

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta technická

Bakalářská práce

**Palivářské vlastnosti CNG, jeho vliv na emise
a motorový olej**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimír Hönig

Vypracoval:

Tomáš Maraček

Rok odevzdání:

2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma "Palivářské vlastnosti CNG, jeho vliv na emise a motorový olej" vypracoval samostatně a použil jen pramenů citovaných v dané bibliografii.

V Praze dne

.....

Tomáš Maraček

Poděkování:

Na této straně bych rád poděkoval vedoucímu této bakalářské práce panu Ing. Vladimíru Hönigovi za odborné vedení, velice obětavý přístup, poskytnutí cenných rad a za pomoc při řešení mého úkolu.

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: technická
Katedra: vozidel a pozemní dopravy	Akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Tomáš Maraček**

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Studijní zaměření:

Název práce: Palivářské vlastnosti CNG, jeho vliv na emise a motorový olej

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Zhodnocení dominantních parametrů CNG, zmapovat současnou distribuční síť a její perspektivy, podmínky použití v běžném provozu, zhodnocení kvality použité olejové náplně, popis technické úpravy

Osnova práce:

1. Literární rešerše
2. Přehled poznatků o CNG, charakteristika dominantních parametrů motorového oleje
3. Závěr - vliv CNG na životní prostředí, zhodnocení vlivu CNG na motorový olej

Metodika práce:

1. Rešerše literatury zabývající se problematikou paliv
2. Shromáždit data týkající se problematiky CNG
3. Zpracování dat, určení dominantních parametrů, vliv na olejovou náplň, prognóza užití CNG

Rozsah práce: 30 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Vlk, František: Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vydání. Brno: Vlastním nákladem, 2004. 234 str. ISBN 80-239-1602-5
2. Kameš, Josef: Alternativní pohony automobilů. 1. vydání. Praha: BEN, 2004. 232 str. ISBN 80-7300-127-6
3. Matějovský, Vladimír: Automobilová paliva. 1. vydání. Praha: GRADA, 2005. 223 str. ISBN 80-247-0350-5
4. CNG [on-line]. [cit. 2006-03-28]. Dostupné z: <http://www.cng.cz>
5. Kovář, Jiří: Aplikovaná chemie. 2. přepracované vydání. Praha: ČZU v Praze, 1990. 122 str. ISBN 80-213-0081-7
6. Tribotechnika v teorii a praxi, Sborník přednášek, hotel Orlík. Vystrkov u Orlické přehrady: 2002. 167 str.
7. Gas Engine Oils. Insight. Infineum International Lld. 2003, číslo 18, str. 14 – 17.
8. Going for Gas. Insight. Infineum International Lld. 2000, číslo 6, str. 6 – 7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Hönig

Datum zadání bakalářské práce: 30.11.2006

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.04.2008




Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry


prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 8.1.2007

Abstrakt:

V bakalářské práci jsem se snažil získat co nejvíce informací týkajících se stlačeného zemního plynu (CNG) a o jeho základních vlastnostech, objasnit problematiku alternativních zdrojů paliva pro pohon motorových vozidel a pokusil jsem se prognózovat využití alternativních paliv v nedaleké budoucnosti.

V práci je dále zmíněna legislativa používání stlačeného zemního plynu v České republice. Posuzuji ekonomický pohled na CNG, jeho výhody a nevýhody, ekologický přínos. Dále se zabývám zpracováním zemního plynu pro pohon motorů, zjišťuji firmy, které se zabývají výrobou automobilů poháněných CNG. Řeším i situaci v České republice v kontextu s CNG. Nastihnuji problematiku současné sítě plnicích stanic v České republice. Kromě samotného paliva CNG se zabývám i vlivem tohoto paliva na motorový olej. Jsou zde uvedeny základní požadavky na olej a důvody k jeho výměně.

V neposlední řadě srovnávám motorová vozidla klasických kapalných pohonných hmot s vozidly poháněných zemním plynem, co se týče jeho emisních parametrů.

V závěru mé práce shrnuji získané informace z literární rešerše a vyvozují výhody a nevýhody zemního plynu z ekologických, ekonomických i provozních důvodů a jeho úspěch z hlediska použití, coby alternativního paliva budoucnosti.

Klíčová slova:

alternativní paliva, zemní plyn, motorový olej, emise.

Summary:

During my bachelor's degree I endeavoured to gain as much information as possible surrounding compressed natural gas (CNG) and its basic properties. Furthermore, I was concerned with clarifying the problems and challenges of using alternative sources of fuel for engine propulsion vehicles, and I attempted to forecast the use of alternative fuels in the near future.

Summarised in this report is the relevant legislation regarding the use of compressed natural gas in the Czech Republic. A consideration is made on the economic perspective of CNG, its advantages and disadvantages, ecological significance, etc. Apart from just the fuel aspect of CNG, I also discuss the effects on engine oil that using CNG brings. In this context, the report contains elementary requirements on the oil and reasons for its changing.

Last but not least, I make an comparison on the basis of their emissions between engine vehicles that use classical liquid-based fuels with those vehicles that run on natural gas.

In conclusion, my report brings together all the ascertained information from a literature survey and deduces from this information the advantages and disadvantages of natural gas from a ecological, economical and operational stand point. An attempt is made to evaluate the use of natural gas as a future alternative fuel.

Key Words:

Alternative fuels, natural gas, engine oil, emissions

Obsah

1. Úvod	1
1.1 Historie plynu v dopravě.....	1
1.2 Alternativní paliva	3
1.2.1 Přehled alternativních paliv	4
1.2.2 Očekávané využití zdrojů motorových paliv	6
1.2.3 Budoucnost ropy	7
1.3 Schválení CNG pro provoz vozidel v ČR.....	8
1.3.1 Legislativa.....	9
1.4 Propan butan – LPG.....	10
1.4.1 Výhody a nevýhody LPG	11
1.5 Zemní plyn - CNG a LNG	11
1.5.1 Výhody a nevýhody CNG.....	15
1.6 Zpracování zemního plynu pro pohon motorů	18
1.7 Firmy zabývající se automobily na CNG	20
1.8 Životní prostředí	21
1.9 Česká republika a CNG	23
1.10 Základní vlastnosti motorových olejů.....	25
1.11 Interval výměny motorového oleje	26
1.12 Motorové oleje pro plynové motory	27
1.13 Emise CNG	28
2. Závěr	30
Použitá literatura:	31

1. Úvod

1.1 Historie plynu v dopravě

Jako pohonný plyn sloužila v průběhu doby celá řada hořlavých plynů. Z nejdůležitějších to byl především svítiplyn a zemní plyn, ale také byl používán důlní plyn (metan), dřevoplyn, kalový plyn, generátorový plyn, vysokopecní plyn, acetylén. V současné době je pro pohon automobilů nejvíce využíván propan butan, zemní plyn (především stlačený, v menší míře zkapalněný) a bioplyn. Budoucnost hledí k použití vodíku ať již ve formě stlačeného nebo zkapalněného plynu, případně zdroje pro výrobu elektřiny v palivových článcích.

První vozidla byla poháněna plynem, nikoli benzínem či naftou. Vynález výbušného plynového motoru je spojen především se jmény Rivaz a Lenoir. Švýcarský vojenský vysloužilce Issac de Rivaz získal r. 1807 patent na vozidlo poháněné výbušným motorem. Vůz dokonce postavil a veřejně zkoušel. Jeho motor měl válec, v němž elektricky zapaloval směs svítiplynu a vzduchu. Píst, který byl výbuchem vytlačen vzhůru, byl pak svojí vahou a atmosférickým tlakem vzduchu tlačěn dolů, přičemž ozubeným hřbetem poháněl soukolí, do nějž se pohyb přenášel na kola vozu.

Opravdového úspěchu ale dosáhl až Francouz belgického původu Jean Joseph Etienne Lenoir, kterého lze považovat za vlastního tvůrce výbušných motorů, neboť je přivedl k takovému stavu dokonalosti, že je bylo možno opravdu prakticky využít. Dne 10. 11. 1859 získal patent na motor poháněný svítiplynem a v r. 1860 začal již stavět vůz s plynovým motorem. Plyn byl stlačený v nádržce umístěné ve vozidle. V roce 1863 vykonal Lenoir s tímto vozidlem první jízdu z Paříže do jejího předměstí Joinville le Pont a zpět rychlostí 6 km/hod. Celá trať měřila 18 km.

Plynový motor si začal razit úspěšnou cestu světem a byl zdokonalován dalšími a dalšími vynálezci, ať již to bylo v sousedním, technicky rychle vyspívajícím Německu (Daimler, Benz, Otto, Langer, Mylbach), či v Americe (Errani, Andres a Brayton), Belgii (Germain), Rakousku (Hock) nebo v dalších zemích .

V českých zemích se nový dopravní prostředek – automobil se spalovacím benzínovým motorem objevil v Praze okolo roku 1895.

Využívání plynu v dopravě začalo v českých zemích v roce 1936. Konkrétně se jednalo o používání stlačeného svítiplynu k pohonu automobilů, autobusů a traktorů.



*Obr. č. 1 Český osobní automobil Wikov –
30. léta 20. století*

[3]

V letech 2. světové války v roce 1942 byl pro nedostatek benzínu zvýšen počet tankovacích stanic stlačeného svítiplynu pro pohon automobilů v Praze. Ve válečných letech pro nedostatek kapalných pohonných hmot jezdily v Praze autobusy městské hromadné dopravy, nákladní a osobní automobily i na dřevoplyn.

Po válce však, obdobně jako hmoty v celé Evropě, používání plynu v dopravě ustupuje do pozadí a na scénu se vracejí klasické kapalné.

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 a na zemní plyn mělo jezdit několik tisíc vozidel, především nákladních automobilů a autobusů.

Česká republika byla počátkem 90. let v plynofikaci dopravy na předním místě ve světě. Díky stagnaci se ale před ní dostaly a dostávají další evropské země, které s plynofikací dopravy začínaly později. Neváhaly však využít poznatků z počátečních fází

plynofikace a počet vozidel na zemní plyn i plnicích stanic tam nyní úspěšně roste (př. Německo, Francie).

Od roku 1999 se situace začala měnit. V oblasti osobních automobilů v roce 1999 byly schváleny hromadné přestavby vozidel na zemní plyn. Homologace se týká celé řady vyráběných vozů ve Škodě Mladá Boleslav. U autobusů český výrobce motorů Škoda LIAZ ukončil vývoj plynového motoru, který podle platného testu EHK splňuje emisní limit EURO 2. V současné době jsou homologovány plynové motory s výkony 175 kW a 210 kW. [3]

Jedním z průkopníků a vyznavačů automobilů na zemní plyn je i švédský výrobce Volvo. Na podzim roku 2004 uvedl na trh dva modely s tovární úpravou, která umožňuje využívat dvě pohonné látky – tradiční benzín a zemní plyn. Jedná se o kombi Volvo V70 a limuzínu S80 Bi-Fuel. Automobily v této úpravě mají automatizované přepnutí z jednoho pohonu na druhý tak, že to lze sotva zaregistrovat a navíc umístění nádrží pod vozidlo neznamená takřka žádné omezení vnitřního prostoru. Oba vozy jsou poháněné řadovým zážehovým pětiválcem 2,4 l. Je upraven tak, že mezi jeho výkonem při pohonu benzínem nebo zemním plynem není žádný rozdíl. V obou případech činí 102 kW. Jen nepatrně menší je při pohonu na zemní plyn točivý moment a tudíž i hodnoty zrychlení. V případě benzínu akceleruje vozidlo z 0 na 100 km/h za 10,5 s, na zemní plyn o 0,5 s déle. Maximální rychlost ale zůstává shodná – 205 km/h. Spotřeba činí u benzínu 8,6 l/100km, u zemního plynu 7,5 m³ na 100 km. [4]

1.2 Alternativní paliva

V 70. letech si svět začal intenzivně uvědomovat důsledky zvyšující se spotřeby motorových paliv na životní prostředí. V 80. letech se začaly projevovat první pozitivní výsledky spolupráce výrobců pohonných hmot a automobilů zaměřené na negativní ekologické aspekty automobilové dopravy. 90. léta pak představovaly období nástupu alternativních paliv.

V současné době je téma alternativních paliv jedním z nejdiskutovanějších témat. Lidé si uvědomili dopad jaká má na ekologický systém stále se zvyšující doprava a tím i množství škodlivých látek, které neustále vypouštíme do atmosféry. Navíc je nutné řešit problém stále se zmenšující zásoby v ropných úložištích.

Hlavní důvody pro uplatnění alternativních motorových paliv:

- Rostoucí spotřeba paliv.
- Snaha snížit exhalace.
- Omezené zásoby ropy pouze na málo dalších desetiletí.
- Snaha hospodářsky vyspělých zemí o strategickou nezávislost na producentech ropy, tj. po překonání odlišného místa výskytu ropy a spotřeby ropných paliv.
- Naopak relativně velké zásoby zemního plynu a hydrátů metanu.
- Vysoká cena ropných paliv.
- Nedostatek ropných paliv, např. v období válek nebo ropných krizí.
- Orientace na biologicky obnovitelná paliva s uzavřeným cyklem oxidu uhličitého.

1.2.1 Přehled alternativních paliv

Alternativní paliva lze třídit podle následujících kritérií:

- Podle výskytu / původu, tj. zda se nacházejí v přírodě (např. zemní plyn) nebo je nutné je vyrábět (např. vodík).
- Zda jsou nebo nejsou obnovitelná. Pro obnovitelná paliva je typický uzavřený cyklus oxidu uhličitého a dobrá biologická odbouratelnost.
- Fyzikálního stavu: paliva se vyskytují ve všech skupenstvích jako plyny, kapaliny nebo tuhé látky.

Paliva mající původ v ropě

- LPG pro automobily

Paliva neropného, ale minerálního původu

- Stlačený zemní plyn (CNG)

- Zkapalněný zemní plyn (LNG)

- Syntetická ropa a paliva z ní vyrobené

- Metanol

- Dimethyléter (DME)

- Generátorový a vysokopecní plyn

Paliva biologického původu – biopaliva	- bioetanol - biodiesel - bioplyn - dřevoplyn
Paliva různého a kombinovaného původu	- vodík - peroxid vodíku - étery, jako MTBE, ETBE, TAME, DIPE - paliva řady P (P-Series) - elektrická energie

Uhlovodíková paliva a další druhy obsahující uhlík mohou pocházet buď z fosilních zdrojů, tj. z ropy nebo zemního plynu, případně i z uhlí nebo z biomasy různých forem. Vodík získáváme z elektrolýzy nebo z termického rozkladu vody, čpavek ze syntézy vycházející z vodíku a dusíku. Pro současnou dobu je charakteristické hledání zdrojů a plánovitě zavádění tzv. alternativních paliv, rozumí se alternativních k benzinům a motorové naftě z ropy. K alternativním se proto počítají i paliva typu zkapalněných ropných plynů (LPG), zemní plyn, metanol ze zemního plynu, nafta vyráběná ze zemního plynu a dále specifikovaná paliva biologického původu.

V souvislosti s mezinárodními dohodami o snižování emisí oxidu uhličitého byl zpracován program zavádění paliv pocházející z obnovitelných zdrojů, tzv. biopaliv, tj. paliv vyrobených z biomasy. Látky, které jsou považovány za biomasu, jsou vyjmenovány v Direktivě 2003/30 EC. Typickými palivy této skupiny jsou estery mastných kyselin rostlinných olejů a kvasný líh, ale také metanol, vodík a kapalná paliva z biomasy. Kromě uvedených typických biopaliv je důležitá i skupina paliv jen částečně tvořená složkami biologického původu. Typickými příklady jsou ETBE a směsné motorové nafty.

Je zřejmé, že přesná kategorizace není jednoduchá, mimo jiné z důvodu narůstající diverzifikace zdrojů, příkladem je nafta vyrobená z ropy a nafta vyrobená ze zemního plynu. Vodík je možné vyrábět z ropy, zemního plynu a biomasy, ale též elektrolýzou vody. V tomto případě se stává jen prostředkem pro přenos energie. [1, 6]

Tab. 1 Fyzikální vlastnosti a chemické složení některých současných paliv

vlastnost	benzín	LPG	CNG	metanol	etanol	MTBE	nafta	MEŘO
chemická formulace	přibližně $C_xH_{1,8x}$	přibližně $C_xH_{2,6x}$	CH_4	CH_3OH	C_2H_5OH	$CH_3OC_4H_9$	přibližně $C_xH_{1,9x}$	přibližně $C_{19}H_{35}O_2$
výhřevnost (MJ/kg)	42,0-43,5	46,0	50,0	19,9	26,8	35,2	42,5	38,5
teplota vznícení (°C)	450	460	650	450	420	435	250	300
OČ VM	91-100	cca 100	130	11/126	108/120	118	-	-
OČ MM	82-90	91	-	90/96	90/99	101	-	-
CC		-	-	5	7	12	nad 51	~58
CI	10	-	-	0 až -3	5	< 0	nad 46	~54
λ (vzduch/palivo)	14,7	15,0	17,2	6,5	9,0	11,7	14,6	13,2
bod varu (°C)	~30-210	-42-+4	-162	65	78	55	160 až 360	320-360
obsah uhlíku (% hm)	85,5	84,0	74,25	37,5	52,2	68,2	86,0	77,0
obsah vodíku (% hm)	14,5	16,0	24,75	12,5	13,0	13,6	14,0	12,0
obsah kyslíku (% hm)	až 2,7	0,0	0,0	50,0	34,8	18,2	až 0,6	11,0
tlak par (kPa)	45-90	1550,0		42,0	21,0		pod 1	pod 1
bod tuhnutí (°C)	pod -45	pod -100	-183,0	-97,7	-114,1		0 až -32	5 až -20
bod vzplanutí (°C)	pod -30	pod -45		11,0	~20		nad 55	nad 100

[1]

1.2.2 Očekávané využití zdrojů motorových paliv

Protože spotřeba fosilních paliv neustále stoupá a tím narůstá i množství oxidu uhličitého vypouštěného do atmosféry, muselo být přistoupeno ke globálnímu řešení, jehož poslední závěry jsou předmětem známých Kjótských dohod. Evropská unie vydala jako program realizace těchto závazků Direktivu 2003/30 EC, týkající se náhrady fosilních paliv alternativními a obnovitelnými zdroji. Direktiva udává od roku 2005, aby minimálně 2 % z celkového množství energie spotřebovaného pro dopravu pocházela z obnovitelných zdrojů, v roce 2010 se tento podíl má zvýšit na 5,75 % (v roce 2020 má pocházet minimálně 20 % celkové spotřebované energie, tj. nejen pro dopravu, z alternativních zdrojů).

Do roku 2020 se počítá s podstatným rozvojem využívání zemního plynu pro pohon automobilů a to jak s přímým použitím, tak s používáním syntetických kapalných paliv vyrobených z plynu, která by měla v dalším období ve stoupající míře nahrazovat deficitní ropu a ropná paliva. Pokud jde o paliva z obnovitelných zdrojů a bázi biomasy, kromě metylesterů mastných kyselin (FAME), v ČR výhradně metylesterů kyselin

řepkového oleje, je tlak maximálně využívat kvasný líh buď jako složku benzínu nebo pro výrobu éterů a esterů (ETBE a EŘO), případně ve formě lihového paliva E95, obsahujícího jako další složky pouze přísady. S využíváním vodíku pro pohon vozidel se počítá až později, v širším měřítku až po roce 2050 za předpokladu, že bude k dispozici ve velkém množství levná elektrická energie potřebná pro technologii elektrolýzy vody. U žádných dalších uvedených alternativních paliv se nepředpokládá do roku 2020 dosažení vyššího než 10 % podílu na trhu. Možný scénář uplatnění alternativních paliv pro pohony automobilů uvádí tabulka 2. [1, 4, 6]

Tab. 2 Aktuální alternativní paliva a prognóza jejich uplatnění na trhu (%)

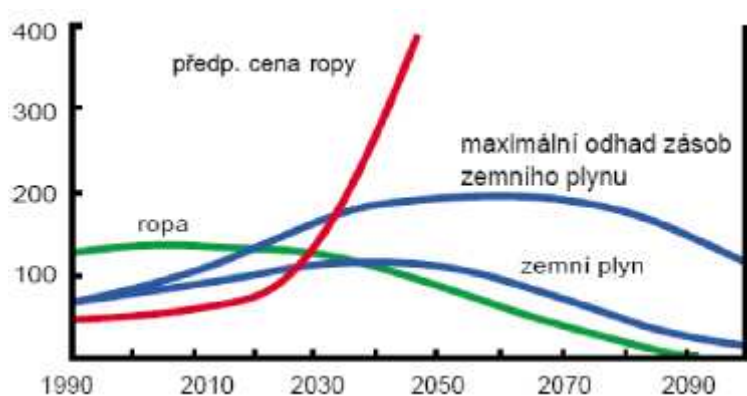
druh paliva	2005	2010	2015	2020
zemní plyn		2	5	10
biopaliva	2	6	~7	~8
vodík			2	5
celkem	2	8	~14	~23

[1]

1.2.3 Budoucnost ropy

Energetické zdroje jsou z hlediska zásob omezené a navíc jsou charakteristické svými ne zrovna příznivými dopady na životní prostředí. Navíc nám prognózy říkají, že produkce nukleární energie bude klesat, tím pádem se nebude podílet na světové spotřebě nijak významně a ropná naleziště budou nabízet stále méně zdrojů. Z toho tedy plyne, že hlavní roli budou hrát energetické suroviny jako uhlí a zemní plyn, kde plyn bude preferován nejen z ekologických a ekonomických důvodů, ale i proto, že dosud zjištěné kapacitní zásoby plynu jsou dostatečné pro několik následujících desetiletí. Konkrétně podle prognózy IEO (International Energy Outlook) se předpokládá o 50 % vyšší spotřeba energie v roce 2020 než byla v roce 2000 (to především s očekávaným nárůstem její spotřeby v rozvojových zemích).

Obr. č. 2 Odhad maximálních světových zásob ropy a zemního plynu.



[5]

1.3 Schválení CNG pro provoz vozidel v ČR

Zákon nedovoluje, aby byla pro provoz vozidel na pozemních komunikacích používána jakákoliv hořlavina. Právní předpisy České republiky přesně stanoví, která paliva mohou být používána pro provoz vozidel a jaké musí mít vlastnosti. Pokud nejsou požadavky právních předpisů splněny, nesmí být palivo použito. V některých případech právní předpis umožňuje použít i palivo, které není vyjmenováno mezi schválenými, ale obvykle váže souhlas s jeho použitím na doporučení výrobce motoru, který pak odpovídá za to, že při provozu s takovým nestandardním palivem se nebudou vyskytovat ani ekologické ani technické problémy. Této možnosti se prakticky využívá pouze při zkouškách nových druhů paliv v provozním měřítku. [1, 4]

ČSN EN ISO 13443 udává množství takzvaných "standardních referenčních podmínek" teploty, tlaku a vlhkosti (plyn v nasyceném stavu) používaných při měření jakosti a množství zemního plynu může způsobit mnoho problémů. Pokud nejsou tyto rozdíly mezi různými referenčními podmínkami vzaty v úvahu, například při měřeních na hraničních přechodech mezi státy, může to mít vážné důsledky. Často se také stává, že ani zkušený pracovník nerozezná potenciální nebezpečí chyby, protože se pro měřicí jednotky obvykle používá identická terminologie bez ohledu na rozdílné referenční podmínky. Veškerou tuto neurčitost a související nežádoucí důsledky lze snadno odstranit přijetím

jednotného standardizovaného souboru referenčních podmínek. Soubor používaný v této normě bude označován jako standardní referenční podmínky ISO.

Předmětem této normy je stanovení standardních referenčních podmínek teploty, tlaku a vlhkosti, které musí být používány pro měření a výpočty týkající se zemního plynu, náhradního zemního plynu a podobných tekutin.

Primárním účelem je použití v rámci mezinárodní přepravy, kde omezení počtu fyzikálních vlastností plynu na společný základ, které popisují jeho jakost a množství, zjednoduší obchodování. [2]

1.3.1 Legislativa

Prováděcí předpis k zákonu o technických podmínkách provozu silničních motorových vozidel na pozemních komunikacích, vyhláška Ministerstva dopravy a spojů o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích, věnuje otázkám plynových vozidel část 5 “Technické podmínky vozidel poháněných stlačeným nebo zkapalněným plynem”:

- § 89 – vozidla poháněná stlačeným plynem,
- § 90 – vozidla poháněná zkapalněným ropným plynem,
- § 91 – schvalování technické způsobilosti plynového zařízení,
- § 92 – provoz vozidel poháněných stlačeným nebo zkapalněným plynem.

Vyhláška 213/91 Sb. ČÚBP a ČBÚ, o bezpečnosti práce a technických zařízeních při provozu, údržbě a opravách vozidel, řeší problematiku zásad bezpečnosti práce pro vozidla LPG i CNG. Základní povinnosti provozovatelů plynových vozidel jsou uvedeny v paragrafech 8 a 12. [4, 8]

S tenčícími se zásobami ropy budou současné klasické pohonné hmoty – benzín, nafta – ztrácet na významu, ostatní dnešní alternativní paliva buďto v průběhu příštích 30 let skončí spolu s ropnými látkami nebo je nebude možno získávat v dostatečném množství a budou využívána převážně lokálně.

Dlouhodobá strategie světové dopravy počítá s využitím zemního plynu (stlačeného i zkapalněného) pro pohon automobilů na dobu přechodnou do vyčerpání zásob ropy. V další perspektivě mají dopravu zajišťovat elektromobily (elektrina z palivových článků) a vozidla na vodíkový nebo solární pohon. Plynné pohonné hmoty – zemní plyn a vodík mají velkou šanci stát se běžně užívanými pohonnými hmotami nebo zdrojem pohonných hmot budoucnosti a zaujmout na trhu dopravy významné místo. [4, 6, 8]

1.4 Propan butan – LPG

Zkapalněný propan-butan, nebo-li LPG (Liquified Petroleum Gas) se jako palivo pro pohon automobilů používá již několik desetiletí a tudíž je z technického hlediska již ověřené a bezproblémové. Montáž do sériových zážehových vozidel je snadná, do vznětových motorů je nutné provést rekonstrukci na plynový zážehový motor. Emise takto poháněných vozidel v sobě obsahují méně škodlivin, ale za cenu cca 5 % snížení výkonu a cca 10 % zvýšení spotřeby v porovnání se zážehovými motory. Tyto vozy mají třicestný katalyzátor, který se značnou rezervou plně vyhovuje normám na snížení znečištění. LPG má ale jistou vazbu na ropu a tudíž je otázkou, zda-li může být považováno za alternativní palivo.

Ve světě na LPG jezdí více než 5 milionů vozidel. V zemích OECD se toto palivo podílí 5 % na celkové spotřebě paliv v dopravě. V České republice v současnosti jezdí přibližně 200 – 250 tisíc motorových vozidel.

LPG se získává jako vedlejší produkt při zpracování ropy nebo jako kapalná separovaná frakce metanu v průběhu těžby zemního plynu. LPG obsahuje především směs plynů propanu a butanu, neobsahuje žádné olovo, žádné benzenové uhlovodíky a jen nepatrné množství síry. Poměr propanu a butanu se v průběhu roku, s ohledem na roční období, mění. Poměr se dokonce liší i v jednotlivých zemích. U nás v České republice je tento poměr v létě 60 % propanu, 40 % butanu a v zimě 40 % propanu a 60 % butanu.

[1, 4, 5]

1.4.1 Výhody a nevýhody LPG

Výhody:

Výhod alternativního pohonu na zkapalněný ropný plyn (LPG) je u automobilů se zážehovými motory hned několik. Patří mezi ně výhody jako vysoká antidetonační odolnost, vysoká výhřevnost a možnost dosažení lepší homogenity směsi. Dále obsahuje menší množství látek s chemicky vázanou sírou. Díky menšímu množství oxidů dusíku a oxidu uhelnatého v emisích je toto palivo šetrnější k životnímu prostředí. Další značnou výhodou je jeho cena. Cena LPG sice roste úměrně s cenou ropy, dlouhodobě však cena zůstává zhruba na polovině ceny Naturalu 95.

Nevýhody:

Nevýhodou všech alternativních paliv je řídká síť plnicích stanic. Nejinak tomu je i u LPG. Počet plnicích stanic LPG však rychle roste, a tak řídká síť není takovým problémem jako např. u vozidel s pohonem na stlačený zemní plyn (CNG). Druhou nevýhodou je zvětšení hmotnosti vozidla, snížení povolené užitečné hmotnosti vlivem zástavby plynového zařízení do vozidla, a tím snížení velikosti zavazadlového nebo užitkového prostoru.

LPG je těžší než vzduch. Z toho vyplývá další nevýhoda. Drží se u země, v montážních jámách či sklepích, velice špatně se odvětrává a tudíž nesmí parkovat v podzemních garážích. Vozidlo se doporučuje parkovat na volném prostranství a při parkování v garáži musí mít garáž minimálně dva větrací otvory, z nichž jeden musí být na nejnižším bodě garáže. [1, 4, 5]

1.5 Zemní plyn - CNG a LNG

Zemní plyn sestává asi z 85 % metanu (CH_4 – jednoduchý uhlovodík bez barvy a zápachu, hořlavý, se vzduchem vybuchující plyn, vyskytující se často v přírodě, i jako bahenní či důlní plyn), z 10 % dusíku a oxidu uhličitého a z 5 % vyšších uhlovodíků.

Pod zkratkou CNG (Compressed Natural Gas) se rozumí stlačený zemní plyn. V zásobníku vozidla bývá stlačen až na tlak 200 Bar. Zkratkou LNG (Liquified Natural Gas) se označuje zemní plyn zkapalněný. K dosažení kapalného stavu je ovšem potřeba teplota $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zkapalněním se původní, výchozí objem zemního plynu zmenší zhruba šestsetkrát. [1, 4]

Kapalný zemní plyn nelze zaměňovat s kapalnou směsí propanu a butanu, kterou známe pod zkratkou LPG (Liquified Petroleum Gas). Tento plyn vzniká jako vedlejší produkt při těžbě ropy či zemního plynu. Zkapalnění LPG není problém, neboť na to stačí docela malý tlak. Logicky to usnadňuje plnění nádrží. Na rozdíl od zemního plynu je směs propanu a butanu těžší než vzduch, a tak se usazuje při podlaze. To je také hlavním důvodem, proč vozidla s pohonem LPG mají zakázaný vjezd do mnoha podzemních garáží. Bioplyn se skládá především z metanu a vzniká tlením a kvašením organických hmot bez přístupu vzduchu. Využitelnost bioplynu je srovnatelná se zemním plynem. Velkou předností bioplynu je získávání energie z hlediska CO_2 neutrální. [4, 5]

Přestože v případě zemního plynu jde rovněž o fosilní (vznik v dávné době) energii, jsou emise takto poháněného spalovacího motoru jasně nižší než u srovnatelného agregátu, kde pohonnou látkou je benzín. To proto, že zemní plyn je z větší části tvořený metanem a tak je velmi „čistým“ palivem.

Konkrétně to vypadá asi takto: produkce CO_2 u vozidla na zemní plyn je o více než 20 % menší než u srovnatelného na benzín. Na saze a oxid siřičitý lze v případě zemního plynu takřka zapomenout. Provoz vozidla na zemní plyn je levnější než na benzín, i to je argument, se kterým se dnes i v západní Evropě musí počítat. Reálná úspora oproti benzínu se pohybuje kolem 40 %, oproti naftě přes 20 %. Svoji roli v tom hraje daňové zvýhodnění zemního plynu.

Problém stále představuje poměrně malá dojezdová vzdálenost vozidel, jejichž motory využívají jako pohonnou hmotu právě zemní plyn. Na v současné době obvyklou náplň plynu o objemu 80 l ujede takový automobil jen 200 až 300 km. A to je málo,

protože to odpovídá množství energie v cca 20 l motorového benzínu. A ještě nehovoříme o řídké síti čerpacích stanic na zemní plyn i v zemích, kde je pohon vozů více využívaný.

Malé počty předmětných čerpacích stanic spolu s malým dojezdem takto vybavených vozidel vedou k tomu, že automobily využívající zemního plynu se nabízejí i s alternativním/bivalentním pohonem na benzín (Bi-Fuel). Pro přepnutí stačí stisknout příslušné tlačítko. [1, 4, 5, 6]

S přestavbou osobních automobilů na zemní plyn nejsou v ČR velké zkušenosti. V zahraničí odborníci tvrdí, že přes nesporné výhody zemního plynu jako pohonné látky se přestavby nevyplatí. Opomeneme-li určité administrativní problémy a otázku případné ztráty záruky, je přestavba spojená z řadou nevýhod. Především jde o poměrně vysoké náklady s tím spojené a takřka vždy o ztrátu části vnitřního prostoru, zejména zavazadlového. Poněkud v jiném světle je nutno přijímat ty případy, kdy je automobil na dvojí pohonnou hmotou připraven už přímo u výrobce.

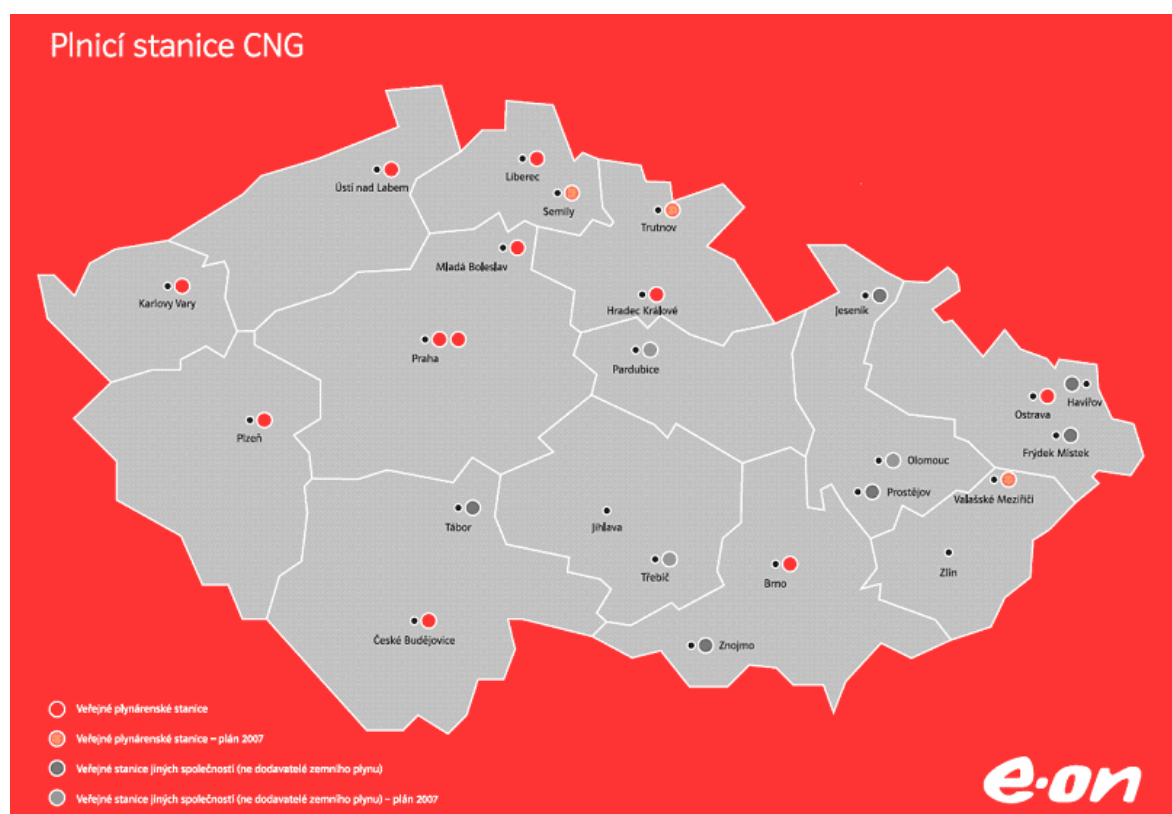
Na světě dnes na zemní plyn jezdí více než 2,7 miliónu vozidel v 50 zemích. Nejvíce CNG vozidel jezdí v Argentině (926 000 vozidel), v Brazílii (550 000 vozidel), Itálii (380 000 vozidel), Pákistánu (280 000 vozidel), v USA (208 000 vozidel) a v Indii (137 000 vozidel). Největší počet plynových vozidel na světě provozuje americká pošta. Z celkového počtu 208 000 má US Postal Service 7 400 vozů na stlačený zemní plyn. Nejvíce autobusů na zemí plyn v současnosti jezdí v USA, Kolumbii, Mexiku, Austrálii, Francii a Švédsku. V celé Evropě je pak na zemní plyn provozováno víc než 400 000 vozidel a k dispozici je téměř 900 plnicích stanic.

Náhrada tradičních naftových a benzinových směsí jinými zdroji láká majitele aut. Také návratnost investic do přestaveb je při současných vysokých cenách tradičních ropných produktů mnohem vyšší než dříve. Přitažlivým pohonným médiem se ukazuje zejména stlačený zemní plyn. Ve světě na něj jezdí zhruba 1,4 miliónu automobilů. Nejvíce v Argentině, USA, v Evropě vyniká Itálie a Německo. ČR se toto levné a ekologicky šetrné cestování omezilo jen na přibližně 500 vozidel v Praze, Plzni, Ústí nad Labem, Táboře, Českých Budějovicích, Liberci, Semilech, Mladé Boleslavi, Trutnově,

Hradci Králové, Pardubicích, Jihlavě, Třebíči, Brně, Znojmě, Jeseníku, Olomouci, Prostějově, Zlíně, Valašském Meziříčí, Ostravě, Frýdku Místku a Havířově. Návratnost investice do úpravy osobních vozidel je zhruba po ujetí 25 000 km. U autobusů je odhadována na 3 roky. Další provoz poskytne majitelům vozů přesvědčivé finanční výhody.

I přestože je u nás těchto čerpacích stanic málo, existuje možnost s autem koupit i malou čerpací stanici, kterou můžete umístit přímo do garáže. Od roku 2004 je k dostání tato čerpací stanice i v Evropě. Dále jsou k dispozici malé čerpací stanice, které lze umístit na dvoře domku, v areálu úřadu či firmy. Například takováto firemní čerpací stanice funguje v Českomoravské plynárenské společnosti v Praze. Její cena se pohybuje v USA kolem 5 000 dolarů. Domácí a firemní čerpací stanice tím mohou nahradit malou síť veřejných čerpacích stanic CNG. [1, 4, 5]

Obr. č. 3 Plnicí stanice CNG v ČR



[8]

Obr. č. 4 Označení plnicích stanic CNG



1.5.1 Výhody a nevýhody CNG

Výhody:

Zemní plyn má velký potenciál pro využití jako motorové palivo. Je levný (náklady na pohonné hmoty jsou nižší 2x až 3x), má vysoké oktanové číslo, jedná se o čisté palivo, které nemá problémy se současnými i budoucími emisními limity. Zemní plyn může být užíván jako motorové palivo v klasických spalovacích motorech, benzínových nebo přímo plynových. Pro využívání zemního plynu ve vozidlech je zapotřebí speciální zásobník plynu a vstříkovací systém.

Technologie zemního plynu je plně vyvinutá a v dlouholeté praxi vyzkoušená. Ve světě jezdí na zemní plyn více než 3 miliony vozidel v 60 zemích. Kromě možnosti přestavovat existující benzínová vozidla, stále více automobilek nabízí přímo vozidla s pohonem na zemní plyn.

Delší životnost zásob zemního plynu oproti ropě a rovnoměrnější rozložení nalezišť zemního plynu ve světě je velmi významnou skutečností pro budoucí rozvoj využití zemního plynu v dopravě.

Další výhodou je jednoduchost distribuce plynu k uživateli. Zemní plyn je přepravován již vybudovanými plynovody, jeho používáním se snižuje počet nákladních cisteren s kapalnými pohonnými hmotami na silnicích.

Výhodou je i větší perspektiva zemního plynu oproti produktům ropy (benzínu, naftě, propan butanu) vzhledem k jeho větším zásobám oproti ropě.

Mezi provozní výhody patří lepší směšování zemního plynu se vzduchem. Umožňuje rovnoměrnost palivové směsi a možnost pracovat s vysokým součinitelem přebytku vzduchu. U dvoupalivových systémů dochází ke zvýšení celkového dojezdu. Vnitřní části motoru nejsou zaneseny karbonovými úsadami, z toho plyne vyšší životnost motoru a oleje.

Z důvodu bezpečnosti je zemní plyn oproti benzínu, naftě, LPG lehčí než vzduch. Zápalná teplota je oproti benzínu dvojnásobná. Tlakové nádrže vyrobené z oceli, hliníku nebo kompozitu jsou bezpečnější než benzínové nádrže.

Ekologické výhody vyplývají především z chemického složení zemního plynu. Ten je složen z nejjednoduššího uhlovodíku – metanu. Vozidla na zemní plyn produkují výrazně méně škodlivin (nejen dnes sledovaných oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, uhličitého, pevných částic, ale i polyaromatických uhlovodíků, aldehydů, aromatů včetně benzenu), než vozidla s klasickým palivem. Rovněž vliv na skleníkový efekt je u plynových motorů menší v porovnání s benzínem či naftou.

[1, 3, 4, 5]

Nevýhody:

Hlavní nevýhodou je nesporně nedostatečná infrastruktura. Každé alternativní palivo, které se snaží konkurovat tradičním pohonným hmotám, trpí neexistencí dostatečné infrastruktury potřebné k rozšíření jeho užití. Zejména se jedná o problém menšího počtu plnicích stanic.

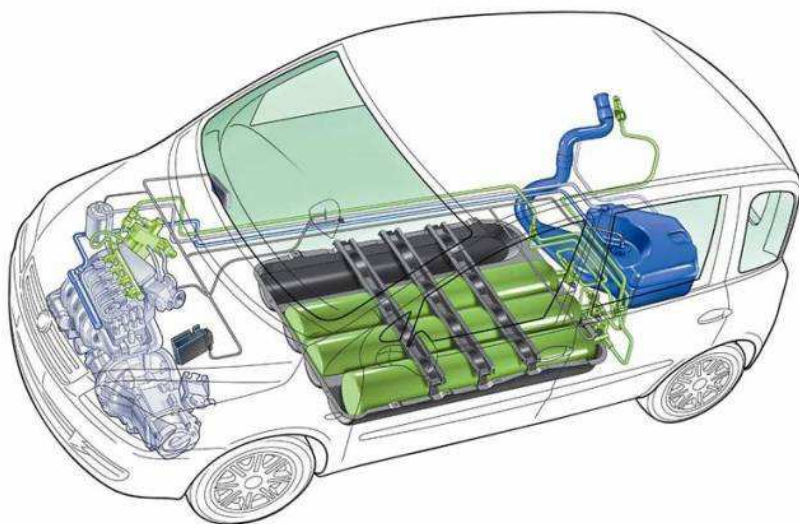
Druhou nevýhodou CNG pohonu jsou vyšší náklady na vozidlo. Přestavby vozidel na plyn zvyšují cenu vozidla vzhledem k investici na pořízení (schválení) plynové zástavby do vozidla. Sériově vyráběné plynové vozy jsou dražší (menší počty kusů, individuální výroba). Další nevýhodou jsou vyšší náklady na plnicí stanice a na díly plynových zástaveb.

Vzhledem k doposud malému rozšíření a tudíž malosériové výrobě plynových vozidel jsou náklady vyšší. Lze očekávat, že náklady klesnou s širším využíváním zemního plynu v dopravě.

Nevýhodou je i zhoršení stávajícího komfortu kvůli nutnosti pravidelných kontrol plynových zástaveb a také zmenšení zavazadlového prostoru o prostor, který zabírá tlaková nádrž.

Nakonec také provozní nevýhody. Zvýšení celkové hmotnosti automobilu, a tím snížení povolené užité hmotnosti v důsledku instalace tlakové nádrže na plyn. Zpřísněná jsou i bezpečnostní opatření jako např. garážování nebo opravy. Snížení výkonu motoru přibližně o 5 – 10 % u přestavovaných vozidel a navíc menší dojezd vozidel oproti klasickým palivům. [1, 3, 4, 5]

Obr. č. 5 Uložení tlakových nádob na CNG – Fiat Panda



[9]

Tab. č. 3 Porovnání CNG a nafty pro autobus s dojezdem 500km na jedno natankování

	Nafta	CNG
Hustota paliva [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	830	140
Výhřevnost [$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$]	42,5	47,7
Přetlak v nádrži [Mpa]	0,0	20
Objem nádrže [l]	200	1270
Zvýšení hmotnosti [kg]	-	1000

[4]

1.6 Zpracování zemního plynu pro pohon motorů

Složení těženého zemního plynu v různých nalezištích je rozdílné. Vždy převažuje metan, v malém množství jsou obsaženy i vyšší uhlovodíky, dokonce butan a pentan, ale mohou být přítomny ve vyšším množství také inertní, oxid uhličitý a dusík, které z hlediska výhřevnosti jsou nežádoucí balast. Norma požaduje, aby zemní plyn dodávaný do sítě měl alespoň 85 % metanu. Ve skutečnosti je jeho obsah vyšší. Při zpracování zemního plynu musí být především odstraněny vyšší uhlovodíky, které by mohly v síti kondenzovat. Je-li třeba, odstraňují se i zmíněné inertní a v každém případě sirovodík, případně další sírné sloučeniny.

Zemním plyn ze sítě se plní do tlakových lahví automobilů, které mohou být buď bez výplně, nebo s výplní aktivního uhlí s velkou absorpční schopností (pojmou až o 50 % větší množství plynu než láhve bez výplně). Ocelové láhve se plní do 20 MPa, kompozitové jsou lehčí a lze je plnit až na 35 MPa. Údaje o hmotnosti nádrží a dojezdu vozidel obsahuje tabulka 4.

[1]

Tab. 4 Hmotnosti různých typů nádrží na zemní plyn a odpovídající dojezd vozidel.

Vozidlo		hmotnost (kg)			dojezd (km)
		prázdná nádrž	plná nádrž	palivo	
autobus	nádrž na naftu 240 l	40	242	202	750
	kryogenní nádrž na LNG (Chart)	165	262	97	285
	ocelová nádrž na CNG (Faber)	860	957	97	288
	kompozitová nádrž na CNG (Lincoln)	338	442	104	300
osobní vozidlo	nádrž na benzín 40 l	10	40	30	500
	ocelová 2 x 70 l na CNG	140	160	20	380
	ocelová 2 x 90 l na CNG	160	186	26	490

[1]

Zemní plyn lze také dodávat ve zkapalněné formě, pro kterou se používá označení LNG (Liquefied Natural Gas). Po zkapalnění běžnými procesy se musí skladovat v izolovaných nádržích, ve kterých probíhá pomalé odpařování a odebírané výparné teplo udržuje v kapalině nízkou teplotu (bod varu zkapalněného metanu je $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$). Odpařovaný metan se může buď odebírat jako palivo nebo znovu zkapalňovat. Jedna americká firma nabízí takové skladovací zařízení, ale je pochopitelné, že tato forma zemního plynu je vhodná pro nepřetržitě běžící stabilní motory nebo pouze pro vozidla, která jsou neustále v provozu, takže z nádrže nepřetržitě odebírají odpařený plynný metan. Při velkých provozních přestávkách by byly ztráty plynu odpařováním neúnosně velké. Ideální kombinace je přeprava LNG lodí a využívání odpařovaného plynu jako paliva pro pohon této lodi.

[1, 6]

Tabulka 5. ukazuje srovnání spotřeb energie na dopravu a zpracování zemního plynu pro pohon vozidel s palivy na bázi ropy. Doprava a potřebné technologické procesy zemního plynu spotřebují přibližně 16 % jeho využitelné energie, jsou tedy poněkud méně náročné ve srovnání s benzinem, ale méně ekonomické ve srovnání s motorovou naftou. Nejmenší spotřeba energií je v případě LPG vznikajícího při rafinačních procesech ropy.

[1]

Tab. 5 Srovnání spotřeb energie na dopravu a zpracování zemního plynu

Proces	Benzín	Nafta	LPG	zemní plyn
Těžba	4,0	4,0	4,0	1,8
Doprava	1,9	1,9	1,9	8,0
Raфинace	12,5	6,5	3,5	-
Ztráty při rafinaci	0,3	0,1	0,1	-
Distribuční síť	0,5	0,5	1,0	0,5
Komprese	-	-	-	6,0
Celkem	19,2	13,0	10,5	16,3

[1]

1.7 Firmy zabývající se automobily na CNG

Firmy EkoGasAuto, Autogas Systems, Provoz a plynofikace dopravy (dceřiná společnost Pražská plynárenská), Pražská plynárenská, Ekoss Boskovice nebo Autosalon Linhart České Budějovice nabízejí přestavbu aut Škoda nebo Renault na CNG. Lze si koupit auto na stlačený plyn vyrobený v továrně, ale zatím ne v tuzemských autosalonech. První zájemci si dovezli do ČR například Opel Zafira, Smart nebo Fiat Multipla na CNG.

Obr. č. 6 Opel Zafira CNG



[7]

Dalšími sériově vyráběnými CNG osobními automobily jsou Honda Civic, Ford Focus, Volvo, Fiat Dublo, Opel Astra, Volkswagen Golf Variant. Téměř každá světová automobilka začíná přicházet na trh s plynovými variantami základních značek.

Na trhu jsou rovněž vyráběné autobusy na CNG, včetně domácí produkce. Na stlačený plyn uskladněný v kompozitních nádržích na střeše jezdí Ekobus, který společně dodává výrobce autobusů SOR Libchavy a ČSAD BUS Ústí nad Labem. Karosa nabízí plynovou Agoru od Renaultu. Zájem prodávat autobusy řady CNG na tuzemském trhu má firma MAN, která představila v Karlových Varech plynový kloubový autobus. Na trhu je dále Slovbus s plynovým motorem Liaz. Tento vyráběný plynový motor výborných parametrů je také zabudován do Karosy C 932, která pochází od firmy EkoGaAuto.

[1, 3, 4, 7]

1.8 Životní prostředí

Automobilová doprava se stala největším ekologickým problémem současnosti. Evropská unie proto i z toho důvodu chce, aby do roku 2020 deset procent spotřeby pohonných hmot tvořil zemní plyn. Dalších deset procent pak ostatní alternativní paliva jako je vodík nebo biopaliva. Již v roce 2010 by mělo v České republice jezdit 80 000 autobusů, nákladních, užitkových a osobních aut na CNG.

Jen málokterý krok k uzdravení ovzduší a k ochraně zdraví lidí i přírody je zároveň ekonomicky výhodný, jako je plynofikace dopravy. Ekologie zde není v rozporu s ekonomikou. Například v dubnu 2003 cena zemního plynu na čerpací stanici v Praze byla deset korun za kubický metr plynu, což přibližně odpovídá jednomu litru Naturalu 95. Na ostatních pumpách dosahovala cena nejvýše dvanáct korun včetně DPH. Při tom cena benzínu se pohybovala mezi 25 - 27 korunami za jeden litr. Vyšší investice do pořízení plynového automobilu se některým řidičům vrátí do dvou, tří let, podle počtu ujetých kilometrů. Automobil na zemní plyn šetří na každém kilometru majiteli až 1,30 Kč. Přestavba Octavie se pohybuje kolem 40 000 Kč, u Renaultu Megane 55 000 Kč. I po vstupu do Evropské unie a zavedení minimální spotřební daně pro stačený zemní plyn, bude toto palivo cenově velice výhodné. Mnohem větší nárůsty spotřební daně jsou očekávány pro benzín a naftu.

[4]

Rovněž zavedení autobusů a nákladních aut na stačený zemní plyn je výhodné. Například v Prostějově plynový autobus na každém kilometru nyní ušetří provozovateli 1,50 Kč, tj. podobně jako na počátku 90. let, kdy některé dopravní firmy s plynofikací začaly.

Při počátcích plynofikace se náklady na přestavbu autobusů v Havířově vrátily po ujetí 166 tisíc kilometrů. To znamená za 700 provozních dnů při denním průměru 237 kilometrů. Od té doby šly ceny přestaveb nahoru, s tím se o něco zhoršila návratnost prostředků, ale stále je proti návratnosti mnoha jiných ekologických projektů nesrovnatelně lepší. Ročně například ušetří na palivu plynový autobus mezi Nitrou a Bratislavou 300 000 Sk. Dopravci v současnosti žádají nové vozy na plyn přímo z továrny. Továrně vyráběné plynové autobusy jsou zatím z pravidla proti naftovým dražší. Proto státní orgány v některých zemích dotují nákup těchto ekologických vozidel.

Stačený zemní plyn je pro pohon automobilů bezpečnější než benzín. CNG je uskladněn v pevné nádrži z oceli nebo kompozitních materiálů. Tyto nádrže odolávají úderům kladiva, nárazu i střelbě. Mají také bezpečnostní uzávěr, který při překročení určitého průtoku automaticky uzavře nádrž. Zemní plyn je bezpečnější i z toho důvodu, že při případném úniku z nádrže se nerozlije jako benzín po autě a jeho okolí, a tím nemůže dojít ke vznícení paliva. Zemní plyn je lehčí než vzduch, a proto ihned unikne vzhůru. Zápalná teplota zemního plynu je proti benzínu dvojnásobná, při tankování nemůže dojít ke znečištění případně proniknutí paliva do země.

Vozidla s plynovými motory prokázala některé provozní přednosti. Například autobusy a nákladní auta jsou podstatně tišší. Jejich jízda je co do hlučnosti, přirovnávána s jízdou trolejbusu. Proto v Havířově a Prostějově přistoupili před lety místo zadrátování města trolejemi k plynofikaci dopravy. Vyšlo je to podstatně levněji, dostavil se ekologický efekt a zachovaly se přednosti autobusů.

Zemní plyn má vyšší oktanové číslo než benzín, což příznivě ovlivňuje chod motoru a jízdní vlastnosti. Chod motoru je tišší, plynulejší, příjemnější a jistě oceníme i vyšší životnost motoru, větší sílu a v zimě lepší start. Kam se s naftovým pohonem

v kopcích nedostaneme, tam z plynovým vyjedeme. Plynové motory musejí dohánět ztracený, sto let trvající vývoj benzinových a naftových pohonů. Zatím jsou i přímo automobilkami vyráběné motory CNG spíše upravenými benzinovými. I tak, ale dokáží díky vlastnostem nového paliva úspěšně konkurovat původní benzinové verzi.

[1, 4, 6]

1.9 Česká republika a CNG

V současnosti jezdí v České republice asi 400 vozidel na zemní plyn, z toho téměř čtvrtinu tvoří autobusy. Jejich více než desetiletý provoz přinesl bohaté zkušenosti. Prokázal, že stlačený zemní plyn je velice vhodnou ekologickou náhradou benzínu a nafty. Plynová vozidla přinesla provozovatelům výrazné ekonomické úspory v nákladech na palivo. Vykazují i provozní přednosti.

Zatím největší zkušenosti s provozem plynových autobusů mají v Havířově, kde jezdí od roku 1991. Park autobusů na CNG dosáhl počtu 42, z toho 31 autobusů se uplatňuje v MHD a 11 v meziměstské dopravě. 3 autobusy z meziměstské dopravy jsou nasazovány na dálkovou linku z Havířova do Luhačovic. V polovině 90. let ČSAD dokonce provozovalo dálkovou linku z Havířova do Popradu, která vedla přes Žilinu, Povází a Tatry. Jako jediná autobusová linka mohla trasa ekologického autobusu vést Tatranským národním parkem. Linka přes provozní spolehlivost plynových autobusů byla zrušena pro nedostatečnou vytiženost. V Havířově jezdí přestavované autobusy Karosa, včetně jednoho kloubového. Podíl plynových autobusů představuje v havířském ČSAD asi 30 %. Za rok 2001 tyto plynové autobusy ujely celkem 2,5 milionu kilometrů, což bylo více než 40 % z celkových výkonů v pravidelné autobusové dopravě. Průměrná denní doba provozu plynových autobusů dosáhla v 2001 téměř 11,5 hodin. Průměrný roční kilometrový výkon jednoho CNG autobusu v Havířově byl 65 tisíc kilometrů. U některých vozidel přesáhl 80 tisíc kilometrů.

Na stlačený plyn byly v první polovině 90. let přestavěny také autobusy v dopravních podnicích v Uherském Hradišti, Frýdku Místku a Prostějově. Nepřetržitě zde jezdí až do současnosti. [4]

Obr. č.7 EKOBUS



[10]

Tovární motor na plyn dovoluje vyrábět sériové plynové autobusy. Tuto možnost využila Karosa a jeden z největších tuzemských dopravců, společnost ČSAD BUS Ústí nad Labem. V roce 1997 předvedl autosalon v Brně autobus Lahti s hliníkovou karosérií od finské firmy Lahden Autokori OY. Autobus o délce 12 metrů měl v městském provedení troje široké dveře a sníženou podlahu pro snadný vstup. Pohon zabezpečoval šestiválcový zážehový motor o výkonu 175 kW. Autobusu dával maximální rychlost 82 km/h, nádrže na plyn umožňují dojezd 450 km. V meziměstském provedení měl autobus Lahti zvýšený dojezd a rovněž upravený interiér. Jako první plynový autobus zabezpečoval dopravu cestujících po dálnici mezi Prahou a Brnem. Později byl převeden na linky mezi severočeskými městy a Prahou, kde jezdí dosud.

Stlačený zemní plyn v současnosti používá několik těžkých nákladních aut v OKD. V náročných podmínkách uhelných kališť dokazují, že i zde je plyn z provozního hlediska přinejmenším rovnocennou náhradou nafty. S pohledu ochrany životního prostředí pak toto palivo dosahuje nesrovnatelně lepších parametrů.

CNG se úspěšně používá u Avíí v areálu nemocnic v Praze-Krči a Frýdku-Místku. Dobré vlastnosti s CNG vykazuje komunální vozidlo na svoz odpadků v Uherském Hradišti. Kuka vůz může jezdit i na bioplyn čerpaný ze skládky, kam sváží odpad.

[1, 3, 4, 5]

1.10 Základní vlastnosti motorových olejů

Inovace a rozvoj strojů, které se využívají v technické praxi, přináší nové řešení konstrukcí motorových dílů, a to proto, aby se snížily jejich nároky na údržbu a ošetřování. Tím se dosahuje vyšší efektivity a to sebou nese zvýšené nároky na mazací oleje. Na motorový olej je kladeno mnoho požadavků, jako např. použití hydraulických zdvihátek, přechod na přímý vstřik paliva, uzavřená skříň apod. Proto musí mít motorové oleje stále vyšší výkonnost a delší životnost.

Nejdůležitější požadavky motorového oleje:

1. dobré ulpívání na mazaném povrchu, a to při všech provozních podmínkách
2. odolávat smykovým silovým polím
3. pomáhat k těsnění pístů
4. co nejdéle odolávat stárnutí
5. dobře odvádět třecí a provozní teplo
6. chránit železné, barevné kovy před korozí
7. konzervovat motor při delším odstavení z provozu
8. co nejjemněji rozptylovat, odplavovat a zabraňovat usazování nečistot, které vznikají otěrem a opalem
9. umožňovat provoz jak při mrazech, tak i vysokých teplotách
10. olej nesmí napadat těsnicí materiály

11. nesmí vykazovat vysoké karbonizační číslo
12. nesmí být náchylný k tvorbě studených kalů
13. nesmí pěnit při provozu v motoru
14. musí být málo odparný
15. musí být skladovatelný alespoň 2 roky v temnu a při standardní teplotě
16. měl by být mísitelný s jinými oleji skupiny SAE
17. měl by být označen dle mezinárodních norem
18. měl by být účelně zabalený vzhledem k laickému používání a obsahovat návod
19. měl by být ekonomický v provozu
20. nejdůležitější základní vlastnost všeobecně u všech olejů, je mazací schopnost

[5, 6]

1.11 Interval výměny motorového oleje

Výrobce motoru udává doporučený interval výměny motorového oleje jako maximální. Snahou výrobců motorů je tento interval maximálně prodlužovat. U dnešních motorových vozidel převažuje interval 15 tisíc km. U nových aut, kde je jasně vidět snaha o prodloužení intervalu se tento interval pohybuje od 20 tisíc km do 50 tisíc km. Je třeba ale chápat, že patnáctitisícový interval je opravdu maximální. U automobilů v městském provozu nebo na trati s častým studeným startem se musí snížit interval na 10 - 12 tisíc km. Nesmíme si myslet, že kvalitnější olej má delší životnost než olej méně kvalitní. Protože výměnný interval souvisí kromě oleje i s konstrukcí celého motoru, zejména vzduchového a palivového filtru nebo typem spalování paliva. Nečistoty, jako jsou saze a prach, jsou také častým důvodem výměny oleje. Proto není vůbec důležité používat kvalitnější oleje a to zejména u starších motorů.

Kdy je nutné vyměnit olej:

- pokud se původní hodnota kinematické viskozity změní o 20 – 30 %
- hodnota TBN klesne pod 1,0 mkKOH/g
- hodnota WPC a P.L.P. dosáhne stanovené meze určitého motoru

- obsah vody v oleji je větší než 0,2 % hm.
- teplota bodu vzplanutí oleje klesne pod 180 °C
- obsah otěrových částic dosáhne maximálních hodnot
- obsah nečistot v HEO směsi je vyšší než 2,5 – 5 %
- jestliže je dosaženo celkového množství karbonu

[5, 6]

1.12 Motorové oleje pro plynové motory

Současný trend spěje k používání pohonných plynů jako je LPG a CNG, a to jak pro motory velkých stacionárních jednotek, tak pro pohon osobních a užitkových automobilů. Tento růst však klade velké požadavky na komerční, ale i technické požadavky na maziva plynových motorů. Tyto požadavky donutily výrobce maziv vyvinout speciální maziva určené speciálně pro toto použití. Oleje pro plynové motory se označují jako GEO – oleje (Gas Engine Oils).

Plynové motory se zásadně neliší od zážehových či vznětových, ale potřeby pro mazání plynových motorů jsou značně odlišné. Plynové motory, na rozdíl od běžných benzínových nebo naftových motorů, nejsou průběžně palivem ochlazovány. Způsobuje to skupenské teplo u kapalného paliva, které plynné palivo není schopno využít, neboť je nasává už jako plyn. Další výhodou kapalného paliva je, že oproti plynnému napomáhá mazání ventilů, zejména ventilových sedel a také prvního pístního kroužku v horní úvrati, kde je stříhové napětí olejového filmu nejvyšší.

Minimální požadavky na oleje v podstatě určují výrobci motorů a současně se vyvíjejí s ohledem na konstrukci tak, aby byl zaručen bezporuchový chod. Dnešní provozovatelé však požadují, aby výkonnost olejů byla vyšší než zmiňované minimální požadavky, a to z důvodu vyšší efektivity provozu a k vynaloženým nákladům.

[1, 4, 5]

1.13 Emise CNG

Ekologické výhody stlačeného zemního plynu (CNG) vyplývají především z jeho chemického složení. Je složen především z metanu, který představuje nejjednodušší uhlovodík. Motorová vozidla poháněná na zemní plyn v porovnání s klasickými pohonnými hmotami vypouštějí výrazně méně škodlivých látek (nejen dnes sledovaných oxidů dusíku, oxidu uhelnatého, oxidu uhličitého a pevných částic, ale i polyaromatických uhlovodíků, aldehydů a aromátů včetně benzenu) do okolí. Skleníkový efekt je u plynových motorů rovněž menší než u benzínu či nafty. Využití vozidel na CNG se předpokládá hlavně u hromadné dopravy, vozidel pro svoz komunálního odpadu apod., tedy hlavně v městských a příměstských aglomeracích, kde je nejvyšší emisní zatížení.

Tab. č. 6 Specifické emise základních škodlivin

[10]

(g/kWh)	EKOBUS	Diesel (EURO 3)
emise NO_x	2,08	5
org. látky VOC včetně benzo(a)pyrenu	0	0,78
CO	0,012	5,45
tuhé částice	0	0,16
CH₄	0,25	1,6
CO₂ reálné emise, není v EURO 3	169	207

Jelikož má zemní plyn lepší směřování se vzduchem, umožňuje rovnoměrnost distribuce palivové směsi a pracovat s vysokým součinitelem přebytku vzduchu. Příznivě ovlivňuje chod motoru i fakt, že zemní plyn má vyšší oktanové číslo (OČ VM 130) než benzín (OČ VM 91-100). Navíc vnitřní části motoru nejsou zaneseny karbonem, tím se zvyšuje životnost motoru a oleje.

[1, 3, 4, 5]

Tab. č. 7 Porovnání emisí autobusu na zemní plyn a klasického autobusu na naftu

(g/kWh)	NO _x	CO	NMHC	PT	CH ₄
Autobus na naftu	13,4	4,6	5,9	0,3	-
Autobus na zemní plyn	2,9	0,3	0,03	0,06	2,7

[4]

2. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo zhodnocení dominantních parametrů stlačeného zemního plynu (CNG), zmapování současné distribuční sítě a zhodnocení kvality použité olejové náplně.

Celkové nečistoty v motorovém oleji u CNG motorů většinou nepřesahují 1 % CN stupně znečištění, což je způsobeno oxidační stabilitou dnešních olejů.

Použití plynných paliv pro pohon motorových vozidel má vyšší požadavky na motorové oleje v porovnání s klasickými palivy, jako je benzin a nafta. Důležitý je výběr vhodného základového oleje, který má nízký obsah popela a vyvážený soubor aditiv.

Z nastudovaných materiálů jsem zjistil, že stlačený zemní plyn, používaný pro pohon vozidel, je vhodné alternativní palivo budoucnosti. Stlačený zemní plyn je výhodný jak z hlediska ekologického, tak i ekonomického. Při spalování zemního plynu se do ovzduší nevypouští tolik škodlivých látek, jako v případě klasických kapalných paliv. Doplňování plnicích stanic nemusí být prováděno pomocí kamionové dopravy, ale plynovody, čímž by došlo ke snížení počtu kamionů na pozemních komunikacích. Omezení kamionové dopravy by vedlo k dalšímu snížení škodlivých látek v atmosféře, snížení silničního provozu, a tím i ke zvýšení bezpečnosti na silnicích. Velkou výhodou stlačeného zemního plynu je jeho nízká cena oproti klasickým kapalným palivům.

Zásoby ropy se neustále tenčí, tudíž přechodu na alternativní palivo se nevyhneme. Z mého pohledu by stlačený zemní plyn byl ideálním kandidátem alespoň do doby, než se ekonomicky zvýhodní výroba vodíku, který by mohl pohánět vozidla nebo než budeme umět efektivněji využívat sluneční energii. Z mého hlediska, když opomenou navýšení celkové hmotnosti vozidla, je současná vybudovaná síť plnicích stanic hlavním nedostatkem tohoto alternativního paliva. Z tohoto důvodu předpokládám, že v období nejbližších pěti let bude zemní plyn využíván převážně v autobusech městské a příměstské dopravy, vozidlech taxi služby a v jiných vozidlech, jejichž provoz není vázán na síť čerpacích stanic.

Použitá literatura:

- [1] Matějovský Vladimír: Automobilová paliva. 1. vydání. Praha: GRADA, 2005. 223 str. ISBN 80-247-0350-5
- [2] Technické normy [on-line]. Dostupné z: <http://www.technicke-normy-csn.cz/>
- [3] CNG [on-line]. Dostupné z: <http://www.cng.cz>
- [4] Vlk František: Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vydání. Brno: Vlastním nákladem, 2004, 234 str. ISBN 80-239-1602-5
- [5] Příplata Tomáš: Diplomová práce, Motorové oleje při použití alternativního paliva, 2006
- [6] Kovář Jiří: Aplikovaná chemie. 2. přepracované vydání. Praha: ČZU v Praze, 1990. 122 str. ISBN 80-213-0081-7
- [7] Autospectator [on-line]. Dostupné z: <http://www.autospectator.com/>
- [8] E.ON Česká republika s.r.o [on-line]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/>
- [9] Morotistický server [on-line]. Dostupné z: www.autak.eu
- [10] EKOBUS [on-line]. Dostupné z: www.ekobus.cz