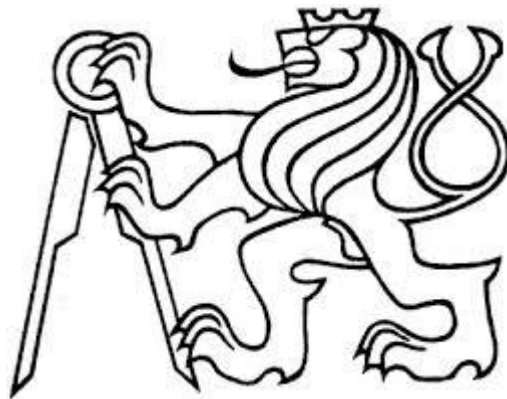


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ



Bc. David Kaiser

**PODPORA ZAVEDENÍ VOZIDEL S POHONEM
CNG A LPG DO MĚSTSKÉHO PROVOZU**

Diplomová práce

2016



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
d ě k a n**

Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. David Kaiser

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – LO – Logistika, technologie a management dopravy

Název tématu (česky): **Podpora zavedení vozidel s pohonem CNG a LPG do městského provozu**

Název tématu (anglicky): Support Application of CNG and LPG Vehicles in City Traffic

Zásady pro vypracování

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

- Platná legislativa pro provoz CNG a LPG vozidel
- CNG a LPG z pohledu bezpečnosti
- Aktuální využití CNG a LPG pohonů v silniční dopravě
- Podpora zavedení CNG a LPG pohonů v prostředí městské dopravy
- Návrh úpravy legislativy
- Technická řešení provozu CNG a LPG vozidel
- Ekonomické zhodnocení využití LPG a CNG
- Návrh strategie pro zvýšení zájmu ze strany uživatelů

- Rozsah grafických prací: podle charakteru tématu diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Brůhová-Foltýnová, H. Doprava a společnost. Praha, Karolinum, 2009
Kameš, J. Alternativní pohony automobilů. Praha, Nakladatelství BEN-technická literatura, 2004

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petra Skolilová

Datum zadání diplomové práce:

30. června 2014

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce:

30. listopadu 2016

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D.

vedoucí

Ústavu logistiky a managementu dopravy



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

děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. David Kaiser
jméno a podpis studenta

V Praze dne 15. června 2016

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji ing. Petře Skolilové za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytovala během mého studia a dále bych chtěl poděkovat náměstkovi generálního ředitele na GR HZS ČR brig. gen. Ing. Miloši Svobodovi za pomoc formou konzultací. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat svým rodičům a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia. Ještě poděkování všem respondentům za jejich čas k vyplnění mého dotazníkového šetření.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 11. 9. 2016



.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

PODPORA ZAVEDENÍ VOZIDEL S POHONEM
CNG A LPG DO MĚSTSKÉHO PROVOZU

Diplomová práce

2016

Bc. David Kaiser

Abstrakt:

Předmětem této diplomové práce je zaměření se na využívání alternativních paliv. Konkrétně stlačeného zemního plynu (CNG) a zkapalněného ropného plynu (LPG). Cílem je využití těchto paliv zejména v prostředí městského provozu a podpory jejich zavedení ze strany uživatelů.

Abstract:

The subject of this thesis is to focus on the use of alternative fuels. Specifically, Compressed Natural Gas (CNG) and Liquefied Petroleum Gas (LPG). Goal is to use these fuels, especially in the urban environment, operation, and support their implementation by users.

Klíčová slova:

Stlačený zemní plyn, CNG, ropný plyn, LPG, alternativní paliva, plnicí stanice, garážové stání, strategie.

Keywords:

Compressed Natural Gas, CNG, Liquefied Petroleum Gas, LPG, alternative fuels, filling station, garage parking, strategy.

Obsah

Úvod	6
1 Popis stávajícího stavu	8
1.1 Konvenční paliva	8
1.1.1 Automobilový benzín	8
1.1.2 Motorová nafta	9
1.2 Alternativní paliva	9
1.2.1 CNG	10
Výhody CNG	10
1.2.2 LPG	12
1.2.3 LNG	13
1.2.4 Elektřina	13
1.2.5 Vodík	14
1.2.6 Biopaliva	15
2 Platná legislativa pro provoz CNG a LPG vozidel	16
2.1 Strategie a legislativa EU	16
2.2 Strategie a legislativa ČR	18
2.3 Normy, technická pravidla a doporučení	19
2.4 Daně	20
2.4.1 Silniční daň	21
2.4.2 Spotřební daň CNG	22
2.4.3 Spotřební daň LPG	22
2.5 Dotační programy	23
3 CNG A LPG z pohledu bezpečnosti	24
3.1 Prevence	24
3.2 Navrhování a schvalování komponentů	25
3.3 Parkování	26
3.3.1 Vzduchotechnika garáží	27
3.3.2 Provádění zkoušek	28
3.4 Mimořádné události	29
4 Aktuální využití CNG a LPG pohonů v silniční dopravě	32
4.1 Aktuální využití CNG	32
4.2 Aktuální využití LPG	34
5 Podpora zavedení CNG a LPG pohonů v prostředí městské dopravy	35
5.1 Integrovaný záchranný systém	35
5.1.1 Hasičský záchranný sbor	35

5.1.2 Zdravotní záchranná služba	36
5.1.3 Policie	36
5.2 Služby	37
5.6 MHD	38
6 Návrh úpravy legislativy	42
6.1 Hromadné garáže	42
6.1 Označování vozidel	42
6.2 Podpora alternativních paliv	43
7 Technické řešení provozu CNG a LPG vozidel	45
7.1 Technické řešení provozu CNG	45
7.2 Technické řešení provozu LPG	46
7.3 Plnicí stanice CNG	46
7.4 Plnicí zařízení CNG (domácí)	47
7.5 Plnicí stanice LPG	48
8 Ekonomické zhodnocení využití LPG a CNG	49
8.1 CNG	49
8.2 LPG	52
9 Návrh strategie pro zvýšení zájmu ze strany uživatelů	55
9.1 Struktura dotazníkového šetření	55
9.2 Vyhodnocení první části dotazníkového šetření	55
9.3 Vyhodnocení druhé části dotazníkového šetření	57
9.4 Vyhodnocení sledovaných ukazatelů	60
Závěr	62
Seznam použitých zdrojů	64
Seznam obrázků	69
Seznam tabulek	69
Seznam grafů	70
Seznam příloh	70

Seznam použitých zkratk

ASHRAE	Americká společnost inženýrů v oboru vytápění, chlazení a klimatizace
AVAS	Akustický varovný systém
BA95	Benzín Natural 95
BA98	Benzín Natural 98
BEV	Vozidlo s čistě elektrickým pohonem
CNG	Stlačený zemní plyn
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DPH	Daň z přidané hodnoty
E85	Etanol 85
EHK	Evropská hospodářská komise
EU	Evropská unie
EURO	Emisní norma
GPL	Zkapalněný ropný plyn
HZS	Hasičský záchranný sbor
LNG	Zkapalněný zemní plyn
LPG	Zkapalněný ropný plyn
MHD	Městská hromadná doprava
NAP CM	Národní akční plán čisté mobility
NGV	Natural Gas Vehicles - Vozidla na zemní plyn
OSN	Organizace spojených národů
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle - Plug-in hybridní elektromobil
PO	Požární ochrana
SUV	Sport utility vehicle - Sportovně užitkové vozidlo
TPG	Technické pravidlo - plyn
USA	Spojené státy americké

Úvod

Podpora pro zavádění alternativních paliv do městského provozu je stále důležitější vzhledem k rostoucí hustotě obyvatel právě ve městech. Exhalace způsobené rostoucím provozem zatěžují každé větší město a proto je přístup k řešení zavádění alternativních paliv velice důležitý.

Diplomová práce je rozdělena celkem do devíti kapitol. V první kapitole popisují základní pojmy z oblasti alternativních paliv. Jsou zde uvedena současně užívaná konvenční i alternativní paliva včetně jejich základních vlastností a využití. Jednotlivá paliva rozebírám v rámci samostatných kapitol. Popis začínám z pohledu konvenčních paliv, automobilovým benzínem a motorovou naftou. Následují podkapitoly o alternativních palivech, kde na prvním místě uvádím dvě z paliv, které jsem si zvolil k porovnání v rámci této diplomové práce. Prvním je stlačený zemní plyn (CNG) a druhým zkapalněný ropný plyn (LPG). Následují alternativní paliva, jako jsou LNG, vozidla na elektrický pohon, vodík a posledním biopaliva.

Práce pokračuje kapitolou zabývající se popisem platné legislativy pro provoz alternativních paliv, zejména pak CNG a LPG vozidel. Tato problematika je především formována strategií EU, kde jsou definovány základní cíle. Cíle jsou následně aplikovány na národní úrovni jednotlivých států EU. V rámci kapitoly dále uvádím legislativu ČR ohledně alternativních paliv včetně norem, technických pravidel a doporučení. Další podkapitola se věnuje daním, které jsou důležité vzhledem k podpoře alternativních paliv. V poslední podkapitole jsou uvedeny některé z dotačních programů, které podporují alternativní paliva.

Třetí kapitola otevírá pohled na bezpečnost těchto technologií. V ČR je z pohledu CNG a LPG nejdiskutovanějším tématem bezpečnost parkování v podzemních garážích. Bezpečnost zde popisují z pohledu jak prevence, tak i případného zásahu při mimořádné události.

V kapitole „Aktuální využití CNG a LPG pohonů v silniční dopravě“ popisují stav, jaké modely vozidel CNG a LPG jsou v současnosti dostupné. Uvádím rovněž statistiku vozového parku CNG a LPG.

Další kapitolou je podpora zavedení CNG a LPG pohonů v prostředí městské dopravy. Zde uvádím, jak a kde se technologie v rámci města využívají a kde je případně ještě prostor pro jejich využití.

Následující kapitola řeší návrh úpravy legislativy z pohledu podpory CNG a LPG. Bez podpory a zvyšování zájmu ze stran zákazníků by nedocházelo k tak rychlé obnově konvenčního vozového parku za alternativní.

Technická řešení provozu jsou rozebrána v další samostatné kapitole. Zde jsou zodpovězeny otázky ohledně používané techniky, v první řadě vozidel a dále pak plnicích stanic CNG a LPG.

Kapitola ekonomického zhodnocení má za cíl vyhodnotit přínosy a negativní dopady technologií CNG a LPG v porovnání oproti konvenčním pohonům. Tyto pohledy jsou postaveny na porovnání dostupné techniky a jejich provozních nákladech. Při jejich porovnání je potom možné stanovit, zda má dotace motivační efekt při zvažování nákupu této techniky.

Vzhledem k části diplomové práce „Návrh strategie pro zvýšení zájmu ze strany uživatelů“ jsem jako vstupní hodnoty použil data na základě sestaveného dotazníku. Nejprve definuji strukturu dotazníkového šetření, který se skládá ze dvou částí. V první části jsou postaveny otázky ohledně demografických údajů. Druhá část dotazníku pak odpovídá na konkrétní otázky týkající se nákupu vozidel na CNG a LPG. Dotazník vychází z předem postavených hypotéz, které pomocí vyhodnocení dotazování ověřím či vyvrátím. Cílem je pak navrhnout směřování vedení strategie pro zvýšení zájmu o tyto technologie. Stanovené hypotézy jsou:

- Hypotéza č. 1: Veřejnost se obává bezpečnosti plynových vozů.
- Hypotéza č. 2: Ve společnosti není zájem o vozidla na plyn.
- Hypotéza č. 3: V řadách veřejnosti je nízká informovanost o vozech na plyn.
- Hypotéza č. 4: Veřejnost má zájem o zavádění ekologických vozidel na plyn.

Závěrem shrnuji výsledky ohledně bezpečnosti CNG a LPG pro využití v městském prostředí. Interpretuji výsledky dotazníkového šetření, kterým byly získány data pro ověření či vyvrácení hypotéz. Po celkovém zhodnocení následují seznamy citací, obrázků, tabulek a grafů. Formulář dotazníkového šetření je přiložen jako příloha.

1 Popis stávajícího stavu

Podle definice Ministerstva životního prostředí, dělíme alternativní paliva v dopravě na dvě skupiny. První skupinou jsou plynná paliva, ty jsem si vybral za téma mé diplomové práce. Mezi plynná paliva se řadí stlačený zemní plyn (CNG) a zkapalněný ropný plyn (LPG). U výše zmíněného ropného plynu je otázka zda ho považovat za alternativní palivo a to sice z důvodu jeho přímé vazby na zpracování fosilní ropy. Ke skupině plyných alternativních paliv bych ještě přiřadil zkapalněný zemní plyn (LNG), který je v ČR z této skupiny nejméně rozšířeným. Druhou skupinou jsou biopaliva. Jde o paliva, která se získávají z biomasy. Biomasa může být buď rostlinného původu (brambory, cukrová třtina, apod.) nebo využitím odpadů (odpady dřevařského průmyslu a zemědělství). V případě pěstování biomasy se jedná o takové produkty, které obsahují vysoké procento cukru a škrobu. Existují i další možnosti jak získávat energii pro pohon vozidel. Takovou možností může být buď elektrická energie, nebo využití vodíkové technologie. [6]

1.1 Konvenční paliva

Mezi konvenční paliva patří automobilový benzín a motorová nafta. Vývoj pohonných jednotek těchto paliv urazil dlouhou cestu a prakticky jsou zastoupeny ve všech druzích dopravy. K omezení množství oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO_x) a množství pevných částic (PM) platí závazná emisní norma EURO. Emisní norma EURO se zavádí od roku 1992, vychází každé čtyři roky. V současnosti je poslední vydanou platnou normou EURO 6.

1.1.1 Automobilový benzín

Benzín je používán jako palivo již od devatenáctého století. Palivo je kapalného skupenství a skládá se především z uhlíku a vodíku. V současné době je nejrozšířenějším zástupcem benzín Natural 95 (BA95). Druhým používaným benzínem je Natural 98 (BA98). Číslovky u Naturalu 95 a 98 v obchodním názvu reprezentují hodnotu oktanového čísla. Oktanové číslo je vyjádřeno jako objemový podíl izo-oktanu (oktanové číslo 100) a n-heptanu (oktanové číslo 0). Znamená to tedy, že Natural 95 se skládá z 95% oktanu a 5% heptanu. Izo-oktan má vysokou odolnost proti samozápalům. Jak uvádí zdroj [34], benzín získaný destilací ropy nemá dostatečně vysoké oktanové číslo. To se následně zvyšuje izomerací lehkých benzínů a reformováním těžkých benzínů. Oktanové číslo vyjadřuje schopnost paliva proti detonačnímu spalování. Jedná se o místní vzplanutí části směsi paliva a vzduchu. Při tomto jevu dochází k detonaci, která následně ve formě rázových vln naráží na stěny. Tím vzniká tzv. „klepání motoru“. [34]

Do automobilového benzínu se povinně přimíchává biosložka, mezi tyto složky se řadí buď bioetanol nebo bioETBE.

Benzín je palivem pro zážehové motory a víceméně převládá v osobních automobilech nižší a střední třídy nebo ve sportovních vozech. Pro snižování spotřeby přistupují výrobci k použití nejrůznějších technologií. Jednak se výrobci snaží snižovat pohotovostní hmotnosti vozů s použitím moderních materiálů a snahou dosahovat nižších hodnot aerodynamického odporu. Používají se úspornější „downsizové“ přeplňované jednotky za využití nejnovějších technologických poznatků. Další z možností je použití systému jako je „Start-Stop“ technologie, kdy při každém zastavení vozidla vypne motor a tím dochází k výrazné úspoře paliva především v městském provozu.

1.1.2 Motorová nafta

Druhým z konvenčních paliv je motorová nafta. Nafta se využívá jako palivo u vznětových motorů. Její užití převládá především u autobusů a v nákladní dopravě. Vznětové motory u osobních vozidel jsou většinou doménou vyšší střední třídy, vozidel SUV a terénních vozů. Vznětové motory jsou navíc využívány i v různých strojích jako jsou ty zemědělské nebo jsou zastoupeny i v železniční či lodní dopravě. U vznětových motorů je poslední dobou velice sledovanou otázkou obcházení zavedených emisních předpisů ze stran automobilových výrobců. Motorové nafty obsahují povinně analogicky tak jako u automobilového benzínu přidávané složky, v tomto případě FAME (MEŘO).

Kvalitu motorové nafty udává cetanové číslo. Čím vyšší má hodnotu, tím motor lépe startuje a má i vyšší výkon. Z pohledu ekologie vyšší cetanové číslo přináší lepší emise, nižší spotřebu a tišší chod motoru. Nesmí ovšem být zase moc vysoký, což by mohlo naopak způsobovat nedokonalé hoření a vznik sazí. Cetanové číslo se pohybuje od minimálních hodnot 51 a více. [35]

1.2 Alternativní paliva

Za alternativní paliva se považují taková, která mohou být využita náhradou za ropu. Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2014/94/ES, která na základě „Čisté zdroje energie pro dopravu: Evropská strategie pro alternativní paliva“ za alternativní paliva považuje zemní plyn, ropný plyn, elektřinu, vodík a biopaliva. [10]

Jiný pohled na alternativní paliva ovšem z tohoto seznamu vylučuje již zmíněný ropný plyn. Už jen ze samotného názvu je přiznáno přímé spojení s ropou. Nicméně podle pojetí pojmu „alternativní paliva“ by mělo takové palivo splňovat nezávislost na ropě. Z toho pohledu nemůže být LPG považováno za alternativní palivo k ropným produktům.

1.2.1 CNG

Označení CNG je zkratkou stlačeného zemního plynu (Compressed Natural Gas). Jedná se o plynné fosilní palivo. Díky obsahu metanu má CNG v porovnání s ostatními fosilními palivy při spalování nejmenší podíl CO₂ na jednotku uvolněné energie. [14]

Spotřeba CNG je udávána na rozdíl od konvenčních paliv buď v hmotnostních [kg] nebo objemových [m³] jednotkách. Zdroj NAP CM uvádí, že zásoby ložisek zemního plynu budou vyčerpány o 50 - 100 let později než samotná ropa. [14]

Hlavní složkou CNG je metan (přes 90%) a etan (1 - 6%). V nádržích vozidel je na rozdíl od LPG v plynném skupenství stlačený až na 300 bar. CNG může být i ve formě zkapalněného produktu a to pod označením LNG, viz kapitola 1.2.3. Zemní plyn je lehčí než vzduch a tak při případném úniku dochází k přirozenému odvětrávání, pokud se vozidlo nenachází v uzavřených prostorech. [14]

Plyn se získává jako tzv. břídlcový plyn nebo formou hydrátu metanu na dnech oceánů. U plynu je nutné provádět tzv. oderizaci. Díky této technologii získává jinak bez zápachový plyn navíc složku, kterou lze detekovat pomocí čichu v případě jeho úniku. Vytěžený plyn se k plnicím stanicím přepravuje pomocí plynové potrubní sítě. Až v místě plnicí stanice je stlačený na požadovaných 300 bar. Druhou možností jak plyn dostat do plnicí stanice je pomocí speciálních trajlerů, v takovém případě je plyn již stlačený. Vozidla se vyrábí v Bi-Fuel provedení, kdy vozidlo automaticky přepíná na CNG pokud je v nádrži.

Vedle fosilního CNG je ještě možnost získávat tzv. BioCNG jako obnovitelné palivo. BioCNG se získává během mikrobiální přeměny organických látek bez přístupu vzduchu v bioplynových stanicích. K tomu se využívají lokální biologické zdroje (keřda, biomasa). Po oddělení nepotřebných složek je možné získat biometan, který může mít stejné využití jako zemní plyn. V místě plnění se následně rovněž stlačí a má využití jako CNG.

Výhody CNG

- K převažující výhodě CNG patří nižší zatížení spotřební daní a nulovou silniční daní pro vozidla nad 12t. Zdanění má vliv na nižší provozní náklady oproti konvenčním pohonům.
- Rovněž tato technologie přináší snížení hladiny hluku a to až o několik decibelů.
- Při spalování CNG dochází i k lepšímu směřování se vzduchem a to vede k rovnoměrnějšímu složení palivové směsi.
- Z pohledu bezpečnosti má CNG zápalnou teplotu na dvojnásobné hodnotě oproti automobilovému benzínu.
- Obsahuje vysoké oktanové číslo 129, to má pozitivní vliv na tichý chod motoru.

- Pokud dojde k havárii, či úniku plynu ve venkovních prostorech pak díky jeho vlastnosti, že je lehčí než vzduch dojde k přirozenému odvětrání. V této souvislosti nemůže dojít ke kontaminaci půdy.
- Důležité rovněž je, že se nejedná o jedovatý plyn.
- Bi-Fuel vozidlo má díky dvěma nádržím delší dojezd oproti konvenčním pohonům.
- Z praktického hlediska nelze z vozidla plyn zcizit, jako u běžných benzínových či naftových paliv.
- Produkované emise jsou nižší oproti benzínovým či naftovým motorům a nižší i oproti LPG.
- Možnost pořízení vlastní (domácí) plnicí stanice.
- Další výhodou je také stálá kvalita plynu.
- Ložiska zemního plynu budou vyčerpány o několik desítek let později než ložiska ropy.
- Rozšiřující se nabídka vozidel a autobusů na CNG.

Nevýhody CNG

- Největší nevýhodou (prozatím) je nízká hustota sítě plnicích stanic.
- Náklady na pořízení CNG pohonu jsou vyšší než u konvenčního pohonu.
- Zmenšení zavazadlového prostoru (ne u všech modelů).
- V případě dodatečné přestavby vozu na CNG, nelze umístit nádrž v prostoru určeném pro rezervní kolo ani v místě podvozku vozidla, jak je tomu u továrních modelů.
- Vyšší provozní hmotnost vozidla.
- Snížení výkonu motoru (pro své spalování vyžaduje více vzduchu, toho lze dosáhnout při přeplňování a tím minimalizovat ztrátu výkonu).
- CNG je lehčí než vzduch jak je již uvedeno ve výhodách, ale jiná situace nastává v případě, kdy se plyn nachází v uzavřeném prostoru. V takovém případě jeho vlastnost může být i jeho nevýhodou. Pokud jsou stropy členité pak se plyn může dostat i do míst, ze kterých se nedostane přirozeným odvětráním a ani za pomoci vzduchotechniky.
- Zároveň jak jsem již uvedl, plyn není jedovatý, ale při úniku v uzavřených prostorech vytěsňuje kyslík ze vzduchu (může způsobit úpadek do bezvědomí).

1.2.2 LPG

Zkapalněný ropný plyn (LPG) je zkratkou z anglického Liquefied Petroleum Gas, toto označení se používá v celé EU, pouze v Itálii vystupuje pod názvem GPL (Gas di petrolio liquefatto). LPG se používá jako palivo u spalovacích motorů. V tomto případě se jedná rovněž o Bi-Fuel vozidlo. LPG je tlakem zkapalněný plyn směsi uhlovodíků propanu a butanu zkráceně „propan butan“. Někdy se taky označuje jako kapalný ropný plyn. Umístěný je v nádržích vozidel v kapalném skupenství. Plyn je těžší než vzduch což může způsobit problém při jeho případném úniku zejména v uzavřených podzemních garážích.

LPG je sice mezi alternativní paliva zařazeno směrnicí Evropského Parlamentu a Rady 2014/94ES, nicméně se nedá považovat za alternativní palivo v rámci ČR. To z důvodu, že LPG má přímou souvislost s ropnými produkty a tedy ho nelze řadit do skupiny alternativních paliv. LPG lze získávat i jako produkt při těžbě zemního plynu.

Zdroj [32] cituje Radka Doneera z NH Cars, podle kterého bylo v roce 2015 za první čtvrtletí poprvé prodáno více vozidel na CNG než LPG z důvodu nižších provozních nákladů. *LPG je považováno po celé Evropě za alternativní palivo, ale nová státní koncepce s ním vůbec nepočítá a cíleně opomíjí*, podle Petra Madurkay z České asociace LPG v reakci na Národní akční plán čisté mobility. [32]

Plyn se získává z metanu v průběhu těžby zemního plynu nebo při rafinaci ropy. Jelikož je směs bez zápachu, přidává se do ní látka s výraznou vůní k její registraci pomocí čichu v případě úniku. Není sice jedovatý, ale má lehce toxické účinky. Uskládňuje se v kapalném skupenství při nízkém tlaku. V plynném skupenství je těžší než vzduch. [23]

Výhody LPG

- Nejpodstatnější výhodou LPG je hustá síť plnicích stanic.
- Další z výhod jsou nižší provozní náklady oproti konvenčním pohonům, díky snížení spotřební daně. Silniční daň je nulová u vozidel do 12t.
- Díky přidané nádrži na LPG umožňuje větší dojezd oproti konvenčním pohonům.
- V případě dodatečné přestavby lze umístit do prostoru pro rezervní kolo.
- Nevytváří se karbonové usazeniny v motorové části.
- Delší životnost mazacího oleje (není rozpouštěn benzínem v případě převažujícího provozu na LPG).
- Snížení hlučnosti motoru.
- Nesnižuje výkon motoru (jen u karburátoru byl znatelný pokles výkonu).
- Nemožnost zcizení LPG z nádrže vozu.

Nevýhody LPG

- Strategické koncepce již s LPG v ČR nepočítají jako s alternativním palivem.
- Náklady na přestavbu, případně pořízení nového vozu (omezený výběr modelů).
- Při přestavbě vozu na LPG dochází u osobních vozů k omezení nákladového prostoru. Nádrž se umísťuje do zavazadlového prostoru nebo je možné využít prostor pro rezervní kolo, které se následně pak buď umístí do zavazadlového prostoru či se nahradí opravnou sadou.
- Při jízdě na plyn je vyšší spotřeba z důvodu nižší výhřevnosti plynu.
- Náklady na provoz při spalování konvenčního paliva vzrostou z důvodu vyšší pohotovostní hmotnosti vozu.
- LPG je těžší než vzduch, to může přinést komplikaci v podobě nahromadění plynu ve vyhloubených prostorách (šachty, výtahy, terénní zlomy, apod.).

1.2.3 LNG

Jedná se o zemní plyn v kapalném skupenství (Liquefied Natural Gas). Plyn má teplotu -162°C při atmosférickém tlaku. LNG je především využíváno v lodní a železniční dopravě. V silniční dopravě je současně nejvíce využíváno v USA a Kanadě a to jak pro nákladní tak pro dálkovou autobusovou dopravu.

Největší výhodou LNG je 600 krát menší objem než u CNG. Díky této vlastnosti má obrovskou výhodu uskladnění při přepravě a i samotném skladování.

Ovšem nevýhoda u LNG je na straně technologie, která je ekonomicky náročná na výstavbu terminálů a i uchovávání samotného plynu při přepravě. LNG je totiž nutné jednak uchovávat při nízkých teplotách a potom i samotný proces zkapalnění zemního plynu je značně náročným procesem. [22]

1.2.4 Elektřina

Podpora čistě elektrického pohonu vychází ze snahy na zlepšení kvality ovzduší a tím spíše to platí právě pro města, která trpí znečištěním od spalovacích a zážehových motorů. Tento přístup je nezbytný vzhledem k urbanizaci a rozrůstání městských aglomerací. Dochází k postupnému zahušťování jednak stálými obyvateli měst tak i lidmi přijíždějícími za prací, dále tranzitní dopravou, zásobováním a dalšími službami nezbytnými k chodu společnosti. U elektrických pohonů je bezesporu jejich výhodou bezemisní provoz vzhledem ke snaze o regulaci CO_2 . Nicméně v tomto ohledu pokud mluvíme o ekologickém provozu je podstatné jakým způsobem dodávanou elektřinu do elektrické sítě vyrábíme. Sice provoz čistě elektrického vozidla je ekologický, ale výroba elektřiny již tak ekologická být nemusí.

Díky rozšíření vozidel na elektrický pohon by se velice výrazně snížili emise hluku, které trápí zejména městské lokality. Hluk má negativní dopad na lidské zdraví i psychiku, pokud mu je organismus dlouhodobě vystaven. Nicméně tato nesporná výhoda vozidel na elektrický pohon má i svou odvrácenou stranu. Vozidla díky tichému chodu mohou způsobovat problém ostatním účastníkům silničního provozu z důvodu, že je neslyší. Z bezpečnostních důvodů slyšitelnosti vozů budou jejich součástí akustické varovné signály (AVAS) podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 540/2014 ze dne 16. dubna 2014. Podle tohoto nařízení musí výrobci začít instalovat systémy do všech nových vozidel (hybridních s elektrickým pohonem nebo čistě elektrických) nejpozději od 1. července 2021. [29]

V poslední době je velkým tématem bezpečnost. Z tohoto pohledu je právě elektrický pohon často zmiňován svým dalším velkým přínosem a tím je postupné omezování závislosti na dodávkách ropy. Díky politicky nestabilním regionům produkujícím ropné produkty je tato otázka aktuální a je důležité hledat cesty a k takové nezávislosti. Stejně tak elektrické pohony řeší i nezávislost na dodávkách plynu, který je rovněž strategickou komoditou.

Na technologiích se stále pracuje a pro elektrické pohony jsou zatím největším problémem jejich dojezdové vzdálenosti, tedy mít cenově dostupné a technologicky vyspělé baterie případně efektivní dobíjení. K podpoře technologie přispívá i podpora dobíjecích stanic s možností rychlonabíjení.

Zatímco čistě elektrických vozů Battery Electric Vehicle (BEV) jezdí zanedbatelné množství, počtu vozů Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV) stále přibývá a většina z velkých automobilek již takové produkty nabízí. Výhodou elektromotoru je, že může fungovat i jako generátor a mechanickou energii transformovat na elektrickou, kterou zároveň může zařízení využívat nebo ukládat v akumulátorech.

1.2.5 Vodík

Jednou z možností využití vodíku je jeho využití jako paliva a může být realizováno spalováním v motorech. Díky spalování vodíku v komoře podobné spalovacímu motoru vzniká jako vedlejší produkt voda. Ovšem tento způsob využití vodíku není zrovna moc ekonomický. Za výrobou vodíku stojí finančně náročný technologický proces. Další nevýhodou, kterou vodík jako palivo přináší je nebezpečí vzniku výbušné směsi při jeho úniku.

Druhou možností využití vodíku je nepoužít jej jako samotné palivo, ale formou palivového článku. Vodík by tak dodával energii elektromotoru. Tato technologie funguje principem chemické reakce vodíku a kyslíku obsaženého ve vzduchu. Díky této reakci je

uvolňována energie pro pohon elektromotoru a vedlejším produktem je opět voda. Výhoda vodíku oproti elektřině spočívá v jeho skladovatelnosti.

Na vodíkové technologie se zaměřuje celá řada projektů včetně výstavby infrastruktury vodíkových čerpacích stanic. Z dlouhodobého hlediska se jedná jistě o perspektivní technologii, avšak technologicky ještě nenastal pro vodík čas k masovějšímu nasazení.

1.2.6 Biopaliva

Bioetanol je vyráběný z obnovitelných zdrojů a jeho přidáním do benzínu Natural 95 vzniká tzv. E85. Obchodní označení E85 je směsí 85% etanolu a 15% benzínu Natural 95. Poměr etanolu a benzínu je v závislosti na ročním období, kdy etanolu může být minimálně 70%. Což je zapříčiněno horší zápalností etanolu při nižších teplotách. Bioetanol se vyrábí alkoholovým kvašením z plodin obsahující sacharidy (brambory, obiloviny, cukrová řepa, apod.) nebo biomasy (dřevo, odpady při výrobě celulózy nebo papíru). Výhodou paliva je snížení emisí CO₂. Palivo E85 má vyšší oktanové číslo než samotný Natural 95. Úprava vozidla je nejméně finančně náročná ze všech přestaveb, vychází na cca 4000,- až 6000,- Kč. Oproti CNG nebo LPG se do vozidla nemusí instalovat další nádrž, tím technologie nezmenšuje úložný prostor a nezvyšuje provozní hmotnost vozidla. [2] [21]

Další z biopaliv je bionafta vyráběná z řepkového oleje. Ta se díky navýšení daně v roce 2016 dostala cenu vyšší než cena u motorové nafty a zájem o ní z toho důvodu klesl. Využití biopaliv je stále aktuální v podobě přidávání jejich podílu do automobilového benzínu a motorové nafty.

2 Platná legislativa pro provoz CNG a LPG vozidel

Tato kapitola popisuje legislativu a strategii EU a ČR pro alternativní paliva a konkrétně plynná paliva. Problematika využívání a rozvoje alternativních paliv je vymezena strategií EU, dále pak předpisy Evropské hospodářské komory (EHK). Následně státy EU zpracovávají své strategické dokumenty a implementují je do svých zákonných norem. Technická řešení jsou ustanovena v Českých technických normách (ČSN), Technických pravidel (TPG). Na úrovni jednotlivých oborů ještě vystupují technická doporučení. U plynu se jedná o technická doporučení pro plynaře GAS (TDG).

2.1 Strategie a legislativa EU

- **Nařízení EP a Rady (ES) č. 715/2007, o schvalování typu motorových vozidel z hlediska emisí z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro 6)**
- **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 595/2009 o schvalování typu motorových vozidel a motorů z hlediska emisí z těžkých nákladních vozidel (Euro VI)**
- **Směrnice 2009/33ES o podpoře čistých a energeticky účinných silničních vozidel**
- **Strategie Evropa 2020** z roku 2010 zde stojí jako základní dokument o alternativních palivech z pohledu EU. Strategie EU představuje hlavní hospodářskou reformní agendu s výhledem do roku 2020 a tím nahrazuje Lisabonskou strategii. Jedním z hlavních cílů je *snížení emisí skleníkových plynů o 20% oproti úrovním roku 1990 a zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů v konečné spotřebě energie na 20% a posun ke zvýšení energetické účinnosti o 20%*. [7]

Je na členských státech, aby tyto hlavní strategické cíle implementovali do své národní politiky a následně je i naplňovaly. *S ohledem na konzultace s Evropskou komisí o podobě národních cílů ČR a na závazky plynoucí již ze Závěrů Evropské rady ze dne 26. března 2010 a s přihlédnutím k domácí hospodářské, sociální a politické situaci a jednáním na půdě tripartity, schválila vláda ČR dne 7. června 2010 některé kvantifikované národní hlavní cíle a podcíle strategie Evropa 2020.* [7]

- **Bílá kniha o dopravní politice EU**, předložená Evropskou komisí v roce 2011. Dokument stanovuje deset cílů pro konkurenceschopný dopravní systém. Jedním z hlavních cílů je dosáhnout stavu, kdy města budou bez vozidel na konvenční paliva. Bílá kniha stanovuje harmonogram, který pro městskou dopravu stanovuje následující body. Do roku 2030 snížení o 50% podílu automobilů na konvenční paliva a do roku 2050 dokončení jejich úplného vyřazení z městského provozu. Dále do

roku 2050 plán předpokládá snížení smrtelných nehod na minimální hodnoty. Dalším cílem pro města bude zavedení městské logistiky bez obsahu CO₂ do roku 2030. Strategie následně řeší v dalších hlavních bodech i meziměstskou a dálkovou dopravu. [8]

Ve městech je přechod na čistší dopravu usnadňován nižšími požadavky na druhy vozidel a vyšší hustotou obyvatel. Možnosti výběru jsou ve veřejné dopravě širší a zahrnují rovněž chůzi a jízdu na kole. Přetíženost, špatná kvalita ovzduší a vystavení hluku dopadají na města nejvíce. Městská doprava se podílí zhruba jednou čtvrtinou na emisích CO₂ z dopravy a ve městech dochází k 69 % silničních dopravních nehod. Postupné vyřazování „konvenčně poháněných“ vozidel z městského prostředí nejvíce přispívá k významnému snížení závislosti na ropě, emisí skleníkových plynů a znečištění místního ovzduší a hluku. [8]

Podpora chůze a jízdy na kole by se měla stát nedílnou součástí městské mobility a plánování infrastruktury. [8]

Je třeba prosazovat používání menších, lehčích a specializovanějších silničních osobních vozidel. Rozsáhlé vozové parky městských autobusů, taxíků a dodávek jsou obzvláště vhodné pro zavedení alternativních pohonných systémů a paliv. Tyto parky by mohly značně přispět ke snížení uhlíkové zátěže z městské dopravy a zároveň připravit podmínky pro testování nových technologií a příležitosti pro jejich ranné zavedení na trh. Poplatky za používání komunikací a odstraňování daňové nerovnováhy rovněž může přispět k podpoře používání veřejné dopravy a postupnému zavedení alternativního pohonu. [8]

- **Evropská strategie pro alternativní paliva** přichází v roce 2013, Evropská komise neupřednostňuje žádné konkrétní palivo a z dlouhodobého hlediska podporuje zachování dostupnosti následných alternativních paliv: LPG, zemní plyn (CNG a LNG), elektřina, biopaliva (kapalná) a vodík. [13] [16]
- **Směrnice EP a Rady 2014/94/EU o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva** stanovuje technické specifikace pro CNG a LNG plnicí stanice, pro motorová vozidla jako i pro přípojky a nádrže na CNG. Tato směrnice upravuje výstavbu plnicích stanic alternativních paliv a tím podporuje snižování emisí. Jsou tak stanoveny průměrné vzdálenosti na hlavních evropských komunikacích mezi CNG stanicemi na 150 km a mezi stanicemi LNG na 400 km. [10]
- **Předpis EHK 115** Jednotná ustanovení pro schvalování typu: I. specifických retrofitních systémů LPG (zkapalněný ropný plyn) instalovaných v motorových vozidlech používajících ve svém pohonném systému LPG II. specifických retrofitních systémů CNG (stlačený zemní plyn) instalovaných v motorových vozidlech používajících ve svém pohonném systému CNG.

- **Předpis č. 110 (EHK/OSN)** Jednotná ustanovení pro součást motorových vozidel používajících stlačený zemní plyn (CNG). [24]
- **Předpis č. 49 (EHK/OSN)** Jednotná ustanovení pro homologaci vznětových motorů, motorů poháněných zemním plynem a zážehových motorů poháněných zkapalněnými ropnými plyny a dále vozidel vybavených vznětovými motory, motory poháněnými zemním plynem a motory poháněnými zkapalněnými ropnými plyny z hlediska měření emisí z motoru.

2.2 Strategie a legislativa ČR

- **Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.**
- **Program podpory alternativních paliv v dopravě – zemní plyn.** Vyplývá z usnesení vlády ČR ze dne 11. května 2005 č. 563. Program má za cíl do roku 2020 stabilizovat spotřební daň CNG a LNG na úrovni minimální spotřební daně, kterou stanovuje směrnice EU. [9]
- **Program obměny vozového parku veřejné správy za „ekologicky přátelská“ vozidla** usnesením vlády ČR ze dne 16. prosince 2008 č. 1592. [11]
- **Státní energetická koncepce (ASEK),** formuluje strategie do roku 2040. Kde jednou z priorit je zvýšení podílu CNG a LNG v dopravě. [15]
- **Státní politika životního prostředí ČR pro období 2012 – 2020**
- **Dopravní politika České republiky pro období 2014 – 2020 s výhledem do roku 2050**
- **Vyhláška č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích**
- **Národní akční plán čisté mobility (NAP CM)** pro období 2015-2018 s výhledem do roku 2030. Národní akční plán byl schválen na základě závazků a cílů ČR usnesením vlády ČR ze dne 20. listopadu 2015 č. 941. Dokument má přímou vazbu na směrnici 2014/94/EU. *Zároveň je předkládán v návaznosti na základní strategické dokumenty vlády ČR v oblasti energetiky, dopravy a životního prostředí (Státní energetická koncepce, Dopravní politika ČR pro období 2014-2020 s výhledem do roku 2050, Státní politika životního prostředí ČR 2012- 2020 a Strategie regionálního rozvoje ČR 2014-2020, Národní program snižování emisí) za účelem naplnění těchto základních energetických, environmentálních a dopravně-politických cílů ČR:*
 - *snížení negativních dopadů dopravy na životní prostředí, zejména pokud jde o emise látek znečišťujících ovzduší a emise skleníkových plynů,*

- *snížení závislosti na kapalných palivech, diverzifikace zdrojového mixu a vyšší energetická účinnost v dopravě.* [16]
- **Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb**, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb. Novelou této vyhlášky v roce 2011 bylo zrušeno původní ustanovení § 30 odst. 8, které zakazovalo v podzemní hromadné garáži určené pro veřejné užívání parkovat vozidla s pohonem na plynná paliva. Zároveň byly v ustanovení § 21 odst. 2 novelizované vyhlášky definovány technické požadavky, za kterých lze parkovat vozidla s pohonem na plynná paliva v garážích. [12]

2.3 Normy, technická pravidla a doporučení

- Označení vozidel CNG je v podobě zelené značky, uprostřed s nápisem CNG, který musí být vystředěný a je v bílém nebo reflexivním bílém provedení stejně tak i ohraničení značky viz obrázek č. 1 (vlevo) ve smyslu přílohy č. 6 směrnice EHK 110. Nálepka musí splňovat odolnost povětrnostním vlivům a její rozměry jsou předepsány v technických pravidlech. Pokud jde o přestavěné vozidlo na CNG pak to je označeno žlutou kulatou nálepkou s černým ohraničením a černým vystředěným nápisem CNG viz obrázek č. 1 (vpravo). [25]



Obrázek č. 1: Značení vozidel CNG (Zdroj: [25])

- Označení pro LPG má podobné značky jak je tomu u CNG. Provedení je v zelené a žluté chromové střední viz obrázek č. 2. Označení v podobě samolepicí nálepky se umísťuje v zadní části vozidla do pravého horního nebo pravého dolního rohu pro vozidla M1, N. V případě kategorií M2 a M3 se umísťuje vpředu, vzadu a na vnější straně pravostranných dveří. Dále potom u přípojky dálkového plnění. Odpovídá EHK 115 a EHK 67.



Obrázek č. 2: Značení vozidel na LPG (Zdroj: [66])

- Technické pravidlo GAS TPG 982 01 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG.
- Technické doporučení GAS TDG 982 02 Podmínky provozu, oprav, údržby a kontroly motorových vozidel s pohonným systémem CNG.
- Technické pravidlo GAS TPG 304 02 Plnicí stanice stlačeného zemního plynu pro motorová vozidla. Plnicí stanice stlačeného zemního plynu se nepovažují za plynárenská zařízení ve smyslu zákona č. 458/2000 Sb.
- Technické doporučení GAS TDG 982 03 Plnicí zařízení pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG
- ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- ČSN 73 0804 PBS - Výrobní objekty, příl. I požární bezpečnost garáží

2.4 Daně

Daně jsou používané jako environmentální nástroj politiky státu. Pomocí tohoto silného nástroje může stát nastavovat míru zdanění pro jednotlivá paliva a podpořit tak jejich prodej a zájem o vozidla s těmito pohonnými látkami. Silniční daň je pro CNG a LPG stejná a sice nulová pro vozidla do 12 tun, spotřební daň je pro CNG a LPG nastavena zvlášť viz následující podkapitoly 2.4.2 a 2.4.3. Daně jsou legislativně vymezeny v následujících zákonech:

- **Zákon České národní rady č. 16/1993 Sb., o dani silniční.** Zde zákon uvádí vozidla osvobozená od silniční daně v §3. Jedná se o vozidla na elektrický, hybridní nebo plynový pohon pod 12 tun.
- **Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů.**
- **Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách).**

2.4.1 Silniční daň

Daňové zvýhodnění v podobě úlevy ze silniční daně se týká jak vozidel na CNG tak i LPG. Silniční daň má nulovou sazbu u vozidel k dopravě osob nebo dopravě nákladů s největší povolenou hmotností do 12 tun. Tato daň slouží jako podpora podnikatelským subjektům. Pokud se podnikatel rozhodne využívat alternativní paliva jako je CNG či LPG, může počítat s touto úlevou zavedenou od 1.1.2009. [42]

Objem [cm ³]	Roční silniční daň
do 800 cm ³	1.200,- Kč
nad 800 cm ³ do 1.250 cm ³	1.800,-Kč
nad 1.250 cm ³ do 1.500 cm ³	2.400,- Kč
nad 1.500 cm ³ do 2.000 cm ³	3.000,- Kč
nad 2.000 cm ³ do 3.000 cm ³	3.600,- Kč
nad 3.000 cm ³	4.200,- Kč

Tabulka č. 1: Základ silniční daně pro osobní automobily
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [42])

Podle zákona o silniční dani uvádím tabulky k výpočtu pro vozidla, která musí daň platit. K výpočtu silniční daně slouží tři uvedené tabulky. První z nich je k výpočtu silniční daně osobních vozidel podle zdvihového objemu válců viz tabulka č. 1.

Počet náprav	Hmotnost [t]	Roční silniční daň
1	do 1	1.800,- Kč
	nad 8	9.600,- Kč
2	do 1	1.800,- Kč
	nad 27	46.200,- Kč
3	do 1	1.800,- Kč
	nad 36	50.400,- Kč
4	do 18	8.400,- Kč
	nad 36	44.100,- Kč

Tabulka č. 2: Základ silniční daně u ostatních vozidel
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [42])

Následuje tabulka pro výpočet silniční daně dle povolených hmotností na nápravy v tunách u ostatních vozidel. Hmotnosti mají více kategorií, uvedl jsem pouze minimální a maximální hodnoty u jednotlivých počtů náprav viz tabulka č. 2.

Počet měsíců	Snížení daně [%]
36	48
72	40
108	25

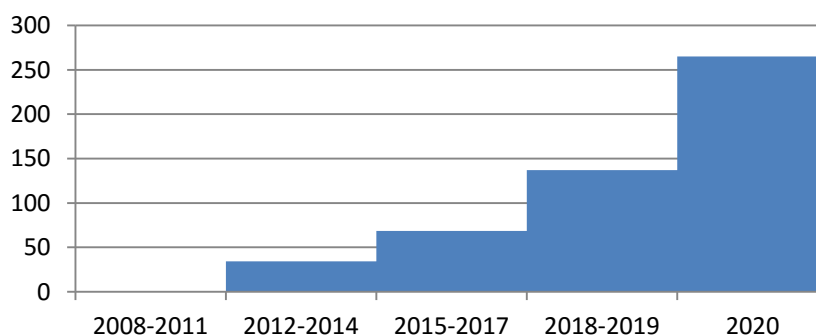
Tabulka č. 3: Základ silniční daně u ostatních vozidel
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [42])

Poslední třetí tabulka slouží pro výpočet snížení základu silniční daně. Stát se tak snaží zvýhodnit novější vozy. Snížení je odstupňováno ve třech kategoriích po 36 měsících od první registrace vozidla. Snížení daně se následně vypočítává po jednotlivých měsících viz tabulka č. 3.

2.4.2 Spotřební daň CNG

Spotřební daň velice výrazně ovlivňuje koncovou cenu pohonných hmot. Tato daň má zásadní vliv na cenu CNG a je díky ní levnější oproti automobilovému benzínu i motorové naftě.

U CNG spotřební daň upravuje Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů, kde ustanovení v § 4 písm. a), a následně v § 6, odst. 2), uvádí sazby. Sazba daně je v současné době 68,40,- Kč/MWh spáleného tepla. Přepočtem, kdy 1 MWh odpovídá 94,277m³ získáváme cca 0,72,- Kč/m³ viz graf č. 1. [67]



Graf č. 1: Spotřební daň CNG (Zdroj: vlastní konstrukce dle [67])

2.4.3 Spotřební daň LPG

Spotřební daň u LPG vyplývá ze zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, podle § 45 odst. 1 písm. e) činí sazba této daně 3933,- Kč/t. Po přepočtu spotřební daň LPG odpovídá částce cca 2,15,- Kč/l. Následně pak podle § 48, odst. 1 kde jsou sazby daně z minerálních olejů, podle písmene e) je tato výše sazby pouze pro zkapalněné ropné plyny a zkapalněný bioplyn určený k použití, nabízené k prodeji nebo používané pro pohon motorů.

Nevztahuje se tak na zkapalněné ropné plyny a zkapalněné bioplyny určené pro výrobu tepla (0,- Kč/t) nebo pro stacionární motory, stroji používanými při stavbách a pro vozidla určená k používání mimo veřejné cesty (1290,- Kč/t). [41]

Pro porovnání spotřební daň automobilových benzínů s obsahem olova do 0,013 g/l včetně je podle § 45 odst. 1 písm. a) 12840,- Kč/1000 l. A pro automobilové benzíny s obsahem olova nad 0,013 g/l je nastavena na 13710,- Kč/1000 l. U nafty potom 10950,- Kč/1000 l. [41]

2.5 Dotační programy

Pro zavádění alternativních paliv je nezbytná podpora dotačních programů navazujících na strategické dokumenty a cíle. Je snaha pomocí různých forem dotací zpřístupnit a zvýhodnit alternativní technologie tak aby byly ekonomicky výhodné. Zde jsou některé z programů:

- **Operační program Doprava II**
- **Integrovaný regionální operační program**
- **Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost**
- **Nástroj pro propojení Evropy (CEF)**
- **Osvěta v oblasti čisté mobility**
- **Národní programy v oblasti vědy a výzkumu**

Důležitým krokem ke zlepšení životní situace je zavedení podpory alternativních paliv a tím snížení exhalací. Takovou možnost nabízí dotační program, který byl vyhlášen v polovině ledna 2016 Ministerstvem pro místní rozvoj v rámci Integrovaného regionálního operačního programu s názvem „Nízkoemisní a bezemisní vozidla“. Je zaměřen jednak na nákup silničních vozidel využívajících právě alternativní paliva tak i na nákupy drážních vozidel pro městskou dopravu zajišťující dopravní obslužnost podle smlouvy o veřejných službách v přepravě cestujících. Na tento program je vyčleněno na 1,3 miliardy korun českých. Mohou jej využít v první řadě městské dopravní podniky, které mají uzavřené dlouhodobé smlouvy. Nevýhodou dotačního programu je především jeho nastavení, které eliminuje z využití dotací příměstské ekologické autobusy s pohonem CNG. Dotace je podmíněná smlouvou v závazku na veřejnou dopravní službu po dobu minimálně pěti let. Jak uvádí zdroj [27] situace je taková, že většina kontraktů již končí a dopravci mají s většinou krajů smlouvu maximálně do roku 2019 a zároveň nové soutěže ještě ani nebyly vyhlášeny. [27]

3 CNG A LPG z pohledu bezpečnosti

Z pohledu bezpečnosti se musí přistupovat k řešení CNG a LPG odlišně. To je dáno jejich odlišnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. LPG je těžší než vzduch a tak nedochází k jeho přirozenému odvětrání při případném úniku do členitého okolí. Naopak CNG je lehčí než vzduch a může u něj dojít k přirozenému odvětrání v otevřeném prostoru na rozdíl od již zmíněného LPG. Nicméně v uzavřeném prostoru se i CNG může dostat do míst, kde se nahromadí bez možnosti následného přirozeného odvětrání. V případě, kdy řešíme situaci v uzavřených prostorech, pak obě paliva potřebují ke svému odvětrání zcela jiný přístup k umístění detektorů. Z těchto detektorů se informace přenáší do ústředny, která následně vyhodnocuje koncentraci úniku plynu. Při zjištění vysoké koncentrace spouští příslušnou úroveň větrání spolu s vyhlášením zabránění vjezdu vozidel a vstupu osob do garáží pomocí signalizace.

Oproti konvenčním palivům není CNG uskladněn při atmosférickém tlaku, ale je stlačen v silnostěnných tlakových nádobách. Tlak uvnitř nádoby může dosahovat až 300 bar, což je dalším přidaným rizikem z hlediska pravděpodobnosti selhání či poruchy. Ve vozidle s tlakovou lahví tak může být umístěno až 25m³ zemního plynu. Při závadě nebo nehodě vozidla pak může dojít k úniku celého objemu lahve (v každém vozidle je víc jak jedna lahev) během velice krátkého časového úseku, kdy dojde k odfuku díky tlakové pojistce.

3.1 Prevence

Důležitá je prevence a technické nastavení takových opatření, aby se zabránilo větším škodám či ohrožení na zdraví s přihlédnutím k pravděpodobnosti výskytu mimořádných událostí, ke kterým by mohlo dojít. Státní orgány musí přistupovat ke schvalování legislativy a přijímání norem zodpovědně, každá jejich změna má vliv na nastavení úrovně bezpečnosti. Schvalováním musí projít technické prostředky, tak i stavby využívané vozidly na plynná paliva. V případě stavebních objektů dává stát souhlas s jejich užíváním na základě kolaudace. Stát kolaudací potvrzuje bezpečné užívání stavby podle současně platné legislativy a technických norem. Kolaudace je úkonem státní správy prostřednictvím stavebního úřadu. V případě zkolaudované podzemní garáže musí být vybavena buď předepsanými detektory a havarijním větráním nebo umístěním zákazových značek k vjezdu CNG a LPG.

Problém zákazových značek vjezdu CNG a LPG je pak na straně provozovatelů a investorů zkolaudovaných staveb. U již dříve zkolaudovaných garáží nebyla možnost výběru a jsou osazeny vždy zákazovou značkou vjezdu pro CNG a LPG. Pokud se provozovatel rozhodne umožnit vjezd vozidlům na plynná paliva, musí dovybavit garáž příslušným technickým vybavením a požádat o rekolaudaci.

Z pohledu HZS je nutné dodržovat označování vozidel podle druhu používaného paliva. Platí povinnost označovat vozidla CNG i LPG nálepkou v zadní části vozidla jak uvádím v kapitole 2.3. Ovšem i u nových vozidel na plynná paliva jsem zaznamenal nedostatek v podobě absence těchto nálepek. Důležité je při případném zásahu, aby jednotky HZS byly schopny identifikovat podle označení, zda vozidlo obsahuje systém na CNG, LPG, či nikoliv. Z toho důvodu je nevhodné parkování vozidel v garážích se zakladačovými systémy, kde není vozidlo přístupné a nedá se tak zjistit, zda neobsahuje tento systém.

K úniku CNG může dojít hned několika způsoby. Jednou z možností je už od prvopočátku špatná instalace zařízení, stejně tak může únik způsobit vada materiálu nebo nárůst teploty okolí. Požární odolnost tlakového systému CNG je výrobcem uváděna až na 15 minut během požáru. Nedochozí k explozi, ale řízenému odfouknutí plynu jistíci ventily. V poslední řadě k úniku může dojít i díky vandalismu případně v poslední době stále více zmiňovanému terorismu.

Mezi zásady požární bezpečnosti patří v první řadě detekce úniku plynu včetně zřetelného a slyšitelného informování všech osob nacházejících se v objektu a zabezpečení zákazu vjezdu spolu se zamezením dalších iniciačních zdrojů. Zásadním prvkem je aktivace ventilačního systému, kdy tento systém je propojený s plynovou detekcí. Nutná je deaktivace všech iniciačních zdrojů včetně topných systémů či elektromotorů. Rovněž by se v prostoru nemělo startovat žádné z vozidel nebo do prostoru, kde se plyn nachází vjíždět.

Obecně můžeme konstatovat, že požárně bezpečnostní rizika u plyných paliv jsou v podobě elektrostatických výbojů a dalších zdrojů iniciace, zejména při odvodu plynu, elektroinstalace vozidel, vzduchotechniky, garáží i servisů, vytápění garáží nebo servisů.

Důležité je zmínit, že v tomto oboru jde o multidisciplinární problematiku. Ta přesahuje do celé řady technických oborů. Kromě vzduchotechniky řeší mimo jiné bezpečností řešení staveb, rozvody elektrického vedení, plynové komponenty, zařízení k detekci plynu, měření a regulace, provozní a bezpečnostní řády, součinnost se stabilním hasícím zařízením, elektrická požární signalizace, elektrická zabezpečovací signalizace, vazby na únikové cesty, apod.

3.2 Navrhování a schvalování komponentů

Pohonné systémy na CNG musí splňovat technickou způsobilost jednotlivých komponentů. Kapitola 4 TPG 98202 uvádí klasifikaci zvláštních komponentů pro CNG. Komponenty musí splňovat homologaci podle předpisu EHK 110. Každá z částí je navržena a schválena tak aby odolávala vysokým tlakům a požadavkům na správné a bezpečné

fungování celého systému. Zvláště důležitá je správná funkce bezpečnostních ventilů i samotné tlakové nádrže.

Nádrže jsou konstruovány tak, aby odolaly vysokým teplotám. Pokud je nádrž vystavena kritické teplotě, aktivuje se ventil vybavený tepelnou pojistkou a dochází ke kontrolovanému vyhoření. Tím se zabrání nárůstu tlaku uvnitř nádrže a jejímu následnému roztržení. K ověření správného fungování nádrží je třeba provádět ověřovací zkoušky. Navíc oproti konvenčním palivům není CNG uloženo při atmosférickém tlaku a z toho důvodu musí být celý systém testován na vyšší než je provozní tlak. Jakákoliv závada nebo i menší netěsnost může způsobit unikání plynu a to tím rychleji čím je vyšší tlak uvnitř tlakové nádrže. Jednotlivé části plynového vedení a nádrže jsou odděleny od sebe ventily s automatickou aktivací v případě netěsnosti nebo většího úniku plynu. Další ventil je umístěn i v lahvi pro případ uražení vnějšího ventilu. Rovněž jsou nastavena pravidla pro kontrolu technického stavu vozidel.

3.3 Parkování

Co se týká parkování, pak je stále hodně diskutovaná otázka ohledně podzemních garáží. Původně byl vjezd do podzemních garáží v ČR zakázán. Zákaz vjezdu byl vydán vyhláškou 341/2002 Sb., podle které bylo zakázáno vjíždět do uzavřených skladovacích garážních a obdobných prostorů, u nichž nebyl povolen vjezd vozidel poháněných CNG nebo LPG. Podobné opatření jako v ČR platilo i ve Francii, Maďarsku či Rakousku. Až vyhláškou č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb., dochází k úpravě jak má být garáž vybavena pro CNG parkování, avšak zatím nerušilo ustanovení původní vyhlášky 341/2002 Sb. Ustanovení bylo zrušeno až novelou zákona 341/2014 Sb. Tedy pokud garáže splňují podmínky pro parkování CNG lze je k tomu účelu využít. Vyhláška nerozlišuje ani o jaké plyné palivo se jedná ani jeho fyzikálně-chemické vlastnosti. [17] [31]

Z hlediska požární bezpečnosti je vybavení garáží pro parkování vozidel na CNG upraveno normou ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty a ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže. Vybavením garáží se rozumí nutnost detektorů úniku plynu s účinným větráním.

V parkovacích domech a garážích u nákupních center se případně setkáváme i s přirozeně větraným prostorem v rámci otevřených střešních pater. Nicméně záleží na zvolení cesty příjezdového a výjezdového prostoru. Pokud to dispozice stavby umožní a její realizace disponuje venkovním příjezdovým a výjezdovým prostorem, pak parkování vozidel na CNG a LPG možné je. Takto řešené parkoviště má třeba nákupní komplex Centrum Černý most u svého střešního parkoviště. Podle zdroje [33] je v ČR celkem 49 obchodních

center a parkovacích domů umožňujících parkování vozidel CNG a LPG. Pokud příjezdový a výjezdový prostor k střešnímu parkovišti vede přes garážové stání sloužící i pro parkování vozidel na plynná paliva, pokud je tento prostor delší než 30 m a zároveň je obestaven stavebními konstrukcemi alespoň ze tří stran, pak jej nelze využít pro průjezd vozidel na plynný pohon, pokud nejsou součástí vybavení prostoru detektory spolu s účinným větráním. [33]

Stavebně oddělený prostor podzemní garáže určený k parkování plyných vozidel, musí být vybaven podle požadavků na odvětrávání a zároveň být samostatným požárním úsekem. Hromadné garáže v novostavbách dle ČSN 73 6058, kde je více jak 27 parkovacích míst mají povinnost zajištění minimálně 10% parkovacích míst pro vozidla na plynná paliva.

3.3.1 Vzduchotechnika garáží

Prostory garáží určených pro parkování vozidel CNG musí být vybaveny detekcí a dvoustupňovou signalizací dle TPG 98201 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG. První stupeň signalizace (10% dolní mez výbušnosti) automaticky ohlašuje únik plynu na střeženém místě a spouští provozní větrání. Dojde k odvětrání plynu, pokud ne nastává druhý stupeň signalizace (20% dolní meze výbušnosti) a spouští automatické nouzové osvětlení a havarijní větrání. Havarijní větrání musí být zajištěno i při výpadku napájení z distribuční sítě. Zajišťuje nucené větrání minimálně po dobu 60 minut, s výkonem šesti násobku výměny vzduchu za hodinu. Primární úkol havarijního větrání je zabránit vzniku výbušné atmosféry. Výbušná atmosféra nastává za určitého poměru plynu se vzduchem. Je definována dolní mez výbušnosti a horní mez výbušnosti. Pokud se směs dostane mezi tyto dvě hodnoty, pak se stává potencionálně nebezpečnou. A v případě kdy se směs nachází v mezi výbušnosti, pak postačí už jen poslední podmínka k výbuchu a tou je přítomnost iniciačního zdroje. Iniciační zdroj musí disponovat alespoň minimální iniciační energií. Pro směs hořlavého plynu se vzduchem postačí podle ČSN EN 1127 jako iniciační zdroj energie již pouhých 10 J. V tomto případě by za zdroj mohl postačit i elektrostatický výboj. Stačí rozhlédnout se kolem sebe, kolik takových zařízení a přístrojů využíváme a kolik jich je součástí budovy a i samotného vozidla. Nikdy nemůžeme zcela vyloučit iniciační zdroj tím spíš, pokud mu postačí takto nízká hodnota.

Argumenty pro odbourání omezení parkování v garážích přichází hlavně ze strany producentů, distributorů plynu a samozřejmě i ze strany výrobců technologií využívající plyn. Přichází s argumenty ukazujícími, že bezpečnost CNG je na minimálně vyšší nebo srovnatelné úrovni než konvenční paliva. Hlavním argumentem je přímé srovnání s ostatními státy EU, kde parkování není výrazněji omezováno, kromě několika výjimek. Dalšími

argumenty jsou fyzikální vlastnosti samotného CNG z pohledu možného požáru jako je teplota vzplanutí, hoření a vznícení, které jsou na vyšších hodnotách než je tomu u směsi benzínových par se vzduchem.

Podstatné při řešení úniku plynu je aby se jeho množství nepřiblížilo, natož se nedostalo do pole meze výbušnosti. Toto pole je definováno dolní a horní mezí výbušnosti. V případě úniku plynu dosáhne těchto hodnot tím rychleji čím menší je stavební prostor. Podle normy ČSN 73 6058 je minimální volná výška 2,4 metrů (přípustná dokonce jen 2,2 metrů v případě vzduchotechniky). V podzemních garážích dochází detekcí plynu k aktivaci havarijního větrání, to je podle normy nastaveno na šestinásobek výměny vzduchu za hodinu. Oproti tomu v USA mají dle American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), nastavený výkon dokonce až na jedenáctinásobek výměny vzduchu za hodinu pro volnou výšku stropu do 2,5 metru. Tedy téměř dvojnásobný výkon a navíc i pro ještě větší prostor. V porovnání je třeba uvést více států, které umožňují parkování vozidel pro plynná paliva. Ve státech jako je Finsko, Kanada, USA nebo Spojené království Velké Británie a Severního Irsko mají nastavený parametr havarijního větrání na osminásobek výměny vzduchu za hodinu. Z tohoto pohledu je patrné, že ostatní státy nemusí uplatňovat zákazy vjezdu do garáží, protože v současné době mají garáže již dostatečně odvětrávány dle současně platných předpisů. Havarijní větrání mají tedy obecně nastaveno na vyšší úroveň než v ČR.

3.3.2 Provádění zkoušek

Zatím ještě nedošlo k naplnění Usnesení vlády č. 563 z roku 2005 o provedení praktických zkoušek simulujících rizika plynového pohonu. Usnesení uložilo ministru průmyslu a obchodu ve spolupráci s místopředsedou vlády, ministrem dopravy a ministrem životního prostředí jednat s plynárenskými společnostmi o uzavření dohody. Uzavřením této dohody vznikl závazek provedení zkoušek pro ověření reálných podmínek, které mohou nastat. Provedení zkoušek je nezbytné získat data potřebná k nastavení technických parametrů a i k tomu účelu byla sestavena pracovní skupina. Jedná se o provedení reálných zkoušek u vozidel se simulací úniku plynu za podmínek umístění vozidla v hromadných garážích. Dále realizovat zkoušku úniku plynu na základě pravděpodobnosti návrhových scénářů, které mohou nastat. Poslední sadou zkoušek ověřujících všechny vlivy okolí je velkorozměrová zkouška vozidel s pohonem na CNG. Zkouška by se měla provést v prostorách reprezentujících reálné podmínky hromadných garáží s plochou 1000 m² až 1500 m². Z průběhů zkoušek se sbírají naměřená data, sloužící k pozdějšímu vyhodnocení a nastavení počítačového modelu. EU nemá žádná sjednocená pravidla a každý ze států unie tak k řešení parkování přistupuje na základě svých požadavků.

Je potřeba doladit technické pokyny a specifikace pro návrhy systémů zabezpečení a odvětrávání infrastruktury podzemních garáží. Takové technické poznatky musí být založeny na znalostech získaných zejména zkušenostmi a experimenty.

V hromadných garážích může dojít k celé řadě scénářů. Prvním je samotný únik plynu. Plyn by se měl rozptýlit nebo při vyšší koncentraci být odvětrán vzduchotechnikou. Pouze pokud by došlo k odfouknutí, pak by zvuky rychle ucházejícího plynu mohly způsobit paniku a navíc do prostoru by se během krátkého okamžiku dostalo velké množství plynu. Druhým scénářem je požár. Ten by měl jiný průběh než u konvenčního paliva, riziková je zde přítomnost tlakové lahve a následně tepelný výkon požáru. Posledním a nejméně žádoucím scénářem je výbuch.

Při výše uvedených scénářích je výrazně ovlivněna bezpečnost osob pohybujících se v objektu a jeho bezprostřední blízkosti. Vzhledem k častému umístění garáží při velkých obchodních centrech se tak může jednat o tisíce osob. Evakuace tak velkého počtu osob při této mimořádné události by situaci záchranných složek značně ztěžovala.

3.4 Mimořádné události

Jako první z mimořádných událostí uvádím nehodu autobusu na CNG z Německa, Saarbrücken, roku 2003. Šipky ukazují tlakové lahve CNG a proražený otvor ve zdi viz obrázek č. 3. V tomto případě střepina tlakové lahve prorazila zeď a zastavila se až v další zdi vzdálené 25 metrů od místa výbuchu.



Obrázek č. 3: Mimořádná událost CNG, Německo, 2003 (Zdroj: [40])

K jedné z dalších mimořádných událostí došlo v roce 2007 v Seattlu, USA. Výbuch odmrštil plynovou nádrž CNG na vzdálenost necelých 30 metrů od vozidla. Do stejné vzdálenosti se při události dostala i střecha a nárazník vozidla. Byla poničena celá řada vedle stojících vozidel. Ohniskem požáru bylo osobní vozidlo Honda Civic CNG viz obrázek č. 4 (první vozidlo zleva). Nehoda byla objasněna jako žhárství uvnitř vozidla na zadních sedadlech.



Obrázek č. 4: Mimořádná událost CNG, USA, 2007 (Zdroj: [38])

Velice nebezpečné je i neočekávané vyšlehnutí plynu jak ukázal případ z Nizozemska, Wassenaar, roku 2012. Oheň od hořícího motoru v zadní části autobusu se rozšířil i do jeho vnitřního prostoru. Tlakové lahve CNG umístěné na střeše byly po dobu 10 minut ohřívány než došlo k nečekanému vyšlehnutí plamene. Horizontální proudový plamen dosahoval vzdálenosti 20 metrů. Takto velký plamen šlehal po dobu 4 minut, viz obrázek č. 5. Při zahřívání plynu se zvyšuje jeho objem a v případě kdyby došlo k nárůstu objemu tlakové lahve CNG až na hodnotu 470 bar dojde k jejímu roztržení. Následky by v takovém případě byly jistě ještě daleko horší. Případ ukazuje, že technologie zabraňující výbuchu nádrže obstála. Ale zároveň ukazuje, nutnost striktního dodržování označování vozů na plyn. Zásahující jednotky potřebují disponovat informací, zda hořící vozidlo nebo vozidla v bezprostředním okolí ohniska požáru nedisponují tlakovou nádrží. Nejhorší možnou variantou by tak bylo více zaparkovaných vozidel na CNG vedle sebe. Horizontální plamen hořícího plynu by aktivoval tlakové ventily dalších vozidel, které mohou být i ve vzdálenosti několika metrů. Od nich by se šířil zdroj tepla obdobným způsobem.



Obrázek č. 5: Mimořádná událost CNG, Nizozemsko, 2012 (Zdroj: [39])

Dle Dutch Safety Board byla na základě takové události stanovena minimální bezpečná vzdálenost veřejnosti v prvních 10 minutách od události na 15 metrů a v dalších 10 až 20 minutách dokonce až na 90 metrů od autobusu. Dalším poznatkem je, že pokud by došlo k mimořádné události tohoto typu v uzavřených prostorech, pak by to mohlo způsobit daleko vyšší škody případně ohrozit zdraví a lidské životy.

Při řešení mimořádných událostí z hlediska protipožárního zásahu může dojít k celé řadě specifických podmínek. Prvním specifikem je možnost výbuchu. Dochází k rychlejšímu šíření požáru vzhledem k většímu tepelnému výkonu od „bezpečného“ vyhořívání plynu tlakové nádoby. Může rovněž dojít i ke složitějšímu průběhu evakuace osob v důsledku paniky. Ta může být vyvolána turbulentním zvukovým efektem při úniku plynu v takových prostorech.

Dojde-li k požáru CNG zařízení, jednotky PO přistupují k tomuto zásahu specificky. Hasební zásah probíhá rozříštěným vodním proudem nebo pěnou a současně dodržováním bezpečného odstupu od hořícího vozidla. Zasahující jednotka vizuálně kontroluje odhořívání toku plynu z tlakových lahví. Plamen hořící od tavné tepelné pojistky by neměl být hašený a ochlazuje se jen jeho okolí.

4 Aktuální využití CNG a LPG pohonů v silniční dopravě

Jak je vidět v tabulce č. 4, došlo k meziročnímu nárůstu prodeje osobních vozidel v kategoriích CNG, hybridních i čistě elektrických vozidel. Jediný znatelný pokles je zaznamenán pouze v segmentu LPG vozidel, kde dominuje tovární značka Dacia.

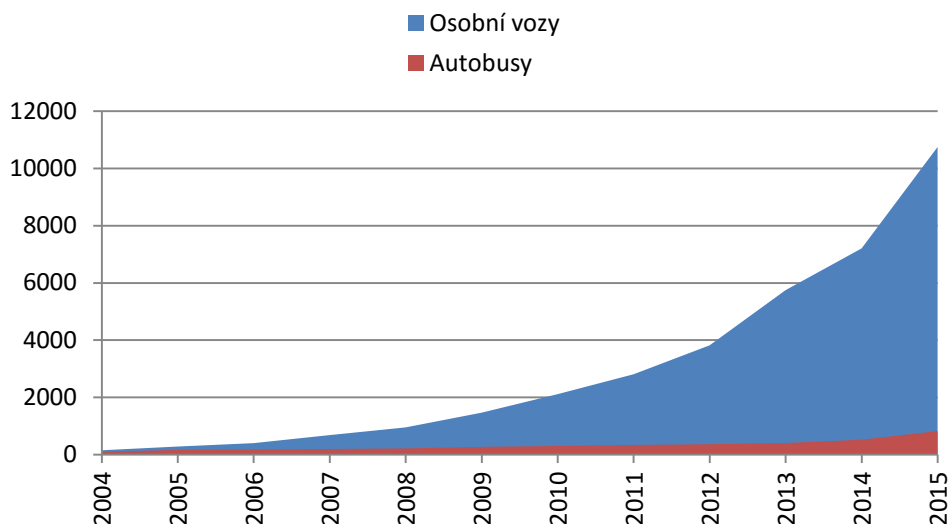
	Modelová řada	2014	2015	Rozdíl 14/15
CNG	Škoda Octavia	681	1685	1004
	Volkswagen Golf	127	297	170
	Škoda Citigo	122	251	129
	Fiat Doblo	5	90	85
	Seat Leon	18	82	64
LPG	Dacia Logan	444	329	-115
	Dacia Dokker	111	241	130
	Dacia Duster	335	159	-176
	Dacia Sandero	206	140	-66
	Opel Meriva	90	127	37
Hybridní pohon	Toyota Auris	159	262	103
	Toyota Yaris	85	154	69
	Citroën C4 Picasso	5	93	88
	Peugeot 5008	0	80	80
	Peugeot 508	0	65	65
Elektrický pohon	BMW i3	60	94	34
	Volkswagen e-Up!	63	58	-5
	Tesla Model S	20	57	37
	Nissan Leaf	30	52	22
	Volkswagen e-Golf	12	33	21

Tabulka č. 4: Prodeje osobních vozidel na alternativní paliva

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [30])

4.1 Aktuální využití CNG

Na českém trhu vždy měla tovární značka Škoda velké prodejní úspěchy. Značka opět potvrdila své prvenství v prodeji osobních vozidel i během posledního roku 2015, kdy trh prodeje stoupl oproti roku 2014 o celou pětinu registrovaných vozů z 192 314 kusů na 230 857 kusů. Podle zdroje [63] je stále nejprodávanějším vozem na českém trhu Škoda Octavia (za rok 2015 prodej 20 539 vozů). Automobilka se snaží vytěžit z oblíbenosti tohoto vozu maximum a nabízet model v co nejvíce modifikacích. Zatímco v předchozích letech byla v nabídce i Octavia LPG, pak v současnosti je nabízena nově pouze ve verzi na CNG. [63]

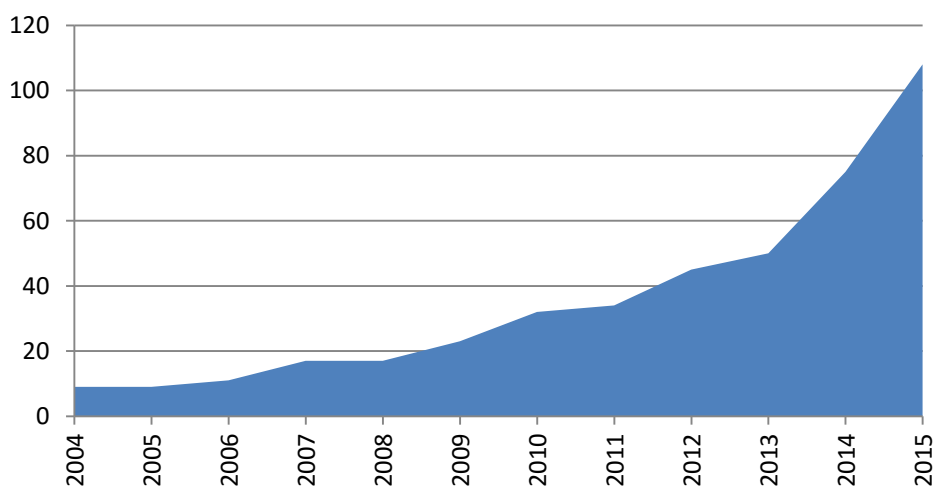


Graf č. 2: Počet vozidel a autobusů CNG v ČR (Zdroj: vlastní konstrukce dle [37])

Nárůst počtu vozidel a autobusů CNG za posledních 15 let je znázorněn v grafu č. 2. Je vidět postupně zvyšující se zájem jak o osobní vozy tak i autobusy využívající CNG. Osobních vozidel na CNG je ke konci roku 2015 na 10750, 820 autobusů. [37]

Množství vozového parku do jisté míry souvisí i s množstvím plnicích stanic a naopak. Bez dostatečně rozšířené sítě plnicích stanic bude prodej vozidel na CNG stagnovat. Stejně tak by při nízké prodejnosti vozidel na CNG nebyly budovány další plnicí stanice bez výhledu na jejich návratnost. Zde hraje velkou roli motivace a dlouhodobé záruky k návratnosti vložení investic do těchto technologií.

I počty plnicích stanic na CNG rostou stále rychleji a v posledních dvou letech dochází ještě k rychlejší výstavbě těchto stanic. Koncem roku je uvedeno 108 veřejných plnicích stanic, jak je patrné z grafu č. 3. [37]



Graf č. 3: Počet veřejných stanic na CNG (Zdroj: vlastní konstrukce dle [37])

4.2 Aktuální využití LPG

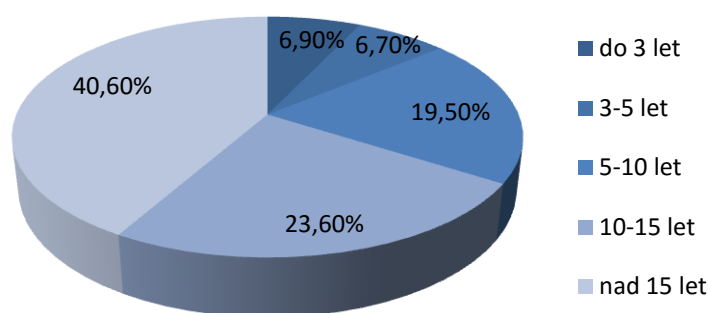
Většina vozidel využívajících LPG na našich komunikacích je dodatečně přestavěná. Z prvovýroby k zákazníkům šlo o poznání méně vozidel. Mezi autobusy se LPG rozšířilo v ještě menším měřítku. Mezi výrobce nabízející tovární LPG se řadila i Mladoboleslavská Škoda s dnes již neprodávaným modelem Octavia 1.6 MPI. Další z automobilek, která vzala vážně tento segment, je značka Subaru. Na tuzemském trhu ukončila celý LPG program s nástupem modelové řady 2013, kdy z konstrukčních důvodů nebylo již možné moderní jednotku využít i pro pohon na LPG. [26].

Dominantní postavení u osobních vozidel LPG si udržuje značka Dacia hned s několika modely. Následují i další značky s programem LPG jako je Opel nebo Fiat. Velkou výhodou na straně LPG oproti CNG je déle budovaná síť plnicích stanic, kdy v současné době je provozováno 830 veřejných čerpacích stanic na území ČR. [62]

5 Podpora zavedení CNG a LPG pohonů v prostředí městské dopravy

Složení vozového parku osobních automobilů v ČR stále stárne. V ČR je dle technické zprávy TÜV SÜD ČR registrováno na 5 158 516 osobních vozidel k 31.12.2015 což je o 221 311 více než v roce 2014. Za rok 2015 vzrostlo průměrné stáří osobních automobilů na 14,3 let oproti roku 2014, kdy byla průměrná hodnota 14,1 roku. Struktura věkového průměru osobních vozidel v ČR je znázorněna na grafu č. 4. Stupeň obnovy ve vyspělých zemích je podle stejného zdroje mezi 6 - 10%, zatímco v ČR je pouze na úrovni 4,5%. To je dáno velkým počtem starších dovážených vozidel (za rok 2015 přes 50% vozů starších 10 let). [52]

Takto vysoký průměr stáří vozidel má značně negativní vliv na životní prostředí. Formou přímých dotací i na přestavby vozidel by se mohlo dosáhnout ještě většího zájmu o moderní technologie a k ještě většímu množství uživatelů těchto vozidel.



Graf č. 4: Struktura parku osobních vozidel v ČR (Zdroj: [52])

5.1 Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém (IZS) je efektivní systém vazeb, pravidel spolupráce a koordinace záchranných a bezpečnostních složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací a přípravě na mimořádné události. [47]

5.1.1 Hasičský záchranný sbor

Hasičský záchranný sbor ČR je jednou ze složek IZS. Vzhledem ke skladbě vozového parku a jeho použití se s masivnějším rozšířením vozidel na plynná paliva nepočítá. Vozidla tohoto typu lze využít zejména u flotily osobních vozů, kterou HZS ČR disponuje, nicméně zatím jsou spíše jen výjimkou.

Ale i u hasičského záchranného sboru se najdou vozy na CNG. Prvním takovým vozem byla Škoda CitiGo na CNG, vozidlo této specifikace bylo představeno roku 2012 na

autosalonu v Paříži a už v roce 2013 bylo zařazeno do vozového parku HZS Pardubice. Vozidla tohoto typu HZS ČR využívá na oddělení požární prevence ke kontrolní činnosti a státnímu požárnímu dozoru. [44]

Rozšiřování vozového parku je výhodné v ekonomické rovině pro osobní vozy. U velkých zásahových vozidel se o takovém přechodu neuvažuje. A to především z nutnosti doplňování pohonných hmot během zásahu, kdy se vozy využívají kyvadlově. V případě dlouhodobě trvajících zásahů je pak praktičtější konvenční palivo. [47]

Jednotky HZS disponují i speciálními vozy pro zásah. Z poloviny pořizovací ceny na dva vozy pro zásahy u elektrorozvodů a jiných elektrozařízení v rámci projektu „Vysočina šetří energii“ přispěla společnost E.ON. Tyto vozy jsou součástí vozového parku HZS na Vysočině. Vozy jsou určeny k provádění zásahu pomocí oxidu uhličitého, vhodného k hašení elektrických zařízení pod napětím nebo hořlavých kapalin a plynů. [48]

5.1.2 Zdravotní záchranná služba

K rozšíření vozidel na plyn ve vozovém parku zdravotní záchranné služby také nevidím velký potenciál. Vozidla využívají výhradně konvenční paliva. Výjimečně jsou zastoupeny třeba elektromobily jako v případě ZZS Hlavního města Prahy v podobě dvoumístného vozidla Smart ED. Ten byl dán do zkušebního provozu po dobu tří let od roku 2011.

5.1.3 Policie

V rámci vozového parku ať už Policie ČR, městské policie či obecní policie jsou plyná vozidla ze všech záchranných jednotek nejrozšířenější. Je to dáno vzhledem ke skladbě vozového parku. Ze všech jednotek zapojených do systému IZS má právě policie nejvíce osobních vozů. Minimálně u vozového parku používaného k patrolování prostoru je vhodné nasazení vozidel na plyn. Jednak z pohledu ekologického, ekonomického hlediska, ale i pro podporu pozitivního vnímání těchto vozidel ze strany veřejností. Pro mobilitu rovněž policie využívá i další dopravní prostředky jako jsou elektrokola nebo vozítka Segway.

Jedním z mnoha oddělení využívající vozy na CNG je i Městská police Ostrava a to už od roku 2011, kdy součástí vozového parku bylo zpočátku 13 vozů Škoda Octavia a 2 vozy Škoda Fabia, následovalo rozšíření o vozy Hyundai ix20 a VW Caddy. [43]

Podobný přístup zvolila i další města. Vzhledem k rozšíření modelu Škoda Octavia u policejních jednotek se dá očekávat, že i nově nabízená varianta G-TEC bude mít velký podíl v těchto vozových parcích.

5.2 Služby

Jako první ze služeb, kde se může uvažovat o rozšíření vozidel na plyn uvádím Českou poštu. Ta disponuje největší flotilou CNG vozidel, které zařazuje do svého vozového parku již od roku 2012. Během roku 2016 se tak její flotila rozrostla na 1042 vozidel a podle vyjádření zdroje [55] s nájezdem zhruba 50 milionů kilometrů při finanční úspoře 50 milionů korun. Česká pošta disponuje vozy na CNG z pětiny celkového počtu vozového parku a nasazuje je zejména ve velkých městech. Podle zdroje ze stránek České pošty je víc jak 200 vozidel CNG nasazeno v Praze. Zařazuje se tak mezi největší provozovatele vozů s CNG na českém trhu. [55]

Další skupinou mohou být komunální služby. Třeba Pražské služby používají ekologické vozy již od roku 2008 (Econic CNG pro údržbu a čištění komunikací). [46] Příkladem mohou být Sedlčanské technické služby, s.r.o., které ke svozu komunálního odpadu využívají vůz na CNG. Prostor pro využití komunálních služeb je přínosný vzhledem k lokalitám, ve kterých se tyto vozidla pohybují. Tyto vozidla se pravidelně pohybují v lokalitách pěších zón, parků a dalších míst u kterých se očekává vyšší stupeň ohledu na ekologii vzhledem k jejich pohybu v těchto exponovaných prostorech. [53]

Velkou skupinou vozidel, kde by alternativní paliva mohla najít uplatnění a zároveň ho tam i nacházejí jsou vozidla k provozování taxi služeb. V prostředí českého trhu v současné době funguje hned několik společností, které do svých firemních flotil zařazují vozy na CNG. Mezi společnostmi provozujícími taxi služby využívajícími vozidla CNG patří třeba Sedop či AAA Taxi. Jsou i společnosti, které si vyloženě i do názvu vloží ekologické moto. Takovou společností je třeba EcoCity Taxi z Plzně využívající vozidla na CNG. Je to vhodný marketingový způsob, kterým se prezentují jako vyloženě ekologická společnost. K výraznému nárůstu počtů vozidel taxi služeb, přispěla právě i nová modelová řada Škoda Octavia G-TEC. Lidé slyší na ekologické otázky a i přes to, že si třeba samy nekoupí ekologičtější vozidlo vzhledem ke svým finančním možnostem pak si při volbě vozidla z půjčovny nebo vozidla taxi služby mohou vybrat společnost nabízející ekologické vozy CNG. Jako jedna z velkých půjčoven do svého parku pořizuje CNG vozidla společnost Sixt a mnoho dalších se připojuje.

Jako poslední skupinu zařazenou mezi služby jsem zvolil obecně firemní flotily. Firmy mohou využít přímo nabídek společností, které jim poskytnou celou firemní flotilu na klíč jako je CNGvitall. A dokonce už i samotné automobilky nabízejí fleetové služby zákazníkům. Škoda má své fleetové centrum, které nabízí služby společností s minimálním odběrem od 35 vozidel ročně. Celá řada společností by tak mohla využívat vozidel s alternativním pohonem. Ať už služebních vozidel jak pro administrativní provoz tak i nákladních vozů. Jednou z takových firem je DB Schleker. Společnost jak uvádí má ve Švédsku nákladní vozy

na zmrazený bioplyn, v Rakousku pak na stlačený zemní plyn nebo vodík. V ČR padlo rozhodnutí právě na vozidla CNG. Společnost provozuje jak osobní vozy, tak i dodávky na CNG se zaměřením na dlouhodobé snižování emisí CO₂ a také se hlásí k programu do roku 2020 snížit své emise o 20%. [18] [20] [45]

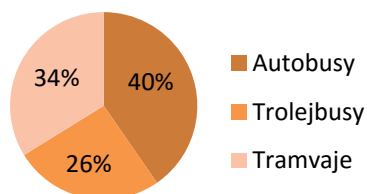
Z pohledu firemní politiky na nákup vozidel CNG nebo LPG může být rozhodující kde je umístěno parkoviště dané firmy nebo v jakých lokalitách nejčastěji firemní vozidla parkují. Pokud využívá společnost svého či pronajatého garážové stání, které není vybaveno příslušnými detektory a vzduchotechnikou pak nejspíš taková firma nebude přistupovat nákladnému dovybavení a následné rekolaudaci.

5.6 MHD

Městská hromadná doprava má daleko nižší nároky jak na zábor půdy tak i spotřebu energií oproti individuální dopravě při přepočítání na počty přepravených osob. Jedná se o daleko ekologičtější dopravu s nižším dopadem na životní prostředí v podobě menších hodnot jak emisí tak i hluku. [1]

Pro porovnání skladby vozového parku zde uvádím situaci ze čtyř velkých měst nad 150 000 obyvatel. Hodnoty jsou získány z výročních zpráv jednotlivých měst pro rok 2015. Na prvním místě u každého z měst uvádím graf se zobrazením poměrů jednotlivých druhů dopravních prostředků. Následuje skladba modelů autobusů zpracovaná v tabulce. U všech zmíněných dopravních podniků se jedná o stav k 31.12.2015 a ukazuje jakou skladbu vozového parku dopravní podnik využívá.

Dle výroční zprávy 2015 Plzeňského městského dopravního podniku je ke dni 31.12.2015 využíváno 114 tramvají a 87 trolejbusů viz graf č. 5. Nejvíce autobusů ve vozovém parku zastupuje model Solaris Urbino na konvenční palivo viz tabulka č. 5. Tento model je dodáván i v provedení s pohonem na CNG, ale tato varianta se v Plzeňském městském dopravním podniku nenajde. Tyto autobusy jsou využívány třeba v Ústí nad Labem. Nicméně z ekologického pohledu, zde podnik pro centrum města využívá páteřní síť tramvají a trolejbusů. V současnosti město nevyužívá autobusů na CNG. Ve městě i tak jezdí autobus na CNG a sice SOR BNG 10.5, u něj je provozovatelem společnost Pilsner Urquell. [51] [65]



Graf č. 5: Struktura vozového parku Plzeňského dopravního podniku

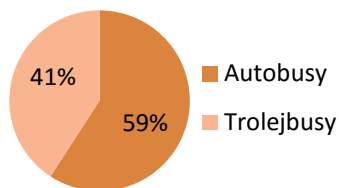
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [51])

Struktura vozového parku autobusů	Počet
KAROSA B 931	2
KAROSA RENAULT CITYBUS	15
KAROSA IRISBUS	21
SOR B 9,5	4
FIAT MAVE	1
SOLARIS URBINO 15	17
SOLARIS URBINO 18	32
SOR NB 12	41
ŠKODA SH 26 SOLARIS	1
ŠKODA PERUN 26SH01	2
Celkem	136

Tabulka č. 5: Struktura vozového parku autobusů Plzeňského dopravního podniku

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [51])

České Budějovice mají ve svém vozovém parku 58 trolejbusů a 84 autobusů. Ani v tomto městě se zatím nenahrazuje flotila autobusů s konvenčním pohonem za autobusy na CNG. Město má rovněž postavenou páteřní síť za využití ekologických trolejbusů viz graf č. 6. a tabulka č. 6. [54]



Graf č. 6: Struktura vozového parku dopravního podniku České Budějovice

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [54])

Struktura vozového parku autobusů	Počet
Karosa řady 931	4
Karosa řady 732	2
Karosa řady 741,941	13
Karosa Renault nízkopodlažní	21
Solaris nízkopodlažní 12 m	3
Solaris nízkopodlažní 15 m	2
Solaris nízkopodlažní 18 m	3
Irisbus nízkopodlažní 18 m	19
Citelis nízkopodlažní 12 m	12
Crosway 12 m	5
Celkem	84

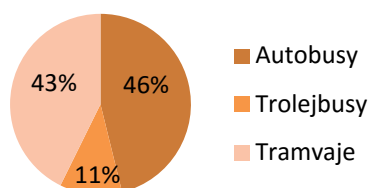
Tabulka č. 6: Struktura vozového parku autobusů dopravního podniku České Budějovice

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [54])

Město Ostrava má nejvíce autobusů oproti ostatním jmenovaným městům a sice celkem 294, dále 272 tramvají a 71 trolejbusů viz graf č. 7. Ostrava má v plánu naplňovat strategické cíle v ekologizaci dopravy rozšířením bezemisní-elektrické trakce pomocí elektrobusesů a parciálních trolejbusů.

I přesto město má ve skladbě vozového parku i autobusy na CNG. Dle výroční zprávy 2015 město využilo dotaci z „Operačního programu Životní prostředí“ v projektu „Autobusy CNG v DPO“ viz tabulka č. 7. Spoluúčast dopravního podniku byla 10%, Ministerstvo životního prostředí přispělo 5% a 85% z Evropského Fondu soudržnosti. [49]

Firma Bonett což je jedna z největších firem v Česku vybudovala pro dopravní podniky v Ostravě a Brně obří plnicí stanice na CNG. Tyto stanice mají výkon přes 4000 kubíků plynu za hodinu a každá z nich plní denně přes 100 autobusů těchto dopravních podniků. [36]



Graf č. 7: Struktura vozového parku Ostravského dopravního podniku

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [49])

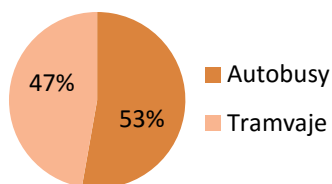
Struktura vozového parku autobusů	Počet
Irisbus Citelis 12	12
Karosa B 932	1
Karosa B 941 článkový	13
Karosa B 952	10
Karosa B 961 článkový	7
Karosa C 954	1
Mercedes Benz 410 D	4
Mave Fiat CIBus ENA 54A	3
Solaris Urbino 10	20
Solaris Urbino 12	77
Solaris Urbino 12 CNG	90
Solaris Urbino 15	30
Solaris Urbino 18 CNG	15
Solaris Urbino 18 článkový	7
SOR EBN 10,5	4
Celkem	294

Tabulka č. 7: Struktura vozového parku autobusů Ostravského dopravního podniku

(Zdroj: vlastní konstrukce dle [49])

Město Olomouc vlastní celkem 68 tramvajů a 76 autobusů viz graf č. 8. Podle údajů o činnosti uvedené ve Výroční zprávě 2015 uvádí dopravní podnik, že během roku 2015 nepořizoval žádná nová vozidla. Podnik vyčkával na strategie nových programů evropských fondů, které podle vyjádření zatím neměli jasnou parametrizaci. Až v závěru roku pořídil dopravní podnik autobusy v nízkopodlažním standardu bez využití podpory evropských

fondů viz tabulka č. 8. Fondy má v plánu využít až následně v bezemisní tramvajové dopravě. [56]



*Graf č. 8: Struktura vozového parku Olomouckého dopravního podniku
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [56])*

Struktura vozového parku autobusů	Počet
Velkokapacitní do 18 m	23
Nízkopodlažní do 12 m	44
Standardní do 12 m	7
Nízkopodlažní do 9 m	2
Celkem	76

*Tabulka č. 8: Struktura vozového parku autobusů Olomouckého dopravního podniku
(Zdroj: vlastní konstrukce dle [56])*

6 Návrh úpravy legislativy

6.1 Hromadné garáže

U parkování v hromadných garážích bylo již dosaženo zrušení zákazu vjezdu vozidel na CNG a LPG u nově kolaudovaných objektů, které splní technické podmínky pro parkování vozidel na plyn. Podmínky vjezdu do garáží jsou tak již zakotveny v legislativě a implementovány do technických norem včetně nastavení potřebných parametrů nezbytných k využívání těchto technologií. Nicméně stále nejsou provedeny zkoušky v reálných podmínkách, které vyplývají z Usnesení vlády č. 563 viz kapitola 3.3.2. V kapitole dále uvádím díky jakým typům zkoušek se jednání o případné změně legislativy zatím ještě neposunulo k případným změnám v oblasti parkování v hromadných garážích u plyných paliv.

6.1 Označování vozidel

Velice důležité je i značení vozidel na CNG a LPG a to vzhledem k případnému zásahu jednotek IZS za situace vzniku mimořádné události. Tím nemyslím jen události na daném vozidle, ale i vzhledem k případnému požáru v bezprostředním okolí takového vozidla. Pro zasahující hasiče je vždy vysoce riziková jakákoliv tlaková lahev v oblasti zásahu a v případě CNG vozidla se jedná minimálně o dvě a více lahví. Asi nejhorší možný scénář je pokud vlastník či uživatel vozidla danou nálepku na vozidle ani nemá. Pravděpodobný důvod neumístění nálepky může být zapříčeno výměnou zadního autoskla vozidla či myšlenky, že bez nálepky CNG nebo LPG se může vjet to prostor zákazu vjezdu těmito vozům bez postihu. Nicméně to je pouze má domněnka neboť jsem již zaznamenal v provozu vozidla s chybějící nálepkou. Pravdou je, že nálepka nemusela být vylepena už při samotném předání vozidla k užívání. Podle mého zjištění, se k označení vozidel na plyn používají nálepky jak v podobě vnějších tak i vnitřních (pro autosklo). U nejrozšířenějšího vozidla Škoda Octavia G-TEC je označení lepeno z vnitřní strany zadního autoskla vozu. Vzhledem k možnosti intenzivního tónování zadních autoskel, které automobily nabízejí, by tak takové označení nebylo dost zřetelné. Z toho důvodu by bylo vhodnější umisťovat nálepky vždy z vnější části vozu a to vždy ve všech případech.

Daleko lépe a výrazněji řešené označení mají vozidla v USA. I za horších světelných podmínek nebo v mírně zakouřeném prostředí je symbol používaný v USA daleko zřetelnější jak svým umístěním v zadní části vozidla tak i použitým tvarem dané nálepky. Dokonce i při jakékoliv destrukci je stále značka součástí i poničeného vozidla, což by v případě skla nebylo, viz obrázek č. 6.



Obrázek č. 6: Označení CNG používané v USA, Honda Civic, výbuch (Zdroj: [38])

6.2 Podpora alternativních paliv

K podpoře alternativních paliv může vést celá řada motivujících pobídek. Jednou z nich je třeba možnost zvýhodněného parkování pro vozidla na plyn. Formu parkování regulují jednotlivá města či městské části a je tak v jejich kompetenci. Města tím mají v rukou účinný ekonomický nástroj, kterým mohou ovlivňovat snižování emisí v dané lokalitě. Pomocí zvýhodněného parkování tak města mohou snížit počty vozidel na konvenční paliva. Díky zvýhodněnému parkování by tak byla část vozidel s konvenčním pohonem nahrazena těmi ekologičtějšími na plyn. Ovšem k tomuto kroku zatím města nepřistupují. Zvýhodněné parkování může být realizováno v rámci veřejných parkovišť. Takové zavedení by znamenalo nižší výnos pro provozovatele parkovišť, kterému by musela být finanční ztráta z toho plynoucí kompenzována. Další možností je využití parkování ve vymezených parkovacích městských zónách. V tomto případě by město neslo náklady v podobě vybraných nižších poplatků při zavedení těchto úlev. Jednotlivá města by tak mohla přistoupit k podpoře jak CNG tak i LPG vozidel. Touto formou by byl podpořen i zájem o přestavby vozidel. Přestavba nebo pořízení staršího vozidla na plyn je možností pro největší skupinu lidí, kteří si nemohou dovolit pořízení nového vozidla. Z toho hlediska jistě stojí za úvahu i podpora LPG, vzhledem k většímu výběru těchto vozidel v autobazarech a i samotné přestavby jsou levnější než CNG. Nicméně minimální podpora LPG by měla být ve formě prodloužení stávajícího daňového zvýhodnění. Z tohoto pohledu by bylo vhodné nastavit spotřební daň i pro CNG po roce 2020 s minimální sazbou.

Zcela zásadní pro rozvoj vozidel na plyn je zahušťování sítě veřejných plnicích stanic. To je však zejména nutné v případě CNG. LPG infrastruktura je již dostatečně rozšířená a v tomto ohledu není sebemenší důvod k podpoře tímto směrem.

Pokud mají vozidla stejnou cenu, pak zákazník zvažuje, které z nich pro něj má vyšší přidanou hodnotu. Podíváme-li se na rok 2012, kdy ceny motorové nafty byly na maximu pak úspora s CNG byla neoddiskutovatelná. V současnosti, kdy jsou dieslové motory daleko úspornější výhoda CNG není až tak výrazná. Pro skupinu zákazníků, kteří zvažují CNG nebo

zážehový motor by dotace neměla smysl, pokud jsou ceny vozů srovnatelné. Jestli by příspěvek mohl nějakou skupinu potencionálních zákazníků ovlivnit pak skupinu lidí kteří moc nejezdí. Ve většině případů fyzické osoby používající vozidlo nepravidelně. Taková skupina už od prvopočátku nebude uvažovat o úspornějších vznětových motorech, kde jsou vyšší pořizovací náklady. Spíše budou zajímavé zážehové motory s nízkým obsahem válců. Taková vozidla jsou podstatně levnější, i když nejsou tak úsporná. Při nízkém nájezdu kilometrů se takové skupině lidí nevyplatí připlácet za jiný typ motoru. Tak přesně v této skupině by příspěvek byl rozhodně motivační a pokryl by z větší části rozdíl oproti vozu na CNG.

7 Technické řešení provozu CNG a LPG vozidel

7.1 Technické řešení provozu CNG

Vozidlo na CNG nerozeznáme na první pohled od vozidla s klasickým konvenčním pohonem. Na první pohled jediné čím vozidlo můžeme identifikovat je povinně nalepené označení v podobě žlutého kulatého znaku s černým nápisem CNG viz obrázek č. 1. U některých z vozidel můžeme poznat rozdíl z pohledu do míst pod zadním nárazníkem. Vzhledem k umístění nádrží v prostoru podvozku výfukové potrubí není protaženo, jak bývá zvykem u vozů s klasickým palivem až do zadní části vozidla. Výfuk tak ústí v místě před zadní nápravou. Jak jsem již uvedl, nádrže bývají umístěny v místě podvozku a dále ještě i prostoru pro umístění rezervního kola. Pokud zákazník trvá na vybavení vozidla rezervním kolem, může jej umístit do části zavazadlového prostoru nebo vozidlo vybavit opravnou sadou pro případ defektu. Záleží na automobilce, jak vyřeší umístění neforemných nádrží. V případě Octavie G-TEC, která má ve výbavě dvě tlakové lahve o celkovém objemu 97 litrů (viz obrázek č. 7) to je v přepočtu cca 15 kilogramů stlačeného zemního plynu. Zavazadlový prostor je pak zmenšený na 480 litrů (po sklopení zadních sedadel 1610 litrů).



Obrázek č. 7: Škoda Octavia G-TEC, CNG nádrže (Zdroj: [28])

V případě dodatečné přestavby je pak nádrž umístěna přímo v zavazadlovém prostoru. Nelze umístit v místě podvozku ani do prostoru pro rezervní kolo. Vozidla na CNG mají umístěné hrdlo plnění plynné nádrže spolu s hrdlem pro plnění automobilového benzínu každé samostatně uzavřené víčkem pod palivovými dvířky. Na přístrojové desce v případě továrního CNG jsou vidět dva ukazatele, pro každou nádrž zvlášť. Přepínání mezi palivy probíhá zcela automaticky. Pokud je v nádrži plyn, vozidlo na plyn startuje i je jím poháněno. Na motorový benzín se systém přepne až v případě, že je nádrž s plynem je prázdná. Nádrž CNG souladu s EHK č. 110, má životnost maximálně 15 let dle vyhlášky č. 341/2002 Sb., pokud výrobce nestanoví jinak.

Pořizovací cena v případě dodatečných přestaveb, které provádí celá řada firem a vyjde na cca 33000,- Kč do 60000,- Kč vzhledem k motorizaci daného vozidla.

7.2 Technické řešení provozu LPG

Co se týká LPG tak má dost jmenovatelů společných již s výše jmenovanými body. Vozidlo je rovněž k nerozeznání od konvenčního pohonu, v zadní části vozidla je umístěno žluté značení LPG viz obr. 2. U dříve prováděných dodatečných vestaveb bylo hrdlo pro plnění LPG v zadní části nárazníku. V současnosti bývá i při dostavbě již umísťováno rovněž v prostoru pod palivovými dvířky pro plnění motorového benzínu. Nádrže jsou na rozdíl od CNG umísťovány výhradně do prostoru rezervního kola. Výhoda je tedy u dodatečné přestavby na straně LPG. Nemusí být tak zmenšena značná část zavazadlového prostoru. Rozdíl oproti CNG je i během startování, kdy vozidlo startuje výhradně na benzín a až během chodu motoru se automaticky přepíná na LPG.

Ceny přestaveb se pohybují od cca 20000,- Kč do 40000,- Kč rovněž v závislosti na motorizaci vozidla. Cena se odvíjí od počtu válců a použité technologie.

Pokud porovnáme nová vozidla tak v současnosti není moc značek, které nabízí LPG přímo z výrobní linky. Na prvním místě je, co se týká prodejnosti značka Dacia. V případě Dacie přímo u firemní verze na LPG není možnost kontroly spotřeby paliva na základě palubního počítače. Ta totiž takové vybavení nenabízí. Tady si musíme vystačit s výpočtem na základě svého vlastního měření.

Majitel vozu nemá žádnou povinnost provádět dodatečné revize spalovacího systému, který využívá CNG v případě, že se jedná již o součást vozu z výroby. Stejně tak i Státní technická kontrola (STK) přistupuje k vozům naprosto standardně jako k vozům s jinými druhy paliv. Rozdíl oproti standardním vozům je vybavení stanice zařízením na měření emisí CNG. Servisní intervaly jsou nastaveny pro jednotlivé vozy, obvykle po prvních 3 letech a následně po 2 letech stejně jako běžné kontroly všech vozů.

7.3 Plnicí stanice CNG

Nezbytně nutná podmínka k masovějšímu rozšíření CNG mezi uživateli je dostatečně hustá síť plnicích stanic. Plnicí stanice využívají dva typy koncovek k plnění plynu. Osobní vozy využívají především koncovky NGV1. Pro nákladní vozidla a autobusy slouží koncovka NGV2. Ne všechny plnicí stanice disponují oběma typy koncovek a je třeba s tím počítat. Pro vyhledávání plnicích stanic je v současnosti množství interaktivních map na webových portálech. Dále funguje celá řada mapových aplikací pro platformy jako je Android tak i iOS. V popisku u jednotlivých stanic získáme informace o použitých typech koncovek, platebních možnostech, cenách produktu a otevíracích dobách jednotlivých stanic. Vzhledem ke své bezobslužnosti pak většina plnicích stanic funguje non-stop. [57] [58] [59]

K platbě za plyn na plnicích stanicích CNG je možné použít buď klasickou hotovostní platbu případně platební kartu pokud stanice takové platby podporuje. Přímo pro CNG je pak

vydávána i zákaznická karta CNG Card centra. Tento systém vznikl na základě možnosti samoobslužnosti plnicích stanic. K využití takových stanic slouží zákaznická karta, která je vázána na smlouvu o odběru CNG. [60] [61]

Plnicí stanice mohou být napojeny přímo na plynovod. Odpadá tím jejich zásobování, jak je tomu v případě čerpacích stanic s konvenčními palivy. Zemní plyn se přivádí k plnicí stanici potrubím stávající plynové sítě. Až na místě dochází k jeho stlačení na provozní tlak používaný u vozidel CNG na 250 - 300 bar. Nicméně plynovody nejsou vždy v místech, kde by byl zájem o vybudování stanice. Existuje také možnost tzv. „virtuálního plynovodu“. V případě nedostupnosti plynovodu je zásobování zajištěno pomocí trajlerových vozů, které doplňují plnicí stanici. V ČR takovou službu nabízí společnost CNGvitall ze skupiny Vítkovice Machinery Group. Společnost nabízí i mobilní stanice, které označuje jako „CNG booster“. Jedná se o kontejnerovou technologii. Stačí mít pozemek se zpevněnou plochou a na něj se umístí samonosný kontejner s kompletní technologií pro plnění. [4]

Plnicí stanice mají celou řadu bezpečnostních prvků k zajištění bezproblémového chodu během plnění i vzniku nečekaných událostí. Na první pohled je vidět, že stanice jsou vybaveny nouzovým tlačítkem pro okamžité přerušení plnění z rozhodnutí uživatele. Plnicí stanice je připravena i k automatickému přerušení plnění a to při zaznamenání vyššího toku plynu. Důležité vzhledem k bezpečnosti jsou tzv. „trhací spojky“. Ty slouží pro případ, pokud by vozidlo odjíždělo od stanice s připojeným přívodem plnění plynu. Spojka tak zaručí bezpečné oddělení včetně plynotěsného uzavření přípojky.

7.4 Plnicí zařízení CNG (domácí)

Vedle klasických plnicích stanic a mobilních plnicích stanic existuje ještě možnost tzv. domácích plnicích stanic (plniček). Zákazník může vozidla na CNG plnit i doma nebo v rámci podniku. Malá CNG plnicí zařízení určená pro domácí použití je možné použít v místech s možností přívodu zemního plynu. Zařízení využívá 220V napětí z elektrické sítě a jsou dostatečně kompaktní viz obrázek č. 8. Je možné zvolit ze dvou možností domácích plniček.



Obrázek č. 8: Kompaktní plnička (Zdroj: [19])

První skupinou jsou plničky s pomalým plněním VRA (Vehicle Refuelling Appliance). Mají kompaktní rozměr a zvládnou naplnit nádrž vozidla v rámci několika hodin. To je umožněno využitím plnicích zařízení bez tlakových zásobníků. Plnicí zařízení se skládá z kompresoru a výdejního zařízení s regulací a měřením. U těchto plnicích zařízení trvá plnění až několik hodin. Z toho důvodu jsou tato plnicí zařízení spíše vhodná pro domácí užití, případně malý firemní vozový park, kde dochází k plnění během odstávky vozidla. Bez zařízení tohoto typu se neobejdou provozny, kde se používají speciální vozidla, jako jsou vysokozdvížné vozíky. Cena se pohybuje kolem 150 tisíc korun. [3]

Druhou možností jsou plničky pro rychlé plnění. Ty využívají tlakové zásobníky. Ty jsou pomocí kompresorů průběžně plněny z přípojky. Pro firemní využití je praktičtější využití rychlo plnicího zařízení. Taková zařízení využívají zásobníky stlačeného zemního plynu. Zásobníky jsou průběžně tlakovány kompresorovou jednotkou až na potřebný provozní tlak. Po dosažení maximálně předdefinovaného tlaku se plnění přeruší. Zásobní nádrž je pak schopna pomocí redukčního ventilu přepustit CNG do tlakového zásobníku uvnitř vozidla. Velikost tlakové nádrže záleží na potřebách uživatele. Cena této druhé varianty se pohybuje od 350 tisíc korun.

7.5 Plnicí stanice LPG

Největší výhodou vozidel na LPG je hustá síť plnicích stanic. Stanice LPG jsou s obsluhou, stanice jsou již staršího data výstavby a nejsou tedy tak moderní jak je tomu u CNG plnicích stanic viz obrázek č. 9 naproti tomu CNG plnicí jsou ve většině případů bezobslužné. Cena LPG se udává v litrech stejně jako konvenční paliva. Naproti tomu CNG je udáno v kilech, někdy se používá přepočet i na m³.



Obrázek č. 9: Stanice LPG, Letňany (Zdroj: foto autor)

8 Ekonomické zhodnocení využití LPG a CNG

Důležitějším kritériem při pořízení jakéhokoliv nového vozu je jeho pořizovací cena a následné provozní náklady. Potencionální zákazník při nákupu vozidla zvažuje nejen jeho pořizovací cenu, ale zároveň i efektivnost provozu. Následná cena provozu může být ovlivněna dále mírou daňového zvýhodnění a vzájemným rozdílem mezi cenami jednotlivých paliv.

8.1 CNG

Jako referenční vozidlo pro porovnání nákladů provozu jsem zvolil takový model, který má mezi zákazníky největší oblibu. Tím je model Octavia značky Škoda, ta je podle počtů prodejnosti nejprodávanějším modelem v ČR. Zůstává nejprodávanějším modelem kategorie osobních vozů a to jak s konvenčním palivem, tak i v kategorii s pohonem na CNG.

V současnosti je v nabídce Mladoboleslavské automobilky k dispozici šest modelových řad osobních vozidel v různých karosářských variantách. Z těchto modelů jsou jen dva z modelů nabízeny na plynný pohon CNG. Prvním a zároveň nejmenším modelem je Škoda Citigo a druhým Octavia. Jedná se o první dva modely na CNG nabízené touto značkou. Dříve byla nabízena Octavia druhé generace s motorizací 1.6 MPI ve verzi LPG, ale ta se již s nástupem třetí generace Octávie nenabízí.

Octavie třetí generace je nabízená celkem v sedmi různých motorizacích. Ve třech benzínových TSI se zdvihovým objemem 1.0, 1.2 a 1.4 litru. Další je motorizace se vznětovým TDI 1.6, ta je nabízena ve dvou odlišných výkonech. Jako poslední je verze na CNG s označením 1.4 TSI G-TEC. Tu je buď možné objednat s manuální šestistupňovou nebo sedmistupňovou automatickou převodovkou.

Škoda Octavia nabízí dvě karosářské verze liftback a combi ten je o 30000,- Kč dražší. U verze G-TEC je příplatek oproti liftbacku ještě vyšší (33000,- Kč). K následnému porovnání jsem vybral praktičtější z těchto dvou dodávaných karosářských variant a sice ve verzi Combi. Pro porovnání jsem vybral následující motorizace shodného modelu.

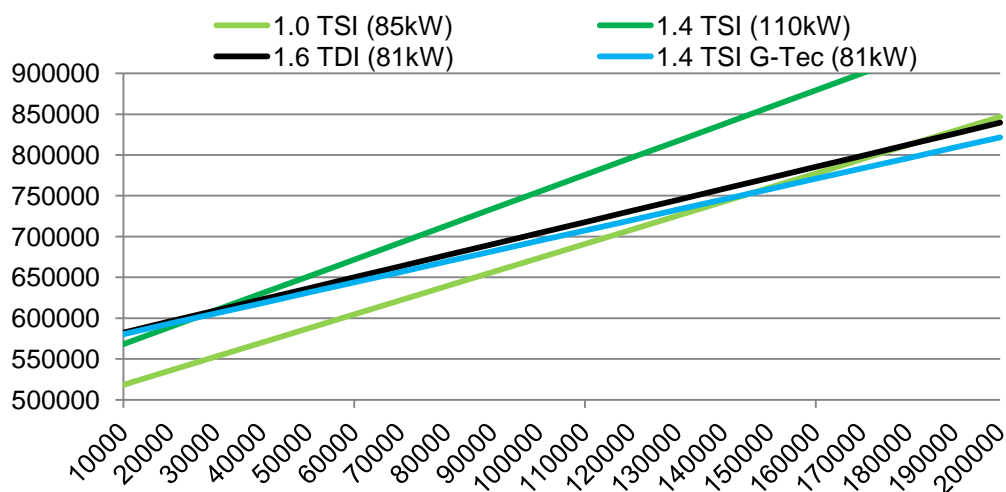
- Jako přímý konkurent k plynové verzi je nabízena Octavia 1.6 TDI (81 kW) se vznětovým motorem. Toto je jediná motorizace s naprosto stejným výkonem jako má G-TEC. Vznětový motor je spojen pouze s pětistupňovou manuální převodovkou, na rozdíl od G-TEC, kde je ekonomičtější šestistupňová. Varianty těchto dvou motorizací budou porovnávat spíše firemní zákazníci případně fyzické osoby s vysokým nájezdem km.
- Další motorizací k přímému porovnání je benzínová 1.0 TSI. Z vybraných motorizací je to ta nejlevnější varianta a s nejnižším zdvihovým objemem. I přes nižší zdvihový objem má však vyšší výkon (85 kW) než G-TEC (81kW). Tato varianta má zaručenou

prodejnost vzhledem k nejnižší ceně těchto modelů a vůz si najde své zákazníky především mezi fyzickými osobami nebo podnikateli s nízkým nájezdem kilometrů.

- Poslední porovnávaná motorizace je 1.4 TSI s výkonem 110 kW. Zdvihový objem je s verzí G-TEC shodný, ale výkonově se jedná o nejsilnější vůz z vybraných motorizací.

Jako výchozí hodnota pro porovnání všech motorizací je zvolena základní pořizovací cena a to včetně pojištění a servisních nákladů. Cena všech porovnávaných vozů je v nejnižší prodávané výbavě Active. Barva vozidla je zvolena na Modrou Pacific (jediná barva bez příplatku). Vozidla jsou bez jakékoliv další mimořádné výbavy. Jediné příplatkové položky, které jsou připočítány ke všem vozům, spadají do skupiny produktů Škoda Care. Tyto produkty jsou započítány pro objektivní porovnání nákladů u všech čtyř motorizací. Spadají sem následující produkty:

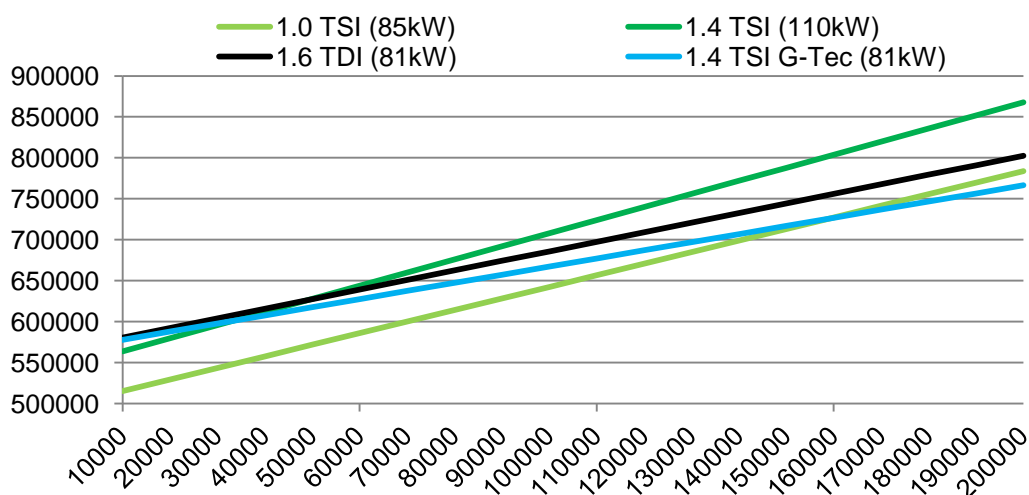
- Předplacený servis Plus – servisní úkony předepsané výrobcem včetně úkonů vedoucích k zajištění provozuschopnosti vozu po době ukončení základní záruky (včetně náhradních dílů) na 5 let nebo 60000 km.
- Záruka mobility – bezplatný odtah a technická pomoc při poruše vozidla.
- Škoda pojištění při koupi vozu v hotovosti – pro řešení nečekaných událostí.
- Mobilita plus – prodloužení záruky mobility
- Prodloužená záruka na 5 let, do 150000 km



Graf č. 9: Spotřeba Octavia Combi - město (Zdroj: vlastní konstrukce)

U konvenčních pohonů je u tovární značky Škoda nastaven servisní interval na 30000 km. V případě varianty G-TEC je tento interval zkrácen na 15000 km k povinné výměně oleje. Model situace kombinované spotřeby při městském provozu je znázorněn na grafu č. 9. Graf zobrazuje závislost počtu najetých kilometrů a nákladů spojených s provozem. Vzhledem k porovnání pouze jedné modelové řady nepočítám s odpisy ani inflací. Cena modelů je nastavena tak, že klient na počátku vkládá hotovostní hodnotu ekvivalentu pořizovací ceny vozidla spolu s předplacenými náklady na servis spolu s pojištěním.

Zákazník při výběru motorizace bude vycházet z průměrných hodnot spotřeby udávaných výrobcem. Tyto hodnoty nerepresentují sice reálnou spotřebu, ta se odvíjí od celé řady faktorů jako je styl jízdy, kvalita vozovky, obutí vozidla, apod. Nicméně pro porovnání v rámci jednoho modelu jsou tabulkové hodnoty vhodným reprezentačním vzorkem. Vychází z průměrných cen automobilového benzínu, motorové nafty a CNG za poslední rok 2015. [50]



Graf č. 10: Spotřeba Octavia Combi - kombinovaná (Zdroj: vlastní konstrukce)

V grafu č. 10 je znázorněna situace pro kombinovanou spotřebu při nastavení stejných vstupních hodnot. Na základě tohoto porovnání si zákazník může udělat názor na to jaká z motorizací je pro něj nejvýhodnější při nájedu určitého počtu kilometrů.

Porovnáním jednotlivých motorizací nám vychází CNG jako nejekonomičtější palivo. V porovnání s nejlevnějším porovnávaným motorem 1.0 TSI je CNG dražší o 66875,- Kč viz tabulka č. 9, všechny ceny jsou uváděny včetně DPH. Návratnost je tedy až po 145637 kilometrech. V případě klienta, který nemá velký nájezd kilometrů se tedy CNG ekonomicky nevyplatí. Pokud klient bude mít ambice jezdit dynamickým stylem jízdy pak ani pro něj by model na CNG nebyl přínosem. Takový klient by volil nejvýkonnější benzínovou jednotku 1.4 TSI (110 kW). Nejbližší motorizace k porovnání je vznětová jednotka, která má shodný výkon

jako G-TEC. Po této motorizaci se budou poohlížet klienti s vysokým nájezdem kilometrů. Jedná se o jediný přímý srovnatelný motor. Jejich cena je téměř srovnatelná, dokonce vznětový motor je ještě dražší než CNG. Ještě s předchozím modelem vznětové jednotky to bylo přesně naopak, byla dokonce o 8000,- levnější než CNG.

Základní parametry	Palivo	Benzín	Benzín	Nafta	CNG	
	Obsah	1.0 TSI	1.4 TSI	1.6 TDI	1.4 TSI	
	Výkon [kW]	85	110	81	81	
	Převodovka	6M	6M	5M	6M	
	Spotřeba	Město [l,m ³ /100km]	5,5	6,6	4,4	6,9
		Mimo město [l,m ³ /100km]	4	4,3	3,5	4,5
		Kombinovaná [l,m ³ /100km]	4,5	5,1	3,8	5,4
	Emise CO ₂	105	119	99	96	
	Energetická třída CO ₂	A	B	A	A+	
	Cena	425 900	462 900	482 900	481 900	
Náklady	Předplacený servis Plus 5 let nebo 60000	22 490	22 490	22 490	22 490	
	Záruka mobility	0	0	0	0	
	Roční pojistné	8 208	10 110	10 398	10 383	
	Pojištění na 5 let	41 040	50 550	51 990	51 915	
	Mobilita plus	2 000	2 000	2 000	2 000	
	Prodloužená záruka na 5 let, do 150 000 km	9 500	9 500	9 500	9 500	
	Cena	500 930	547 440	568 880	567 805	
	Rozdíl ceny	66 875	20 365	-1 075		
Návratnost (město) [km]	145 637	25 304				
Návratnost (kombinovaná) [km]	158 908	33 420				

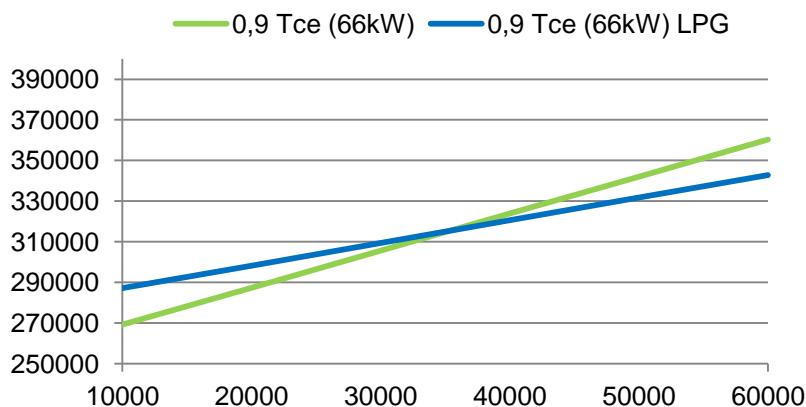
Tabulka č. 9: Porovnání nákladů CNG (Zdroj: vlastní konstrukce)

Pokud bych interpretoval pobídku v podobě dotace na rozdíl ceny mezi CNG a konvenčním palivem, pak záleží na nastavení parametrů. V případě porovnání výkonově a ekonomicky nejbližší pohonné jednotky (1.6 TDI) pak by se dotace minula účinkem vzhledem k tomu, že naftová motorizace vyjde v základu draž. V tomto případě tedy nelze teoreticky žádnou dotaci aplikovat. Dokonce G-TEC má navíc víceprvkovou zadní nápravu, která se dodává jen do vrcholných motorizací. Pokud se na ceník podívám stylem nejlevnější Octavia a G-TEC, pak cenový rozdíl je velký. Ale porovnáváme neporovnatelné motory ať už co se výkonu vozidla týká tak i ekonomického i ekologického přínosu.

8.2 LPG

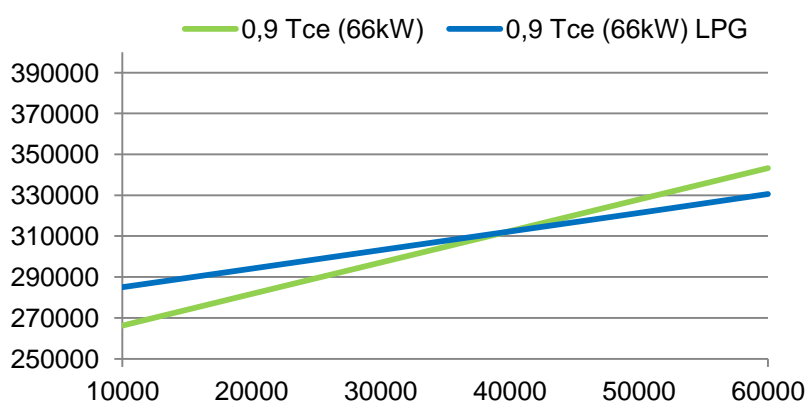
Druhé plynné palivo porovnám se zážehovým motorem u značky Dacia. Tato značka již dlouhodobě dodává systém LPG do svých modelů. Pro porovnání jsem vybral model

Logan MCV 0.9 TCe (66 kW) ve verzi bez a s LPG. Jedná se o nejprodávanější vozidlo na LPG v ČR. Tato karosářská verze je v provedení kombi ve výbavové úrovni Arctica. Je to jediná výbava, která nabízí motorizaci v kombinaci s LPG. Je možné objednat i modely Dacia bez LPG a následně autosalony mají smluvní partnery k dodatečné přestavbě.



Graf č. 11: Spotřeba Dacia Logan MCV - město (Zdroj: vlastní konstrukce)

V grafu č. 11 je vidět závislost počtu ujetých kilometrů ve městě oproti nákladům na pořízení vozidla a cenu pohonných hmot. Příplatek v katalogové ceně za LPG činí 25000,- Kč. Cena přestavby LPG je značně levnější než je tomu u konkurenčního CNG. Návratnost vozidla LPG při jízdě po městě se podle tabulkových hodnot rovná 35377 ujetým kilometrům viz tabulka č. 10. Při porovnání hodnot kombinované spotřeby je pak návratnost při 39719 kilometrech viz graf č. 12 a tabulka č. 10.



Graf č. 12: Spotřeba Dacia Logan MCV - kombinovaná (Zdroj: vlastní konstrukce)

Palivo		Benzín	LPG
Obsah		0,9 Tce	0,9 Tce
Výkon [kW]		66	66
Převodovka		5M	5M
Spotřeba	Město [l/100km]	5,8	7,6
	Mimo město [l/100km]	4,3	5,4
	Kombinovaná [l/100km]	4,9	6,2
Cena		250 900	275 900
Rozdíly ceny		25 000	
Návratnost (město) [km]		35 377	
Návratnost (kombinovaná) [km]		39 719	

Tabulka č. 10: Porovnání nákladů LPG (Zdroj: vlastní konstrukce)

9 Návrh strategie pro zvýšení zájmu ze strany uživatelů

Sestavil jsem čtyři základní hypotézy pro pochopení potřeb potenciálních zákazníků. Díky těmto hypotézám máme vygenerované otázky pro dotazník. Stanovené hypotézy jsou následující:

- Hypotéza č. 1: Veřejnost se obává bezpečnosti plynových vozů.
- Hypotéza č. 2: Ve společnosti zatím není velký zájem o vozidla na plyn.
- Hypotéza č. 3: V řadách obyvatel je nízká informovanost o vozech na plyn.
- Hypotéza č. 4: Lidé mají zájem o zavádění ekologických vozidel na plyn.

9.1 Struktura dotazníkového šetření

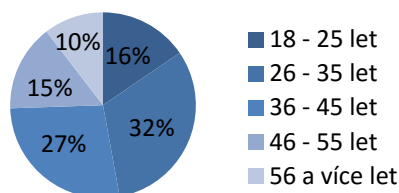
Otázky položené v dotazníku vychází z potřeb postavených na základě již předem definovaných hypotéz. Pomocí odpovědí z dotazníkového šetření se pokusím tyto hypotézy buď potvrdit či vyvrátit. Dotazníkové šetření jsem vypracoval na základě e-mailové korespondence a potom i osobním dotazováním v mém okolí a náhodným dotazováním v městských aglomeracích (Praha, Hradec Králové, Plzeň). Návratnost dotazníků posílaných e-mailem byla 41% a dohromady se mi tak vrátilo při e-mailové korespondenci na 51 dotazníků. Osobním dotazováním jsem získal dalších 235 vyplněných formulářů. Z celkového počtu 286 formulářů jsem 8 dotazníků vyřadil pro nedosažení respondentů věkové hranice osmnácti let. Věková hranice je nastavena vzhledem k položeným otázkám zda dotazovaný vlastní či zvažuje nákup vozidla CNG nebo LPG. Celkový vzorek respondentů je 278. Sběr informací probíhal v období od začátku března až května 2016.

Celý dotazník je sestavený do dvou oddílů. V prvním oddíle dotazníku jsou čtyři otázky pro základní pohled na testovanou skupinu respondentů. Druhý se zabývá konkrétně formulovanými otázkami vedoucími k doplnění předem stanovených hypotéz.

9.2 Vyhodnocení první části dotazníkového šetření

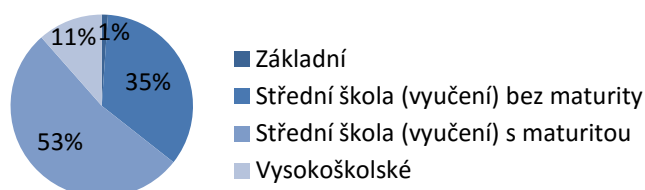
Otázka č. 1: Jaký je Váš věk? První otázka je zaměřena na zjištění věku respondentů a slouží k vymezení rámce okruhu dotazovaných nad hranici osmnácti let věku. Respondenty do 18 let jsem vyřadil z vyhodnocení průzkumu vzhledem k zaměření ankety na cílovou skupinu možných zájemců tedy přímo držitelů řidičského průkazu alespoň skupiny „B“ kteří by mohli mít zájem o koupi vozidla na CNG či LPG. Z toho pohledu mě zajímá názor právě těchto respondentů. V současnosti jsou sice dostupné vozidla i pro patnáctileté s držením řidičského oprávnění skupiny A případně Am, ale taková vozidla nejsou dostupná s pohonem na CNG/LPG. Z dotazníkového šetření vyplývá, že nejvíc respondentů (88) spadá do kategorie 26 – 35 let (tj. 31,65% z celkového počtu všech dotazovaných nad 18 let) viz

graf č. 13. Další nejvíce zastoupenou skupinou je kategorie věku 36 – 45 let se 76 respondenty (tj. 27,34%). Následuje nejnižší věková skupina respondentů 18 – 25 let s celkovým počtem 43 (tj. 15,47%). Méně zastoupenou skupinou je věková hranice 46 – 55 let, kde je 42 respondentů (tj. 15,11%) a nakonec nejméně zastoupenou skupinou je kategorie nad 56 let s počtem 29 osob (tj. 10,43%).



Graf č. 13: Otázka č. 1: Jaký je Váš věk?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)

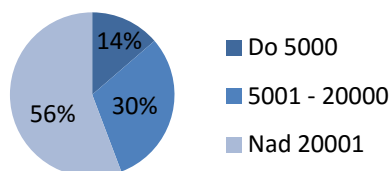
Otázka č. 2: Jakého jste dosáhli nejvyššího vzdělání? Zde mě zajímá dosažení nejvyššího vzdělání mezi respondenty. Zjednodušeně pomocí čtyř základních kategorií rozdělené na základní vzdělání, střední škola bez maturity, střední škola s maturitou a ukončené vysokoškolské vzdělání. Nejpočetněji jsou zde zastoupeni absolventi středních škol (případně vyučení) zakončené s maturitou s celkovým počtem 147 respondentů (tj. 52,88%), následují absolventi středních škol (případně vyučení) bez maturit, 32 respondentů v dotazníku je pak s dokončeným vysokoškolským vzděláním (tj. 11,51%) a nejméně zastoupenou skupinou 3 respondenti se základním vzděláním (tj. 1,08%) viz graf č. 14.



Graf č. 14: Otázka č. 2: Jakého jste dosáhli nejvyššího vzdělání?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)

Otázka č. 3: Kolik obyvatel má Vaše bydliště? Tento dotaz zodpovídá, v jak velkých sídlech respondenti žijí. V diplomové práci se zaměřuji na řešení otázky alternativních paliv pro města, kde i většina respondentů žije. Jen nejmenší skupina 38 respondentů (tj. 13,67%) žije v sídle menším než 5000 obyvatel. I tato skupina je zajímavá neboť i z menších obcí a měst se lidé potřebují dopravit vozidly do větších sídel ať už za školou, zaměstnáním, nebo z jakýchkoliv jiných důvodů. Další skupina je z měst s počtem

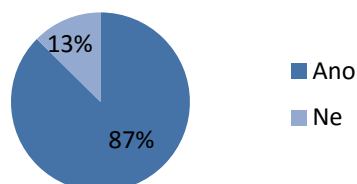
5001 – 20000 obyvatel, odkud je 85 respondentů (30,58%). Následuje skupina měst nad 20001 obyvatel s celkovým počtem 75 respondentů (tj. 26,98%). A nejvíce respondentů je z velkých měst nad 50001 obyvatel, celkem 155 (tj. 55,76%) viz graf č. 15.



Graf č. 15: Otázka č. 3: Kolik obyvatel má Vaše bydliště?

(Zdroj: Vlastní konstrukce)

Otázka č. 4: Vlastníte řidičské oprávnění skupiny „B“? Čtvrtá otázka odpovídá na otázku vlastnictví oprávnění skupiny „B“ pro motorová vozidla, která je minimálně nutná k pořízení si vozidla na CNG nebo LPG. Respondenti, kteří nevládní toto oprávnění pak nemohou zatím uvažovat o zakoupení tohoto vozidla, nicméně většinový vzorek respondentů do této kategorie nespadá. Ze všech zúčastněných osob mělo řidičské oprávnění této skupiny 243 (tj. 87,41%) a 35 (tj. 12,59%) bylo bez řidičského oprávnění skupiny „B“ viz graf č. 16.



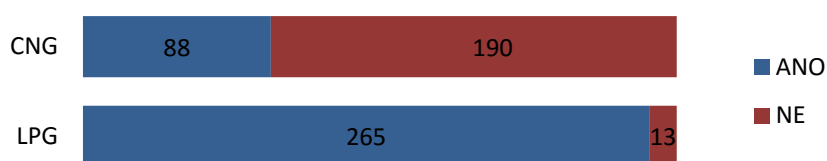
Graf č. 16: Otázka č. 4: Vlastníte řidičské oprávnění skupiny „B“?

(Zdroj: Vlastní konstrukce)

9.3 Vyhodnocení druhé části dotazníkového šetření

V této kapitole jsou již odpovědi na jednotlivé otázky týkající se zhodnocení předem položených hypotéz. Následují grafy č. 17 až 24 s procentuálním zobrazením příslušných odpovědí.

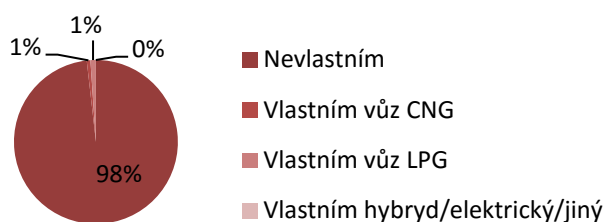
Otázka č. 5: Znáte pojem CNG? Pojem LPG?



Graf č. 17: Otázka č. 5 : Znáte pojem CNG? Pojem LPG?

(Zdroj: Vlastní konstrukce)

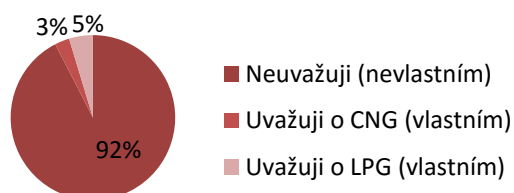
Otázka č. 6: Vlastníte nebo provozujete vůz na plyn?



Graf č. 18: Otázka č. 6 : Vlastníte nebo provozujete vůz na plyn?

(Zdroj: Vlastní konstrukce)

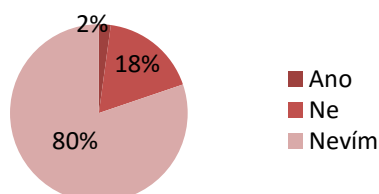
Otázka č. 7: Uvažujete o koupi vozidla na plyn?



Graf č. 19: Otázka č. 7: Uvažujete o koupi vozidla na plyn?

(Zdroj: Vlastní konstrukce)

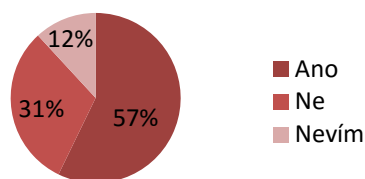
Otázka č. 8: Je na trhu dostatečná nabídka vozidel na plyn?



Graf č. 20: Otázka č. 8: Je na trhu dostatečná nabídka vozidel na plyn?

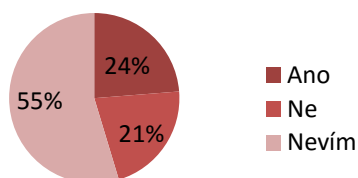
(Zdroj: Vlastní konstrukce)

Otázka č. 9: Máte obavu o bezpečnost vozů na plyn?



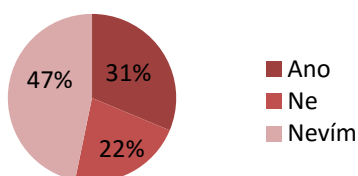
*Graf č. 21: Otázka č. 9: Máte obavu o bezpečnost vozů na plyn?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)*

Otázka č. 10: Jezdí ve Vašem okolí vozidla na plyn?



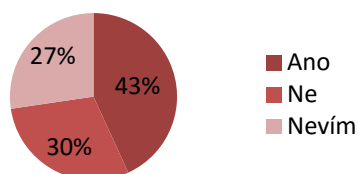
*Graf č. 22: Otázka č. 10: Jezdí ve Vašem okolí vozidla na plyn?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)*

Otázka č. 11: Jezdí ve Vašem (nejbližším) městě autobusy na plyn?



*Graf č. 23: Otázka č. 11: Jezdí ve Vašem (nejbližším) městě autobusy na plyn?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)*

Otázka č. 12: Preferujete zavedení městských autobusů na plyn?



*Graf č. 24: Otázka č. 12: Preferujete zavedení městských autobusů na plyn?
(Zdroj: Vlastní konstrukce)*

Otázka č. 13: Jaké z následujících zvýhodnění by Vás motivovalo k nákupu vozu na plyn? V tabulce č. 11 jsou zobrazeny hodnoty reprezentující motivaci ke koupi vozidla na plyn při zvážení různých typů pobídek.

Motivace	Ano	Ne	Nevím
Částečný příspěvek na plyné vozidlo.	23	122	133
Plný příspěvek na plyné vozidlo.	53	118	107
Částečné omezení vjezdu vozidel s konvenčním palivem do center měst.	36	111	131
Úplné omezení vjezdu vozidel s konvenčním palivem do center měst.	98	92	88
Jízdní pruh (Bus/Taxi) rozšířený pro vozy na plyn.	18	135	125
Možnost parkování ve všech hromadných garážích.	29	133	116
Hustá síť plnicích stanic.	55	108	115
Stálé daňové zvýhodnění plynu.	42	115	121

Tabulka č. 11: Motivace k nákupu vozu na alternativní pohon

(Zdroj: vlastní konstrukce)

9.4 Vyhodnocení sledovaných ukazatelů

Hypotéza č. 1: Veřejnost se obává bezpečnosti plynových vozů. Domnívám se, že společnost obecně vnímá jakékoliv zařízení na plyn za potencionálně nebezpečné. K zhodnocení tohoto tvrzení odpovídají hned dvě otázky (otázky č. 9, 12). Kde na základě odpovědí otázky č. 9 odpovídá 57% respondentů, že má skutečně obavu z vozidel na plyn. Reprezentuje to pocity lidí ohledně nedostatečné bezpečnosti, pokud slyší pojem „plyn“. Nepřímo s bezpečností souvisí i obava ohledně zavádění autobusů do hromadné městské dopravy v otázce č. 12. Kde odpovědělo 30% respondentů negativně a dalších 27% neví nebo se nevyjádřilo.

Přetrvávající pocit vnímání nebezpečnosti těchto vozidel souvisí s negativním postojem široké veřejnosti. Vzhledem k potvrzení této hypotézy, je potřeba lepší osvěta, případně kampaň k pozitivnějšímu vnímání plynu jako paliva. Můžeme začít už v rámci vzdělávání dětí a mládeže na úrovni základních i dalších stupňů škol. Cestou lepší informovanosti mohou být různé tiskoviny a semináře pro širokou veřejnost. Do pozitivního vnímání se mohou zapojit i producenti nebo výrobci jednotlivých součástí technologií na plyn. Nejviditelnější je marketingová podpora u osobních vozidel na CNG, dále prezentování speciální techniky nebo autobusů pomocí výrazných polepů vozů hlásících se k příslušné technologii jenž využívají.

Hypotéza č. 2: Ve společnosti není zájem o vozidla na plyn. Druhá hypotéza se promítá průřezově ve všech zmíněných otázkách. Pokud bude zájem o vozidla na plyn pak i společnost projeví větší zájem o danou problematiku. Primární otázky týkající se této hypotézy jsou č. 6, 7, 8. Kdy první dva dotazy odpovídají přímo na vlastnictví vozů na plyn.

Celých 98% takové vozidlo nevlastní, pouze 2 z respondentů mají vlastní vozidlo na CNG a 3 na LPG. Z následující otázky není ani zřejmý velký zájem o tuto technologii. Zde 92% lidí vůbec neuvažuje o vozidle na plyn. K tomu může vést celá řada aspektů. Může to být způsobeno například menší dostupností a rozmanitostí modelových řad na trhu jak ukazuje otázka č. 8. Dotaz dává přímou odpověď, zda je dostatečně pestrá nabídka vozů na plyn. Z respondentů, které tento aspekt zajímá, odpovědělo jen 2% pozitivně a 18% negativně vzhledem k nedostatečnému výběru modelů takto vybavených vozů. Ostatní se o danou problematiku nezajímají.

Hypotéza č. 3: V řadách veřejnosti je nízká informovanost o vozech na plyn. Zde hraje roli otázka č. 5, 10 a 11. První z otázek jsem položil směrem k respondentům, zda znají pojem jako je stlačený zemní plyn (CNG). Pozitivní odpověď zazněla u 32% respondentů. Druhým pojem byl zkapalněný ropný plyn (LPG), kde pozitivně odpovědělo dokonce 95% dotazovaných. Hlavním důvodem může být vyšší etablovanost LPG na českém trhu. Informovanost má částečně souvislost i s první hypotézou. Společným ukazatelem obou je neinformovanost či úplná neznalost těchto alternativních paliv.

Hypotéza č. 4: Veřejnost má zájem o zavádění ekologických vozidel na plyn. Jak ukazuje otázka č. 12, pak převažující část respondentů (43%) má zájem o zavádění autobusů na tato paliva do městského provozu. Negativně odpovědělo 30%, důvodem mohou být obavy z bezpečnosti této technologie.

Poslední z otázek č. 13, se ptá jaká z uvedených motivací by měla efekt při rozhodování k pořízení si vozidla na plyn. Z pozitivních odpovědí je na prvním místě úplné omezení vjezdu vozidel s konvenčním palivem do center měst. Toto opatření by z výsledků průzkumu bylo tím nejúčinnějším k motivaci nákupu vozidla na plyn. Jako další v pořadí uvádí hustotu sítě plnicích stanic. Následuje plný příspěvek na plynné vozidlo oproti konvenčnímu palivu. Další z pobídek mají již nižší prioritu, jedná se o stálé daňové zvýhodnění, využití pruhu pro Bus/Taxi nebo možnost parkování v hromadných garážích.

Závěr

Pokud chceme, aby se tyto technologie více prosadili a zvýšil se zájem o jejich zařazení do vozových parků, je bezpečnost pro společnost zcela zásadní. Zejména při provozu, dále při plnění pohonnými hmotami a v neposlední řadě parkování v uzavřených prostorech. Prozatím však musíme počítat s omezením v podobě vjezdu do hromadných garáží. Existuje celá řada argumentů, proč by se nastavení podmínek pro garážová stání měla zmírnit či dokonce zákazy zcela zrušit. Jeden z nejsilnějších argumentů uvádí možnost parkování v uzavřených garážích, jak je tomu v jiných státech. Tato skutečnost není dostatečně opodstatněná, neboť stejné zdroje již neuvádí další důležité technické souvislosti. Je třeba zdůraznit, že ostatní státy měly parametry technického řešení včetně odvětrání těchto prostor zpracovány na mnohem vyšší úrovni ještě před příchodem prvních vozů na CNG. Z toho důvodu již nebyly nutné v těchto státech další úpravy. Jedná se především o parametry ventilačních systémů. Podklady pro bezpečné parkování a provoz těchto vozidel je možné získat provedením simulací zkoušek a analýz v reálných podmínkách. Touto cestou se dá objektivně ověřit fungování komplexního řešení všech potřebných zařízení. Pomocí takto získaných dat se dá přistoupit k definování podmínek, za jakých mohou být vozidla na palivo CNG v hromadných garážích bezpečná. Tyto skutečnosti vychází i z Usnesení vlády č. 563, ale nebyly prozatím realizovány. Na základě výše uvedených zkoušek by mohlo dojít k celkovému přehodnocení úprav pro parkování a provoz vozidel na CNG v ČR. Prozatím má např. většina obchodních center otevřená venkovní parkoviště, kde je možné vozy s tímto pohonem parkovat.

Dalším diskutovaným argumentem je i bezpečnost provozu. Skutečných nehod zaviněných přímo nebo jen s účastí vozidla na CNG je zatím zanedbatelný počet. To je však je dáno tím, že tato vozidla jsou v provozu zastoupena prozatím jen minimálně. Každé vozidlo na CNG je vybaveno několika tlakovými lahvemi, což představuje riziko zvláště v městském provozu s velkou koncentrací lidí. Z toho důvodu by i zde bylo vhodné provést velkorozměrové zkoušky k eliminování případného rizika a přispění k bezpečnému provozu.

Nejhorší možnou variantou je únik plynu v podzemní garáži, do které je zakázán vjezd těmito vozidly. V takovém případě totiž není garáž vybavena havarijním větráním. Tím vzniká extrémně nebezpečná situace. Z tohoto pohledu na bezpečnost a pro podporu prodejnosti by bylo vhodnější mít všechny hromadné garáže vybaveny požadovaným bezpečnostním zařízením pro vozidla na CNG a tím předejít možnému riziku.

Další úvahou je dát podnět ke zpracování komplexního odvětrání všech tří požadovaných vzduchotechnických zařízení do jednoho systému. Pro zabezpečení hromadných garáží jsou požadované až tři samostatné větrací systémy (provozní, havarijní

a požární) dle ČSN 73 6058. Takto zpracovaný systém do jednoho vzduchotechnického celku by byl méně nákladný a pro investora i daleko zajímavější.

Vyhodnocením dotazníkového šetření, vzhledem k položeným hypotézám, vychází jako vhodná forma podpory alternativních plyných paliv jít cestou k vyšší informovanosti společnosti. A to zejména vzhledem k otázkám využití těchto paliv a jejich důležitost z pohledu získávání nezávislosti na ropných produktech. Vzhledem k vedení takto koncipované kampaně postupovat cestou pozitivního motivování k nákupu těchto vozidel. Nastavit pobídky pro uživatele dopravních prostředků tak, aby jejich volba měla pro ně co možná nejvyšší přidanou hodnotu.

Omezením vjezdu vozidel na konvenční palivo do městských center by dle dat z dotazníkového šetření bylo nejvíce motivující k nákupu nového vozu na alternativní pohon. Kompenzace rozdílu ceny vozu na ekologické palivo je dalším motivačním faktorem spolu s hustou sítí plnicích stanic, jak rovněž vyplývá z dotazníkového šetření.

Porovnal jsem nejprodávanější model osobního vozu na CNG oproti konvenčním palivům. Jedná se o Škoda Octavia 1.4 TSI G-TEC. V případě jejího porovnání se srovnatelnou vznětovou motorizací by podpora v podobě dotace na rozdíl ceny neměla smysl. Z důvodu, že vozidlo na motorovou naftu je dražší oproti modelu na CNG a i méně úsporné. Ovšem pokud budeme porovnávat G-TEC s jiným zážehovým nízkoobjemovým modelem, pak by dotace měla již smysl. Nicméně to porovnáváme zcela odlišná vozidla v jiných cenových hladinách.

Z pohledu strategie podpory alternativního pohonů se v ČR již s LPG jako palivem do budoucna neuvažuje na rozdíl od CNG. Nicméně LPG může těžit z vybudované rozsáhlé infrastruktury a minimálně v krátkodobém či střednědobém horizontu má stále smysl s ním počítat. Vhodné by bylo zachování alespoň zvýhodněné spotřební daně i po roce 2020. Stejně tak dát signál veřejnosti, že i pro CNG bude po roce 2020 zachována snížená spotřební daň a vozidla na plyn mají budoucnost. Do městského provozu má smysl zavádět vozidla na plyn vzhledem k jejich ekologičtějšímu provozu.

Seznam použitých zdrojů

- [1] BRŮHOVÁ-FOLTÝNOVÁ, Hana. *Doprava a společnost Ekonomické aspekty udržitelné dopravy*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-1610-0
- [2] KAMEŠ, Josef. *Aleternativní pohon automobilů*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství BEN. ISBN 978-80-7300-337-1
- [3] Stanice pro pomalé plnění. *RWE* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z :<http://www.cng.cz/cs/technologie-stanic-375/>
- [4] O nové plnicí stanici. *CNGVitall* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngvitall.cz/61/cs/node/3258>
- [5] Alternativní pohony motorových vozidel. *Časopis soudní inženýrství* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2004-04-212-224.pdf>
- [6] Alternativní paliva v dopravě . *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/alternativni_paliva_doprave
- [7] Strategie Evropa 2020. *Vláda ČR* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.vlada.cz/cz/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/strategie-evropa-2020-78695/>
- [8] "Bílá kniha Plán jednotného evropského dopravního prostoru – vytvoření konkurenceschopného dopravního systému účinně využívajícího zdroje ". *EUR-Lex* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:CS:PDF>
- [9] Usnesení vlády ČR ze dne 11. května 2005 č. 563 k Programu podpory alternativních paliv v dopravě – zemní plyn . *Asociace NGV* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.ngva.cz/files/ngva/uploads/files/Usneseni%CC%81%20z%20r.%202005.>
- [10] Směrnice Evropského parlamentu a rady 2014/94/EU. *EUR-Lex* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2014.307.01.0001.01.CES
- [11] Usnesení vlády ČR ze dne 16. prosince 2008 č. 1592 o Programu obměny vozového parku veřejné správy za „ekologicky přátelská“ vozidla. *Asociace NGV* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.ngva.cz/files/ngva/uploads/files/obme%CC%8Cna%20vozidel%20Spra%CC%81va.pdf>
- [12] Vyhláška č. 23/2008 Sb., *Portál veřejné správy* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=66453&nr=23~2F2008&rpp=15#local-content>
- [13] Evropská strategie pro alternativní paliva . *EUR-Lex* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/>

- ?uri=URISERV%3A20010301_2
- [14] Definice. *CNGstanice* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/o-cng/definice.html>
- [15] Vláda schválila Aktualizaci státní energetické koncepce. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument158012.html>
- [16] Národní akční plán čisté mobility. *Ministrestvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <download.mpo.cz/get/54377/62106/640972/priloha001.pdf>
- [17] Zákon č. 341/2002. *Portál veřejné správy* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakonStruct.jsp?page=1&idBiblio=53698&recShow=23&fulltext=&nr=341~2F2002&part=&name=&rpp=15#parCnt>
- [18] Ekologie: Naše ekologická řešení ukazují směr. *DB Schenker hodlá sázet na CNG* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://www.dbschenker.cz/log-cz-cz/udrzitelnost/ekologie.html>
- [19] Plničky CNG z MOTORu JIKOV míří do Belgie. *Motor Jikov* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.jikovcng.cz/napsali-o-nas/plnicky-cng-z-motoru-jikov-miri-do-belgie/>
- [20] DB Schenker hodlá sázet na CNG. *iFLEET* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.ifleet.cz/aktuality/fleet-manazer/db-schenker-hodla-sazet-na-cng.html>
- [21] Bioetanol. *Autolexikon* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/bioetanol/>
- [22] Zkapalněný zemní plyn LNG . *O energetice* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/plynarenstvi/zkapalneny-zemni-plyn-Ing/>
- [23] LPG. *Nazeleno* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/lpg.dic>
- [24] EHK 110. *EUR-Lex* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:072:0113:0226:CS:PDF>
- [25] Technická pravidla podmínky provozu, oprav, údržby a kontroly motorových vozidel s ponným systémem CNG. *Český plynárenský svaz* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: https://www.cgoa.cz/sekcetechnicka/pripominkovaRizeni/Tpg982_02_KN.pdf
- [26] Program LPG. *Subaru* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.subaru.cz/subaru-lpg.html>

- [27] Bonett vidí v CNG šanci pro čistší města. *Bonett* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.bonett.cz/cng-news/bonett-vidi-v-cng-sanci-pro-cistsi-mesta>
- [28] Přestavba CNG. *Fedor Auto* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.fedorauto.cz/prestavba-cng>
- [29] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 540/2014. *Eur-Lexv* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0540>
- [30] Český trh v roce 2015. *Auto.cz* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/cesky-trh-roce-2015-zajem-alternativni-paliva-roste-jakym-modelum-darilo-92234>
- [31] Škoda Fabia na CNG vs. Dacia Logan na LPG: CNG, nebo LPG? *Auto.cz* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/skoda-fabia-na-cng-vs-dacia-logan-na-lpg-cng-nebo-lpg-95368>
- [32] Boj o plyn do aut. *iDnes.cz Ekonomika* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/ministerstvo-bude-podporovat-cng-s-lpg-nepocita-fuo-/eko-doprava.aspx?c=A150605_125304_eko-doprava_rny
- [33] Parkoviště pro CNG. *CarParking* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.carparking.cz/parkoviste-pro-cng/>
- [34] Oktanové číslo. *Autolexikon* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.autolexikon.net/cs/articles/oktanove-cislo/>
- [35] Cetanové číslo. *Autolexikon* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.autolexikon.net/cs/articles/cetanove-cislo/>
- [36] Autobusy na CNG pomáhají zlepšovat ovzduší ve městech. *Hybrid.cz* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/autobusy-na-cng-pomahaji-zlepsovat-ovzdusi-ve-mestech>
- [37] Statistiky. *CNG4You* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/cng-info/statistiky.html>
- [38] Auto Fire with Prepared By Operations Division Final Version May 9, 2007 Compressed Natural Gas (CNG) Fuel Tank Explosion. *Fire Department Seattle, USA* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://depts.washington.edu/vehfire/hybridalternative/CNGAutoFireMay2007.pdf>
- [39] Fire in a CNG bus, 29 October 2012. *Dutch safety board* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://www.onderzoeksraad.nl/en/onderzoek/1878/fire-in-a-cng-bus-29-october-2012>
- [40] CNG buses fire safety. *HAL archives-ouvertes.fr* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/ineris-00976180/document>

- [41] Zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních. *Portál veřejné správy* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=55953&nr=353~2F2003&rpp=15#local-content>
- [42] Zákon č. 16/1993, Sb. o dani silniční. *Portál veřejné správy* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=40588&nr=16~2F1993&rpp=15#local-content>
- [43] Městská policie v Ostravě. *CNGPlus* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/my-take-jezdime-na-cng/verejna-sprava-komunalni-a-svozove-sluzby/mestska-policie-ostrava/>
- [44] Hasiči v Pardubicích jezdí také na CNG. *Hybrid* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/hasici-v-pardubicich-jezdi-take-na-cng>
- [45] Fleetová centra. *Skoda-auto* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/chci-vuz-skoda/velkoodberatele/fleetova-centra>
- [46] Nová vozidla Pražských služeb. *Pražské služby* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.psas.cz/index.cfm/o-spolecnosti/nase-akce/nova-vozidla-prac5beskc3bdch-sluc5beeb-zabodovala-na-ifatu/>
- [47] Pardubičtí hasiči: CNG auta nám sedí, garážování je ale problém. *EurActiv* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://euractiv.cz/rozhovory/obchod-a-export/pardubicti-hasici-auta-na-cng-nam-vyhovuji-garazovani-je-ale-stale-problem-012338/>
- [48] První hasičské vozy na CNG má Kraj Vysočina. *CNGPlus* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/novinky/prvni-hasicske-vozy-na-cng-ma-kraj-vysocina.html>
- [49] Výroční zpráva 2015. *Dopravní podnik Ostrava* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.dpo.cz/o-spolecnosti/vyrocní-zpravy.html>
- [50] Vývoj cen CNG v ČR a dalších paliv. *CNG4yYou* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/kolik-to-stoji/vyvoj-cen-cng-v-cr-a-dalsich-paliv.html>
- [51] Výroční zpráva PMDP 2015. *Plzeňské městské dopravní podniky, a.s.* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.pmdp.cz/o-nas/povinne-udaje/vyrocní-zpravy/>
- [52] Složení vozového parku osobních automobilů v ČR k 31.12.2015. SDA Svaz *Dovozců Automobilů* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://portal.sda-cia.cz/clanky/download/2016_03_Tiskovka_k_voz._parku_2015.pdf
- [53] Sedlčanské technické služby, s.r.o.. *CNGPlus* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngplus.cz/my-take-jezdime-na-cng/verejna-sprava-komunalni-a-svozove-sluzby/sedlcanske-technicke-sluzby-sro/>

- [54] Výroční zpráva 2015. *Dopravní podnik města České Budějovice, a.s.* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.dpmcb.cz/o-spolecnosti/vyrocní-zpravy/>
- [55] Česká pošta ušetřila díky CNG už 50 milionů korun. *Česká Pošta* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://www.ceskaposta.cz/-/ceska-posta-usetrila-diky-cng-uz-50-milionu-korun>
- [56] Výroční zpráva za rok 2015. *Dopravní podnik města Olomouce, a.s.* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.dpmo.cz/default.asp?str=vyrocní>
- [57] Interaktivní mapa CNG stanic. *RWE* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/interaktivni-mapa/>
- [58] Mapa CNG stanic v ČR. *CNG4You* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/stanice/informace-na-cesty/mapa-cng-stanic.html#x=50.790075&y=15.782397&z=8>
- [59] Mapa CNG stanic. *CNGStanice* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cngstanice.cz/mapa-cng-stanic.html>
- [60] Zákaznická karta CNG Card Centrum. *CNG4You* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/stanice/zakaznicka-karta-cng-card-centrum.html>
- [61] CNG Card centrum. *CNG4You* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.cng4you.cz/stanice/zakaznicka-karta-cng-card-centrum/cng-card-centrum.html>
- [62] Čerpací stanice LPG . *LPG* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://www.lpg.cz/cerpaci_st/cerpacky.php
- [63] Český trh v roce 2015. *Automotorevue* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/cesky-trh-v-roce-2015-nejprodavanejsi-modely-absolutne-i-podle-trid>
- [64] PŘEHLEDNĚ: Vše o rozšiřování a fungování parkovacích zón v Praze. *iDnes* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: http://praha.idnes.cz/prehledne-parkovaci-zony-v-praze-parkovani-fkx-/praha-zpravy.aspx?c=A160428_170603_praha-zpravy_rsr
- [65] V Plzeňském Prazdroji vozí návštěvníky nový ekologický autobus *Prazdroj* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://www.prazdroj.cz/1476-v-plze-sk-m-prazdroji-voz-n-vit-vn-ky-novs-ekologicks-autobus>
- [66] Označení vozidel poháněných plynem *Šlápní na plyn* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/povinne-oznaceni-vozidel-s-pohonem-lpg-cng-plyn.htm>
- [67] Zákon č. 261/2007 Sb., o stabilizaci veřejných rozpočtů. *Portál veřejné správy* [online]. [cit. 2016-08-25]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=65109&nr=261~2F2007&rpp=15#local-content>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Značení vozidel CNG

Obrázek č. 2: Značení vozidel na LPG

Obrázek č. 3: Mimořádná událost CNG, Německo, 2003

Obrázek č. 4: Mimořádná událost CNG, USA, 2007

Obrázek č. 5: Mimořádná událost CNG, Nizozemsko, 2012

Obrázek č. 6: Označení CNG v USA, Honda Civic, výbuch

Obrázek č. 7: Škoda Octavia G-TEC, CNG nádrže

Obrázek č. 8: Kompaktní plnička

Obrázek č. 9: Stanice LPG, Letňany

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Základ silniční daně pro osobní automobily

Tabulka č. 2: Základ silniční daně u ostatních vozidel

Tabulka č. 3: Základ silniční daně u ostatních vozidel

Tabulka č. 4: Prodeje osobních vozidel na alternativní paliva

Tabulka č. 5: Struktura vozového parku autobusů Plzeňského dopravního podniku

Tabulka č. 6: Struktura vozového parku autobusů dopravního podniku České Budějovice

Tabulka č. 7: Struktura vozového parku autobusů Ostravského dopravního podniku

Tabulka č. 8: Struktura vozového parku autobusů Olomouckého dopravního podniku

Tabulka č. 9: Porovnání nákladů CNG

Tabulka č. 10: Porovnání nákladů LPG

Tabulka č. 11: Motivace uživatelů k nákupu vozu na alternativní pohon

Seznam grafů

- Graf č. 1: Spotřební daň CNG
- Graf č. 2: Počet vozidel a autobusů CNG v ČR
- Graf č. 3: Počet veřejných stanic na CNG
- Graf č. 4: Struktura parku osobních vozidel v ČR
- Graf č. 5: Struktura vozového parku Plzeňského dopravního podniku
- Graf č. 6: Struktura vozového parku dopravního podniku České Budějovice
- Graf č. 7: Struktura vozového parku Ostravského dopravního podniku
- Graf č. 8: Struktura vozového parku Olomouckého dopravního podniku
- Graf č. 9: Spotřeba Octavia Combi - město
- Graf č. 10: Spotřeba Octavia Combi - kombinovaná
- Graf č. 11: Spotřeba Dacia Logan MCV - město
- Graf č. 12: Spotřeba Dacia Logan MCV - kombinovaná
- Graf č. 13: Otázka č. 1: Jaký je Váš věk?
- Graf č. 14: Otázka č. 2: Jakého jste dosáhli nejvyššího vzdělání?
- Graf č. 15: Otázka č. 3: Kolik obyvatel má Vaše bydliště?
- Graf č. 16: Otázka č. 4: Vlastníte řidičské oprávnění skupiny „B“?
- Graf č. 17: Otázka č. 5 : Znáte pojem CNG? Pojem LPG?
- Graf č. 18: Otázka č. 6 : Vlastníte nebo provozujete vůz na plyn?
- Graf č. 19: Otázka č. 7: Uvažujete o koupi vozidla na plyn?
- Graf č. 20: Otázka č. 8: Je na trhu dostatečná nabídka vozidel na plyn?
- Graf č. 21: Otázka č. 9: Máte obavu o bezpečnost vozů na plyn?
- Graf č. 22: Otázka č. 10: Jezdí ve Vašem okolí vozidla na plyn?
- Graf č. 23: Otázka č. 11: Jezdí ve Vašem (nejbližším) městě autobusy na plyn?
- Graf č. 24: Otázka č. 12: Preferujete zavedení městských autobusů na plyn?

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Dotazníkové šetření