocí plynových spalovacích motorů	28
8.5 Historie využití zemního plynu v dopravě.....	29

8.6 Současné využití zemního plynu v dopravě	30
9.0 ZÁVĚR.....	32

1.0 ÚVOD

V souvislosti s lidským pohodlím jdou moderní technologie ruku v ruce. Pro mnohé uživatele zemního plynu je plynárenství zcela neznámé odvětví. Mnoho lidem postačí jen to vědomí, že si doma nastavením pokojového termostatu, chcete-li regulátoru, nastaví požadovanou teplotu, aniž by je to nějak zatížilo. A takto by se dalo pokračovat dále, jakožto rozsvícení žárovky v obývacím pokoji, kde může být taktéž elektrická energie z kogenerační plynové elektrárny.

Na dnešní technologie je vyvíjen obrovský tlak, a to ze strany ekonomické, ale i ekologické. Není to tak dávná doba, kdy osobní vozidla spalující 10–12 litrů benzínu byla zcela všední. Pro některé motoristy, ale i podniky to nebylo zcela vhodné, a proto začaly hledat různé alternativy, například LPG (Liquefied Petroleum Gas). Respektive u nákladní silniční dopravy naftu.

K těmto, již zaběhlým, né-li snad tradičním palivům, se poslední dobou začíná přidávat CNG (Compressed Natural Gas). Je to bohužel smutné, že tento trend přichází až v této době. CNG nemá pouze výhody ekonomické, ale i ekologické. A k tomu všemu se nám přidává jeho velmi dobře rozpracovaná distribuční síť a to nejen v ČR, ale i po celém světě. CNG má i výhodu daňové úlevy a pro podnikatele ještě ztrátu silniční daně.

Distribuční nebo také rozvodná síť má mnoho sofistikovaných důležitých zařízení, bez kterých by nebylo možné bezpečně dodávat zemní plyn na místa určení. A proto je bezpečnost v plynárenském průmyslu na prvním místě.

Mnoho technologií se tedy vyvíjí pouze pro využití v plynárenském odvětví, například regulační systémy. K přepravě zemního plynu neslouží jen plynovody, dálkovody, ale i třeba speciálně upravené tankery. Tyto tankery jsou naprosto soběstačné, jelikož jsou poháněny LNG, který převáží v kryogenních nádržích nebo v kryogenních cisternách určených k dopravě po trati, ale i pro dopravu silniční. Distribuce plynu není jen o přepravě, ale je v ní obsaženo několika stupňové regulování i čištění nebo odorování pro lepší detekci v případě úniku.

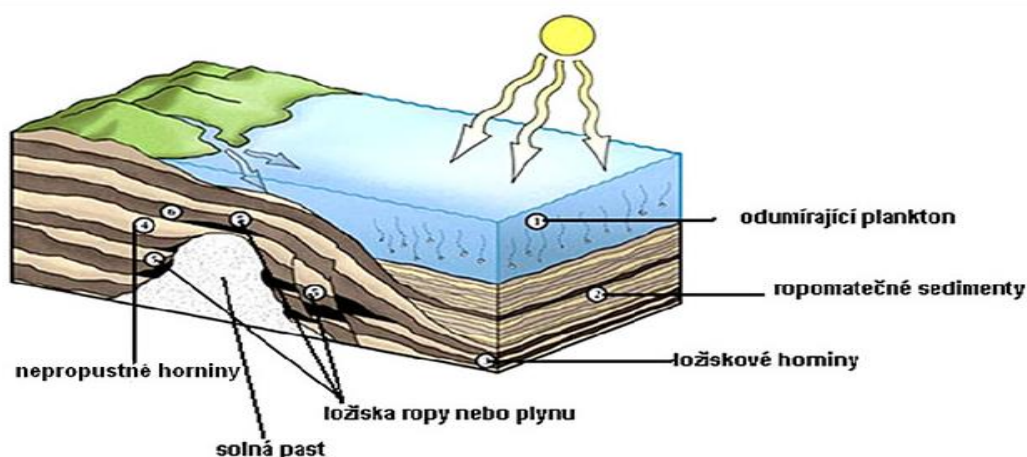
2.0 SEZNÁMENÍ SE ZEMNÍM PLYNEM

Zemní plyn je směsí převážně plynných alkanických uhlovodíků obsahujících ve své molekule od jednoho (C1) do pěti (C5) uhlíků, v některých případech až do čtrnácti (C14) uhlíků, které v přírodních podmínkách jsou nahromaděny v pórovitých geologických útvarech.

Hlavní složkou zemního plynu je methan. Z dalších alkanů, ale s podstatně nižší koncentrací, to jsou ethan, propan a butan řada vyšších. Z nehořlavých plynů to jsou zejména dusík a oxid uhličitý. Výskyt zemního plynu blízko u povrchu země je ojedinělý. Obvykle je těžen (viz obr.1) jako ropa z pórovitých horninových horizontů z hloubek od několika stovek až do několika tisíc metrů (většinou 2 – 3000 m), kde bývá pod tlakem několika MPa, ojediněle z hloubek několika kilometrů (až pěti), kde však bývá podstatně pod vyšším tlakem – až 50MPa.

Lokalitu, ve které se zemní plyn nachází, nazýváme obvykle ložiskem. Nejsou-li jednotlivé lokality, ve kterých se zemní plyn nalézá propojeny, hovoříme o komplexu ložisek. Množství plynu v jednotlivých ložiscích je různé a pohybuje se od několika milionů m³ až po miliardy m³. Jsou známa ale i ložiska u kterých těžitelné zásoby se pohybují v oblasti bilionů m³. [1]

Obrázek 1: Těžba zemního plynu



Zdroj: [20]

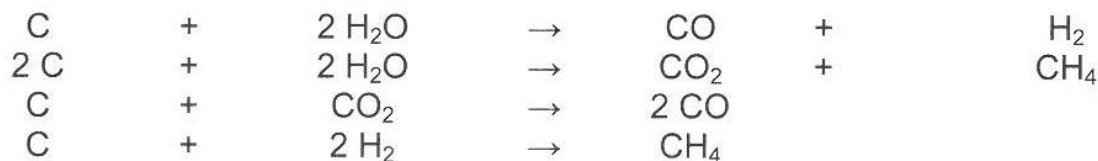
2.1 Výroba (vznik zemního plynu)

Zemní plyn většiny klasických dnes dobývaných ložisek řadíme do skupiny geogenních plynů a jsou původu biogenního. Jeho vznik souvisí s rozkladem organických materiálů.

Anorganickou teorií vzniku zemního plynu je i teorie, podle které velká část zásob zemního plynu vznikla jako důsledek vznikutí magmatu do uhelných sedimentů. Termickým rozkladem vzniklý oxid uhličitý a vodík mohly pak dále reagovat za vzniku methanu.

V úvahy zde však přicházejí, připustíme-li, že do těchto hlubinných partií může proniknout i voda, reakce uhlíku s vodní parou a reakce uhlíku s oxidem uhličitým. (viz obr.2)

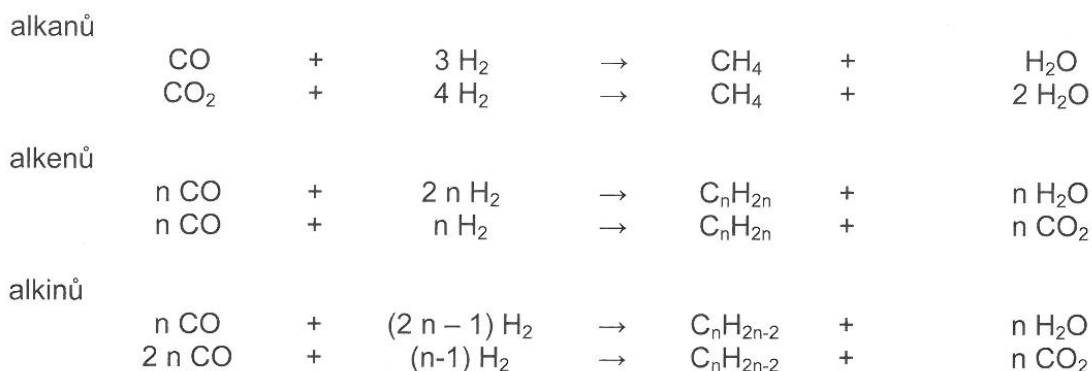
Obrázek 2: Vznik zemního plynu



Zdroj: [1]

Vzniklá směs oxidů uhlíku s vodíkem (tzv. syntézního plynu) může za katalytického účinku hornin obsahujících např. nikl, železo, kobalt atd. vést za podmínek panujících v hlubinných vrstvách k syntéze methanu nebo k různým dalším uhlovodíkům. Z mnoha reakcí lze zde namátkou uvést např. tvorbu: (viz obr.3)

Obrázek 3: Vznik zemního plynu 2



Zdroj: [1]

Poslední dobou přišli vědci s další teorií tzv. abiogenetickou hypotézou, podle které zemní plyn vznikl štěpením uhlovodíků, které se na naši planetu dostaly v době jejího vzniku z vesmírné hmoty. Tyto vyšší uhlovodíky se postupně štěpily až na metan, který pak pronikal k povrchu Země. [12]

Vlastnosti zemního plynu jsou stručně uvedeny v příložené tabulce 1.

Tabulka 1: Vlastnosti zemního plynu

Výhřevnost	34,08 MJ/m ³
Hustota	0,69 kg/m ³
Meze výbušnosti	5 – 15 %
Zápalná teplota	650 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu/ m ³ ZP
Teplota plamene	1 957 °C

Zdroj: [14]

„Při hodnocení vlastností zemního plynu je nejdůležitější stanovení teploty, tlaku, spáleného tepla, chemického složení, měrné hmotnosti, hutnoty, výhřevnosti, obsahu nečistot a vlhkosti a mezní zápalnosti.“ [11, str. 14]

Zemní plyn je dle odborné literatury řazen podle jeho výhřevnosti do skupiny plynů velmi vysoce výhřevných, to znamená, že má výhřevnost nad $20,93 \text{ MJ/m}^3$. V našich končinách bývá průměrná hodnota výhřevnosti zemního plynu do cca $40,00 \text{ MJ/m}^3$. [11]

2.2 Druhy přírodního zemního plynu

Dělíme je do čtyř základních skupin:

- 1) *Zemní plyn suchý (chudý)* – obsahuje vysoké procento metanu (94-98%) a zanedbatelné množství vyšších uhlovodíků.
- 2) *Zemní plyn vlhký (bohatý)* – vedle metanu obsahuje vyšší podíl vyšších uhlovodíků.
- 3) *Zemní plyn kyselý* – je plyn s vysokým obsahem sulfanu (H_2S), který se v úpravárenských závodech před dodávkou plynu do distribuční sítě odstraňuje.
- 4) *Zemní plyn s vyšším obsahem inertů* – jedná se hlavně o oxid uhličitý a dusík.

3.0 TĚŽBA ZEMNÍHO PLYNU

Shodně jako ropa se zemní plyn vyskytuje v sedimentárních horninách všech geologických vrstev od prvohor až po čtvrtohory. Těžba zemního plynu často probíhá zároveň při těžbě ropy a to z důvodů společného výskytu. Výskyt čistě plynových ložisek je velice výjimečný.

3.1 Historie průzkumu a těžby zemního plynu

První historicky doložené pokusy o vyhledávání přírodních uhlovodíků na území Čech a Moravy jsou datována do posledních roků 19. století. První průzkumný vrt v Čechách byl založen roku 1899 u Bohuslavic nad Vlačí, jmenoval se Helena. Tento vrt dosáhl hloubky 450 m a v intervalu 166 až 178 m narazil vrstvy s výraznými plynovými projevy, jelikož tento vrt měl hledat ropu, nebyly tyto vrstvy blíže zkoumány.

První vrt, u kterého je doloženo využívání zemního plynu, byl vyhlouben u Slavkova v roce 1908 a jeho cílem bylo nalezení uhlí. Zjištěný plyn byl údajně až do roku 1920 využíván ve slavkovském cukrovaru k vytápění.

Naftařské podnikání bylo v této době víceméně živelné, závislé především na finančních možnostech majitelů kutisek. K situování průzkumných vrtů docházelo většinou do míst, která byla známa povrchovými vývěry ropy či zemního plynu, méně již po geologickém zpracování terénu a v některých případech dokonce na základě doporučení proutkařů.

Jelikož v této době nebyla vybudována žádná infrastruktura a dá se říct, že lidé neznali potenciál zemního plynu, tak bylo možné jej využívat pouze lokálně poblíž vybudovaných vrtů. A proto nebyla ani příliš velká spotřeba zemního plynu, jednalo se o statisíce m³ za rok.

Další vyhledávací práce pokračovaly až po ustanovení Československé republiky zpočátku bez valných úspěchů. Významným aktem bylo přijetí nového naftového zákona v roce 1920, podle něhož byla práva k vyhledávání a těžbě přírodních uhlovodíků vyhrazena pouze státu a soukromým podnikatelům mohla být pouze pronajímána prostřednictvím ministerstva veřejných prací.

V létě roku 1929 zahájili průzkumné práce poblíž Vacenovic podnikatelé Holczmann a Holan. Vrt situovali do nedalekého přirozeného výronu zemního plynu zvaného Čertoprđ.

Koncem roku 1929 uděluje stát plné moci k užívání terénů pronajatých u Vacenovic nově vzniklé Moravsko-slovenské naftové společnosti. Pro těžný plyn získala společnost využití u státních drah. Plyn byl z ložiska přiváděn do železniční stanice Vlkoš potrubím o délce 3370 m vybudovaným v roce 1932. Na jeho konci ve Vlkoši, byl postaven plynojem o průměru 2,5 m a výšce 3 m. Z něj byl kompresorem stlačován pod

tlakem 15 at do recipientů, z nichž se plnil do železničních vagonů a využíval se na osvětlení.

Vacenovské naleziště je pokládáno za první, ve větším měřítku využívaný, nález zemního plynu. Průzkumné práce zde probíhaly ještě po 2. světové válce a těžba plynu z ložisek byla ukončena až v roce 1972. V období německé okupace byla nalezena první významnější ložiska plynu na území jižní Moravy. Většina těchto objevů nebyla do konce války využívána a k rozvoji jejich těžby došlo až po osvobození. Údaje o výši těžeb plynu z této doby se ani z jednoho nově objeveného ložiska nedochovaly.

Těžba plynu na Moravě se po osvobození pohybovala mezi 2-3 miliony m³ ročně. Padesátých a šedesátých letech dochází k rozvoji geofyzikálních metod průzkumu, zejména reflexní seismiky. Na rozdíl od mělkého strukturního průzkumu dává tato metoda obraz i o hlubší stavbě ve zkoumaných oblastech a umožňuje tedy odhalení ložisek, na jejichž stavu není možné usuzovat ze stavby mělkého nadloží. První tak to nalezené naleziště se jmenovalo Hrušky a bylo objevené v roce 1959.

Sedmdesátá léta se v těžbě plynu odehrávala pod výrazným vlivem těžby ložisek ze svahů Českého masívu (KOSTELANY). V první polovině sedmdesátých let se roční produkce pohybovala mezi 150 – 170 miliony m³. Pro využívání plynu z ložisek, u kterých poklesl ložiskový tlak pod tlak plynovodu, byla vybudována v severní části naleziště Hrušky centrální kompresorová stanice, která umožňuje odsávání plynu z těchto ložisek a následně jej komprimuje pro předání do státního plynovodu. K razantnímu nárůstu produkce došlo v roce 1978, kdy kulminovala těžba na ložisku Dolní Dunajovice a celková roční produkce všech moravských plynových ložisek dosáhla historicky nejvyšší hodnoty více než 324 milionů m³.

V osmdesátých letech dochází k poklesu plynové produkce, protože dochází k ukončení těžby ložiska D. Dunajovice a nová ložiska Nítkovice, Kostelany a Uhřice nejsou schopna tento výpadek nahradit. V roce 1987 poklesla roční těžba až na 77 milionů m³. V roce 1989 však již roční těžba opět překračuje 100 milionů m³, což je zásluha především ložiska Uhřice. [2]

3.2 Těžební sondy a jejich vstrojení

Při hloubení a po dokončení vrtu se musí provést čerpací zkoušky. Při hloubení vrtu se nejčastěji využívá „testerů“, které zjišťují jaké médium a v jaké kvalitě je v provrtaných vrstvách. Do vrtu se zapustí testerovací aparatura, prostor nad a zpravidla i pod zkoušeným obzorem se uzavře „pakry“ (roztahovací pryžové zátky) a otevře se vzorkovací komora. Mimo odběru vzorku kapaliny a plynu se zaznamenává tlak a teplota v obzoru.

[14]

3.3 Těžba zemního plynu dnes

Po zapažení vrtu se provádí krátkodobé a dlouhodobé čerpací zkoušky, při kterých se vytěží část ropy nebo plynu ze zkoušeného obzoru. Při dlouhodobých čerpacích zkouškách z plynových obzorů se vytěžený plyn zpravidla spaluje a sleduje se pokles tlaku v obzoru při odtěžovaném množství plynu. Z těchto údajů se dále vypočítávají zásoby uhlovodíků v ložisku.

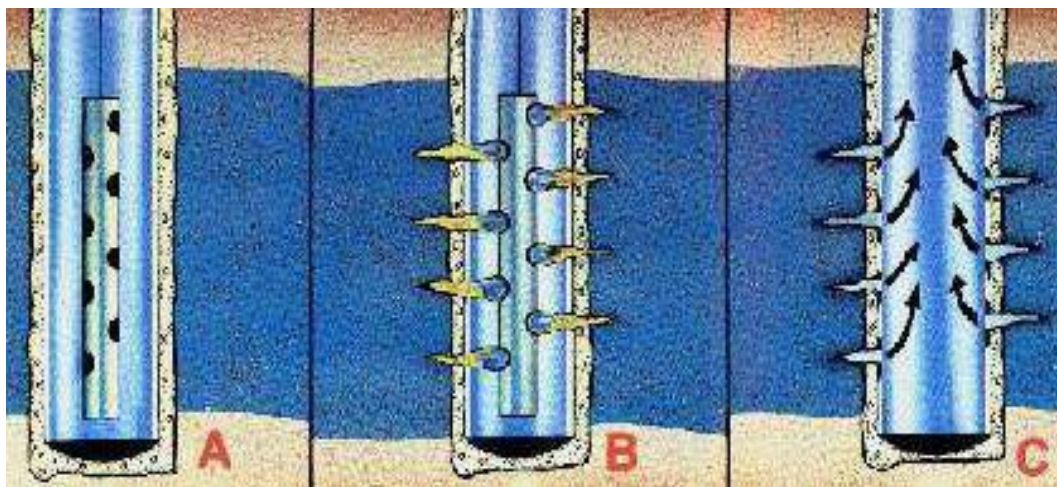
V těžební koloně a cementu, který ji izoluje, je nutno vytvořit otvory (A), kterými plyn nebo ropa z nasycených vrstev (kolektoru) vniká do sondy(C). Toto „otevření“ obzoru se provádí perforací (prostřelením otvorů) v pažnicích (C). Používá se několik typů perforátorů, kterými se vytvoří otvory nejen v pažnici a cementu, ale také se díky této destrukci poruší přiléhající hornina (kolektor). (viz obr. 4)

Někdy se hornina také štěpí vysokým tlakem média a do trhlin se natlačí písek, kterým ropa nebo plyn snáze proudí i z větší vzdálenosti od vrtu. Podobného efektu je možno dosáhnout i pomocí „kyselinování“ – rozpuštěním vápnatého tmely mezi zrnky kolektoru.

Těžba může probíhat i z nezapažené části vrtu a některé vrty se proto ve spodní části nepaží. Lze také zapustit již perforovanou kolonu, která se pak necementuje. Vrt, který se využívá k těžbě se nazývá sonda. Sondy jsou zpravidla zapažené.

[15]

Obrázek 4: Prostřelení pažnic



Zdroj: [15]

3.3.1 Osvojení vrtu

Po perforaci přitéká ropa nebo plyn do sondy, těžba však často neprobíhá v celém profilu pažnic. Do sondy se zapouští kolona maloprůměrových trubek – stupaček, kterými uhlovodíky vystupují na povrch. Stupačky jsou obvykle zapuštěny tak, že mezikruží nad obzorem odděluje pakr a perforovaný interval může komunikovat pouze do stupaček.

Občas se kolem perforovaných pažnic naplavují pískové filtry nebo zapouštějí jiné typy filtrů, které neumožňují pronikání materiálu (pískových zrn) z těžného kolektoru.

Po zapuštění stupaček je ústí sondy vystrojeno soustavou šoupátek – produkčním křížem. V horní části a na bočních ramenech jsou přes jehlové ventily osazené kontrolní manometry pro sledování tlaků v ložisku a jednotlivých mezikružích. (viz příloha 1)

[15]

3.3.2 Metoda těžby – samotoková těžba

Po otevření nového ložiska zpravidla nastává samotoková těžba. To proto, že tlak v ložisku se ustavuje na úrovni hydrostatického tlaku, kdežto sloupec ropy v sondě, kdy má ropa měrnou hmotnost menší než voda, tento tlak nevyrovná a ropa vytéká na povrchu pod tlakem. Také plyn rozpuštěný v ropě se s klesajícím tlakem uvolňuje a vynáší ropu k povrchu. K samotkové těžbě ropy se dále využívá expanze plynu plynové čepice. Těžená ropa se dostává vzhůru a na ústí vrtu vtéká do trubek a odtud do připravených nádrží nebo také přímo do ropovodů.

Aby se s ropou nebo plynem nevynášely na povrch částičky korektorské horniny, bývají perforované části pažnic nebo stupačky opatřeny filtry.

Při výtoku ropy stupačkami se především v důsledku poklesu teploty oddělují z ropy parafinické složky. Tento „parafin“ může často stupačky nebo dopravní potrubí ucpat a proto se musí periodicky čistit buď škrabáním nebo proplachem párou nebo horkou ropou.

[15]

3.3.3 Metoda těžby – hlubinnými čerpadly

Při vytěžené části ropy a poklesu tlaku v ložisku hladina ropy v sondě poklesne a ropu je nutno čerpat hlubinnými čerpadly. Na povrchu čerpací kozlík zajišťuje proměnlivý pohyb táhlic s čerpadlem. Tento pohyb je zajišťován pomocí elektromotoru, který přes převody, třmen a vahadlo předává na rameno kývající efekt. Na konci ramena jsou přes hlavu kozlíku upevněny táhlíce, které dávají do pohybu mechanismus hlubinného čerpadla.

Hlubinné čerpadlo je principem čerpadlo pístové. Na koloně táhlic je zavěšen dutý píst „plunžer“ ve vrchní a spodní části čerpadla jsou kulové ventily. Při pohybu pístu nahoru se spodní sací ventil otevírá působením tlaku kapaliny zdola a kapalina vchází do válce čerpadla. Při zpětném pohybu pístu dolů se spodní sací ventil tlakem kapaliny, nacházející se pod pístem a větším než je tlak zdola, zavírá a horní ventil se otevírá a kapalina z válce prochází do prostoru nad pístem. (viz příloha 2)

K těžbě ropy je možné využít i jiných typů čerpadel (zubová, membránová), ale pro citlivost k cizorodým příměsím nejsou tak rozšířena jako pístová. V současné době se odhaduje, že 90% všech ropných sond těží pomocí hlubinných čerpadel.

[15]

3.3.4 Alternativní těžební metody

Primární těžební metody využívají přirozeného tlaku ložiska, často se zlepšují korektorské vlastnosti štěpením nebo kyselinováním nádržní horniny. Těžba ropy může také probíhat pomocí stlačeného vzduchu (airlift) nebo stlačeným plynem (gaslift). Při tomto způsobu těžby se tlačí plyn jednou stupačkovou kolonou a ropa se těží mezikružím nebo druhou kolonou stupaček.

Prvotními metodami těžby se vytěží 20-35% ropy, zbytek zůstává v pórech ložiskové horniny.

Druhotné těžební metody představují postupy, které udržují ložiskovou energii při těžbě co nejdéle na vysoké úrovni. Patří mezi ně zatlačení plynu do plynové čepice nebo vody do vodního zápolí ropného ložiska. Takto lze zvýšit vytěžitelnost až na 50-60%.

Terciární metody (fáze) těžby zahrnují různé speciální metody, například zatlačení „neuhlovodíkových“ plynů do ložiska (např. CO₂, spalných plynů, dusíku) LPG metodu (zkapalněný zemní plyn nebo propan), aplikace rozšířených zavodňovacích metod (zatlačení vody upravené povrchové aktivními látkami, polymery nebo jinými chemickými činidly) využití tepla pro snížení viskozity ropy (podzemní spalování, vtláčení horké vody nebo páry), využití metabolické činnosti anaerobních bakterií atd. Cílem je intenzifikace přítoku „zbytkové“ ropy, která nebyla vytěžena během primární nebo druhotné těžební fáze. Při dotěžování ložisek se vedle gravitačních principů využívá také generování mechanických otřesů v ložisku, které pomáhá uvolňovat ropu vázanou na povrchu zrn a v pórech kolektorů. [15]

4.0 ČIŠTĚNÍ ZEMNÍHO PLYNU

Ze zemního plynu před jeho chemickým i energetickým zpracováním jsou odstraňovány nežádoucí komponenty. Jsou to zejména tuhé látky, látky jenž mají kyselý charakter (sulfan, oxid uhličitý), voda a některé další látky, které by se při dalším zpracování projevovaly jako katalytické jedy, ředící inerty, látky vedoucí k nežádoucím korozním produktům, atd.

Úprava složení zemního plynu je proces velmi nákladný. Z ekonomických důvodů je proto výhodnější používat pro chemické zpracování plyn, ve kterém jsou uhlovodíky nebo samotný methan převládající komponentou.

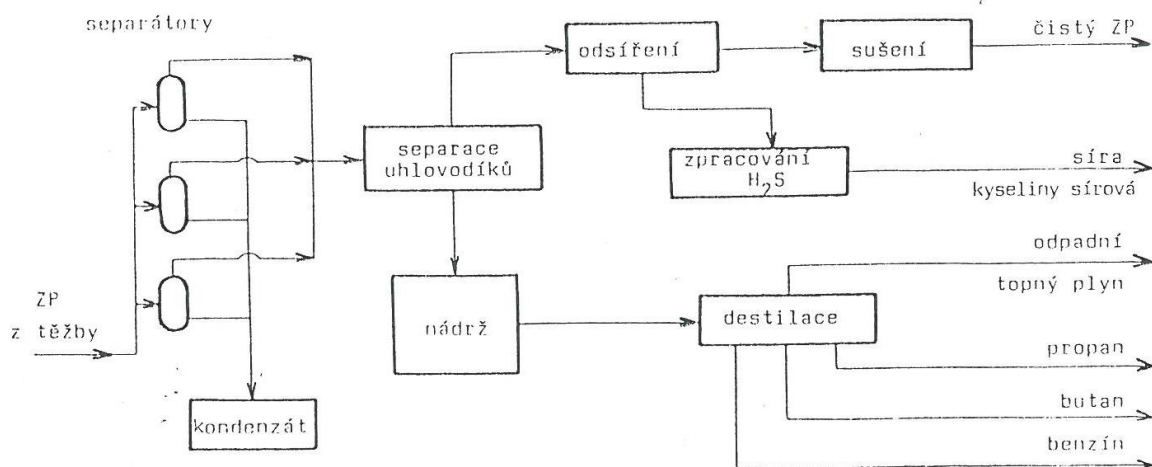
Oddělení nežádoucích látek z těženého zemního plynu je prováděno ve dvou stupních, a to již na těžebním poli nebo v jeho blízkosti a následně ve zpracovatelském komplexu.

Jednotlivé stupně jsou následující:

- 1) Hrubé předčištění a předběžná úprava plynu je prováděno již přímo (na těžební sondě) nebo v její bezprostřední blízkosti.
- 2) Dokončení odstraňování nežádoucích pevných, kapalných a plynných substancí v dále zpracovávaném plynu se provádí v centrálním závodě.

Technologie aplikovaná při úpravě vytěženého plynu je určena jeho složením a následným technologickým využitím. (viz obr. 5)

Obrázek 5: Čištění zemního plynu



Zdroj: [4]

Rozhodující parametry jsou zejména obsah:

- 1) sulfanu, organicky vázaných sirných komponent a elementární síry
- 2) oxidu uhličitého
- 3) vody a mechanických nečistot
- 4) uhlovodíků vyšších než propan.

Obsah vody v těženém zemním plynu odpovídá rovnováze vytvořené dlouhodobým kontaktem plynu a vody v ložisku. Obsah vody v plynu závisí zejména na teplotě a tlaku ložiska. Čím větší je tlak a menší teplota, tím nižší je obsah vlhkosti v plynu. V menší míře obsah vlhkosti závisí i na jeho složení a obsahu a složení solí v ložiskové vodě. S rostoucí hutnotou plynu, resp. se stoupající střední molekulovou hmotností nebo stoupající solností přítomné vody obsah vlhkosti v plynu klesá. S přibývajícím množstvím dusíku naopak stoupá.

Vznik hydrátů lze zamezit sušením, ohříváním, využitím inhibitorů z nich největšího uplatnění dosáhly methanol, ethanol, ethylen-, diethylen- a triethylenglykol.

Separace uhlovodíků vyšších než propan je prováděna ze dvou hlavních důvodů:

- 1) Odstranění uhlovodíků vyšších než propan zabráníme nekontrolovanému vytváření kondenzátů v chladných místech přepravní trasy.
- 2) Izolací uhlovodíkového kondenzátu ze zemního plynu získáme žádanou surovinu. [3]

4.1 Hrubé předčištění (oddělení mechanických nečistot)

K oddělení surového zemního plynu od mechanických nečistot a aerosolů vody a ropy bezprostředně po jeho vytěžení se používají separátory. Při volbě typu separátoru je nutné mít na zřeteli, že částice vzniklé kondenzací se někdy shlukují v hrubší agregáty, které usnadňují čištění.

Kapičky aerosolu mají povětšinou tvar kuliček.

K odstraňování nehomogenních nečistot z plynů se používá postupů mechanických s uplatněním gravitačního usazování, odstředivých sil, vypírání, filtrace a postupy elektrostatického srážení v elektrickém poli vysokého napětí. Podle principu jejich působnosti dělíme je na: inerciální (setrvační), gravitační (horizontální, vertikální, kulové), odstředivé (cyklonové), filtrační kombinované. [3]

4.2 Čištění plynovodů

Čištění potrubí je možné provést dvěma metodami:

- 1) čisticím pístem
- 2) profukováním.

Čištění čisticím pístem spočívá v průchodu čisticího pístu potrubím; čisticí píst před sebou nečistoty vytlačí z potrubí. Toto čištění je vhodné především pro liniové části ocelových i PE potrubí. Dále lze využít čisticího pístku jak u NTL potrubí tak i u středotlakého plynovodu, ale pouze před vysazením přípojek, neboť při čištění plynovodů s vysazenými přípojkami hrozí riziko nahrnutí případných nečistot do přípojek.

[1]

4.3 Čištění v distribuční soustavě

Čištění zemního plynu je prováděno během přepravy a to v kompresorových stanicích, předávacích stanicích a regulačních stanicích.

5.0 SUŠENÍ ZEMNÍHO PLYNU

Zemní plyn před další dopravou potrubními systémy by měl mít rosný bod cca o 5 až 10°C nižší než teoreticky nejnižší teplota předpokládaná během dopravy, což by obecně mělo být zaručeno splněním tzv. středního stupně sušení, kdy rosný bod zemního plynu se pohybuje v rozmezí -15 až -25 °C. Tohoto stupně lze docílit zejména absorpčními metodami.

Hlubokého stupně sušení, tzn. dosažení rosného bodu plynu nižšího než -40°C je docilováno zejména postupy absorpčními. Pro dálkovou dopravu takto upravovaný obsah vlhkosti již převyšuje potřeby dopravců, ale pro kryogenní separaci, deethanizaci, deazotaci či oddělení helia je to nezbytné.

Pouhým chlazením lze získat plyn s rosným bodem od +40 do -20 °C, přičemž k chlazení se dnes využívají i výhody chladu vznikajícího expanzí plynu.

Výzkumné a vývojové práce zaměřené na sušení zemního plynů, zejména pak vyústily do následujících základních způsobů, při kterých se dnes především používá:

- 1) silikagelů nebo molekulových sít
- 2) chlazení využívající výhod chladu vznikajícího expanzi plynu
- 3) glykolů v absorpčních kolonových aparátech nebo prostřednictvím přímého vstřikování
- 4) speciálních membrán.

Adsorpčními postupy lze docílit hodnot platných jak pro střední, tak pro hluboké sušení. Adsorbenty používané k sušení zemního plynu musí vykazovat následující vlastnosti: vysokou mechanickou a tepelnou odolnost při manipulaci a během dlouhodobé cyklické regenerace, vysokou adsorbční mohutnost, dostatečnou selektivitu a odolnost proti působení kapalné vody. [3]

5.1 Sušení plynovodů

Vysušení potrubí je možné provést dvěma metodami:

1) *vysocesuchým vzduchem* - sušení vysocesuchým vzduchem spočívá ve vhnání stlačeného vysocesuchého vzduchu do potrubí. Do tohoto vzduchu se voda v potrubí odpařuje a spolu s ním z potrubí vystupuje. Za vysocesuchý vzduch se považuje vzduch vysušený na teplotu rosného bodu vody ve vzduchu (TRB) při běžném atmosférickém tlaku po $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sušení vysocesuchým vzduchem je proti sušení vysokým vakuem časově méně náročné. Pokud se však neprovádí vytlačování zbytkové vody a vytírání pomocí pístů, může být časově méně náročná aplikace vysokého vakua.

2) *vysokým vakuem* (nelze použít pro PE plynovody) - sušení vysokým vakuem spočívá ve snížení (absolutního) tlaku v potrubí na hodnotu tenze syté páry vody (cca 1kPa). Voda v potrubí při tomto tlaku začne vřít již při teplotě okolní zeminy a vzniklá vodní pára se z potrubí odsává. Délka sušeného úseku by neměla přesáhnout 356 km, při větších délkách je třeba používat molitanové písty s vyšší odolností proti otěru. Cílem tohoto úkonu je dosáhnout hodnoty TRB v potrubí nejméně $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sušení vysokým vakuem je vhodné pro sušení ocelových potrubí v případě:

- a) členitých úseků – např. uzly v kompresních, předávacích, regulačních či jiných stanicích
- b) liniových úseků distribučních sítí, které nejsou průchodné pro čistící písty.

[5]

6.0 PŘEPRAVA ZEMNÍHO PLYNU

Dopravní a rozvodná zařízení určená pro přepravu zemního plynu jsou extrémně investičně nákladná. Je to zapříčiněno velkými technologicky složitými celky a v neposlední řadě mnoha investicemi do veškeré bezpečnosti okolo provozu.

V porovnání s jinými průmyslovými odvětvími, je například i zajištění bezpečnostních oděvů, splňujících normy, velice ekonomicky náročné. Stejně je to i s neméně potřebnou detekční technikou.

6.1 Přeprava LNG

Pro přepravu LNG dopravci využívají speciálně konstruované tankery (viz obr. 5) pro mořskou dopravu, nebo kryogenní cisternové vozy pro pozemní dopravu.

LNG dosahuje vyšší redukce objemu než komprimovaný zemní plyn (CNG) [6], jelikož energetická hustota LNG je 2,4 krát větší než hustota CNG, nebo 60% energetické hustoty motorové nafty. Proto jsou nižší náklady na transport LNG na dlouhé vzdálenosti, kde není rentabilní vybudovat VTL dálkovody. LNG je výhradně užíván pro transport zemního plynu k trhům, kde je opět zplynován (CNG) a distribuován dálkovody jako zemní plyn.

Většina dopravních prostředků určený pro přepravu LNG využívá ke svému pohonu komprimovaný zemní plyn (CNG). LNG pro relativně vysoké výrobní náklady (skladování, zmražení, zkapalnění a převoz v drahých kryogenních nádržích) brání jeho rozšířenému využití v komerčních aplikacích.

Obrázek 6: Přeprava LNG



Zdroj: [21]

6.2 VTL/STL/NTL

Při přepravě zemního plynu musíme především dbát na zvýšenou pozornost ohledně bezpečnosti. A proto bych rád připomněl základní vlastnosti zemního plynu.

Tak tedy sám o sobě je netoxický (nejedovatý) a zdraví nezávadný, ale v případě vytěsnění kyslíku ze vzduchu (např. duté prostory) je dusivý.

Další dá se říct zákeřnou vlastností je, že je bezbarvý (neviditelný) a také je pachu prostý to znamená, že pokud bychom ho neobohatili o odorant, tak bychom ho pouhým čichem nezaznamenali. Dále o něm víme, že je zhruba o 1/3 lehčí než vzduch, tudíž velice rychle expanduje v atmosféře. Má vysokou zápalnou teplotu a je extrémně hořlavý. Za určitých podmínek v plynárenském oboru ne zrovna chtěných je i výbušný a to v rozmezí „DMV (5%)“ [7] a HVM (15%).

Dá se říci, že základ distribuční sítě je postaven na dálkovodech dříve nazývaných VVTL (Velmi Vysoko Tlaké Linie) dnes nazývaných VTL plynovodech. Tyto pářeni plynovody slouží k základnímu rozvodu zemního plynu jak mezi jednotlivými státy, tak pro rozvod mezi jednotlivé regiony, obce či velkoodběratele. (viz příloha 3) Tyto VTL plynovody jsou osazeny mnoha dalšími zařízeními mezi které můžeme zařadit trasové uzávěry (TU), odorizační stanice (ODS), regulační stanice (RS), kompresorové stanice (KS), předávací stanice (PRS) nebo stanice katodické ochrany (SKAO) [8]. Každé toto

zařízení má svůj vlastní účel sloužící pro bezpečný provoz distribuční soustavy. V dnešní době se dá říct, že i většina těchto zařízení se dá ovládat na dálku a to pomocí dálkových přenosů. Provozovatel distribuční sítě (v ČR je to RWE. D.S.) zajišťuje dispečink s pohotovostní službou. Na těchto zařízeních jsou prováděny periodické kontroly, ale v případě poruchy je dispečink skrze dálkové přenosy ihned informován o aktuálních změnách či nestandardních situacích. Pomocí dálkových přenosů lze i některé úkony provést na dálku již ze zmíněného dispečinku. A proto se dá říct, že některé procesy jsou částečně automatizovány a ovládány na dálku.

Zpět k VTL plynovodům již zmíněné TU slouží, jak z názvu vyplývá k omezování či úplnému uzavření plynovodu pomocí armaturních uzlů (systém šoupátek) v některých případech lze i přesměrovat tok plynu.

ODS zase slouží k obohacení zemního plynu o odorant, pomocí tohoto odorantu je pak lépe detekovatelný zemní plyn jak pro zaměstnance plynárenských společností, tak pro zákazníky (největší výhoda je, že k detekci unklého plynu není třeba žádného technického zařízení už kvůli zápachu, který nám odorant zajišťuje), tak i kvůli toxicitě (například v případě úniku zemního plynu v zeleném pásu, veškerá vegetace zemře). Odorant využívaný v České republice je dán legislativou – využívá se Spotleak 1424.

RS slouží také, jak již z názvu vyplývá k regulování tlaku plynu a také k čištění plynu od mechanických nečistot. Tlak plynu se musí regulovat na různé tlakové hladiny jak pro STL/NTL plynovody tak i přímo pro některé velkoodběratele které mají vlastní regulační stanice.

KS, jejich hlavní funkcí je posilovat provozní tlak v dálkových potrubích – úbytek tlaku plynu ve VTL plynovodech je způsoben jeho distribucí do dalších sítí a následnou spotřebou zákazníky.

PRS má téměř shodné využití jako regulační stanice s tím rozdílem že PRS je určena ve větším měřítku, jakož to předávací zařízení mezi jednotlivými kontinenty, státy nebo regiony.

Nyní se dostáváme k poslednímu zmíněnému zařízení které se standardně nachází na VTL a to je Stanice katodové ochrany (SKAO), tyto stanice slouží k ochraně ocelových potrubí uložených v zemi před bludnými proudy. Tyto bludné proudy jsou schopné absolutně znehodnotit plynovod v případě poškození izolace v řádech měsíců. Proto se této oblasti věnuje velká priorita.

V České republice je provozováno 6 podzemních zásobníků. Na tyto zásobníky nesmíme zapomínat, jakož to na velice důležitou součást plynárenství v České republice. Pět zásobníků je využíváno jako sezónní rezervní zásobníky v podzemních porézních vrstvách a z toho byly čtyři vybudovány na vytěžených ložiscích zemního plynu a jeden je aquiferový. Špičkový kavernový zásobník vybudovaný v Hájích u Příbrami je světový unikát – byl vybudován vyrubáním chodeb hornickým způsobem ve skalním masívu v hloubce cca 1000 m. [16]

STL plynovod je velice důležitou tlakovou hladinou zejména pro rozvod plynu v zastavěných oblastech. Do středotlaké sítě se tedy plyn dostává z VTL (nad 4MPa) sítě a to za pomoci regulační stanice kde dojde k zredukování tlaku plynu na běžně nejrozšířenější STL hladinu 300 kPa. Většina STL plynovodů je vybudována ze speciálního plastu IPE a to v různých dimenzích od DN63 pod Dn 225. Na tuto středotlakou síť jsou napojeny přípojky taktéž v různých dimenzích (podle požadavku zákazníka). Plynové přípojky jsou zakončeny hlavním uzávěrem plynu (HUP), zde v případě využití STL musí být před plynoměrem osazen regulátor tlaku plynu.

NTL plynovodní síť je méně rozšířená než STL síť. Tlaková hladina NTL je nejčastěji nastavena na hodnotu 2 kPa. Taktéž je vybudována ze speciálního plastu IPE. Největší výhodou tohoto plastu je jeho životnost, veškeré výstavby jsou plánovány na životnost 60 let. Další výhodou má oproti ocelovému potrubí v tom, že nepodléhá korozi a ani bludným proudům – nepotřebuje katodickou ochranu.

Rozsah provozovaných plynárenských zařízení v ČR společností RWE GasNet, s.r.o. (viz tab. 2)

Tabulka 2: Plynárenská zařízení v ČR

		2013	2012**	2011**	2010**
Délka provozovaných plynovodů					
místní sítě	km	42 452	42 384	42 220	42 086
přípojky	km	11 035	11 010	10 963	10 715
dálkovody	km	11 344	11 361	11 370	11 385
Počet předávacích a VVTL regulačních stanic	ks	59	60	62	66
Počet vysokotlakých regulačních stanic	ks	2 801	2 801	2 798	2 797
Počet středotlakých regulačních stanic	ks	860	870	876	884
Počet plynofikovaných obcí	ks	6 880*	3 753	3 752	3 751

Zdroj: RWE, Výroční zpráva 2013

6.3 Bezpečnost práce na plynárenském zařízení

V plynárenském odvětví jsou standardy bezpečnosti práce posunuty mnohem dál, než je v průmyslovém odvětví běžné. Je to dáno vlastnostmi zemního plynu, a zároveň tím, že žádná plynárenská společnost nechce podceňovat jeho schopnosti.

A proto jsou všichni pracovníci, kteří přijdou do styku se zemním plynem, jak v terénu nebo při distribuci, odborně školeni dle platných technických pravidel a technických doporučení.

Perioda tohoto školení je každých pět let. Po absolvování školení musí každý pracovník složit u státní organizace TiČR (Technická inspekce České Republiky) závěrečné zkoušky.

K tomu, aby byl daný pracovník připuštěn ke zkouškám, musí být prokazatelná roční praxe v oboru plynárenství.

Takto proškolení pracovníci teprve mohou provádět pravidelné inspekční činnosti, případně servisní nebo opravárenské činnosti na plynárenském zařízení.

Je celkem 6 podskupin, které lze celkem absolvovat (Místní sítě do 4 baru, Vysokotlaké plynovody do 100 barů, Regulační stanice, Domovní plynovody + spotřebiče do 50 kW, Spotřebiče nad 50 kW a průmyslové plynovody).

Je tedy jasné, že pracovníci pohybující se v tomto prostředí by měli být dostatečně fundovaní, je zde obrovská snaha zaměstnavatelů co nejvíce předcházet nebezpečným situacím.

I proto se zaznamenávají takzvané skoro nehody, kterými se snažíme ponaučit a v budoucnu předcházet. Na veškeré činnosti se píšou technologické postupy, do kterých se dále zakládají TPCČ – Typové Pracovní Činnosti.

Ale není to jen o znalostech, které stojí nemalé finanční obnosy plynárenské společnosti, ale je to také i o správných ochranných prostředcích určených ke každodennímu použití.

Například obuv musí splňovat bezpečnostní třídu S3 – to znamená, že musí být s pevným kotníkem, s vyztuženou špičkou a v bezjiskrovém provedení. Pouze takováto obuv lze použít například při komplexní kontrole místní sítě nebo při dozorování servisní či propojové práci na plynárenském zařízení. Není to jen obuv ale i kalhoty, které musejí být vyrobeny z nomexu. Nomex je speciální látka, z které se vyrábí i speciální nehořlavé oděvy pro hasiče, taktéž trička, mikiny a bundy musejí být v provedení nomex.

V tuto chvíli máme vyškoleného a ošaceného inspektora plynárenského zařízení, ale bez detekční techniky stejně mnoho nesvede, a proto jsou všichni pracovníci určení do práce v terénu vybaveni detekční technikou značky Sewerin převážně typu PM4 nebo HS 680.

Požizovací ceny těchto přístrojů jsou od 70 tisíc Kč do 260 tisíc Kč.

Obrázek 7: Pracovní oděv v provedení Nomex



Zdroj: Vlastní (archiv autora)

7.0 CNG KOMPRESOROVÉ STANICE

Z pohledu technologie tankování CNG lze rozlišit dva způsoby plnění a dle toho pak i plnicí stanice a zařízení:

1) *Pomalé plnění* (viz obr. 8) – CNG plnicí zařízení (domácí plnička) tento způsob plnění je méně rozšířen.

Zařízení Kompresor stlačuje zemní plyn v reálném čase přímo do nádrže automobilu – tlakové láhve na CNG. Doba plnění je závislá na výkonu kompresoru na velikosti objemu tlakových láhví. Tento systém je technicky a investičně nejméně náročný, ale vyskytuje se zde nevýhoda v podobě delší doby tankování. Typickou aplikací pomalého plnění jsou takzvaná domácí či vnitropodniková plnicí zařízení na CNG, která převážně pracují se vstupním tlakem plynu 0.01 – 0.05 baru (NTL) případně 0,2 – 0,3 baru (STL) z běžně dostupných domovních rozvodů a dovolují uživateli naplnit vozidlo v době odstávky přes noc či přes den. Lze je využít pro osobní či lehká užitková vozidla, která nejsou využívána v nepřetržitém provozu.

Technické i legislativní podmínky pro instalaci těchto plniček jsou minimální a za určitých okolností je lze umístit i uvnitř budov, například v garáži. Tato plnicí zařízení obecně mají výkon do 20 m³/hod.

Dále toto plnicí zařízení je podle TDG označováno jako: Plnicí zařízení, typ A – plnicí zařízení navržené pro vnitřní i vnější instalaci.

„Musí splňovat tyto charakteristiky:

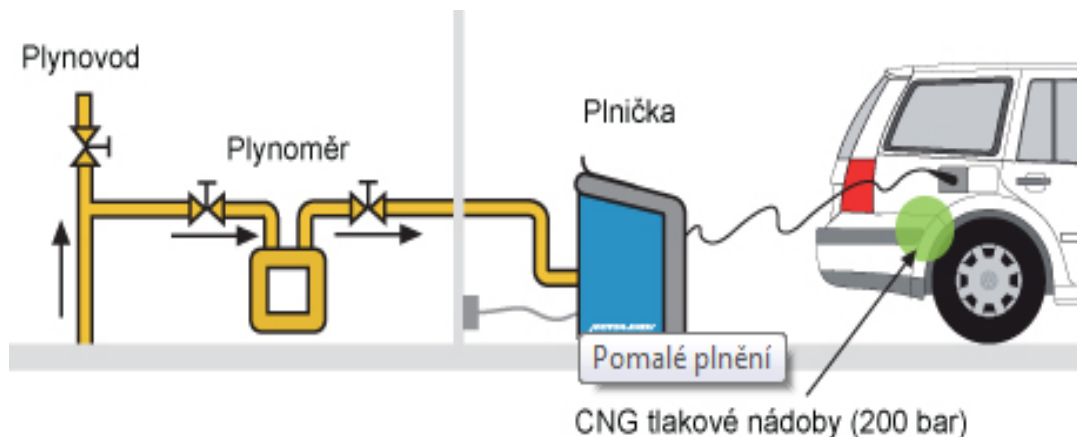
- a) Maximální počet plnicích přípojek – 2.
- b) Bez zásobníku stlačeného plynu.
- c) Výkon kompresní jednotky nepřesáhne 7 m³ *h-1.“

[10, str.5]

„Příklad rychlosti plnění:

Volkswagen Passat Variant 1.4 TSI EcoFuel, nádrž CNG na 21 kg, plnička MJ Compact 05 s výkonem 5 m³/hod = 3,6 kg/hod. Doba plnění při zcela prázdné nádrži činí 5,8 hod.“ [17]

Obrázek 8: Schéma pomalého plnění



Zdroj: [17]

2) Rychlé plnění (viz obr. 9) – CNG plnicí stanice

Hod Kompressor stlačuje zemní plyn do vzájemně propojených tlakových nádrží, ve kterých je skladován. K vlastnímu plnění vozu dochází prostřednictvím výdejního stojanu nebo zařízením přepouštění stlačeného plynu z tlakového zásobníku do tlakových lahví ve vozidle. Tankování trvá v závislosti na velikosti nádrže v řádu několika minut (3-5) a je z hlediska uživatele plně srovnatelné s tankováním konvenčních paliv nacházejících se na běžných čerpacích stanicích.

Kompresory stlačují plyn do tlakových zásobníků před dobou čerpání tak, aby nedošlo k vyprázdnění zásobníků a aby byli stále připravené k plnění. Tento režim je využíván u veřejných CNG plnicích stanic nebo i u vnitropodnikových stanic s vlastní vozovým parkem. Největší nevýhodou tohoto zařízení je vyšší investiční náročnost a větší požadavky na prostorové umístění. Výkon těchto stanic je zpravidla vyšší než 20 m³/hod.

Dále toto plnicí zařízení je podle TDG označováno jako: Plnicí zařízení, typ B – plnicí zařízení navržené pouze pro venkovní instalaci. Je možné je doplnit zásobníky stlačeného zemního plynu.

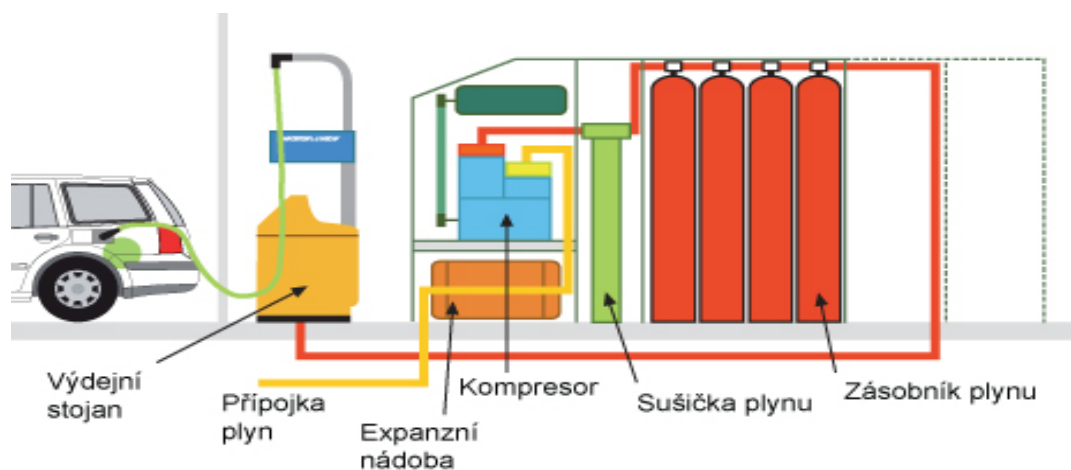
[17]

„Musí splňovat tyto charakteristiky:

- a) Maximální počet plnicích přípojek je 5.
- b) Výkon kompresoru nepřesáhne 20 m³/hod.
- c) Celkový objem zásobníků stlačeného zemního plynu nepřesáhne 960 litrů vnitřního objemu.“

[10]

Obrázek 9: Schéma rychlého plnění



Zdroj: [17]

7.1 Potřebná legislativa k vybudování CNG plnicí stanice

Stanice musí mít reálnou možnost připojení k nízkotlaké či středotlaké rozvodné síti; certifikovanou společností zpracovanou projektovou dokumentaci plnicí stanice včetně stavební části; shodné územní rozhodnutí načež navazuje stavební povolení; povolení od plynárenské společnosti k zajištění nebo zvýšení odběru zemního plynu; zavedení elektrické přípojky pro CNG stanici; vybudování plynové přípojky s instalací odpovídajícího měřidla odběru plynu na předávacím místě HUP pro plnicí stanici; vlastní

výstavba technologických částí plnicí stanice; výchozí revize plynové instalace a revize elektro části; povolení k plnění tlakových nádob vystavené TiČR; výchozí revize CNG stanice nezávislým orgánem TiČR; zaškolení obsluhy (obsluha musí mít certifikát od TiČR); přihlášení se k platbě spotřební daně za zemní plyn používaného k pohonu dopravních strojů.

Obrázek 10: Samoobslužná CNG stanice – Benešov



Zdroj: Vlastní (archiv autora)

8.0 VYUŽITÍ ZEMNÍHO PLYNU

8.1 Ohřev vody pomocí zemního plynu

V našich zeměpisných podmínkách je mnoho domácností, které využívají zemní plyn k ohřevu vody a tu k následnému použití v topné soustavě – v některých literaturách se tento systém vytápění nazývá Centrální vytápění. Další způsob vytápění se nazývá Lokální, zde je použito několik nezávislých zdrojů tepla. Pokud zde dojde k výpadku jednoho z několika topidel, tak nedojde k přílišnému poklesu tepla. Obrovskou výhodou všech těchto zmíněných způsobů vytápění je jeho pohodlnost – dnes jsou velice rozšířené inteligentní ovládací systémy, které je možné nastavit na požadované teploty v určitých hodinách nebo obdobích. Lidé se tak nemusejí starat o nějaké přikládání do kamen či shánění suchého uhlí s minimálním množstvím obsahu mouru. Již řečená výhoda je jeho šetrnost k životnímu prostředí při spalování v plynových kotlech. Dnes je zcela standardní, že se montují plynové kotle, které využívají nízkoteplotní nebo kondenzační techniku, díky které dosahují téměř 95% účinnosti. Také v některých domácnostech slouží pouze k vaření. Například při využití k vaření má několik nesporných výhod oproti elektrické energii. A to prvotně, že se lépe reguluje, za druhé maximální výkon vyvine ihned a zároveň po vypnutí dodávky zemního plynu se již dále neakumuluje žádné teplo (nepřipálí se jídlo na plotně oproti elektrickému sporáku, který ještě stále hřeje).

8.2 Palivové články

Poslední dobou se začínají také využívat palivové články, které umí přeměňovat chemickou energii paliva na elektrickou energii. Toto zařízení má v sobě reformátor, který umožňuje úpravu plynu. Pomocí těchto palivových článků je možné zemní plyn převést na palivový plyn, to znamená takový plyn, který obsahuje obrovské množství vodíků.

Vodík lze ze zemního plynu vyrábět přímo, tj. rozkladem uhlovodíků tvořících zemní plyn za vzniku vodíků a oxidů uhlíku a nepřímo, tzn. rozkladem látek vyrobených původně ze zemního plynu. Zbývá část plynu s velkým obsahem energie, která je obsažena ve formě páry se vrací zpět do oběhu (rekuperuje) a díky této možnosti je systém ještě účinnější. Ve výhledu do budoucna se dá předpokládat, že nás čeká sériová výroba

palivových článků. Z chemického složení zemního plynu víme, že obsahuje velké množství vodíku a to se stává obrovskou výhodou, jelikož vysoký obsah vodíku je nutný pro provoz těchto palivových článků. Kladem palivových článků je, že oproti samotnému zemnímu plynu nedodávají pouze teplo, ale i elektřinu jako vedlejší produkt, kterou jde následně využít například v domácnosti na chod jiných spotřebičů.

8.3 Výroba motorových paliv

Konverze zemního plynu na motorová paliva typu letecký petrolej, autobenzín, motorová nafta či propan – butan je oblast, která by neměla být přehlížena. Tato oblast z pohledu ekonomiky je velice perspektivní. Již před více než dvaceti lety při tehdejších cenách kapalných paliv, byla výhodnější konverze plyných paliv a na této situaci se stále nic nezměnilo.

8.4 Kogenerace pomocí plynových spalovacích motorů

Již v úvodu této bakalářské práce je napsáno, že je možno zemní plyn využít k výrobě elektrické energie. Dnes je už velice rozšířená kogenerace pomocí plynových spalovacích motorů. Jako palivo se u plynových kogeneračních jednotek používá především zemní plyn, po důkladnějším čištění lze i využít bioplyn nebo důlní plyn, po případně také pyrolýzní plyn, dřevoplyn nebo koksárenský plyn. Tyto kogenerační jednotky se vyrábí ve výkonovém spektru od cca 200 kW až po 5 MW. Využití pro tyto jednotky nalezneme především tam, kde je potřeba menšího instalovaného výkonu, jedná se tedy o nemocnice, hotely, drobné průmyslové provozy atp.

Celková účinnost kogeneračních jednotek je závislá na kvalitě plynu, kterým je poháněná, účinnost se pohybuje v rozmezí 80 až 90 % (přičemž tepelná účinnost zařízení ku elektrické účinnosti bývá většinou v poměru 5:4; u některých typů spalovacích zařízení je však tento poměr 1:1

[18]

8.5 Historie využití zemního plynu v dopravě

První motor poháněný zemním plynem byl vynalezen německým vynálezcem N. A. Otto. Tento vynálezce představil na pařížské světové výstavě v roce 1867 svou verzi jednoválcového motoru (viz obr. 11).

Byl sice hlučnější a méně konkurenceschopný po stránce konstrukce i spolehlivosti, zato měl ve srovnání s předchozími až třetinovou spotřebu plynu. Nakonec byl oceněn Zlatou medailí výstavy.

Od roku 1872 byla dokonce zavedena sériová výroba pro tento typ motoru. Výkon motoru této konstrukce se pohyboval v rozmezí od 0,25 až do 3 koňských sil. Výkon byl závislý na velikosti motoru a byl měřen při 60 otáčkách za minutu. Zapalování bylo řešeno pomocí stálého plynového plamínku, odkrývaného ve správně načasovaný okamžik pomocí šoupátka.

Obrázek 11: Stationary Gas Engine



Zdroj:[19]

Již naši předci si plně uvědomovali, že plynná paliva mají mnoho výhod oproti kapalným. Prvotní výhodou může být jak lepší příprava spalovací směsi, tím i menší vznik škodlivin ve výfukových plynech. Tak i obdobnou prioritu můžeme přidat levnějšímu

provozu těchto spalovacích jednotek, jak z důvodů levnějšího paliva, tak i z pohledu servisního (nesmývají palivový film ze stěn válce a neředí olej v olejové lázni motoru). Také bychom neměli přehlédnout lepší antidetonační vlastnosti a v neposlední řadě ekologičnost provozu.

Bohužel se však k pohonu výbušných motorů začaly využívat kapalné pohonné hmoty. Pro využití kapalných paliv byly především tyto fakty a to jednodušší skladování, distribuce a velká energetická hustota, která nevyžadovala příliš objemné palivové nádrže. Proto se staly koncem 19. a posléze ve 20. století převažujícími palivy v dopravě.

Ale první i druhá světová válka zapříčinila návrat plynných paliv zpět do dopravy (bylo to způsobeno nedostatkem klasických kapalných paliv).

Po druhé světové válce se v celé Evropě značně snížil využívání zemního plynu v dopravě a do popředí se opět dostávají klasické kapalné hmoty. (Zemní plyn jako pohonná hmota se začal v České republice uplatňovat od roku 1981, kdy byla provedena první přestavba vozidla na zemní plyn. Plány dalšího rozvoje byly smělé. V roce 1985 byla vypracována komplexní studie řešící náhradu kapalných paliv zemním plynem, podle níž v cílovém roce 1995 mělo být postaveno několik desítek plnicích stanic na zemní plyn a mělo jezdit několik tisíc vozidel, především nákladních automobilů a autobusů

[11]

8.6 Současné využití zemního plynu v dopravě

Není náhodou, že poslední dobou je zemní plyn čím dál oblíbenějším palivem v oblasti pozemní dopravy. Výhody zemního plynu viděla i Evropská komise, která v roce 2001 rozhodla v Bílé knize dopravní politiky EU o nutnosti náhrady 10% kapalných paliv silniční a pozemní dopravě zemním plynem do roku 2020. Hlavní záměr vycházel z nutnosti snížení závislosti na ropě, snížení exhalací výfukových plynů a v neposlední řadě i ze snížení měrné spotřeby kapalných paliv u spalovacích pohonných jednotek (k tomuto cíli se také připojila Česká republika, konkrétně Usnesením vlády č. 563 z 11. května 2005 a následně uzavřením tzv. Dobrovolné dohody mezi státem a plynárenstvím ze dne 16. března 2006). Z této dohody vyplývají pro obě strany určité závazky. K závazkům plynárenských společností patří kromě jiného i vybudování za vhodných

ekonomických podmínek jednoho sta CNG plnicích stanic do konce roku 2020 (v celkové hodnotě cca 1 mld. Kč).

Je více než jasné, že pro širší využívání CNG a pro vznik reálné konkurenční alternativy ke klasickým pohonným hmotám je důležitou podmínkou dostatečně rozsáhlá síť (čerpacích) plnicích stanic. Plynárenské společnosti, které se zavázaly k Dobrovolné dohodě k vybudování 100 plnicích stanic do konce roku 2020, však touto dohodou nesplní požadovanou kapacitu 10% nahrazení kapalných paliv.

Pro dodržení takto stanovené hodnoty je třeba vybudovat síť čítající minimálně 200 CNG stanic, zde je počítáno tedy i s investory ze soukromého sektoru. Na českém trhu se objevuje řada provozovatelů, kteří budují plnicí stanice především pro své potřeby a jako benefit je mohou nabízet i pro veřejné tankování (také proběhla jednání s majiteli či provozovateli klasických čerpacích stanic, které by byly postupně rozšiřovány o plnicí stojan na CNG). Probíhají i jednání o možnosti používání sdružených stojanů pro benzin, naftu a zemní plyn. Výsledkem by mělo být výsledné snížení nákladů pro investory a společné využívání již existující obslužné infrastruktury.

[12]

Počet CNG stanic v ČR neustále roste, v listopadu 2014 jejich počet bilancuje u čísla 65 veřejných stanic, což už není zas tak málo. V České republice jsme totiž s těmi klasickými čerpacími stanicemi poněkud rozmazleni, máme jich celkem více než 3,7 tisíce a to nás řadí v střední Evropě na úplnou špičku v přepočtu čerpací stanic na obyvatele. Ale nepopírám fakt, že motoristé ve světě jsou na tom s dostupností CNG stanic podstatně lépe než našinci v ČR. Tak například ve světě je více než 22 tisíc veřejných CNG plnicích stanic. Jen v Evropě je přes 4,5 tisíce CNG stanic. Nejvíce plnicích stanic je v Itálii - 933, následuje Německo s 904, Rusko s 260, také Rakousko s 203. Z této statistiky je jasné že máme stále co dohánět.

[12]

9.0 ZÁVĚR

Rámcovým cílem této bakalářské práce bylo co možná nejlíže seznámit nejen s využitím zemního plynu, ale také s jeho těžbou a dopravou. Z důvodu značné komplexnosti tohoto plynárenského odvětví jsem se spíše zaměřil na přepravu a využití v České republice. Jak již bylo v úvodu této práce napsáno, žijeme v době, kdy je ekologie a ekonomie řazena na přední příčky. Ve finále to není jen o těchto dvou bodech, ale také o politice jak jednotlivých států, tak i celků, jako je například EU. Dnes je v běžném provozu mnoho technologií, které byly zhruba před deseti lety nemyslitelné. Kupříkladu domácí solární panely s fotovoltaickými články či solární kolektory sloužící jako hlavní topidlo pro nízkonákladové rodinné domky; získávání elektrické energie pomocí větrných elektráren; a v neposlední řadě bych nerad zapomněl na jadernou energii. U jaderné energie bych ještě na chvíli zůstal a to z důvodů názorné ukázky, jak politika a ekologie může ovlivnit celosvětovou energetiku. 11. března 2011 se stala havárie v jaderné elektrárně Fukušima I. Myslím, že není třeba připomínat, že celou havárii způsobilo zemětřesení, které není v Japonsku ničím neobvyklým. Evropa, přesněji řečeno Německo, na tuto havárii zareagovala tak, že se politici dohodli na uzavření všech svých elektráren poháněných jadernou energií, a to do roku 2022. V tuto chvíli těžko soudit, zda bylo rozhodnutí špatné či pokrokové (dobré). Ale díky tomuto rozhodnutí se nám otevírají nové možnosti.

Ani jedna z energií, které jsem výše vyjmenoval, nemá tak široké využití jako zemní plyn. Zemní plyn najdeme v dopravě, v těžkém průmyslu a v energetickém průmyslu, buď jako topidlo nebo po zpracování v kogeneračních jednotkách jako elektrický proud.

Další obrovskou výhodou zemního plynu je jeho rozsáhlá distribuční síť, na kterou není technologicky složité napojit téměř vše, co je plynem poháněné. Ve vyhlídce do budoucna víme, že tuto distribuční síť můžeme nadále plně využívat, a to nejen pro zemní plyn, ale i pro nový a to obnovitelný zdroj energie - bioplyn (biometan).

Biometan je upravený a vyčištěný bioplyn s minimálním obsahem 95% metanu. Tudíž se biometan v některých státech EU (například Německo, Švédsko, Rakousko,

Švýcarsko, Španělsko, Itálie...) již vtlačí do přepravní sítě či distribuční soustavy a zde se míchá se zemním plynem.

Jeho využití je tedy shodné se zemním plynem.

Řekl bych, že rozvoj v této oblasti je spíš otázkou legislativy a je dále závislý na politice jednotlivých států. Pokud stát zvolí nějakou rozumnou dotační politiku, tak věřím, že by se našlo několik investorů, kteří by byli ochotni vkládat nemalé finanční prostředky na vývoj a rozvoj bioplynových stanic včetně čističek.

Literatura

- [1] BURYAN, Petr et.al. 2006. *KURZ IV Bezpečnost a ochrana zdraví při práci v blízkosti nebo na plynárenských zařízeních a na zařízeních pro dopravu a skladování hořlavých kapalin*. Praha: Asociace stavitelů plynovodů a produktovodů (ASPP), 2006. ISBN 80-7328-104-X.
- [2] ANTOŠÍK, Lubomír et.al. 1997. *Plynárenská příručka, 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě*. 1. vydání. Praha: GAS s.r.o., 1997. ISBN 80-902339-6-1.
- [3] BURYAN, Petr et.al. 2006. *KURZ II Odborné vzdělávání svářeče ocelových potrubních systémů se specifickými požadavky dopravy hořlavých a toxických plynů, hořlavých kapalin a látek potenciálně ohrožujících životní prostředí*. Praha: Asociace stavitelů plynovodů a produktovodů (ASPP), 2006. ISBN 80-7328-102-3.
- [4] MALÍNSKÝ, Jan 1993. *Úvod do plynárenství*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická Praha.
- [5] TPG *Čištění a sušení plynovodů všech tlakových úrovní po výstavbě*. Praha: GAS s.r.o., 2008. ISBN 987-80-7328-131-1
- [6] TDG *Podmínky provozu, oprav, údržby a kontroly motorových vozidel s pohonným systémem CNG*. Praha: GAS s.r.o., 2009. ISBN 978-80-7328-143-4
- [7] TPG *Kontrola těsnosti a činnosti spojené s problematikou úniku plynu na plynovodech a plynových přípojkách*. Praha: GAS s.r.o., 2007. ISBN 978-80-7328-148-9
- [8] TPG *Základní požadavky na bezpečnost provozu plynárenských zařízení*. Praha GAS s.r.o., 2013. ISBN 978-80-7328-149-6
- [9] TPG *Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG*. Praha: GAS s.r.o., 2013. ISBN 978-807-3282-813.
- [10] TDG *Plnicí zařízení pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG*. Praha: GAS s.r.o., 2008. ISBN 978-80-7328-174-8

[11] HROMÁDKO, Jan et.al. 2011. *Speciální spalovací motory*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011. ISBN 978-80-213-2168-7

[12] SCHAUHUBEROVÁ VESELÁ, Markéta 2012. *Zemní plyn v dopravě – příklady z praxe*. Praha: GAS s.r.o., 2012. ISSN 1212-7825

[13] BURYAN, Petr 1993. *Chemické využití zemního plynu*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická Praha, 1993.

Seznam dalších zdrojů

[14] GAS s.r.o.. *Co je zemní plyn* [online]. 2014 [citováno 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/>

[15] PETROLEUM. *Těžba ropy* [online]. 2015 [citováno 2015-02-21]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/tezba-ropy.aspx>

[16] RWE. *Zemní plyn* [online]. 2014 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://rwegroup.cz/rwecz/Home-PC\saraf\My Music\BC\Zemní plyn\Zemní plyn Přeprava a uskladnění.mht>

[17] MOTOR JIKOV Group a.s.. *Technologie plnění a plnicí stanice* [online]. 2013 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.jikovcng.cz/o-cng/technologie-plneni-a-plnici-stanice/>

[18] CZ BIOM. *Kogenerace pomocí plynových spalovacích motorů* [online]. 2009 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kogenerace-pomoci-plynovych-spalovacich-motoru>

[19] DEUTSCHES MUSEUM. *Combustion engines* [online]. 2014 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.deutsches-museum.de/en/collections/machines/power-engines/combustion-engines/precursors-of-the-combustion-engine/free-piston-gas-engine-1867/>

[20] ŽIVOT S AUTEM. *Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity* [online]. 2013 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/ped/kat/fyzika/autem/pages/tezba-ropy.html>

[21] AUKE VISSER'S. *International Super Tankers* [online]. 2013 [citováno 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.aukevisser.nl/supertankers/gas-2/id367.htm>

Seznam zkratek

LPG - Liquefied Petroleum Gas = zkapalněný ropný plyn

CNG - Compressed Natural Gas = stlačený zemní plyn (motorové palivo) (TDG 982 02)

PE – polyetylen (TPG 905 01)

TRB – hodnota teploty rosného bodu vody ve vzduchu v potrubí (TPG 702 11)

LNG – Liquefied Natural Gas = zkapalněný zemní plyn

VTL – vysokotlaká linie (TPG 905 01)

STL – středotlaká linie (TPG 905 01)

NTL – nízkotlaká linie (TPG 905 01)

DMV – dolní mez výbušnosti (ČSN EN 38 6405)

HMV – horní mez výbušnosti (ČSN EN 38 6405)

VVTL – velmi vysokotlaká linie

TU – trasový uzávěr

ODS – odorizační stanice

RS – regulační stanice (TPG 905 01)

KS – kompresorová stanice (TPG 905 01)

PRS – předávací regulační stanice

SKAO – stanice katodové ochrany (TPG 905 01)

HUP – hlavní uzávěr plynu (TPG 905 01)

TDG – technické doporučení

TiČR - Technická inspekce České republiky (TPG 905 01)

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Těžba zemního plynu</i>	2
<i>Obrázek 2: Vznik zemního plynu</i>	3
<i>Obrázek 3: Vznik zemního plynu 2</i>	4
<i>Obrázek 4: Prostřelení pažnic</i>	9
<i>Obrázek 5: Čištění zemního plynu</i>	13
<i>Obrázek 6: Přeprava LNG</i>	18
<i>Obrázek 7: Pracovní oděv v provedení Nomex</i>	22
<i>Obrázek 8: Schéma pomalého plnění</i>	24
<i>Obrázek 9: Schéma rychlého plnění</i>	25
<i>Obrázek 10: Samoobslužná CNG stanice – Benešov</i>	26
<i>Obrázek 11: Stationary Gas Engine</i>	29

Seznam tabulek

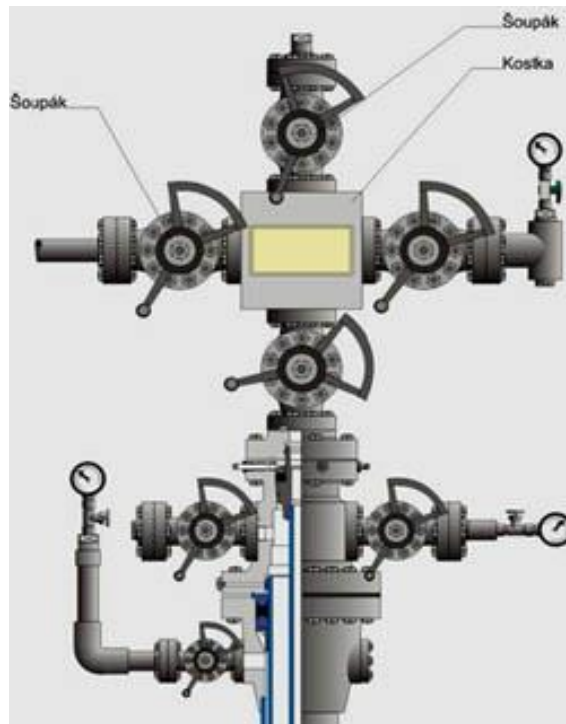
<i>Tabulka 1: Vlastnosti zemního plynu</i>	4
<i>Tabulka 2: Plynárenská zařízení v ČR</i>	21

Seznam příloh

<i>Příloha 1: Přepouštěcí uzávěr</i>	34
<i>Příloha 2: Kozlíkové hlubinné čerpadlo</i>	35
<i>Příloha 3: VTL plynovody v Evropě</i>	36

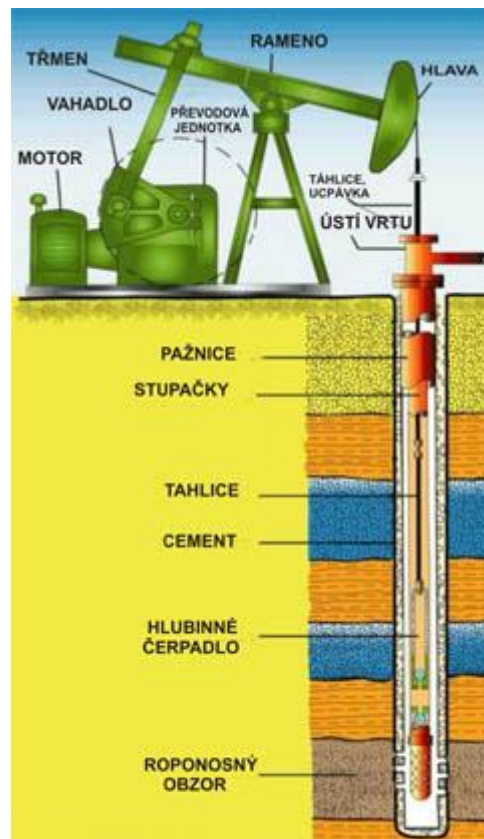
Přílohy

Příloha 1: Přepouštěcí uzávěr



Zdroj: <http://www.petroleum.cz/ropa/tezba-ropy.aspx>

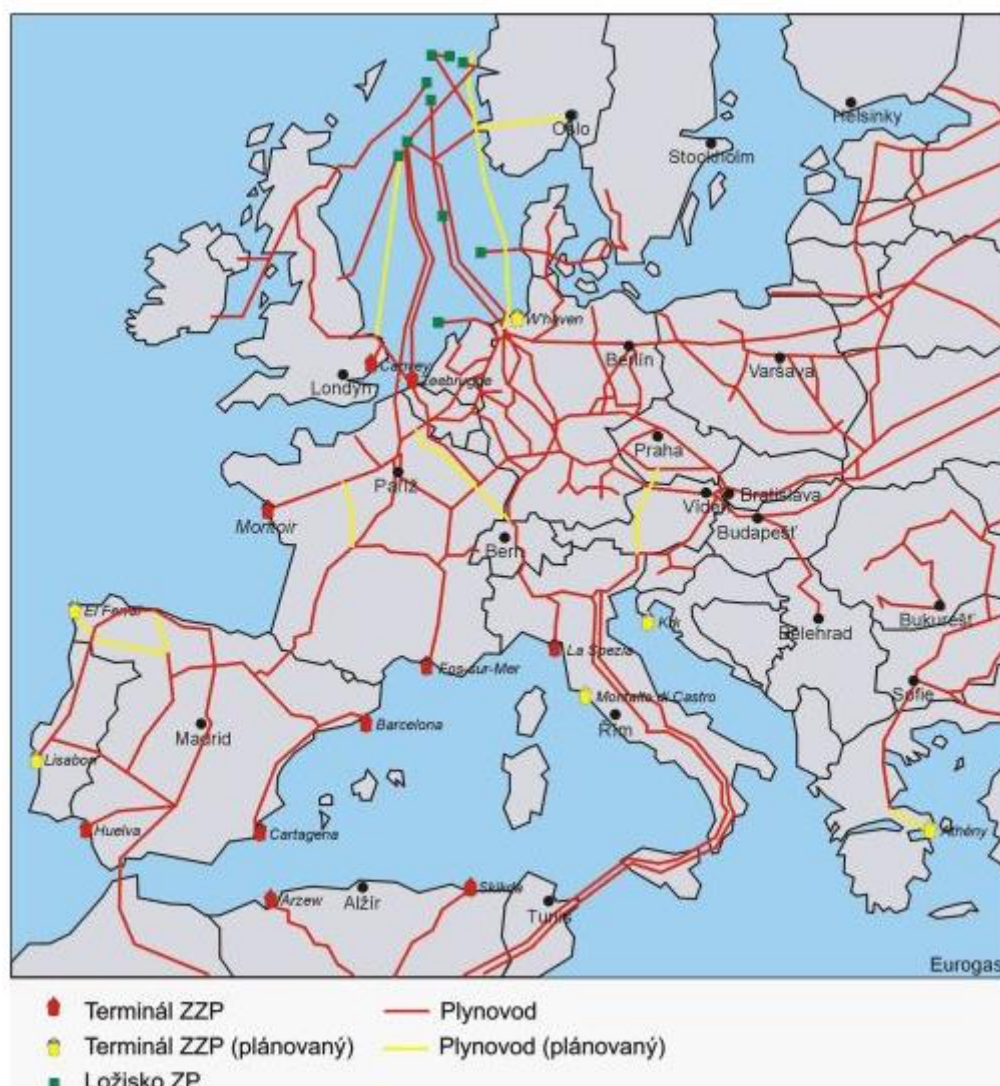
Příloha 2: Kozlíkové hlubinné čerpadlo



Kozlíkové hlubinné čerpadlo

Zdroj: <http://www.petroleum.cz/ropa/tezba-ropy.aspx>

Příloha 3: VTL plynovody v Evropě



Zdroj: <http://www.zemniplyn.cz/img/f/131/27.jpg>