

**UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA**

**Technicko – ekonomické a ekologické zhodnocení pohonu
na LPG u vozidla Škoda 105 L**

Jiří Herodes

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří HERODES**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Technicko - ekonomické a ekologické zhodnocení pohonu na LPG u vozidla Škoda 105L**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Požadavky normy ČSN EN 589 na LPG 2. Požadavky na palivové soustavy zážehových motorů z hlediska vlastností LPG a z hlediska konstrukce motoru - přehled používaných palivových soustav na LPG 3. Palivová soustava na LPG u vozidla Škoda 105L - technický popis 4. Ekonomické srovnání provozu vozidla Škoda 105L na LPG a na benzín 5. Měření emisí vozidla Škoda 105L na SME se základním a s alternativním palivem 6. Srovnání předepsaných a naměřených emisních hodnot se základním palivem a s alternativním palivem u vozidla Škoda 105L s novějšími typy vozidel značky Škoda

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1] MATĚJOVSKÝ, V.: Automobilová paliva. Praha: Nakladatelství Grada Publishing,a.s., 2005, ISBN 80-247-0350-5 [2] CEDRYCH, R.:Jezdíme na plyn. Praha: Nakladatelství Grada Publishing,a.s., 1999 [3] ŠTĚRBA, P., KRYŽICKÝ, O.: Jak na LPG. Praha: Nakladatelství Computer Press, 2002 [4] VLK,F.: Alternativní pohony motorových vozidel. Brno: Nakladatelství Vlk, 2004, ISBN 80-239-1602-5 [5] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu na pozemních komunikacích

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Folvarčný

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. června 2009



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

Pardubice 1.2.2010

Jiří Herodes

Tímto bych chtěl poděkovat *panu ing. Jaromírovi Folvarčnému* za cenné rady a připomínky při sestavování hlavní struktury této práce a při výběru vhodné literatury, dále pracovníkům STK Kutná Hora, především za jejich ochotu a spolupráci při získávání potřebných informací.

ANOTACE

Tato bakalářská práce na téma: „Technicko – ekonomické a ekologické zhodnocení pohonu na LPG u vozidla Škoda 105L“ vychází z objasnění problematiky LPG, které je popsáno v první kapitole. Od ní se odvíjí další část práce a to historie, výroba, provoz motoru, výhody a nevýhody a bezpečnost LPG. Druhá a třetí kapitola je věnována zákonným požadavkům tohoto plynu a přehledu používaných palivových soustav. Další část práce je zaměřena na ekologickou problematiku přestaveb vozidel a jsou zde srovnávány emise výfukových plynů při pohonu na základní a alternativní palivo, které jsou následně porovnávány i s novějšími typy vozidel značky Škoda. Dále je pozornost směřována k ekonomické výhodnosti přestavby daného vozidla.

KLÍČOVÁ SLOVA

LPG, benzin, palivová soustava, ekonomika provozu, ekologie provozu

TITLE

Technical – economics and ecological evaluation of traction vehicle Škoda 105L for LPG

ANNOTATION

This bachelor work „Technical – economics and ecological evaluation of traction vehicle Škoda 105L for LPG“ coming-out from illumination of problems LPG which is described in the first chapter. According to this chapter follows the further part namely history, production, engine running, advantages and disadvantages and safety LPG. Second and third chapter are devoted to legitimate requirements of this gas and summary of fuel systems. The next part of the work is focused on ecological problems of vehicle transformations and there are compared with exhaust emissions at drive on basic and alternative fuel which are consequently compared with newer type vehicles brands Škoda. Next, the attention is pointed to economic advantageousness of vehicle transformations of these vehicles.

KEY WORDS

LPG, petrol, fuel system, economy drive, environmental drive

Obsah:

Úvod.....	9
1 Problematika LPG	11
1.1 Co je LPG	11
1.2 Historie LPG	12
1.3 Výroba LPG	12
1.4 LPG jako palivo pro spalovací motor	13
1.5 Výhody a nevýhody přestavby na LPG.....	14
1.6 LPG a bezpečný provoz.....	15
2 LPG – požadavky ČSN EN 589	15
2.1 LPG pro pohon vozidel.....	15
2.2 Oktanové číslo LPG	16
2.3 Tlak par LPG	17
2.4 Síra a sirné sloučeniny v LPG	18
2.5 Olejovitý zbytek LPG	18
2.6 Voda a metanol v LPG	19
2.7 Odorizace LPG – požadavek na bezpečnost.....	19
3 Hlavní typy LPG zařízení.....	19
3.1 Základní princip činnosti LPG zařízení.....	20
3.2 Podtlakové LPG zařízení.....	21
3.3 Zařízení LPG s krokovým motorkem	22
3.4 Kontinuální vstřikování LPG	24
3.5 Sekvenční vstřikování LPG.....	26
3.6 Sekvenční vstřikování LPG pro FSI motory	27
3.7 Vstřikování LPG v kapalném stavu	28
4 Technický popis instalace plynové soustavy na vozidle Škoda 105 L.....	30
4.1 Technický popis měřeného objektu.....	30
4.2 Dovození plynových zařízení pro přestavbu	32
4.3 Palivová soustava LPG zabudovaná do vozidla Škoda 105L	33
4.3.1 Plnicí přípojka.....	33
4.3.2 Plnicí potrubí.....	34
4.3.3 Plynová nádrž	34
4.3.4 Víceúčelový ventil	35
4.3.5 Plynotěsná skříň.....	36
4.3.6 Palivové potrubí.....	37
4.3.7 Provozní ventily na LPG a BA	37
4.3.8 Regulátor (reduktor).....	38
4.3.9 Nízkotlaké potrubí se škrťacím prvkem	39
4.3.10 Směšovač	40
4.3.11 Přepínací modul	40
5 Ekonomické zhodnocení pohonu vozidla na LPG.....	41
5.1 Dostupnost paliva LPG.....	41
5.2 Ekonomické srovnání provozu vozidla Š105L na LPG a BA.....	42

<i>6 Měření emisí vozidla Škoda 105 L na SME se základním a alternativním palivem</i>	<i>43</i>
6.1 Složení výfukových plynů	43
6.2 Měření emisních hodnot na SME	44
6.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Š105L.....	46
<i>7 Porovnání emisních hodnot vozidla Š105L s novějšími typy vozidel značky Škoda</i>	<i>47</i>
<i>Závěr.....</i>	<i>52</i>
<i>Použitá literatura</i>	<i>54</i>
<i>Seznam tabulek</i>	<i>55</i>
<i>Seznam schémat.....</i>	<i>55</i>
<i>Seznam obrázků.....</i>	<i>55</i>
<i>Seznam grafů</i>	<i>55</i>
<i>Seznam příloh</i>	<i>56</i>

Úvod

Podle prognózy IEO (International Energy Outlook) bude v roce 2020 světová spotřeba energie o 50 % vyšší než v roce 2000. Toto předpokládané zvýšení světové spotřeby energie souvisí s očekávaným zvýšením její spotřeby v rozvojových zemích. Pokud se týká ropy, odhaduje se, že její světová těžba by měla kolem roku 2020 vrcholit a potom nastane období, ve kterém již bude trvale klesat. Předpokládané zvětšování celosvětové spotřeby energie, stav světových zásob zdrojů fosilního uhlíku a snaha o zlepšení kvality ovzduší jsou příčinou hledání alternativních energetických zdrojů, které by mohly alespoň částečně fosilní zdroje energie nahradit a současně i určitou měrou přispět ke snížení emisní zátěže, především pak snížení emisí skleníkových plynů. I v dopravě se proto hledá alternativa ke klasickým pohonným hmotám, benzínu a motorové naftě. Problematické využití alternativních pohonných hmot v dopravě je v současné době celosvětově věnována intenzivní pozornost.

K vytvoření programu pro využívání alternativních paliv vedou státy EU tyto důvody:

- rostoucí celková spotřeba energie včetně energie pro dopravu,
- nedostatečné zásoby ropy v zemích EU,
- obava z rostoucí ceny ropy,
- závislost na dovozu tohoto cenného zdroje fosilního uhlíku, zejména ze zemí středního východu, která by v roce 2020 mohla dosáhnout až 70 %,
- rostoucí emise zejména skleníkových plynů ohrožující klimatické podmínky,
- závazky na snižování emisí skleníkových plynů vyplývající z Kjótského protokolu.

Evropská komise vypracovala a přijala 7.11.2001 program pro využití alternativních pohonných hmot v dopravě. Program předpokládá, že do roku 2020 by mělo být nahrazeno 20 % motorových paliv vyráběných na bázi ropné suroviny alternativními palivy, biopalivy, zemním plynem a vodíkem. Směs zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG) je používána jako pohonná hmota v dopravě již několik desítek let. Lze jej získat ze dvou zdrojů a to ze zemního plynu a z ropných rafinerií (z primárního i sekundárního

zpracování ropy). Potenciál ropného LPG je limitován světovými zásobami ropy. Naopak očekávané zvýšení těžby zemního plynu a jeho lepší zpracování by mělo zvýšit dostupnost LPG z tohoto zdroje. To by mělo vést i k následnému mírnému zvýšení jeho využití jako pohonné hmoty v dopravě. Výhodou LPG v porovnání s ostatními alternativními plynnými palivy je i dostatečně rozvinutá infrastruktura veřejných čerpacích stanic a to je také důvod proč zkapalněný propan-butan (LPG) je v současnosti v ČR nejrozšířenějším alternativním palivem.

Předkládaná bakalářská práce má poskytnout určitý přehled o jednom z těchto možných alternativních paliv používaných pro pohon vozidel. Jak název práce napovídá budu zde popisovat palivo LPG. Jedná se o jedno z nejrozšířenějších alternativních paliv, neboť pouze v České republice se nachází již okolo 200000 vozidel přestavěných na pohon tímto palivem. Je to zapříčiněno hlavně již zmíněnou otázkou financí, protože náklady na provoz tímto druhem pohonu jsou výrazně nižší než u benzínu nebo nafty.

Cílem práce je zhodnotit onu ekonomickou výhodnost přestavby automobilu. Výhodnost či nevýhodnost budu vypočítávat pro konkrétní vozidlo, kterým je Škoda 105L, jehož jsem vlastníkem i provozovatelem. Pro tento bod práce je důležitá hlavně pořizovací cena celého zařízení, které bude samozřejmě popsáno a rozdíl nákladů provozu na benzin a LPG.

Dalším a neméně důležitým cílem bakalářské práce bude ekologické hledisko paliva LPG. Jedná se hlavně o emise výfukových plynů, konkrétně dvou jejich hlavních škodlivých složek, kterými jsou oxid uhelnatý CO a nespálené uhlovodíky HC. Skutečně naměřené hodnoty obsahu škodlivin unikající do ovzduší při provozu vozidla na LPG a na benzin budou mezi sebou porovnány. Pro důkaz snižování emisí u vozidel tovární značky Škoda za posledních 20 let budou také porovnávány hodnoty u vozidla Škoda 105L s novějšími vozidly této značky, které jsou již několik let nejprodávanějšími a nejoblíbenějšími vozidly na tuzemském trhu. I u těchto automobilů bude provedeno porovnání hodnot na LPG a benzin.

1 Problematika LPG

1.1 Co je LPG

LPG - Liquefied Petroleum Gas neboli v překladu zkapalněný ropný plyn. Je to směs složená převážně z propanu a butanu, která je následně zkapalněna. Tato změna skupenství plynu se snadno provede stlačením pod tlakem okolo 1,5 MPa nebo jeho ochlazením, protože při běžném tlaku a teplotě je v plynném stavu. Ačkoliv pro pohon motoru se používá v plynném stavu je pro jeho uskladnění ve vozidle nutné zkapalnění, neboť v tomto stavu zaujímá jen zlomek svého původního objemu.

LPG je těžší než vzduch, není jedovatý a je dýchatelný, ve vyšších koncentracích je mírně narkotický, velice dobře vytěsňuje vzduch a špatně se odvětrává.

Liquefied Petroleum Gas je produkt, který vzniká rafinací ropy. Z toho vyplývá, že je závislý na ropě ekonomicky i existenčně. Jeho nízká cena na trhu je dána především nízkým zdaněním. Kdyby byl ve stejné daňové sazbě jako benzin, tak by se pro pohon vozidel stal nevýhodný.

Tab. č. 1: Základní vlastnosti LPG a některých dalších motorových paliv

Palivo	LPG	BA	NM	Metanol	Etonol	CNG
T _{varu} [°C]	≈-30	30-190	170-360	65	78	-162
Výparné teplo [kJ/kg]	≈353	420	554	1119	904	510
Hustota [kg/dm ³]	0,538 2,060*)	0,748	0,832	0,795	0,789	0,720*)
Směšovací poměr	15,5	14,7	14,5	6,5	9,0	17,2
Výhřevnost paliva [MJ/kg]	≈45,8	43,9	42,7	19,7	28,6	50
Výhřevnost paliva [MJ/dm ³]	≈24,8	32,0	35,8	15,5	21,2	21,2
Výhřevnost směsi [MJ/m ³]**	≈3,72	3,75	-	3,44	3,48	3,22
Oktanové číslo (VM)	≈100	97	-	114	111	140

Zdroj: Štěrba Pavel, Kryžický Ondřej; Jak na LPG – str. 3

*) v plynném stavu, kg/m³

***) v plynném stavu

Hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce pro LPG nejsou zcela přesné, protože závisí na směšovacím poměru propanu a butanu ve směsi. Tento poměr se mění jednak v závislosti na ročním období a dále na tom v jaké zemi se nacházíme. Bod varu butanu je -0,5°C, z toho vyplývá, že při provozu na 100% butan toho v zimě moc nenajezdíme. Jízda na 100% propan je nevhodná. S rostoucím podílem butanu roste výkon, energetická náplň válce a naopak klesá spotřeba. V České republice je v letním období poměr propanu ku butanu 40:60 a v zimním období 60:40.

1.2 Historie LPG

LPG jako palivo bylo v první polovině 20. století zcela neznámé. S postupem doby se však začalo s rozvojem jeho výroby. Stále to však byla výroba propanu a butanu jako vedlejších produktů při rafinaci ropy. Tento nastavený trend se v současnosti prakticky nezměnil, především díky malému podílu LPG na celosvětovém podílu energie. Přesto je tato směs plynů zásluhou nízkých emisí označována jako „čisté palivo“.

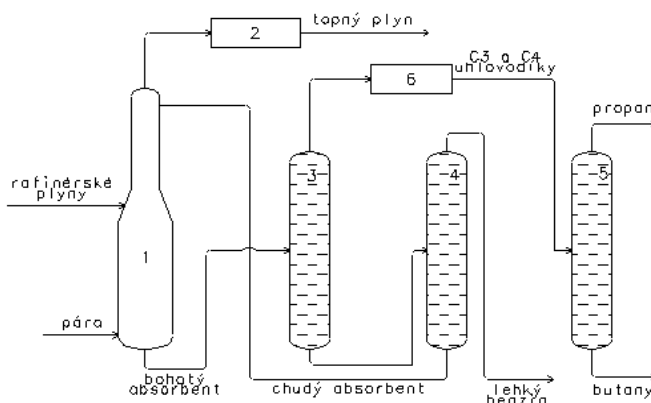
Největší podíl na spotřebě LPG mají domácnosti, naopak jeho využití jako palivo pro motorová vozidla představuje jen okrajový podíl celkové spotřeby. Výjimku představuje Nizozemsko, kde se 42% z celkového objemu výroby použije pro účely motorismu.

V ČR byly zaznamenány první výskyty pohonu automobilu na LPG okolo roku 1970. Tyto přestavby však nebyly legalizovány. V té době se žádná zařízení pro přestavbu do ČR nedovážela. Jedinou možností úpravy automobilu byla přestavba vlastními silami doma. Nebyly zde ani plynové čerpací stanice, tudíž se do vozidla přečerpával plyn z tlakových lahví používaných na vaření ve sporáku. První legální přestavby se začaly realizovat v roce 1991.

1.3 Výroba LPG

Destilace ropy a zároveň současná stabilizace benzínu je v České republice základem jeho výroby. Přitom se při tepelném zpracování, rozkladu a následné přeměně ropných frakcí zároveň získávají potřebné uhlovodíky, které se zpracovávají na jednotkách dělení rafinérských plynů. Na schématu č.1 je toto dělení znázorněno.

Schéma 1: Výroba LPG v rafinerii



Zdroj: Šterba Pavel, Kryžický Ondřej; Jak na LPG – str. 6

Legenda: 1 – absorpční, 2 – vypírka kyselých plynů, 3 – deutanizér, 4 – dělení benzínu, 5 – depropanizér, 6 – desulfátor

„Při tomto dělení vzniká několik frakcí plynů. V horní části kolony se odděluje topný plyn, který se skládá převážně z metanu a etanu. Jak napovídá jeho název, používá se nejčastěji pro vytápění pecí nebo se z něj může vyrábět vodík. Ze spodní části odchází uhlovodíky C_3 a C_4 . V depropanizéru se poté získává propan (C_3H_8) a butany (C_4H_x). Z jednotky (4) se získá tzv. lehký benzin, který se po úpravě přimíchává do automobilových benzinů. Uhlovodíky C_3 a C_4 se mohou používat buď samostatně nebo ve směsi pod známou zkratkou LPG.“¹

LPG (C_3H_8 - C_4H_{10}) se nejčastěji využívá k topení a ohřevu v domácnosti i v průmyslu, k výrobě etylénu a propylénu a dále k pohonu motorových vozidel. Směsi butanů se využívají jako hnací plyny ve sprejích. Slouží jako náhrada za používané škodlivé freony.

1.4 LPG jako palivo pro spalovací motor

Toto plynné palivo se používá ve většině případů u zážehových motorů, kde zůstává vlastní motor nezměněn. Dojde pouze k montáži zařízení pro přípravu směsi LPG. Dále tedy existuje možnost provozovat vozidlo i na benzin.

Přestavba u vznětových motorů je velmi neekonomická a prakticky se nevyužívá, protože se v první fázi musí u těchto typů motorů snížit kompresní poměr (kolem 11:1), upravit tvar spalovacího prostoru a pístu, odstranit žhavicí svíčky, které se posléze nahradí svíčkami zapalovacími. Těmito změnami se tedy ze vznětového motoru stává motor podobný zážehovému. V druhé fázi se motor opatří zařízením LPG. Tudíž už nelze provozovat automobil na naftu.

Když provozujeme automobil na LPG, tak přivádíme do motoru palivo většinou v plynném stavu. Tudíž se lépe mísí se vzduchem oproti palivu v kapalném stavu, které může v sacím traktu různě kondenzovat. Významem tohoto jevu je, že studený motor běží klidněji, má menší sklon k nepravidelnému chodu, se kterým úzce souvisí lepší využití paliva, zejména v oblasti částečných zatížení.

Pokud není LPG znečištěno, tak obsahuje oproti benzínu jen velmi malý podíl síry. Z toho vyplývá, že přináší úlevu pro životní prostředí díky nižší produkci oxidu siřičitého. Daleko větší význam má však to, že zde nedochází vlivem sloučenin síry k poškozování

¹ P. Štěrbá, O. Kryžický; *Jak na LPG*, - str. 6

katalyzátoru. Tím se samozřejmě prodlouží jejich životnost. Kromě nepatrného množství síry obsahuje dále jen malé množství vyšších uhlovodíků (HC), což sebou přináší nižší množství těchto složek ve výfukových plynech. Při chodu motoru na LPG je bohužel větší sklon k tvorbě škodlivých oxidů dusíku (NO_x).

„Zapalovací teplota směsi LPG je asi o 100 – 150°C vyšší než u směsi benzinové, což s sebou klade zvýšené nároky na zapalovací soustavu motoru. Zároveň věnujeme zvýšenou pozornost zapalovacím svíčkám, vzdálenosti elektrod (cca o 0,1 mm menší) a jejich včasnou výměnou za nové, nejpozději po ujetí 10 000 km.“²

1.5 Výhody a nevýhody přestavby na LPG

Mezi výhody pohonu LPG patří:

- nižší provozní náklady vozidla z hlediska paliva,
- teoreticky vyšší životnost olejové náplně motoru,
- při nedostatečně prohřátém motoru lepší plnění válců než při provozu na benzin,
- možnost pohonu jak na benzin, tak na plyn, čímž se zvětší akční rádius vozidla.

Nevýhodami jsou:

- mírně komplikovanější tankování paliva,
- proměnné složení paliva v závislosti na roční době, u některých čerpacích stanic problematická čistota paliva,
- nižší výkon motoru, resp. odlišná výkonová charakteristika,
- vyšší nároky na bezchybnou funkci zapalovací soustavy,
- teoreticky vyšší životnost olejové náplně, která může být snížena odlišným tepelným namáháním a tím zvýšenou oxidací,

² P. Štěrba, O. Kryžický; *Jak na LPG* - str. 8

- zvýšené opotřebení některých částí motoru, pokud motor není na tento provoz konstruován,
- snížení užitečného zatížení vozidla,
- charakteristický zápach vozidla,
- nutnost pravidelných revizí LPG zařízení (1x ročně nebo každých 10 000 km),
- životnost zařízení 10 let,
- u nových vozidel, která musí plnit nejnovější emisní předpisy, poněkud vyšší výdaje za přestavbu vozidla.

1.6 LPG a bezpečný provoz

Když se rozhodneme pro přestavbu vozidla na LPG, tak musíme počítat s tím, že bude nutno dodržovat dané bezpečnostní předpisy. Tyto předpisy a případné další bezpečnostní pokyny ohledně provozu vozidla na plyn vydává Ministerstvo dopravy a spojů ČR ve svém Věstníku dopravy. Při dodržování těchto pokynů můžeme konstatovat, že je tento pohon zcela bezpečný. Plynové soustavy LPG jsou vybaveny v případě havárie bezpečnostní prvky jakými jsou např. čtyřcestný multiventil, plynotěsná skříňka a elektromagnetické ventily, které zabezpečí při poruše systému okamžité zastavení dodávky paliva. Při vznícení obsahu plynové nádrže dojde pouze k otevření bezpečnostních ventilů a vyhoření paliva uvnitř nádrže. Ovšem v žádném případě nehrozí, že by tato nádrž explodovala. Palivové soustavy na benzin např. u starších vozidel žádné bezpečnostní prvky neobsahují. Za havárii vozidla s LPG může ve velké míře neodborná montáž nebo zásah do systému.

2 LPG – požadavky ČSN EN 589

2.1 LPG pro pohon vozidel

Norma ČSN EN 589 definuje v jaké kvalitě je dovoleno používat LPG jako palivo pro pohon automobilů provozovaných na pozemních komunikacích v České republice. Tato norma byla vydána v červnu 2004 a to s několika významnými změnami vzhledem k vydání z roku 2001.

Tab. č. 2: Zkapalněné ropné plyny (LPG) ČSN EN 589; požadavky a zkušební metody

Vlastnosti	Jednotky	Mezní hodnoty		Zkouší se podle
		min.	max.	
Oktanové číslo MM	-	89	-	příloha B
Obsah dienů (jako 1,3-butadien)	% mol	-	0,5	EN 27941
Sirovodík	-	negativní		EN ISO 8819
Celkový obsah síry (po odorizaci)	mg/kg	-	50	EN 24260 ASTM D3246-96 ASTM D 6667
Koroze na měděné destičce (1 hod při 40°C)	stupeň koroze	Třída 1		EN ISO 6251
Olejovitý zbytek	mg/kg	-	100	EN ISO13757
Tlak par manometrický, při 40°C	kPa	-	1550	EN ISO 4256 EN ISO 8973 příloha C
Tlak par manometrický, min. 150 kPa při teplotě: pro třídu A pro třídu B pro třídu C pro třídu D pro třídu E	°C	- - - -	-10 - 5 0 10 20	EN ISO 8973 a příloha C pro vnitřní kontrolu lze použít hodnoty v příloze D
Obsah vody		při 0°C žádná voda		článek 6.2
Zápach		nepříjemný a typický při 20% spodní meze výbušnosti		článek 6.3 a příloha A

Zdroj: Matějovský Vladimír; Automobilová paliva – str. 149

Pozn.: přílohami A, B, C, D ve výše uvedené tabulce se rozumí přílohy ČSN EN 589

„V článku normy 6.2 se povoluje přidat až 2000 mg/kg metanolu pro provozní účely (rozumí se proti zamrznání vody, která se může vyloučit při minusových teplotách). Výše zmíněný článek této normy dále stanoví, že jiná vymrazovací činidla se nesmí přidávat. Nejdůležitějšími změnami jsou přísnější požadavek na obsah síry maximálně 50 mg/kg (dříve 100), zavedení další sezónní třídy E a také některé metody zkoušení. Dále byla zavedena vizuální kontrola obsahu vody a zkoušení zápachu. Vyžaduje se, aby byl zápach zřetelný a nepříjemný a upozorňoval na přítomnost plynu v ovzduší z bezpečnostních důvodů. Oktanové číslo i tlaky par se počítají z uhlovodíkového složení LPG.“³

2.2 Oktanové číslo LPG

Uhlovodíky, které obsahují v molekule tři a čtyři uhlíky mají jako složka motorového paliva výbornou odolnost proti klepání. U benzinů jsou podle druhu oktanová čísla 91, 95 a 98 jednotek. U propanu a izobutanu je toto číslo větší než 100, u butanu je

³ V. Matějovský; Automobilová paliva – str. 150

95, u propenu a butenů jsou menší. Tyto hodnoty oktanových čísel jsou stanoveny výzkumnou metodou.

„Odolnost proti klepání v normě pro LPG je však udávána oktanovým číslem motorovou metodou, které se neměří jako u benzínu na zkušebním motoru, ale počítá se ze složek paliva. Požaduje se minimálně 89 jednotek. Pro srovnání: u výše uvedených druhů benzinů je požadavek na oktanová čísla motorovou metodou minimálně 82, 85 a 88. Podle literatury má propan OČMM 100, butan 92 a izobutan 99, buteny jen kolem 80. Uvedená čísla se liší od údajů používaných pro výpočty OČMM v ČSN EN 589, protože se jedná o odlišnou metodu stanovení oktanového čísla a protože v normě uvedené hodnoty jsou empirické a platné jen pro výpočet podle této normy. Je zřejmé, že odolnost proti klepání je velmi ovlivněna složením uhlovodíkových plynů, a proto také v definici LPG uvedené v normě najdeme větu, že se toto palivo skládá převážně z propanu a butanů s malými podíly propenů, butenů a pentanů/pentenů.“⁴

2.3 Tlak par LPG

Tento parametr je opět silně závislý na složení směsi LPG. Dostatečně velký tlak par je důležitý proto, aby byla zajištěna dodávka dostatečného množství paliva do reduktoru (zplynovače) právě tímto tlakem v palivové nádrži. Tento tlak par ztrácí na důležitosti u posledních typů palivových soustav, kde je již palivo dodáváno z nádrže do regulátoru čerpadlem. Stačí pokles jen několik desítek kPa, aby motoru klesl výkon v důsledku nedostatku paliva nebo se motor zastaví úplně. Tento pokles tlaku se děje hlavně při zimních venkovních teplotách. Vhodné složení směsi vychází z toho, že propan má bod varu přibližně -42°C . Při poklesu venkovních teplot v zimním období na -20°C je jeho tlak par menší než atmosférický. To znamená, že klesá prakticky na hodnoty tlaku par u benzínu.

„Pro klimatické podmínky v ČR bylo v minulosti obvyklé vyrábět letní směs obsahující kolem 40% propanu a 60% butanu a zimní směs obsahující kolem 60% propanu a 40% butanu. Od 1.srpna 2001, kdy nabyla účinnosti ČSN EN 589:2001, platí požadavky na tlak par v zimním období, tj. od 1.10. do 31.5., uvedené pro druh B v tab. č.1, což stanoví národní příloha normy v článku NA 3 – Požadavky na těkavost. Z tohoto článku současně vyplývá, že pro ostatní období není požadavek na tlak par definován.

⁴ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 150

Na rozdíl od vydání normy z roku 1999 jsou v současné normě udávané hranice tlaku par pro sezónní druhy vyjádřeny jako tlak manometrický při 40°C, předtím byl uváděn tlak absolutní, takže současná hodnota minimálně 150 kPa odpovídá dřívějšímu požadavku minimálně 250 kPa. V souhrnu z požadavků vyplývá, že v zimním období musí dodávky LPG obsahovat při -5°C manometrický tlak alespoň 150 kPa, kdežto v ostatních obdobích se pro tlak par nespécifikuje žádná mezní hodnota.“⁵

2.4 Síra a sírné sloučeniny v LPG

Znečištění směsi LPG sírou a sírnými sloučeninami se sleduje třemi zkouškami. Je to celkový obsah síry, obsah sirovodíku a koroze na měděné destičce (koroze vyvolaná korozně aktivními sírnými sloučeninami). Sirovodík je pro LPG zcela nežádoucí, neboť je značně kyselý a korozivní a dále zvyšuje celkový obsah síry. Z hlediska vlivu na životní prostředí je veškerá síra v LPG v jakékoliv formě nežádoucí. Spalováním totiž vzniká SO₂ (oxid siřičitý), který posléze uniká ve výfukových plynech do ovzduší a také snižuje účinnost katalyzátoru.

„Koroze na měděné destičce je charakteristikou korozního působení sírných sloučenin na měď a její slitiny. Z tohoto hlediska existují dva typy sírných sloučenin: typ korozně neaktivních, nebo málo aktivních a typ korozně agresivních. Sírné sloučeniny obsažené v LPG jsou vesměs agresivního typu, takže v jejich přítomnosti probíhá rychlá a silná koroze a po krátké době se z vnitřního povrchu měděných trubek, případně dalších měděných částí palivové soustavy, odlupují černé šupiny siřičíku mědi, které postupně ucpávají palivový filtr. Po určité době se filtr stane neprůchodný. Jemné částice mědi siřičíku se údajně dostávají až do spalovacího prostoru a vytváří vodivou vrstvu sloučenin mědi na izolátorech svíček, které potom nepravidelně zapalují. Proto norma požaduje, a to velmi striktně, aby palivo LPG bylo zcela nekorozivní, což je vyjádřeno třídou 1 podle celosvětové uznávané stupnice ASTM, aby sirovodík nebyl vůbec přítomen a aby celkový obsah síry byl maximálně 50 mg/kg.“⁶

2.5 Olejovitý zbytek LPG

„Dříve byl používán termín odparek. Významným znečištěním LPG mohou být výše vroucí látky, např. i výše vroucí uhlovodíky. Pokud jsou obsaženy ve větším

⁵ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 151

⁶ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 151

množství, hromadí se jejich neodpařený podíl v reduktoru a blokuje některé cesty plynu, jestliže má zbytek velkou viskozitu, nebo když ještě obsahuje částice nečistot, může blokovat pohyb některých regulačních prvků. Proto je požadavek normy na odparek velmi přísný a je stanoven hranicí maximálně 100 mg/kg. Z praxe je známo, že pro některá zařízení ani tato hodnota neznamena dostatečnou čistotu a požaduje se, aby zbytky po odpaření byly pouze v jednotkách nebo několika málo desítkách ppm.“⁷

2.6 Voda a metanol v LPG

„Dalším znečištěním může být voda. Norma stanoví, aby při 0°C nebyla přítomna žádná volná voda. Znamená to, že může být přítomno jen velice malé množství vody, jen takové, aby zůstala rozpuštěná ve zkapalněných plynech. Vyloučená volná voda způsobuje největší problémy v zimě při teplotách pod 0°C. Pokud se dostane větší množství vody s dodávkou LPG do nádrže dojde k zamrznutí potrubí ve vozidle. Nová norma počítá s tím, že proti zamrznutí může být přidán do paliva metanol, který vytvoří s vodou nemrznoucí směs. Jeho obsah v LPG pak je limitován množstvím maximálně 2000 mg/kg.“⁸

2.7 Odorizace LPG – požadavek na bezpečnost

„Uhlovodíkové plyny vytvářejí se vzduchem snadno zápalnou a výbušnou směs. Její hustota je větší než hustota vzduchu, takže při úniku se koncentrují v nejnižší poloze okolního prostředí. Velmi nebezpečný je proto únik například v podzemní garáži a ve všech místech, kde nelze plyny shromažďující se při zemi odstranit obvyklým způsobem větrání. Proto se požaduje, aby do LPG byla přidána látka, která již v malé koncentraci výrazně nepříjemně páchne a upozorňuje tak, že dochází k úniku plynu.“⁹

3 Hlavní typy LPG zařízení

Vývoj těchto systémů je prakticky obdobný jako byl vývoj systémů benzinových. Jeho hlavními důvody jsou legislativní požadavky na stálé snižování emisních hodnot výfukových plynů. Výrobci ovšem do vývoje nových technologií nejsou příliš tlačeni. A to hlavně ze strany zákazníků, protože většina z nich si dává přestavět svůj vůz na LPG z finančních důvodů a proto hledají prvotně nejlacinější zařízení. Ale neuvědomují si,

⁷ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 151

⁸ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 152

že když si nechají do svého vozu zabudovat novější vyspělejší zařízení dosáhnou tím nižší spotřeby, větší spolehlivosti, delší životnosti a v neposlední řadě snížení emisí.

Z výše uvedených hledisek je stále nejrozšířenější a zároveň i nejstarší systém založen na principu podtlaku v sacím traktu motoru. Se snižováním emisních limitů bylo nutné přidat elektroniku, která prostřednictvím krokového motorku omezuje množství paliva.

Dalším zdokonalováním elektroniky byl vyvinut systém kontinuálního vstřikování. Vývoj pokračoval dále a to sekvenčním vstřikováním LPG. V poslední době se začíná rozvíjet systém se vstřikováním kapalného LPG. Drobné odchylky v systémech se samozřejmě mohou lišit podle výrobce.

3.1 Základní princip činnosti LPG zařízení

Vše začíná již při tankování paliva, kde nastává pro uživatele zásadní rozdíl. Zatímco benzin si tankujeme sami, LPG nám musí natankovat proškolená obsluha, protože se jedná o složitější proces. Tankovací pistole musí přesně dosednout na plnicí hrdlo, poté zmáčknutím za páku se pistole sama zaaretuje v plnicím hrdle a otevře tlak LPG. Pokud však pistole při zmáčknutí páky přesně nezapadne, uvolní se kapalně LPG a dojde k jeho okamžitému vypaření, což může způsobit vážné omrzliny. Toto palivo se v automobilu převážně v tlakových nádržích, kde je max. tlak 2,5MPa. Jeho přívod, odvod a tlak hlídá víceúčelový ventil. Palivovým potrubím jde plyn přes elektromagnetický ventil, který uzavírá potrubí při vypnutí zapalování, do reduktoru (zplynovače). Ten mění kapalně palivo na plynné, dále snižuje jeho tlak a udržuje nastavený tlak v nízkotlakém potrubí. Do této chvíle je palivo pod stálým tlakem cca 1MPa. Pokračuje nízkotlakým potrubím přes škrťací prvek, kterým se nastavuje maximální bohatost směsi pro motor. Právě v tomto bodu je hlavní rozdíl mezi různými systémy. Poté se plyn smísí ve směšovači se vzduchem a dále již pokračuje stejně jako benzin. Při provozu na LPG musí uzavírat další elektromagnetický ventil přívod benzínu do karburátoru a naopak.

⁹ V. Matějovský; *Automobilová paliva* – str. 152

3.2 Podtlakové LPG zařízení

Toto zařízení představuje nejjednodušší systém LPG. Je použit výhradně pro starší typy vozidel, které mají plnění motoru směsí zajištěno pomocí karburátoru. U motorů se vstřikováním paliva je toto zařízení nevhodné, neboť dochází k poškození a v nejhorším případě až ke zničení katalyzátoru, což vede ke zhoršení emisí a také jízdních vlastností. Množství plynu proudícího do motoru je řízeno v reduktoru na základě podtlaku v sání motoru. Ten vychyluje malou membránu, která je táhlem napojená na provozní membránu. Ta je spojená společně s hlavní regulační pákou. Tento obvod reguluje množství LPG, které poté vstupuje do motoru. Minimální dávka plynného paliva pro volnoběh se nastaví šroubem přímo na reduktoru. Maximální dávka se nastavuje škrťícím šroubem na přívodní hadici, která vede z reduktoru do směšovače.

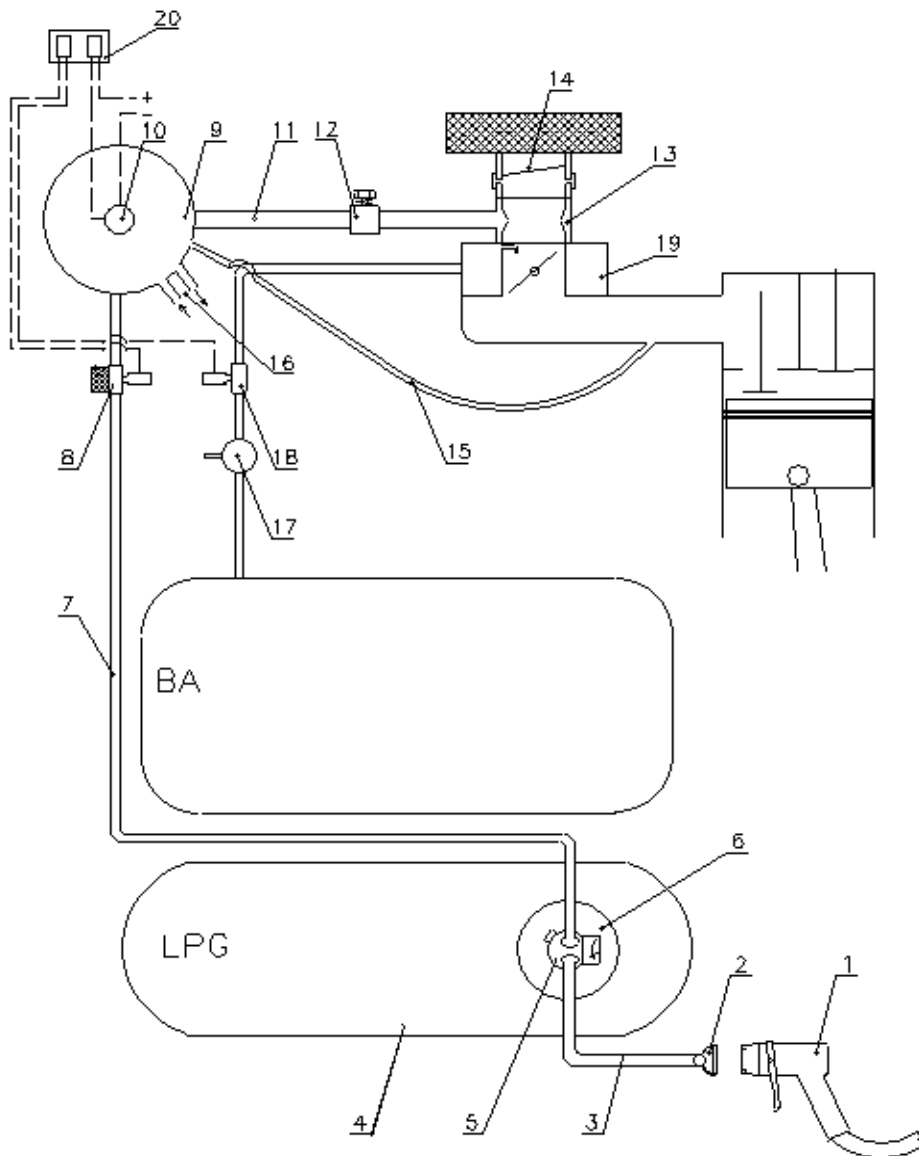
Při poruše na zapalování může dojít k předčasnému zážehu paliva a k jeho vznícení (zpětný zápal). Jelikož je sání motoru od směšovače až k sacím ventilům plné LPG směsí, dojde k jeho vznícení. Tlaková vlna v lepším případě poruší sací potrubí a vzduchový filtr. Proto se před směšovač montuje tzv. „protišlehová klapka“, která uzavře přístup od motoru k vzduchovému filtru a tlak pustí přes navlečenou pryž ze sání. Za normálních podmínek je v sání podtlak, který pryž přitlačuje a nedochází tak k přísávání vzduchu.

K ovládání systému slouží přepínací modul, pomocí kterého si řidič zvolí na jaké palivo chce automobil provozovat. Při přepínání z benzínu na LPG přepneme spínač do mezipolohy, kde jsou uzavřeny oba provozní ventily. Musí počkat až dojde k vyprázdnění benzinového potrubí a plovákové komory karburátoru. V okamžiku, kdy motor začne vynechávat přepne spínač do polohy na LPG. Opačné přepnutí z LPG na BA probíhá bez mezipolohy. Do doby než se naplní potrubí a plováková komora pracuje motor ještě na zbytkový plyn.

Tento systém má špatně řešenou regulaci množství paliva, tudíž nelze nastavit, aby pracoval optimálně v celém rozsahu otáček, teplot a zatížení. Dochází tedy ke zvýšení spotřeby plynu oproti benzínu a to až o 10%.

Jeho výhodami jsou jednoduchost, snadná instalace, nenáročná údržba a hlavně relativně nízká pořizovací cena, která se pohybuje okolo 12000,- Kč.

Schéma 2: Princip podtlakového zařízení LPG



Legenda:

1 – tankovací pistole, 2 – plnicí hrdlo, 3 – plnicí potrubí, 4 – nádrž LPG, 5 – multiventil, 6 – plynotěsná skříň, 7 – palivové potrubí, 8 – provozní ventil a filtr LPG, 9 – reduktor (zplynovač), 10 – obohacovač směsi, 11 – nízkotlaké potrubí, 12 – škrťací prvek, 13 – směšovač, 14 – protišlehová klapka, 15 – podtlaková hadička, 16 – vstup a výstup chladicí kapaliny, 17 – palivové dopravní čerpadlo, 18 – provozní ventil BA, 19 – karburátor, 20 – přepínací modul

3.3 Zařízení LPG s krokovým motorkem

Používá se u automobilů s řízeným karburátorem, jednobodovým či vícebodovým vstřikováním. Tento systém je v podstatě podobný jako podtlakem ovládané plynové zařízení. Všechny potřebné regulace jsou zde již řízeny a zajištěny elektronikou. Dodávka plynu je určována krokovým motorkem, který je umístěn na přívodní hadici vedoucí ke směšovači a je řízen řídicí jednotkou LPG. Právě v tomto bodě je hlavní rozdíl oproti podtlakovému systému. Přesné dávkování plynu se provádí posouváním uzávěru

(šoupátka) v tělese tohoto motorku. Neumožňuje ovšem úplné uzavření přívodu paliva (není 100% těsný např. při brždění motorem).

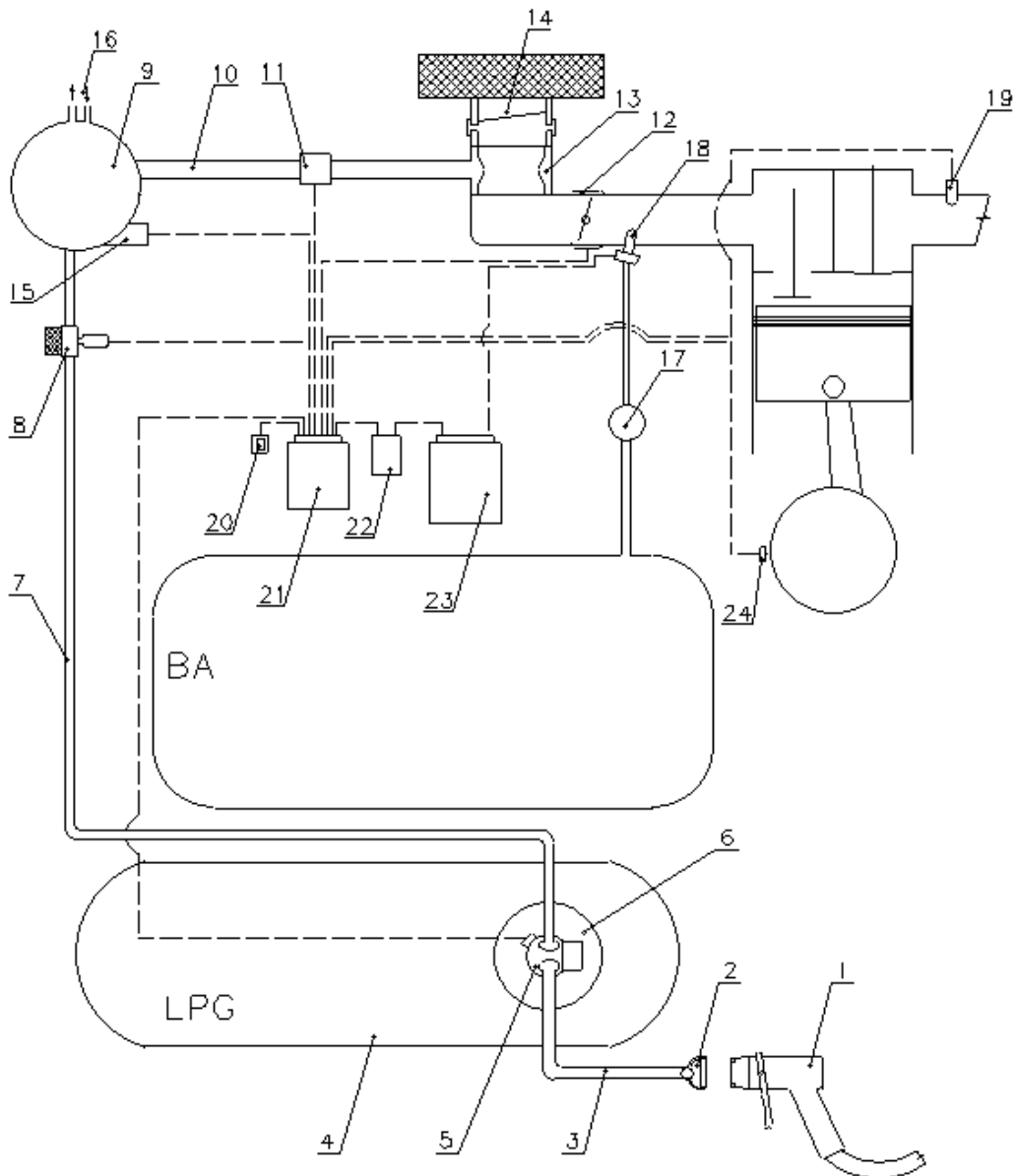
Pro výpočet potřebného množství paliva se využívá signálu lambda sondy, která prostřednictvím elektrického signálu hlásí řídicí jednotce informaci o okamžitém složení směsi (o odchylce složení směsi od hodnoty $\lambda=1$) a tím umožňuje řídicí jednotce provést regulaci směsi opět na stechiometrický poměr. Dále signálu ze zapalování, polohy škrtící klapky a signálu snímače teploty chladící kapaliny. Tento regulační systém neustále udržuje stechiometrický poměr vzduchu a paliva. Tím se dosahuje lepších hodnot výkonu i spotřeby a splňují se přísnější emisní normy.

Přepínání druhu paliva se provádí opět přepínacím modulem, který ale toto přepnutí umožní až po dosažení nastavené teploty chladící kapaliny nebo na základě dosažení přepínacích otáček, či kombinací obou těchto veličin. Vypnutí přívodu benzínu se děje přímo odpojením napájecího proudu vstřikovačů. V tom případě by, ale diagnostika vozidla měla hlásit chybu. Proto se často tento systém musí doplnit tzv. emulátorem vstříků. Ten je obdobou provozního elektromagnetického ventilu BA u podtlakového systému a je napojen na řídicí jednotku LPG a BA. Jedná se o elektronické zařízení, které na pokyn řídicí jednotky LPG odpojí jednotku BA od benzínových vstřikovačů a začne simulovat jejich funkci (vytváří stejný elektrický odpor jako vstřikovače). Tím dojde k přerušení dodávky paliva BA do motoru, aniž by to řídicí jednotka BA zjistila a signalizovala chybu.

Bohužel i u tohoto systému se vyskytuje možnost zpětných šlehů, což vede k použití protišlehové klapky.

V současné době jsou tyto systémy používány jen zřídka, neboť jsou nahrazovány dokonalejšími systémy, například sekvenčním vstřikováním. Jsou ovšem cenově dostupnější. Cena přestaveb tohoto systému začíná na 20000,- Kč.

Schéma 3: Princip zařízení LPG s krokovým motorkem



Legenda:

1 – tankovací pistole, 2 – plnicí hrdlo, 3 – plnicí potrubí, 4 – nádrž LPG, 5 – multiventil, 6 – plynotěsná skříň, 7 – palivové potrubí, 8 – provozní ventil a filtr LPG, 9 – reduktor (zplynovač), 10 – nízkotlaké potrubí, 11 – krokový motorek, 12 – škrťací klapka s potenciometrem, 13 – směšovač, 14 – protišlehová klapka, 15 – jištění reduktoru, 16 – vstup a výstup chladicí kapaliny, 17- palivové dopravní čerpadlo, 18 – vstřikovač BA, 19 – lambda sonda, 20 – přepínací modul, 21 – řídicí jednotka LPG, 22 – emulátor vstříků, 23 – řídicí jednotka BA, 24 – čidlo otáček

3.4 Kontinuální vstřikování LPG

Pro vozidla s vícebodovým vstřikováním se používá systém vstřikování plynu, který pracuje na obdobném principu jako systém vstřikování benzínu. Kontinuální vstřikování je jeden z prvních systémů tohoto druhu. LPG opět proudí z nádrže přes multiventil do reduktoru. Zde se přemění do plynného skupenství o tlaku 95 kPa,

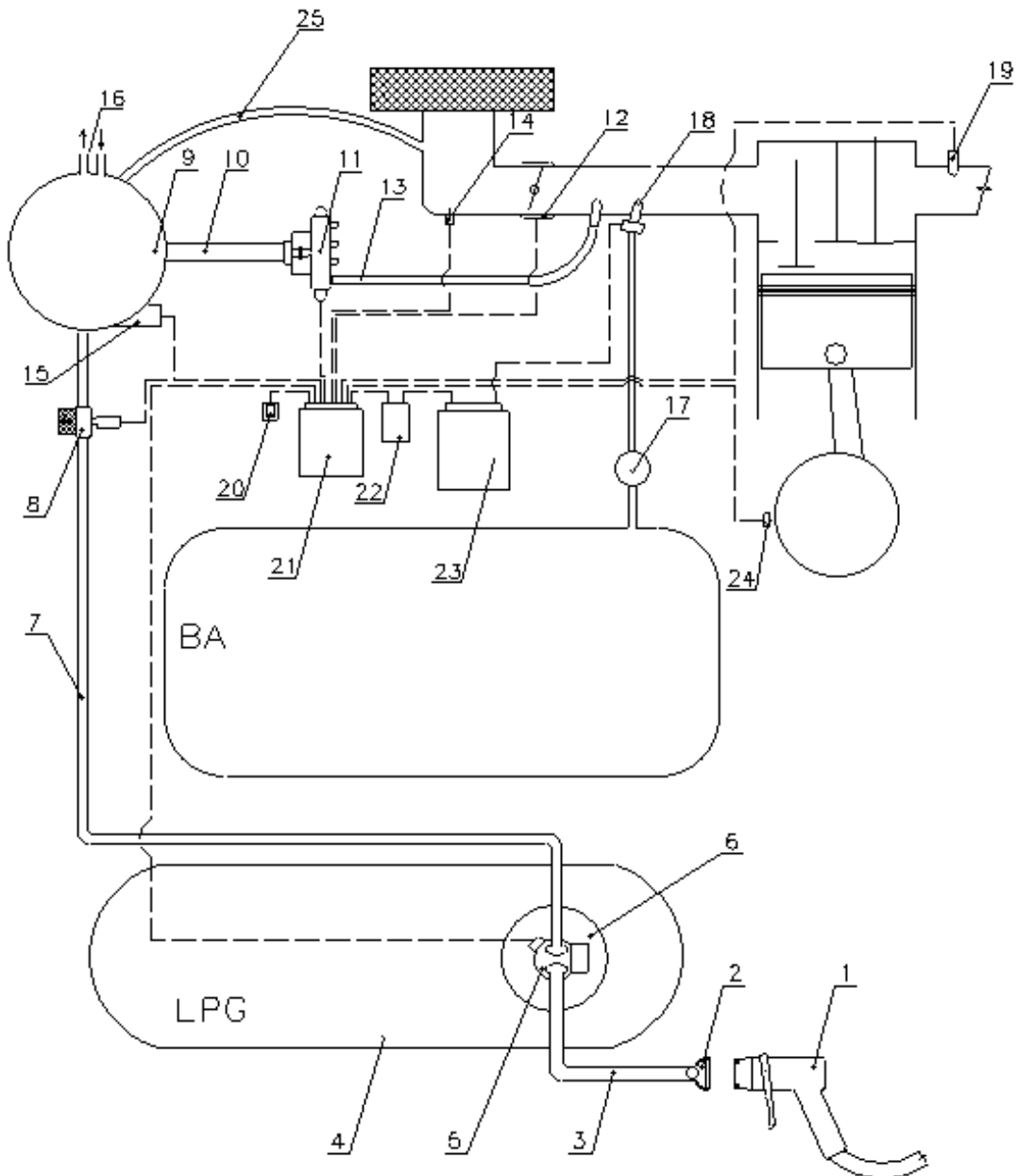
poté jde do jediného vstřikovače, kde je regulováno množství vstříknutého paliva. Na výstupu z vstřikovače je umístěn průtokoměr, který měří množství vstříknutého LPG a předává tuto informaci řídicí jednotce plynového systému. Dávku paliva jednoho vstřiku pak rozdělí dávkovač umístěný za měřičem do několika stejných pulsů (podle počtu válců motoru). Do sacího potrubí je plyn vstříknut v blízkosti sacích ventilů prostřednictvím malých beztlakých regulátorů, které jsou nastaveny tak, aby zamezily vniknutí paliva do sacího systému jindy, než v okamžiku sání příslušného válce (brání průchodu paliva např. při deceleraci nebo v okamžiku sání ostatních válců).

Celý tento systém řídí řídicí jednotka LPG, která podobně jako benzinová řídicí jednotka snímá data o běhu motoru, jako jsou otáčky motoru, zatížení motoru, teplota chladící kapaliny a signál lambda sondy. Na základě vyhodnocení těchto dat určí přesnou dávku paliva pro každou otáčku motoru. Nastavení systému probíhá automaticky a při jízdě se přizpůsobuje, např. pokud se uzavírá škrtková klapka (režim decelerace), je zcela přerušena dodávka LPG. Na řídicí jednotku lze napojit diagnostický přístroj a nastavit tak důležité parametry, popřípadě zjistit závady.

Výhodou je nepřítomnost směšovače, jelikož LPG se vstříkuje v blízkosti benzinových vstříků, což také eliminuje zpětné šlehy. Pokud totiž dojde k zpětnému zápalu, tak pouze v dané větvi sání a to v místech mezi tryskou a sacím ventilem, jelikož nikde jinde se již palivo nenachází. Jelikož má tento systém vlastní vyhodnocovací jednotku dávkování plynu, není závislý na funkčnosti řízení směsi BA. LPG je v systému zařazeno paralelně, stejně jako oba dva předešlé systémy. Další výhodou je také snížení rozdílu ve výkonu motoru běžícího na benzin a na plyn a také spotřeba je nižší.

Nevýhodou je množství kabeláže a velký zásah do původní elektroinstalace motoru, který při neodborné manipulaci může způsobit poškození zařízení motoru. Ceny přestaveb se pohybují od 25000,- Kč.

Schéma 4: Princip zařízení LPG s kontinuálním vstřikem



Legenda:

1 – tankovací pistole, 2 – plnicí hrdlo, 3 – plnicí potrubí, 4 – nádrž LPG, 5 – multiventil, 6 – plynotěsná skříň, 7 – palivové potrubí, 8 – provozní ventil a filtr LPG, 9 – reduktor (zplynovač), 10 – nízkotlaké potrubí, 11 – vstřikovač s dávkovačem (rozdělovačem), 12 – škrtková klapka s potenciometrem, 13 – příváděcí hadice paliva, 14 – čidlo průtoku vzduchu, 15 – jištění reduktoru, 16 – vstup a výstup chladící kapaliny, 17 – palivové dopravní čerpadlo, 18 – vstřikovač BA, 19 – lambda sonda, 20 – přepínací modul, 21 – řídicí jednotka LPG, 22 – emulátor vstřiků, 23 – řídicí jednotka BA, 24 – čidlo otáček, 25 – podtlaková hadička

3.5 Sekvenční vstřikování LPG

System sekvenčního vstřikování LPG je nejvyspělejší systém, který si může zákazník v ČR nechat do automobilu zabudovat. Vychází v podstatě ze stejné koncepce jako vícebodové sekvenční vstřikování benzínu. Narozdíl od systému s kontinuálním

vstřikem zde není palivo dávkováno jen jedním vstřikovačem. Každý válec má svůj vlastní vstřikovač umístěný v blízkosti sacích ventilů. Kapalný plyn se znovu odpaří v reduktoru, kde se jeho tlak upraví na stabilní hodnotu 95 kPa. Plyn pak dále pokračuje přes plynový filtr do sběrného potrubí napojeného na všechny vstřikovače. Ty jsou umístěny v blízkosti sacích ventilů.

Řídící jednotka LPG zde zpracovává (koriguje) údaje pro vstřikovací ventily benzinového systému. Tedy vychází z údajů benzinové řídící jednotky a díky tomu je stanoven počátek a délka vstřiku paliva pro každý válec samostatně. Korekce hodnot získaných z řídící jednotky BA se týká hlavně rozdílných vlastností paliva LPG proti benzínu, dále tlaku plynu ve sběrném potrubí, jeho teploty zde, teploty motoru, otáček motoru a napětí akumulátoru.

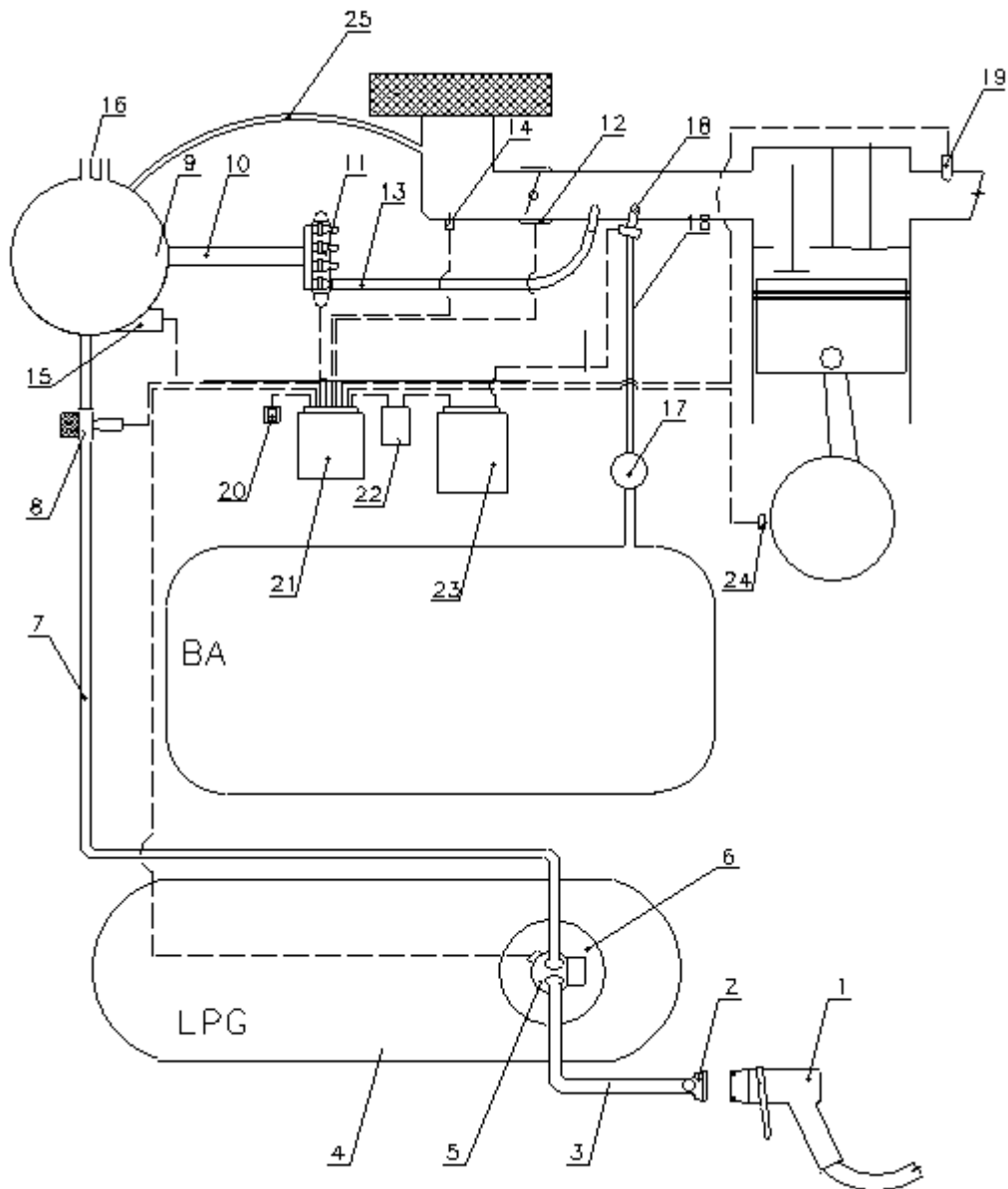
Původní benzinové řízení motoru je tedy pořád plně ve funkci. Díky čemuž se dosahuje prakticky stejných parametrů emisí, spotřeby a výkonu motoru. Také zde není třeba žádných emulátorů vstřiku, protože systém při zpracování informací pro benzinové vstřikovače zároveň automaticky emuluje jejich signál. Z toho ovšem plyne, že pokud nastane chyba v benzinové řídící jednotce, tak automobil není schopen provozu ani na LPG. Přepínání paliva se provádí automaticky a to na základě informací z čidla teploty motoru a doby od nastartování. Cena za montáž tohoto LPG zařízení začíná na 30000,- Kč.

3.6 Sekvenční vstřikování LPG pro FSI motory

Tento systém vstřikování se používá pro vozidla s přímým vstřikováním benzínu. LPG je vstřikováno pro každý válec samostatně a každý osmý vstřik paliva je benzinový. Děje se tak proto, aby byly chlazeny vstřikovače benzínu umístěné v hlavě válců. Dávkování paliva řídí benzinová řídící jednotka předávající řídící jednotce LPG údaje o délce vstřiku paliva.

V České republice je toto zařízení novinkou. Malou nevýhodou je, že při použití tohoto systému se spotřebovává i benzin. Ke přívstřiku benzínu dochází v poměru 30/70 a v případě sportovního stylu jízdy tomu může být i opačně. Cena za montáž tohoto LPG zařízení začíná na 35000,- Kč.

Schéma 5: Princip zařízení LPG se sekvenčním vstříkem



Legenda:

1 – tankovací pistole, 2 – plnicí hrdlo, 3 – plnicí potrubí, 4 – nádrž LPG, 5 – multiventil, 6 – plynotěsná skříň, 7 – palivové potrubí, 8 – provozní ventil a filtr LPG, 9 – reduktor (zplynovač), 10 – nízkotlaké potrubí, 11 – vstříkovače paliva LPG, 12 – škrtková klapka s potenciometrem, 13 – příváděcí hadice paliva, 14 – čidlo průtoku vzduchu, 15 – jištění reduktoru, 16 – vstup a výstup chladicí kapaliny, 17- palivové dopravní čerpadlo, 18 – vstříkovač BA, 19 – lambda sonda, 20 – přepínací modul, 21 – řídicí jednotka LPG, 22 – emulátor vstříků, 23 – řídicí jednotka BA, 24 – čidlo otáček, 25 – podtlaková hadička

3.7 Vstříkování LPG v kapalném stavu

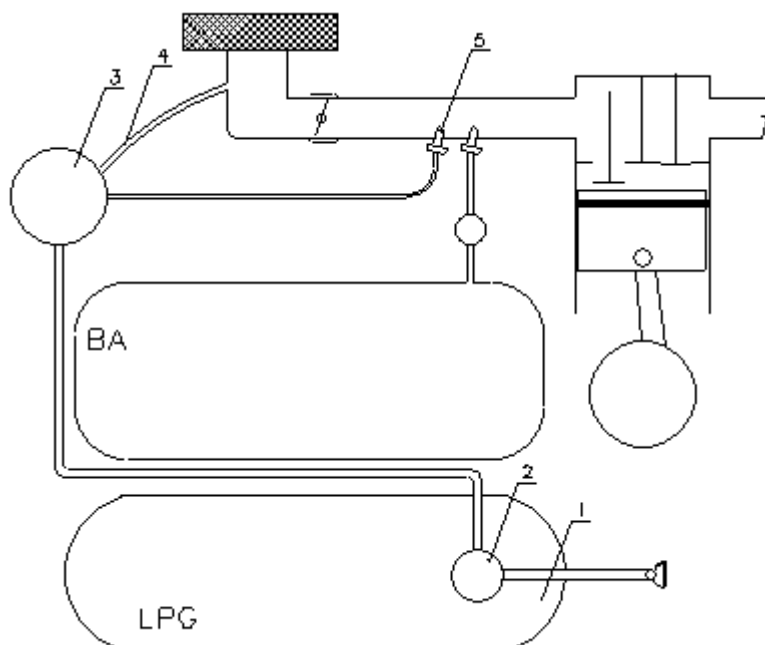
Zatím nejnovější a na dlouhou dobu poslední systém vstříkování. Základní odlišností od ostatních systémů je vstříkování kapalného LPG. To je dopravováno pod stálým tlakem čerpadla, které je umístěno přímo v nádrži, do regulátoru.

Zde je upraven vstříkovací tlak (přetlak) na tlak, který je konstantní vůči tlaku v sání. Nakonec je palivo vstříkovačem dopraveno před sací ventil.

K jeho hlavním výhodám patří zvýšení výkonu a točivého momentu motoru při zachování spotřeby paliva a další snížení škodlivých emisí výfukových plynů (včetně u plynových pohonů problematických NOx). Je to způsobeno tím, že kapalný propan-butan po vstříknutí k sacímu ventilu okamžitě zplynuje, čímž dojde k razantnímu ochlazení nasávané směsi, které umožní nasátí většího hmotnostního množství vzduchu (zvýšení výkonu), i k ochlazení spalovacího prostoru motoru, které se příznivě projeví na množství NOx ve výfukových plynech.

K nevýhodám, patří hlavně vyšší cena soupravy pro přestavbu motoru (od 60000,- Kč do 80000,- Kč) a malá životnost některých dílů. Zejména pak vstříkovacích trysek, které jsou velmi namáhané hlavně poklesem teploty při okamžitém zplynování vstupujícího plynu, proto vyžadují elektrické vyhřívání. Tyto systémy dále přímo vyžadují použití LPG čerpadla, aby byl zajištěn konstantní (a kdykoli dostatečně vysoký) tlak na vstříkovacích ventilech.

Schéma 6: Princip zařízení se vstříkáváním kapalného LPG



Legenda:

1 – nádrž LPG, 2 – palivové čerpadlo LPG, 3 – regulátor (reduktor), 4 – podtlaková hadička, 5 – vstříkovač LPG

4 Technický popis instalace plynové soustavy na vozidle Škoda 105 L

4.1 Technický popis měřeného objektu

Pro tuto bakalářskou práci jsem jako měřený objekt zvolil svůj vlastní osobní automobil Škoda 105L. Tento automobil, který byl vyroben v roce 1987, jsem zakoupil pro potřeby každodenního dojíždění do Pardubic v roce 2006. Ihned po zakoupení jsem do něj nechal zabudovat plynovou soustavu LPG.

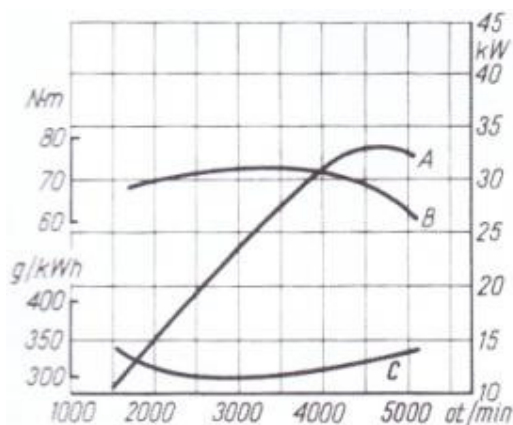
Obr. 1: Měřený objekt – automobil Škoda 105L



Pohon tohoto vozidla zajišťuje čtyřdobý řadový zážehový čtyřválec s ventilovým rozvodem OHV s vačkovou hřídelí v bloku motoru poháněnou dvojitým válečkovým řetězem od klikového hřídele. Tvorbu směsi zajišťuje dvojitý dvoustupňový spádový karburátor Jikov 32 SEDR. Doprava benzínu je zajištěna pomocí mechanického membránového čerpadla s vestavěným palivovým filtrem. Chlazení motoru je kapalinové se stálou náplní nemrznoucí kapaliny, s nuceným oběhem, přetlakové, uzavřené se samostatnou vyrovnávací nádrží. Je řízeno průtokovým termostatem, který dále spíná elektrický ventilátor. Čerpadlo je v samostatné skříni na bloku motoru a je pomocí klínového řemene poháněno od klikové hřídele. Mazání motoru je tlakové

pomocí olejového zubového čerpadla s redukčním ventilem. V následujícím obrázku č.2 je zobrazena charakteristika motoru a v tabulce č. 3 jsou uvedeny technické vlastnosti motoru

Obr. 2: Diagram výkonu (A), točivého momentu (B) a spotřeby paliva (C) motoru Škoda 105L



Zdroj: Jalowiecky Jerzy; Škoda 105/120/125/130 – opravy, seřizování a údržba vozidla – str. 41

Tab. č. 3: Technické vlastnosti motoru Škoda 105L

Typ motoru	742.10
Zdvihový objem motoru	1046 cm ³
Vrtání x zdvih	68,0 x 72,0 mm
Kompresní poměr	8,5:1
Maximální výkon (dle ISO)	33,1 kW (45,0 k)
Maximální točivý moment (dle ISO)	72,8 Nm (7,4 kgm)
Maximální rychlost	130 km/h (36,11 m/s)

Zdroj: Jalowiecky Jerzy; Škoda 105/120/125/130 – opravy, seřizování a údržba vozidla – str. 39

Vozidlo je opatřeno dvouhřídelovou převodovkou se 4 stupni dopřednými a jedním stupněm pro zpětný chod. Převodovka, která je ve společné skříni s rozvodovkou, je plně synchronizovaná. Spojka je suchá, membránová, jednokotoučová s hydraulickým vypínáním.

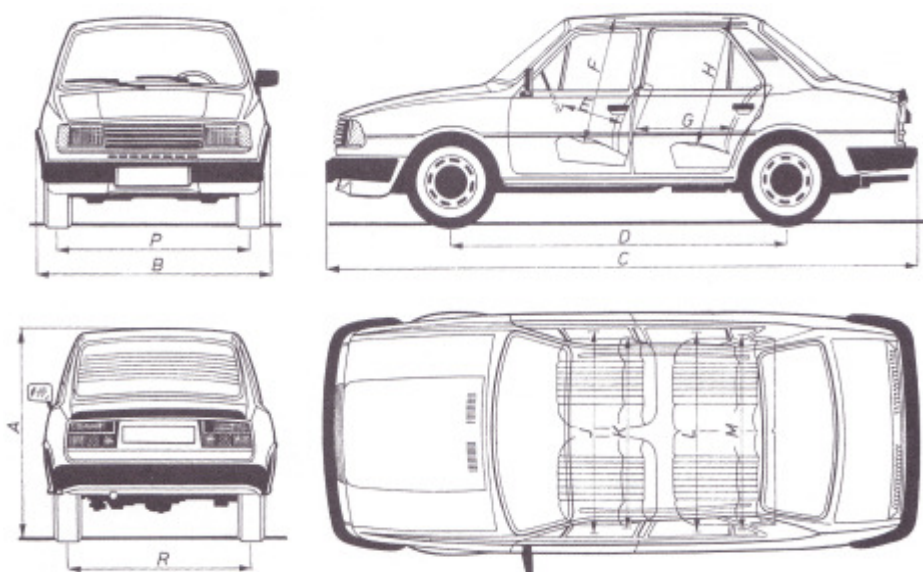
V tabulce č.4 jsou uvedeny hmotnosti a dovolená zatížení vozidla. Podle obrázku č.3 jsou v tabulce č.5 vypsány základní rozměry automobilu Škoda 105L.

Tab. č. 4: Hmotnosti a dovolená zatížení automobilu Škoda 105L

Hmotnost prázdného automobilu	805 kg
Pohotovostní hmotnost	855 kg
Užitečná hmotnost	400 kg
Celková hmotnost automobilu	1255 kg
Dovolené zatížení přední nápravy	540 kg
Dovolené zatížení zadní nápravy	735 kg
Celková hmotnost přípojného vozidla brzděného	600 kg
Celková hmotnost přípojného vozidla nebrzděného	400 kg
Dovolené zatížení střechy	50 kg

Zdroj: Jalowiecky Jerzy; Škoda 105/120/125/130 – opravy, seřizování a údržba vozidla – str. 31

Obr. 3: Rozměry automobilu Škoda 105L



Zdroj: Jalowiecky Jerzy; Škoda 105/120/125/130 – opravy, seřizování a údržba vozidla – str. 2

Tab. č. 5: Rozměry automobilu Škoda 105L

Výška (A)	1400 mm
Šířka (B)	1610 mm
Délka (C)	4200 mm
Rozvor kol (D)	2400 mm
Rozchod předních kol (P)	1390 mm
Rozchod zadních kol (R)	1350 mm
Vzdálenost mezi předními a zadními sedadly (G)	650 – 800 mm
Vzdálenost předního sedadla od volantu (E)	300 – 450 mm
Výška mezi předním sedadlem a stropem (F)	900 mm
Výška mezi zadním sedadlem a stropem (H)	870 mm

Zdroj: Jalowiecky Jerzy; Škoda 105/120/125/130 – opravy, seřizování a údržba vozidla – str. 2

4.2 Dovození plynových zařízení pro přestavby

S rostoucím zájmem o přestavbu automobilu na pohon LPG roste také počet autoservisů, které tuto službu nabízejí. Roste taktéž počet dovozců, kteří přestavbové sady do ČR z ciziny dovážejí. Tyto sady obsahují všechna zařízení nutná pro přestavbu automobilu. V České republice je již dostatek firem, které se problematikou LPG zabývají a to jak dovozem a zabudováním zařízení, tak i výrobou a distribucí tohoto paliva. To vše přispívá k tomu, že je u nás vytvořeno konkurenční prostředí, což má dobrý vliv zejména na zákazníky, protože je přestavba snadno dostupná a za „rozumnou“ cenu. Oficiální seznam dovozců nalezneme na webových stránkách a Věstníku dopravy Ministerstva dopravy a spojů ČR. V následující tabulce č.6 je uvedeno několik hlavních dovozců přestavbových sad LPG a dále zahraniční výrobci jednotlivých komponent zařízení, které se do naší země dováží.

Tab. č. 6: Dovozy plynových zařízení do České republiky

Dovozce	Tovární značky dovážených komponent
Autogas centrum s.r.o.	BRC, ATRAMA, GGL, EMER, LANDI-RENZO
HTS s.r.o.	ELPIGAS, GZWM
GERA s.r.o.	WVM, VIALLE, LANDI-HARTOG
HL Propan s.r.o.	HL-PROPAN, LOVATO, STAKO, SOTEK
NOVA GAS s.r.o.	A.E.B., O.M.T., TARTARINI, VALTEK, TOMASETTO ACHILE, IMZ
Tomáš Hanzl	AG AUTOGAS SYSTEMS, DAV, O.M.V.L., MARINI, EMMEGAS

Zdroj: Štěrba Pavel, Kryžický Ondřej; Jak na LPG – str. 65

4.3 Palivová soustava LPG zabudovaná do vozidla Škoda 105L

Plynová soustava na LPG byla do automobilu zabudována dne 13.9. 2006. Pro tuto montáž jsem vybral firmu AUTO-LPG, Jana Mladá, Filipovská 1676, 286 01 Čáslav. Firma do vozidla zabudovala přestavbovou sadu NG-0120 od dovozce NOVA GAS s.r.o. Ta je dovozcem zařízení od italských firem uvedených v tabulce č.6.

Obr. 4: Firmy vyrábějící LPG zařízení pro společnost NOVA GAS s.r.o.



Zdroj: www.novagas.cz

Jelikož se jedná o vozidlo, kde je příprava směsi zajišťována karburátorem, tak je sada NG-0120 sadou pro podtlakovou soustavou LPG, jejíž schéma je popsáno v kapitole 3.2. Dle tohoto schématu budu popisovat jednotlivé komponenty, které jsou zabudovány v popisovaném vozidle.

4.3.1 Plnicí přípojka

Plnicí přípojka představuje jeden díl plynotěsné spojky, ke kterému se při tankování připojí protikus, tedy tankovací pistole. Plnicí přípojka je zpravidla vybavena zpětným ventilem (kuličkou), který zabraňuje úniku LPG z plnicího potrubí a nádrže po odpojení hadice. Umisťuje se nejčastěji ve spodní části zadního nárazníku nebo zadního čela. Plastová zátka, která je zašroubována do závitu v přípojce, ji chrání před vniknutím nečistot. Na vozidle je přípojka od italské firmy TOMASETTO ACHILE.

Obr. 5: Plnicí přípojka



4.3.2 Plnicí potrubí

Jako materiál pro plnicí potrubí se používá měď. Umožňuje snadné ohýbání a je odolná vůči vibracím. Měděné potrubí o vnějším průměru 8mm je opatřeno ochranným povlakem z plastické hmoty. Ke karoserii se připevňuje sponami a samořeznými šrouby nebo nýty. Jestliže vede toto potrubí vnitřkem vozidla, je taženo v odvětrávacích hadicích, které při poruše potrubí odvedou plyn bezpečně pod automobil. Tyto hadice jsou napojeny na plynotěsnou skříň a na druhém konci jsou spojeny průchodkou s vnějškem auta. Potrubí se s příslušenstvím spojuje speciálními spojkami, které se stáhnou speciálním šroubem do příruby v připojovaném dílu. Díky poddajnosti potrubí a spojky se tyto díly do sebe zatáhnou a vytvoří těsný spoj.

Obr. 6: Plnicí potrubí



4.3.3 Plynová nádrž

Plynová nádrž nám slouží k uskladnění plynu ve vozidle. Umísťuje se vždy mimo deformační zónu vozidla. Z hlediska tvaru a umístění rozlišujeme dva základní druhy:

Válcové – umísťujú sa zpravidla do zavazadlového priestoru automobilu a jejich objem činí od cca 30 do 120 litrů.

Toroidní – montují se do prostoru pro rezervní pneumatiku, což s sebou přináší určitou výhodu; nádrž nám nepřekáží v zavazadlovém prostoru. Tím pádem vznikají dvě nevýhody – menší objem nádrže, který je dán prostorem pro rezervní pneumatiku a ještě musíme vyřešit otázku, kam tuto pneumatiku umístit. Tento problém částečně odpadá u novějších automobilů, které již rezervu vozit nemusí. Jinak se většinou umísťuje v zavazadlovém prostoru. V praxi se používají tyto nádrže o objemu cca 40 až 45 litrů, maximálně 60 l.

Ve vozidle je zabudována válcová nádrž o objemu 45 l od polské firmy GZWM s.a.

Obr. 7: Nádrž LPG



4.3.4 Víceúčelový ventil

Víceúčelový ventil, který můžeme ještě pojmenovat jako multiventil nebo čtyřcestný ventil, v sobě sdružuje několik funkcí jakými jsou plnění, vyprazdňování a ochrana nádrže. Není však její nezbytnou součástí. Tyto jeho funkce může zastávat několik samostatných ventilů a ovládacích zařízení jak tomu bývá u novějších holandských systémů. U italských systémů se setkáme spíše s tímto jedním víceúčelovým ventilem. Multiventil tedy ve své klasické podobě v sobě sdružuje tyto následující funkce:

- uzavírá přívod LPG při tankování a dosažení 80% naplnění kapacity nádrže
- obsahuje stavoznak ukazující zásobu paliva v nádrži
- prostřednictvím něj probíhá odběr paliva z nádrže za provozu vozidla

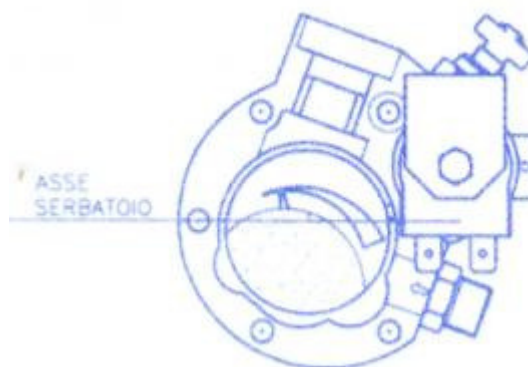
- pracuje jako pojistný přetlakový ventil
- pracuje jako nadprůtoková pojistka uzavírající výtok z nádrže při poruše potrubí

Ventil je zpravidla vybaven ještě dalšími dvěma ventily:

- uzavírací ventil od plnicí přípojky (s ručním ovládáním)
- uzavírací ventil výtoku z nádrže k regulátoru (dříve ruční, dnes elektromagnetický)

Na vozidle je multiventil od italské firmy TOMASETTO ACHILE.

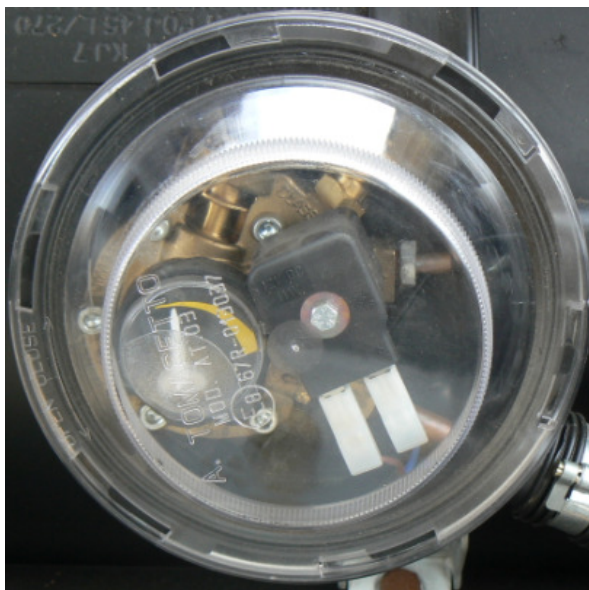
Obr. 8: Víceúčelový ventil



4.3.5 Plynotěsná skříň

Plynotěsná skříň je nedílnou součástí každé nádrže na LPG a ústí do ní všechny pomocné armatury a průchody dovnitř nádrže. Tato skříň je odvětrána směrem pod vůz. V případě, že dojde pojistnými ventily k odpuštění přebytečného plynu z nádrže, odpouští se tento plyn právě do této plynotěsné skříně a odtud potom odchází odvětrávací hadicí směrem pod vozidlo. Stejně tak, pokud by došlo k selhání utěsnění přípojných potrubí či jiných armatur, unikne plyn pouze do této skříně, odtud se odvětrá stejným způsobem.

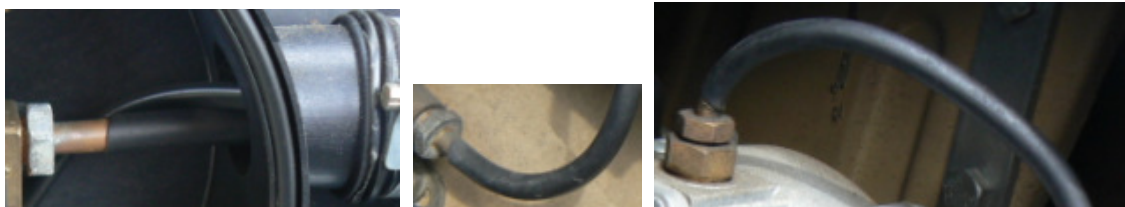
Obr. 9: Plynotěsná skříň



4.3.6 Palivové potrubí

Zde je využit stejný typ potrubí jako u potrubí plnicího s tím rozdílem, že vnější průměr je 6mm. Vedeme ho v maximální míře mimo vnitřní část karoserie. LPG při ohřevu mění skupenství, proto si při montáži dáváme pozor na výfukové potrubí.

Obr. 10: Palivové potrubí

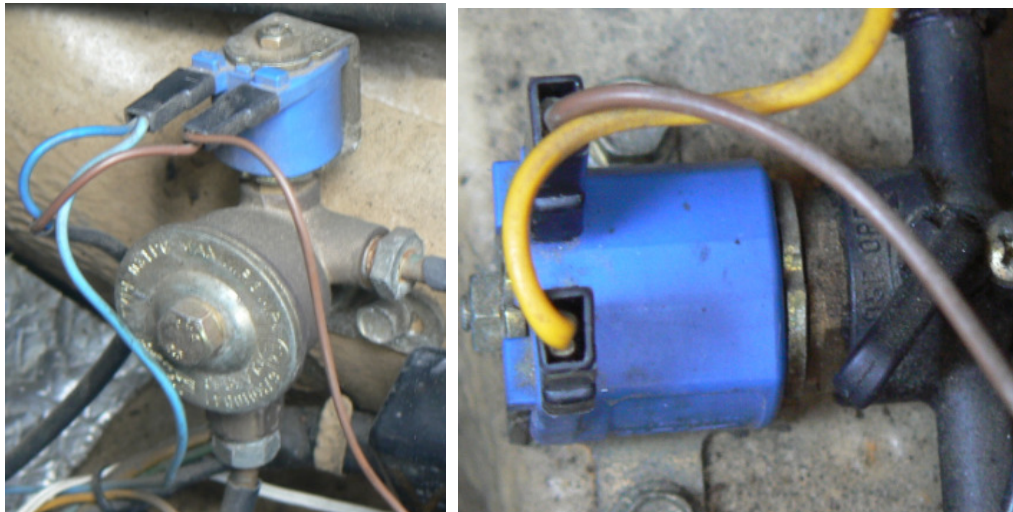


4.3.7 Provozní ventily na LPG a BA

Provozní ventily slouží k přerušení nebo otevření dodávky paliva. Jejich ovládním určujeme, zda bude motor provozován na základní nebo alternativní palivo. Pro možnost změny této volby za jízdy automobilu je jejich ovládní elektrické, pomocí ovládací jednotky. Pracují na principu elektromagnetu, kdy při odpojení (ztrátě) napětí dojde k uzavření ventilu. Ventil na LPG má ve spodní části filtr, který zamezuje vniknutí nečistot do reduktoru. Ventil na BA má ve spodní části umístěn ručně ovládaný šroub, kterým lze při poruše elektroinstalace vyřadit elektrické ovládní z činnosti. Umisťuje

se mezi benzinové dopravní čerpadlo a karburátor. Ventily na vozidle jsou od firmy VALTEK.

Obr. 11: Provozní ventil LPG (vlevo) a provozní ventil BA (vpravo)



4.3.8 Regulátor (reduktor)

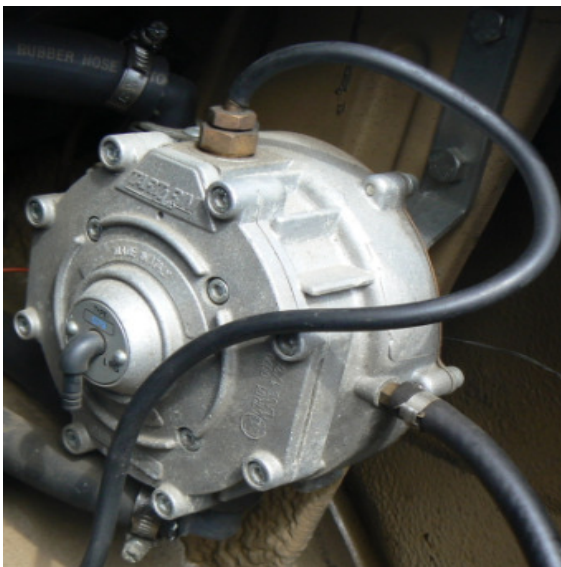
Pro systémy LPG regulátor, reduktor nebo též zplynovač představuje nejsložitější a nejchoulostivější součást celého plynového zařízení. Vstupuje do něj LPG v kapalně fázi, poté nastane jeho odpaření, snížení tlaku a vyregulování výstupního tlaku podle aktuálních požadavků plnění motoru směsí. Vyrábějí se buďto jednostupňové nebo dvoustupňové. K regulaci tlaku tedy dojde najednou nebo postupně ve dvou krocích.

Přívod plynu do reduktoru je zajištěn dvěma způsoby. A to buď podtlakovou pojistkou (pokud není podtlak od motoru, tato pojistka nepustí LPG do reduktoru) nebo elektromagnetickým ventilem, který je jeho součástí a bez elektrického napětí do něj nepustí palivo. Jeho základem je pryžová membrána, která řídí přes páčkový převod množství zplyněného LPG, dle výstupního požadovanému tlaku z reduktoru. Dále obsahuje také tzv. „odkalovací šroub“, umístěný v jeho nejspodnější části sloužící k vypuštění usazených nečistot z LPG.

Při rychlém snižování tlaku plynu klesne jeho teplota. Snížení teploty může u plynu a zejména u LPG mít za následek jeho zamrznutí, proto musíme regulátor tlaku vyhřívat. Regulátor je tedy proto napojen do chladicího okruhu motoru, ze kterého si odebírá teplo pro svůj ohřev. S tím souvisí fakt, že při studeném motoru je riziko zamrznutí plynu značné, a proto se u novějších systémů používá startu motoru na benzin a přepnutí na plyn

až po určité době, která ovšem již stačí k tomu, aby se nám regulátor ohřál na minimální teplotu nezbytně nutnou pro provoz. U staršího podtlakového systému se můžeme setkat s obohacovacím zařízením, které nám umožňuje start motoru za nízkých teplot. Ovšem s již zmíněným rizikem. Problém nastává u vzduchem chlazených motorů. Zde jsou dvě možnosti a to ohřevem pomocí motorového oleje nebo vybudováním přídavného vodního okruhu. Zde plynový pohon ztrácí své kouzlo bezúdržbovosti, jednoduchosti a bezporuchovosti. Automobil Škoda 105L je osazen reduktorem od firmy TARTARINI.

Obr. 12: Regulátor (reduktor)



4.3.9 Nízkotlaké potrubí se škrťícím prvkem

Toto potrubí je provedeno z pryžové hadice spojující přes škrťící prvek regulátor se směšovačem. Spojení s těmito komponenty je provedeno hadicovými sponami. Škrťícím prvkem nastavuje maximální dávka plynu dodaného do směšovače. Konstrukční provedení závisí na daném typu systému LPG. U popisovaného podtlakového zařízení jde o ručně nastavitelný tzv. „škrťící šroub“.

Obr. 13: Nízkotlaké potrubí se škrťícím šroubem



4.3.10 Směšovač

Směšovač je konstruovaný tak, aby ve spojení s regulačním členem (škrtící šroub) a regulátorem tlaku dodával motoru při provozu na plyn vždy konstantní poměr plynu a vzduchu a při provozu na benzin nezhoršoval původní parametry. Jeho konstrukční provedení záleží na typu motoru.

Obr. 14: Směšovač



4.3.11 Přepínací modul

Řidič si pomocí něj může vybrat na jaké palivo chce automobil provozovat a dále obohatit palivovou směs. Pracuje na principu přepínání napětí na provozních ventilech BA a LPG. Na modulu se nachází dva spínače se světelnou indikací stavu přepnutí (BA – červená dioda, LPG – zelená dioda). První (vlevo) spínač má tři polohy: horní umožňuje provoz na LPG, v mezipoloze jsou uzavřeny oba ventily, ve spodní je motor provozován na BA. Druhým spínačem se ovládá elektromagnetický ventil, kterým obohacujeme směs.

Obr. 15: Přepínací modul

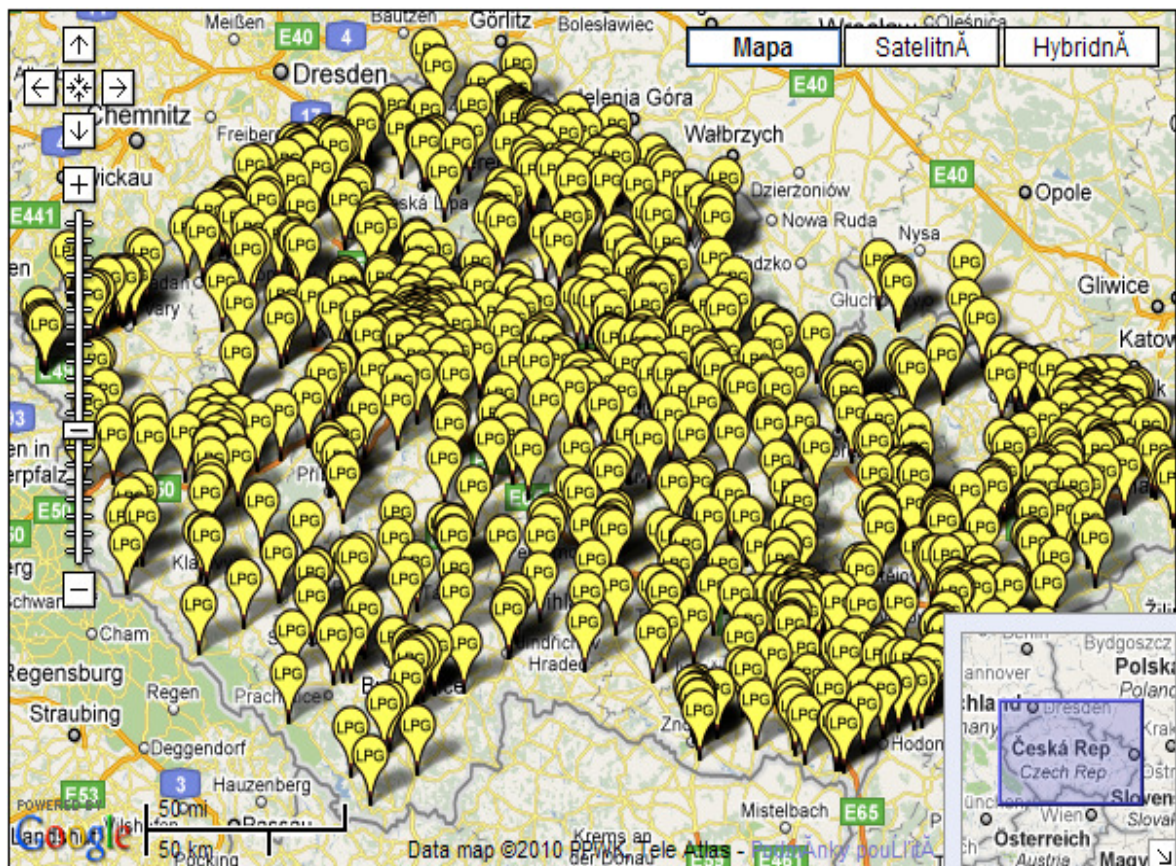


5 Ekonomické zhodnocení pohonu vozidla na LPG

5.1 Dostupnost paliva LPG

Dostupnost paliva hraje vedle jeho ceny důležitou roli při rozhodování na jaké palivo budeme svůj automobil provozovat. Na silnicích v České republice jezdí okolo 200 000 vozidel, které jsou provozovány na toto plynné palivo. Proto zde byla vybudována poměrně hustá síť čerpacích stanic (cca 620), na kterých je možno toto palivo natankovat. V současné době se ovšem místo přistavování nových LPG čerpacích stanic začíná budovat síť čerpacích stanic na CNG, což je palivo budoucnosti. Podobný vývoj je zřetelný i v zahraničí. Zásady při tankování paliva LPG jsou podobné jako při tankování benzínu nebo nafty. Ovšem s jedinou výjimkou a to, že LPG tankuje pouze proškolená obsluha čerpací stanice a ne řidič sám. Okolnosti tankování se však mohou lišit podle toho v jakém státu se právě nacházíme. Například si budeme muset někde natankovat palivo sami nebo při tankování musí všichni členové posádky vystoupit.

Obr. 16: Síť čerpacích stanic LPG v České republice



Zdroj: <http://lpg.cernosice.cz/index.php?page=okresy.php>

5.2 Ekonomické srovnání provozu vozidla Š105L na LPG a BA

Jak jsem již dříve uvedl, koupil jsem vozidlo z důvodu každodenního dojíždění do školy do Pardubic. Tudíž se mi přestavba vozidla na pohon LPG zdála finančně výhodná. Za zabudování sady NG-0120 do vozidla jsem zaplatil 12500,- Kč. Cena přestavby je poměrně drahá záležitost a to hlavně u novějších vozidel, kde se ceny za přestavbu pohybují až do 35000,- Kč. Pro uživatele, kteří jsou ovšem nuceni každodenně vozidlo využívat pro cestování do práce nebo školy, se ale začne tento pohon již brzy vyplácet. A to hlavně proto, že cena paliva LPG se pohybuje okolo poloviny pořizovací ceny benzínu.

Z důvodu vlastní zvědavosti jsem si zřídil zvláštní sešit, do kterého jsem si zaznamenával důležité údaje z každého tankování. Počet ujetých kilometrů, počet natankovaných litrů, cenu za jeden litr a útratu. Zaznamenané údaje jsem zužitkoval při vypracovávání této kapitoly. K 21.4.2010 jsem najezdil 42378 km, natankoval 3490,92 l, za palivo jsem utratil 48739,- Kč. Vypočítaná průměrná cena za jeden litr paliva za celé období činí 13,96 Kč/l.

Pro výpočet nákladů na 1 km při provozu na plynné palivo odečítám z počtu ujetých kilometrů 1000 km pro přesnější výpočet. V zimním období, když klesaly teploty pod -10°C jsem automobil startoval na benzin a po ujetí krátké vzdálenosti jsem poté přešl na LPG. Asi dvakrát mi také po cestě plyn došel, takže jsem byl nucen dojet na benzin. Zdokumentované hodnoty dosadíme do následujícího vzorce: cena za palivo celkem/počet ujetých km na LPG, tedy $48739/41378 = 1,18 \text{ Kč} / \text{km}$.

Průměrnou spotřebu plynného paliva na sto ujetých kilometrů vypočítáme ze vzorce: celkové množství natankovaných litrů/ujeté km a tuto hodnotu vynásobíme stem, tedy: $3490,92/41378 * 100 = 8,44 \text{ l na km}$.

Náklady na 1 km jízdy na benzin vypočítáme dle vzorce: průměrná spotřeba benzínu na sto kilometrů/sto a poté vynásobeno průměrnou cenou benzínu za období od roku 2006 do roku 2010, tedy $7,6/100 * 28,85 = 2,19 \text{ Kč} / \text{km}$. Průměrnou spotřebu paliva jsem zjistil z technického průkazu vozidla. Jako průměrnou cenu benzínu Speciál 91 za zmíněné období jsem využil cenu uvedenou na internetových stránkách Ministerstva financí ČR – průměrné ceny pohonných hmot pro daňové účely. Ušetřené náklady na 1 km provozu jsou $2,19 - 1,18 = 1,01 \text{ Kč}$.

Návratnost vložených financí do přestavby se vypočítá jako cena za zabudované LPG zařízení/ušetřené náklady za jeden km, tedy $12500/1,01 = 12317 \text{ km}$. Přes tuto mez jsem již najel 29061 km , když tuto hodnotu vynásobíme ušetřenými náklady na 1 kilometr, tak jsem vypočetl, že jsem již ušetřil $29493,- \text{ Kč}$.

6 Měření emisí vozidla Škoda 105 L na SME se základním a alternativním palivem

6.1 Složení výfukových plynů

Ideální spalovací proces můžeme vyjádřit následující rovnicí: $CH \rightarrow \frac{c}{H} + O_2 \Rightarrow CO_2 + H_2O + \text{uvolněná tepelná energie}$. Každé spalování směsi paliva ve válcích motoru je ale bohužel nedokonalé a ve výfukových plynech vznikají škodlivé látky. Skutečný spalovací proces se škodlivinami znázorňuje následující rovnicí: $CH \rightarrow \frac{c}{H} + \text{vzduch } [O_2, N] \Rightarrow CO_2 + CO + NO_x + HC + H_2O + \text{uvolněná energie}$. Čím dokonalejší toto spalování je, tím menší je obsah těchto látek. Aby se snížilo zatížení životního prostředí je nutné tento obsah škodlivin snižovat, např. použitím katalyzátoru. Všechny zákonné normy ke snížení emisí výfukových plynů směřují k tomu, aby byly při co možná nejmenší spotřebě paliva dosaženy vysoké jízdní výkony, příznivé jízdní vlastnosti a minimum těchto emisí. Podíl škodlivých látek tvoří asi jedno procento výfukových plynů. Jsou to zejména oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x) a uhlovodíky (HC), další škodliviny jsou oxid siřičitý (SO₂) a sloučeniny olova. Hlavními nejedovatými složkami ve výfukových plynech jsou dusík (N₂), oxid uhličitý (CO₂) a vodní páry.

„Oxid uhelnatý CO je bezbarvý jedovatý plyn, který je bez zápachu. V krvi na sebe váže hemoglobin lépe než kyslík a už malé koncentrace mohou být při delším vdechování smrtelné. Je těžší než vzduch a drží se při zemi, což je nebezpečné v montážních jámách. Vzniká při spalování bohaté směsi ($\lambda < 1$).“¹⁰

„Uhlovodíky HC vznikají rovněž spalováním bohaté směsi. Výfukové plyny obsahují různé druhy těchto nespálených uhlovodíků. Nasycené uhlovodíky (parafíny) jsou téměř bez zápachu, mají narkotický účinek a slabě dráždí pokožku. Nenasycené

¹⁰ F. Vlk; *Příslušenství vozidlových motorů* – str. 208

uhlovodíky (olefiny, acetylény) mají lehce nasládlou vůni a slabě dráždí pokožku, výrazně se podílí na tvorbě smogu a mají vliv na ozón. Aromatické uhlovodíky mají charakteristický zápach, jsou to nervové jedy s narkotickým a rakovinotvorným účinkem.“¹¹

Oxidy dusíku (NO_x) vznikají za vysokých teplot a tlaků ve spalovacím prostoru oxidací dusíku obsaženého v nasávaném vzduchu. Vzniká hlavně oxid dusnatý (NO), dále malé množství oxidu dusičitého (NO_2) a oxid dusný (N_2O). Oxidy dusíku vznikají při spalování chudé směsi. Oxid dusnatý je bezbarvý plyn oxidující na vzduchu na oxid dusičitý. Ten je hnědočervený silně zapáchající plyn, který dráždí plíce a pokožku, leptá tkáň, je silně jedovatý a podílí se na tvorbě smogu.

Oxid siřičitý (SO_2) vzniká reakcí síry, která je obsažená v palivu se vzdušným kyslíkem. Při reakci síry s vodou vznikají kyseliny známé jako „kyselý déšť“, které jsou velmi škodlivé pro životní prostředí.

„Sloučeniny olova jsou velmi jedovaté látky, které se dostávají do krve, kostní dřeně a nervového systému. Zabraňují okysličování buněk. Toto riziko se snižuje na minimální hodnotu při používání bezolovnatého benzínu.“¹²

Oxid uhličitý (CO_2) je nejedovatý produkt spalování jehož nárůst v atmosféře je jednou z hlavních příčin skleníkového efektu, který vede ke globálnímu oteplování planety. Při stechiometrickém směšovací poměru je jeho hodnota maximální a dosahuje hodnoty 14,7 %, což odpovídá dokonalému spalování.

Kyslík (O_2) se nachází ve výfukových plynech pouze při spalování chudé směsi, kdy je přebytek vzduchu. Jeho hodnota se používá pro výpočet hodnoty λ .

6.2 Měření emisních hodnot na SME

K povinné kontrole hodnot emisí výfukových plynů vozidla jsem se dostavil dne 17.9. 2008 na stanici měření emisí: Abera spol. s.r.o. se sídlem Vrchovská 1760, 286 01 Čáslav. Tato kontrola probíhala v souladu se zásadami a pokyny stanovenými vyhláškou Ministerstva dopravy a spojů ČR č.302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel.

¹¹ F. Vlk; *Příslušenství vozidlových motorů* – str. 208

Dle této vyhlášky se u vozidel se zážehovým motorem s neřízeným emisním systémem (měřené vozidlo Škoda 105L) nebo s neřízeným emisním systémem s katalyzátorem se při měření emisí provádí:

„a) vizuální kontrola skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí ve výfukových plynech zaměřená na úplnost a těsnost palivové, zapalovací, sací a výfukové soustavy a těsnost motoru; ventilový rozvod a jeho stav se kontroluje bez demontáže, v rozsahu umožněném jeho konstrukcí; plnicí hrdlo palivové nádrže se kontroluje, jen pokud je požadována jeho zvláštní úprava; kontrola ostatních zařízení určených ke snižování emisí škodlivin (odvětrání motoru, recirkulace výfukových plynů apod.) se provádí v rozsahu stanoveném výrobcem vozidla,

b) kontrola seřízení motoru zahřátého na provozní teplotu, otáček volnoběhu, úhlu sepnutí kontaktů přerušovače u zapalovacího zařízení s kontaktním přerušovačem, úhlu předstihu zážehu, obsahu oxidu uhelnatého (CO) a uhlovodíků (HC) při volnoběžných otáčkách,

c) kontrola stejných parametrů jako při volnoběhu při zvýšených otáčkách v rozmezí 2500 až 2800 min⁻¹, pokud výrobce nestanoví jinak,

d) porovnání výsledků kontroly a naměřených hodnot se stavem a hodnotami stanovenými výrobcem vozidla; pokud výrobce tyto hodnoty nestanoví, nesmí být překročeny přípustné hodnoty stanovené přílohou č. 1.¹³

Jelikož se jednalo o vozidlo s pohonem na LPG byla provedena dále kontrola stavu, zástavby, těsnosti, funkce a seřízení plynového zařízení, u řízených systémů včetně kontroly řídicího systému.

Měřené vozidlo při kontrole nevykazovalo žádné závady a měřené hodnoty byly v souladu s hodnotami předepsanými výrobcem. Tudíž byl na konci měření vytisknut protokol o měření emisí vozidla a byla vylepena kontrolní nálepka na zadní tabulku registrační značky.

¹² F. Vlček; *Příslušenství vozidlových motorů* – str. 209

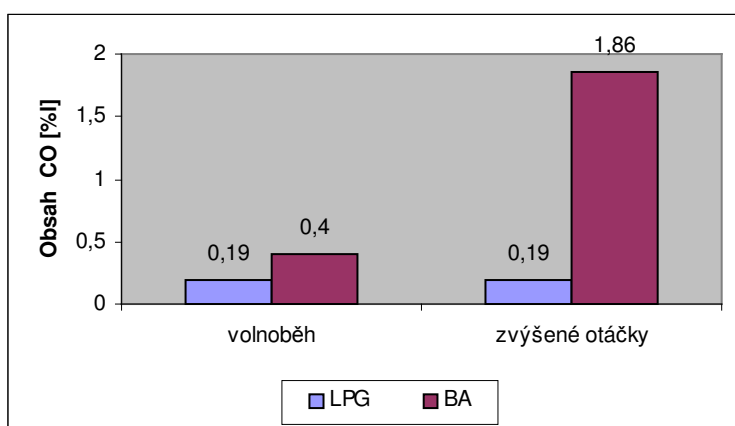
¹³ vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel – § 1

6.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Š105L

Předepsané hodnoty otáček jsou jak pro základní tak i alternativní palivo stejné a to pro volnoběžné otáčky 750 až 850 1/min a pro zvýšené otáčky mají povolené hodnoty v rozmezí 2950 až 3050 1/min.

Povolená mezní hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 1,5% a při zvýšených 2,5%. Skutečně naměřené hodnoty této škodliviny jsou znázorněny v grafu č.1.

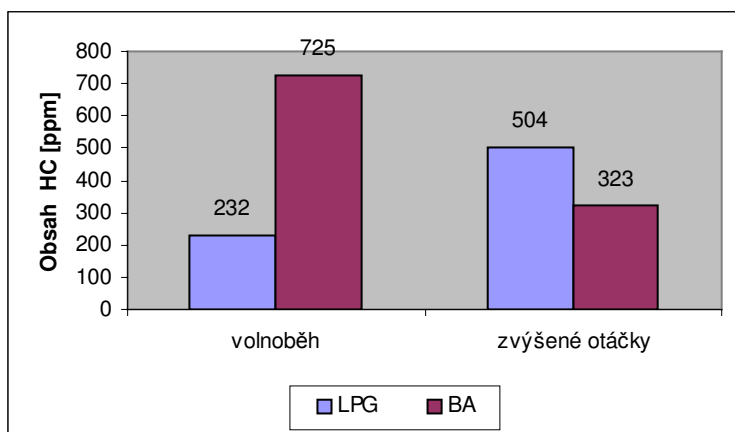
Graf č. 1: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda 105L



Z tohoto grafu je jasně vidět, že při provozu na LPG jsou emise CO výrazně nižší než při provozu na benzin.

Povolená mezní hodnota obsahu HC je pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 800 ppm. Skutečně naměřené hodnoty nespálených uhlovodíků jsou znázorněny v grafu č.2.

Graf č. 2: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda 105L



Podle tohoto grafu již šetření životního prostředí není tak patrné. Při volnoběžných otáčkách je sice obsah HC na palivo LPG nižší, ale při otáčkách zvýšených je tomu zase naopak. Tento jev se dá přisoudit tomu, že automobil má najeto již značné množství kilometrů a plynová soustava nepatří mezi nejmodernější.

7 Porovnání emisních hodnot vozidla Š105L s novějšími typy vozidel značky Škoda

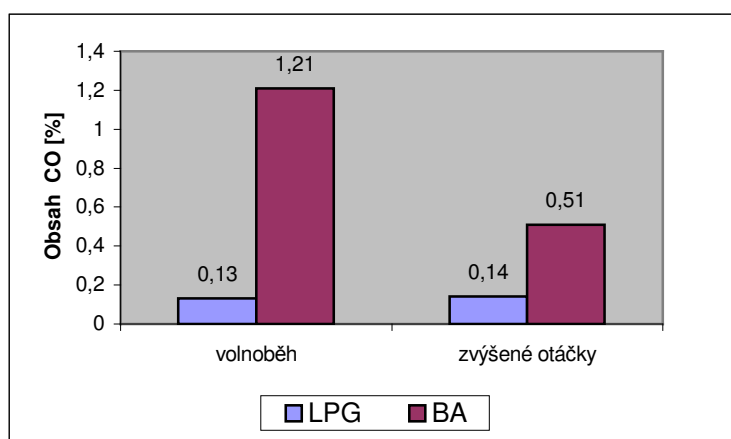
Protokoly o měření emisí ostatních vozidel značky Škoda jsem získal od pracovníků firmy UNIKOM-STK, s.r.o. se sídlem Hrnčířská 207, 284 45 Kutná Hora.

Prvním vyhodnocovaným vozidlem je Škoda Favorit 136L, rok výroby 1989, které má neřízený typ emisního systému bez katalyzátoru.

Předepsané hodnoty otáček jsou jak pro základní tak i alternativní palivo stejné a to pro volnoběžné otáčky 750 až 850 1/min a pro zvýšené otáčky mají povolené hodnoty v rozmezí 2500 až 2800 1/min.

Povolená mezní hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 1,5% a při zvýšených 2,5%. Skutečně naměřené hodnoty CO jsou znázorněny v grafu č.3.

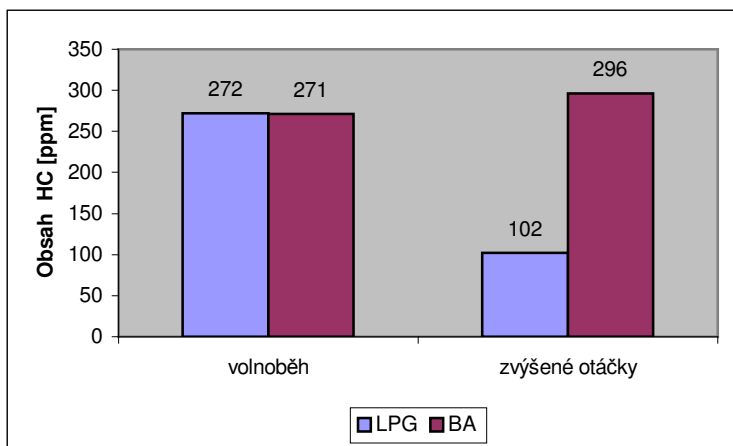
Graf č. 3: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Favorit



Povolená mezní hodnota obsahu HC je pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 500 ppm. Jelikož se jedná o novější vozidlo, je tato povolená mez již nižší než u vozidla Š105L.

Hodnoty obsahu nespálených uhlovodíků naměřených ve stanici měření emisí pro toto vozidlo jsou znázorněny v grafu č.4.

Graf č. 4: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda Favorit

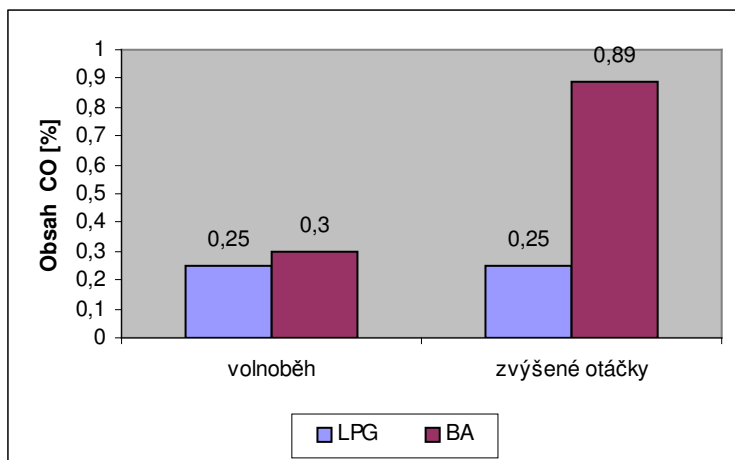


Dalším vyhodnocovaným vozidlem je Škoda Pick-up vyrobená v roce 1993. I toto vozidlo má ještě neřízený typ emisního systému bez katalyzátoru.

Předepsané hodnoty otáček jsou stejné jako u předchozího vozidla, tedy pro volnoběh 750 až 850 1/min a zvýšené otáčky 2500 až 2800 1/min.

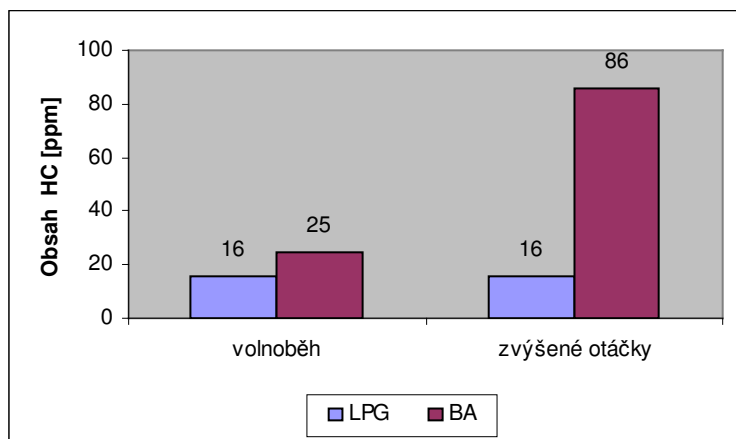
Povolená mezní hodnota obsahu CO je opět pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 1,5% a při zvýšených 2,5%. Naměřené hodnoty oxidu uhelnatého jsou znázorněny v grafu č.5.

Graf č. 5: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Pick-up



Povolená mezní hodnota obsahu HC je opět pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 500 ppm. Na grafu č.6 jsou znázorněny skutečně naměřené hodnoty.

Graf č. 6: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda Pick-up



Z grafů č.3 a č.5 je vidět, že u těchto vozidel s neřízeným emisním systémem jsou emise CO na plyn nižší než na benzin.

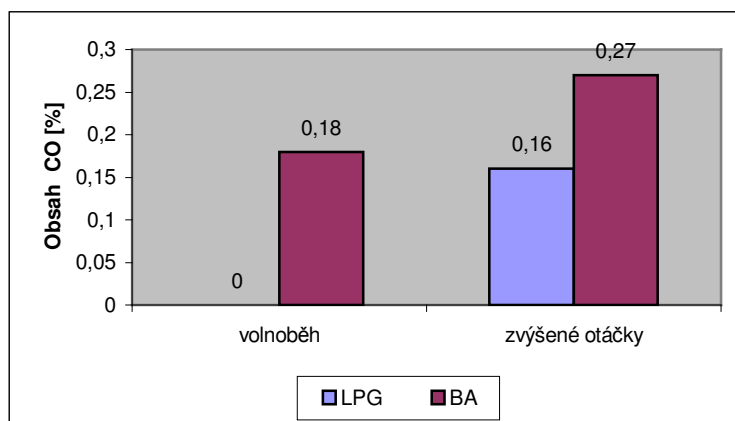
Z naměřených hodnot emisí HC u vozidel Škoda Favorit a Škoda Pick-up nelze jednoznačně dovodit, zda je ekologická zátěž větší při provozu vozidla na LPG nebo na benzin.

Jako další vyhodnocované vozidlo je ***Škoda Felicia 1.3i***, rok výroby 1996. Toto vozidlo je vybaveno jednobodovým vstřikováním a řízeným emisním systémem s katalyzátorem.

Předepsané hodnoty otáček jsou opět stejné jako u předchozích vozidel, tedy pro volnoběh 750 až 850 1/min a zvýšené otáčky 2500 až 2800 1/min.

Povolená mezní hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 0,5% a při zvýšených 0,3%. Tyto hodnoty jsou již výrazně nižší než u starších uváděných vozidel. Naměřené hodnoty oxidu uhelnatého jsou opět znázorněny v grafu č.7.

Graf č. 7: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Felicia 1.3i



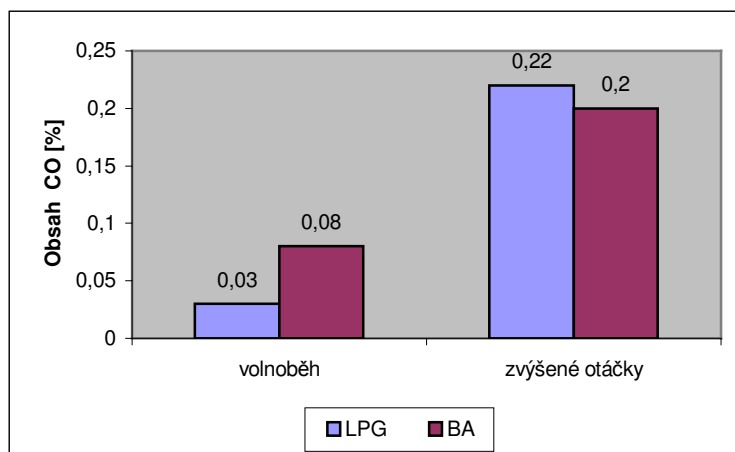
Povolená mezní hodnota obsahu HC je pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 100 ppm. Naměřená hodnota obsahu HC ve výfukových plynech při provozu na LPG je na volnoběh 72 ppm a při otáčkách zvýšených 56 ppm.

Dalším vozidlem je **Škoda Felicia 1.3mpi**, rok výroby 1999. Dané vozidlo je již vybaveno vícebodovým vstřikováním a samozřejmě řízeným emisním systémem s katalyzátorem.

Předepsané hodnoty otáček jsou pro volnoběh 770 až 820 1/min a pro zvýšené otáčky 2500 až 2800 1/min a jsou shodné pro obě paliva.

Povolená mezní hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 0,5% a při otáčkách zvýšených 0,3%. Skutečně naměřené hodnoty oxidu uhelnatého jsou znázorněny na grafu č.8.

Graf č. 8: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Felicia 1.3mpi



Povolená mezní hodnota obsahu HC je zde pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 100 ppm. Naměřená hodnota obsahu HC ve výfukových plynech za provozu na LPG je na volnoběh 33 ppm a při otáčkách zvýšených 46 ppm.

U vozidla Škoda Fabia I 1,2 HTP, rok výroby 2004 jsou předepsané hodnoty otáček pro volnoběh 620 až 820 1/min a pro zvýšené otáčky 2400 až 2600 1/min a jsou shodné pro obě paliva.

Povolená hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 0,5% a při otáčkách zvýšených 0,3%. Naměřené hodnoty při provozu na benzin jsou nulové a při pohonu na LPG je při volnoběhu hodnota taktéž nulová a při zvýšených otáčkách 0,09%.

Povolená hodnota obsahu HC je pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 100 ppm. Naměřená hodnota obsahu HC ve výfukových plynech při provozu na LPG je 16 ppm a při otáčkách zvýšených 15 ppm.

Vozidlo Škoda Fabia II 1,2 HTP, rok výroby 2007 má předepsané hodnoty otáček shodné pro obě paliva a to na volnoběh 800 až 900 a pro zvýšené otáčky 2500 až 2800 1/min.

Povolená hodnota obsahu CO je pro benzin i LPG při volnoběžných otáčkách 0,5% a při otáčkách zvýšených 0,3%. Naměřené hodnoty při provozu na benzin jsou nulové a při pohonu na LPG jsou nulové rovněž.

Povolená hodnota obsahu HC je pro benzin i LPG při volnoběžných i při zvýšených otáčkách 100 ppm. Naměřená hodnota obsahu HC ve výfukových plynech při provozu na LPG je 8 ppm a při otáčkách zvýšených 9 ppm.

U novějších vozidel se řízeným emisním systémem a s katalyzátorem jsou mezi naměřenými hodnotami na LPG a BA již velmi malé rozdíly. Některé hodnoty byly v obou případech nulové.

Závěr

Ze shromážděných údajů je patrné, že přestavba vozidla, které využívá základní palivo (benzin) na alternativní palivo (LPG) není již v dnešní době žádný problém. Firem, které tuto službu poskytují je hojně a provozovatel vozidla má tedy za úkol pouze vybrat si z mnoha nabídek. Řidič, který chce ušetřit za každou cenu, ten si samozřejmě vybere tu nejlacinější nabídku. Na druhou stranu jsou i lidé, kteří si neváhají připlatit za kvalitnější zařízení do svého automobilu. Otázka bezpečnosti je již na velmi vysoké úrovni a hlavně u starších vozidel na vyšší než při provozu na benzin. Provozování dopravního prostředku na palivo LPG s sebou skýtá řadu výhod, mezi které patří zvětšení akčního rádiusu vozidla, neboť v situaci, kdy nám plyn dojde, můžeme přepnout pohon na benzin a jet dál. Další výhodou je např. zvýšení životnosti olejové náplně či snížení hlučnosti vozidla. Tato přestavba má i jisté nevýhody a tou hlavní je pořizovací cena zařízení. Čím novější je vozidlo, tím je dražší i zařízení, neboť musí plnit přísnější emisní předpisy.

Hlavní výhodou provozu na toto alternativní palivo jsou především nižší provozní náklady. Cena jednoho litru LPG se průměrně pohybuje okolo poloviny ceny litru benzínu. U starších systémů se ovšem zvyšuje spotřeba vozidla. Výrobci uvádějí, že toto zvýšení je asi 10%. U mého měřeného vozidla Škoda 105L vzrostla spotřeba o 9% z průměrných 7,6 l na 8,4 l na sto kilometrů. I přes toto zvýšení vyplývá z provedených výpočtů, že na jednom kilometru jízdy ušetřím 1,01 Kč. Náklady na jeden km při provozu na LPG jsou 1,18 Kč, zatímco na benzin 2,19 Kč. Když tento kilometrový rozdíl vynásobím pořizovací cenou LPG zařízení, tak dostanu návratnost této investice. V mém případě se tento pohon začal vyplácet po ujetí 12317 km. Tedy asi po roce provozu automobilu. Orientačně jsem si vypočítal, že jsem již na palivu ušetřil téměř 29500,- Kč.

Další hledisko, které jsem vyhodnocoval bylo hledisko ekologické a to, zda se při přestavbě sníží emise škodlivých výfukových plynů a to jmenovitě oxidu uhelnatého CO a nespálených uhlovodíků HC. U vozidel, které mají neřízený typ emisního systému bez katalyzátoru, tedy Škoda 105L, Škoda Favorit a Škoda Pick-up byly hodnoty CO nižší u paliva LPG než u BA. Z hodnot HC nelze vyvodit jednoznačný závěr. Já to přiřazuji k tomu faktu, že se jedná o vozidla staré již více než 20 let a tudíž již více najetých kilometrů. Dalším faktem je, zda u těchto vozidel jsou prováděny pravidelné prohlídky systému po ujetých 10000 km, na kterých bývá provedena výměna filtrů a seřízení systému. Samozřejmě může chyba vzniknout i u pracovníka, který měření emisí vykonává.

U vozidel Škoda Felicia 1,3i, Škoda Felicia 1,3 mpi, Škoda Fabia I 1,2HTP a Škoda Fabia II 1,2HTP, které mají již emisní systém řízený s katalyzátorem je situace ještě méně čitelná. Tyto vozy mají rozdíly mezi hodnotami CO a HC na benzin a LPG velmi malé, v některých případech dokonce nulové. Tudíž nelze jednoznačně stanovit, zda jsou emise škodlivých látek ve výfukových plynech větší při provozu na LPG nebo benzin.

Použitá literatura

1. ŠTĚRBA, Pavel – KRYŽICKÝ, Ondřej. *Jak na LPG*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2002. 104 s. ISBN 80-7226-734-5
2. MATĚJOVSKÝ, Vladimír. *Automobilová paliva*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 224 s. ISBN 80-247-0350-5
3. VLK, František. *Příslušenství vozidlových motorů*. 1.vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2002. 338 s. ISBN 80-238-8755-6
4. VLK, František. *Vozidlové spalovací motory*. 1.vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2003. 580 s. ISBN 80-238-8756-4
5. VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1.vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5
6. JALOWIECKI, Jerzy. *Škoda 105/120/125/130 – Opravy, seřizování a údržba vozidla*. 2.vyd. Brno: Computer Press, 2003. 284 s. ISBN 80-7226-747-7
7. CEDRYCH, Mario René. *Škoda Favorit, Forman, Pick-up*. 2.upravené vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s r.o., 1995. 392 s. ISBN 80-7169-196-8
8. ČSN EN 589:2004. *Motorová paliva – Zkapalněné ropné plyny (LPG) – Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 20 s. Třídící znak 65 6503
9. Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 302/2001 Sb., o technických prohlídkách a měření emisí vozidel ze dne 7. srpna 2001
10. *Informace o přestavbě na LPG – zkušenosti, rady, odpovědi*.
URL:<<<http://auto-plyn-lpg.cz/sekce/informace-o-lpg>>> [2009-03-21]
11. *LPG přestavba – popis*.
URL:<<<http://www.elpege.cz/lpg-prestavby.html>>> [2010-02-27]
12. *Základní rozdělení LPG systémů*.
URL:<<<http://www.elpege.cz/lpg-montaz.html>>> [2010-03-01]
13. *Přestavby LPG – centrální směšovač*.
URL:<<<http://www.autanaplyn.cz/centralnismesovac>>> [2010-03-01]
14. *Systémy LPG*.
URL:<<<http://www.autanaplyn.cz/systemy-lpg>>> [2010-03-01]
15. *Typy přestaveb*.
URL:<<<http://www.novagas.cz/prestavby/index.html>>> [2010-03-20]

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Základní vlastnosti LPG a některých dalších motorových paliv.....	11
Tab. č. 2: Zkapalněné ropné plyny (LPG) ČSN EN 589; požadavky a zkušební metody	16
Tab. č. 3: Technické vlastnosti motoru Škoda 105L.....	31
Tab. č. 4: Hmotnosti a dovolená zatížení automobilu Škoda 105L	31
Tab. č. 5: Rozměry automobilu Škoda 105L	32
Tab. č. 6: Dovození plynových zařízení do České republiky.....	33

Seznam schémat

Schéma 1: Výroba LPG v rafinerii	12
Schéma 2: Princip podtlakového zařízení LPG	22
Schéma 3: Princip zařízení LPG s krokovým motorkem.....	24
Schéma 4: Princip zařízení LPG s kontinuálním vstřikem	26
Schéma 5: Princip zařízení LPG se sekvenčním vstřikem.....	28
Schéma 6: Princip zařízení se vstřikováním kapalného LPG	29

Seznam obrázků

Obr. 1: Měřený objekt – automobil Škoda 105L	30
Obr. 2: Diagram výkonu (A), točivého momentu (B) a spotřeby paliva (C) motoru Škoda 105L.....	31
Obr. 3: Rozměry automobilu Škoda 105L.....	32
Obr. 4: Firmy vyrábějící LPG zařízení pro společnost NOVA GAS s.r.o.	33
Obr. 5: Plnicí přípojka	34
Obr. 6: Plnicí potrubí	34
Obr. 7: Nádrž LPG.....	35
Obr. 8: Víceúčelový ventil.....	36
Obr. 9: Plynotěsná skříň.....	37
Obr. 10: Palivové potrubí.....	37
Obr. 11: Provozní ventil LPG (vlevo) a provozní ventil BA (vpravo).....	38
Obr. 12: Regulátor (reduktor)	39
Obr. 13: Nízkotlaké potrubí se škrťacím šroubem	39
Obr. 14: Směšovač.....	40
Obr. 15: Přepínací modul.....	40
Obr. 16: Síť čerpacích stanic LPG v České republice.....	41

Seznam grafů

Graf č. 1: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda 105L.....	46
Graf č. 2: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda 105L	46
Graf č. 3: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Favorit.....	47
Graf č. 4: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda Favorit	48
Graf č. 5: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Pick-up.....	48
Graf č. 6: Naměřené množství nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech vozidla Škoda Pick-up	49
Graf č. 7: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Felicia 1.3i	50
Graf č. 8: Naměřené množství oxidu uhelnatého ve výfukových plynech vozidla Škoda Felicia 1.3mpi	50

Seznam příloh

Příloha A: Protokol o měření emisí vozidla Škoda 105 L

Příloha B: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit

Příloha C: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Pick-up

Příloha D: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Felicia 1.3i

Příloha E: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Felicia 1.3mpi

Příloha F: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Fabia I 1.2hnp

Příloha G: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Fabia II 1.2hnp

Příloha A: Protokol o měření emisí vozidla Škoda 105 L



Název a sídlo SME: ABERA spol. s r.o.
Zapsána v OR v Praze oddíl C, vložka 88688

Vrchovská 1760
286 01 Čáslav
Tel: 227318888
Fax: 227318787

PROTOKOL č.: 3357/2008

o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: 105	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 742,10 - M II	Registrační značka: 4S2 8773
Číslo motoru *): .	Rok výroby(1. registrace): 1987/00
Stav počítadla ujeté vzdálenosti: 110000	Palivo: BA / LPG
Typ emisního systému: Neřízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): Herodes Jiří, Ant. Dvořáka 961/8, 286 01 Čáslav

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly: **VYHOVUJE**

Výsledek kontroly závad řídicí jednotky:

Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **): **VYHOVUJE**

Měřené parametry	Předepsané hodnoty s palivem základním	Předepsané hodnoty s palivem alternativním	Naměřené hodnoty s palivem	
			základním	alternativním
V Otáčky (1/min)	750-850	750-850	830	830
o Obsah CO (%)	1,50	1,50	0,19	0,19
b Obsah HC ***) (ppm)	800	800	232	232
l Úhel sepnutí ***) (*%)	45-51	45-51	48	48
ě Předstih ***) (*)	5-12	5-12	10,4	10,4
n Otáčky (1/min)	2950-3050	2950-3050	3020	3020
h Obsah CO (%)	2,50	2,50	0,19	0,19
o Lambda				
Z Obsah HC ***) (ppm)	800	800	504	504
o Úhel sepnutí ***) (*%)	45-51	45-51	48	48
v Předstih ***) (*)	35-49	35-49	34,8	34,8
t				
á				
š				
e				
n				
k				
é				
y				

Analýzátor: ETT 8.31
Zánam z analýzátoru je přílohou tohoto protokolu

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí **VYHOVUJE**

Příští měření emisí v termínu do 17.9.2010

Měření emisí provedl

Datum provedení měření emisí: 17.9.2008

Za správnost:

Číslo osvědčení: EAB1177750

Kontrolní nálepka: **BYLA VYLEPENÁ**

osvědčení ev. č. GAS0086



podpis

*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla ***) Pouze pro vozidla vybavená zařízeními pro plynový pohon ****) Pouze pro vozidla s nefiltrovými katalytickými systémy

PARAGON - DAŇOVÝ DOKLAD 4962/2008

Datum: 17.9.2008

Dodavatel: ABERA spol. s r.o.
Zapsána v OR v Praze oddíl C, vložka 88688
Vrchovská 1760
286 01 Čáslav
IČO: 26498740
DIČ: CZ26498740

Obdobatel: Herodes Jiří
Ant. Dvořáka 961/8
286 01 Čáslav
Vozidlo: ŠKODA-105
Registrační značka: 4S2 8773
VIN: TMB10MOOLH3520975

Popis	Základ DPH	DPH	Celkem
Cena za měření	411,7 Kč (19%)	78,3 Kč	490 Kč
Cena za opravy	0 Kč (19%)	0 Kč	0 Kč
Cena za materiál	0 Kč (19%)	0 Kč	0 Kč
Celkem	411,7 Kč	78,3 Kč	490 Kč

Datum usk. zdaň. plnění: 17.9.2008

Razítko: ABERA spol. s r.o.
Vrchovská 1760, 286 01 Čáslav
IČO: 26498740, DIČ: CZ26498740
tel./fax: 227318888/227318787

PROTOKOL

PROTOKOL

LPG

BA

Měřené parametry

Usporobák

otáčky 830 min⁻¹
t. oleje 17 °C
CO 0,19 %
COcor 0,53 %
HC 232 ppm
CO₂ 11,4 %
O₂ 20,9 %
λ 1,145

Zúžené otáčky

3020
60
34,8

otáčky 3020 min⁻¹
t. oleje 19 °C
CO 0,19 %
COcor 1,86 %
HC 504 ppm
CO₂ 11,4 %
O₂ 20,9 %
λ 1,315



Měřené parametry

Usporobák

otáčky 860 min⁻¹
t. oleje 18 °C
CO 0,40 %
COcor 0,53 %
HC 725 ppm
CO₂ 10,8 %
O₂ 21,38 %
λ 1,207

Zúžené otáčky

2970
60
34,8

otáčky 2970 min⁻¹
t. oleje 18 °C
CO 1,86 %
COcor 1,86 %
HC 513 ppm
CO₂ 11,4 %
O₂ 20,9 %
λ 1,315



Příloha B: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit



UNIKOM - STK, s.r.o.
Hrnčířská 207
284 45 Kutná Hora

SME č. 42.05.07

TEL.: 327514515

FAX: 327514615

Protokol č. 0369 / 2009 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA Druh vozidla: osobní
Typ vozidla: FAVORIT Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 791.136 Registrační značka:
Výrobní č. mot. Rok výroby (l.registrace): 1989
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 120001 km Druh paliva: BA
Typ emisního systému: NERIZENY
Provozovatel vozidla:
(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly: Bez závad.
Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEZ ZAVAD

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	750	850	830	✓
Předstih	3	7	3.8	✓
Otáčky	750	850	830	✓
Obsah CO [%]		1.50	1.21	0.13
Obsah HC [ppm]		500	271	172

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	2500	2800	2660	✓
Předstih	29	48	29.9	✓
Otáčky	2500	2800	2680	2650
Obsah CO [%]		2.50	0.51	0.14
Obsah HC [ppm]		500	296	102
Lambda [λ]			1.064	

Použitý analyzátor (výrobce, typ): ATAL AT 500, Bosch 560
Naměřené hodnoty jsou přímo on-line záznamem měření analyzátoru.
Poznámky: Kontrola plynového zařízení bez závad PLATNOST PLYNOVÉ NADŘÍZE 11 2011

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EB40290197
Příští měření emisí v termínu do 24.02.2011 Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl , osvědčení ev.č. 4002098

Datum provedení měření emisí: 24.02.2009
Za správnost:



podpis

EMISSION ANALYSER AT 500

ATAL TABOR

Wroni 2 list:867/03
Kalibrace dne:23.02.2010

Provozovatel vozidla:
Přiloka LK

tel:
číslo: 369/1009

PROTOKOL

Vozidlo:

SPZ:
Stav voz: SKODA
Značka: FAVORIT
Typ: FAVORIT
Proved.: 1989
Rok výroby: 1989

Typ:
Typ: 791.136
Upr: LK

Uživatel:

Jméno:
Adresa:

Datum měření: 24.02.2010
Číslo měření: 86143

Měřené parametry

Volnoběh

otáčky: 820 min⁻¹
t. oleje: 30 °C
CO: 0.11 % vol
COcor: 0.13 % vol
HC: 272 ppm vol
CO: 11.1 % vol
O₂: 0.17 % vol
λ: 1.300

Zvýšené otáčky:

otáčky: 2550 min⁻¹
t. oleje: 78 °C
CO: 0.14 % vol
COcor: 0.14 % vol
HC: 182 ppm vol
CO: 15.3 % vol
O₂: 2.41 % vol
λ: 1.116

Měřil:

Výsledek km:

vizibilita: OK

seřad: LK



Příloha C: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Pick-up



UNIKOM - STK, s.r.o.
Hrncířská 207
204 45 Kutná Hora

SRE č. 42.05.07

TEL.: 327514515

FAX: 327514615

Protokol č. 0632 / 2010 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA Druh vozidla: osobní
Typ vozidla: PICK UP 135 Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 701.135 Registrační značka:
Výrobní č. mot. Rok výroby (1.registrace): 1993
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 226395 km Druh paliva: BA/LPB
Typ emisního systému: NERIZENY
Provozovatel vozidla:
(Jméno, adresa)

KONTROLA:
Výsledek vizuální kontroly: Bez závad.
Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEZ ZAVAD

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	750	850	830	
Předstih	0	4	1,6	
Otáčky	750	850	840	840
Obsah CO [%]		1,50	0,50	0,25
Obsah HC [ppm]		500	180	16

Měř. při zviš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	2500	2800	2640	
Předstih	29	48	31,2	
Otáčky	2500	2800	2710	2500
Obsah CO [%]		2,50	0,50	0,25
Obsah HC [ppm]		500	86	16
Leashda [l]			0,992	

Použití analyzátor (výrobce, typ): ATAL AT 500, Bosch S60
Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru.
Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení c ME: EBA0067793
Příteli měření emisí v terénu do 26.03.2012 Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl , osvědčení ev.č. BNA2773-GAG0514

Data provedení měření emisí: 26.03.2010
za správnosti

razít



.....
podpis

EMISSION ANALYSER AT 501

ATAL TÁBOR

Ú výrobní číslo: 067/83
Kalibrace dne: 17.02.2011

Provozovatel přístroje:

tel.
čís.

632/2010B

PROTOKOL

Vozidlo

SPZ: 226 285
Stav kn: Škoda Fabia
Značka: Škoda Fabia
Typ: Pick up 4P
Proved: 1993
Rok výroby: 1993

Motor

Typ: 701.135
Úvr. č.:

Majitel

Jméno:
Adresa:

Data měření: 26.03.2011
Čas měření: 87:29

Měřené parametry

Volnoběh

otáčky ---- min⁻¹
úhel skru ---- %
předstih ---- °KH
otáčky 840 min⁻¹
t. oleje 71 °C
CO 0,25 % vol
COcor ---- % vol
HC 16 ppm vol
COs 13,1 % vol
O₂ 8,64 % vol
λ 1,025

Zvižené otáčky

otáčky ---- min⁻¹
úhel skru ---- %
předstih ---- °KH
otáčky 2500 min⁻¹
t. oleje 71 °C
CO 0,25 % vol
COcor ---- % vol
HC 16 ppm vol
COs 13,1 % vol
O₂ 8,61 % vol
λ 1,024

Měřil:

Úsledek kontrol:

vizuální: O.K.

emisní:

Příloha E: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Felicia 1.3mpi



UNIKOM - STC, s.r.o.
Hrnčířská 207
284 43 Kutná Hora

ŠNE: 2. 42.05.07 TEL.: 327514515 FAX: 327514615

Protokol č. 0153 / 2009 E
o měření emisí vozidla se zážhovým motorem

Inačka vozidla: SKODA Druh vozidla: osobní
Typ vozidla: FELICIA Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 78L136M Registrace: 810
Výrobní č. mot. Rok výroby (1. registrace): 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 155001 km Druh paliva: 86/LPE
Typ řízení: RIZENY
Provozovatel vozidla:
(jméno, adresa)

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly: Bez závad.
Výsledek kontroly závad řízení jednotkou: Bez závad.
Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEZ ZÁVAD

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	770	820	810	810
Obsah CO [%]		0,50	0,30	0,03

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Otáčky	2500	2600	2610	2610
Obsah CO [%]		0,30	0,22	0,22
Lambda [1]	0,970	1,030	1,005	1,006

Použitý analyzátor (výrobce, typ): ATAL AT 500 , Bosch 560
 Naměřené hodnoty jsou přímo on-line zaznamenány měřicí analyzátoru.
 Označky: kontrola plynového zařízení: bez závad.

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBAC292537.
 Píší měření emisí v termínu do 26.01.2011. Kontrolní nálepka byla přidělena.
 Měření emisí provedl: osvědčení ev.č. 4002098

Datum provedení měření emisí: 26.01.2009
 a správnosti:

razítko



podpis

EMISSION ANALYSER AT 501

ATAL TÁBOR

Úrobní číslo: 967-03
Kalibrace dne: 25.06.2008

Provozovatel #řístroje:

tel.
čís.

PROTOKOL

Vozidlo

SPZ: *JKDA*
Stav kar: *FELICIA*
Značka: *1999*
Typ: *48L136M*
Proved: *1999*
Rok výroby: *1999*
Motor: *48L136M*
Typ: *86/LPE*
Uvr. č.:

Měřitel

Jméno:
Adresa:

Datum měření: 26.01.2009
Čas měření: 09:14

Měřené parametry

Volnoběh

otáčky ---- min⁴
úhel strku ---- %
ředstih ---- °K
otáčky 800 min⁴
t. oleje 76 °C
CO 8,03 % vol
COcor ---- % vol
HC 33 mg vol
COs 12,2 % vol
Os 1,84 % vol
λ 1,104

Zvýšené otáčky

otáčky ---- min⁴
úhel strku ---- %
ředstih ---- °K
otáčky 3020 min⁴
t. oleje 76 °C
CO 0,22 % vol
COcor ---- % vol
HC 46 mg vol
COs 13,1 % vol
Os 0,29 % vol
λ 1,006

Měřil:

Výsledek kontroly

vizuální: *OK*
emisní: *OK*



Příloha F: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Fabia I 1.2hp



UNIKUM - STC, s.r.o.
Hrdčická 207
264 45 Kutná Hora

EME č. 42.05.07

TEL: 327514515

FAX: 327514615

Protokol č. 0233 / 2009 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Číslo vozidla: ŠKODA
Typ vozidla: FABIA I.2I
Typ motoru: BMO
Výrobní č. mot.:
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 169500 km
Typ emisního systému: RIZENY
Provozovatel vozidla:
(Jméno, adresa)

Druh vozidla: osobní
Kategorie vozidla: M1
Registrační značka:
Rok výroby (1.registrace):
Druh paliva: BA/LPG

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly: Bez závad.
Výsledek kontroly závod. řídicí jednotkou: Bez závad.
Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEZ ZÁVAD

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Měřené parametry				
Otáčky	620	820	770	770
Obsah CO [%]		0.50	0.00	0.00

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základní	alternativ.
Měřené parametry				
Otáčky	2400	2600	2520	3080
Obsah CO [%]		0.30	0.00	0.09
Lambda [1]	0.970	1.030	1.010	0.999

Použitý analyzátor (výrobce, typ): ATAL AT 500, Bosch 560
Naměřené hodnoty jsou přímo on-line záznamem měření analyzátoru.
Poznámky: kontrola plynového zařízení bez závad-AUTOSKOLA.

ozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBB220005
Přístř měření emisí v termínu do 05.02.2010. Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl, osvědčení ev.č. 4002098

datum provedení měření emisí: 05.02.2009
a správnost:

razítka



podpis

EMISSION ANALYSER AT 501

ATAL TABOR

Typní číslo: 067-03
Kalibrace: 09/25.06.2006

Provozovatel přístroje: *Milaha*

tel: *7 233 2009*
číslo:

PROTOKOL

Vozidlo:

SPZ: *W001*
Stav kat: *W001*
Značka: *FABIA I.2I*
Typ: *FABIA I.2I*
Proved.: *1.2I*
Rok výroby:

Motor:

Typ: *3112*
Vvr. č.:

Majitel:

Jméno:
Adresa:

datum měření: 05.02.2009
čas měření: 12:55

Měřené parametry

Volnoběh

otáčky: --- min⁻¹
úhel stoku: --- %
řředstřih: --- "KH

otáčky: 770 min⁻¹
t. oleje: 50 °C
CO: 0.00 % vol
COcor: --- % vol
HC: 16 ppm vol
C₅: 13.4 % vol
C₆: 0.20 % vol
λ: 1.010

Zvýšená otáčky

otáčky: --- min⁻¹
úhel stoku: --- %
řředstřih: --- "KH

otáčky: 3080 min⁻¹
t. oleje: 78 °C
CO: 0.09 % vol
COcor: --- % vol
HC: 15 ppm vol
C₅: 13.5 % vol
C₆: 0.04 % vol
λ: 0.999

Měřil:

Výsledek kontroly:

vizuální: *OK*

emisní: *OK*



Příloha G: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Fabia II 1.2hp



UNIKOM - ETK, s.r.o.
Hrnčířská 207
284 45 Kutná Hora

SME č. 42.05.07

TEL.: 327514515

FAX: 327514615

Protokol č. 2915 / 2008 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA
Typ vozidla: FABIA
Typ motoru: BEM
Výrobní č. mot.:
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 55000 km
Typ emisního systému: RIZENY
Provozovatel vozidla:
(jméno, adresa)

Druh vozidla:
Kategorie vozidla:
Registrační značka:
Rok výroby (i. registrace): 1907
Druh paliva: BA/LPE

Osobní:
M1

KONTROLA:
Výsledek vizuální kontroly: Bez závad.
Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou: Bez závad.
Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEI ZAVID

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
otáčky	800	900	850	850
Obsah CO [%]		0,50	0,30	0,00

Měř. při zvys. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
otáčky	2500	2800	2670	2560
Obsah CO [%]		0,30	0,30	0,00
Lambda [λ]	0,970	1,030	0,91	1,013

Použitý analyzátor (výrobce, typ) : ATAL AT 500 , Bosch 560
Naměřené hodnoty jsou přímo on-line záznamen měření analyzátoru.
Poznámky: Kontrola plynového zařízení bez závad.

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBC34004
Příští měření emisí v termínu do 06.10.2009. Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl : , osvědčení ev.č. 4001081

Datum provedení měření emisí: 06.10.2008
za správnosti:



.....
podpis

EMISSION ANALYSER AT 501

ATAL TABOR

Výrobní číslo: 86703
Kalibrace dne: 25.08.2008

Provozovatel Pístroje:

tel. *01 445/08*
čís. *01 445/08*

PROTOKOL

Vozidlo

SPZ: *JG 15 KPE*
Stav kat. *1*
Značka: *ŠKODA*
Typ: *FABIA*

Provedl: *J. KODA*
Rok výroby: *1907*

Motor

Typ: *BA/LPE*
Uvr. č.:

Mavitel: *FABIA*

Jeřno:

Adresa:

Datum měření: 06.10.2008

Čas měření: 09:15

Měřené parametry *LPG*

Volnoběh

otáčky ---- min⁻¹
úhel stku ---- %
předstih ---- "KH

otáčky 850 min⁻¹
t. oleje 19 °C
CO 0,00 % vol
COcor ---- % vol
HC 8 ppm vol
COz 12,5 % vol
Oz 0,87 % vol
λ 1,048

Zvýšené otáčky

otáčky ---- min⁻¹
úhel stku ---- %
předstih ---- "KH

otáčky 2540 min⁻¹
t. oleje 33 °C
CO 0,00 % vol
COcor ---- % vol
HC 8 ppm vol
COz 13,4 % vol
Oz 0,81 % vol
λ 1,008

Měřil:

Uprávně: *J. KODA*

viz. příloha

emisi: *0,30*

.....