

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Katedra energetiky

Shrnutí současného stavu využívání CNG v České republice
A Summary of the Current State of the Use of CNG in the Czech Republic

Student:

Jaroslav Nečas

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Stanislav Honus, Ph.D.

Ostrava 2016

Zadání bakalářské práce

Student: **Jaroslav Nečas**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3907R009 Provoz energetických zařízení
Téma: **Shrnutí současného stavu využívání CNG v České republice**
A Summary of the Current State of the Use of CNG in the Czech Republic
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Popište zemní plyn z hlediska vlastností, přepravy a současných zdrojů ve světě.
2. Předložte stručné informace o současném využívání CNG v dopravě a jeho dopadu na ekologii.
3. Specifikujte parametry moderních stanic pro pomalé i rychlé plnění automobilů CNG.
4. Proveďte rešerši o současné infrastruktuře plnicích stanic v ČR.
5. Proveďte finální shrnutí o současném stavu využívání CNG a jeho potenciálu pro budoucnost.

Seznam doporučené odborné literatury:

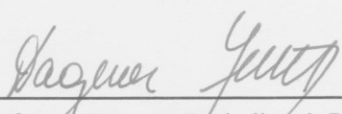
FÍK, J. *Zemní plyn: tabulky, diagramy, rovnice, výpočty*. 1. vyd. Praha: Agentura ČSTZ, 2006, 355 s. ISBN 80-86028-22-4.
LIŠKA, A., NOVÁK, P. *Technika stlačeného vzduchu*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999, 361 s. ISBN 80-01-01947-0.
VLK, F. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: F. Vlk, 2004, 234 s. ISBN 80-239-1602-5.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Stanislav Honus, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016


prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry

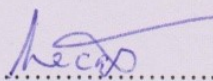

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě: 16.5.2016



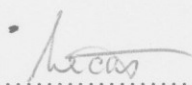
.....

Jaroslav Nečas

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní díky.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....16.5.2016.....

..........

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jaroslav Nečas

Adresa trvalého pobytu autora práce: Dětmárovice 776

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

NEČAS, J. *Shrnutí současného stavu využívání CNG v České republice: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2016, 63 s. Vedoucí práce: Honus, S.

Práce se zaměřuje na využívání stlačeného zemního plynu v automobilovém průmyslu. V první části práce jsem se zaměřil na zemní plyn obecně, jak se přepravuje, těží a jaké jsou světové zásoby. Druhá část práce se věnuje stlačenému zemnímu plynu. Popsal jsem jeho složení, využívání a současný stav v České Republice. Dále jsem se zaměřil na plnicí stanice a bezpečnost vozidel poháněných tímto palivem. Poslední část obsahuje srovnání CNG, ropy a LPG na základě produkce spalin. V závěru práce jsem s pomocí dotazníku, zhodnotil povědomí české veřejnosti v oblasti pohonných hmot a současného stavu využívání CNG.

Klíčová slova: stlačený zemní plyn, plnicí stanice, spaliny, dusík, oxid uhličitý

ANNOTATION OF MASTER THESIS

NEČAS, J. *A Summary of the Current State of the Use of CNG in the Czech Republic: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, 2016, 63 p. Thesis head: Honus, S.

The thesis focuses on the use of compressed natural gas in automotive industry. In first part of thesis I focused on natural gas generally, how to transport, extract and how large are the world's natural gas reserves. The second part of thesis focuses on compressed natural gas. I described its composition, uses and current state in Czech Republic. Then I focused on filling stations and safety of vehicles powered by this fuel. Another part contains comparison of CNG, petroleum and LPG according to flue gas production. At last part I evaluated awareness of czech population in the field of fuel and the current state of the use of CNG, according to questionnaire.

Key words: compressed natural gas, filling station, flue gas, nitrogen, carbon dioxide

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	1
1 ÚVOD	2
2 ZEMNÍ PLYN	3
2.1 Zpracování zemního plynu	4
2.2 Přeprava zemního plynu	4
2.2.1 Přepavní síť v Evropě.....	5
2.2.2 Přepavní síť v České republice.....	6
2.3 Světové zdroje zemního plynu.....	7
2.3.1 Prokázané zásoby.....	8
2.3.2 Předpokládané zásoby.....	8
2.3.3 Potenciální zásoby	9
3 CNG – STLAČENÝ ZEMNÍ PLYN	10
3.1 Využívání v dopravě.....	10
4 PLNÍČÍ STANICE	12
4.1 Rychloplnící stanice.....	13
4.2 Pomaluplnící stanice	14
4.3 Bezpečnostní prvky na čerpacích stanicích	14
5 INFRASTRUKTURA RYCHLOPLNÍČÍCH STANIC U NÁS A VE SVĚTĚ ...	16
5.1 Infrastruktura rychloplnících stanic u nás.....	16
5.2 Infrastruktura rychloplnících stanic ve světě.....	17
6 BEZPEČNOST	18
7 VOZIDLA NA CNG	19
7.1 Hlavní komponenty a obecný popis.....	20
8 DOPAD CNG NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	23
8.1 Spaliny vozidel na kapalná paliva	23
8.1.1 Zhodnocení výsledků spalin ropy.....	29
8.2 Spaliny vozidel s LPG pohonem	30
8.2.1 Zhodnocení výsledků spalin LPG.....	34
8.3 Spaliny vozidel s CNG pohonem.....	36
8.3.1 Zhodnocení výsledků spalin CNG.....	39
8.4 Zhodnocení výsledku spalin	41
9 PRŮZKUM POVĚDOMÍ ČESKÉ VEŘEJNOSTI O CNG	42
9.1 Cíl průzkumu	42

9.2 Stavba průzkumu	44
9.3 Výsledky dotazníkového šetření	45
9.4 Souhrn výsledků	54
10 ZÁVĚR	57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
SEZNAM OBRÁZKŮ	60
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

Seznam použitých značek a symbolů

Značka	Popis	Jednotka
C	Uhlík	%
CH ₄	Metan	l
C ₂ H ₆	Etan	l
C ₃ H ₈	Propan	l
C ₄ H ₁₀	Butan	l
C ₅ H ₁₂	Pentan	l
CNG	Stlačený zemní plyn	l
CO	Oxid uhelnatý	l
CO ₂	Oxid uhličitý	l
H	Vodík	%
H ₂ O	Objem vodní páry	m ³ /kg
LNG	Zkapalněný zemní plyn	l
LPG	Zkapalněné ropné plyny	l
M _{CNG}	Molární hmotnost zemního plynu	kg/mol
M _{LPG}	Molární hmotnost LPG	kg/mol
n	Přebytek vzduchu	[-]
NO	Oxid dusnatý	l
NO _x	Oxidy dusíku	[-]
NO ₂	Oxid dusičitý	l
N ₂	Dusík	%
N ₂ O	Oxid dusný	l
O ₂	Kyslík	%
p	Atmosférický tlak	Pa
R	Molární plynová konstanta	J/mol.K
S	Síra	%
SNS	Společenství nezávislých států	[-]
SO ₂	Oxid siřičitý	l
t	Průměrná teplota Země	°C
USA	Spojené státy Americké	[-]
USMD	Ústav silniční a městské dopravy	[-]
V	Objem	m ³
VUMV	Výzkumný ústav motorových vozidel	[-]
v	Součinitel zvětšení objemu vlhkosti vzduchu	[-]

1 Úvod

Mnoho lidí v České republice si pod pojmem zemní plyn, představí hlavně vytápění svých bytů, rodinných domů nebo své kuchyně, kde si na plynových sporácích připravují snídaně, obědy a večeře. Už méně lidí ale ví, že zemní plyn se používá také v dopravním průmyslu, a to především jako CNG (Compressed Natural Gas), neboli stlačený zemní plyn.

Podle mého názoru, je naší povinností předat planetu Zemi příštím generacím v životaschopném stavu. Kdy jindy, bychom měli rozhodovat o naší, lidské, budoucnosti, když ne teď? Vzhledem k celosvětovým obavám z ekologických katastrof, především z globálního oteplování, kterému my lidé bohatě pomáháme, se hlídá a snaží se omezovat každický kilogram škodlivé látky vypuštěné do ovzduší, jako je například oxid uhličitý, který produkují hlavně automobily. Dopravní průmysl je jednou z největších černých teček na pomyslném zeleném poli. Z tohoto důvodu se začínají nahrazovat vozidla s motorem na benzín či naftu, vozidla s motory na takzvaná alternativní paliva, mezi která patří i CNG.

Stlačený zemní plyn je jako pohonná hmota automobilů celkem mladý. V České republice se poprvé začal objevovat na přelomu 20. a 21. století.

Ve své bakalářské práci budu charakterizovat vlastnosti typické pro zemní plyn, popíšu největší rozdíly mezi CNG a běžnými palivy. Zhodnotím ekologickou a bezpečnostní stránku automobilů. Popíšu stanice určené pro plnění tlakových nádob, automobily samotné a vyhodnotím momentální stav využívání stlačeného zemního plynu.

Dále Vás seznámím s povědomím české veřejnosti v této problematice. Ví vůbec naši spoluobčané co to CNG je? Co upřednostňují při koupi nového vozu?

2 Zemní plyn

Jedny z prvních písemných záznamů o těžbě zemního plynu společně s ropou se datují do doby 200 př. n. l. v Číně. Používali ho jako palivo v kotlích, kde odpařovali vodu, aby následně získali sůl. První zemní plyn vyrobený z uhlí, začali komerčně využívat ve Velké Británii. Bylo to kolem roku 1785 a to především k osvětlení nočních ulic a domů. [1]

Ze strojního hlediska byl CH_4 poprvé využit u spalovacího Ottova motoru a to už v roce 1872. Na přelomu století se však u všech tehdy používaných motorů začaly používat paliva především kapalná. Byl to hlavně petrolej, nafta a benzín. Návrat pohonu na plyn byl kvůli nedostatku kapalných pohonných hmot během obou světových válek.

Zemní plyn je směs přírodních plynných uhlovodíků, s vysokým obsahem CH_4 (až 98%) a inertních plynů jako je CO_2 a N_2 . Nachází se samostatně nebo společně s ropou (naftový zemní plyn), či uhlím (karbonský zemní plyn). Bohužel se jedná o jeden ze skleníkových plynů, který je lehčí než vzduch. Využívání zemního plynu v energetickém průmyslu je výhodné díky velké výhřevnosti, která se pohybuje nad 40 MJ/kg. [2] [3]

Zemní plyn je už od pradávna zdrojem energie, kterou používáme v každodenním životě. Řadíme ho do skupiny topných plynů společně s propan–butanem či svítiplynem. Dnes se může využívat k vytápění, jako pohonná hmota, k vaření či ohřevu. Je vysoce hořlavý, výhřevný, bezbarvý a bez zápachu. Není jedovatý, ale je nedýchatelný. Složení vytěženého plynu není vždy stejné, tudíž rozlišujeme čtyři skupiny. Je to zemní plyn suchý, vlhký, kyselý a zemní plyn s vyšším obsahem inertních plynů. Podle normy by měl plyn dodávaný do sítě obsahovat minimálně 85 % CH_4 . Jeho zastoupení je však ve skutečnosti vyšší. [3]

Zpracovává se především, kvůli odstranění nežádoucích velkých uhlovodíků, které mohou kondenzovat a hlavně kvůli sirovodíku, který může být zastoupený až v 5 %. Zpracovaný zemní plyn se vyskytuje ve dvou formách a to jako zkapalněný LNG (Liquefied Natural Gas) nebo stlačený CNG (Compressed Natural Gas). [3]

2.1 Zpracování zemního plynu

Za účelem odstranění různých nečistot a škodlivin, a abychom mohli zemní plyn využívat i v jiných odvětvích a činnostech, než jen jako zdroj tepelné energie v domácnostech, se musí zpracovávat.

Ihned po vytěžení musí zemní plyn projít takzvaným čistícím procesem. Suší se a je zbaven veškerých nečistot, jako mohou být například prachové částičky, sirovodíky nebo vyšší uhlovodíky. Čistění se provádí, aby byl plyn dále lépe využitelný ke komerčním účelům. Například prach může být příčinou poruchy kompresorů a vlhkost může vést ke korozi.[4]

Vyčištěný zemní plyn se může dále zpracovávat na LNG. Jeden z důvodů je ten, že se zemní plyn v přírodě nevyskytuje v kapalném skupenství. Toto zpracování je však z pohledu energetiky nevýhodné a riskantní, jelikož se velkým způsobem zmenší energetická bilance. V této formě zemní plyn sníží svůj objem až 600krát. Převážně se tankery. V docích, na konci své cesty je čerpán do zásobníku a odpařováním se dostává do plynovodních soustav.[4]

Druhým způsobem zpracování vzniká CNG. To se používá jako alternativní pohonná hmota u vozidel. Převážně se především plynovody. Toto palivo není ve světě tak rozšířené jako běžná kapalná paliva, avšak spoustou svých výhod si své obdivovatele již našlo a v dalších letech určitě ještě najde. [4]

2.2 Přeprava zemního plynu

V současnosti můžeme dálkově zemní plyn přepravovat dvěma základními způsoby. Potrubím nebo přes moře s pomocí tankerů. Potrubí (plynovody) mohou vést pod zemí nebo mezi kontinenty pod hladinou na dně moře. Aby plyn v potrubí proudil, musí být pod tlakem (10 MPa u nejnovějších). Tlak v potrubí řídí kompresní stanice. Před přečerpáním do tankerů se buďto plyn stlačí nebo zkapalní. [5]

V České republice se žádná větší naleziště ložisek zemního plynu nenachází. Za zmínku stojí snad jen těžba na jižní Moravě, ale i ta je prakticky zanedbatelná vzhledem k celkové spotřebě (netvoří ani jedno procento). S pomocí plynovodů k nám dopravujeme plyn z Ruska a Norska. Z celkových čísel víme, že od Rusů k nám přijde až 75 % z celkového odběru plynu a zbylých 25 % z Norska. [6] [7]

Je třeba si uvědomit, že doprava zemního plynu od ložiska ke spotřebiteli, což může být například elektrárna, je jedním z největších problémů. Ať už z hlediska dálkového, tak i finančního. Velkou nevýhodou při přepravě jsou ztráty, které jsou způsobeny různými netěsnostmi a počtem sběrných a kompresních stanic, kterými plyn při své cestě projde.

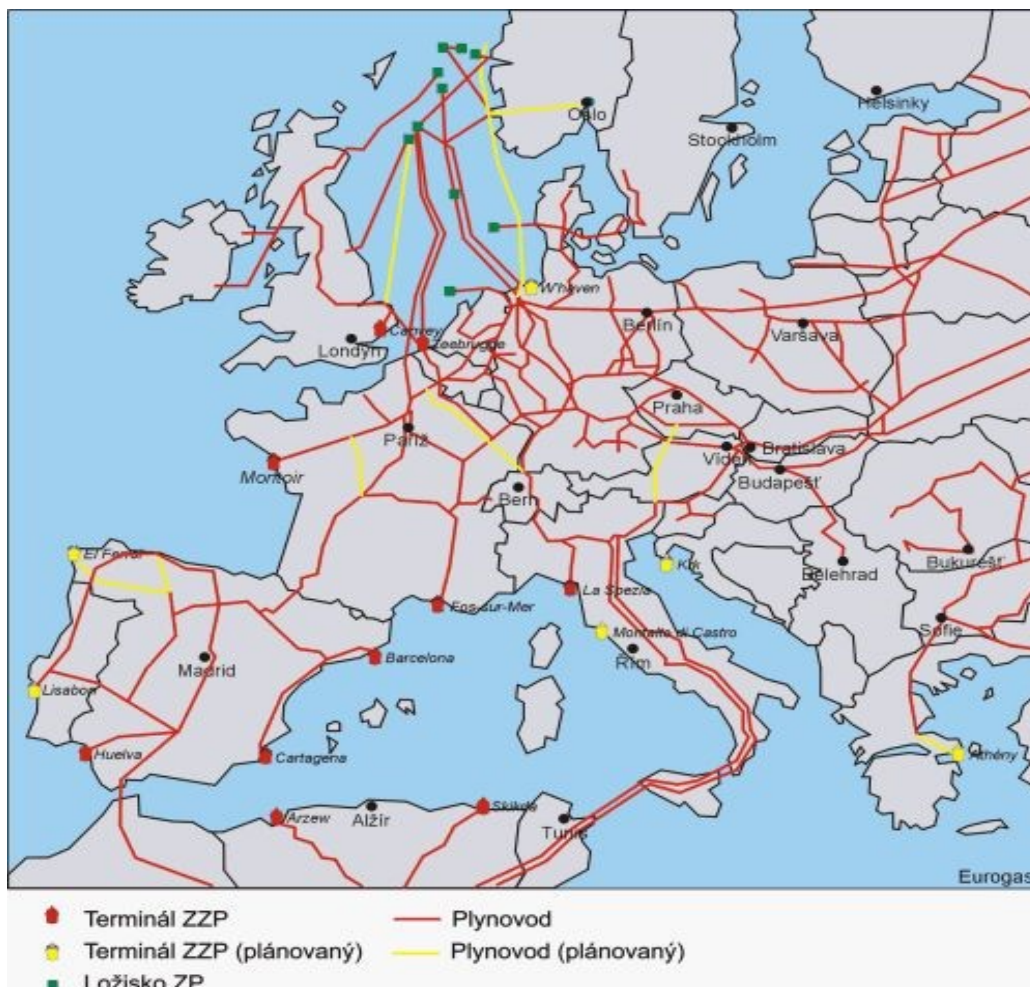
2.2.1 Přepravní síť v Evropě

Přepravní síť plynovodů v Evropě je v dnešní době dost hustá a zasahuje prakticky do všech států, jak můžete vidět na obrázku 2.1. Nejvíce zemního plynu se nachází na území Ruska. Další, pro Evropu významné naleziště je v kontinentálním šelfu Severního moře, Alžírsku a Nizozemsku. [8]

Jedny z prvních dálkových plynovodů se začali vystavovat v sedmdesátých letech minulého století a to z bývalého Sovětského svazu do západní Evropy. Dnes se v Rusku těží na západě Sibíře. Zemní plyn proudí plynovody přes státy, jako jsou Polsko, Slovensko, Česká republika. Do Německa vede po dně Baltského moře plynovod s názvem Nord Stream. [8]

Plynovody vedenými po dně moře proudí na německou pevninu plyn také z norské části Severního moře. Němci jsou největším odběratelem norského plynu, ten se dopravuje ale i do Anglie či Irska. Má oproti tomu ruskému více uhlovodíku a tím i větší spalné teplo. [8]

Mezi významné evropské dodavatele plynu patří největší Africký producent Alžírsko. Díky soustavě podmořských plynovodů se dopravuje plyn do Itálie a Španělska. Jako LNG se tankery přepravuje přes moře do přístavů ve Španělsku (Cartagena, Barcelona, Huelva), Francii (Fos – Sur – Mer) a Itálii (La Spezia). [8]



Obrázek 2.1 Evropská přepravní síť [8]

2.2.2 Přepravní síť v České republice

Jak už se zmiňuji v kapitole 2.2, největšími dodavateli zemního plynu do České republiky jsou Rusko a Norsko. Z Ruska proudí plyn přes Slovensko a vstupuje na naše území v Lanžhotě, kde je předávací stanice, jak lze vidět na obrázku 2.2. Norské dodávky vstupují na naše území v Hoře Sv. Kateřiny. [9]

K přepravě po České republice se využívá plynárenská soustava. Soustava se skládá z plynovodů, kterých je po naší zemi rozmístěných na 400 km a mají průměr 140 cm. Dále soustavu tvoří kompresní stanice, regulační stanice, předávací stanice a zařízení k čištění plynu. [6] [7]



Obrázek 2.2 Česká přepravní síť [9]

2.3 Světové zdroje zemního plynu

Největší zásoby zemního plynu na světě můžeme hledat v Rusku, kde se nevyskytuje pouze společně s ropou nebo uhlím, ale i samostatně. Dále se těží například v USA, Kanadě, Severní Africe, Severním moři a Perském zálivu.[3]

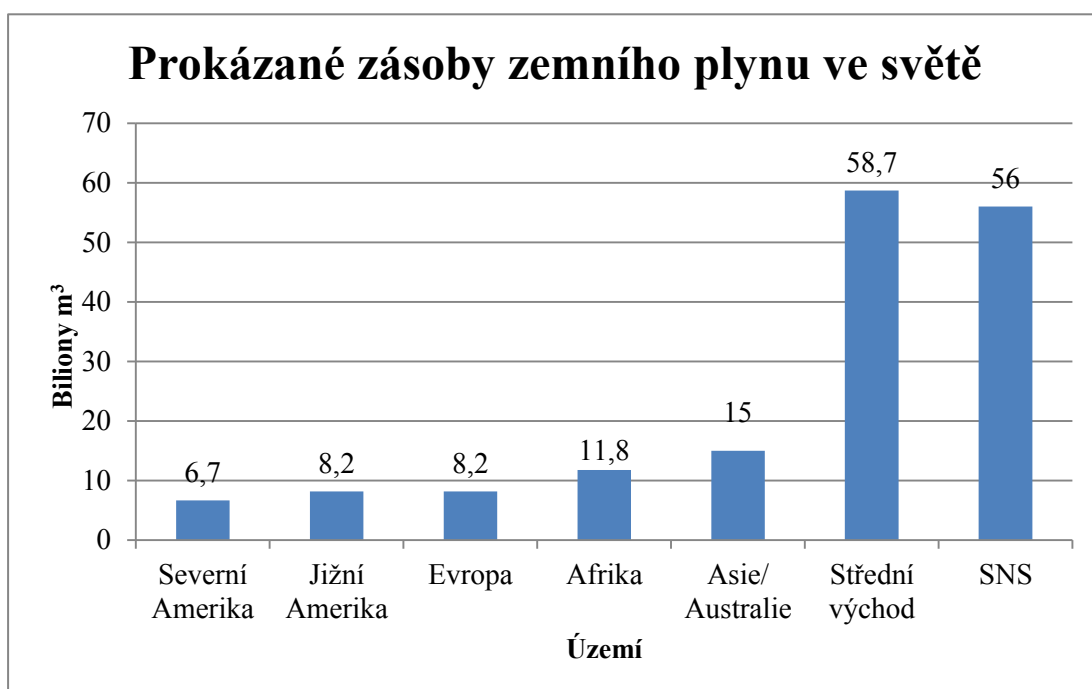
Odhad celkové zásoby zemního je 511 bilionů m³. Při dnešní spotřebě by to mělo vystačit na 200 let.[10]

Zásoby zemního plynu se dělí na:

- prokázané,
- pravděpodobné,
- potenciální.

2.3.1 Prokázané zásoby

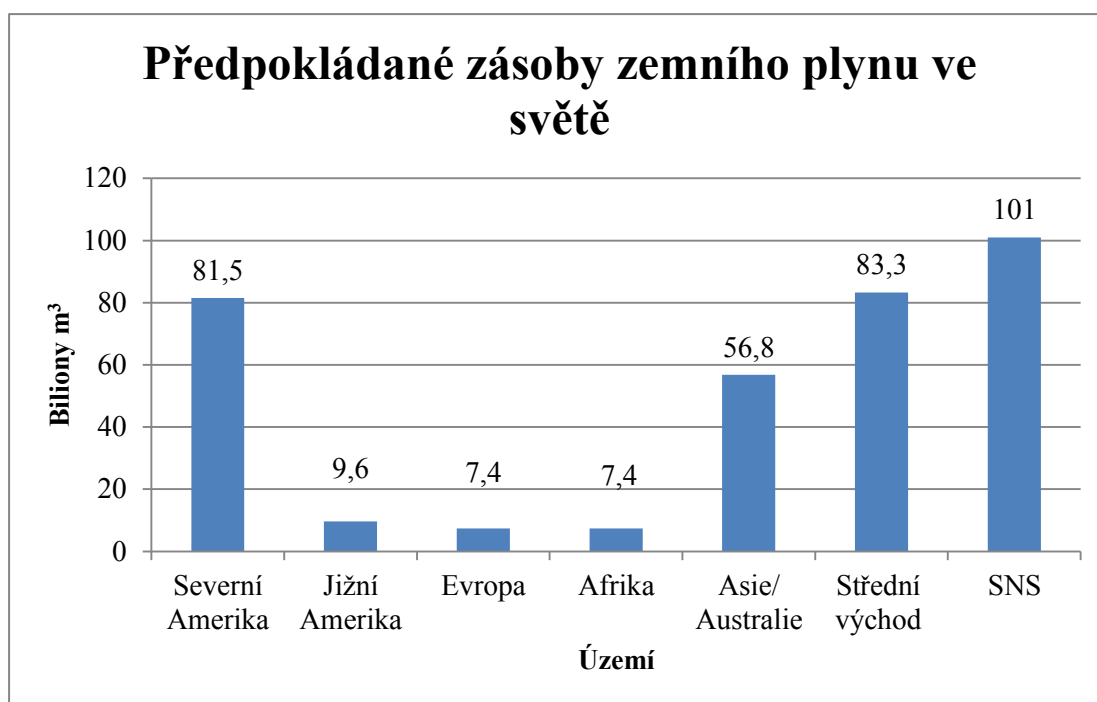
Dnes víme, že máme na planetě Zemi zásoby zemního plynu, které při těžební situaci, jaká je nyní, vydrží do roku 2060. Prokázané zásoby činí 164 bilionů m^3 . Z obrázku 2.1 lze vyčíst, že nejvíce prokázaných zásob zemního plynu se nachází na Středním východě a na území SNS (Rusko, Arménie, Ázerbájdžán, Bělorusko, Kazachstán, Kyrgyzstán, Moldavsko, Tádžikistán). Například v Severní Americe činí zásoby 6,7 bilionů m^3 . Až 71,7 % těchto zásob se nachází na pevnině, zbylých 28,3 % v mořských mělčinách.[3]



Obrázek 2.3 Prokázané zásoby zemního plynu ve světě [3]

2.3.2 Předpokládané zásoby

Předpokládané zásoby jsou objevená ložiska, které mají vysokou pravděpodobnost, že budou vytěžena, za podmínek, jaké jsou při těžbě teď. Celková výše těchto ložisek je pravděpodobně 347 bilionů m^3 . Na obrázku 2.2 jde vidět, kde ve světě se předpokládané zásoby zemního plynu nacházejí. Stejně jako u prokázaných zásob je v popředí SNS. Severní Amerika má 81,5 bilionu m^3 a je na třetím místě v pomyslném žebříčku.[3]



Obrázek 2.4 Předpokládané zásoby zemního plynu ve světě [3]

2.3.3 Potenciální zásoby

Mezi potenciální zásoby zemního plynu patří hlavně hydráty CH_4 (tuhá směs podobná sněhu). Ta se skládá z 20 % CH_4 a 80 % vody. V současné době můžeme tvrdit, že na naší planetě se nachází až 21 000 000 miliard m^3 . [3]

3 CNG – stlačený zemní plyn

Stlačený zemní plyn, je složen z více než 90 % CH₄, dále pak z C₂H₆, C₃H₈, C₄H₁₀ a N₂. Využívá se především jako motorové alternativní palivo (alternativní k běžným a rozšířenějším palivům jako je benzín či motorová nafta) pro vozidla osobní i nákladní. [11] [12]

Vzhledem k vysokému oktanovému číslu, které je 128 (benzín 91 až 98), se řadí CNG mezi čistá paliva. Není toxický ani karcinogenní. Nemá žádný významný vliv na zdraví člověka a v dnešní době ho nelze zaměňovat s topnými plyny, jako jsou propan – butan nebo svítiplyn. [11] [13]

Z pohledu energetiky nás zajímá výhřevnost, která je 50 MJ/kg (benzín 42 MJ/kg). Výparné teplo je 555 kJ/kg a teplota vznícení 650 °C. Bod tuhnutí má pod -182 °C a varu od -162 °C. Benzín ani nafta nejsou tak rizikové z pohledu požárnictví jako CNG, meze hořlavosti se pohybují v rozmezí od 5 % do 15 %. Se vzduchem tvoří výbušnou směs. [11] [13]

Skladuje se v tlakových nádobách, které musí být chráněny před sálavým teplem a je stlačen při tlaku 200 barů. Přebytké množství se likviduje řízeným spalováním. [13]

3.1 Využívání v dopravě

První vozidla na stlačený zemní plyn se u nás používají od roku 1991. Do ostrého provozu v Praze bylo dáno pět nových autobusů, které měly čerpací stanici v Měcholupech. V této době se ještě nejedná o autobusy, které samostatně vyrábí výrobce, ale jsou přestavěny z autobusů na klasický naftový pohon, protože český výrobce neexistuje a zahraniční autobusy jsou příliš nákladné. Autobusů nadále přibývá, a to například na Moravě (Havířov, Prostějov či Frýdek – Místek). Dopravci zjistili, že CNG je nejlevnější palivem pro vozidla jaké lze na trhu sehnat. Jedná se o perspektivní palivo. [2]

Vozidla s pohonem na stlačený zemní plyn musí být vybavena plynovou nádrží, kde se palivo uchovává a systémem ke vstřikování. Můžeme je rozdělit podle palivové

soustavy na jednopalivová (autobusy) nebo dvoupalivová (mohou střídat plynné a konvekční palivo, osobní vozidla). Dále rozdělujeme automobily na základě výroby do dvou skupin a to na přestavěné a sériově vyráběné. Přestavěná vozidla lze dále rozdělit na individuálně přestavěná a na typově (hromadně) přestavěna. [14]

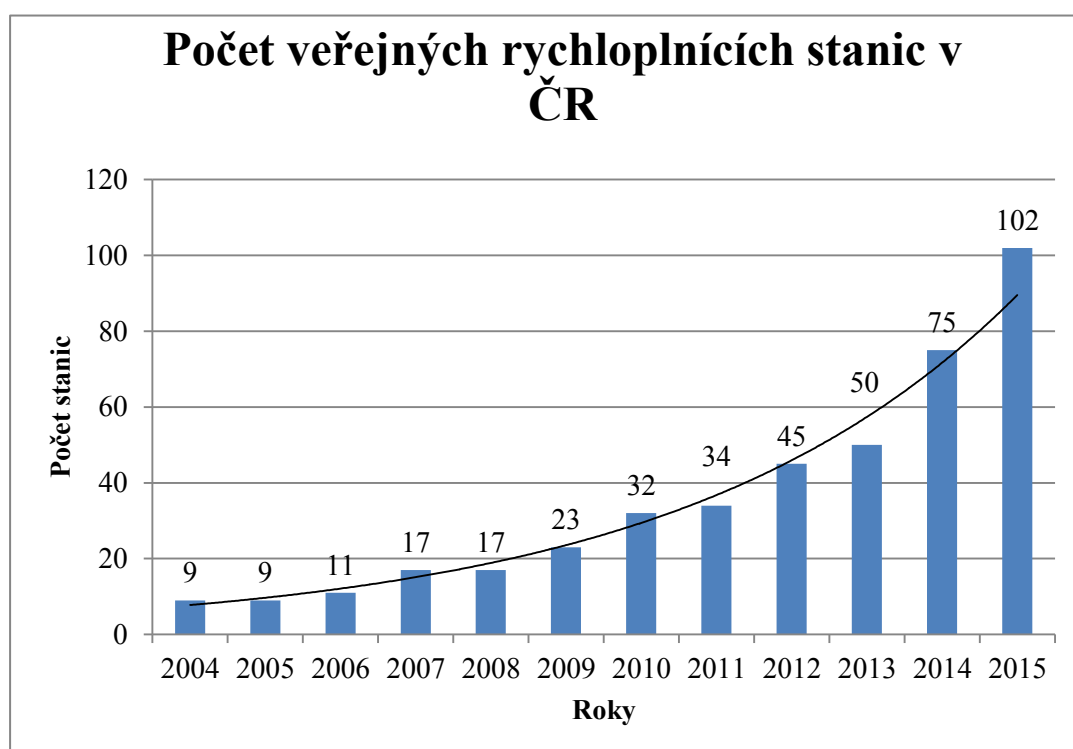
Každé přestavěné vozidlo musí být schváleno k silničnímu provozu a projít kontrolou zástavby plynu. U individuální přestavby se kontrola provádí v některé ze státních zkušeben (VÚMV, ÚSMD) a u typové přestavby pak vydává povolení Ministerstvo dopravy a spojů ČR. [15]

V dnešní době sériově vyrábějí vozidla na CNG pohon hned několik světových automobilek, jako je například Fiat (Multipla), Volvo (V70, S80), Opel (Zafira), Ford (Tranzit), VW (Variant), autobusy (Ekobus, Renault, Volvo, MAN). Jedná se o vozidla osobní, nákladní, autobusy apod. [16]

4 Plnicí stanice

Plnicí stanice slouží především k naplnění tlakové nádrže vozidla stlačeným zemním plynem, který má přetlak v rozmezí mezi 20 MPa až 25 MPa. Kromě naplnění nádrže také zajišťují, aby čerpaný plyn byl bez nečistot a vlhkosti, které mohou způsobit poškození plynové soustavy ve vozidle. Stanice musí být umístěny poblíž sítě (plynovodu), ke kterému se připojí. Návratnost pořizovacích nákladů jsou asi tři roky. Na rozdíl od benzínových stanic, při havárii nebo jen při manipulaci s palivem nedochází k znečištění životního prostředí. [17]

V roce 2005 mohly CNG tankovat osobní automobily pouze u 9 stanic na celém našem území. Na konci roku 2013 bylo už 50 plnicích stanic. Během dalšího roku vzrost počet o dalších 25 stanic, což je 50% nárůst. Se stejně nastaveným trendem se setkáváme i v roce 2015 o čemž také vypovídá obrázek 4.1. Podle předpokladů by u nás mělo být do roku 2020 minimálně 200 veřejných rychle plnicích stanic, což s rychlostí jakou se stanice staví, za poslední roky, není vůbec nereálné. Snahou je dohnat konkurenta u alternativních paliv a to LPG, které mají v České republice přes 900 stanic. [18]

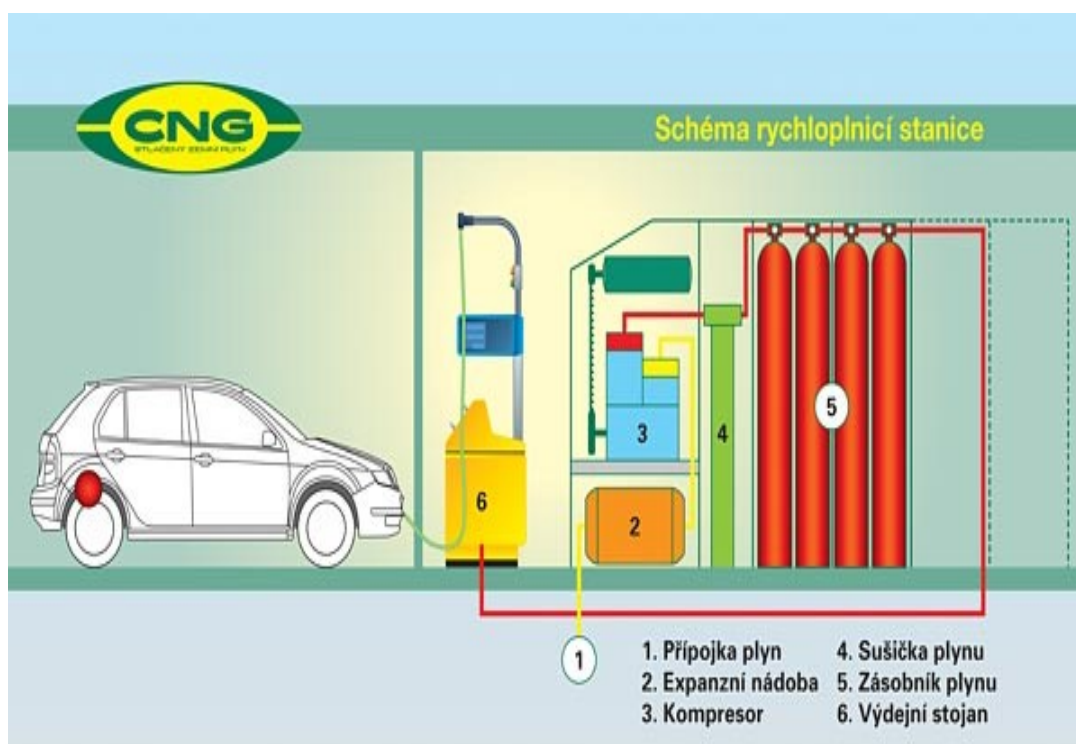


Obrázek 4.1 Počet veřejných rychloplnicích stanic v ČR [18] [19]

Plynárenské společnosti stavějící stanice pro čerpání stlačeného zemního plynu jsou například Pražská plynárenská, RWE Energo, Vemex, E. ON Energie. [19]

4.1 Rychloplnící stanice

Stanice pro rychlé plnění se skládá z přípojky plyn, díky které odčerpáváme plyn z plynovodu. Plyn následně proudí do expanzní nádoby a přes kompresor, kde je stlačen na tlak v rozmezí 20 MPa až 30 MPa. V sušičce plynu se zbavíme nežádoucí vlhkosti a zbylých nečistot, které by mohli poškodit plynovou soustavu vozidla. Následně CNG dostaneme do zásobníku. Zásobníky se dělí do několika skupin a to podle tlaku plynu jaký uchovávají (vysokotlaké, středotlaké a nízkotlaké). Poslední části soustavy rychloplnící stanice je výdejní stojan. Zde si mohou zákazníci naplnit své plynové nádrže. Pro lepší představu poslouží obrázek 4.2. Výkon kompresorů rychloplnících stanic přesahuje 20 m³/hod. [20] [21]



Obrázek 4.2 Schéma rychloplnící stanice [20]

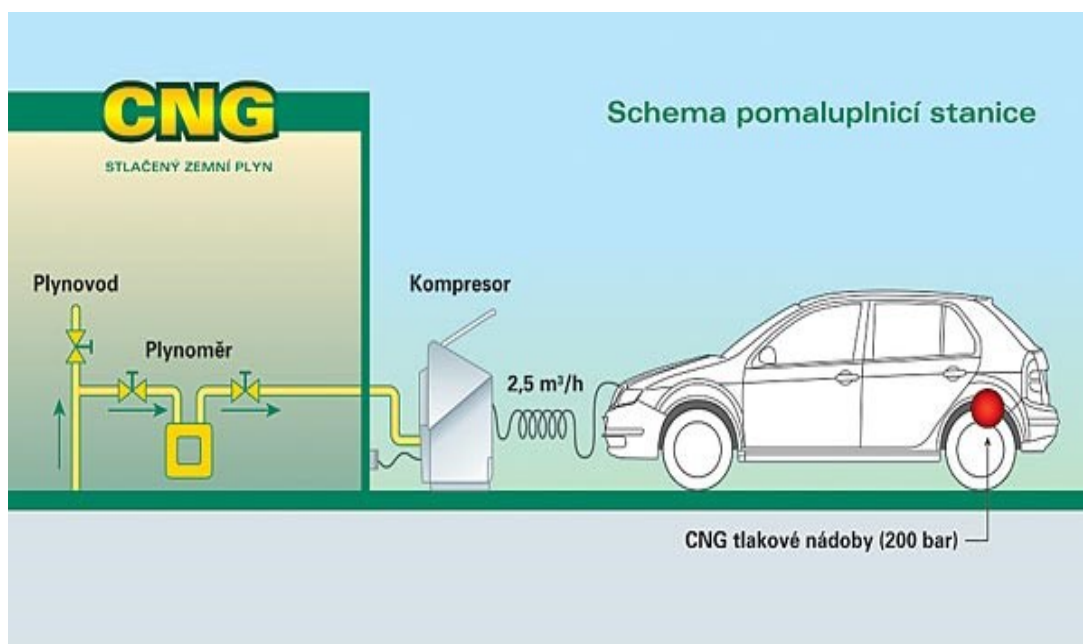
Lze počítat s dobou tankování okolo tří až pěti minut. Tedy doba, která se shoduje s dobou čerpání kapalných paliv. Jsou situovány u dálničních tahů nebo ve větších městech. Bývají součástí klasických stanic, kde lze kromě CNG natankovat i benzín

nebo naftu. Pořizovací cena této stanice se pohybuje v rozmezí 18 – 25 milionu Kč. [20]
[21]

4.2 Pomaluplníci stanice

Na obrázku 4.3 lze vidět stanici na pomalé plnění plynových nádrží. Ty jsou svou konstrukcí jednodušší než rychloplnící. Chybí zde tlakové zásobníky, pro uchování stlačeného zemního plynu. Ten je odebírán rovnou z plynovodu a následně v kompresoru s výkonností do 20 m³/hod stlačen na požadovaný tlak. Další hlavní části plnicí soustavy jsou výdejní zařízení, s jehož pomocí dostáváme plyn do plynové nádrže. [21]

Tento způsob plnění je vhodný pro menší osobní automobily, ale také můžeme plnit například nádrže vysokozdvizných vozíků či rolby na úpravu ledu. Bohužel velkou nevýhodou je, že plnění může trvat až několik hodin. Pořizovací cena pomaluplníci stanice se pohybuje okolo 120 tisíc Kč. [21]



Obrázek 4.3 Schéma pomalu plnicí stanice [20]

4.3 Bezpečnostní prvky na čerpacích stanicích

Každá CNG stanice musí být konstruována s bezpečnostními prvky, které v případě potřeby jsou schopné zabránit možné havárii. Prvním prvkem je STOP tlačítko. Mývá

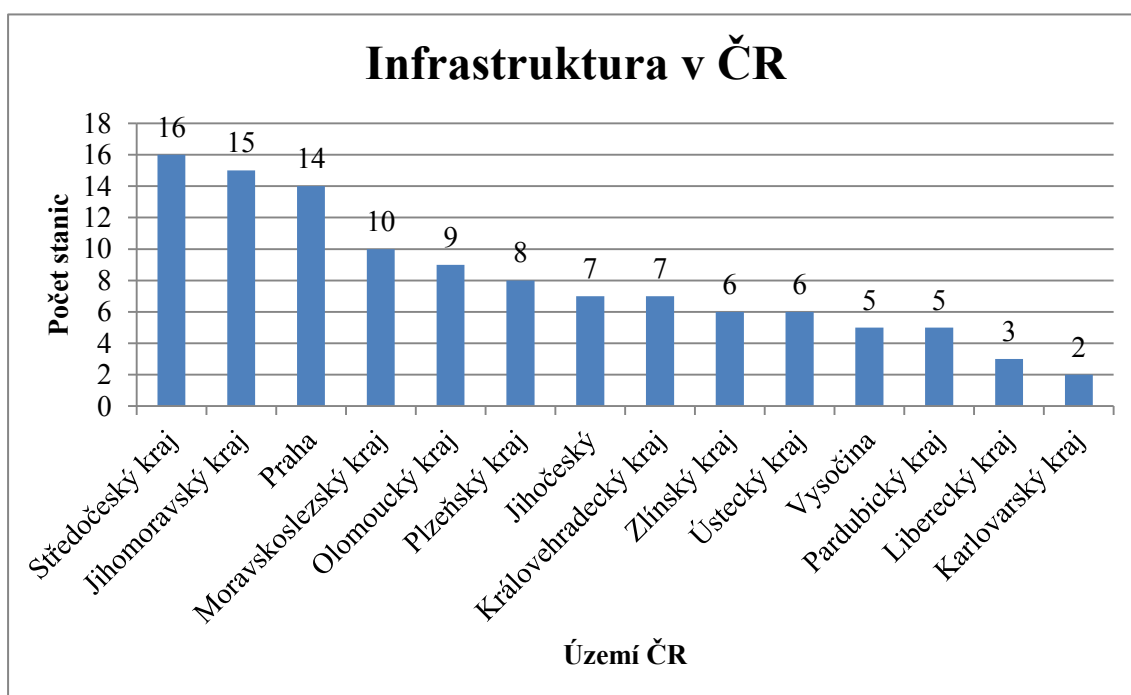
červenou barvu a umožňuje okamžité ukončení čerpání. Trhací spojka, kterou obsahuje každá plnicí přípojka, je schopna v případě, že se vozidlo po ukončení plnění neodpojí, přerušit plynotěsné spojení. Výdejní stojan je schopen automaticky přerušit plnění, kdyby během něj došlo k prasknutí plnicí přípojky a tok plynu se zvětšil. Proti možnému úniku plynu je v tlakové nádrži inlay ventil, který při malém tlaku přeruší tok plynu. [17]

5 Infrastruktura rychloplnicích stanic u nás a ve světě

Stlačený zemní plyn prožívá celosvětově strmý vzestup. Společně s počtem vozidel roste taky počet veřejných CNG stanic. Jedním z hlavních důvodů proč tomu tak je, je určitě fakt, že CNG je perspektivní, ekologická a poměrně levná pohonná hmota.

5.1 Infrastruktura rychloplnicích stanic u nás

Infrastruktura se v České republice za posledních jedenáct let rozrostla do všech krajů. Na začátku roku 2004 bylo na našem území pouhých 9 stanic. Dnes najdeme jen 14 stanic v Praze. Celkový počet se za posledních jedenáct let desetkrát zvětšil na 113, ale průběh nebyl konstantní. V období od již zmiňovaného roku 2004 do roku 2013 bylo vybudováno 41 stanic. Doslova zlaté časy prožívá stlačený zemní plyn v posledních dvou letech, kdy počet stanic vzrostl jednou tolik jako v minulých devíti letech. V Moravskoslezském kraji je 10 stanic. Na obrázku 5.1 můžete vidět rozmístění rychloplnicích stanic na našem území. [15][18][19]



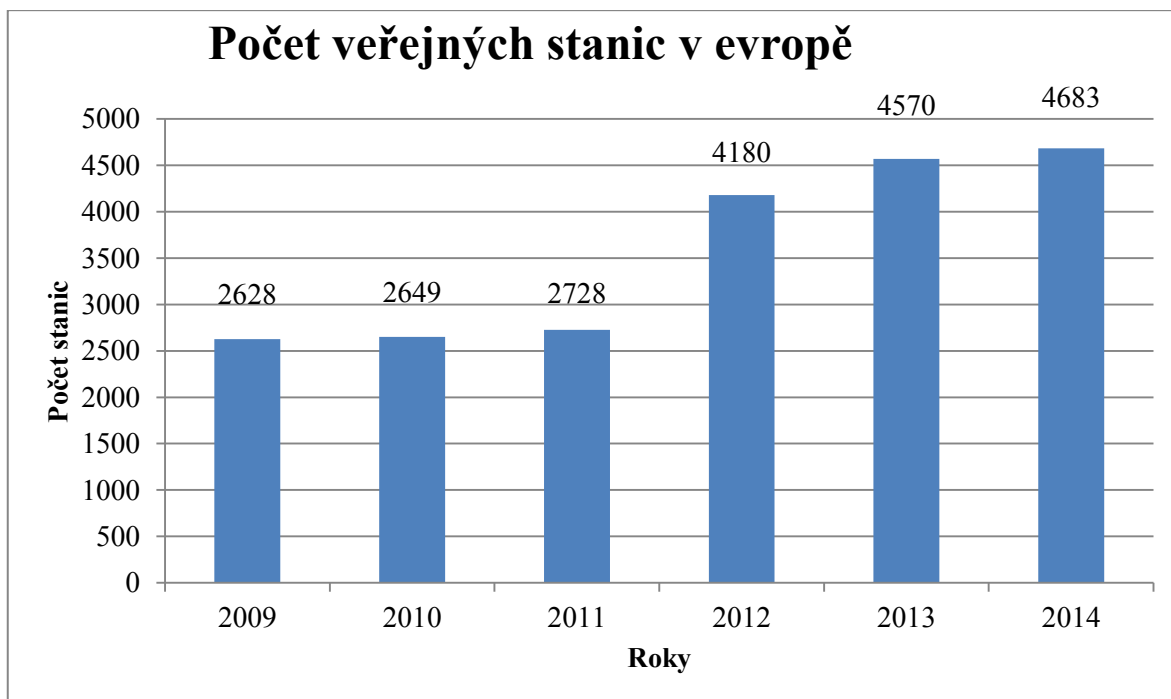
Obrázek 5.1 Infrastruktura stanic pro veřejné plnění v České republice [19]

5.2 Infrastruktura rychloplnicích stanic ve světě

Ve světě můžeme najít celkem 25 288 veřejných stanic. V Evropě není CNG zatím tak navýší a tak rozšířené, jako ve zbytku světa. Celkový počet činí 4 683. K porovnání můžeme použít například Jižní Ameriku, kde jsme v roce 2009 mohli například jen v Argentině najít 1 851 stanic, v Evropě pak jen 2 628 jednotek. Mezi lídry, co se týče stanic na stlačený zemní plyn v Evropě, můžeme zařadit například Německo a Itálii. U našich sousedů z Německa je 904 stanic, v Itálii pak o jednu stanici méně 903. [18][19]

USA, obrovská země na obrovském území. Třetí nejlidnatější stát světa. Počet plnicích stanic je 872, což na tak obrovskou zemi není zrovna moc. Nejvíce stanic 167 lze najít v Kalifornii a žádnou třeba v Montaně. [22]

Celosvětový nárůst veřejných plnicích stanic od roku 2005 do první poloviny roku 2014 činil 16 323. Evropský nárůst od roku 2009 do 2014 lze vidět na obrázku 5.2. [19]



Obrázek 5.2 Počet veřejných stanic v Evropě [19]

6 Bezpečnost

Musíme si uvědomit, že vozidla jezdící na stlačený zemní plyn se nějak neliší, co se týče bezpečnostních prvků, od těch jezdících na jakýkoliv jiný druh paliva. Hlavně kvůli fyzikálním vlastnostem zemního plynu však můžeme říct, že jsou automobily na CNG bezpečnější než ty benzínové, naftové či na LPG. Tak například mez výbušnosti ve směsi se vzduchem je nejmenší ze všech paliv používaných u vozidel. [12]

Už při dopravě ke spotřebiteli se klade důraz na bezpečnost. Potrubí, ve kterém se plyn pohybuje, bývá z ušlechtilé bezsešvé oceli. Ze stejného materiálu jsou také plynové nádrže, dalšími použitelnými materiály jsou hliník a kompozity. Na rozdíl od tenkostěnných nádrží na kapalná paliva jsou ty na CNG silnostěnné. Každá nádrž obsahuje závěrný ventil. Tepelná pojistka, která zabraňuje prasknutí nádrže a v případě poškození vedení zabrání úniku plynu omezovač průtokového množství. Celá palivová soustava je dokonale těsná, vysokotlaká a je jištěna různými bezpečnostními prvky a ventily. [23]

Nádrže se před svým vložením a zamontováním do vozidla zkoušejí na vyšší tlak. Jelikož je CNG v nádrži natlačeno na 20 MPa, zkušební tlak je 30 MPa. Skutečná odolnost by se měla pohybovat mezi 45 MPa až 50 MPa. Další prováděnou zkouškou je nárazová. [23]

Mezi základní bezpečnostní testy se řadí testy požární, protože zápalná teplota CNG je oproti benzínu dvojnásobná. Oheň se při testu zakládá uvnitř auta, pod autem nebo kolem auta. Prověřuje se především tepelná pojistka, která se musí v případě požáru automobilu roztavit, čímž dojde k úniku stlačeného zemního plynu a k jeho bezpečnému shoření. [24]

7 Vozidla na CNG

Na první pohled vozidla poháněná na stlačený zemní plyn nelze rozeznat od těch běžících na běžná kapalná paliva. Pohon na CNG zažívá celosvětový boom. Ten může být zapříčiněn například nižší cenou nebo tím, že 1 kg zemního plynu má o 38 % větší energetický obsah než 1 l nafty a o celých 47 % vyšší než benzín. Z toho vyplývá, že i spotřeba bude nižší než u paliv kapalných. [25]

Plynová vozidla můžeme rozdělit podle palivové soustavy.

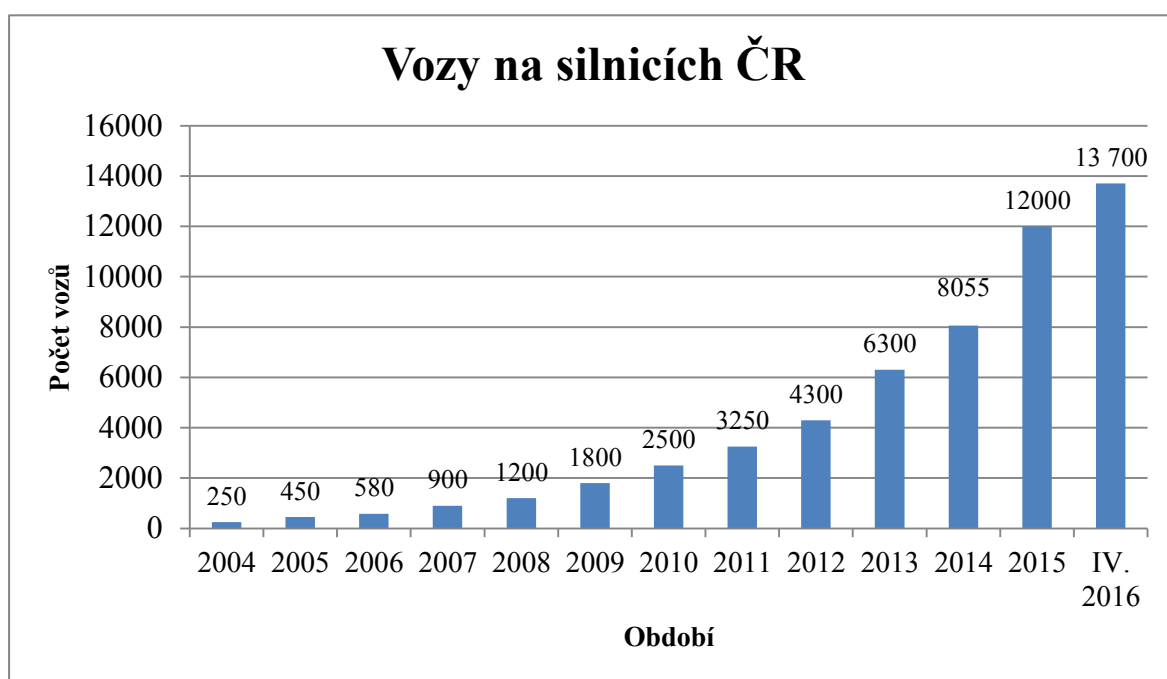
- Jednopalivová, jiným názvem monofuel, využívající pouze plynné palivo. Tato soustava se používá především u autobusů a u některých nákladních aut. Nádrž může být větších rozměrů, než u automobilu osobních, což má za následek větší dojezd. [25]
- Dvoupalivová, bifuel - typická pro většinu osobních automobilů. Jak už napovídá název, zde můžeme přepínat mezi plynným a kapalným (konvenčním) palivem s pomocí příslušného tlačítka. Jedná se o nejpoužívanější palivovou soustavu, přesto že dojezdová vzdálenost vozidel s dvoupalivovou soustavou je poměrně malá (200 – 300 km). [25]
- Smíšená, dualfuel - konvenční (kapalné) a plynné palivo je zde využíváno společně. [25]

Motory, které využívají automobily na zemní plyn, mají stejnou konstrukci jako běžné naftové či motory benzínové. Mohou být jak vznětové, (kdy se zapalovací dávkou nafty zapaluje palivová směs, která je ve válci), tak zážehové s elektrickým zapalováním. Vyrábějí se sériově buďto přeplňované či nepřepřňované. Musí se však u nich provést potřebné úpravy a vybavit plynovým palivovým příslušenstvím. [25]

Vozidla na CNG v dnešní době vyrábějí a na trh dodávají všechny velké automobilové společnosti. Například to může být Lexus, Nissan, Volkswagen, Kia, BMW, Škoda, Ford, Fiat, Opel, Volvo. Ve světě jezdilo v roce 2015 - 19 872 932 automobilů na

stlačený zemní plyn. V Evropě jezdí nejvíce vozidel v Itálii, a to přes 746 000. Ve světě pak patří k CNG velmoci například Argentina. [18] [25]

Na obrázku 7.1 lze vidět, že v České republice vzrostl počet vozů od roku 2013 do dubna letošního roku o více než 7 000, což je větší počet než v období od roku 2004 do 2012. CNG si svými klady, jako je nízká spotřeba, cena a produkce emisí, získává stále více osob. 1



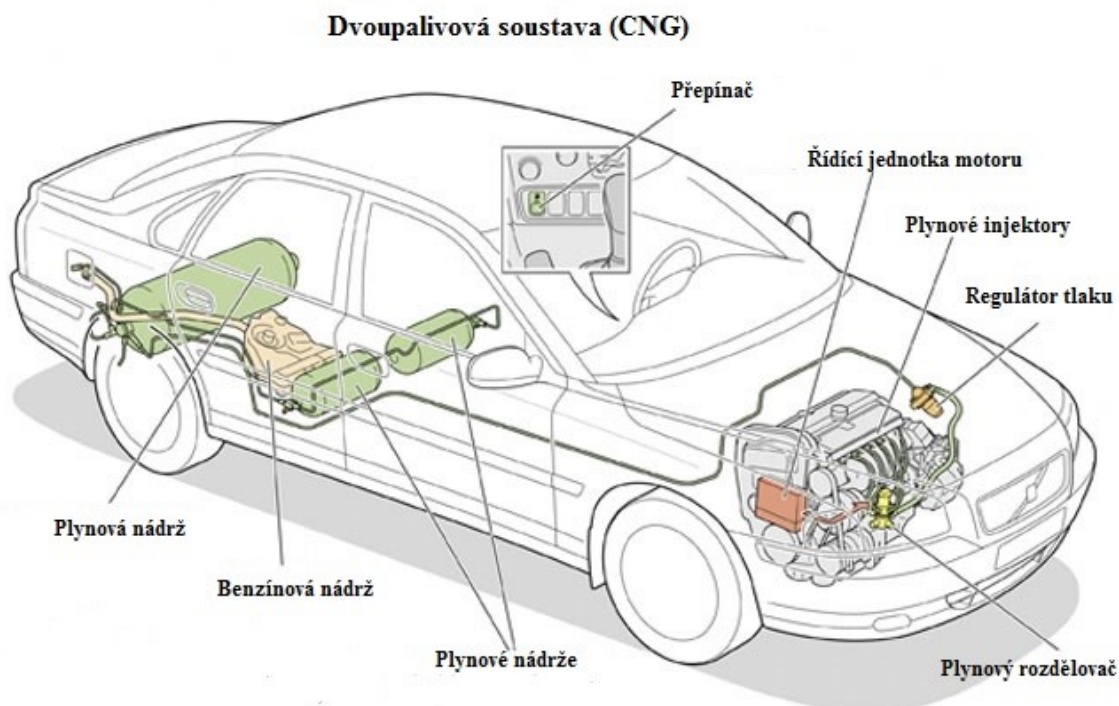
Obrázek 7.1 Počet vozů s pohonem na CNG v České republice [19]

7.1 Hlavní komponenty a obecný popis

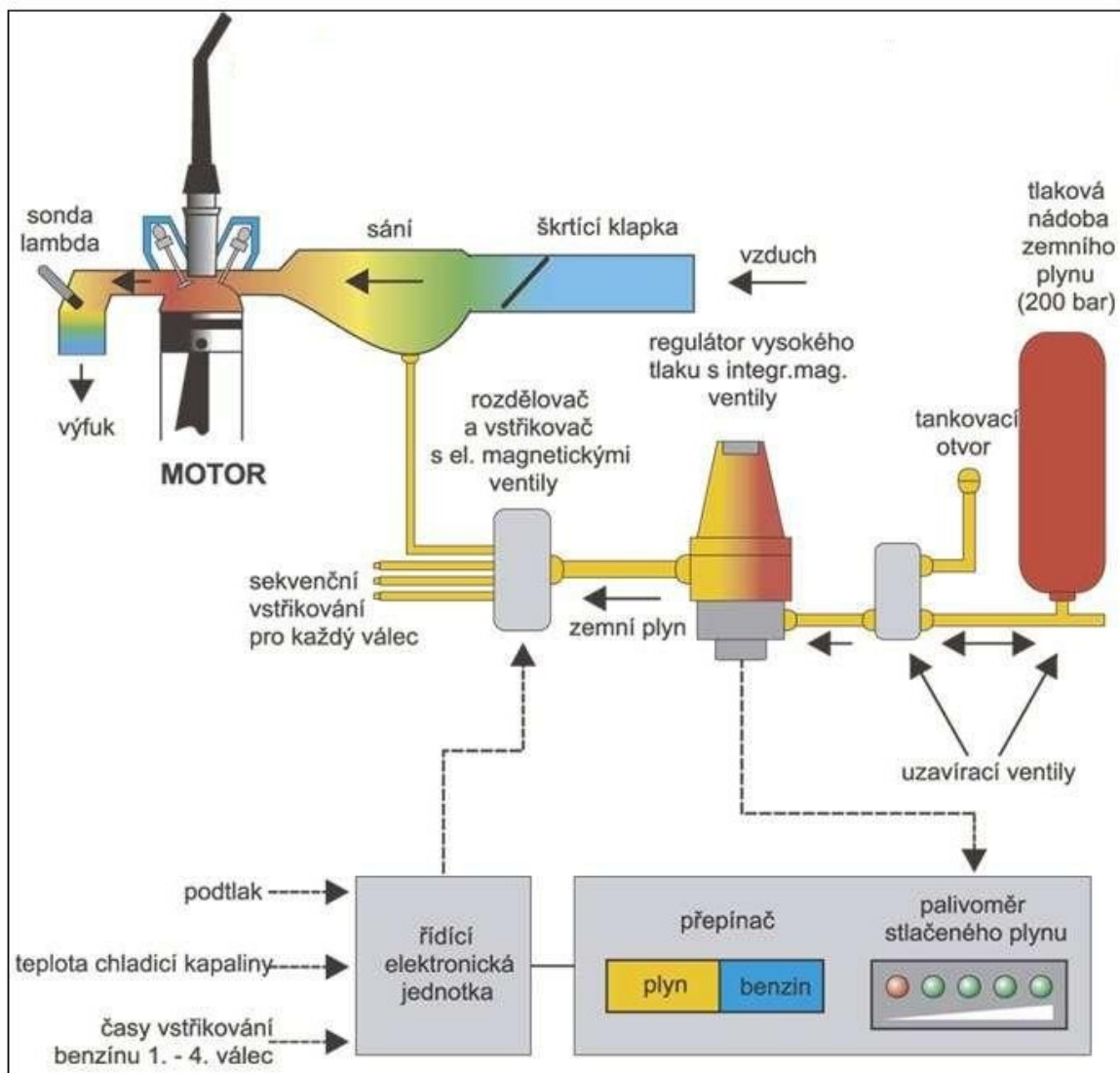
K obecnému popisu hlavním komponentů automobilů s pohonem na CNG jsem si vybral automobil značky Volvo S80, který má dvoupalivovou soustavu. Je poháněný zážehovým pětiválcovým motorem o objemu 2,4 l. [26]

Na obrázku 7.2 můžeme vidět dvoupalivovou soustavu (BIFUEL). V interiéru vozidla na přístrojové desce najdeme přepínač, s jehož pomocí můžeme měnit pohon z plynového paliva na benzín a naopak. V motorové části se nachází řídicí jednotka motoru. Dále tam najdeme plynové injektory neboli dávkovače, kde se dávkuje množství plynu proudící do spalovací komory. Regulátor tlaku a rozdělovač plynu. V zadní části

automobilu jsou pak namontovány plynové nádrže, ve kterých se plyn uchovává. Jejich objem se pohybuje v rozmezí mezi 70 l až 100 l. Hmotnost by měla odpovídat objemu v l (90 l nádrž váží zhruba 90 kg). U tohoto modelu Volvo nám odpadla jedna z velkých nevýhod, které v minulosti vozidla na CNG trápila. Díky umístění nádrží pod vozidlem, nám nevzniklo téměř žádné omezení vnitřního prostoru. [14] [26]



Obrázek 7.2 Systém dvoupalivové soustavy Volvo S80 [26]



Obrázek 7.3 Schéma CNG palivové soustavy [14]

V palivové soustavě (obrázek 7.3) proudí stlačený zemní plyn potrubím z tlakové nádoby do regulátoru vysokého tlaku, kde se reguluje na provozu schopný tlak. Poté je plyn přes vstřikovač vstřikován do sacího potrubí. Tím je dopravován až do motoru, ve kterém je vyráběná potřebná energie k pohonu vozidla. Celý proces je řízen elektronickou řídicí jednotkou, která hlídá například podtlak, nebo teplotu chladicí kapaliny, ale hlavně řídí vstřikování CNG samotného. [14]

8 Dopad CNG na životní prostředí

Motory na stlačený zemní plyn mají na rozdíl od svých konkurentů, jako jsou benzínové nebo naftové motory, hned několik výhod a mnohem příznivější dopad na ekologickou stránku naší planety. Jako první výhodou lze uvést, že plynové motory obecně nemají žádnou kapalnou fázi, což má za následek prakticky nulovou tvorbu sazí, a až o 50% snížení CO. Další výhodou je absence aromatických uhlovodíků. To lze poznat už jen při samotné výrobě. Zemní plyn obecně má tu výhodu, že se nemusí mnoho upravovat a na rozdíl od benzínu nebo nafty ho nemusíme vyrábět rafinací ropy, která má nepříznivý vliv na životní prostředí. [27]

8.1 Spaliny vozidel na kapalná paliva

K výpočtům vzniklých škodlivin při provozu vozů na kapalná paliva jsem zvolil ropu, jejíž rafinací se vyrábí benzín a nafta. Složení ropy je následující: C = 85 %, H = 12 %, O₂ = 0,6 %, N₂ = 0,4 %, S = 2%, n = 1,5, v = 1,03.

Kyslík potřebný k spálení 1 kg ropy lze vypočítat prvkovým rozбором, popsáním v rovnici 8.1. Procentuální zastoupení aktivních prvků v hořlavině, což jsou C, S, H, násobíme poměrem mezi molární hmotností a hmotovým množstvím daných prvků. Od vzniklé sumy následně odečteme O₂ nacházející se v ropě.

$$V_{O_2} = \frac{22,4}{12} \cdot C + \frac{22,4}{32} \cdot S + \frac{22,4}{4} \cdot H - \frac{22,4}{32} \cdot O_2 \quad (8.1)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{O_2} = \frac{22,4}{12} \cdot 0,85 + \frac{22,4}{32} \cdot 0,02 + \frac{22,4}{4} \cdot 0,12 - \frac{22,4}{32} \cdot 0,006$$

$$V_{O_2} = 2,27 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Pro spálení 1 kg ropy je potřeba 2,27 m³ O₂.

Teoretické množství suchého vzduchu můžeme určit podle O_2 ve vzduchu, který je zastoupen 21 %. Vztah rozepsaný v rovnici 8.2.

$$V_{vz,t}^s = \frac{100}{21} \cdot V_{O_2} \quad (8.2)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,t}^s = \frac{100}{21} \cdot 2,27 = 10,95 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Pro spálení 1 kg ropy potřebujeme teoreticky $10,95 \text{ m}^3$ suchého vzduchu.

Skutečné množství suchého vzduchu, rovnice 8.3, lze zjistit vynásobením teoretického množství suchého vzduchu s n .

$$V_{vz,s}^s = V_{vz,t}^s \cdot n \quad (8.3)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^s = 10,95 \cdot 1,5 = 16,43 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Pro spálení 1 kg ropy potřebujeme $16,43 \text{ m}^3$ suchého vzduchu.

Skutečné množství vzduchu vlhkého získáme vynásobením skutečným množstvím suchého vzduchu s v . Vztah je popsán v rovnici 8.4.

$$V_{vz,s}^v = V_{vz,s}^s \cdot v \quad (8.4)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^v = 16,43 \cdot 1,03 = 16,92 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Pro spálení 1 kg ropy potřebujeme $16,92 \text{ m}^3$ vlhkého vzduchu.

Rovnice 8.5 popisuje objem CO_2 ve spalinách vzniklý spálením 1 kg ropy. Lze ho vypočítat jako poměr, mezi molární hmotností a hmotovým množstvím C, vynásobený procentuálním zastoupením C v ropě.

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{22,4}{12} \cdot C \quad (8.5)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{22,4}{12} \cdot 0,85 = 1,59 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy unikne ve spalinách do ovzduší $1,59 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$.

Objem N_2 lze vypočítat z rovnice 8.6. Poměr mezi molární hmotností a hmotovým množstvím N_2 vynásobíme procentuálním zastoupením N_2 v ropě. K tomuto číslu následně připočteme součin procentuálního zastoupení N_2 ve vzduchu se skutečným množstvím suchého vzduchu.

$$V_{\text{N}_2} = \frac{22,4}{28} \cdot N_2 + 0,79 \cdot V_{\text{vz,s}}^s \quad (8.6)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{N}_2} = \frac{22,4}{28} \cdot 0,004 + 0,79 \cdot 16,43 = 12,98 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Objem SO_2 ve spalinách vzniklý spálením 1 kg ropy lze vypočítat jako poměr, mezi molární hmotností a hmotovým množstvím S, vynásobený procentuálním zastoupením S v ropě, rovnice 8.7.

$$V_{\text{SO}_2} = \frac{22,4}{32} \cdot S \quad (8.7)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{SO}_2} = \frac{22,4}{32} \cdot 0,02 = 0,01 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy unikne ve spalinách do ovzduší 0,01 m³ SO₂.

Vlhkost ve spalinách lze vypočítat ze vztahu, který udává rovnice 8.8.

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{22,4}{2} \cdot H + (v - 1) \cdot V_{\text{vz,t}}^s \quad (8.8)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{22,4}{2} \cdot 0,12 + (1,03 - 1)10,95 = 1,67 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy unikne ve spalinách do ovzduší 1,67 m³ H₂O.

Teoretické množství suchých spalin vzniklé spálením 1 kg ropy lze vypočítat prvkovým rozбором, popsaným v rovnici 8.9. Procentuální zastoupení prvků C, S, N₂, násobíme poměrem mezi molární hmotností a hmotovým množstvím daných prvků. Následně přičteme součin mezi procentuálním zastoupením N₂ ve vzduchu a teoretickým množstvím suchého vzduchu.

$$V_{\text{sp,t}}^s = \frac{22,4}{12} \cdot C + \frac{22,4}{32} \cdot S + \frac{22,4}{28} \cdot N_2 + 0,79 \cdot V_{\text{vz,t}}^s \quad (8.9)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{sp,t}}^s = \frac{22,4}{12} \cdot 0,85 + \frac{22,4}{32} \cdot 0,02 + \frac{22,4}{28} \cdot 0,004 + 0,79 \cdot 10,95$$

$$V_{\text{sp,t}}^s = 10,25 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy teoreticky vznikne 10,25 m³ suchých spalin.

Skutečné množství suchých spalin vzniklých spálením 1 kg ropy lze vypočítat z rovnice 8.10, kde přebytek vzduchu $n = 1,5$.

$$V_{sp,s}^s = V_{sp,t}^s + (n - 1) \cdot V_{vz,t}^s \quad (8.10)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^s = 10,25 + (1,5 - 1) \cdot 10,95 = 15,73 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy vznikne 15,73 m³ suchých spalin.

Skutečné množství vlhkých spalin můžeme vypočítat podle vztahu, který udává rovnice 8.11.

$$V_{sp,s}^v = \frac{44,8}{4} \cdot H + (V_{vz,s}^v - V_{vz,s}^s) + V_{sp,s}^s \quad (8.11)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^v = \frac{44,8}{4} \cdot 0,12 + (16,92 - 16,43) + 15,73 = 17,56 \text{ m}_N^3/\text{kg}_{\text{ROPY}}$$

Spálením 1 kg ropy vznikne 17,56 m³ vlhkých spalin.

Složení spalin lze spočítat z následujících rovnic:

- Rovnice 8.12, udává procentuální zastoupení CO₂ ve spalinách. Je to podíl mezi objemem CO₂ ve spalinách a skutečným množstvím vlhkých spalin.

$$X_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_{sp,s}^v} 100 \quad (8.12)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{CO_2} = \frac{1,59}{17,56} 100 = 9,1 \%$$

- Rovnice 8.13, udává procentuální zastoupení N_2 ve spalinách. Je to podíl mezi objemem N_2 ve spalinách a skutečným množstvím vlhkých spalin.

$$X_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{V_{sp,s}^v} 100 \quad (8.13)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{N_2} = \frac{12,98}{17,56} 100 = 73,9 \%$$

- Rovnice 8.14, udává procentuální zastoupení SO_2 ve spalinách. Je to podíl mezi objemem SO_2 ve spalinách a skutečným množstvím vlhkých spalin.

$$X_{SO_2} = \frac{V_{SO_2}}{V_{sp,s}^v} 100 \quad (8.14)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{SO_2} = \frac{0,01}{17,56} 100 = 0,1 \%$$

- Rovnice 8.15, udává procentuální zastoupení O_2 ve spalinách. Je to procentuální zastoupení O_2 ve vzduchu vynásobený rozdílem mezi skutečným a teoretickým množstvím suchého vzduchu. Výsledný součin podělíme skutečným množstvím vlhkých spalin.

$$X_{O_2} = \frac{\frac{21}{100} \cdot (V_{vz,s}^s - V_{vz,t}^s)}{V_{sp,s}^v} \cdot 100 \quad (8.15)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{O_2} = \frac{\frac{21}{100} \cdot (16,43 - 10,95)}{17,56} \cdot 100 = 6,6 \%$$

- Rovnice 8.16, udává procentuální zastoupení H₂O ve spalinách. K rozdílu mezi skutečným množstvím suchého a vlhkého vzduchu přičteme součin procentuálního zastoupení H v ropě s podílem mezi molární hmotností a hmotovým množstvím H. Výsledný součet podělíme skutečným množstvím vlhkých spalin.

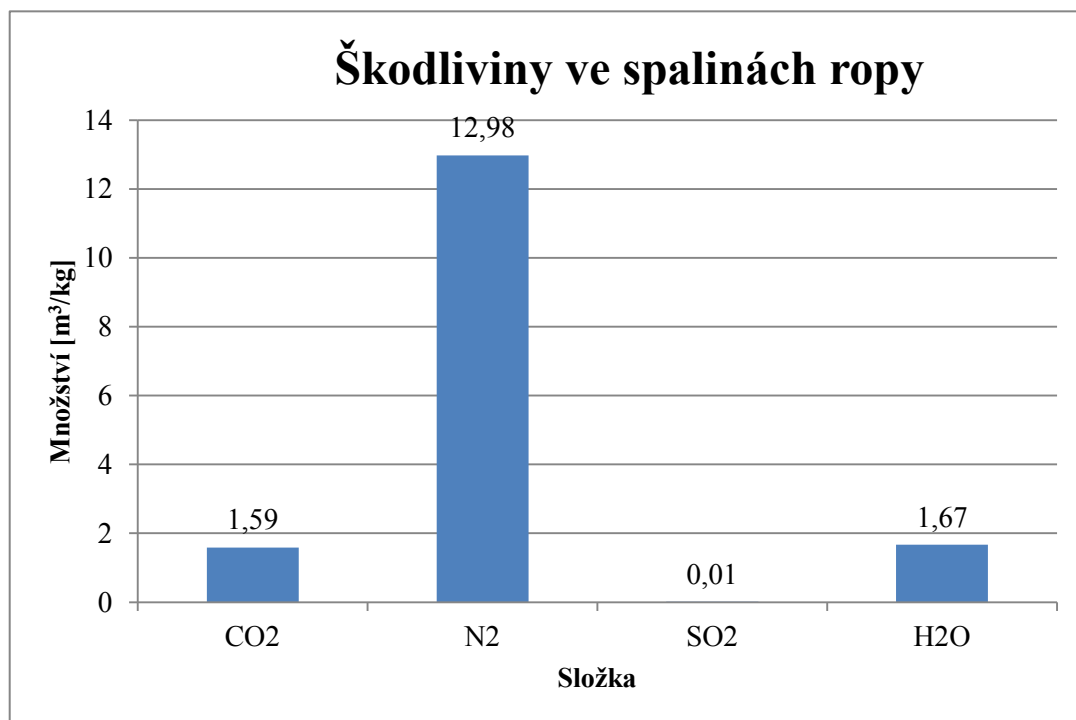
$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\frac{44,8}{4} \cdot H + (V_{\text{vz},s}^{\text{v}} - V_{\text{vz},s}^{\text{s}})}{V_{\text{sp},s}^{\text{v}}} \cdot 100 \quad (8.16)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\frac{44,8}{4} \cdot 0,12 + (16,92 - 16,43)}{17,56} \cdot 100 = 10,4 \%$$

8.1.1 Zhodnocení výsledků spalin ropy

Největší podíl 73,9 % ve spalinách ropy zastupuje N₂ a to 12,98 m³/kg, protože v přiváděném spalovacím vzduchu je N₂ zastoupen v 71 %. Vodní páry H₂O vznikne 2,96 m³/kg a 1,59 m³/kg bude CO₂. Pouhé 0,1 % zastupuje ve spalinách SO₂, které se podílí především na tvorbě kyselých dešťů. Vše lze přehledně vidět na obrázku 8.1.



Obrázek 8.1 Objem složek obsažených ve spalinách - ropa

8.2 Spaliny vozidel s LPG pohonem

LPG je ropný plyn, který je směsí uhlovodíku kde převládá především propan a butan. Používá se jako pohonná hmota automobilů. Jedná se o nejrozšířenější plynné palivo na území ČR. Podle poměru mezi propanem a butanem ho lze rozdělit na letní a zimní směs.

Ke zjištění složení spalin využijí letní směs, která se skládá ze 40 % C₃H₈ a 60% C₄H₁₀, n = 1,1 a v = 1,03.

Teoretické množství suchého vzduchu pro spálení 1 m³ LPG se vypočítá podle vztahu, který udává rovnice 8.17. Protože se LPG skládá jen z nasycených uhlovodíků, zůstane nám v závorce pouze první sčítanec.

$$V_{vz,t}^s = \frac{1}{0,21} \left[\Sigma \left(X + \frac{Y}{4} \right) \Omega_{C_xH_y} + 3,8\Omega_{C_MH_N} + 0,5\Omega_{CO} + 0,5\Omega_{H_2} - \Omega_{O_2} \right] \quad (8.17)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,t}^s = \frac{1}{0,21} \left[\left(3 + \frac{8}{4} \right) \cdot 0,4 + \left(4 + \frac{10}{4} \right) \cdot 0,6 \right] = 28,1 \text{ m}_N^3/\text{m}_{LPG}^3$$

Ke spálení 1 m³ LPG teoreticky potřebujeme 28,1 m³ suchého vzduchu.

Vztah pro výpočet skutečného množství suchého vzduchu je stejný jako u kapalných paliv a udává ho rovnice 8.3.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^s = 28,1 \cdot 1,1 = 30,91 \text{ m}_N^3/\text{m}_{LPG}^3$$

Ke spálení 1 m³ LPG potřebujeme 30,91 m³ suchého vzduchu.

Skutečné množství vlhkého vzduchu vzniklé spálením 1 m³ LPG se zjistí podle rovnice 8.4.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^v = 30,91 \cdot 1,03 = 31,84 \text{ m}^3/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Ke spálení 1 m³ LPG potřebujeme 31,84 m³ vlhkého vzduchu.

Objemu CO₂ ve spalinách LPG lze docílit součtem CO a CO₂ v palivu s množstvím nasycených uhlovodíků. LPG žádné nenasycené uhlovodíky neobsahuje, tudíž nám odpadne poslední člen v rovnici 8.18.

$$V_{\text{CO}_2} = \Omega_{\text{CO}} + \Omega_{\text{CO}_2} + \Sigma X \Omega_{\text{C}_x\text{H}_y} + 2,6 \Omega_{\text{C}_m\text{H}_n} \quad (8.18)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{CO}_2} = (3,0,4) + (4,0,6) = 3,60 \text{ m}^3/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Spálením 1 m³ LPG vznikne ve spalinách 3,60 m³ CO₂.

Objem N₂ ve spalinách lze spočítat jako součet mezi množstvím N₂ v palivu a součinem procentuálního zastoupení N₂ ve vzduchu s teoretickým množstvím suchého vzduchu. Tento vztah je popsán v rovnici 8.19.

$$V_{\text{N}_2} = \Omega_{\text{N}_2} + 0,79 V_{vz,t}^s \quad (8.19)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{N}_2} = 0,79 \cdot 28,1 = 22,20 \text{ m}^3/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Rovnice 8.20 udává vztah pro výpočet skutečného množství suchých spalin.

$$V_{sp,s}^s = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{N}_2} + (n - 1) V_{vz,t}^s \quad (8.20)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^s = 3,6 + 22,2 + (1,1 - 1) \cdot 28,1 = 28,61 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Spálením 1 m³ LPG vznikne 28,61 m³ suchých spalin.

Objem vlhkosti ve spalinách lze spočítat z rovnice 8.21. Opět nám z této rovnice vypadne první a třetí člen, jelikož se LPG skládá jen z C₃H₈ a C₄H₁₀.

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \Omega_{\text{H}_2} + \sum \frac{Y}{2} \Omega_{\text{C}_x\text{H}_y} + 2,4 \Omega_{\text{C}_m\text{H}_n} + (v - 1) V_{vz,t}^s n \quad (8.21)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \left(\frac{8}{2} \cdot 0,4\right) + \left(\frac{10}{2} \cdot 0,6\right) + (1,03 - 1) \cdot 28,1 \cdot 1,1 = 5,53 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Spálením 1 m³ LPG vznikne 5,53 m³ H₂O.

Skutečné množství vlhkých spalin se spočte jako součet skutečného množství suchých spalin a objemu H₂O ve spalinách jak lze vidět v rovnici 8.22.

$$V_{sp,s}^v = V_{sp,s}^s + V_{\text{H}_2\text{O}} \quad (8.22)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^v = 28,61 + 5,53 = 34,14 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{m}^3_{\text{LPG}}$$

Spálením 1 m³ LPG vznikne 34,14 m³ vlhkých spalin.

Složení spalin lze spočítat z následujících rovnic:

- Rovnice 8.12, udává procentuální zastoupení CO₂ ve spalinách.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{CO}_2} = \frac{3,6}{34,14} 100 = 10 \%$$

- Rovnice 8.23, udává procentuální zastoupení N_2 ve spalinách. Je to součin mezi procentuálním zastoupením N_2 ve vzduchu se skutečným množstvím suchého vzduchu a n . Tento součin se následně podělí skutečným množstvím vlhkých spalin.

$$X_{\text{N}_2} = \frac{\Omega_{\text{N}_2} + 0,79V_{\text{vz,t}}^{\text{s}}n}{V_{\text{sp,s}}^{\text{v}}} 100 \quad (8.23)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{N}_2} = \frac{0,79 \cdot 28,1 \cdot 1,1}{34,14} 100 = 72 \%$$

- Rovnice 8.24, udává procentuální zastoupení O_2 ve spalinách. Je to součin mezi procentuálním zastoupením O_2 ve vzduchu s teoretickým množstvím suchého vzduchu a rozdílem n a jedné. Tento součin je následně podělen skutečným množstvím suchých spalin.

$$X_{\text{O}_2} = \frac{0,21(n-1)V_{\text{vz,t}}^{\text{s}}}{V_{\text{sp,s}}^{\text{v}}} 100 \quad (8.24)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{O}_2} = \frac{0,21(1,1 - 1)28,1}{34,14} 100 = 2 \%$$

- Rovnice 8.25, udává procentuální zastoupení H_2O ve spalinách. Je to podíl mezi objemem H_2O ve spalinách a skutečným množstvím suchých spalin.

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}}}{V_{\text{sp,s}}^{\text{v}}} 100 \quad (8.25)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{5,53}{34,14} 100 = 16 \%$$

8.2.1 Zhodnocení výsledků spalin LPG

Pro lepší zhodnocení a kvůli porovnání s ropou musíme výsledné objemy CO_2 , N_2 , SO_2 a H_2O vzniklé ve spalinách přepočítat z m^3/m^3 na m^3/kg . K tomu využijeme stavovou rovnici (rovnice 8.26), kde $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$, $p = 101\,325 \text{ Pa}$, $t = 14 \text{ }^\circ\text{C}$, $V = 1 \text{ m}^3$ a $M_{\text{LPG}} = 0,0441 \text{ kg/mol}$.

$$p \cdot V = \frac{m}{M_{\text{LPG}}} \cdot R \cdot T \quad (8.26)$$

Pro možný přepočet, musíme zjistit, kolik váží 1 m^3 LPG tím, že vyjádříme z rovnice 8.26 hmotnost m .

$$m = \frac{p \cdot V \cdot M_{\text{LPG}}}{R \cdot T}$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$m = \frac{101\,325 \cdot 1 \cdot 0,0441}{8,314 \cdot (14 + 273)} = 1,87 \text{ kg}$$

Získanou hmotnosti 1 m^3 LPG následně vydělíme objemy CO_2 , N_2 a H_2O .

➤ Rovnice 8.27, udává vzniklý objem CO_2 .

$$V_{\text{CO}_2}' = \frac{V_{\text{CO}_2}}{m} \quad (8.27)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{CO}_2}' = \frac{3,60}{1,87} = 1,93 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{LPG}}$$

- Rovnice 8.28, udává objem N_2 .

$$V'_{N_2} = \frac{V_{N_2}}{m} \quad (8.28)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V'_{N_2} = \frac{22,20}{1,87} = 11,87 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{LPG}}$$

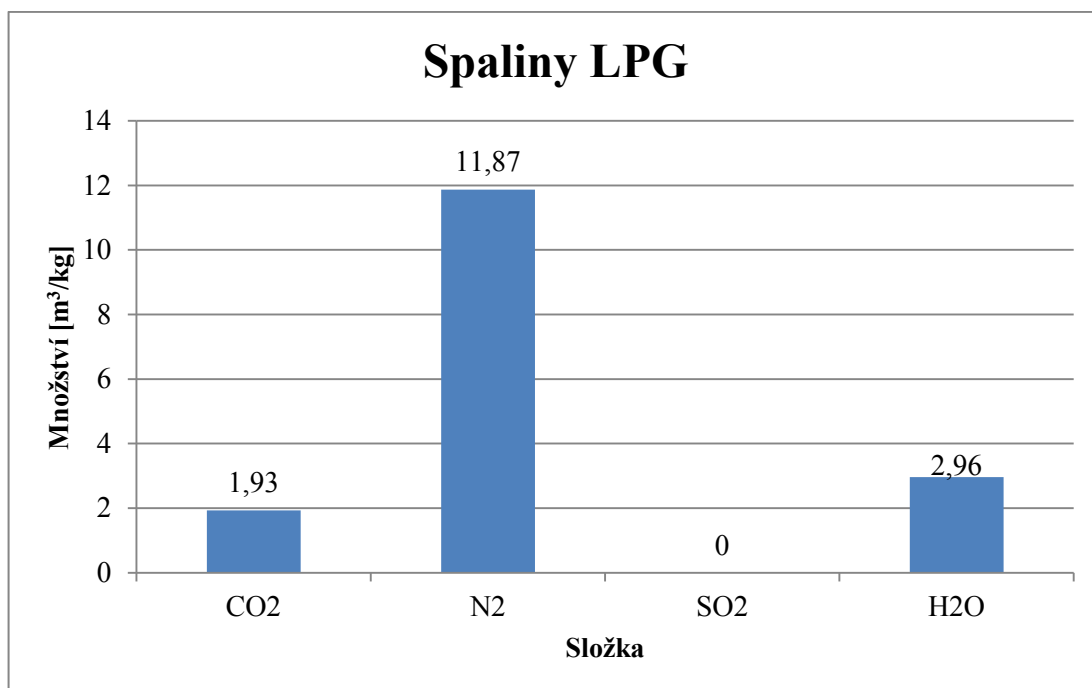
- Rovnice 8.29, udává vzniklý objem H_2O .

$$V'_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{m} \quad (8.29)$$

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V'_{H_2O} = \frac{5,53}{1,87} = 2,96 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{LPG}}$$

Stejně jako ve spalínách ropy, tak i ve spalínách LPG bude mít největší podíl N_2 . A to až 72 % což činí únik $11,87 \text{ m}^3/\text{kg}$. Opět je toto číslo zapříčiněno spalovacím vzduchem, který je složen ze 71 % N_2 . Vodní páry H_2O vznikne $2,96 \text{ m}^3/\text{kg}$. SO_2 má nulovou hodnotu, protože LPG žádnou S neobsahuje. Spálením 1 kg LPG unikne ve spalínách do ovzduší $1,93 \text{ m}^3 CO_2$. Celé složení spalin LPG lze vidět na obrázku 8.2.



Obrázek 8.2 Objem složek obsažených ve spalinách - LPG

8.3 Spaliny vozidel s CNG pohonem

Pro zjištění spalin u CNG pohonů využijeme zemní plyn s následujícím složením: $\text{CH}_4 = 98,39 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 0,44 \%$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 0,16 \%$, $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,07 \%$, $\text{C}_5\text{H}_{12} = 0,03 \%$, $\text{N}_2 = 0,84 \%$, $\text{CO}_2 = 0,07 \%$, $n = 1,1$ a $v = 1,03$. Stejně jako LPG, tak i CNG je plynné palivo, tudíž budou stechiometrické rovnice stejné.

Teoretické množství suchého vzduchu pro spálení 1 m^3 CNG se vypočítá podle vztahu, který udává rovnice 8.17.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{vz,t}}^{\text{s}} = \frac{1}{0,21} \left[\left(1 + \frac{4}{4}\right) \cdot 0,9839 + \left(2 + \frac{6}{4}\right) 0,0044 + \left(3 + \frac{8}{4}\right) 0,0016 + \left(4 + \frac{10}{4}\right) \cdot 0,0007 + \left(5 + \frac{12}{4}\right) \cdot 0,0003 \right]$$

$$V_{\text{vz,t}}^{\text{s}} = 9,52 \text{ m}_N^3 / \text{m}_{\text{CNG}}^3$$

Pro spálení 1 m³ teoreticky potřebujeme 9,52 m³ suchého vzduchu.

Vztah pro výpočet skutečného množství suchého vzduchu udává rovnice 8.3.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^s = 9,52 \cdot 1,1 = 10,47 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Pro spálení 1 m³ potřebujeme 10,47 m³ suchého vzduchu.

Rovnice 8.4 udává skutečné množství vlhkého vzduchu vzniklé spálením 1 m³ CNG.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{vz,s}^v = 10,47 \cdot 1,03 = 10,78 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Pro spálení 1 m³ potřebujeme 10,78 m³ vlhkého vzduchu.

Objem CO₂ ve spalínách CNG lze zjistit podle rovnice 8.18.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{CO_2} = 0,0007 + (1,0,9839) + (2,0,0044) + (3,0,0016) + (4,0,0007) + (5,0,0003)$$

$$V_{CO_2} = 1,0025 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Spálením 1m³ CNG unikne do ovzduší 1,0025 m³ CO₂.

Objem N₂ ve spalínách lze spočítat z rovnice 8.19

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{N_2} = 0,0084 + (0,79 \cdot 9,52) = 7,53 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Výpočet skutečného množství suchých spalín udává rovnice 8.20.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^s = 1,0025 + 7,53 + (1,1 - 1) \cdot 9,52 = 9,48 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Spálením 1 m³ CNG vznikne 9,48 m³ suchých spalín.

Objem vlhkosti ve spalínách lze spočítat z rovnice 8.21. Opět nám z této rovnice vypadne první a třetí člen.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{H_2O} = \left(\frac{4}{2} \cdot 0,9839\right) + \left(\frac{6}{2} \cdot 0,0044\right) + \left(\frac{8}{2} \cdot 0,0016\right) + \frac{10}{2} \cdot 0,0007 + \left(\frac{12}{2} \cdot 0,0003\right) + (1,03 - 1) \cdot 9,52 \cdot 1,1 = 2,31 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Spálením 1 m³ CNG vznikne 2,31 m³ H₂O.

Skutečné množství vlhkých spalín určuje rovnice 8.22.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{sp,s}^v = 9,48 + 2,31 = 11,79 \text{ m}_N^3/\text{m}_{CNG}^3$$

Spálením 1 m³ CNG vznikne 11,79 m³ vlhkých spalín.

Složení spalín následně zjistíme dle rovnic:

- Rovnice 8.12, udává procentuální zastoupení CO₂ ve spalínách.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{CO}_2} = \frac{1,0025}{11,79} 100 = 8,5 \%$$

- Rovnice 8.23, udává procentuální zastoupení N_2 ve spalinách.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{N}_2} = \frac{0,0084 + 8,27}{11,79} 100 = 70,2 \%$$

- Rovnice 8.24, udává procentuální zastoupení O_2 ve spalinách.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{O}_2} = \frac{0,21(1,1 - 1)9,5}{11,79} 100 = 1,7 \%$$

- Rovnice 8.25, udává procentuální zastoupení H_2O ve spalinách.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$X_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{2,31}{11,79} 100 = 19,6 \%$$

8.3.1 Zhodnocení výsledků spalin CNG

Kvůli lepšímu zhodnocení a porovnání s ropou a LPG musíme výsledné objemy CO_2 , N_2 , SO_2 a H_2O ve spalinách přepočítat z m^3/m^3 na m^3/kg . K tomu využijeme stavovou rovnici (rovnice 8.26), kde $R = 8,314 \text{ J/mol.K}$, $p = 101\,325 \text{ Pa}$, $t = 14 \text{ }^\circ\text{C}$, $V = 1\text{m}^3$ a $M_{\text{CNG}} = 0,0164 \text{ kg/mol}$.

Po dosazení do upravené rovnice dostáváme:

$$m = \frac{101\,325 \cdot 1 \cdot 0,0164}{8,314 \cdot (14 + 273)} = 0,67 \text{ kg}$$

Získanou hmotnosti 1 m³ CNG následně vydělíme objemy CO₂, N₂ a H₂O.

- Podle rovnice 8.27 zjistíme objem CO₂.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{CO}_2}'' = \frac{1,0025}{0,67} = 1,50 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{CNG}}$$

- Podle rovnice 8.28, zjistíme objem N₂.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

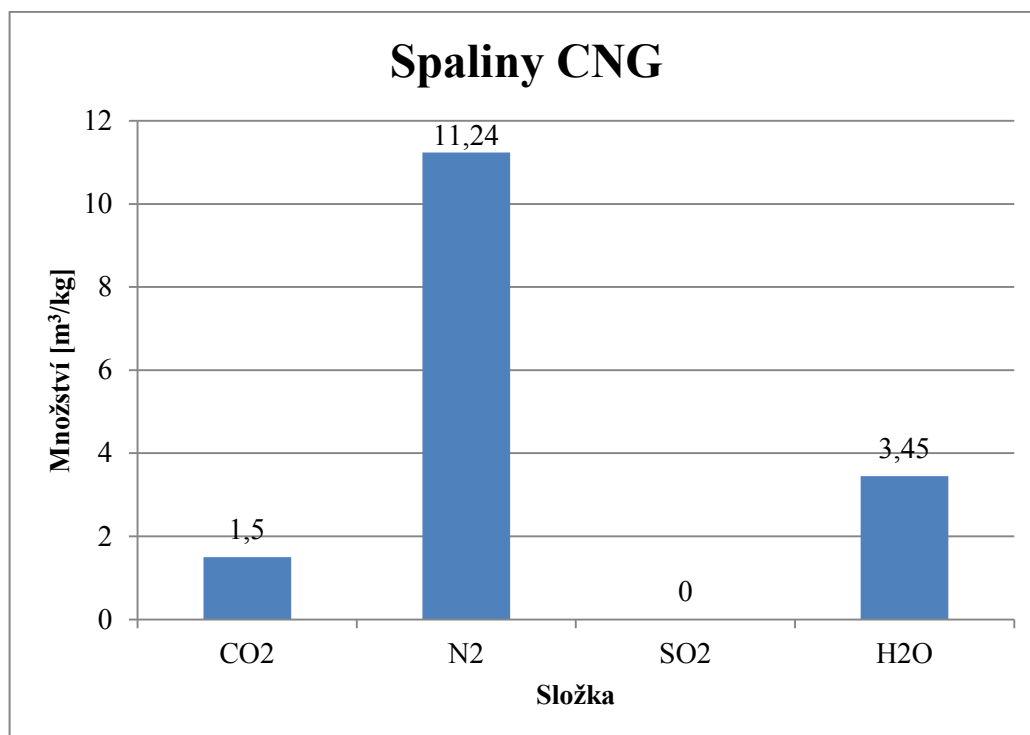
$$V_{\text{N}_2}'' = \frac{7,53}{0,67} = 11,24 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{CNG}}$$

- Podle rovnice 8.29, zjistíme vzniklý objem H₂O.

Po dosazení do rovnice dostáváme:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}'' = \frac{2,31}{0,67} = 3,45 \text{ m}^3/\text{kg}_{\text{CNG}}$$

Na obrázku 8.3 lze vidět, že ve spalínách CNG bude nejvíce zastoupen N₂ stejně jako tomu bylo u ropy a LPG. N₂ unikne do ovzduší spálením 1 kg CNG 11,24 m³, což činí 70,2 % z celkového objemu spalin. Toto množství je opět způsobeno spalovacím vzduchem. Ve složení stlačeného zemního plynu nenajdeme žádnou S. Díky tomu, nedochází ke tvorbě SO₂. H₂O ve formě vodní páry unikne 3,45 m³ a 8,5 % vznikne CO₂, přesněji 1,5 m³.



Obrázek 8.3 Objem složek obsažených ve spalinách - CNG

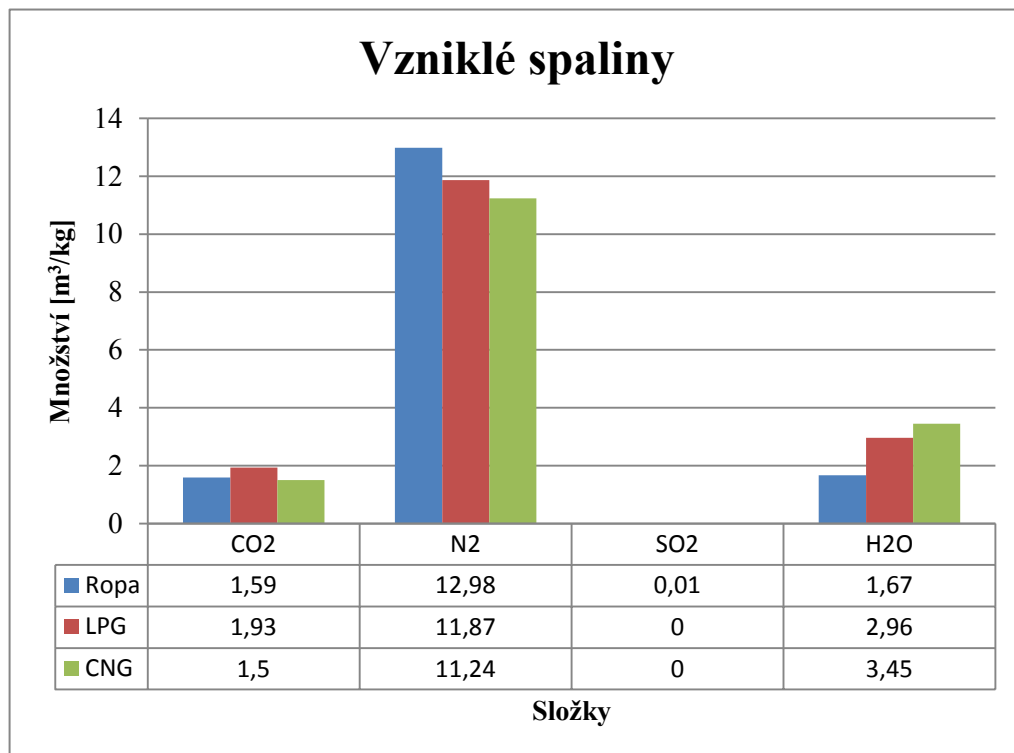
8.4 Zhodnocení výsledku spalín

Kvůli klimatickým změnám naší planety se v posledních letech bere zřetel na emise a škodliviny unikající do ovzduší. Mezi hlavní odvětví, které environmentální stránce Země příliš nepřispívá, je i automobilový průmysl. To je jeden z důvodů, proč výrobci uvádějí na trh automobily s alternativními pohony.

Jak lze vyčíst z obrázku 8.4 ropa, jejíž rafinací se vyrábí benzín a nafta obsahuje S, díky čemuž dochází ke vzniku SO₂. Ten uniká do ovzduší jako emise, kde ve spojení s vodou vzniknou kyseliny síry a zpátky na zem dopadá jako imise kyselý déšť. U alternativních paliv jakou jsou plyny CNG a LPG klesla produkce SO₂ o 100 %, protože žádnou S neobsahují.

Nejméně CO₂ vzniká používáním pohonů na CNG. 1,5 m³/kg CO₂ vzniklých u CNG vozidel je o 5,66 % menší než u ropy a o 22,28 % než u LPG. CO₂ můžeme zařadit mezi plyny škodící Zemi, protože jeho produkce je jednou z příčin skleníkového efektu. Skleníkový efekt vede k postupnému globálnímu oteplování, protože snáze propouští sluneční záření, ale absorbuje zpětně vyzářené tepelné záření.

Z vypočtených hodnot, které jsou zaznamenány na obrázku 8.4 lze konstatovat, že nejekologičtějším palivem se jeví CNG, které má nejlepší hodnoty při tvorbě CO₂, SO₂. To je zapříčiněné především jeho chemickým složením.



Obrázek 8.4 Srovnání složek ve spalinách z jednotlivých paliv

9 Průzkum povědomí české veřejnosti o CNG

Jakožto každá pohonná hmota, tak i CNG má své slabiny. K jedné z těch největších bych zařadil slabou infrastrukturu a rozšířenost stlačeného zemního plynu jako automobilového paliva. I když někteří provozovatelé čerpacích stanic své spektrum nabízených pohonných hmot o CNG rozšiřují, pořád není tak známé, jako například jeho konkurent z plyných paliv LPG. Z tohoto faktu poté lze vyvodit, že i povědomí našich českých spoluobčanů v této problematice nebude na vysoké úrovni. K tomu abych zjistil, jak si česká veřejnost stojí, jsem využil dotazníkového průzkumu.

9.1 Cíl průzkumu

Hlavním cílem mého dotazníkového šetření bylo zjistit povědomí české veřejnosti o CNG. Na základě tohoto cíle byly stanoveny cíle dílčí:

- Zjistit, jaké jsou nejpoužívanější pohonné hmoty u majitelů motorových vozidel.
- Zjistit, zda li se už dotazované osoby s CNG setkali a jakou mají představu v otázkách spotřeby a emisí.
- Zjistit, jaké je domnění respondentů v počtu CNG automobilů a čerpacích stanic nabízejících toto palivo.
- Zjistit, jestli respondenti vědí, jaký je provoz z finančního hlediska oproti běžným palivům.
- Zjistit, co zohledňují při koupi a provozu svých automobilů.
- Zjistit, jestli stlačenému zemnímu plynu věří jako pohonné hmotě do budoucna.

Z následujících cílů byly stanoveny tyto domněnky.

D 1. Nejběžněji využívaná paliva pro pohon automobilů jsou benzín a nafta. Třetím nejrozšířenějším palivem je LPG. (otázky 3 až 4)

D 2. Spotřeba a produkce škodlivin jsou u vozidel na CNG menší, než je tomu u vozidel na běžná kapalná paliva. (otázky 5 až 7)

D 3. Infrastruktura plnicích stanic s CNG je slabá a vzhledem k rostoucímu počtu aut i nedostačující. (otázky 8 a 9)

D 4. Provoz vozů s CNG pohonem je cenově výhodnější, než provoz vozů s pohonem na kapalná paliva. Pořizovací cena automobilu na CNG se pohybuje v širokém cenovém rozmezí a lidé nejsou ochotní příliš investovat do něčeho nového. (otázky 10 a 13)

D 5. Lidé při koupi vozidel nejčastěji zohledňují spotřebu, cenu a stáří vozidla. (otázky 11 a 12)

D 6. CNG se svého rozšíření určitě ještě dočká, avšak na to, aby se stalo pohonnou hmotou budoucnosti, by muselo předčít takové palivové giganty jako je benzín či nafta a to je dost nepravděpodobné.

9.2 Stavba průzkumu

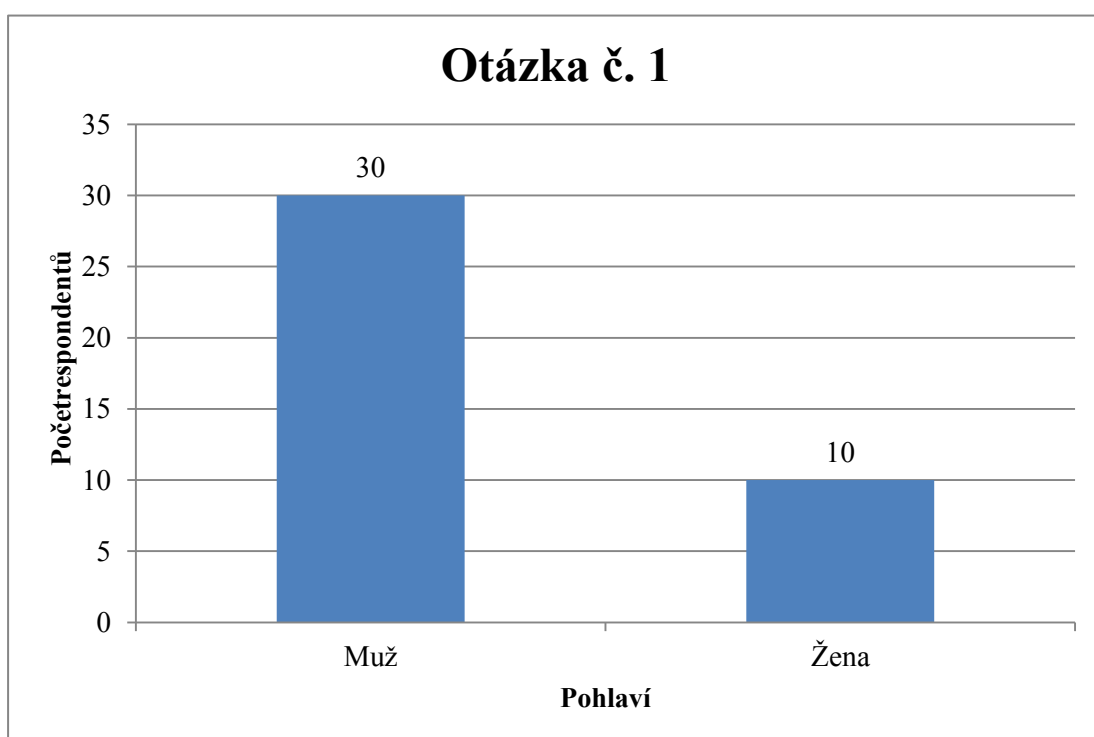
Potřebné informace byly získávány na základě písemných odpovědí na položené otázky. Dotazník (příloha A) se skládal ze 14 otázek, které byly uzavřené. U 2 otázek měli respondenti možnost zaškrtnout více odpovědí.

- První dvě otázky sloužily pro identifikaci, kdy měli respondenti uvést své pohlaví a věk,
- otázky 3 a 4 zjišťovaly, jestli jsou respondenti vlastníky motorového vozidla a jaké pohonné hmoty k jeho provozu využívají,
- otázky 5 až 7 zjišťovaly, jestli se již dotazované osoby s vozy na CNG setkali a jaké mají základní vědomosti ohledně spotřeby a produkce emisí pohonných hmot,
- otázky 8 a 9 zjišťovaly, jaká je v naší republice infrastruktura plnicích stanic s CNG, jestli je dostačující s ohledem na počet vozů s tímto pohonem,
- otázky 10 a 13 zjišťovaly, zda li je provoz CNG automobilů cenově výhodnější, než je tomu u běžných kapalných paliv a kolik peněz by byli ochotni investovat při jejich pořízení,
- otázky 11 a 12 zjišťovaly, jaká kritéria se nejčastěji zohledňují při pořízení nového automobilu,
- otázka 14 zjišťovala, zda li si respondenti myslí, že je CNG pohonnou hmotou budoucnosti.

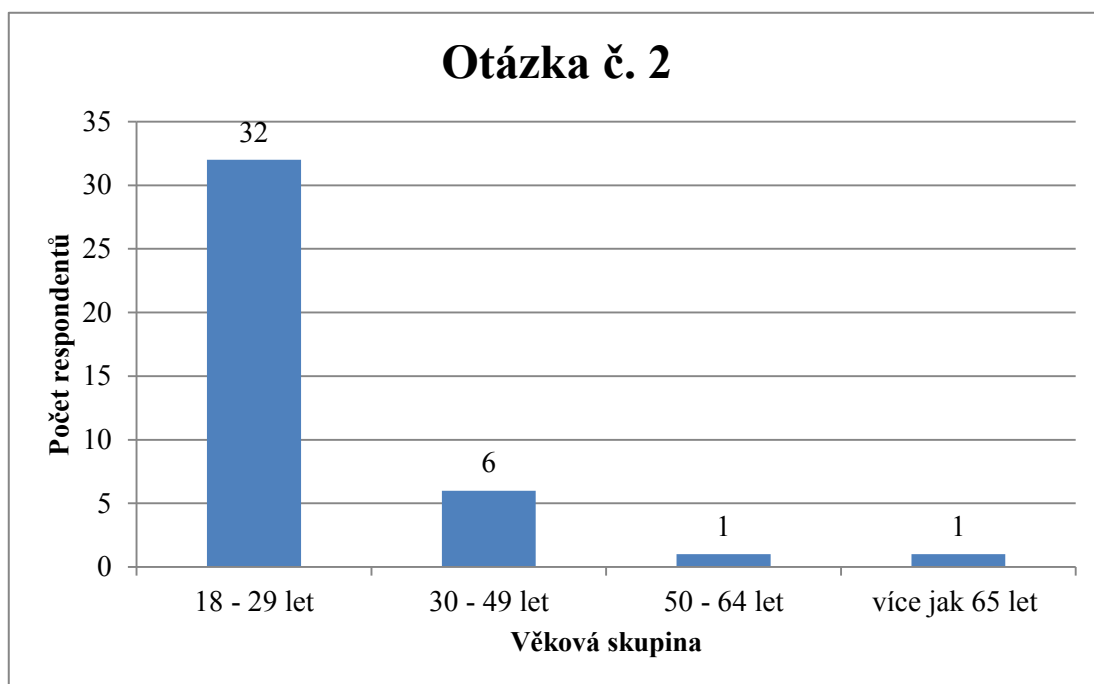
Výzkum byl proveden v únoru a březnu 2016. Celkem bylo osloveno 43 lidí. Tři dotazníky byly vyplněny chybně. U jednoho bylo při jedné otázce zaškrtnuto více odpovědí. Zbylé dva dotazníky byly vyplněny neúplně. Tyto tři dotazníky jsem vyřadil. Závěrečné hodnocení probíhalo ze 40 dotazníků.

9.3 Výsledky dotazníkového šetření

První dvě otázky sloužily k identifikaci, kdy měli respondenti uvést své pohlaví a věkovou skupinu (obrázek 9.1 a 9.2).

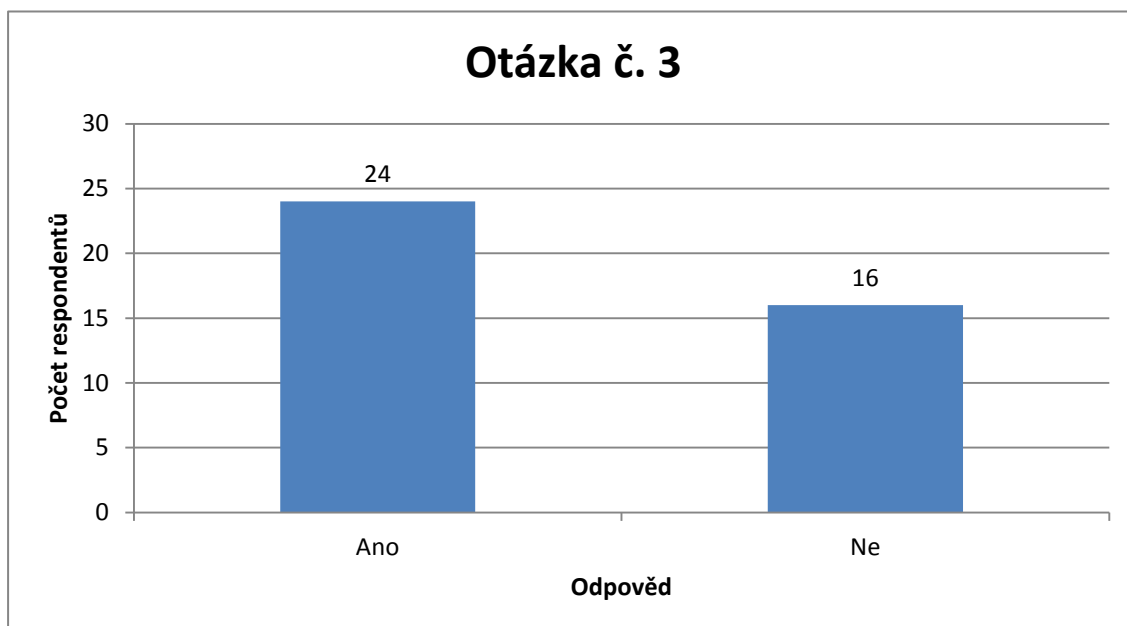


Obrázek 9.1 Otázka č. 1 – Jste?



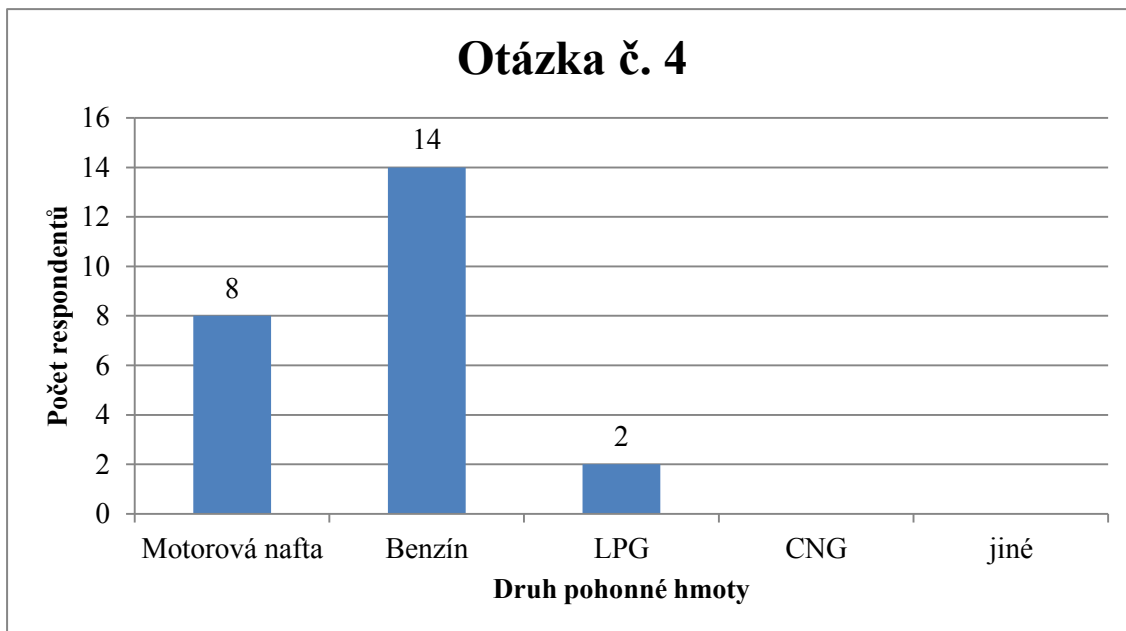
Obrázek 9.2 Otázka č. 2 – Kolik je Vám let?

Obrázek 9.3 ukazuje, že 60 % dotazovaných lidí vlastní motorové vozidlo. Zbýlých 40 % ne, tudíž nemohli odpovídat na následující otázku s číslem 4.



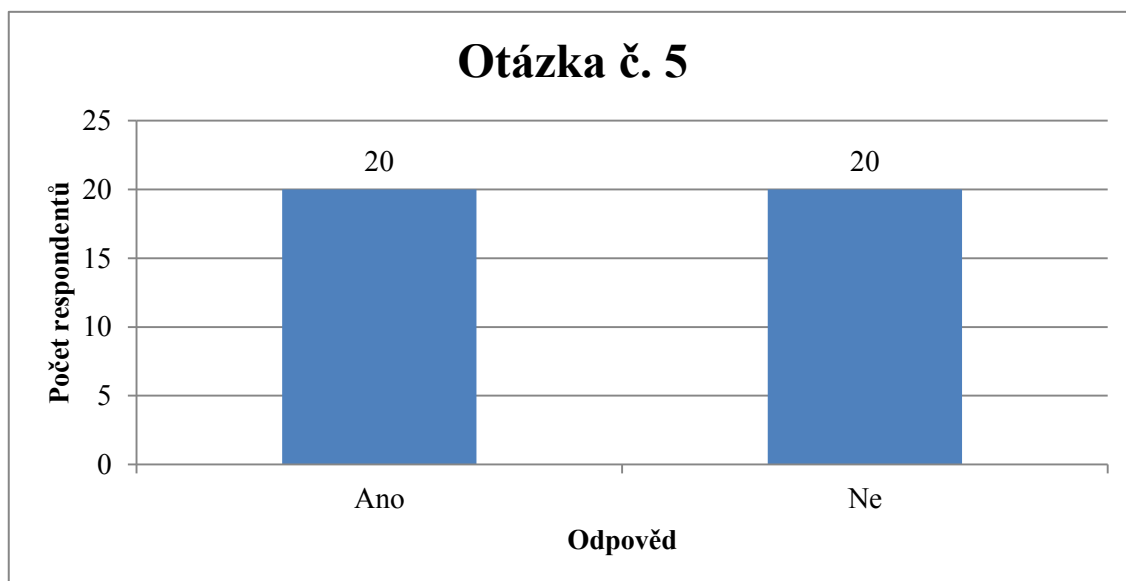
Obrázek 9.3 Otázka č. 3 – Jste vlastníkem motorového vozidla?

Cílem otázky č. 4 bylo zjistit, jaké palivo respondenti ve svých automobilech nejčastěji využívají. Z obrázku 9.4 lze vyčíst, že nejběžnější jsou paliva kapalná. 58,33 % dotázaných osob uvedlo benzín a 33,33 % motorovou naftu. LPG je zastoupeno v 8,33 %. Na tuto otázku odpovídalo 29 osob, jelikož jsou vlastníky motorového vozidla.



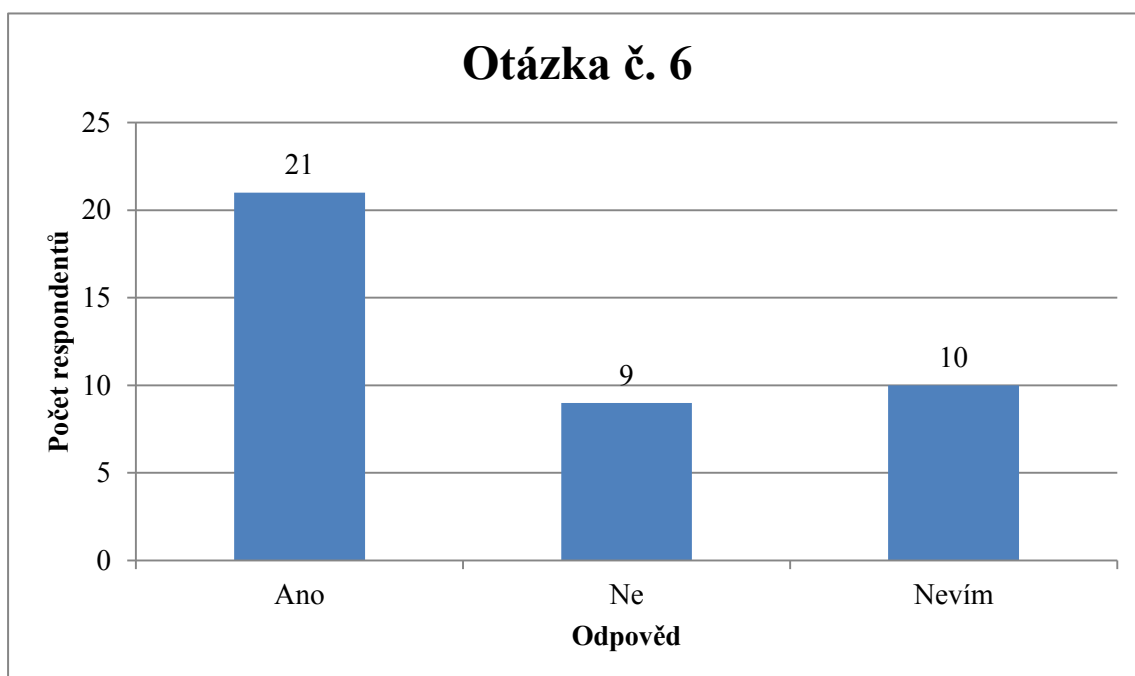
Obrázek 9.4 Otázka č. 4 – Pokud jste vlastníkem motorového vozidla – jaké pohonné hmoty využíváte?

Na obrázku 9.5, který znázorňuje otázku číslo 5 lze vidět, že 50 % dotázaných osob se ještě nikdy nesešlo s vozidlem na CNG. Toto číslo je dost zarážející, neboť například zde v Ostravě jezdí po ulicích velký počet autobusů s tímto pohonem.



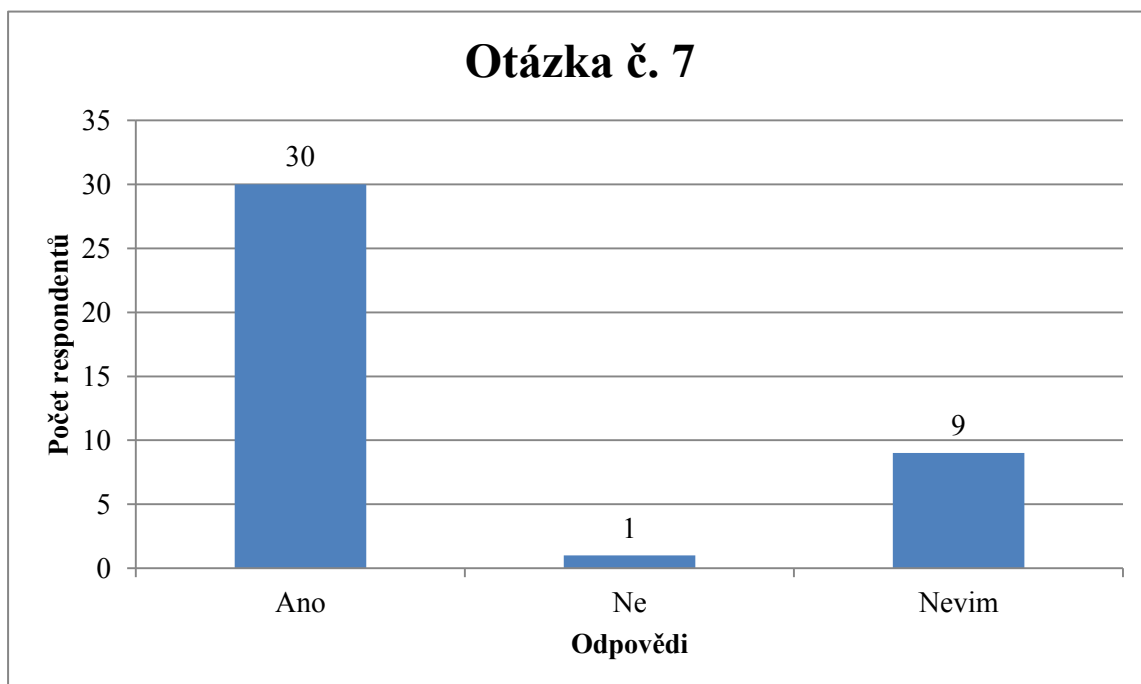
Obrázek 9.5 Otázka č. 5 – Setkal/a jste se už někdy s vozidlem s pohonem na CNG?

V další otázce mě zajímalo, jestli si respondenti myslí, že vozidla s CNG pohonem mají nižší spotřebu než vozidla na klasické pohonné hmoty. Ze 40 dotázaných uvedlo 52,5 % ano a 22,5 % ne. Zbýlých 25 % si nebyli jistí. Vše lze přehledně vidět na obrázku 9.6



Obrázek 9.6 Otázka č. 6 – Domníváte se, že vozidla s CNG pohonem mají nižší spotřebu než vozy na klasické pohonné hmoty?

Až 75 % lidí usuzuje, že CNG vozy produkují méně emisí než vozy na benzín či motorovou naftu. Toto zjištění beru jako dobrou zprávu s ohledem na to, že si lidé nejspíše uvědomují, že množství emisí vyprodukovaných automobilovým průmyslem je jedno z největších na světě a že stlačený zemní plyn je „ekologická“ pohonná hmota. Pouze 2,5 % si myslí, že tomu je naopak, že benzín a nafta jsou k naší planetě šlechetnější než CNG. 22,5 % respondentů netuší. Vše je zobrazeno na obrázku 9.7.

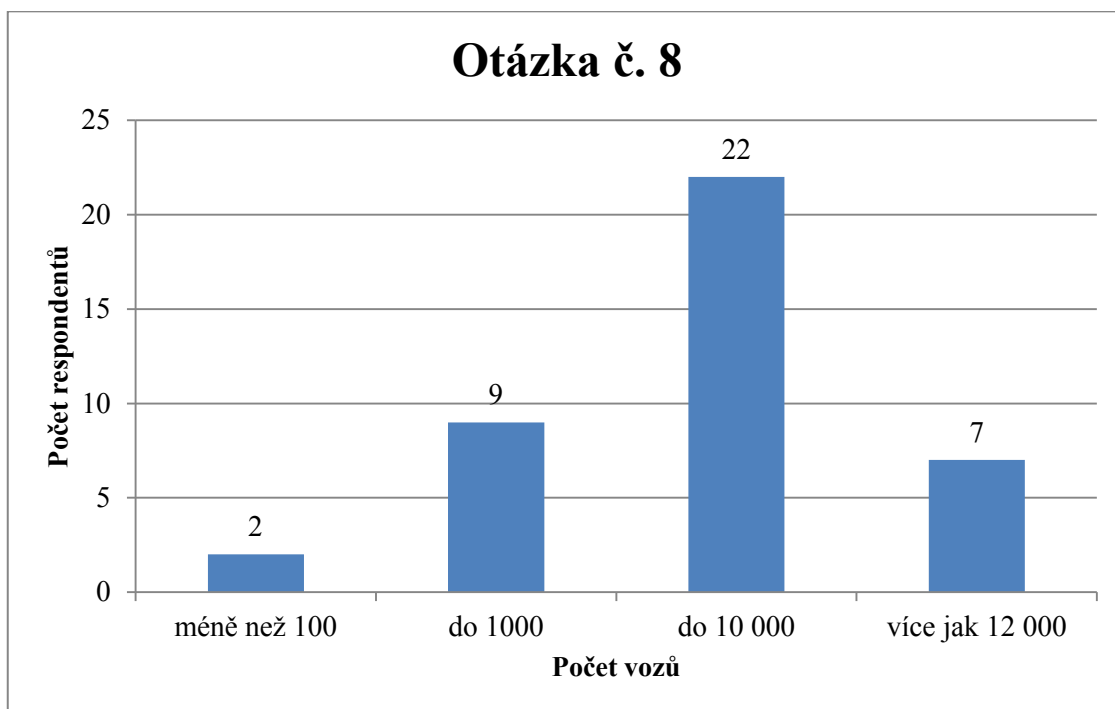


Obrázek 9.7 Otázka č. 7 – Myslíte si, že vozidla s pohonem na CNG produkují méně emisí než vozidla na klasické pohonné hmoty?

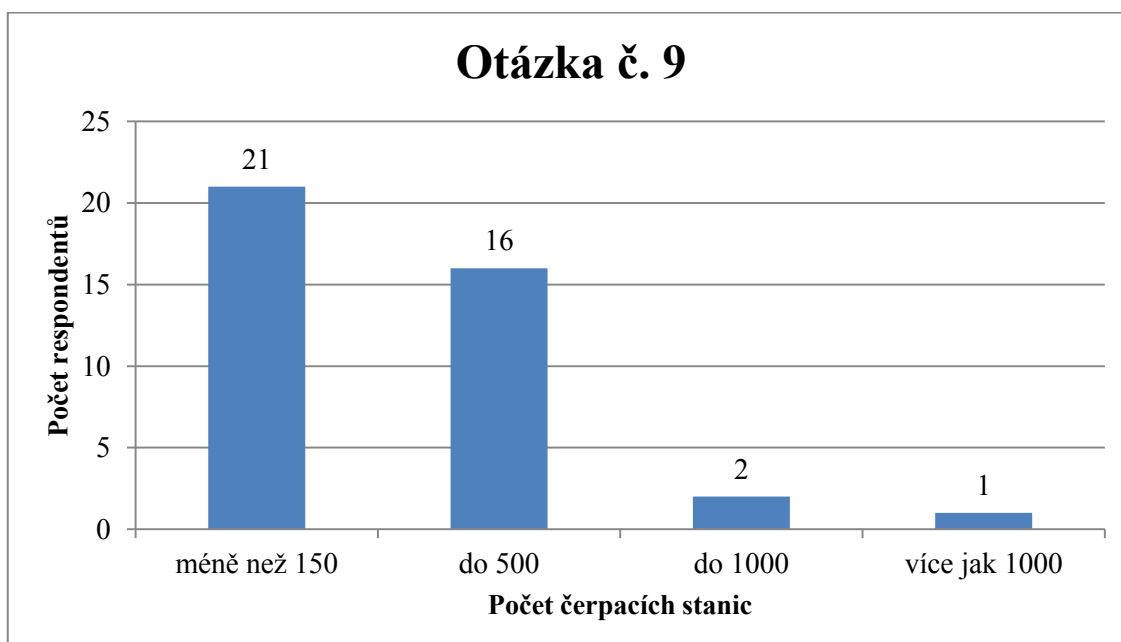
Otázky s číslem 8 a 9 jsem volil čistě z vlastní zvědavosti. Zajímalo mě, jestli občané České republiky mají přehled nebo spíše dobrý úsudek v tom, kolik vozů na CNG může po silnicích v dnešní době jezdit a kolik čerpacích stanic s touto pohonnou hmotou u nás najdeme. 55 % respondentů si myslí, že počet vozů na silnicích jezdících s CNG pohonem je do 10 000. Toto číslo není správné, ale blíží se k tomu aktuálnímu. To označilo 17,5 % dotázaných a je to přes 12 000 vozů. 22,5 % se domnívá, že je u nás méně než 1 000 vozidel a 5 % méně než 100. Výsledky lze přehledně vidět na obrázku 9.8.

Obrázek 9.9 prozrazuje, že i dotázané osoby si uvědomují slabou infrastrukturu čerpacích stanic. Správnou odpověď jich zakroužkovalo nejvíce a to 52,5 %. Do 500

označilo 40 % osob. Rozmezí mezi 500 až 1 000 čerpacích stanic vyznačilo 5 % lidí. A pouhých 2,5 % se domnívá, že u nás najdeme více než 1 000 stanic s CNG.

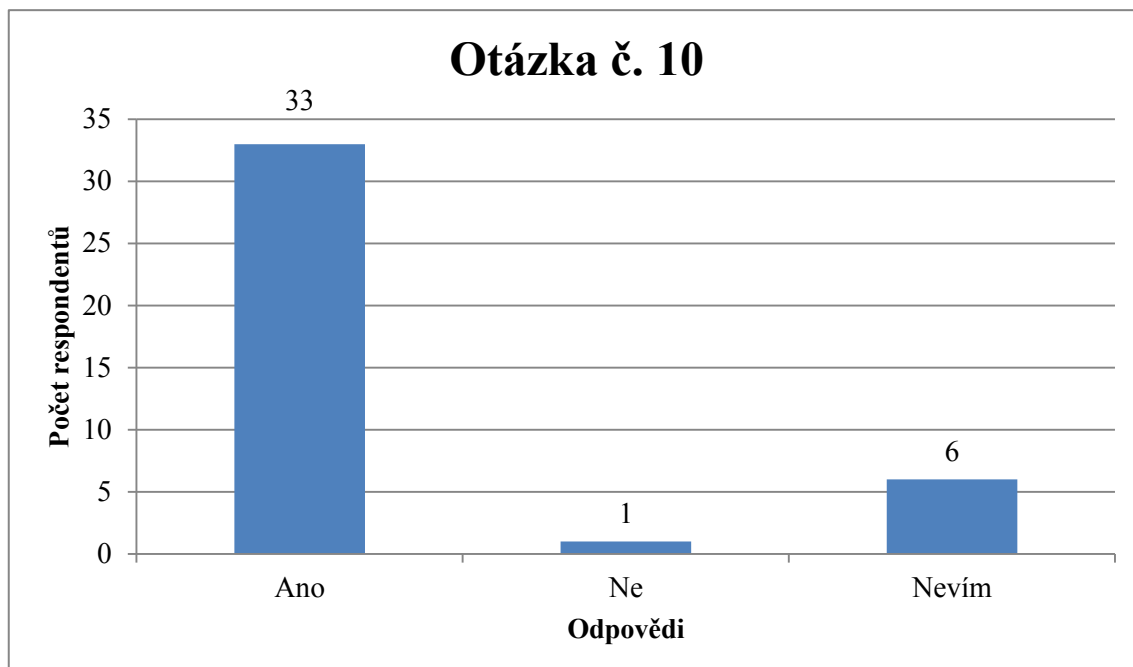


Obrázek 9.8 Otázka č. 8 – Kolik podle Vás v současné době jezdí vozů s CNG pohonem na českých silnicích?



Obrázek 9.9 Otázka č. 9 – Kolik čerpacích stanic s CNG je na území České republiky?

82,5 % respondentů si myslí, že je provoz vozidla na stlačený zemní plyn cenově výhodnější, než provoz vozidel na kapalná paliva. 2,5 % si myslí opak a dalších 15 % neví. Obrázek 9.10

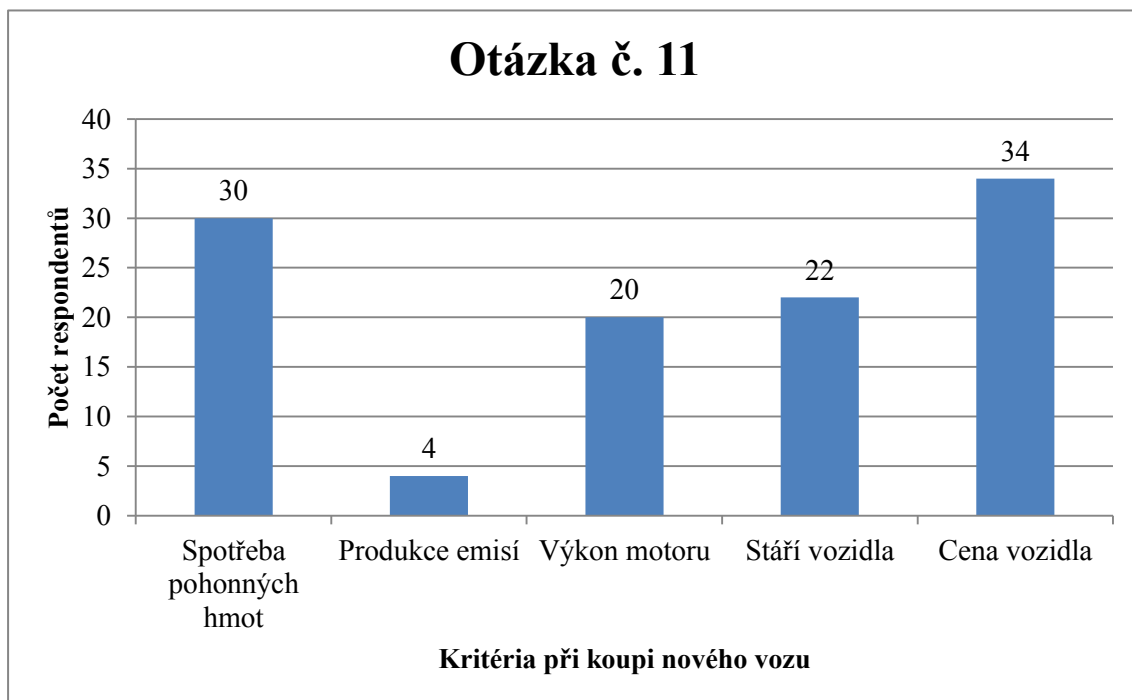


Obrázek 9.10 Otázka č. 10 – Myslíte si, že je provoz vozidla na CNG pohon cenově výhodnější?

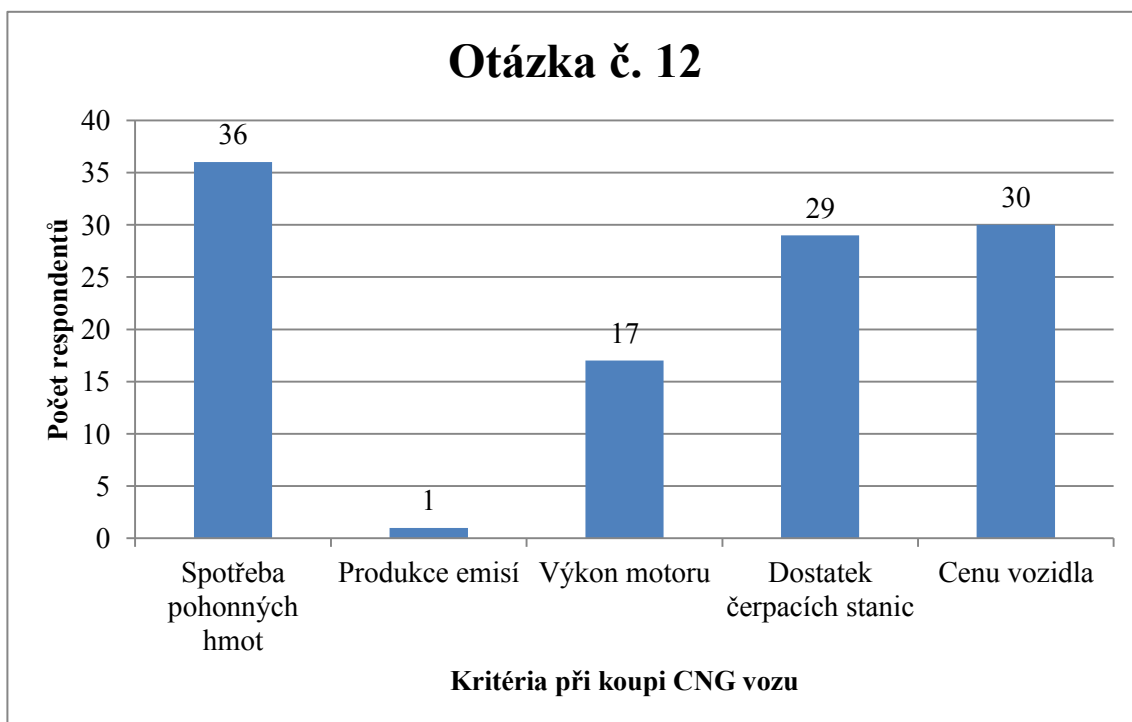
Na cenu vozu při jeho koupi hledí až 85 % dotázaných, 75 % zajímá, jakou bude mít jejich automobil spotřebu pohonných hmot. Z 50 % hledí respondenti na výkon. Toto číslo je ovlivněno především mužskou kategorií ve věkovém rozmezí mezi 18 – 29 let. Stáří vozidla zajímá větší půlku lidí a to 55 %. Produkce emisí je kritérium, které není až tak moc běžné při pořizování nového vozu, ale se současnou situací a trendem, který je nastavený, že čím více ekologický tím více „in“ jsem ho mezi odpovědi zařadil. 10 % respondentů uvedlo, že hledí také na emise, jaké bude jejich vůz produkovat, což je pěkné číslo. Celá otázka je přehledně vyobrazena na obrázku 9.11.

Na obrázku 9.12 lze vidět, že v podobném součtu dopadla i otázka s číslem 12. U ní byl rozdíl v tom, že jsem se neptal na stáří vozidla, ale na to, zda je k dispozici dostatek čerpacích stanic. Na spotřebu CNG hledělo 90 % respondentů. 75 % zajímá cena vozidla a 72,5 % právě dostatek čerpacích stanic. Výkon motoru tentokrát trochu poklesl na 42,5 %. A produkci emisí by bralo v potaz 2,5 % dotázaných.

Respondenti mohli jak u otázky s číslem 11, tak u 12 zaškrtnout více odpovědí.

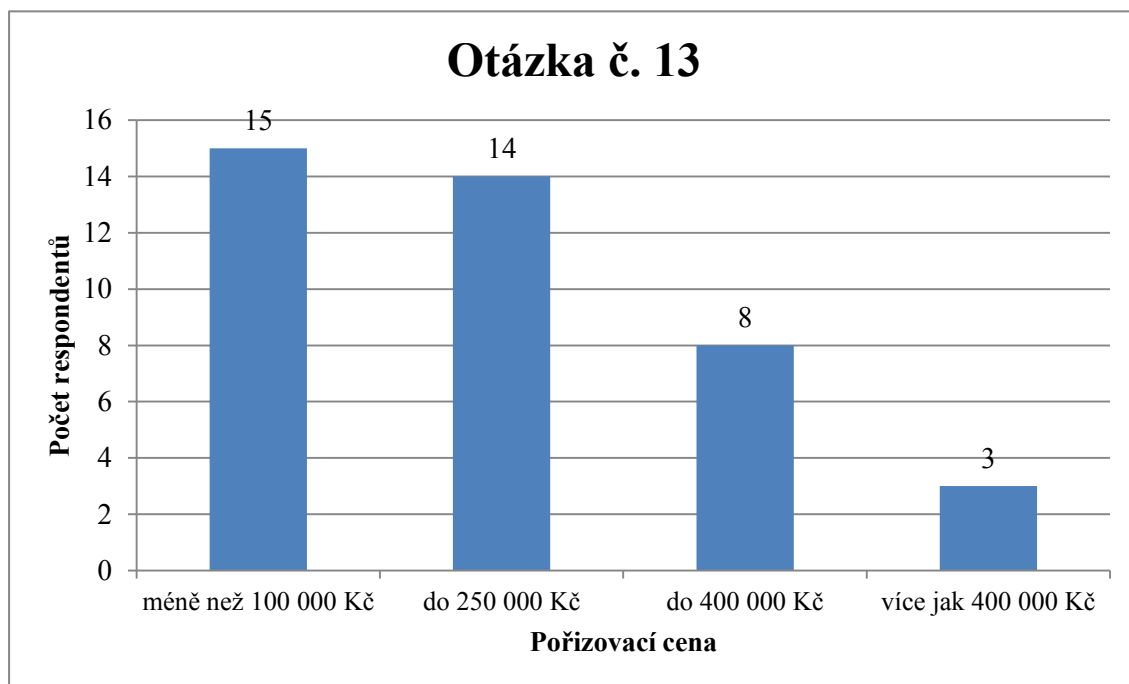


Obrázek 9.11 Otázka č. 11 – Co zohledňujete při koupi vozidla na klasické pohonné hmoty?



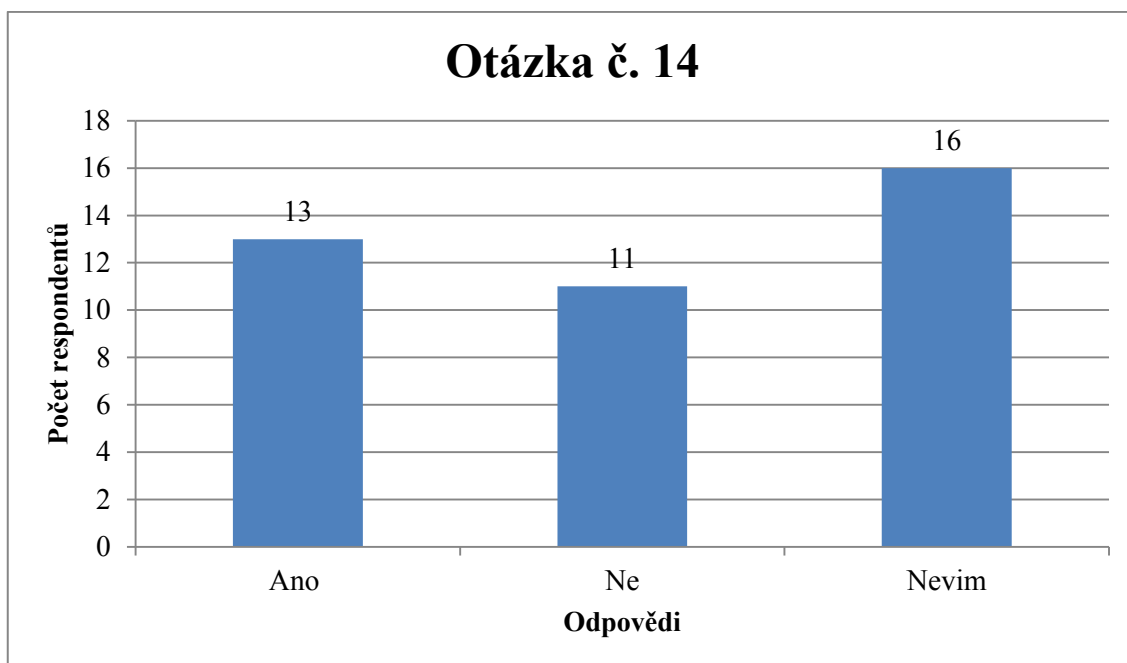
Obrázek 9.12 Otázka č. 12 – Co byste zohledňoval/a při koupi vozidla na CNG pohon?

Obrázek 9.13 ukazuje, kolik jsou respondenti ochotni investovat do CNG vozu. I když vědí nebo se domnívají, že provoz těchto vozů je cenově výhodnější, tak nejběžnější odpovědí byla ta s částkou nejnižší. Méně než 100 000 Kč by zaplatilo 37,5 % lidí. Dalších 35 % by bylo ochotno investovat až 250 000 Kč. Do 400 000 Kč by hledělo 20 % a 7,5 % by si pořídili auto s CNG pohonem dražší než 400 000 Kč.



Obrázek 9.13 Otázka č. 13 – Kolik by jste byl/a ochoten/ochotna investovat do automobilu na CNG pohon?

CNG jako pohonná hmota budoucnosti? Poslední otázku jsem volil tak aby se nad ní museli respondenti zamyslet. Obrázek 9.14 ukazuje jak tomu je. 40 % dotázaných označilo, že neví. Že by se CNG mohlo stát pohonnou hmotou budoucnosti, si myslí 32,5 %. Zbýlých 27,5 % tvrdí, že ne.



Obrázek 9.14 Otázka 14 – Myslíte si, že se CNG může stát pohonnou hmotou budoucnosti?

9.4 Souhrn výsledků

Na začátku průzkumu byly stanoveny domněnky, které vycházeli z nastudované teorie.

Nejpoužívanější pohonná hmota (otázky 3 a 4)

Ze zjištěných výsledků je zřejmé že 58,33 % respondentů využívá k pohonu svého automobilu benzín. Druhým nejpoužívanějším palivem je motorová nafta, kterou uvedlo 33,33 %. A 8,33 % dotazovaných uvedlo, že využívají LPG. Bohužel, ze 40 lidí, které jsem se svým dotazníkem oslovil, nevyužíval CNG nikdo.

D 1. Nejběžněji využívané paliva pro pohon automobilů jsou benzín a nafta. Třetím nejrozšířenějším palivem je LPG. Lze konstatovat, že tato domněnka je potvrzena.

Spotřeba a emise CNG automobilů (otázky 5 až 7)

Spotřeba automobilů poháněných CNG je oproti běžným kapalným palivům menší. Že je toto pravda si myslí 52,5 % dotázaných. Naopak, že benzínové nebo naftové vozy mají menší spotřebu, si myslí 22,5 % respondentů. Podobně, jako u spotřeby je to s emisemi. 75 % vyplňujících lidí uvedlo, že CNG vozidla produkují méně emisí než vozy na kapalná paliva. Pouhé 2,5 % si myslí, že je tomu opačně.

D 2. Spotřeba a produkce škodlivin jsou u vozidel na CNG menší, než je tomu u vozidel na běžná kapalná paliva. Lze konstatovat, že tato domněnka je potvrzena.

Infrastruktura plnicích stanic a počet vozů na CNG v České republice

55 % respondentů uvedlo, že se po silnicích v české republice nepohybuje více než 10 000 vozů a že u nás najdeme méně než 150 čerpacích stanic s CNG uvedlo 52,5 %. Z tohoto výsledku vyplývá, že mínus v infrastruktuře vidí i lidé mnou dotázaní, protože i když 10 000 není správný odhad, tak poměr 10 000 vozů ku 150 čerpacím stanicím je slabý. Správný počet a to ten, že je u nás více než 12 000 automobilů uvedlo 17,5 % dotázaných.

D 3. Infrastruktura plnicích stanic s CNG je slabá a vzhledem k rostoucímu počtu aut i nedostačující. Lze konstatovat, že tato domněnka je potvrzená.

Cena CNG vozů (otázky 10 a 13)

Lidé se všeobecně bojí investovat do něčeho nového. Do něčeho, co není ještě tak zaběhnuté a rozšířené. Možná také proto by do koupi CNG vozů neinvestovali více než 100 000 Kč. Tuto částku uvedlo nejvíce respondentů a to 37,5 %. I když nejvíce dotázaných lidí 82,5 % se domnívá, že je provoz těchto vozů cenově výhodnější.

D 4. Provoz vozů s CNG pohonem je cenově výhodnější, než provoz vozů s pohonem na kapalná paliva. Pořizovací cena automobilu na CNG se pohybuje v širokém cenovém rozmezí a lidé nejsou ochotní příliš investovat do něčeho nového. Lze konstatovat, že tato domněnka je potvrzená.

Kritéria při koupi nového vozu (otázky 11 a 12)

Při koupi nového automobilu lidé nejčastěji berou zřetel na cenu, spotřebu a stáří vozidla. Respondenti toto jen potvrdili, když 85 % hledí na cenu a 75 % na spotřebu. Stáří vozidla zajímá 55 % dotázaných. Podobný výsledek má i následující otázka. Při koupi nového CNG vozu hledí na spotřebu 90 % a na cenu 75 % lidí. Dalších 72,5 % zajímá, zda by měli dostatek stanic pro čerpání CNG.

D 5. Lidé při koupi vozidel nejčastěji zohledňují spotřebu, cenu a stáří vozidla. Lze konstatovat, že tato domněnka je potvrzená.

Palivo budoucnosti (otázka 14)

Nejvíce respondentů 40 % nebylo schopno určit, zda bude CNG pohonnou hmotou budoucnosti nebo nikoliv. Dalších 32,5 % určilo, že se stát může a zbylých 27,5 % dotázaných tvrdí, že ne.

D 6. CNG se svého rozšíření určitě ještě dočká, avšak na to, aby se stalo pohonnou hmotou budoucnosti, by muselo předčít takové palivové giganty jako je benzín či nafta a to je dost nepravděpodobné. Lze konstatovat, že domněnka je potvrzena.

10 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem Vás okrajově seznámil s problematikou stlačeného zemního plynu, především jako paliva pro silniční vozidla.

Oproti běžným pohonným hmotám, jako je benzín nebo nafta má CNG několik výhod. Ať je to už v ceně, která na trhu s pohonnými hmotami nemá konkurenci, v dopadu na ekologickou stránku naší planety nebo v bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že je automobilová doprava jedním z největších ekologických problémů současnosti, tak tím hlavním kladným bodem je bezesporu produkce emisí. Ať už se jedná o CO₂ nebo SO₂. V těchto unikajících látkách, vznikajících při provozu automobilů, má CNG nejmenší čísla, což potvrdili i mnou získané výsledky.

Mezi hlavní nedostatek v České republice považují slabou infrastrukturu čerpacích stanic, vysoké náklady při přestavbě motorů, poměrně krátký dojezd a špatné povědomí české veřejnosti. Proto ještě nejsou vozidla na CNG tak rozšířená, i když jejich strmý vzestup, především v posledních letech, lze registrovat. Registrovat jej budeme i nadále, protože kvůli globálním změnám naší planety, se to vnucuje. Kdy jindy a čím jiným bychom my, obyčejní lidé mohli pomoci, když ne například tím, že budeme používat ekologičtější dopravní prostředek?

Z mého úhlu pohledu je CNG perspektivní, levné a hlavně „ekologické“ palivo, které se svého rozšíření v budoucnosti určitě ještě dočká. Avšak pokud nedojde k vyčerpání zásob ropy a všechny potenciální zásoby zemního plynu se nepodaří vytěžit, tak CNG nebude mít na to, aby dostihlo a předešlo palivové gigantce, jako je benzín či nafta.

Díky nižším číslům vzniklých složek spalin lze konstatovat, že v České republice šetří Zemi 13 700 vozů, které mohou čerpat u 113 veřejných rychloplnicích stanic.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] „*Vznik a historie zemního plynu*“ [online]. [cit. 2015-11-08]. Dostupné také z: <https://www.rwe.cz/o-rwe/vznik-a-historie-zp/>
- [2] „*Historie plynu v dopravě*“ [online]. [cit. 2015-11-08]. Dostupné také z: <http://www.eng.cz/cs/historie-130/>
- [3] „*Zemní plyn*“ [online]. [cit. 2015-11-08]. Dostupné také z: <http://www.zemniplyn.cz/plyn/>
- [4] „*Zpracování zemního plynu*“ [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.ezemniplyn.cz/zpracovani-zemniho-plynu/>
- [5] „*Přeprava a distribuce zemního plynu*“ [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné také z: <https://www.rwe.cz/o-rwe/preprava-a-distribuce/>
- [6] T. Bartovský, „*Zabezpečení dodávek zemního plynu do ČR*“ [online]. [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php?nav01=4>
- [7] „*Zásobování zemním plynem Evropy a ČR*“ [online]. [cit. 2015-11-08]. Dostupné také z: <http://www.cena-plynu.eu/zasobovani-evropy-a-cr-zemnim-plynem/>
- [8] „*Přeprava Zemního plynu*“ [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.zemniplyn.cz/doprava/>
- [9] „*Přepravní síť v ČR*“ [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/domains/oenergetice.cz/wp-content/uploads/2015/03/prepravni-soustava-cr.jpg>
- [10] „*Zásoby a těžba zemního plynu*“ [online]. [cit. 2015-11-08]. Dostupné také z: <https://www.rwe.cz/o-rwe/zasoby-a-tezba-zp/>
- [11] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: , 2004. ISBN 80-239-1602-5.
- [12] VLK, František. *Paliva a maziva motorových vozidel*. 1. vyd. Brno, 2006. ISBN 80-239-6461-5.
- [13] „*Vlastnosti CNG*“ [online]. [cit. 2015-12-02]. Dostupné také z: <http://www.cng4you.cz/bezpecnost/vlastnosti-cng.html>
- [14] NOVOSÁD, J. *Alternativní paliva a možnosti řešení pohonných jednotek v budoucnosti*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2007.
- [15] MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. ISBN 80-247-0350-5.

- [16] „CNG v dopravě“ [online]. [cit. 2015-12-11]. Dostupné také z: http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/file/prezentace-seminaru/12_Simek.pdf
- [17] „Plnicí zařízení“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: <http://www.cng.cz/cs/plnici-zatizeni-plnici-stanice/>
- [18] „CNG - statistika ve světě, Evropě a u nás“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: <http://www.cng.cz/cs/statiska-cr-evropa-svet/>
- [19] „CNG - statistiky“ [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné také z: <http://www.cng4you.cz/cng-info/statistiky.html>
- [20] „Čerpací stanice s CNG“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: <http://www.fedorauto.cz/cerpaci-stanice-cng>
- [21] „CNG stanice“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: <http://www.cng.cz/cs/stanice/>
- [22] „Alternativní pohony v USA“ [online]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné také z: http://www.afdc.energy.gov/fuels/stations_counts.html
- [23] „CNG“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: <http://www.cng.cz/cs/vlastnosti/>
- [24] „Bezpečnostní testy“ [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/testy-cng-vozidel/>
- [25] KAMEŠ, Josef. Alternativní pohon automobilů. 1. vyd. Praha: BEN, 2004. ISBN 80-7300-127-6.
- [26] „Systém dvoupalivové soustavy Volvo S80“ [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné také z: Zdroj: http://www.greencarcongress.com/2004/10/volvo_bifuel_s8.html
- [27] „Ekologie“ [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/ekologie/>
- [28] NOSKIEVIČ, Pavel. *Spalování uhlí*. 2. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002. ISBN 80-248-0204-X.
- [28] VLK, František. *Příslušenství vozidlových motorů*. Brno: F. Vlk, 2002. ISBN 80-238-8755-6.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1	Evropská přepravní síť [8]	6
Obrázek 2.2	Česká přepravní síť [9].....	7
Obrázek 2.3	Prokázané zásoby zemního plynu ve světě [3]	8
Obrázek 2.4	Předpokládané zásoby zemního plynu ve světě [3]	9
Obrázek 4.1	Počet veřejných rychloplnicích stanic v ČR [18] [19].....	12
Obrázek 4.2	Schéma rychloplnicí stanice [20]	13
Obrázek 4.3	Schéma pomalu plnicí stanice [20]	14
Obrázek 5.1	Infrastruktura stanic pro veřejné plnění v České republice [19].....	16
Obrázek 5.2	Počet veřejných stanic v Evropě [19].....	17
Obrázek 7.1	Počet vozů s pohonem na CNG v České republice [19].....	20
Obrázek 7.2	System dvoupalivové soustavy Volvo S80 [26]	21
Obrázek 7.3	Schéma CNG palivové soustavy [14]	22
Obrázek 8.1	Objem složek obsažených ve spalínách - ropa.....	29
Obrázek 8.2	Objem složek obsažených ve spalínách - LPG	36
Obrázek 8.3	Objem složek obsažených ve spalínách - CNG	41
Obrázek 8.4	Srovnání složek ve spalínách jednotlivých paliv	42
Obrázek 9.1	Otázka č. 1 – Jste?	45
Obrázek 9.2	Otázka č. 2 – Kolik je Vám let?	46
Obrázek 9.3	Otázka č. 3 – Jste vlastníkem motorového vozidla?	46
Obrázek 9.4	Otázka č. 4 – Pokud jste vlastníkem motorového vozidla – jaké pohonné hmoty využíváte?	47
Obrázek 9.5	Otázka č. 5 – Setkal/a jste se už někdy s vozidlem s pohonem na CNG? ...	48
Obrázek 9.6	Otázka č. 6 – Domníváte se, že vozidla s CNG pohonem mají nižší spotřebu než vozy na klasické pohonné hmoty?	48
Obrázek 9.7	Otázka č. 7 – Myslíte si, že vozidla s pohonem na CNG produkují méně emisí než vozidla na klasické pohonné hmoty?	49
Obrázek 9.8	Otázka č. 8 – Kolik podle Vás v současné době jezdí vozů s CNG pohonem na českých silnicích?	50
Obrázek 9.9	Otázka č. 9 – Kolik čerpacích stanic s CNG je na území České republiky?	50

Obrázek 9.10	Otázka č. 10 – Myslíte si, že je provoz vozidla na CNG pohon cenově výhodnější?.....	51
Obrázek 9.11	Otázka č. 11 – Co zohledňujete při koupi vozidla na klasické pohonné hmoty?.....	52
Obrázek 9.12	Otázka č. 12 – Co byste zohledňoval/a při koupi vozidla na CNG pohon? .	52
Obrázek 9.13	Otázka č. 13 – Kolik by jste byl/a ochoten/ochotna investovat do automobilu na CNG pohon?.....	53
Obrázek 9.14	Otázka 14 – Myslíte si, že se CNG může stát pohonnou hmotou budoucnosti?.....	54

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Dotazník	I
----------------------------	---

Příloha A -Dotazník

Dobrý den,

Jsem studentem VŠB – TU Ostrava, Fakulty strojní, Katedry energetiky. Chtěl bych Vás tímto způsobem požádat o vyplnění dotazníku, který je jedním z mých podkladů pro Bakalářskou práci na téma „Shrnutí současného stavu využívání CNG v České republice“. Z dosažených výsledků bych rád došel k závěru, jaké je povědomí veřejnosti ohledně tohoto tématu.

Před vyplněním mého dotazníku bych Vám rád sdělil, že CNG je stlačený zemní plyn využívající se v dopravě jako alternativní pohonná hmota (alternativní k běžným kapalným palivům, jako je benzín či nafta).

Děkuji za Váš čas, správné odpovědi zakroužkujte.

1. Jste:

- Žena
- Muž

2. Kolik vám je let:

- 18 – 29 let.
- 30 – 49 let.
- 50 – 64 let.
- Více jak 65 let.

3. Jste vlastníkem motorového vozidla?

- Ano.
- Ne.

4. Pokud jste vlastníkem motorového vozidla - jaké pohonné hmoty využíváte?

- Motorovou naftu.
- Benzín.
- LPG.
- CNG.
- Jiné.

5. Setkal/a jste se už s vozidlem s pohonem na CNG?

- Ano.
- Ne.

6. Domníváte se, že vozidla s CNG pohonem mají nižší spotřebu než vozy na klasické pohonné hmoty?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

7. Myslíte si, že vozidla s pohonem CNG produkují méně emisí než vozidla na klasické pohonné hmoty?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

8. Kolik podle Vás v současné době jezdí vozů s CNG pohonem na českých silnicích?

- Méně než 100.
- Do 1 000.
- Do 10 000.
- Více jak 12 000.

9. Kolik čerpacích stanic s CNG je na území České republiky?

- Méně než 150.
- Do 500.
- Do 1 000.
- Více jak 1 000.

10. Myslíte si, že je provoz vozidla na CNG pohon cenově výhodnější?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.

11. Co zohledňujete při koupi vozidla na klasické pohonné hmoty? (můžete zaškrtnout více odpovědí)

- Spotřebu pohonných hmot.
- Produkci emisí.
- Výkon motoru.
- Stáří vozidla.
- Cenu vozidla.

12. Co by jste zohledňoval/a při koupi vozidla na CNG pohon? (můžete zaškrtnout více odpovědí)

- Spotřebu.
- Produkci emisí.
- Výkon motoru.
- Zda je k dispozici dostatek čerpacích stanic.
- Cenu vozidla.

13. Kolik by jste byl/a ochoten/a investovat do automobilu na CNG pohon?

- méně než 100 000 Kč.
- do 250 000 Kč.
- do 400 000 Kč.
- více jak 400 000 Kč.

14. Myslíte si, že se CNG může stát pohonnou hmotou budoucnosti?

- Ano.
- Ne.
- Nevím.