

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Bakalářská práce

2009

Jakub Dibelka

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Technicko-ekonomické a ekologické zhodnocení
pohonu na LPG vozidla ŠKODA Favorit
Jakub Dibelka

Bakalářská práce

2009

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: **Jakub DIBELKA**

Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**

Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**

Název tématu: **Technicko-ekonomické a ekologické zhodnocení pohonu na LPG vozidla ŠKODA Favorit.**

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) Přehled palivových soustav na LPG. 3) Palivová soustava na LPG vozidla Škoda Favorit- technický popis. 4) Ekonomické srovnání provozu vozidla Škoda Favorit na LPG a na benzin. 5) Měření emisí vozidla Škoda Favorit na SME se základním a alternativním palivem a jeho vyhodnocení. 6) Srovnání předepsaných a naměřených emisních hodnot se základním a alternativním palivem vozidla Škoda Favorit s novějšími typy vozidel Škoda.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1]Matějovský,V.: Automobilová paliva. Nakladatelství Grada publishing a.s, Praha 2005, ISBN 80-247-03-50-5. [2]Vlk,F.: Alternativní pohony motorových vozidel. Brno. Nakladatelství Vlk, 2004, ISBN 80-239-1602-5. [3]Ledrych,D.: Jezdíme na plyn. Nakladatelství Grada publishing a.s, Praha 1999. [4]Štěrba, P., Křýžický,O.: Jak na LPG. Nakladatelství Computer press, Praha 2002. [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.

V Pardubicích, dne 20.05.2009

Jakub Dibelka

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu ing. Jaromíru Folvarčnému především za trpělivou spolupráci, odborné vedení, zapůjčené materiály, užitečné rady a věcné připomínky. Nesmím také zapomenout na pracovníky technické kontroly v Kolíně, kteří mi poskytli materiály, rady a zázemí společnosti. A v neposlední řadě nesmím zapomenout na své rodiče, kteří mi dali možnost tuto školu navštěvovat a poskytli mi potřebný klid a zázemí při studiu.

Anotace:

Bakalářská práce „Technicko- ekonomické a ekologické zhodnocení pohonu na LPG vozidla Škoda Favorit“ se zabývá použitím alternativního paliva LPG pro pohon vozidla Škoda Favorit a technicko – ekonomickým a ekologickým zhodnocením tohoto pohonu.

Práce má tři části. V první části jsou uvedeny požadavky normy ČSN EN 589 na LPG. V druhé části je uveden přehled palivových soustav na LPG. Ve třetí části je popsána palivová soustava na LPG u vozidla Škoda Favorit a ekonomické a ekologické zhodnocení tohoto pohonu.

Klíčová slova:

Benzin, LPG, emise výfukových plynů, palivová soustava, palivo.

Title:

Technical- economic and enviromental evaluation of LPG- fuelled Skoda Favorit car.

Annotation:

Bachelor dissertation “Technical, economical and ecological evaluation of NG as a propellant for Škoda Favorit car” is focused on influence of LPG as an alternative propellant.

The dissertation has got three parts. In the first part, there are requirements of a norm LPG as a propellant for combustion engines. In the second part I write about types of fuel systems for LPG generally and specifically for the Škoda Favorit car. The third part involves an evaluation of running of the particular car in comparison with newer cars.

Keywords:

Petrol, LPG, emission of exhaust gas, fuelled systém, fuel

Obsah

Úvod	- 8 -
1 Požadavky normy ČSN EN 589 NA LPG	- 10 -
1.1 LPG pro pohon vozidel	- 10 -
1.2 Oktanové číslo LPG	- 11 -
1.3 Tlak par LPG	- 11 -
1.4 Síra a sírné sloučeniny	- 12 -
1.5 Olejovitý zbytek z LPG (odparek).....	- 13 -
1.6 Voda a metanol V LPG.....	- 13 -
1.7 Odorizace LPG - požadavek na bezpečnost.....	- 13 -
2 Přehled palivových soustav na LPG.....	- 14 -
2.1 Uspořádání palivové soustavy LPG.....	- 15 -
2.2 Jednotlivé hlavní typy LPG zařízení.....	- 24 -
2.2.1 Podtlakové zařízení	- 25 -
2.2.1.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č.	- 25 -
2.2.2 Směs tvořená krokovým motorkem	- 28 -
2.2.2.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č.	- 29 -
2.2.3 Kontinuální vstřikování LPG (motory s katalyzátorem).....	- 31 -
2.2.3.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č.	- 33 -
3 Palivová soustava LPG vozidla Škoda Favorit	- 37 -
3.1 Popis automobilu	- 37 -
3.2 Palivový systém LPG HL 35.02	- 40 -
3.2.1 Zástavba palivové soustavy LPG do automobilu Škoda Favorit 135 LXI	- 41 -
4 Ekonomické srovnání provozu vozidla Škoda Favorit na LPG a na benzin.....	- 43 -
4.1 Zhodnocení provozu při spotřebě udávané výrobcem	- 43 -
4.2 Zhodnocení provozu při spotřebě změřené při provozu	- 44 -

5 Měření emisí vozidla Škoda Favorit 135 LXI na stanici měření emisí se základním a alternativním palivem a jeho vyhodnocení.....	- 45 -
5.1 Vybavení stanice měření emisí	- 45 -
5.2 Průběh měření	- 45 -
5.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Favorit 135 LXI.....	- 47 -
6 Srovnání předepsaných a naměřených emisních hodnot se základním a alternativním palivem Škoda Favorit s novějšími typy vozidel Škoda	- 49 -
6.1 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Felicie, r.v. 1999.....	- 49 -
6.2 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2001.....	- 50 -
6.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2005.....	- 51 -
6.4 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2002.....	- 52 -
Závěr	- 54 -

Úvod

V ČR je v současnosti provozováno na LPG přibližně 250 000 vozidel. Počet veřejných čerpacích stanic s LPG tvoří v ČR celkem hustou síť s počtem 685 čerpacích stanic. K většímu rozšíření vozidel s pohonem na LPG došlo v Československu v 80. a 90 letech minulého století, kdy šlo především o amatérské přestavby vozidel na pohon LPG. Vyhláška č. 248/1991 stanovila podmínky pro přestavby vozidel na pohon LPG v ČR, což vedlo k prudkému nárůstu přestavěných vozidel na LPG. Z 90. let minulého století pochází i mnou provozované vozidlo Škoda Favorit LXI (r.v. 1994), které bylo v roce 1998 přestavěno na pohon LPG.

Pro přestavbu vozidla na pohon LPG byla použita aparatura od italské firmy Lovato. Soupravy na LPG od firmy Lovato patří ve světě k nejrozšířenějším, a to pro svou technickou vyspělost, bezporuchovost a dlouhou životnost. Souprava byla odborně namontována výhradním distributorem společností: H+L PROPAN s.r.o., se sídlem v Türkově ulici 828, Praha.

Veškeré prvky systému jsou homologovány a vyhovují požadavkům vyhlášky FMD č.102/1985 Sb. §90 odst. 2. Vozidlo plní emisní předpis EHK 83.01 B. Pro přestavbu vozidla bylo použito plynové zařízení typu HL 35.02, které obsahuje tyto základní (Tab.1) prvky:

prvek soupravy	výrobní číslo	změna	homolog. číslo
regulátor tlaku-vypařovač	38407A		E4 67R 0092006
víceúčelový ventil	Lovato		E4 67R 0094004
uzavírací ventil LPG s filtrem	Lovato		E4 67R 0092007
přípojka dálkového plnění	Lovato		E4 67R 0094003
tlaková nádrž třídy A,Ř270- 45 l	133/904	1908	E20 67R 010490

Tabulka 1: Seznam prvků soupravy HL 35.02

Pro ekonomické zhodnocení přestavby vozidla Škoda Favorit LXI na alternativní pohon jsou rozhodující tyto faktory:

- a) cena soupravy HL 35.02 , která činila 21.000 Kč
- b) průměrná spotřeba benzínu a průměrná spotřeba LPG u vozidla Škoda Favorit
- c) aktuální cena benzínu a LPG
- d) počet ujetých km za rok na benzín a na LPG

Kromě výpočtu návratnosti přestavby na LPG u vozidla Škoda Favorit bylo hlavním cílem moji bakalářské práce s ohledem na pokročilé stáří vozidla a na značný počet ujetých km (166 000 km) provést srovnání produkce emisí na SME na základní palivo (benzín) a alternativní palivo (LPG) a dále porovnat tyto emise s emisemi novějších typů vozidel Škoda na základní palivo (benzín) a na alternativní palivo (LPG).

1 Požadavky normy ČSN EN 589 NA LPG

Pod názvem Zkapalněné ropné plyny (LPG) používané jako motorové palivo se podle této normy rozumí směsi zkapalněných uhlovodíků tvořené převážně propány a butany. Další využití tohoto paliva je možné jako Topné plyny, jsou definovány v ČSN 65 6481. Tyto zkapalněné plyny mají méně přísné požadavky na složení a čistotu, takže jsou pro použití jako palivo pro motory nevhodné.

1.1 LPG pro pohon vozidel

„Pro pohon vozidel provozovaných na pozemních komunikacích v České republice je dovoleno používat pouze palivo LPG v kvalitě definované normou ČSN EN 589, vydání červen 2004 s několika významnými změnami vzhledem k vydání z roku 2001. Požadavky této normy jsou uvedeny v tabulce „2.“

vlastnosti	jednotky	mezí hodnoty		zkouší se podle
		min.	max.	
oktanové číslo MM	-	89	-	příloha B
obsah dienu (jako 1,3-butadien)	%mol	-	0,5	EN 27941
sirovodík	-	negativní		EN ISO 8819
celkový obsah síry	mg/kg	-	50	EN 24260
				ASTM D 3246-96
				ASTM D 6667
koroze ne měděné destičce	stupeň koroze	třída 1		EN ISO 6251
olejovitý zbytek	mg/kg	-	100	EN ISO 13757
tlak manometrický, při 40 °C	kPa	-	1550	EN ISO 4256
				EN ISO 8973 a příloha 3
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	EN ISO 8973 a příloha 3, pro vnitřní kontrolu lze použít hodnoty v příloze D
		-	-5	
		-	0	
		-	10	
		-	20	
obsah vody		při 0 °C žádná voda		článek 6.2
zápach		nepříjemný a		článek 6.3 a příloha

Tabulka 2: Zkapalněné ropné plyny ČSN EN 589; požadavky a zkušební metody

Zdroj: [5]

„Nejdůležitějšími změnami jsou přísnější požadavek na obsah síry maximálně 50 mg/kg (dříve 100), zavedení sezonní třídy E a některé metody zkoušení. Dále byla zavedena vizuální kontrola obsahu vody a zkoušení zápachu. Zápach musí být zřetelný a nepříjemný, aby upozorňoval na přítomnost plynu v okolí. Oktanové číslo i tlaky par se počítají z uhlovodíkového složení LPG. „[1]

1.2 Oktanové číslo LPG

„Uhlovodíky se třemi a čtyřmi uhlíky v molekule mají jako složka motorového paliva výbornou odolnost vůči klepání. Oktanová čísla stanovená výzkumnou metodou jsou u benzínu kolem 91,95 a 98 jednotek, OČ propanu touto metodou je větší než 100, butanu 95 a izobutanu rovněž více jak 100.“ [1]

„Odolnost proti klepání v normě pro LPG je však udávána OČ motorovou metodou, které se neměří jako u benzinů na zkušebním motoru, ale počítá se ze složení 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 výpočet 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. Odolnost proti klepání je velmi ovlivněna složením uhlovodíkových plynů, a proto také v definici LPG uvedené v normě je, že se toto paliva skládají převážně z propanu a butanů s malými podíly propenu, butenů a pentanů/pentenů. „[1]

1.3 Tlak par LPG

„Dalším parametrem, který je podstatně závislý na složení, je tlak par. Vzhledem k potřebě zajišťovat dodávku dostatečného množství plynu právě tlakem v tlakové nádrži je nutno, aby plyn i v zimních měsících měl dostatečný tlak. Vhodné složení vychází z toho, že propan má bod varu přibližně $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$, takže při poklesu venkovních teplot na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ je jeho tlak par ještě 2,5 MPa, kdežto butan má bod varu kolem $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, takže při teplotách $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ je jeho tlak par menší než atmosférický, klesá prakticky na hodnoty tlaku par benzínu.“ [1]

Od 1. srpna, kdy nabyla účinnost ČSN EN 589:2001, platí požadavky na tlak par v zimním období, tj. od 1.10. do 31.5., uvedené pro druh B v tabulce 1, což stanoví národní příloha normy v článku NA 3- *Požadavky na těkavost*. Z tohoto článku vyplývá, že pro ostatní období není požadavek na tlak par definován. V současné normě je udávaná hranice tlaku par pro sezonní druhy vyjádřená jako tlak manometrický při 40 °C, dříve byl uváděn tlak absolutní. Současná hodnota minimálně 150 kPa odpovídá dřívějšímu požadavku minimálně 250 kPa. Z toho vyplývá, že v zimním období musí dodávky LPG dosahovat při -5 °C manometrický tlak alespoň 150 kPa, zatímco v ostatních měsících se pro tlak par nespécifikuje žádná krajní hodnota.

1.4 Síra a sirné sloučeniny

„Kontaminace sírou a sirnými sloučeninami je podrobována třem zkouškám. Je to obsah sirovodíku, celkový obsah síry a koroze na měděné destičce. Přítomnost sirovodíku v LPG je naprosto nežádoucí, jelikož je silně kyselý a korozivní a zvyšuje celkový obsah síry. Síra v LPG může být přítomna nejen ve formě sirných sloučenin, ale i jako elementární síra. Jakákoli síra v LPG je nežádoucí z hlediska působení na životní prostředí, spalováním vzniká SO₂, který uniká do ovzduší. Při větším obsahu síry ve výfukových plynech se měřitelně zvyšují emise ostatních škodlivin.“ [1]

Koroze na měděné destičce je charakteristikou korozního působení sirných sloučenin na měď a její slitiny. Z tohoto hlediska existují dva typy sirných sloučenin:

- a) Typ korozně neaktivních nebo málo aktivních.
- b) Typ korozně agresivních.

„Sirné sloučeniny obsažené v LPG jsou vesměs agresivního typu; v jejich přítomnosti probíhá rychlá a silná koroze a po krátké době se z vnitřního povrchu měděných trubek palivové soustavy odlupují černé šupinky sirníku mědi, které ucpávají palivový filtr. Po určité době se filtr stane neprůchodný. Jemné části se dokonce mohou dostat do spalovacího prostoru a vytvářejí vrstvu sloučenin na izolátorech svíček, které poté nepravidelně zapalují. Proto norma požaduje velmi striktně, aby palivo LPG bylo zcela nekorozivní, dále aby sirovodík nebyl vůbec přítomen a aby celkový obsah síry byl maximálně 50 mg/kg.“ [1]

Vzhledem k tomu, že LPG může obsahovat i elementární síru, která tvoří sirný květ, jsou pro některé motory formulovány mnohem přísnější požadavky, například maximálně 10 mg/kg.

1.5 Olejovitý zbytek z LPG (odparek)

„Pokud jsou v LPG obsaženy vroucí látky ve větším množství, hromadí se jejich neodpařený podíl v odpařovači a blokuje cesty plynu, v krajním případě může zablokovat některé regulační prvky. Proto je stanovena hranice odparku maximálně na 100 mg/kg. V některých případech ani tato hranice neznamená dostatečnou čistotu a požaduje se, aby zbytky po odpaření byly pouze v jednotkách nebo několika málo desítkách ppm.“ [1]

1.6 Voda a metanol V LPG

„Dalším znečišťovatelem může být i voda. Norma stanoví, aby v palivu při 0 °C nebyla přítomna žádná volná voda. To znamená, že palivo může obsahovat velice malé množství jen takové vody, která zůstane rozpuštěna ve zkapalněných plynech. Pokud se dostane větší množství vody s dodávkou LPG do nádrže čerpací stanice nebo do vozidla, je jisté, že voda v daném potrubí zamrzne. Nová norma počítá s tím, že proti zamrznutí může být přidán do paliva metanol, který vytvoří s vodou nemrznoucí směs. Jeho obsah je limitován množstvím maximálně 2000 mg/kg.“ [1]

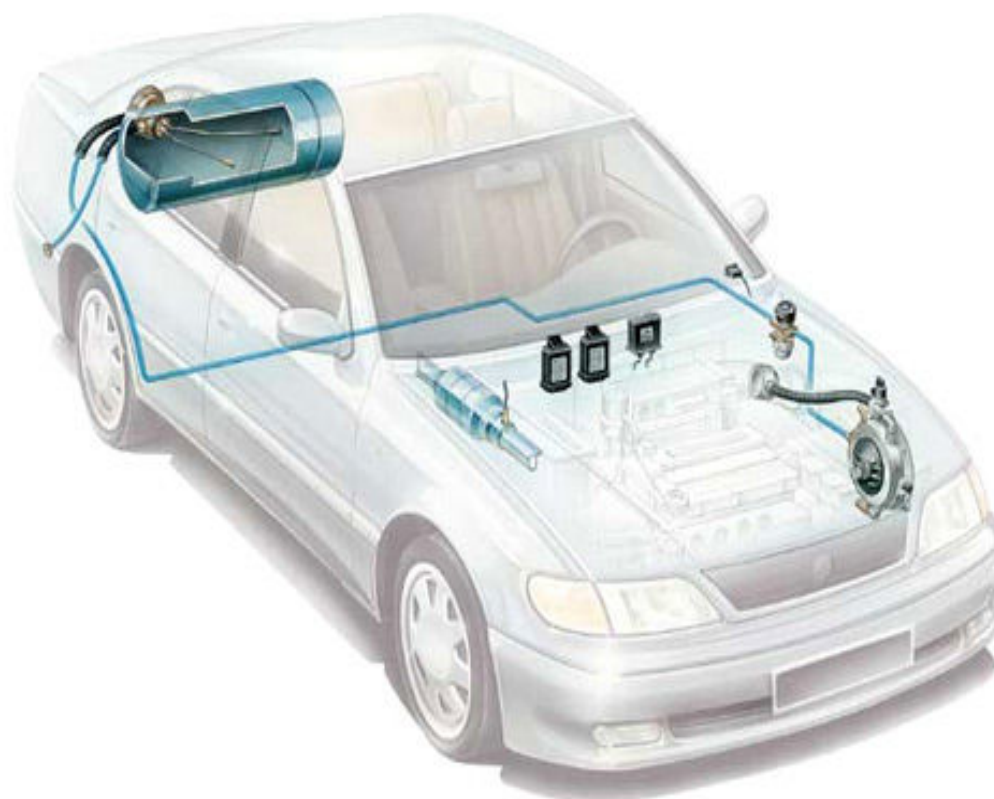
1.7 Odorizace LPG - požadavek na bezpečnost

„Uhlovodíkové plyny vytvářejí se vzduchem snadno zápalnou směs. Její hustota je větší než hustota vzduchu, takže se koncentruje v nejnižší možné poloze prostředí. Proto je velmi nebezpečný únik LPG v podzemních garážích a v místech, kde nelze plyny odstranit obvyklým způsobem větrání. Proto je do LPG přidávána látka, která již v malé koncentraci výrazně nepříjemně páchne a upozorňuje tak, že dochází k úniku plynu.“ [1]

2 Přehled palivových soustav na LPG

Zařízení umožňující provoz vozidla na alternativní palivo LPG se v převážné míře používá, hlavně z ekonomických důvodů, u zážehových motorů. Motor přestavěný sadou LPG zůstává konstrukčně nezměněn.

Nezbytnými součástmi sady pro pohon vozidla na LPG jsou: tlaková nádrž, palivové potrubí, výparník LPG, regulátor tlaku plynného paliva a směšovač. Další skupinou příslušenství jsou seřizovací prvky, bezpečnostní a regulační ventily. Díky nepřetržitému vývoji, jenž je způsoben hlavně legislativními požadavky s cílem postupného snižování škodlivých látek ve výfukových plynech způsobených spalováním LPG, dochází k neustálému vývoji a zdokonalování soustav, které umožňují spalování tohoto paliva ve vozidlových spalovacích motorech. V důsledku toho máme možnost využívat několik typů soustav, jež se od sebe odlišují.



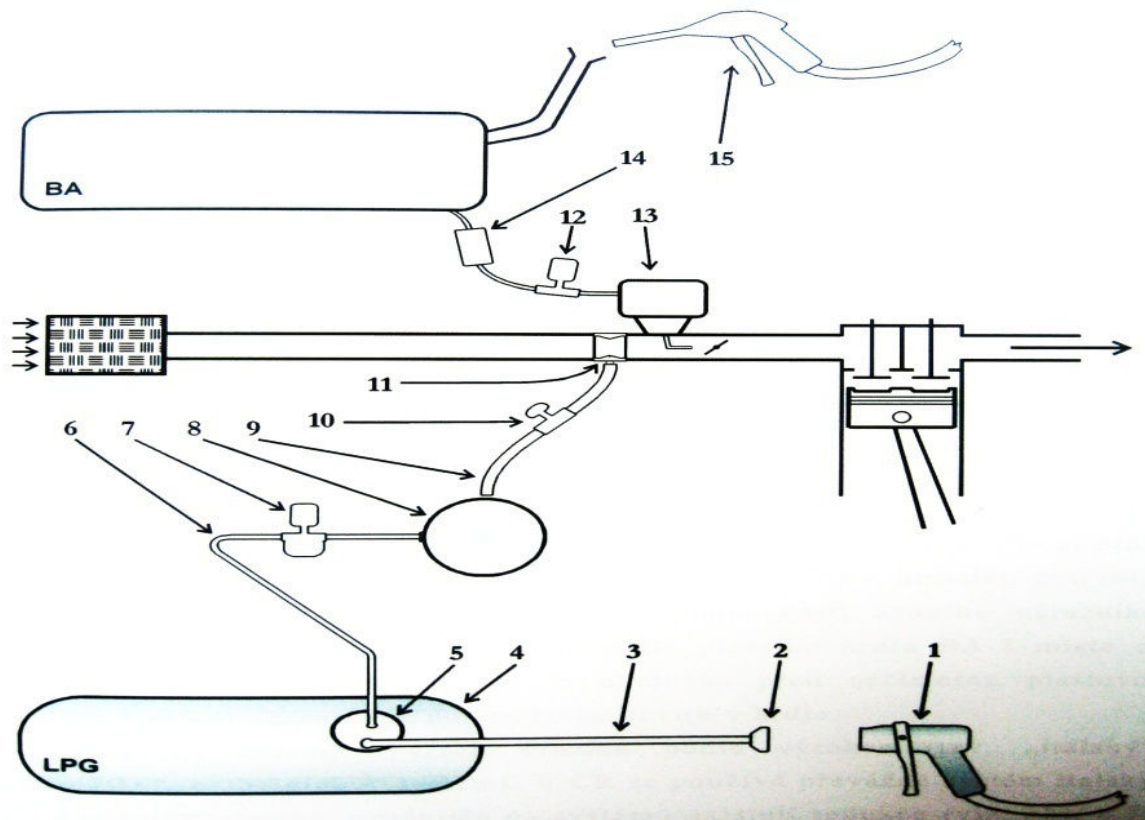
Obrázek 1: Náhled zástavby LPG

Zdroj: [9]

2.1 Uspořádání palivové soustavy LPG

„Na obrázku č. 1 je zobrazeno základní uspořádání soustavy pro provoz na LPG a benzin. Rozdíl mezi palivovými soustavami na LPG a na benzin poznáme již při plnění nádrže. Zatímco benzin si můžeme natankovat sami, LPG nikoli. Při tankování plynu musí tankovací pistole (1) (Obr.2) přesně dosednout na plnicí hrdlo (2) a otevřít ventil pro průchod plynu z tankovacího stojanu do nádrže vozu. Tankovací pistole a plnicí hrdlo musí spolu vytvořit plynotěsný celek, jinak dojde k úniku plynu a možnému poranění obsluhy (omrznutí v důsledku rychlého odpařování). LPG je ve vozidle uchováváno ve stlačené formě v tlakové nádrži (4). Vstup, výstup a tlak plynu z této nádrže je hlídán pomocí víceúčelového ventilu (5).“

„ Díky vysokému tlaku v nádrži odpadá nutnost palivového čerpadla (14), které je u benzínu. LPG se šíří pomocí tlaku v nádrži. Palivovým potrubím (6) postupuje přes elektromagnetický ventil (7), který uzavírá potrubí při vypnutí zapalování. Dále LPG vstupuje do zplynovače (reduktoru - 8), kde se kapalné palivo mění na plynné, snižuje se jeho tlak. Elektromagnetický ventil udržuje tlak v nízkotlakém potrubí. V nízkotlakém potrubí (9) pokračuje plyn přes škrťací prvek (10), jenž nastavuje maximální bohatost



Obrázek 2: Základní princip LPG zařízení

Zdroj: [2]

směsi. V tomto úseku palivové soustavy dochází k různým konstrukčním odlišnostem v závislosti na dokonalosti soustavy. Směšovač (11) vytváří směs LPG a vzduchu a vzájemně je v daném poměru mísí. Dál již plyn pokračuje stejnou cestou jako benzin. Při spalování LPG již není potřeba spalovat benzin, a proto elektromagnetický ventil (12) uzavře přívod benzínu do karburátoru (13). Elektromagnetické ventily 7 a 12 rozhodnou o tom, jaké palivo bude motor spalovat při svém chodu.“ [2]

2.1.1 Popis jednotlivých zařízení palivové soustavy LPG

1. Přípojka dálkového plnění

Ve většině případů je vyvedena na vnější stranu karosérie a je zakončena plnicím hrdlem. U některých automobilů může být umístěna vedle víčka nádrže na základní palivo (benzin, nafta). Šroubovací plastová zátka zabraňuje znečištění zpětného ventilu v plnicím hrdle.



Obrázek 3: Přípojka dálkového plnění

2. Plnicí hrdlo LPG

Plnicí hrdlo (Obr.4) je protikus tankovací pistole a spolu s ní tvoří plynotěsný spoj, aby při tankování plynu nedocházelo k úniku paliva (spoj musí odolat tlaku 2,5 MPa). Aby při rozpojení pistole od hrdla nedocházelo k velkému úniku paliva (při rozpojení unikne plyn, který byl mezi hrdlem a pistolí) z nádrže, je hrdlo opatřeno zpětným ventilem. V České republice se nejvíce vyskytují přípojky „italského“ systému. Pro systémy „holandské“ a „belgické“ je nutno použít redukce, které se našroubují do závitu v hrdle.



Obrázek 4: Plnicí hrdlo LPG

Zdroj: [10]

3. Plnicí potrubí

Toto potrubí je vyrobeno z mědi a potaženo povlakem z plastické hmoty (obr. 5). Vnější průměr těchto trubek je 8 mm. Díky materiálu, z něhož jsou trubky vyrobeny, je možno potrubí dobře tvarově přizpůsobit, což je velká výhoda pro snadnou montáž. Toto potrubí je odolné vůči vibracím.



Obrázek 5: Plnicí potrubí

Zdroj: [11]

4. Tlaková nádrž

V ČR je pro provoz na pozemních komunikacích udělena licence nádržím válcového tvaru a toroidním (kruhový tvar). Její umístění musí být zvoleno tak, aby při autonehodě nedošlo k její deformaci, což by mohlo mít za následek porušení nádrže a následný výbuch. Nádrže musí být dostatečně upevněné, aby byly schopné unést podélné zrychlení 20G a 8G v příčném zrychlení. Válcové nádrže musejí odolávat tlakům 3 Mpa a toroidní nádrže 4,5 MPa. Válcové nádrže jsou opatřeny

multiventilem, jímž je dána jejich poloha, protože multiventil je odkloněn o 30° od vodorovné plochy proložené osou nádrže. Díky rozpínavosti plynů plníme nádrže na 80% jejich objemu, jinak by docházelo ke zbytečnému úniku plynu.



Obrázek 7: Toroidní nádrž

Zdroj: [12]



Obrázek 6: Válcová nádrž

Zdroj: [13]

Tlakové nádrže bývají většinou umístěny v zavazadlovém prostoru automobilu. Válcové nádrže mají značně nepraktický tvar. Většinou obsadí velkou část prostoru, což je dosti nevhodné a také svým umístěním zabraňují využít rovný ložný prostor vzniklý při sklopení zadních sedadel. To vedlo ke vzniku toroidních nádrží, které tyto problémy nezpůsobují. Jsou umístěny v prostoru, kde je uloženo rezervní kolo. Nevýhodou těchto nádrží je: a) jejich velikost (objem) je dána velikostí místa pro rezervu, b) kam umístit rezervní kolo vyjmuté ze svého původního místa.

5. Multiventil

Multiventilem (nebo-li 4-cestným ventilem) je zajištěno plnění, vyprazdňování a kontrola přetlaku tlakové nádrže. Tento systém je používán u starších italských systému. U novějších holandských výrobců se spíše setkáme s několika samostatnými jednouúčelovými ventily.

Multiventil plní funkci:

- a) Při tankování zabraňuje přítoku paliva do nádrže, jestliže je z 80% plná. Jak již bylo zmíněno, pro tuto funkci musí být ventil na nádrži umístěn pod správným úhlem. Po dosažení požadovaného množství plynu v nádrži se ventil uzavře a výdejní stojan přestane dodávat plyn.

- b) Obsahuje stavoznak (tlakoměr), který ukazuje stav paliva v nádrži. Je možno kontrolu paliva vyvést i do interiéru vozu.
- c) Slouží jako pojistný přetlakový ventil
Pokud přetlak plynu je vyšší jak 2,5 MPa, dochází k odpouštění paliva. Zvýšení tlaku může být způsobeno ohřátím nádrže okolním prostředím. Pokud dojde ke vznícení, tento ventil upustí tlak a nádrž jednoduše vyhoří namísto detonace.
- d) Zastaví tok paliva při poruše potrubí, tj. při průtoku více jak 6 litrů za minutu.
- e) Uzavře nádrž mezi plnicím hrdlem a reduktorem.
- f) Uzavře výtok plynu mezi nádrží a ventilem LPG.

Plynotěsná schránka je hermetické pouzdro na multiventil a jeho přípojovací prvky, která ho odděluje od kabiny karosérie. Pokud dojde k přetlaku v nádrži, přes tuto „komoru“ se odvede plyn mimo kabinu.



Obrázek 8: Plynotěsná schránka

Zdroj: [9]



Obrázek 9: Multiventil

Zdroj: [9]

6. Palivové potrubí

Je ze stejného materiálu jako plnicí. Jediný rozdíl je v průměru. Na rozdíl od plnicího potrubí je vnější průměr toho potrubí 6 mm. Z bezpečnostních důvodů je umístěno mimo interiér vozu, a to většinou v jeho spodní části. Zároveň však musí být dostatečně daleko od zdrojů tepla, aby nebylo LPG ohříváno a neměnilo svoje skupenství.

7. Provozní elektromagnetický ventil a filtr LPG

Ventil uzavírá plynový systém při provozu auta na benzin nebo při vypnutém zapalování. Tento ventil je řízen elektromagnetem. Pokud je pod napětím, je otevřený, při odpojení dojde k uzavření ventilu. V jeho spodní části je filtr, který zabraňuje vniknutí mechanických nečistot do reduktoru.



Obrázek 10: Provozní ventil LPG

Zdroj: [9]



Obrázek 11: Filtr

Zdroj: [9]

8. Reduktor

Je to nejpodstatnější a nejsložitější komponent LPG - palivové soustavy. V reduktoru (výparníku) dochází ke zplynování kapalného LPG a k regulaci tlaku na potřebnou hodnotu. Proto je potřeba přívod plynu z nádrže pečlivě hlídat a mít ho neustále „pod kontrolou“.

První způsob ochrany je zajištěn pomocí podtlakové pojistky. Pokud nebude mezi motorem a reduktorem podtlak, tato pojistka nepustí plyn do reduktoru.

Elektromagnetický ventil je druhý způsob zajištění. Základem reduktoru je pryžová membrána, která upravuje (řídí) množství zplyněného plynu podle výstupního tlaku z reduktoru, který se nastavuje podle potřeby. Rozeznáváme jedno a dvoustupňové reduktory podle počtu stupňů, ve kterých reduktor upravuje LPG.

Pokud LPG mění skupenství z kapalného na plynné, dochází k velkému úbytku tepla. Z tohoto důvodu musí být reduktor zahříván chladicí kapalinou, odebíranou z chladicího okruhu motoru. Dostatečné zplynění LPG a správná funkce motoru je při teplotě cca 25 °C. Při teplotě chladicí kapaliny 90- 110 °C je zplynění dostatečné. To je důvod, proč u motorů chlazených vzduchem musíme zajistit samostatné vyhřívání reduktoru.

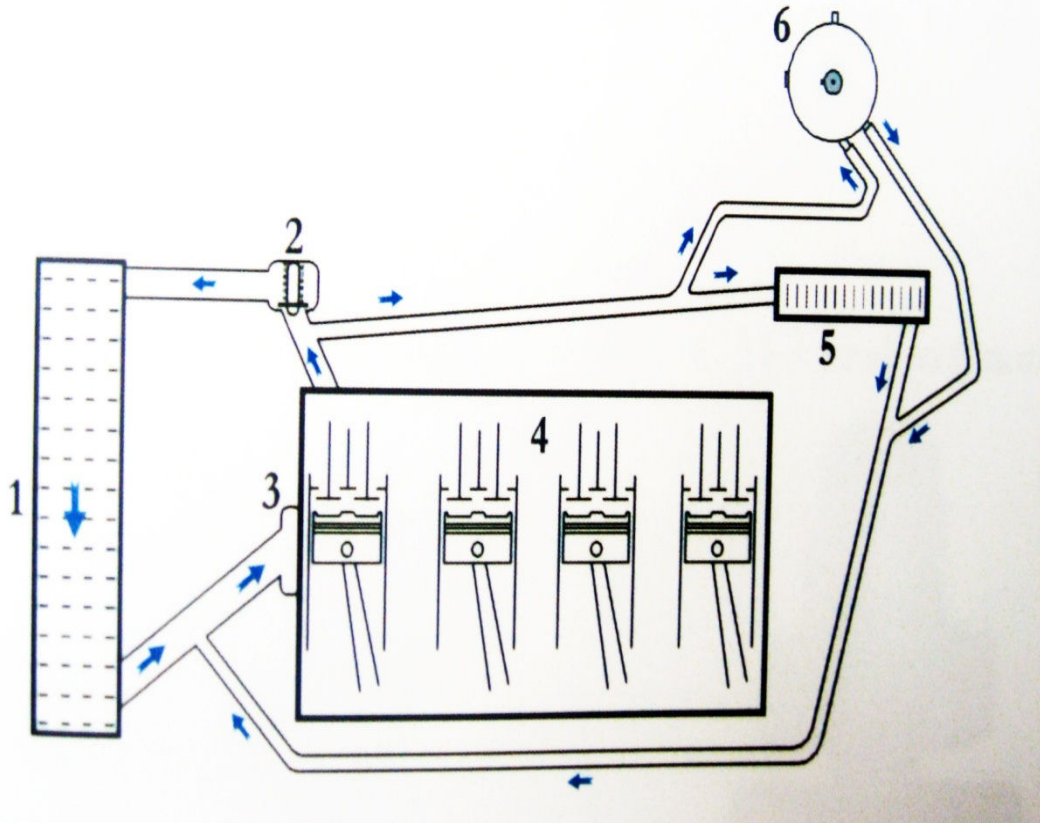
To však nevyřeší problém startování, kdy je motor studený, nebo dokonce podchlazený od okolí, např. v zimě. Hrozí zamrznutí reduktoru. Proto je součástí starších reduktorů elektroventil pro obohacení směsi pro lepší start. Avšak ani tento ventil problém nevyřešil. Stabilita systému byla vyřešena jednoduchým způsobem. Při startu motor spaluje základní palivo do doby, než se ohřejí kapaliny v chladicí soustavě.



Obrázek 12: Reduktor

Zdroj: [9]

- 1)chladič motoru, 2)termostat, 3)vodní pumpa,
4) spalovací motor, 5) topení, 6) regulátor



Obrázek 13: Připojení ohřívání reduktoru

Zdroj: [2]

9. Nízkotlaké potrubí

Je zkonstruováno z hadice určené pro LPG, jejíž vnitřní průměr je 16 mm a vnější 25 mm. Spojuje reduktor se směšovačem. Mezi těmito prvky je umístěn ještě škrticí prvek.

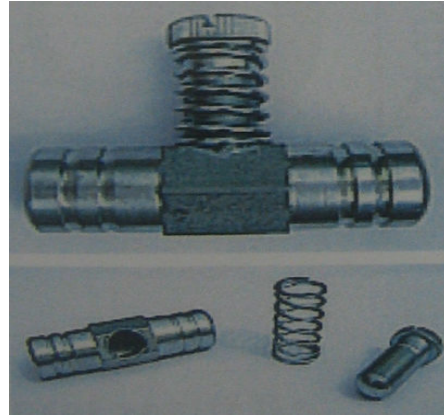
10. Regulační šroub

nebo-li škrticí prvek nastavuje množství směsi, jež proteče do směšovače. U nejjednodušších zařízení je to pouze ručně nastavitelný šroub, modernější variantou je krokový motorek nebo vstřikovače. Regulační šroub by měl být pro správnou funkci umístěn co nejbližší směšovači.



Obrázek 14: Krokový motorek

Zdroj: [9]



Obrázek 15: Regulační šroub

Zdroj[2]



Obrázek 16: Vstřikovací lišta

Zdroj: [14]

11. Směšovač

Účelem tohoto zařízení je co nejlepší promísení plynu se vzduchem. Je zastavěn v sacím traktu co nejbližší k motoru. Konstrukční provedení je dáno konkrétním typem motoru.

12. Provozní ventil BA

Je stejné konstrukce jako provozní ventil LPG, nemá filtr a je přizpůsoben pro „práci“ s benzinem. V případě závady elektroinstalace je možno vyřadit elektrické ovládání z činnosti pomocí ručně stavitelného šroubu, který je umístěna na spodní části ventilu. Ventil je umístěn co nejbližší karburátoru ze strany od benzínové pumpy.



Obrázek 17: Provozní ventil

Zdroj: [2]

2.2 Jednotlivé hlavní typy LPG zařízení

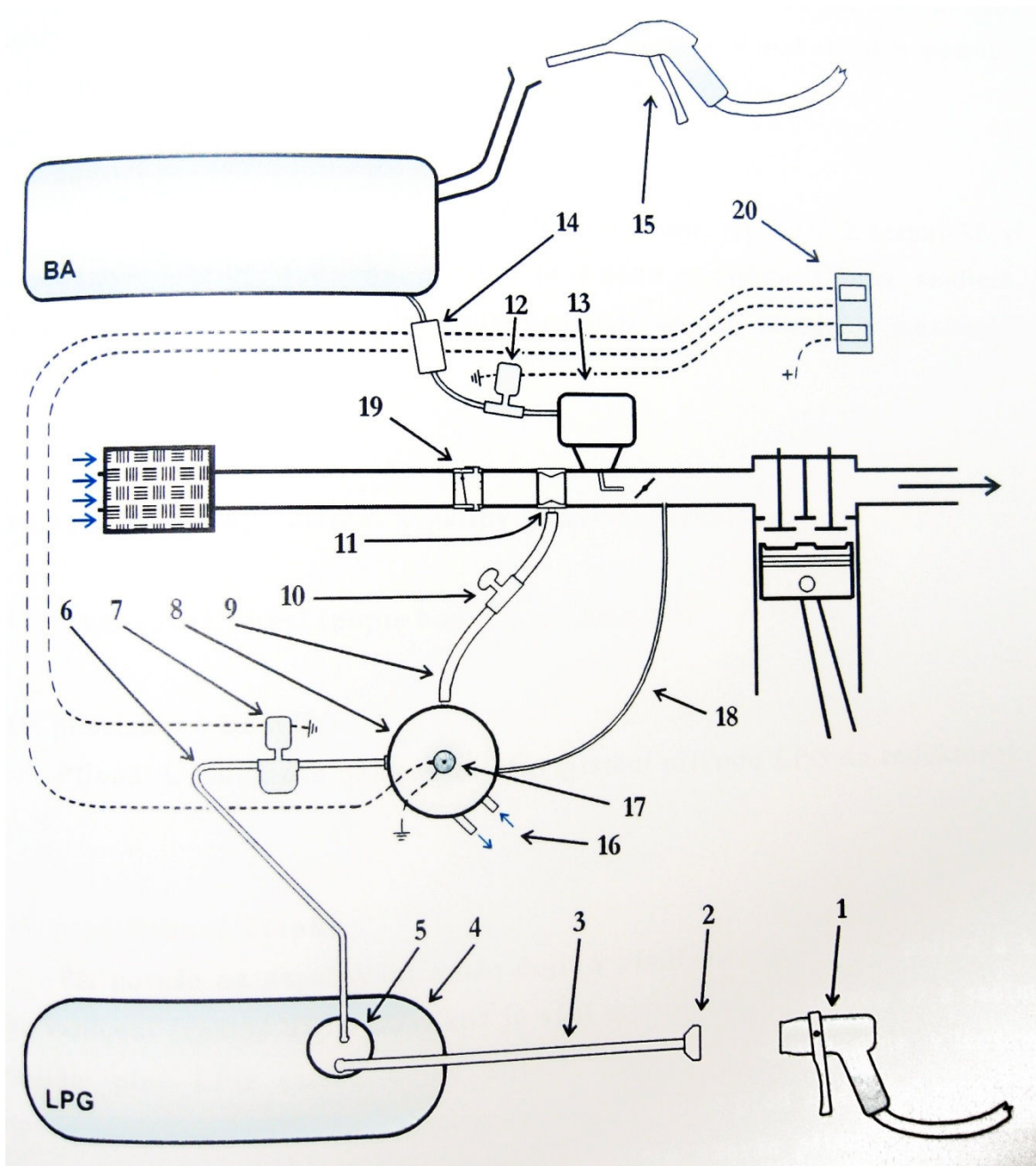
Vývoj palivových systémů LPG je v hlavní míře způsoben zpřísnujícími se emisními hodnotami výfukových plynů. Zákazníci obvykle požadují co nejlevnější variantu přestavby pro rychlejší návratnost vložených finančních prostředků.

Nejrozšířenější a zároveň nejstarší systém je podtlakové zařízení (kapitola 2.2.1). Se snižováním emisních limitů bylo potřeba pro jejich dosažení zapojit elektroniku, která prostřednictvím krokového motorku řídí množství paliva (kapitola 2.2.2). Dalším zdokonalením byl vyvinut systém s kontinuálním vstřikováním (kapitola 2.2.3). Mezi nejlepší systémy na trhu lze zařadit soustavy se sekvenčním vstřikováním LPG (kapitola 2.2.4), nebo se vstřikováním kapalného LPG (kapitola 2.2.5).

2.2.1 Podtlakové zařízení

Tento typ zástavby se vyskytuje na motorech, jejichž palivová směs je připravována karburátorem. Pokud by bylo provozováno podtlakové zařízení na motoru se vstřikváním, došlo by ke zhoršení jízdních vlastností, emisí a časem i zničení katalyzátoru. V tomto případě je bohatost směsi určována velikostí podtlaku v sacím traktu.

2.2.1.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č. 18



Obrázek 18: Princip podtlakového zřízení LPG

Zdroj: [2]

Tento typ soustavy má funkci do značné míry stejnou, jako obecný popis popsany výše. Z této skutečnosti budu vycházet a uvedu tedy pouze prvky, ve kterých se liší.

8. Reduktor

U tohoto typu soustavy je možno použít oba dva typy průchodu LPG jak podtlakem způsobeným motorem, tak i elektromagnetickým ventilem. Podtlak se ovšem jeví jako lepší řešení. Reduktor udržuje v potrubí podtlak.

10. Škrtící prvek

Jako škrtící prvek je zde použit škrtící šroub. Z konstrukčního hlediska se v podstatě jedná o dutý prvek válcového tvaru, do jehož boku je vyvrtán otvor se závitem, ve kterém je šroub, jímž se upravuje průtok plynu k směšovači.

16. Vstup a výstup chladicí kapaliny slouží k ohřívání reduktoru.

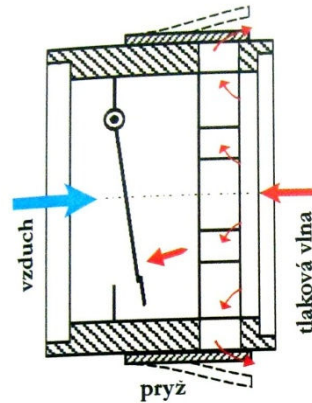
19. Protišlehová klapka

Při poruše zapalování může dojít k předčasnému zapálení směsi. Jelikož je sací ústrojí od směšovače až po sací ventily plné plynu, dojde k jeho výbuchu. Tím může dojít k poruše sacího potrubí a vzduchového filtru tlakovou vlnou. Pro předejití tohoto nebezpečného jevu se před směšovač montuje „protišlehová klapka“, která uzavře průchod od motoru k vzduchovému filtru a tlak propustí přes pryžový kroužek ze sání ven.



Obrázek 20: Protišlehová klapka

Zdroj: [2]



Obrázek 19: Nákres protišlehové klapky

Zdroj: [2]

20. Přepínací modul

Pomocí tohoto zařízení řidič ze své pozice ovládá druh používaného paliva a upravuje bohatost směsi. Modulem se přepíná napětí na provozních ventilech, jimiž propouští daný druh paliva. Na modulu jsou dva spínače. První snímač má tři polohy: první umožňuje provoz na LPG, druhá uzavře oba ventily a třetí zajišťuje provoz na BA. Druhý spínač ovládá elektromagnetický ventil, kterým obohacuje směs.

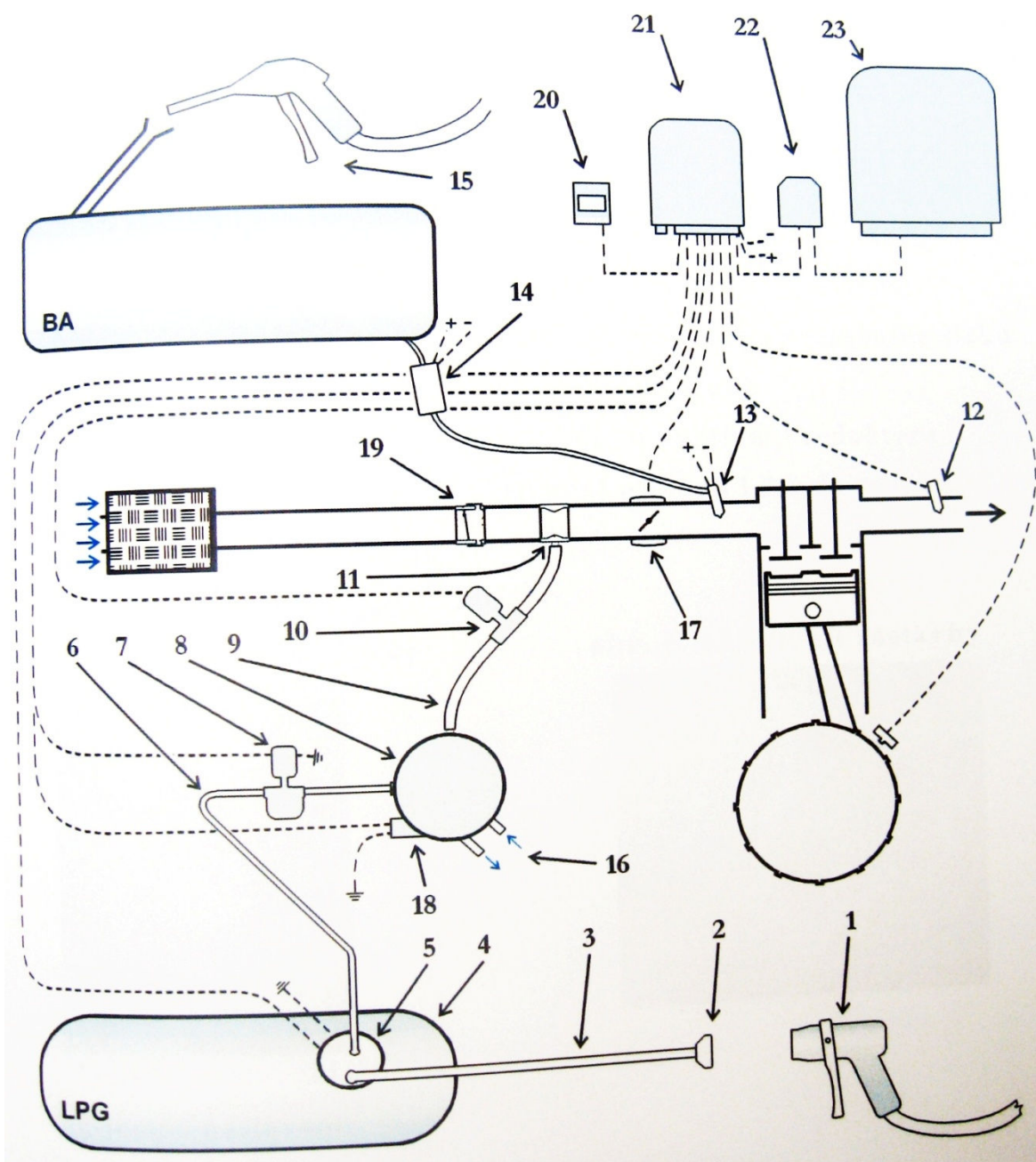
Největší výhodou tohoto systému je maximální jednoduchost, spolehlivost a nízká cena (cca. 14.000 Kč), ovšem na úkor spotřeby a emisních hodnot oproti modernějším a složitějším soustavám.



Obrázek 21: Přepínací modul

2.2.2 Směs tvořená krokovým motorkem

Tento typ se používá pro motory s řízeným katalyzátorem (jednobodové vstřikování), jelikož ke své funkci potřebuje motorová čidla (lambda sonda, váha vzduchu, atd.). Bohatost nasávané směsi je řízena krokovým motorkem.



Obrázek 22: Princip zařízení LPG s krokovým motorkem

Zdroj: [2]

2.2.2.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č. 22

Tento typ soustavy má funkci do značné míry stejnou jako systém na obrázku č. 18. Z této skutečnosti budu vycházet a uvedu tedy pouze prvky, ve kterých se liší.

5. Multiventil

Stav paliva zaznamenává elektrický stavoznak a posílá signál s touto informací do řídicí jednotky.

8. Reduktor

Jištění přívodu LPG do reduktoru je řízeno pomocí elektromagnetického ventilu. Na reduktoru již není potřeba obohacovač směsi, protože start motoru díky BA vstřikování probíhá vždy na benzin.

10. Krokový motorek

Hlavně tato součást tvoří největší rozdíl oproti podtlakovému systému. Místo škrtícího prvku je zde použit krokový motorek, který je ovládán řídicí jednotkou. Přesné dávkování plynu je zajištěno posouváním uzávěru krokovým motorkem. Neumožňuje však úplné uzavření přívodu paliva, např. při brzdění motorem.

12. Lambda sonda

Analyzuje obsah kyslíku ve výfukových plynech a posílá řídicí jednotce (LPG, BA) signál o napětí 0- 1 V k vyhodnocení. Podle tohoto signálu řídicí jednotka určuje bohatost/chudost směsi přiváděné do motoru.

Bod č. 12 v obrázku č. 18 vyznačuje provozní ventil. U tohoto systému tento ventil být nemusí, jelikož je zde vstřikován benzin. Zastavení dodávky BA do motoru je vyřešeno emulátorem vstříků.

13. Vstřikovač BA

Vstřikování a dávkování BA do válce motoru je realizováno řídicí jednotkou benzinového pohonu.

14. Palivové čerpadlo BA

Jelikož je zde potřeba vytvořit určitý tlak pro vstřikovače, je použito palivové čerpadlo poháněné elektromotorem. Čerpadlo není nutné při provozu na LPG odpojovat. Je konstruováno pro neustálý provoz, ale za předpokladu, že je v nádrži dostatek benzínu. V opačném případě se čerpadlo zadře.

17. Škrťící klapka s potenciometrem

Signál z potenciometru nese řídicí jednotce (BA, LPG) informaci o poloze plynového pedálu (škrťící klapky). Jednotka vyhodnocuje aktuální požadavky na výkon motoru a podle toho se chová.

18. Jištění reduktoru

Je hlídáno elektromagnetickým ventilem, který je ovládán řídicí jednotkou LPG a otvírá přívod plynu do reduktoru.

20. Přepínací modul

Na přepínacím modulu již jen lze volit, jaké palivo bude motor spalovat. To signalizují diodové kontrolky odlišných barev. Na tomto zařízení již není třeba ovládat bohatost směsi. Jednodušší je i kontrola množství plynu v nádrži. To je zobrazeno přímo na modulu v jeho spodní části řadou diod.

21. Řídicí jednotka LPG

Ta je obdobná jako u benzínu. Pro sestavení správně bohaté směsi využívá informací z motorových čidel (TPS, lambda, otáčky). Ovládá elektromagnetické ventily a emulátor vstříků, čímž určuje spalované palivo podle pokynů z přepínacího modulu. Díky konektoru je možno propojit jednotku s PC.

22. Emulátor vstříků

Toto zařízení je obdobou provozního elektromagnetického ventilu BA v podtlakovém systému. Je propojeno s řídicí jednotkou LPG a BA.

Při pokynu z řídicí jednotky LPG odpojí jednotku BA od benzinových vstřikovačů a začne simulovat (vytváří stejný el. odpor jako vstřikovače) jejich správnou funkci. Tím dojde k přerušení dodávky benzínu do motoru, aniž by jednotka signalizovala chybu.

24. Snímač otáček

Snímá z klikové hřídele otáčky motoru, jež jsou potřebné pro další vyhodnocení. Tento druh systému přinesl jisté vylepšení podtlakového systému a zlepšení emisních hodnot výfukových plynů. Ovšem problém se zpětným zápalem plynu tu nadále zůstal. Bohužel přeplňované motory na tento typ přestavět nejdou. Je to zapříčiněno zpětným zápalem plynů, jež by mohly zničit turbo a mezichladič stlačeného vzduchu. Cena přestavby na tento typ spalování alternativního paliva se pohybuje od 20.000 Kč výše.

2.2.3 Kontinuální vstřikování LPG (motory s katalyzátorem)

Stejně jako v benzinových palivových soustavách s přehledem zvítězila příprava směsi pomocí vstřiku paliva přímo před sací ventil, i u systému spalující LPG jako alternativní palivo se tento princip začíná rozvíjet. Kontinuální vstřikování bylo jedním z prvních systému tohoto druhu.

Největším přínosem pro řidiče je asi rychlejší reakce na vnější podmínky. Pojem "vstřikování plynu" není v tomto případě úplně přesný, neboť plyn jako skupenství vstřikovat nelze. Nejedná se o vstřik paliva jako paliva v kapalném stavu, ale tento výraz byl převzatý ze systému spalujícího BA. Plynová řídicí jednotka shromažďuje veškeré informace jako benzinová, z nich vypočítává potřebné množství paliva. To pak přes dávkovač rozdělí přímo před sací ventily. Dávkování plynu probíhá kontinuálně, pro všechny válce ve stejném množství a najednou. Ceny těchto přestaveb začínají na 30.000 Kč. Konfigurace systému probíhá automaticky a při jízdě se přizpůsobuje. Výhodou je absence směšovače, jelikož LPG se vstřikuje do těsné blízkosti benzinových vstříků. Toto řešení také eliminuje zpětné zápaly. Pokud ke zpětnému zápalu dojde, tak v dané větvi pouze mezi LPG tryskami a sacím ventilem, protože nikde jinde se palivová směs nevyskytuje. Tato skutečnost nám umožňuje tyto přestavby používat a vozidlům, jejichž motor je přeplňovaný, zde již nehrozí poškození potrubí nebo mezichladiče.

Reduktor u těchto soustav je mnohem kompaktnější a flexibilnější. Máme možnost umístit reduktor do různých poloh, jeho membrána již není ovlivňována setrvačnými silami. Díky LPG řídicí jednotce není provoz LPG závislý na funkčnosti řízení směsi BA. Soustava umožňující tímto způsobem využívat LPG jako náhradní zdroj paliva je v základním systému řazena paralelně, stejně jako předešlé případy. Nevýhodou je zde velké množství kabeláže a značný zásah do původní elektroinstalace vozu.

2.2.3.1 Popis funkce zařízení dle obrázku č. 23

Tento typ soustavy je do značné míry stejně uspořádán jako systém popsany na obrázku č. 22. Z této skutečnosti budu vycházet a uvedu tedy pouze prvky, ve kterých se liší.

8. Reduktor

V tomto systému je reduktor mnohem kompaktnější a zplynění LPG proběhne v jednom stupni. Reduktor je napojen na podtlak ze sání, jenž musí být konstantní. Tak může zachovávat rozdíl konstantního tlaku mezi tlakem při výstupu plynu (pro vstřík) a tlakem v sacím potrubí. Tím je dosažena optimalizace systému. Na těle reduktoru je umístěno tepelné čidlo, podle něhož určuje řídicí jednotka okamžik přepnutí na LPG. [2]



Obrázek 24: Reduktor pro kontinuální vstřík

Zdroj: [9]

10. Rozdělovač- dávkovač

Jedná se o krokový motorek, jenž má stejný počet výstupu jako je počet válců motoru. Jeho úkolem je dávkovat průtok plynu od motoru a úplné přerušení toku plynu při zhasnutém motoru nebo při provozu na benzin. Přesné dávkování plynu provádí uzávěr (šoupátko) krokového motoru (možno 100 % uzavřít přívod plynu).



Obrázek 25: Dávkoč paliva

Zdroj: [2]

11. Podtlaková hadička

V jejím objemu je udržován podtlak k reduktoru. Nezaměňovat za podtlakové jištění reduktoru u podtlakových systémů.

19. Hadice

Přivádějí palivo z rozdělovače do sání motoru. Na jejich konci jsou spojky pro rychlé a snadné upevnění.

25. Čidlo průtoku vzduchu

Snímá množství plynu přiváděného k motoru.

2.2.4 Sekvenční vstřikování LPG

Mezi nejmodernější v současnosti montované systémy patří systém se sekvenčním vstřikováním. Ten vznikl hlavně díky zavádění systémů OBD (palubní diagnostika). Systém OBD by při provozu na LPG s technicky starším systémem hlásil chybu a vyžadoval servisní zásah. Sekvenční vstřikování funguje velice jednoduše. Plynová řídicí jednotka přepočítává doby benzinových vstřiků na doby plynových vstřiků.

Benzinová řídicí jednotka tak neustále řídí složení palivové směsi (v provozu zůstávají také všechna čidla motoru) a nepoznává, že je motor provozován na LPG. Systém LPG tedy pracuje jako první v sériovém zapojení. Výhodou je menší zásah do elektrosystému celého vozidla, ovšem pokud nastane závada na benzinové jednotce, automobil není schopen provozu ani na LPG. Z přepočítávání dob vstřiků také plyne, že pokud vstřik BA je řešen kontinuálně (skupinově), tak i LPG vstřik je kontinuální. Zde je malý rozpor se zažitým názvem „sekvenční vstřikování“.

Mezi hlavní výhody patří:

- Zvýšení výkonu při provozu na LPG díky zvýšení plnění válců
- Nedochozí k přeplňování sacího potrubí
- Odpadá potřeba směšovače
- Nevyvolává zhoršení v původním provedení vozu
- Není potřeba upravovat sací potrubí
- Elektrické spotřebiče fungují beze změny
- Nemění se funkce variabilního uspořádání sacího potrubí
- Nejsou potřeba žádné další regulace
- Všechny funkce řídicí jednotky BA zůstávají stejné
- Zůstává v činnosti systém ASR, měření spotřeby paliva atd.

2.2.4.1 Popis zařízení dle obrázku č. 23

Schéma systému je stejné jako u kontinuálního vstřikování paliva, řídicí jednotka LPG je připojena pouze na řídicí jednotku BA, na čidla tlaku LPG a teploty reduktoru. Od systému s kontinuálním vstřikem se liší v bodech 10 a 21.

10. Dávkovač paliva

Jedná se o zařízení, které přesně dávkuje palivo do každé větve sání zvlášť. Každá firma si ho chrání mnoha patenty. V hlavní části je přívod plynu a vývod ke snímači tlaku. Uvnitř je čistič ve formě magnetické pasti, aby nedošlo k poškození cívky elektroventilů. Ve spodní části jsou umístěny vlastní elektroventily.

V dávkovači jsou dva druhy ventilů. PCM (naplno otevřené nebo úplně uzavřené) a PWM (pracují frekvenčně s proměnlivým cyklem). Ventily PWM mohou během jednoho cyklu zůstat déle otevřené nebo déle zavřené, dle potřeby. Těmito procesy je zajištěna přesná a citlivá regulace. Čas potřebný k otevření a uzavření elektroventilu je cca 1 ms. Klasické provedení dávkovače je schopno navzdory svým malým rozměrům plnit motor až do 100 kW.

21. Řídící jednotka

Je přizpůsobena teplotám v motorovém prostoru, ale není vhodné ji montovat blízko rozžhavených součástí. Je osazena mikroprocesorem, umožňujícím velmi rychlé vyhodnocení. Výstup z řídicí jednotky je připraven pro připojení PC a umožňuje tak úplnou konfiguraci systému včetně autodiagnostiky. Na základě tlaku paliva v dávkovači, teploty a doby benzinových vstříků přepočítává dobu plynových vstříků.



Obrázek 26- Řídící jednotka kontinuálního vstříku

Zdroj: [9]

3 Palivová soustava LPG vozidla Škoda Favorit

Pro účely této BP jsem vybral vozidlo Škoda Favorit LXI (r.v. 1994), které bylo v roce 1998 přestavěno na pohon LPG.

Pro přestavbu vozidla na pohon LPG byla použita aparatura od italské firmy Lovato. Soupravy na LPG od firmy Lovato patří ve světě k nejrozšířenějším, a to pro svou technickou vyspělost, bezporuchovost a dlouhou životnost. Souprava byla odborně namontována výhradním distributorem společností: H+L PROPAN s.r.o., se sídlem v Türkově ulici 828, Praha.

3.1 Popis automobilu



Obrázek 27: Škoda Favorit

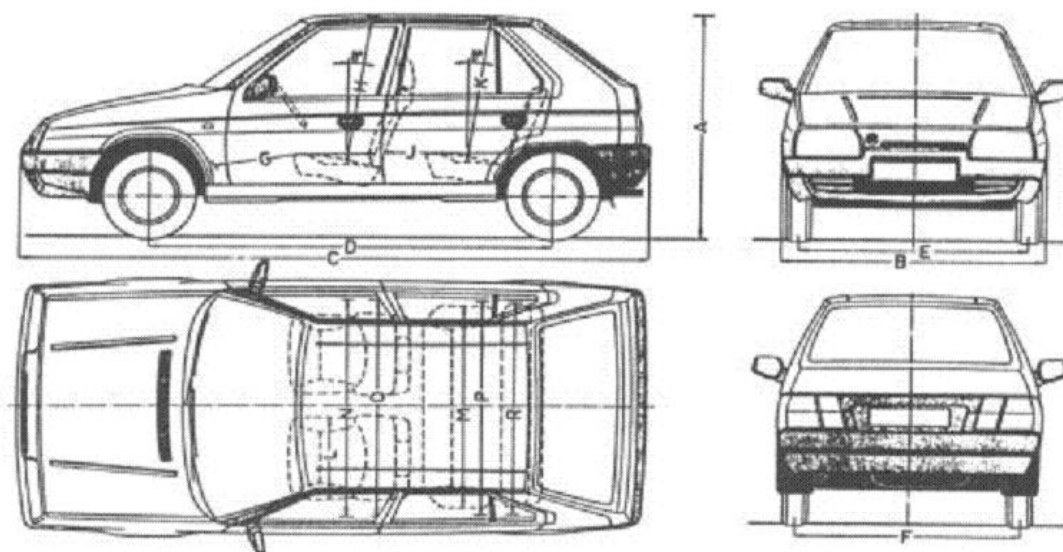
V roce 1998 bylo do automobilu namontováno zařízení pro spalování LPG jako doplňkové formy paliva.

Název	Hodnota	Jednotky
tovární značka, typ	Škoda 135	-
identifikační číslo VIN	TMBAEF200R0964759	-
rok výroby	1994	-
typ motoru	781.135 B KAT	-
palivo	BA 91 B+ LPG	-
obsah válců	1289	cm ³
vrtání x zdvih	75,5x72	Mm
kompresní poměr	8,8:1	-
max. výkon	40 (55)/5000min ⁻¹	kW
max. točivý moment	94/3250min ⁻¹	Nm
typ tvorby směsi BA	kontinuální vstřík	-
typ tvorby směsi LPG	krokovým motorkem	-
pneumatiky	165/70 R13	-
součinitel C _x	0,35	-
max. rychlost	137	km/h
zrychlení 0-100 km/h	17	S
spotřeba 90/120/město	5,7/7,8/7,3	l/100 km
pohotovostní hmotnost	1002	Kg
celková hmotnost	1325	Kg

Tabulka 3: Údaje vozidla Škoda Favorit

označení	rozměr [mm]
délka vozu (C)	3855
šířka vozu (B)	1620
výška prázdného vozu (A)	1415
světlná výška	120
rozchod přední nápravy (E)	1420
rozchod zadní nápravy (F)	1380
rozvor náprav (D)	2450

Tabulka 4: Rozměry automobilu



Obrázek 28: Nákres vozidla

Zdroj: [15]

Vůz pohání čtyřdobý zážehový motor (Obr. 29) chlazený kapalinou, který má řízený katalyzátor.



Obrázek 29: Motorový prostor

3.2 Palivový systém LPG HL 35.02

Pro přestavbu vozidla na pohon LPG byla použita aparatura od italské firmy Lovato. Soupravy na LPG od firmy Lovato patří ve světě k nejrozšířenějším, a to pro svou technickou vyspělost, bezporuchovost a dlouhou životnost. Soustava byla odborně namontována výhradním distributorem společností: H+L PROPAN s.r.o., se sídlem v Türkově ulici 828, Praha.

Veškeré prvky systému jsou homologovány a vyhovují požadavkům vyhlášky FMD č.102/1985 Sb.§90 odst. 2. Vozidlo plní emisní předpis EHK 83.01 B.

U tohoto vozu je využíván systém, kdy směs je tvořená krokovým motorkem. Podrobnější popis funkce naleznete v kapitole : 2.2.2. Základní informace o typu soustavy jsou v následující tabulce (č. 5)

výrobce plynového zařízení	H+L Propan s.r.o.
typ plynového zařízení	HL 35.02
plynné palivo	C ₃ H ₈ - C ₄ H ₁₀
celkový obsah zásob. prostoru paliva	45 l
počet tlakových nádob	1

Tabulka 5: Informace o typu soustavy

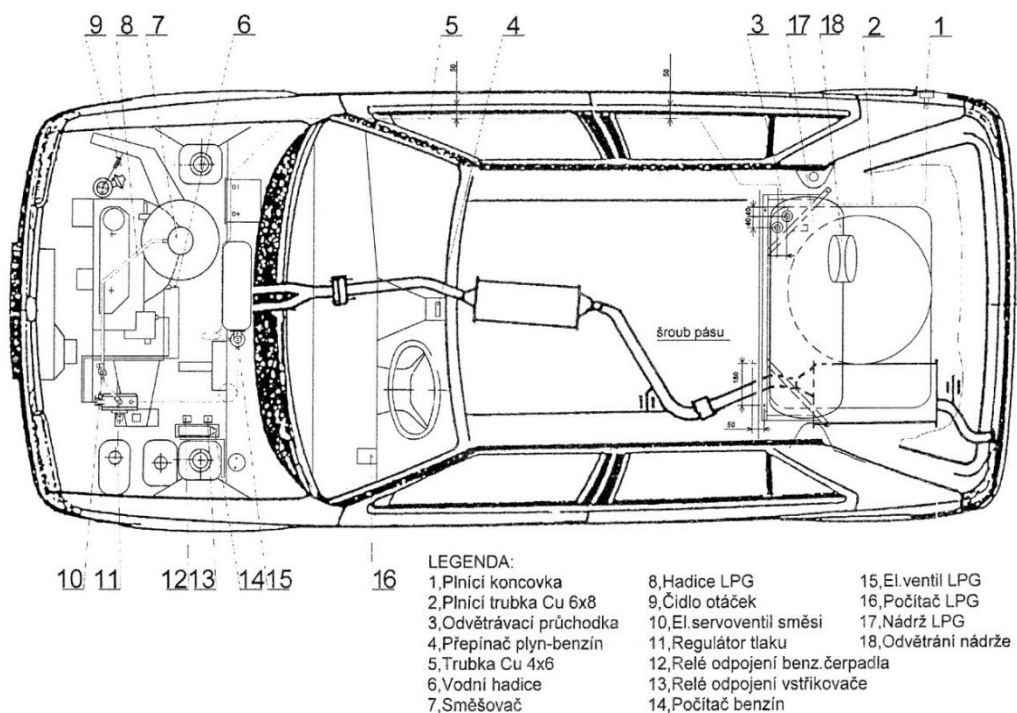
Pro úplnou dokumentaci je v tabulce č. 6. seznam homologovaných prvků soupravy 35.02

prvek soupravy	výrobní číslo	změna	homolog. číslo
regulátor tlaku-vypařovač	38407A		E4 67R 0092006
víceúčelový ventil	Lovato		E4 67R 0094004
uzavírací ventil LPG s filtrem	Lovato		E4 67R 0092007
přípojka dálkového plnění	Lovato		E4 67R 0094003
tlaková nádrž třídy A,ř270- 45 l	133/904	1908	E20 67R 010490

Tabulka 6: Seznam prvků soupravy

3.2.1 Zástavba palivové soustavy LPG do automobilu Škoda Favorit 135 LXI

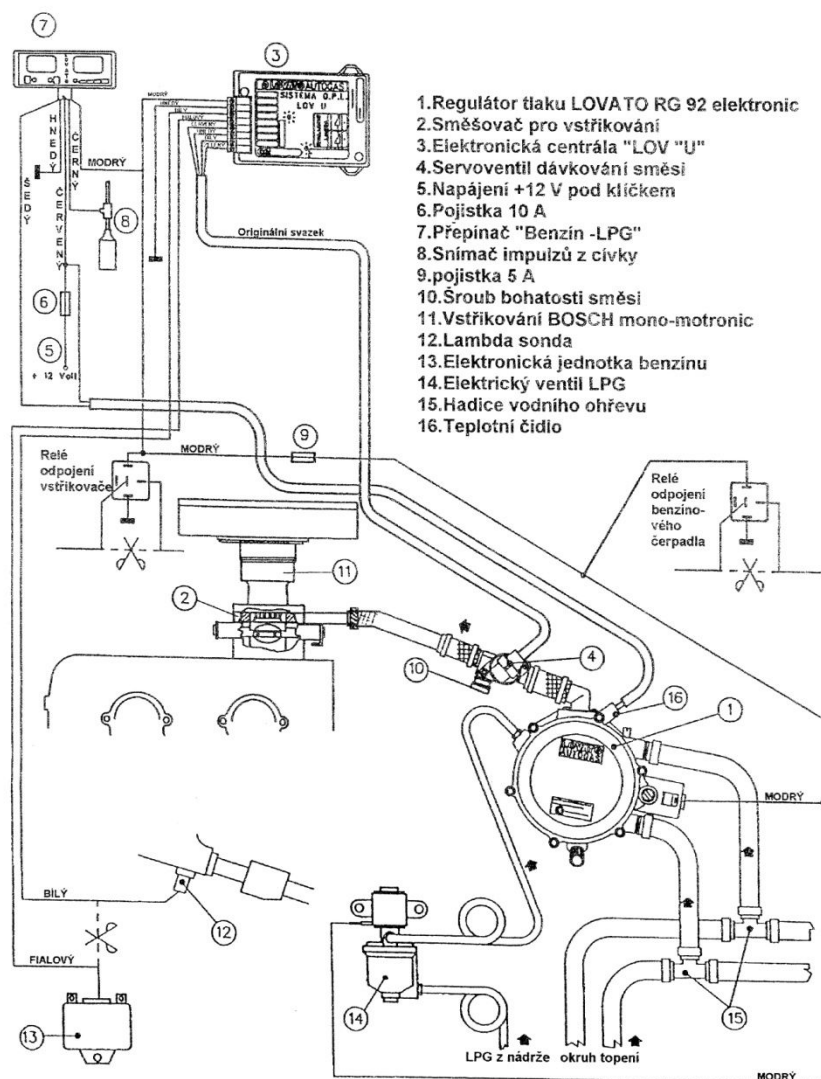
Funkce a jednotlivé komponenty této soustavy byly podrobně vysvětleny v kapitole 2.2.2 . Pro náš typ automobilu je palivová soustava LPG konkrétně rozkreslena na obr. 30.



Obrázek 30: Zástavba soustavy do automobilu

Zdroj: [16]

U prvních soustav na LPG byla velká část spalovacího procesu jako celku řízena mechanicky. S neustálým vývojem jak samotných spalovacích motorů, tak i soustav LPG, se elektronika, pro dosažení co nejlepších jízdních vlastností, stala „srdcem“ těchto úprav. Proto je u nejmodernějších LPG zařízení většina procesu vykonávána elektronikou. Schéma zapojení soustavy Lovato HL 35.02 je na obrázku č. 31.



Obrázek 31: El. zapojení soustavy

Zdroj: [16]

4 Ekonomické srovnání provozu vozidla Škoda Favorit na LPG a na benzin

Pro ekonomické zhodnocení přestavby vozidla Škoda Favorit LXI na alternativní pohon jsou rozhodující tyto faktory:

- cena soupravy HL 35.02 , která činila 21.000 Kč
- průměrná spotřeba benzínu a průměrná spotřeba LPG u vozidla Škoda Favorit
- aktuální cena benzínu a LPG
- počet ujetých km za rok na benzín a na LPG

4.1 Zhodnocení provozu při spotřebě udávané výrobcem

Hodnoty z kterých budu vycházet jsou uvedeny v tab. č. 7,8,9,10.

cena 1 dm ³	cena dm ³ /kč
LPG	12
BA	26

Tabulka 7: Aktuální ceny paliv k 14.05.2009

průměrná spotřeba	udávaná	hodnota
LPG		8 dm ³
BA		7.14 dm ³

Tabulka 8: Udávaná spotřeba

náklady na 1 km jízdy	hodnota
LPG	0.96 kč
BA	1.86 kč
rozdíl	0.9 kč

Tabulka 9: Náklady na 1 km

náklady	hodnota (kč)
pořizovací cena soupravy	21.000
úspora při provozu	0,9
výsledek (km)	23 334

Tabulka 10: Návratnost

4.2 Zhodnocení provozu při spotřebě změřené při provozu

Hodnoty z kterých budu vycházet jsou uvedeny v tab. č. 11,12,13,14.

cena 1 dm ³	cena dm ³ /kč
LPG	12
BA	26

Tabulka 11: Aktuální ceny paliv k 14.05.2009

průměrná udávaná spotřeba	hodnota
LPG	11 dm ³
BA	8.5 dm ³

Tabulka 12: Změřená spotřeba

náklady na 1 km jízdy	hodnota
LPG	1.32 Kč
BA	2.22 Kč
rozdíl	0.9 Kč

Tabulka 13: Náklady na 1 km

náklady	hodnota (Kč)
pořizovací cena soupravy	21.000
úspora při provozu	0,89
výsledek (km)	23 595

Tabulka 14: návratnost

5 Měření emisí vozidla Škoda Favorit 135 LXI na stanici měření emisí se základním a alternativním palivem a jeho vyhodnocení

Měření emisí bylo provedeno na stanici měření emisí ABERA spol. s.r.o. se sídlem Vrchovská 1270, Čáslav 286 01, dle zásad a pokynů stanovených vyhláškou Ministerstva dopravy č. 302/2001 Sb.

5.1 Vybavení stanice měření emisí

Uvedená stanice měření emisí svou výbavou splňuje vyhlášku č. 302/2001 Sb., která stanoví:

- vozidla poháněná zážehovými motory musí být vybavena těmito přístroji a zařízeními: přístrojem na měření otáček motoru, přístrojem na měření teploty motoru, přístrojem na měření úhlu sepnutí kontaktů přerušovače, přístrojem na měření předstihu zážehu, přístrojem pro měření emisí výfukových plynů zážehových motorů schváleného typu, přístrojem pro kontrolu funkce řídicích jednotek emisního systému a komunikaci s nimi (týká se jen stanice měření emisí měřící emise motorů vozidel s řízeným emisním systémem).
- stanice měření emisí pro vozidla poháněná motory upravenými na pohon zkapalněným ropným plynem (LPG) musí být navíc vybaveny: přístrojem na zjišťování těsnosti plynového zařízení - detektorem přítomnosti uhlovodíkového plynu, testerem řídicích systémů plynového pohonu (týká se jen stanice měření emisí měřící emise motorů vozidel s řízeným emisním systémem).

Konkrétně bylo při měření vozidla použito přístroje **ETT 8.71 ATAL AT 500**.

5.2 Průběh měření

Nejprve byla provedena dle vyhlášky MD č. 302/2001 Sb., 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. Dále byla provedena kontrola stavu katalyzátoru, stavu sondy lambda, příslušné elektroinstalace, funkce řídicího systému motoru, čtení paměti závad pomocí diagnostického zařízení v rozsahu a způsobem předepsaným výrobcem vozidla.

U motoru zahřátého na provozní teplotu proběhlo změření otáček volnoběhu a obsahu CO ve volnoběhu a obsahu CO a součinitele přebytku vzduchu lambda při zvýšených otáčkách v rozmezí 2500 až 2800 min¹. Poté následovalo porovnání výsledků kontroly a naměřených hodnot se stavem a hodnotami stanovenými výrobcem vozidla. Jelikož se jedná o vozidlo s pohonem na LPG, byla navíc provedena kontrola stavu, zástavby, těsnosti, funkce a seřízení plynového zařízení včetně kontroly řídicího systému. Po provedené kontrole došlo k změření hodnot složek výfukových plynů v rozsahu jako pro základní druh motoru při pohonu na plynné palivo.

Při měření zároveň proběhla kontrola souladu vozidla s technickým průkazem vozidla a osvědčením o měření emisí. Proběhlo ověření identifikačních údajů na vozidle a motoru, štítků na vozidle a správnosti údajů uvedených v osvědčení o měření emisí.

Jelikož vozidlo nevykazovalo závady a splňovalo emisní limity, bylo v závěrečné části provedeno vytisknutí protokolu o měření emisí a současně byla vylepena emisní kontrolní nálepka s uvedením měsíce a roku příštího měření na zadní registrační značku vozidla.

5.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Favorit 135 LXI

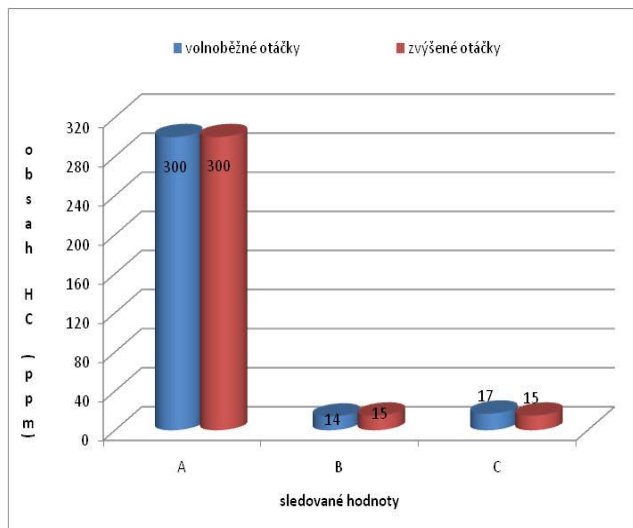
Základní palivo- automobilový benzin BA 95

Alternativní palivo- LPG

A- Předepsané hodnoty HC při volnoběžných a zvýšených otáčkách, pro základní a alternativní palivo.

B- Naměřené hodnoty HC s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

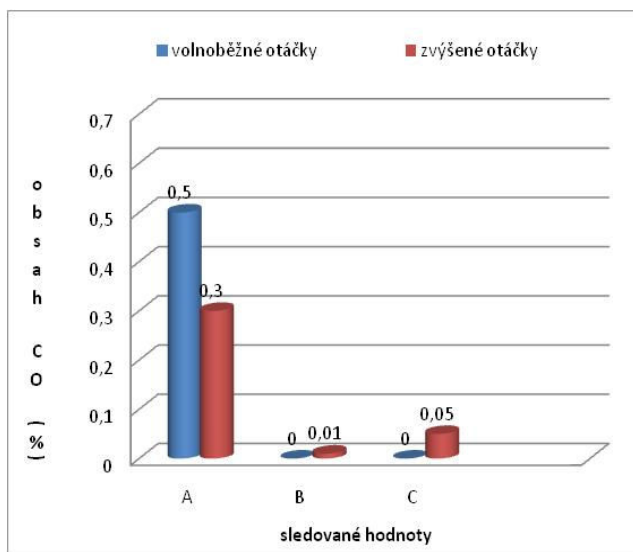


Graf 1: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Favorit

A- Předepsané maximální hodnoty CO při volnoběžných a zvýšených otáčkách (pro základní i alternativní palivo).

B- Naměřené hodnoty CO s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



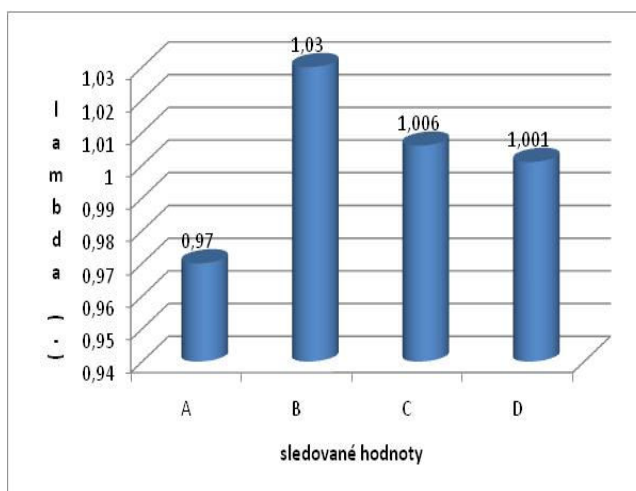
Graf 2: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Favorit

A- Předepsané minimální hodnoty lambda při zvýšených otáčkách (pro základní i alternativní palivo).

B- Předepsané maximální hodnoty lambda při zvýšených otáčkách (pro základní i alternativní palivo).

C- Naměřené hodnoty lambda s palivem základním při zvýšených otáčkách.

D- Naměřené hodnoty lambda s palivem alternativním při zvýšených otáčkách.



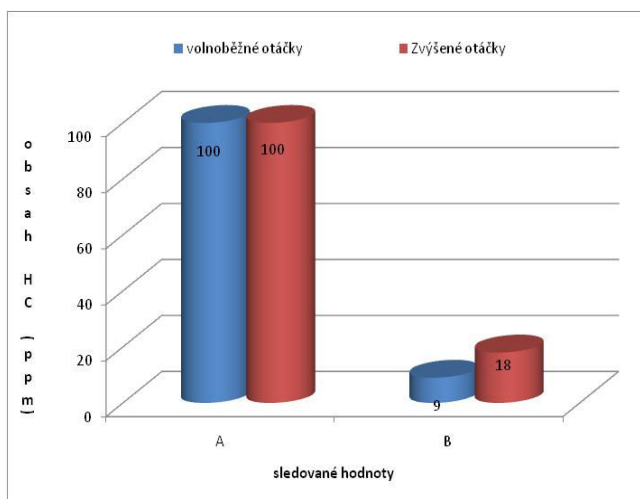
Graf 3: Hodnoty lambda

6 Srovnání předepsaných a naměřených emisních hodnot se základním a alternativním palivem Škoda Favorit s novějšími typy vozidel Škoda

6.1 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Felicie, r.v. 1999

A- Předepsané maximální hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

B- Naměřené hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



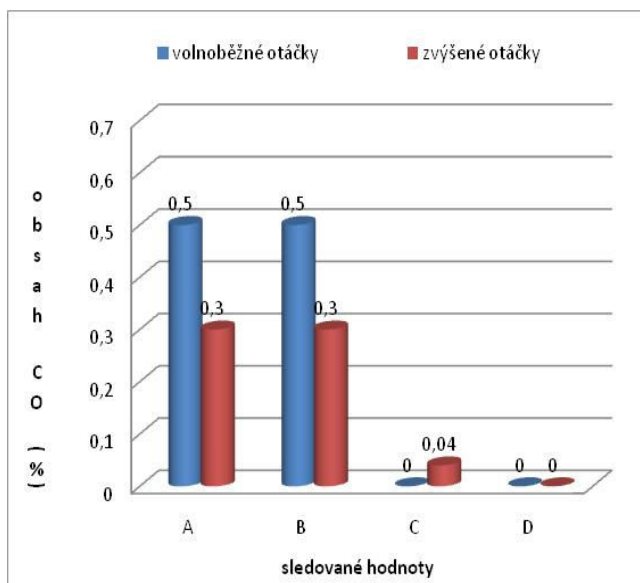
Graf 4: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Felicie

A- Předepsané maximální hodnoty CO při volnoběžných a zvýšených otáčkách, pro základní palivo.

B- Předepsané maximální hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty CO s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

D- Naměřené hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

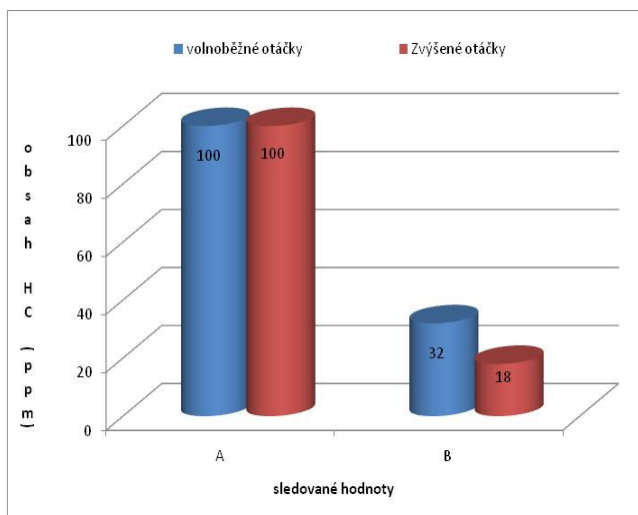


Graf 5: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Felicie

6.2 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2001

A- Předepsané maximální hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

B- Naměřené hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



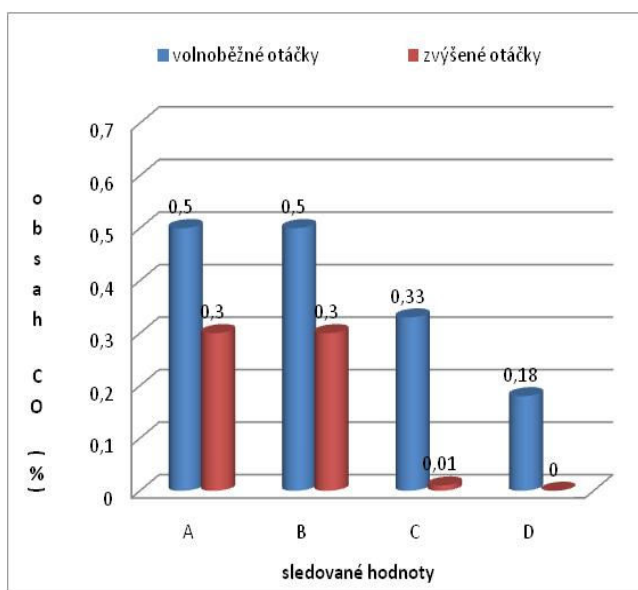
Graf 6: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabie 01

A- Předepsané maximální hodnoty CO při volnoběžných a zvýšených otáčkách, pro základní palivo.

B- Předepsané maximální hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty CO s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

D- Naměřené hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

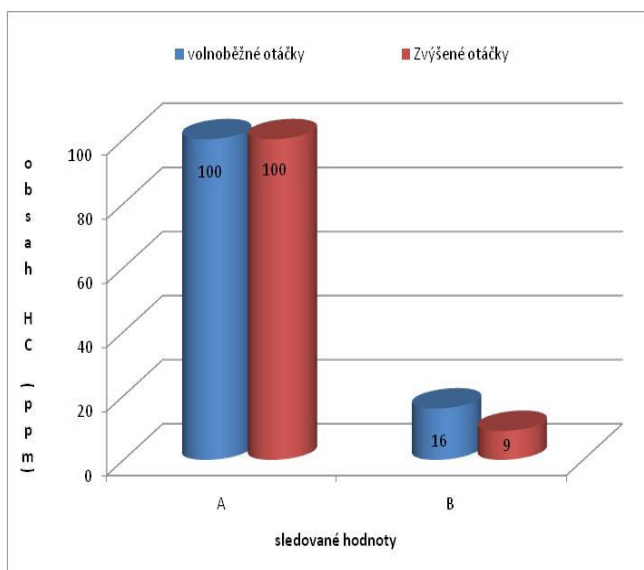


Graf 7: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabie 01

6.3 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2005

A- Předepsané maximální hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

B- Naměřené hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



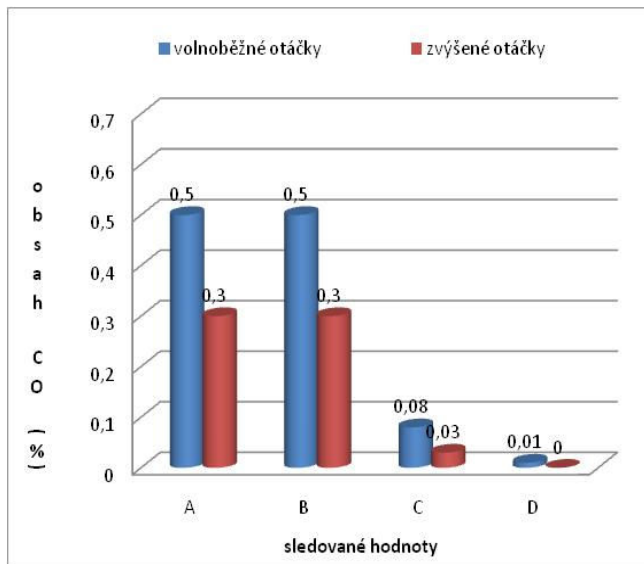
Graf 8: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabia 05

A- Předepsané maximální hodnoty CO při volnoběžných a zvýšených otáčkách, pro základní palivo.

B- Předepsané maximální hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty CO s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

D- Naměřené hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

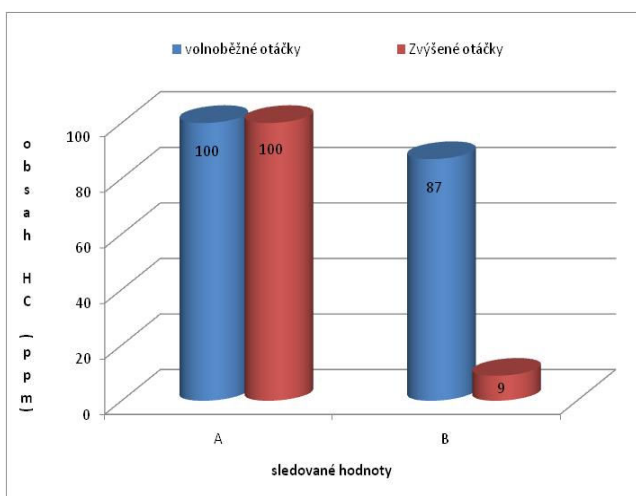


Graf 9: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabia 05

6.4 Vyhodnocení protokolu o měření emisí vozidla Škoda Fabie, r.v. 2002

A- Předepsané maximální hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

B- Naměřené hodnoty HC s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



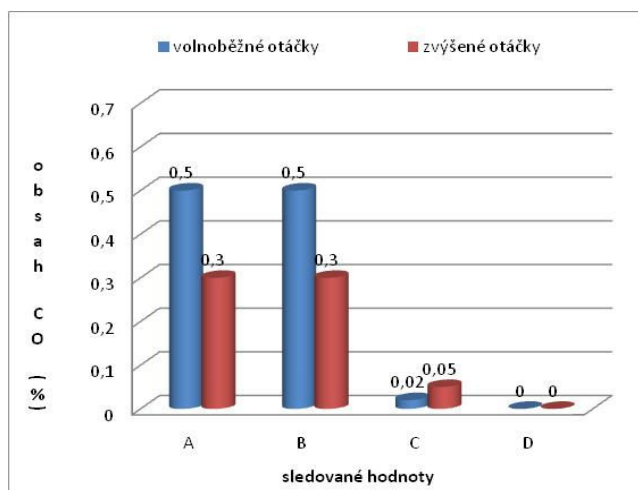
Graf 10: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabia 02

A- Předepsané maximální hodnoty CO při volnoběžných a zvýšených otáčkách, pro základní palivo.

B- Předepsané maximální hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

C- Naměřené hodnoty CO s palivem základním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.

D- Naměřené hodnoty CO s palivem alternativním při volnoběžných a zvýšených otáčkách.



Graf 11: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabia 02

Tabulka předepsaných a naměřených hodnot emisní zkoušky

Předepsané a naměřené hodnoty emisí se základním palivem (benzin) a alternativním palivem (LPG)												
Značka vozidla	Škoda		Škoda		Škoda		Škoda		Škoda		Škoda	
Typ vozidla	Favorit		Felicie		Fabia		Fabia		Fabia		Fabia	
Rok výroby	1994		1999		2001		2005		2002		2002	
Stav km	166000		120001		126159		54530		166282		166282	
Palivo												
	Základní (BA)	Alternativní (LPG)	Základní (BA)	Alternativní (LPG)	Základní (BA)	Alternativní (LPG)	Základní (BA)	Alternativní (LPG)	Základní (BA)	Alternativní (LPG)	Základní (BA)	Alternativní (LPG)
Předepsané hodnoty												
Volnoběh	Otáčky (min ⁻¹)	750-850		770-820		590-790		600-800		700-900		
	Obsah CO (%)	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	
	Obsah HC (ppm)	300		-		-		-		-		
zvýšené otáčky	Otáčky (min ⁻¹)	2500-2800		2500-2800		2850-2900		2400-2600		2850-2900		
	Obsah CO (%)	0,3		0,3		0,3		0,3		0,3		
	Obsah HC (ppm)	300		-		-		-		-		
Lambda (-)	0,97-1,03		0,97-1,03		0,97-1,03		0,97-1,03		0,97-1,03		0,97-1,03	
Naměřené hodnoty												
Volnoběh	Otáčky (min ⁻¹)	810	800	810	800	800	830	750	750	830	800	
	Obsah CO (%)	0	0	0	0	0,3	0,18	0,08	0,01	0,02	0	
	Obsah HC (ppm)	14	17	-	9	-	32	-	16	-	87	
zvýšené otáčky	Otáčky (min ⁻¹)	2630	2560	2510	2970	2500	2970	2480	2950	2860	2980	
	Obsah CO (%)	0,01	0,005	0	0	0,001	0	0,03	0	0,05	0	
	Obsah HC (ppm)	1	1	-	18	-	18	-	9	-	9	
Lambda (-)	15		1,014		1,007		1,014		1,002		1,001	

Tabulka 15: Tabulka srovnání předepsaných a naměřených hodnot

Závěr

Vozidlo Škoda Favorit 135 LXI bylo upraveno specializovanou firmou H+L PROPAN s.r.o., se sídlem v Türkově ulici 828, Praha.

Jelikož bylo postupováno podle platných právních norem, bezpečnost vozu se touto přestavbou nesnížila. Touto úpravou vozu jsem docílil větší dojezd vozidla s možností volby benzin/plyn a čistších výfukových plynů:

Při volnoběhu jsou předepsané hodnoty CO pro základní palivo 0.3 % a na alternativní 0.5 %. Naměřené hodnoty jsou v obou případech 0 % CO.

Pro zvýšené otáčky jsou předepsané hodnoty CO 0.3 % pro obě paliva. Naměřené hodnoty CO činí 0.01% s základním palivem a 0.05% s alternativním palivem.

Při volnoběhu jsou předepsané hodnoty HC pro obě paliva 300 ppm. Naměřené hodnoty jsou v případě benzínu 14 ppm a 17 ppm při LPG.

Pro zvýšené otáčky jsou předepsané hodnoty HC 300 ppm pro obě paliva. Naměřené hodnoty HC činí 1 ppm u obou paliv.

. Naopak hlavní nevýhodu představuje značné zmenšení přepravního prostoru, jelikož je zde umístěna přetlaková nádrž na skladování kapalného plynu.

Jako provozovatel vozu však největší výhodu shledávám v ekonomické stránce provozu. U popisovaného vozidla jsem náklady na provoz vozidla posoudil dvěma způsoby:

- 1) Na základě údajů z technického průkazu vozidla a údajů výrobce systému
- 2) Na základě zkušeností provozovatele vozidla

Výsledky obou posuzování se od sebe liší zanedbatelně. V prvním případě je úspora oproti provozu na benzin 0,90 Kč na kilometr, s návratností přestavby po ujetí 23 334 km. V druhém případě je úspora 0,89 Kč na kilometr jízdy. Tedy návratnost v tomto případě činí 23595 km. Z provedených výpočtů je zřejmé, že přestavba z hlediska ekonomického není vhodná pro každého, ale pouze pro řidiče, kteří najezdí dostatek kilometrů. Podle mých propočtů a zkušeností zaměstnanců stanice měření emisí se tento druh paliva vyplatí u vozu, jenž najejde alespoň 15 000 km za rok. Po navrácení počáteční investice je provoz podstatně levnější než provoz na benzin.

U vozidla Škoda Favorit 135 LXI — 40 KW s pohonem na LPG byl naměřen při posledním měření emisí na SME (11.11.2008) naměřen vyšší obsah CO a HC u alternativního paliva (LPG) oproti základnímu palivu (benzin automobilový), při volnoběžných i zvýšených otáčkách. Tento jev si vysvětlují značně zastaralým typem zařízení a nepravidelnou údržbou.

Při porovnání s dalšími typy vozidel zn. Škoda došlo k opačnému výsledku: Škoda Felicie, r.v. 1999, Škoda Fabie, r.v. 2001, Škoda Fabie, r.v. 2005 a Škoda Fabie, r.v. 2002. Ve všech těchto vozidlech již byly naměřené hodnoty CO a HC nižší při provozu na LPG na rozdíl od benzínu.

Jelikož počet měření v mé bakalářské práci není statisticky dostatečně průkazný, nelze z naměřených hodnot potvrdit ani vyvrátit výhodu alternativního paliva LPG z hlediska snížení obsahu oxidu uhelnatého a nespálených uhlovodíků ve výfukových plynech. Naměřené hodnoty u uvedených vozidel Škoda jednoznačně nevypovídají z hlediska zátěže životního prostředí, ve prospěch či neprospěch LPG ve srovnání s benzinem.

Příloha č.1

Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit, r.v. 1994



Název a sídlo SME: **ABERA spol. s r.o.**
Zapsána v OR v Praze oddíl C, vložka 85988.

Vrchovská 1760
286 01 Čáslav
Tel.: 327315555
Fax: 327315757

SME č. 42.05.15

PROTOKOL č.: 4056/2008
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: ŠKODA	Druh vozidla: Osobní automobil
Typ vozidla: FAVORIT	Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: 781,135 B	Registrační značka: 8S3 9784
Číslo motoru *): .	Rok výroby(1. registrace): 1994/00
Stav počítáče ujeté vzdálenosti: 166000	Palivo: BA / LPG
Typ emisního systému: Řízený	

Provozovatel vozidla (jméno, adresa): **Vobořilová Iveta, Jeníkovská 139/21, 286 01 Čáslav**

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly:	VYHOVUJE
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky:	bez závad
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):	VYHOVUJE

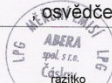
Měřené parametry	Předepsané hodnoty s palivem základním		Naměřené hodnoty s palivem alternativním	
	základním	alternativním	základním	alternativním
V Otáčky (1/min)	750-850	750-850	810	800
o Obsah CO (%)	0,30	0,50	0,00	0,00
b Obsah HC *** (ppm)	300	300	14	17
l Úhel sepnutí *** (°/%)				
ě Předstih *** (°)				
n Otáčky (1/min)	2500-2800	2500-2800	2630	2560
h Obsah CO (%)	0,30	0,30	0,01	0,05
o Lambda	0,97-1,03	0,97-1,03	1,00	1,00
z Obsah HC *** (ppm)	300	300	15	15
ý Úhel sepnutí *** (°/%)				
š Předstih *** (°)				
e				
n				
k				
é				
y				

Analyzátor: **ETT 8.71**
Záznam z analyzátoru je přílohou tohoto protokolu.

Poznámky:

Vozidlo z hlediska měření emisí **VYHOVUJE**
Příští měření emisí v termínu do **11.11.2010**
Měření emisí provedl **Masopust Ladislav**
Datum provedení měření emisí: **11.11.2008**
Za správnost:

Číslo osvědčení: **EBC232550 NOVÉ**
Kontrolní nálepka **BYLA VYLEPENA**
osvědčení ev. č. **8000043**



podpis

*) Pouze je-li uvedeno v TP vozidla **) Pouze pro vozidla vybavená zařízením pro plynový pohon ***) Pouze pro vozidla s neřízenými katalyckými systémy

PARAGON - DAŇOVÝ DOKLAD 5919/2008

Datum: **11.11.2008**

Dodavatel: **ABERA spol. s r.o.**
Zapsána v OR v Praze oddíl C, vložka 85988.
Vrchovská 1760
286 01 Čáslav
IČO: 26498740
DIČ: CZ26498740

Odběratel: **Vobořilová Iveta**
Jeníkovská 139/21
286 01 Čáslav
Vozidlo: **ŠKODA-FAVORIT**
Registrační značka: **8S3 9784**
VIN: **TMBAEF200R0964759**

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: **11.11.2008**

Razítko **ABERA spol. s r.o.**
Vrchovská 1760, 286 01 Čáslav
IČO: 26498740, DIČ: CZ26498740
tel./fax: 327 315 555

Obrázek 32: Protokol o měření emisí Favorit

Příloha č. 2:

Protokol o měření emisí vozidla Škoda Felicie, r.v. 1999



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

SME č. 42.05.07 TEL.: 327514515 FAX: 327514615

Protokol č. 0033 / 2009 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA Druh vozidla:
Typ vozidla: FELICIA Kategorie vozidla:
Typ motoru: 781.135M Registrační značka:
Výrobní č. mot. 2912700 Rok výroby (1.registrace) 1999
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 80000 km Druh paliva: BA/LPG
Typ emisního systému: RIZENY
Provozovatel vozidla: ZAVODNIKOVA KATERINA
(jméno, adresa) CAS [redacted] ICICE

KONTROLA:
Výsledek vizuální kontroly [redacted] vad.
Výsledek kontroly závad [redacted] vad.
Výsledek kontroly těsnosti [redacted] vad.



Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Otáčky	765	820	820	800
Obsah CO [%]		0.50	0.30	0.00

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Otáčky	2500	2800	2500	2090
Obsah CO [%]		0.30	0.04	0.00
Lambda [1]	0.970	1.030	1.009	1.055

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

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBA0250512
Příští měření emisí v termínu do 07.01.2011 Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl Krivohlavy , osvědčení ev.č. 4002098

Datum provedení měření emisí: 07.01.2009
Za správnost:

razit  podpis 

Obrázek 33: Protokol o měření emisí Felicie

Protokol o měření emisí LPG vozidla Škoda Felicie. r.v. 1999

Výrobní číslo: 067/03
 Kalibrace dne: 25.08.2008
 Prodávatel přístroje:
Průlátka ZP,
 tel. č.: *33/2009*
 čís.: *33/2009*
PROTOKOL

Značka: *ŠKODA*
 Typ:
 Proved.: *FELICIA*
 Rok výroby:
 Motor: *4PI.13TM*
 Typ:
 Úvr. č.: *2912200*
 M:
 J:
 Ad:

Datum měření: 07.01.2010
 Čas měření: 11:01

Měřené parametry

Volnoběh

otáčky	----	min ⁻¹
úhel styku	----	%
předstih	----	°KH
otáčky	800	min ⁻¹
t. oleje	72	°C
CO	0.00	% vol
COcor	----	% vol
HC	70	PPM vol
CO ₂	12.0	% vol
O ₂	2.14	% vol
λ	1.121	

Zvýšené otáčky

otáčky	----	min ⁻¹
úhel styku	----	%
předstih	----	°KH
otáčky	2990	min ⁻¹
t. oleje	76	°C
CO	0.00	% vol
COcor	----	% vol
HC	19	PPM vol
CO ₂	12.7	% vol
O ₂	1.01	% vol
λ	1.055	


Měřil:
 Výsledek k:
 vizuální: *OK*
 emisní: *OK*



Obrázek 34: Protokol o měření emisí Felicie

Příloha č. 3:

Protokol o měření emisí BA vozidla Škoda Fabie, r.v. 2001



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

SME č. 42.05.07 TEL.: 327514515 FAX: 327514615

Protokol č. 3689 / 2008 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA	Druh vozidla: osobní	M1
Typ vozidla: FABIA	Kategorie vozidla: [redacted]	
Typ motoru: AME	Registrační značka: [redacted]	
Výrobní č. mot. 025626	Rok výroby (1.registrace): 1901	
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 126159 km	Druh paliva: BA/LPG	
Typ emisního systému: RIZENY		
Provozovatel vozidla: [redacted] 12		
(jméno, adresa)		

KONTROLA:

Výsledek vizuální kontroly: z závad.

Výsledek kontroly závad řídicí jednotkou: Bez závad.

Výsledek kontroly těsnosti plyn. zařízení: BEZ ZAVAD

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Měřené parametry				
Otáčky	590	790	1800 ± 50	1830
Obsah CO [%]		0.50	0.30	0.33
			0.18	

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Měřené parametry				
Otáčky	2850	2900	1500 ± 50	1450
Obsah CO [%]		0.30	max 0.30	0.01
Lambda [1]	0.970	1.030	0.97 - 1.15	1.010
				1.013

Použitý analyzátor (výrobce, typ): ATAL AT 500, Bosch 560

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru.

Poznámky: Kontrola plynového zařízení bez závad.


Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBA1045307

Příští měření emisí v termínu do 22.12.2010 Kontrolní nálepka byla přidělena.

Měření emisí provedl Uhlir, osvědčení ev.č. 4001081

Datum provedení měření emisí: 22.12.2008

Za správnost: [Signature]



Obrázek 35: Protokol o měření emisí Fabia 01

Protokol o měření emisí LPG vozidla Škoda Fabie. r.v. 2001

EMISSION ANALYSER AT 501
 ATAL TÁBOR
 Výrobní číslo: 067/03
 Kalibrace dne: 25.08.2008
 Provozovatel přístroje:
 B. Kalas LG
 tel. 36 89
 čís. 36 89
PROTOKOL
Vozidlo
 SPZ: ŠKODA
 Stav km:
 Značka:
 Typ: FABIA
 Proved.:
 Rok výroby:
Motor
 Typ: AME
 Výr. č.: 025626
Majitel
 Jméno:
 Adresa:
 Datum:
 Čas měření: 10:40
Měřené parametry
Volnoběh
 otáčky ---- min⁻¹
 úhel styku ---- %
 Předstih ---- °KH
 otáčky 830 min⁻¹
 t. oleje 46 °C
 CO 0.18 % vol
 COcor ---- % vol
 HC 32 ppm vol
 CO₂ 12.9 % vol
 O₂ 0.34 % vol
 λ 1.011
Zvýšené otáčky
 otáčky ---- min⁻¹
 úhel styku ---- %
 Předstih ---- °KH
 otáčky 2470 min⁻¹
 t. oleje 62 °C
 CO 0.00 % vol
 COcor ---- % vol
 HC 18 ppm vol
 CO₂ 13.1 % vol
 O₂ 0.27 % vol
 λ 1.013
 Měřil:
Výsledek kontroly
 vizuální: OK
 emisní: OK
 CO 0.00 % vol
 COcor ---- % vol
 CO₂ 13.1 % vol
 HC 18 ppm vol
 O₂ 0.28 % vol
 λ 1.014

Obrázek 36: Protokol o měření emisí Fabia 01

Příloha č. 4:

Protokol o měření emisí BA vozidla Škoda Fabie, r.v. 2005

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

SME č. 42.05.07 TEL.: 327514515 FAX: 327514615

Protokol č. 0131 / 2009 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA Druh vozidla: osobní
Typ vozidla: FABIA 1.2I Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AWY Registrační značka:
Výrobní č. mot. 104958 Rok výroby (1.registrace):
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 54530 km Druh paliva: BA/LPG
Typ emisního systému: RIZENY
Provozovatel vozidla:
(jméno, adresa)

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



Měr. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty	
	Min. hodn.	Max. hodn.	s palivem základním	alternativ.
Otáčky	600	800	507	650
Obsah CO [%]		0.50	0.10	0.08

Měr. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty	
	Min. hodn.	Max. hodn.	s palivem základním	alternativ.
Otáčky	2400	2600	2480	2480
Obsah CO [%]		0.30	0.10	0.03
Lambda [1]	0.970	1.030	0.95-0.90	0.999

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

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBB593908
Příští měření emisí v termínu do 21.01.2011 Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl Krivohlavy, osvědčení ev.č. 4002098

Datum provedení měření emisí: 21.01.2009
Za správnost:

razi  podpis 

Obrázek 37: Protokol o měření emisí Fabia 05

Protokol o měření emisí LPG vozidla Škoda Fabie. r.v. 2005

EMISSION ANALYSER AT 501
 ATAL TÁBOR
 Výrobní číslo: 067/03
 Kalibrace dne: 25.08.2008
 Provozovatel přístroje:
Prilaha LPG
 tel. č.: *131/2009*
 čís. *0: 131/2009*

PROTOKOL

Vozidlo
 SPZ:
 Stav km:
 Značka: *V. FABIA*
 Typ:
 Proved.: *1.2.*
 Rok výroby:

Motor
 Typ: *4W4*
 Uyr. č.: *104958*

Měřené parametry


Volnoběh

otáčky	----	min ⁻¹
úhel styku	----	%
předstih	----	°KH
otáčky	750	min ⁻¹
t. oleje	47	°C
CO	0.01	% vol
COcor	----	% vol
HC	16	PPM vol
CO ₂	13.3	% vol
O ₂	0.19	% vol
λ	1.009	

Zvýšené otáčky

otáčky	----	min ⁻¹
úhel styku	----	%
předstih	----	°KH
otáčky	2900	min ⁻¹
t. oleje	57	°C
CO	0.00	% vol
COcor	----	% vol
HC	9	PPM vol
CO ₂	13.3	% vol
O ₂	0.04	% vol
λ	1.002	

Měřil:
 Výsledek:
 vizuál:
 emisní:



Obrázek 38: Protokol o měření emisí Fabia 05

Příloha č. 5:

Protokol o měření emisí BA vozidla Škoda Fabie, r.v. 2002

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

SME č. 42.05.07 TEL.: 327514515 FAX: 327514615

Protokol č. 0109 / 2009 B
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem

Značka vozidla: SKODA Druh vozidla: osobní
Typ vozidla: FABIA Kategorie vozidla: M1
Typ motoru: AOW Registrační značka:
Výrobní č. mot. 127558 Rok výroby (1.registrace): 2002
Stav poč. ujeté vzdálenosti: 166282 km Druh paliva: BA/LPG
Typ emisního systému: RIZENY
Provozovatel vozidla:
(jméno, adresa)

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

Měř. při volnoběhu	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Otáčky	700	900	830	800
Obsah CO [%]		0.50	0.02	0.00

Měř. při zvýš. ot.	Předepsané hodnoty		Naměřené hodnoty s palivem	
	Min. hodn.	Max. hodn.	základním	alternativ.
Otáčky	2850	2900	2860	2900
Obsah CO [%]		0.30	0.05	0.00
Lambda [1]	0.970	1.030	0.999	1.001

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

Vozidlo z hlediska měření emisí vyhovuje. Číslo osvědčení o ME: EBB505660
Příští měření emisí v termínu do 19.01.2011 Kontrolní nálepka byla přidělena.
Měření emisí provedl Krivohlav , osvědčení sv.č. 4002098


Datum provedení měření emisí: 19.01.2009
Za správnost:

.....
podpis

ra
LPG
MĚŘENÍ EMISÍ
LPG

Obrázek 39: Protokol o měření emisí Fabia 02

Protokol o měření emisí LPG vozidla Škoda Fabie. r.v. 2002

EMISSION ANALYSER AT 501
 ATAL TÁBOR
 Výrobní číslo: 067/03
 Kalibrace dne: 25.08.2008
 Provozovatel přístroje:
 tel. 109/2009
 čís.
PROTOKOL
Vozidlo
 SPZ: 204 948 D
 Stav km: V-FAB12
 Značka:
 Typ:
 Proved.:
 Rok výroby: 2002
Motor
 Typ: AQ K
 Výr. č.: 127558
Majitel
 Jméno:
 Adresa:
 Datum měření: 19.01.2010
 Čas měření: 12:07
Měřené parametry
Volnoběh
 otáčky ---- min⁻¹
 úhel styku ---- %
 předstih ---- °KH
 otáčky 300 min⁻¹
 t. oleje 62 °C
 CO 0.00 % vol
 COcor ---- % vol
 HC 87 ppm vol
 COz 11.1 % vol
 Oz 3.65 % vol
 λ 1.225
Zvýšené otáčky
 otáčky ---- min⁻¹
 úhel styku ---- %
 předstih ---- °KH
 otáčky 2980 min⁻¹
 t. oleje 66 °C
 CO 0.00 % vol
 COcor ---- % vol
 HC 9 ppm vol
 COz 13.4 % vol
 Oz 0.03 % vol
 λ 1.001
 Měřil:
 Výsledek koef. vizuální
 emisní: KX


Obrázek 40: Protokol o měření emisí Fabia 02

Seznam použité literatury

- [1] Matějovský, V.: Automobilová paliva. Nakladatelství Grada publishing, Praha 2005, ISBN 80-247-03-50-5.
- [2] Elišák, V. : Technicko – provozní a ekonomické zhodnocení přestavby vozidel na LPG. Pardubice. Diplomová práce, rok obhajoby 2004.
- [3] Vlk,F.: paliva a maziva motorových vozidel. Brno. Nakladatelství Vlk, 2006, ISBN 80-239-6461-5.
- [4] Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu na pozemních komunikacích.
- [5] Česká státní norma: ČSN EN 589, Praha, Nakladatelství Český normalizační institut 2001.
- [10] Vlk, F. : Alternativní pohony motorových vozidel. Brno. Nakladatelství Vlk, 2004, ISBN80-239-1602-5.
- [16] Firemní literatura H&L Propan

Elektronické dokumenty:

- [6] LPG Shop [online] [cit 2009-01-05]. Dostupné z:
<<http://lpg-shop.elpege.cz/katalog/4/nadrze-toroidni/?TM=4>>
- [7] ELPEGE [online], [cit 2009-03-05]. Dostupné z:
<<http://www.elpege.cz/lpg/lpg-prepinac-lovato-jednotka-loveco-manual.html>>
- [8] HL propan s.r.o. [online], [cit 2009-10-05]. Dostupné z:
<<http://www.hlpropan.cz/schema.htm>>

- [9] LovatoService a AutoGasMOTORS [online], [cit 2009-03-05]. Dostupné z:
<<http://www.autanaplyn.cz/systemy-lpg/>>
- [10] LovatoService & AutoGasMOTORS [online], [cit 2009-12-05]. Dostupné z
<<http://www.autanaplyn.cz/plnici-koncovky/>>
- [11] LovatoService & AutoGasMOTORS [online], [cit 2009-12-05]. Dostupné z
<<http://www.autanaplyn.cz/medene-trubky/>>
- [13] LPG Shop [online] [cit 2009-01-05]. Dostupné z:
<<http://lpg-shop.elpege.cz/katalog/3/nadrze-valcove/?TM=3>>
- [13] LPG Shop [online] [cit 2009-01-05]. Dostupné z:
<<http://lpg-shop.elpege.cz/katalog/4/nadrze-toroidni/?TM=4>>
- [14] HL propan s.r.o. [online], [cit 2009-15-05]. Dostupné z:
<<http://www.hlpropan.cz/index.htm>>
- [15] Škoda forum [online], [cit 2009-18-05]. Dostupné z:
<<http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=124>>

Seznam grafů:

Graf 1: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Favorit	- 47 -
Graf 2: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Favorit	- 47 -
Graf 3: Hodnoty lambda	- 48 -
Graf 4: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Felicie	- 49 -
Graf 5: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Felicie	- 49 -
Graf 6: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabie 01	- 50 -
Graf 7: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabie 01	- 50 -
Graf 8: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabia 05	- 51 -
Graf 9: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabia 05	- 51 -
Graf 10: Předepsané a naměřené hodnoty HC, Fabia 02	- 52 -
Graf 11: Předepsané a naměřené hodnoty CO, Fabia 02	- 52 -

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Seznam prvků soupravy HL 35.02	- 8 -
Tabulka 2: Zkapalněné ropné plyny ČSN EN 589; požadavky a zkušební metody.....	- 10 -
Tabulka 3: Údaje vozidla Škoda Favorit	- 38 -
Tabulka 4: Rozměry automobilu	- 38 -
Tabulka 5: Informace o typu soustavy.....	- 40 -
Tabulka 6: Seznam prvků soupravy	- 40 -
Tabulka 7: Aktuální ceny paliv k 14.05.2009.....	- 43 -
Tabulka 8: Udávaná spotřeba	- 43 -
Tabulka 9: Náklady na 1 km.....	- 43 -
Tabulka 10: Návratnost.....	- 43 -
Tabulka 11: Aktuální ceny paliv k 14.05.2009.....	- 44 -
Tabulka 12: Změřená spotřeba	- 44 -
Tabulka 13: Náklady na 1 km.....	- 44 -
Tabulka 14: Návratnost.....	- 44 -
Tabulka 15: Tabulka srovnání předepsaných a naměřených hodnot.....	- 53 -

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Náhled zástavby LPG.....	- 14 -
Obrázek 2: Základní princip LPG zařízení.....	- 15 -
Obrázek 3: Přípojka dálkového plnění	- 16 -
Obrázek 4: Plnicí hrdlo LPG	- 17 -
Obrázek 5: Plnicí potrubí.....	- 17 -
Obrázek 6: Válcová nádrž.....	- 18 -
Obrázek 7: Toroidní nádrž.....	- 18 -
Obrázek 8: Plynotěsná schránka.....	- 19 -
Obrázek 9: Multiventil.....	- 19 -
Obrázek 10: Provozní ventil LPG.....	- 20 -
Obrázek 11: Filtr.....	- 20 -
Obrázek 12: Reduktor.....	- 21 -
Obrázek 13: Připojení ohřívání reduktoru	- 22 -
Obrázek 14: Krokový motorek	- 23 -
Obrázek 15: Regulační šroub.....	- 23 -
Obrázek 16: Vstříkovací lišta	- 23 -
Obrázek 17: Provozní ventil	- 24 -
Obrázek 18: Princip podtlakového zřízení LPG	- 25 -
Obrázek 20: Protišlehová klapka	- 27 -
Obrázek 19: Nákres protišlehové klapky.....	- 27 -
Obrázek 21: Přepínací modul	- 27 -
Obrázek 22: Princip zařízení LPG s krokovým motorkem.....	- 28 -
Obrázek 23: Princip zařízení LPG s kontinuálním vstřikem	- 32 -
Obrázek 24: Reduktor pro kontinuální vstřik	- 33 -
Obrázek 25: Dávkovač paliva.....	- 34 -
Obrázek 26- Řídící jednotka kontinuálního vstřiku.....	- 36 -
Obrázek 27: Škoda Favorit	- 37 -
Obrázek 28: Nákres vozidla.....	- 39 -
Obrázek 29: Motorový prostor	- 39 -
Obrázek 30: Zástavba soustavy do automobilu	- 41 -
Obrázek 31: El. zapojení soustavy.....	- 42 -

Obrázek 33: Protokol o měření emisí Felicie	- 57 -
Obrázek 32: Protokol o měření emisí Favorit.....	- 56 -
Obrázek 34: Protokol o měření emisí Felicie	- 58 -
Obrázek 35: Protokol o měření emisí Fabia 01	- 59 -
Obrázek 36: Protokol o měření emisí Fabia 01	- 60 -
Obrázek 37: Protokol o měření emisí Fabia 05	- 61 -
Obrázek 38: Protokol o měření emisí Fabia 05	- 62 -
Obrázek 39: Protokol o měření emisí Fabia 02	- 63 -
Obrázek 40: Protokol o měření emisí Fabia 02	- 64 -

Seznam příloh:

Příloha č 1: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit, r.v. 1994.....	- 56 -
Příloha č 2: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Felicie, r.v. 1999	- 57 -
Příloha č 3: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Fabia, r.v. 2001	- 59 -
Příloha č 4: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit, r.v. 2005.....	- 61 -
Příloha č 5: Protokol o měření emisí vozidla Škoda Favorit, r.v. 2002.....	- 63 -