

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B 4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Diagnostika palivové soustavy s přímým
vstřikováním

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor: Petr Fau

České Budějovice, 2017

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

Jméno a příjmení: **Petr FAU**
Osobní číslo: **Z14092**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Diagnostika palivové soustavy s přímým vstřikováním**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Cíl práce:

Cílem práce je provedení diagnostiky, vyhodnocení prognóz vývoje stavu a poruch palivové soustavy a odpověď na vědecké hypotézy:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?
2. Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?

V práci se zaměřte:

1. Popsat používané diagnostické systémy pro palivové soustavy.
2. Provést konkrétní diagnostiku.
3. Porovnat zjištěné a naměřené výsledky s direktivou EU.
4. Odpovědět na vědecké hypotézy z cíle této práce.
5. Výsledky vyhodnotit.
6. Uvést závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BAUER, F., SEDLÁK P. a ŠMERDA T. (2006): Traktory. 1 vydání. Praha: nakladatelství Profi Press s.r.o., 192 s. ISBN 80-86726-15-0; **BAUMRUK, P. (1996):** Příslušenství spalovacích motorů. Praha, ČVUT, s. 61. ISBN 80-01-01103-8;
BOSCH, R. (2009): EPS 200 Manual Automotive Aftermarket- diagnostics, [překl.] Robert Bosch GmbH. 72 s.;
DEMPSEY, P. (2007): Troubleshooting and repair of diesel engines. 4th ed. Maidenhead: McGraw-Hill Professional, 390 s. ISBN 0071493719;
GSCHEIDLE, R., MICHŇA, Z., a MICHŇOVÁ, I. (2001): Příručka pro automechanika. Praha, Sobotáles, s. 280-288. ISBN 80-85920-76-X;
JAN, Z., ŽDÁRSKÝ, B. (2003). Automobily 4. 1. Vydání. Brno: Nakladatelství Avid, s.r.o., 266 s. ISBN 80-3752463-4;
VLK, F. (2003): Vozidlové spalovací motory. 1.vyd. Brno, nakladatelství a vydavatelství Prof. Ing. František Vlk, DrSc., s 117-141. ISBN 80-238-8756-4.

Firemní literatura

Omezeně internetové zdroje:

<https://scholar.google.cz/>


https://books.google.com/advanced_book_search


<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Antonín Dolan, Ph.D.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **16. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2017**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan
JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Študentská 1898, 370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. března 2016

Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, cenné rady a věcné připomínky, jichž se mi od něj dostalo.

Dále bych chtěl poděkovat panu Drahomíru Soukupovi, mistrovi odborného výcviku ze střední školy automobilní a technické v Českých Budějovicích, za zapůjčení měřicí techniky a konzultací ohledně diagnostických měření.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 20. 4. 2017

Petr Fau

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou diagnostiky palivové soustavy s přímým vstřikováním u zážehového motoru a následné prognózy vývoje stavu a poruch. Jsou zde popsány hlavní části tohoto systému, řídicí systém motoru, doprava paliva a princip činnosti. Následně se zabývá používanými diagnostickými systémy, analýzou výfukových plynů a palubní diagnostikou. Na závěr je provedena sériová a paralelní diagnostika a měření emisí diagnostickým systémem Bosch FSA 740 s vyhodnocením výsledků a následným stanovením budoucího vývoje diagnostikovaného vozidla.

Klíčová slova: palivová soustava; přímé vstřikování; zážehový motor; diagnostika; emise

Abstract

This bachelor thesis deals with the diagnostic issues of the fuel system with the direct injection at a petrol engine and also with the subsequent prognosis of the condition and disorders. In this work are described the main parts of this system: the engine control system, the fuel supply and the operation principle. The thesis then deals with the used diagnostic systems: the exhaust gas analysis and the On-board diagnostics. In conclusion the serial and the parallel diagnostics and the emission measurement with the diagnostics system Bosch FSA 740 are performed, assessing the results and then determining the future development of the diagnosed vehicle.

Keywords: fuel system; direct injection; petrol engine; diagnostics; emissions

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Palivová soustava zážehového motoru s přímým vstřikováním benzínu	11
2.1.1 Historie palivové soustavy zážehového motoru s přímým vstřikováním.....	11
2.1.2 Zážehový motor s přímým vstřikováním Volkswagen FSI.....	11
2.1.2.1 Řídicí systém.....	13
2.1.2.2 Palivový systém (doprava a vstřikování)	13
2.1.2.3 Spalovací prostor a sání	15
2.1.2.4 Princip činnosti	16
2.2 Diagnostika motorových vozidel	19
2.2.1 Automobilová diagnostika	20
2.2.1.1 Subjektivní diagnostika.....	20
2.2.1.2 Objektivní diagnostika	21
2.2.1.3 Vnitřní diagnostika.....	21
2.2.1.4 Vnější diagnostika.....	21
2.3 Používané diagnostické systémy pro palivové soustavy	22
2.3.1 Jednoduché měřicí přístroje.....	22
2.3.1.1 Zařízení pro snímání hluku	22
2.3.1.2 Zařízení pro test akumulátoru	23
2.3.2 Komplexní měřicí přístroje	23
2.3.2.1 Zařízení pro sériovou diagnostiku	23
2.3.2.2 Zařízení pro paralelní diagnostiku	24
2.3.2.3 Zařízení pro měření emisí	25
2.3.2.4 Přístroje pro diagnostiku a čištění vstřikovačů zážehových motorů.....	25
2.4 Analýza výfukových plynů zážehových motorů	26

2.4.1 Výfukové plyny	26
2.4.1.1 Složení výfukových plynů	27
2.4.2 Snižování emisí u zážehových motorů s přímým vstřikováním.....	29
2.4.3 Měření škodlivin ve výfukových plynech u zážehových motorů.....	30
2.4.4 Palubní diagnostika	31
2.4.4.1 OBD I.....	31
2.4.4.2 OBD II	31
2.4.4.3 OBD III	33
2.4.5 Emisní předpisy	34
2.4.5.1 EURO I	34
2.4.5.2 EURO II.....	35
2.4.5.3 EURO III.....	35
2.4.5.4 EURO IV	35
2.4.5.5 EURO V a VI.....	36
3. Cíle práce	38
4. Metodika	39
4.1 Metodika sériové diagnostiky palivové soustavy	41
4.2 Metodika paralelní diagnostiky palivové soustavy.....	42
4.2.1 Kontrola palivového čerpadla	45
4.2.2 Kontrola regulačního ventilu tlaku paliva	47
4.2.3 Kontrola vysokotlakého snímače tlaku paliva.....	49
4.2.4 Kontrola vysokotlakého vstřikovacího ventilu.....	51
4.2.5 Kontrola regeneračního ventilu odpařeného paliva.....	52
4.2.5.1 Kontrola aktivačního signálu regeneračního ventilu odpařeného paliva	52
4.2.5.2 Kontrola elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva	54
4.3 Metodika měření spalin	54

4.3.1 Měření spalín infraanalyzátozem.....	54
4.3.2 Měření spalín EOBD	58
5. Výsledky	68
5.1 Výsledky sériové diagnostiky.....	68
5.2 Výsledky paralelní diagnostiky	69
5.3 Výsledky měření spalín	73
6. Diskuze.....	77
6.1 Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?	77
6.2 Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?	77
6.3 Vyhodnocení výsledků a stanovení prognózy	81
7. Závěr	83
8. Seznam použité literatury.....	85
9. Seznam obrázků	88
10. Seznam tabulek	92
11. Seznam zkratek	93

1. Úvod

V současné době se stále více rozmáhající přímé vstřikování u zážehových motorů vyžaduje i následnou kontrolu pomocí diagnostického systému a měření emisí, z důvodu plnění evropských norem.

V bakalářské práci se zaměřím na palivovou soustavu s přímým vstřikováním obchodního názvu FSI (Fuel Stratified Injection) od společnosti Volkswagen, která se v současnosti využívá nejvíce. Popíši hlavní části tohoto systému, řídicí systém, dopravu paliva a princip činnosti. Následně vymezím terminologii ohledně technické diagnostiky. Vytvořím přehled používaných diagnostických systémů, jednoduchých i komplexních. V další podkapitole se budu zabývat měřením, analýzou a škodlivostí výfukových plynů. S tím úzce související palubní diagnostiku OBD (On - Board Diagnostics) a evropskou normu EHK 83, spíše známou jako normy EURO, popíši v následujících podkapitolách.

V další části vypracuji metodiku sériové a paralelní diagnostiky a měření emisí dvěma způsoby, jež bude doprovázena obrázky k upřesnění jednotlivých postupů. Celý proces diagnostiky bude probíhat na motorovém vozidle značky Škoda typového označení Roomster se zážehovým motorem s přímým vstřikováním TSI o objemu 1197 cm³. Jako diagnostický systém bude použit Bosch FSA 740.

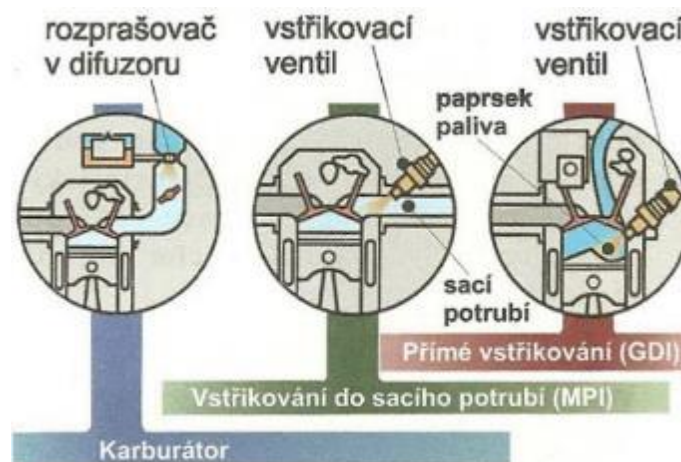
V poslední části porovnáám naměřené výsledky s předepsanými hodnotami výrobce, odpovím na vědecké hypotézy, které jsou určeny cílem práce a uvedu závěry pro praxi.

2. Literární přehled

2.1 Palivová soustava zážehového motoru s přímým vstřikováním benzínu

2.1.1 Historie palivové soustavy zážehového motoru s přímým vstřikováním

Základní parametry jsou ovlivňovány hlavně vytvářením zápalné směsi a procesem spalování. Vývoj šel kupředu cestou od karburátorů k nepřímému vícebodovému vstřikování benzínu (MPI) do sacího potrubí, který se dostal do popředí v osmdesátých letech minulého století. Vývoj je možno vidět na obrázku č. 1.



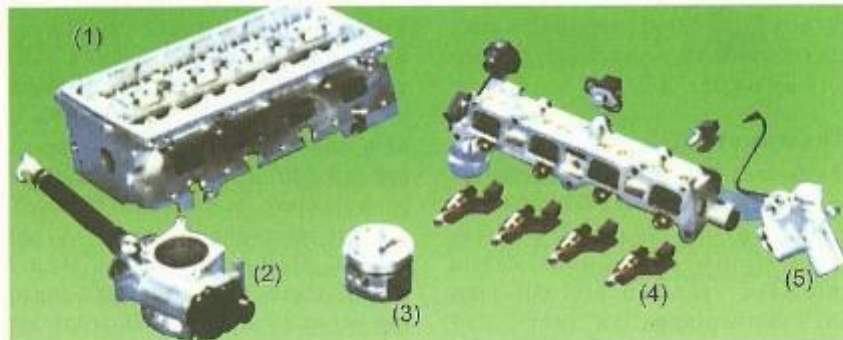
Obrázek č. 1 - Základní způsoby přípravy směsi u zážehového motoru, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

Poslední dobou se stále větší měrou prosazuje přímé vstřikování benzínu do válců zážehového motoru. Prvotní experimenty s přímým vstřikováním benzínu se začaly uskutečňovat koncem třicátých let, do sériové výroby se přímé vstřikování dostalo v roce 1937, kdy sloužilo pro přípravu směsi u vysoce výkonných leteckých motorů. U automobilů byl poprvé použit u Mercedes – Benz 300 SL, následovaný dvoudobým Goliathem GP 300E (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.1.2 Zážehový motor s přímým vstřikováním Volkswagen FSI

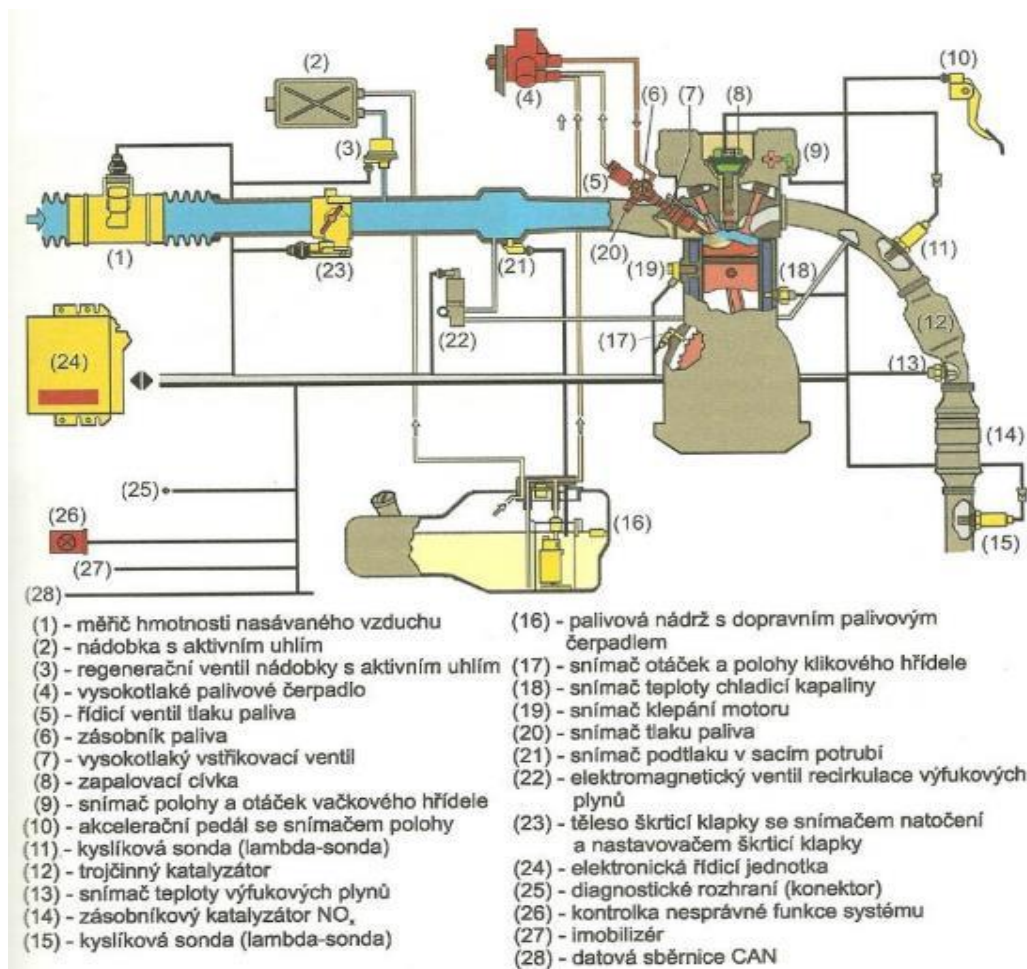
Vlastní zážehový motor s přímým vstřikováním benzínu firma Volkswagen představila v roce 1999 pod označením FSI (Fuel Stratified Injection), typové řady EA111, které lze významově přeložit jako „vstřikování s vrstvením paliva“. Na obrázku č. 2 lze vidět hlavní části tohoto motoru. Jako systém řízení motoru včetně vstřikovacího zařízení se zde užívá Motronic MED 7, který vyvinula a vyrábí firma Bosch. Na schématickém zobrazení tohoto systému (obrázek č. 3) jsou žlutou barvou

vyznačeny prvky, které bylo možno převzít z běžného výrobního programu, zatímco červené prvky byly speciálně vyvinuty pro tento moderní typ přípravy směsi zážehových motorů (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).



- | | |
|-----------------------------|---|
| (1) - hlava válců | (4) - příruba mezi hlavou válců a sacím potrubím s integrovanými vstřikovacími ventily, zásobníkem paliva common-rail a klapkami Tumble |
| (2) - těleso škrťací klapky | |
| (3) - píst | (5) - vysokotlaké palivové čerpadlo |

Obrázek č. 2 – Hlavní části motoru VW FSI, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)



Obrázek č. 3 - Systém přímého vstřikování benzínu Bosch Motronic MED 7 (M FSI), zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

2.1.2.1 Řídicí systém

Systém řízení motoru Bosch Motronic MED 7 je první soustava přímého vstřikování benzínu s elektronickou regulací v závislosti na točivém momentu motoru. Na vstřikovací systém jsou kladeny velice vysoké požadavky, kvůli velikému počtu proměnných řídicích veličin ve všech provozních podmínkách. Mezi tyto požadavky patří zejména:

- a) velmi precizní odměření potřebného množství paliva,
- b) určení přesného okamžiku vstřiku,
- c) vyvinutí potřebného vstřikovacího tlaku paliva,
- d) dopravování paliva přesně a přímo do spalovacího prostoru motoru.

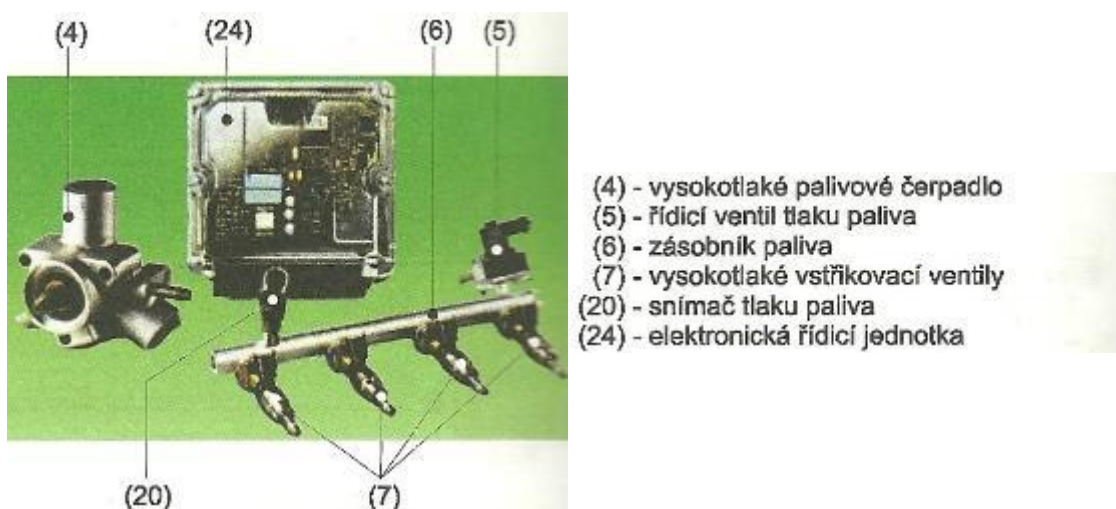
Kromě výše uvedeného řídicí systém musí koordinovat různé nároky na krouticí moment motoru, a to tak, aby potřebné řídicí zásahy v motoru byly co nejrychleji učiněny. Nejpodstatnější požadavek na krouticí moment počíná sešlápnutím akceleračního pedálu řidičem, jehož poloha je řídicí jednotkou vyhodnocena jako požadavek na určitý krouticí moment motoru. Další požadavky na velikost krouticího momentu mohou být přijímány z regulace prokluzu kol, systému řízení převodovky či regulace dynamiky jízdní stability.

Volně nastavitelná hmotnost nasávaného vzduchu, pro který je použit přesný měřič s vyhřívaným filmem, je elektronicky řízená škrticí klapkou. V měřiči je taktéž umístěn i snímač teploty nasávaného vzduchu. Před a za katalyzátory jsou umístěny kyslíkové sondy, které zabezpečují kontrolu složení směsi. Tyto sondy zde slouží k regulaci dávkování paliva při provozu se stejnorodou směsí (homogenní), k provozu s velmi chudou vrstvenou směsí a k přesnému řízení regenerace zásobníkového katalyzátoru NO_x (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.1.2.2 Palivový systém (doprava a vstřikování)

Hlavními požadavky, které jsou kladeny na vstřikovací systém, jsou volná volba okamžiku vstřiku a proměnný systémový tlak paliva. Dané požadavky lze nejlépe splnit použitím systému vstřikování se zásobníkem paliva, tzv. „common-rail“. V tomto systému se nachází elektromagneticky ovládaný vstřikovací ventil, který nabízí možnost vstřikovat palivo nashromážděné pod určitým tlakem

v zásobníku přímo do spalovacího prostoru. Na obrázku č. 4 jsou základní části systému Bosch Motronic MED 7.



Obrázek č. 4 - Nejdůležitější části systému Bosch Motronic MED 7 s přímým vstříkáváním benzínu, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

Nízkotlaký okruh

Převážná část nízkotlakého okruhu je umístěna v palivové nádrži. Jedná se o elektrické palivové čerpadlo a mechanický regulátor tlaku paliva, s jehož pomocí je palivo pod tlakem 0,35 MPa dopravováno do pístového vysokotlakého čerpadla.

Vysokotlaký okruh

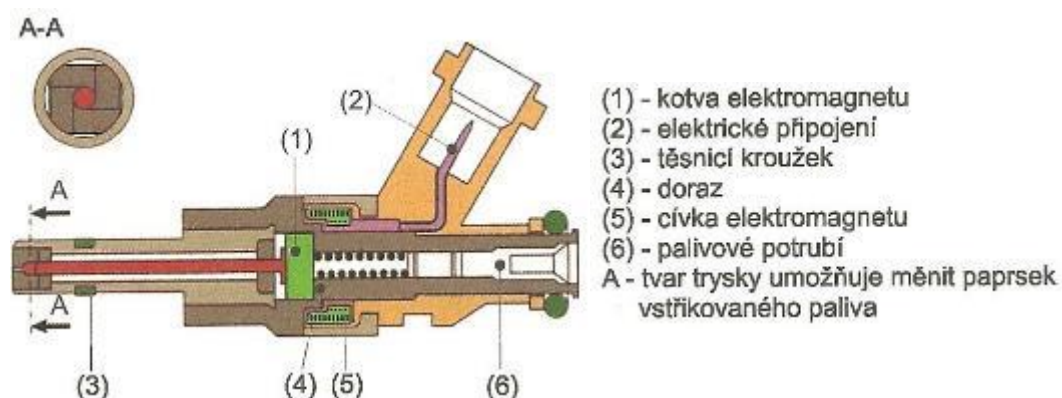
Hlavní částí vysokotlakého okruhu je pístové vysokotlaké palivové čerpadlo, které je poháněno vačkovou hřídelí sacích ventilů. Čerpadlo má několik úkolů, jimiž jsou:

- zvýšit tlak paliva, které je dopravováno elektrickým čerpadlem z nízkotlaké části o tlaku 0,35 MPa, až na tlak 12 MPa,
- zajistit, aby tlak v zásobníku co nejméně kolísal,
- zabránit smíchání paliva s motorovým olejem.

Druhou, neméně důležitou částí, je zásobník paliva, který musí být velice pružný, aby tlumil pulzace způsobené činností vstříkovacích ventilů a vlastní pulzace proudu paliva. Z druhé strany musí být tuhý, aby se tlak paliva mohl dostatečně rychle přizpůsobit požadavkům motoru. Tlak paliva, který je v zásobníku, je kontrolován snímačem tlaku paliva, kde je jako čidlo použita nerezová kovová membrána, na kterou jsou nanášeny měřicí rezistory technikou tenké vrstvy.

Systémový tlak paliva v celém provozním rozsahu motoru je nastavovaný řídicím ventilem tlaku paliva, a to tak, aby odpovídal předepsaným hodnotám v třírozměrném datovém poli. Hodnota daného tlaku závisí na provozním stavu a pohybuje se v rozmezí 5 – 12 MPa. Nadbytečné množství paliva není vedeno zpět do nádrže, nýbrž na sací stranu vysokotlakého čerpadla, čímž se zamezí ohřívání paliva v zásobníku. Toto má na svědomí právě tlakový řídicí ventil, který určuje právě tlak nadbytečného množství paliva, který je závislý na stavu zatížení.

Elektromagneticky ovládané vysokotlaké vstřikovací ventily jsou připojeny přímo na zásobník paliva. Řídicím napěťovým signálem, který je přiváděn do cívky elektromagnetu, je určován počátek vstřiku i doba otevření vstřikovacího ventilu. Na obrázku č. 5 je řez vysokotlakým vstřikovacím ventilem. Měnit paprsek vstřikovaného paliva je umožněno tvarem trysky (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).



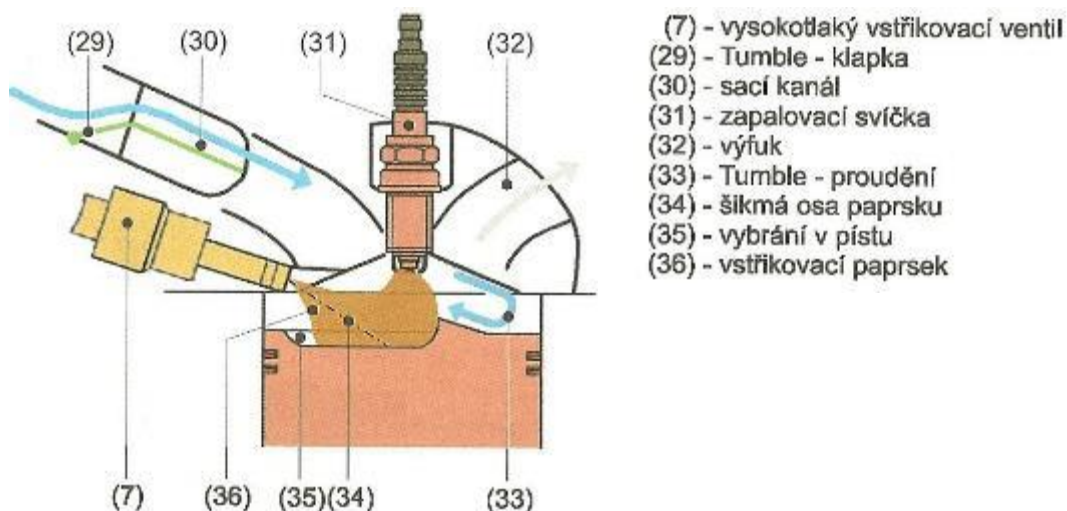
Obrázek č. 5 - Vysokotlaký vstřikovací ventil Bosch Motronic MED 7 (řez), zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

2.1.2.3 Spalovací prostor a sání

Umístění zapalovací svíčky ve spalovacím prostoru je mezi ventily, u vysokotlakého vstřikovacího ventilu pak po straně pod sacími kanály.

Při částečném zatížení motoru se pracuje s velkým přebytkem vzduchu a vrstveným plněním. Toto je tvořeno nově vyvinutým systémem Tumble, nikoliv svislým sacím kanálem. Tzv. Tumble – klapka znamená zdvojený sací kanál s „vířivou“ klapkou. Uzavřená klapka umožňuje proudění vzduchu jen v horní části sacího kanálu. Tím ve spalovacím prostoru dojde k intenzivnímu válcovitému víru. Při provozu se stejnorodou směsí (při plném zatížení) je Tumble – klapka otevřena

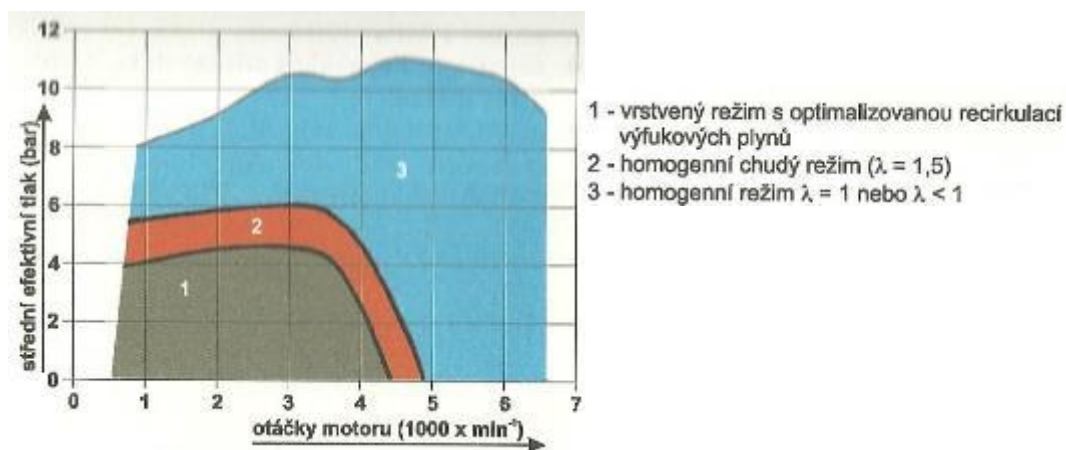
a k dispozici je sací kanál s plným průtočným průřezem. Princip plnění je vidět na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6 - Princip plnění a spalování u motoru VW FSI (provozní režim s vrstvenou směsí), zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

2.1.2.4 Princip činnosti

Tento motor pracuje se dvěma způsoby provozu, a to s vrstvenou zápalnou směsí v úporném režimu a se stejnorodou směsí ve výkonovém režimu. Základní provozní oblasti jsou znázorněny na obrázku č. 7.



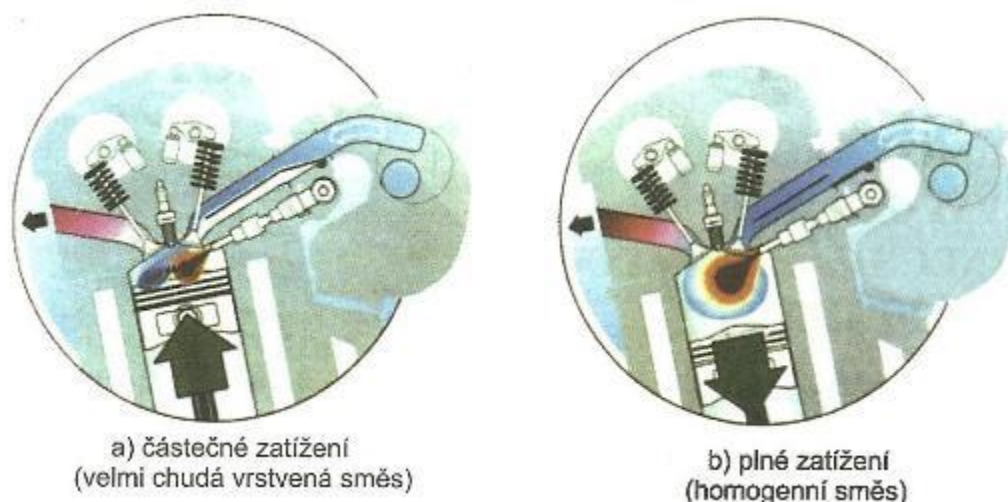
Obrázek č. 7 - Základní provozní oblasti motoru VW FSI s přímým vstřikováním benzínu, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

Částečné zatížení (úsporný režim)

Při částečném zatížení motoru či při volnoběhu se spalovací motor plní tzv. vrstvenou směsí, to lze vidět na obrázku č. 8a. Palivo se vstřikuje v poslední třetině kompresního zdvihu tak, že se směs, která je schopna zapálení, tvoří jen v přímé blízkosti zapalovací svíčky. Z tohoto místa se čelo plamene šíří do prostoru, který je

naplněný chudou směsí. Aby se správně vytvořila vrstvená směs, je podmínkou velmi přesně určený tvar spalovacího prostoru. Směs se vrstvou vzduchu a zbytku spálených plynů izoluje od stěn spalovacího prostoru, čímž se snižují ztráty teplem a zvyšuje se termodynamická účinnost.

Protože systém řízení reguluje krouticí moment motoru množstvím vstřikovaného benzínu (kvalitativně jako u vznětových motorů), zůstává při částečném zatížení nebo při volnoběhu plně otevřená škrticí klapka, takže nedochází ke ztrátám škrcením nasávaného vzduchu.



Obrázek č. 8a, 8b - Dva základní provozní režimy motoru VW FSI, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

Plné zatížení (vysoký výkon)

Při plném zatížení se vyžaduje plný výkon, a tedy i vysoký krouticí moment. Proto se benzin vstřikuje při sacím zdvihu tak, že se ve válci vytvoří stejnorodá směs paliva se vzduchem ve stechiometrickém poměru 14,7 : 1 (vzdušný součinitel $\lambda=1$). Toto lze pozorovat na obrázku č. 8b. Účinnost motoru se zlepšuje tím, že se přímo vstřikovaná směs do válce ochladí a zároveň vysokým kompresním poměrem 12 : 1.

V tomto režimu je krouticí moment regulován množstvím nasávané směsi (kvantitativně), tedy škrcením průtoku nasávaného vzduchu škrticí kapkou (jako u běžných zážehových motorů). Krouticí moment motoru zde odpovídá poloze akceleračního pedálu a je nastaven pomocí elektronicky řízené škrticí klapky, tzv. E-GAS (z německého Elektronisches GAS pedal).

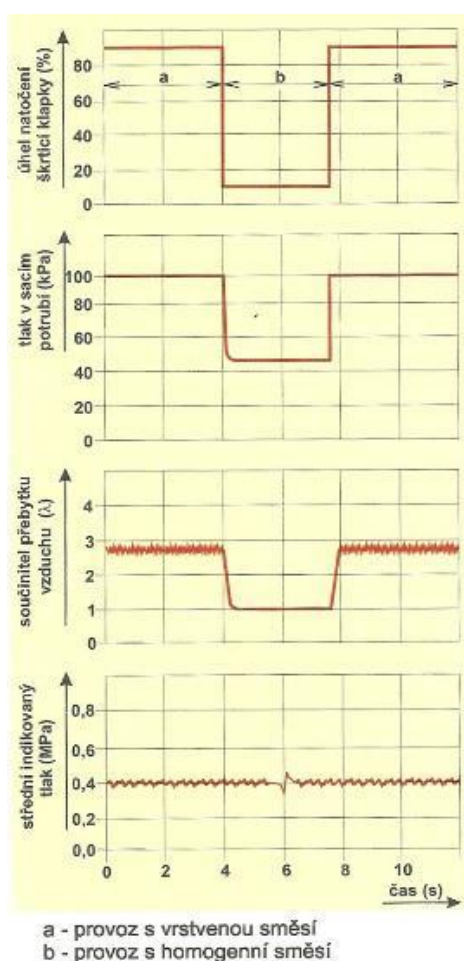
Změna oblasti zatížení (přechodový režim)

System řízení motoru musí splnit dva základní požadavky, aby byl umožněn plynulý přechod v obou výše popsaných režimech. Jedná se o:

- měnitelný okamžik vstřiku paliva v závislosti na zatížení, a to mezi „pozdějším“ okamžikem vstřiku během kompresního zdvihu a „dřívějším“ okamžikem vstřiku paliva během sacího zdvihu,
- nastavení hmotnosti nasávaného vzduchu musí být odděleno od polohy akceleračního pedálu tak, aby byl při částečném zatížení umožněn provoz bez škrcení a při plném zatížení provoz s řízeným škrcením.

Pro plynulý přechod mezi oběma režimy, aby byl krouticí moment motoru dodávaný do převodovky konstantní, je rozhodující nastavení množství paliva, úhlu předstihu zážehu a hmotnosti nasávaného vzduchu.

Před „přepnutím“ režimu musí být škrticí klapka uzavřena, jak je znázorněno na obrázku č. 9.



Obrázek č. 9 - Postup při přechodu mezi provozem motoru s vrstvenou a stejnorodou směsí, zdroj: JAN, ŽDÁNSKÝ (2013)

Hodnota vzdušného součinitele λ klesá spolu s klesajícím tlakem v sacím potrubí. Při „přepnutí“ jsou dvě mezní hodnoty vzdušného součinitele λ rozhodující, a to:

- a) aby bylo zabráněno tvorbě pevných částic, tj. sazí, musí být spodní hranice λ na hodnotě 1,5 při provozu s vrstvenou směsí,
- b) horní hranice zhruba $\lambda=1,3$ v provozu se stejnorodou směsí kvůli omezené schopnosti běhu motoru s chudou směsí.

Z toho důvodu je při „přepnutí“ potlačen tzv. zakázaný rozsah $1,3 < \lambda < 1,5$. Tohoto stavu se dosáhne zvýšením množství vstřikovaného paliva v bodě „přepnutí“. Krátkodobým zmenšením úhlu předstihu zážehu se zmenší krouticí moment, aby nedošlo ke „skoku“ krouticího momentu.

Předností soustavy Motronic MED 7 je, že mezi těmito režimy zvládá velmi rychlé přechody, čímž lze dosáhnout mnohem častěji jízdy na úsporný režim se spalováním chudé směsi (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.2 Diagnostika motorových vozidel

Technická diagnostika obecně je nauka, která sleduje stav technického zařízení a zároveň se věnuje i principům a metodám technických prostředků. To umožní provádět zkoumání na objektu, který je podroben diagnostickému procesu. Jsou dva základní předpoklady, ze kterých technická diagnostika vychází. Jedná se o:

- a) proces diagnostiky je bezdemontážní,
- b) u technické diagnostiky nedochází k poškození objektu, je nedestruktivní.

Diagnostika neřeší jen aktuální stav sledovaného objektu, ale i jeho budoucí vývoj a minulost. Tyto úlohy dle času se označují jako diagnóza (současný stav), prognóza (předvídání budoucího stavu) a geneze (určení příčin poruchy v minulosti).

Diagnóza

Diagnóza je rozdělena do dvou částí, a to:

- a) Detekce poruchy, při které je identifikována porucha objektu. Výsledkem detekce musí být závěr z pohledu použitelnosti:
 - a. bezporuchový,
 - b. poruchový,

příčemž je vlastní stav hodnocen jako bezvadný, provozuschopný či poruchový stav.

- b) Lokalizace poruchy, která určuje místo poruchy, kde vznikla. Aby byla lokalizace provedena správně, je závislá na možnostech technických prostředků, vyhodnocení člověka či použitých metodách a patří mezi nejsložitější úkoly diagnostiky motorových vozidel.

Prognóza

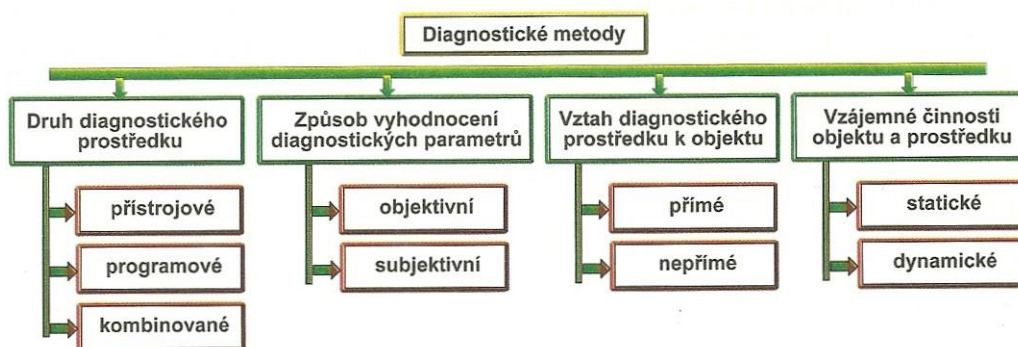
Prognóza je zaměřena na určování budoucího vývoje stavu. Předvídání budoucího stavu nelze stanovit technickými prostředky. Jedinou možností je statistické zkoumání a vyhodnocování pravděpodobnosti bezporuchových stavů stejných objektů na určitém počtu vzorků.

Geneze

Analyzuje příčinu poruchy a zjišťuje, z jakého důvodu se předčasně zhoršuje technický stav objektu (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2010).

2.2.1 Automobilová diagnostika

Souborem technických zařízení a postupů či metod pro analýzu a vyhodnocení jsou diagnostické prostředky, které musí umožnit kontrolu a vyhodnocení výsledků, na jejichž základě je sestavena diagnóza. Rozdělení metod lze vidět na obrázku č. 10 (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2010).



Obrázek č. 10 - Rozdělení diagnostických metod, zdroj: ČUPER, ŠTĚRBA (2010)

2.2.1.1 Subjektivní diagnostika

Jednoduché metody, které jsou založeny na pozorování projevů a na subjektivním vyhodnocení těchto projevů jsou spjaty s historickým vývojem technické diagnostiky. Mezi tyto subjektivní metody patří především smysly člověka, jako čich,

zrak či sluch. Nejsou zde potřeba žádné přístroje či měřidla, a proto se jedná o nejjednodušší způsob kontroly, která závisí především na odborných nabytých zkušenostech jedince, ačkoliv výsledky mohou být značně ovlivněny mnoha faktory, a proto mohou být nepřesné.

Subjektivní metody slouží zejména jako souhrnné diagnostické metody, které dávají v případě potřeby popud k důkladnější objektivní kontrole (PEJŠA, 1995).

2.2.1.2 Objektivní diagnostika

Objektivní kontrola se na rozdíl od subjektivní provádí použitím vhodného přístroje, kterým se měří přesná součást. Zjištěné hodnoty, např. z motortesteru, se dají zaznamenat a následně porovnat s předepsanými hodnotami. Výsledky měření jsou přesnější nežli u subjektivní metody, ačkoliv mohou být ovlivněny například nedodržením předepsaných postupů či chybou měření (VLK, 2001).

2.2.1.3 Vnitřní diagnostika

Vnitřní (sériová) diagnostika je spojení s řídicí jednotkou pomocí zařízení k tomu určených, která umožňují čtení chybových hlášení datovými proudy, diagnózu sledováním hodnot měřených a zprostředkovaných samotnou řídicí jednotkou či programování samotné řídicí jednotky (např. základní nastavení apod.), (VLK, 2001).

2.2.1.4 Vnější diagnostika

Vnější (paralelní) diagnostika zahrnuje kompletní test motoru, který je prováděn pomocí externě připojených snímačů (VLK, 2001).

K měření se využívají elektrické univerzální měřicí přístroje a servisní osciloskopy, přičemž měřicí přístroje jsou obvykle vybaveny pro měření proudu, napětí a odporu. Měřením těchto veličin lze snadno diagnostikovat např. přechodový odpor na vadném spoji. V případech, které jsou složitější se využívá měření osciloskopem, tato metoda je však náročná na zkušenost obsluhy, tzn. musí umět obsluhovat přístroj a diagnostikovat stav. Vyhodnocování se provádí čtením křivek na základě znalostí fyzikálních zákonů či porovnáváním křivek s průběhem standardním (REMEK, 2002).

2.3 Používané diagnostické systémy pro palivové soustavy

Diagnostikováním je nazýván proces detekce nebo lokalizace poruch, jehož výsledkem je diagnóza. Tento proces je prováděn s použitím diagnostických a technických prostředků. Zařízení, které je diagnostikováno, společně s těmito prostředky tvoří diagnostický systém. Prostřednictvím diagnostické aparatury se v něm realizuje diagnostický algoritmus. Diagnostický systém jako pojem v sobě tedy zahrnuje diagnostické prostředky a diagnostikovaný objekt (<http://www.umel.feec.vutbr.cz/bdts/index.php/multimedialni-ucebnice-menu/diagnosticky-system> „staženo dne: 6. 2. 2017“)

Stále častěji se klade požadavek na diagnostické systémy, aby automaticky určovaly diagnózu, případně automatické odvozování prognózy či geneze vady nebo poruchy. Zejména jde o snahy:

- a) činnosti, které dosud prováděl člověk, tak automatizovat,
- b) vyloučit subjektivní faktory, kvůli lidskému hodnocení,
- c) kompenzovat omezenou schopnost zpracování složitých dat lidmi,
- d) konstruovat systémy, které dosahují nedostupné aplikační možnosti (KREIDL, ŠMÍD, 2006).

2.3.1 Jednoduché měřicí přístroje

2.3.1.1 Zařízení pro snímání hluku

Zvuk ve frekvenčním pásmu od 20 Hz do 20 kHz je označován jako hluk. Části strojů, které se pohybují, budí vibrace jejich povrchu a formou hluku dochází k přenosu energie ze stroje do okolního prostředí. Hluk je bezdotyková měřitelná diagnostická veličina, kterou lze využívat jako zdroj informace o technickém stavu, ve kterém se dané zařízení nachází. Nevýhodou této metody jsou parazitní odrazy a interference v uzavřených prostorech.

V akustice je měřenou veličinou akustický tlak a hladina akustického tlaku. Pro měření těchto veličin se používá tzv. zvukoměr či hlukoměr, jejichž základ tvoří mikrofón (KREIDL, ŠMÍD, 2006).

Jako příklad zvukoměru zde uvádím produkt od firmy UNI-TREND s označením UT351.

Tento přístroj s podsvíceným displejem má rozsah 30 – 130 dB s přesností $\pm 1,5$ dB s možností přepínání rozsahů. Může měřit ve dvou časových zatíženích, buďto rychlé (125 ms) nebo pomalé (1 s). Má dva analogové výstupy AC a DC, které se liší v rozsahu a výstupní impedanci. Je napájen čtyřmi 1,5 V bateriemi typu AA a jeho hmotnost činí 330 g. Jeho rozměry jsou celkem malé a to 273 x 70 x 39 mm (<http://www.uni-t.cz/p/hlukomer-uni-t-ut351> „staženo dne: 5. 2. 2017“).

2.3.1.2 Zařízení pro test akumulátoru

BAT 121

Tento tester akumulátoru od firmy Bosch je určen pro rychlou diagnostiku akumulátoru s napětím 12 V. Tester je vybaven osmiřádkovým LCD displejem s podsvícením, vícejazyčným menu a vlastní tiskárnou. Napájení je zajištěno z testovaného akumulátoru a zároveň je zařízení chráněno proti přepólování a přepětí (<http://www.bosch.co.za/content/language1/html/5016.htm>, „staženo dne: 16. 2. 2017“).

2.3.2 Komplexní měřicí přístroje

2.3.2.1 Zařízení pro sériovou diagnostiku

Bosch KTS 570

Bosch KTS 570 je ze série, která nahrazuje předchozí skenery KTS 520/550. Jedná se o profesionální hardware a software, který je určen pro multiznačkovou sériovou diagnostiku osobních a užitkových automobilů. Tato diagnostika dokáže nejlépe diagnostikovat ty značky, které používají výrobky od firmy Bosch.

Nejlepší kombinaci tvoří s profesionálním programem od firmy Bosch, a to „ESI[tronic]“, který je rozdělen do tematických sektorů, které obsluze mohou pomoci s diagnostikovaním (<http://scan-professional.com/Bosch.html> „staženo dne: 4. 2. 2017“).

Atal Multi-Diag

Tento přístroj je multiznačkovým diagnostickým systémem a je určen pro diagnostiku elektronických řídicích jednotek vozidel. Obsahuje komunikační rozhraní pro komunikaci s vozidlem, která je spolu s obsaženým softwarem nezbytná, komunikační kabel OBD a Bluetooth adaptér, který je připojitelný do konektoru počítače, avšak který není součástí sestavy. Je určen pro vozidla, která jsou vybavena

diagnostickým konektorem typu OBD a může být rozšířen o osciloskop pod obchodním názvem „Multi-Diag Scope“ (https://www.atal.cz/page.php?m_ssekce=9&article=176&lang=cz „staženo dne: 5. 2. 2017“).

2.3.2.2 Zařízení pro paralelní diagnostiku

Bosch FSA 740

Tento motortester od firmy Bosch je kompletním řešením diagnostiky. Obsahuje všechny potřebné komponenty, které jsou soustředěny v přístrojovém vozíku. Je vybaven počítačem se všemi potřebnými periferiemi, jako je např. tiskárna, myš či klávesnice. Dále je vybaven i modulem KTS 540 pro komunikaci s řídicí jednotkou.

Tento motortester umožňuje efektivně diagnostikovat 40 typů elektrických a elektronických komponent, přičemž měřicí technika a zobrazení jsou automaticky nastaveny na testovaný komponent. Bez demontáže lze pomocí generátoru signálu zjistit, zda je vadný snímač, konektory, přívodní kabely či řídicí jednotka, testování sběrnici CAN. Motortester disponuje i univerzálním dvoukanálovým paměťovým osciloskopem s vzorkovací rychlostí padesát milionů vzorků za sekundu s možností ukládání do paměti a přesným vyhodnocením průběhů signálů. Samotný motortester lze rozšířit o modul analyzátoru výfukových plynů a opacimetr (<http://www.vybavenitrost.cz/analyza-systemu-vozidel/fsa-740-s-kts-540/> „staženo dne: 6. 2. 2017“).

Atal Motortester AT 550

„Multi-diag Motortester“ je diagnostický systém pro paralelní diagnostiku od francouzské firmy Actia, jejíž zastoupení je i zde v České republice, a to v Táboře.

Tento motortester se připojuje k modulu „Multi-Diag Scope“, tedy k osciloskopu, čímž vznikne specializovaný měřicí přístroj, který je určen k vestavbě do ramene vozíku. Ten umožňuje měření veškerých podstatných veličin a jejich grafické znázornění, a to například vysoké napětí na zapalovacích svíčkách, napětí na primární straně zapalování, časový průběh řízení vstřikovače atp. Širokým rozsahem snímačů a dalšího příslušenství umožňuje celkovou diagnostiku zážehových i vznětových motorů (http://atal.cz/page.php?m_ssekce=11&lang=cz „staženo dne: 6. 2. 2017“).

2.3.2.3 Zařízení pro měření emisí

Atal analyzátor 505

Modul analyzátoru „AT505“ je čtyř až pěti složkový analyzátor výfukových plynů řízený počítačem, který je schválen společností Dekra, pro používání na stanicích technické kontroly. Je určen pro obsluhu a prohlídku zážehových motorů. Data pro zpracování, která analyzátor vytváří, jsou pomocí konektoru RS232 (může být volitelně vybaven převodníkem z konektoru RS232 na konektor USB) přenášena do počítače, kde se ukládají a tisknou. Modul tohoto analyzátoru je také součástí modulárního systému „Multi-Diag“.

Sestava tohoto analyzátoru obsahuje samotný modul „AT505“, odběrovou sondu, která se skládá z hadice a kovové koncovky, komunikační kabel, napájecí zdroj s kabelem a program „AT505“ (http://atal.cz/page.php?m_ssekce=12&lang=cz „staženo dne: 7. 2. 2017“).

Brain Bee AGS 200

Jedná se o analyzátor výfukových plynů založený na infračervených paprscích od italské firmy Brain Bee. Tento analyzátor, který se připojuje k počítači, je velice malý a napájen pouze 12 V, a proto se hodí jako přenosné zařízení, je-li třeba. Pokud je na počítači nainstalován program „OMNIBUS 800 Brain Bee“, tak to přináší spoustu výhod, které mohou obsluhu pomoci s měřením výfukových plynů (<http://www.brainbee.it/Prodotto+AGS-200.php> „staženo dne: 8. 2. 2017“).

Pomocí tohoto infraanalyzátoru výfukových plynů pro zážehové motory lze měřit CO, CO₂, HC, O₂, součinitel lambda, otáčky a teplotu motoru a test lambda sond a katalyzátoru. I tento analyzátor je schválen společností Dekra pro užívání ve stanicích technické kontroly (<http://www.technology-garage.cz/infraanalyzator-brain-bee-ags-200-sestava-02> „staženo dne: 8. 2. 2017“).

2.3.2.4 Přístroje pro diagnostiku a čištění vstřikovačů zážehových motorů

Pro diagnostiku a čištění vstřikovačů se využívá například přístroje FY-6C. Tento mikroprocesorový přístroj je vhodný pro diagnostiku, statické i dynamické zkoušení a čištění vstřikovačů či vstřikovacích ventilů zážehových motorů, a to i vysoce výkonných GDI vstřikovačů. Separátní ultrazvuková čistička umožňuje testování až šesti vstřikovačů zároveň. Přístroj disponuje přehledným ovládacím

panelem a kontrolním LCD displejem. Je zde šest průhledných kalibrovaných odměrných válců s podsvícením pro zachycení rozstříknutého paliva, stroboskopickou funkcí a upevňovací lištu pro vstřikovače.

Při testování lze například zjistit stav vstřikovačů či ventilů, vyhodnotit úhel a kvalitu rozstříku paliva, zjistit vstřikované množství u jednotlivých vstřikovačů, vyhodnotit jejich netěsnosti a simulovat různé provozní režimy motoru.

Přístroj je napájen z klasické zástrčky o napětí 230 V a dokáže pracovat v teplotách od 10 °C do 40 °C. Systémový tlak je možné regulovat v rozpětí 0 – 750 kPa s dobou vstřikovacího cyklu 0 – 10 minut (<https://www.univer.cz/pristroj-pro-diagnostiku-a-cisteni-vstrikovaciu-zazehovych-motoru-fy-6c-id3304> „staženo dne: 5. 2. 2017“).

2.4 Analýza výfukových plynů zážehových motorů

V posledním desetiletí se snaha omezovat nepříznivé účinky motorových vozidel na životní prostředí stala součástí základních požadavků na vývoj nových typů automobilů. Tyto požadavky jsou formulovány předpisy či normami, a to většinou s mezinárodní platností. Tyto normy či předpisy omezují nejen vlastní produkci škodlivin při provozu motorového vozidla, ale už i ve výrobním procesu a v poslední době se dokonce stanovují pravidla, která jsou nutná pro ekologickou likvidaci starých vozidel (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.4.1 Výfukové plyny

Názvem „výfukové plyny“ se označují všechny produkty spalování, které vytvoří zápalná směs ve spalovacích motorech.

Emise škodlivin

To jsou podíly kapalných, plynných a pevných složek, které jsou obsaženy ve výfukových plynech, u nichž je prokázán nebo předpokládán škodlivý účinek.

Plynné emise škodlivin

Jedná se o složky obsažené ve výfukových plynech, které jsou v plynné formě, zejména tyto:

- a) oxid uhelnatý CO,
- b) uhlovodíky HC,

c) oxidy dusíku NO_x .

Škodlivé částice

Jsou to všechny kapalné a pevné části, které se zachycují na přesně určeném filtru. To se děje po zředění výfukových plynů ze spalovacího motoru filtrovaným vzduchem tak, aby teplota nepřesáhla $52\text{ }^\circ\text{C}$.

Níže popsané látky tvoří základní podíly škodlivých částic:

- a) saze (činní asi 50 %),
- b) palivo (5 – 10 %),
- c) olej (10 – 20 %),
- d) H_2SO_4 (kyselina sírová) + ostatní složky (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.4.1.1 Složení výfukových plynů

Ve výfukových plynech se vyskytuje různé množství látek (několik desítek až stovek). Obsah těchto látek je rozdílný. Může zde být několika procentní zastoupení některého z prvků, ale i pouhé stopové množství jiných prvků. Avšak základních složek, které tvoří výfukové plyny, je jen několik.

Dusík N_2

Ve výfukových plynech se dusík vyskytuje běžně, a to z nasávaného vzduchu. Samotný dusík jako takový není zdraví škodlivý.

Oxid uhličitý CO_2

Tento plyn vzniká oxidací uhlíku, který je obsažen v palivu, prostřednictvím kyslíku z nasávaného vzduchu.

Naměřená hodnota tohoto plynu určuje nejen kvalitu spalování, ale i například těsnost výfukového potrubí. Čím více je hodnota CO_2 přiblížena maximu, tím je spalování dokonalejší a podíl oxidu uhelnatého (CO) a uhlovodíků (HC) je nižší. Pokud je hodnota CO_2 nízká a obsahy CO a HC také, může být spalování v pořádku, ale výfukový systém je netěsný nebo děravý, tím pádem jsou výfukové plyny ředěny vzduchem.

Kyslík O₂

Kyslík ve výfukových plynech pochází ze vzduchu nasávaného motorem. Ve větší míře se kyslík vyskytuje ve výfukových plynech tehdy, jedná-li se o spalování chudé směsi, kde je přebytek vzduchu, tedy je-li vzdušný součinitel lambda větší než 1.

Oxidy dusíku NO_x

Oxidy dusíku se nazývá směs oxidu dusičitého (NO₂) a oxidu dusnatého (NO). Ve spalovacím motoru se tvoří z 90 % NO, který oxiduje na NO₂. Oxid dusičitý dále s vodou tvoří kyselinu dusičnou (HNO₃). Tyto oxidy dusíku se spolu s uhlovodíky (HC) podílí na tvorbě smogu.

Oxid uhelnatý CO

Tento plyn vzniká, pokud se spaluje bohatá směs (lambda menší než 1). Kvůli nedostatku kyslíku dochází k nedokonalému spalování uhlíku, právě na oxid uhelnatý. Právě CO je významná složka výfukových plynů, která značně vypovídá o složení zápalné směsi (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

Uhlovodíky HC

Hodnota HC stoupá v oblasti bohaté směsi s klesající hodnotou lambda, ale oproti CO s rostoucí hodnotou lambda se zvyšuje obsah uhlovodíku vlivem nedokonalého spalování.

Výrazným zvýšením této hodnoty je způsobeno především vlivem vynechávání zapalování. Významným vlivem na tuto hodnotu je celkový stav motoru a jeho seřízení. Vysoké hodnoty HC jsou důsledkem právě mechanických poškození a špatného seřízení motoru.

Objemový obsah uhlovodíku je podstatně menší, než je tomu u oxidu uhelnatého, a proto se jeho hodnota udává v jednotkách „part per milion“ (ppm) a nikoliv v objemových procentech (% obj.). Přepočítání mezi těmito hodnotami je: 1 % obj. = 10 000 ppm (PETRÁŠ, RŮŽIČKA, 1997).

Oxid siřičitý SO₂

Tento plyn vzniká slučováním síry s kyslíkem, přičemž síra se nachází v palivu a kyslík je obsažen v nasávaném vzduchu. Sloučením vody a oxidu siřičitého vznikají siřičité kyseliny, které ve formě tzv. „kyselých dešťů“ škodí životnímu prostředí.

Sloučeniny olova

Tyto sloučeniny vznikají při spalování paliv, do kterých jsou přidávány pro zvýšení antidetonační odolnosti (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.4.2 Snižování emisí u zážehových motorů s přímým vstřikováním

Hlavním problémem motoru s přímým vstřikováním benzínu je, že jejich pracovní proces probíhá nejčastěji v oblasti vrstvené chudé směsi, z tohoto důvodu si klasický trojčinný katalytický konvertor (katalyzátor) s lambda regulací nedokáže poradit s vyšším výskytem oxidů dusíku ve výfukových plynech.

Pro splnění emisních limitů, které se čím dál častěji zpřísňují, je proto nutné další dodatečné zpracování oxidů dusíku. V současné době jsou dva základní způsoby, které se používají pro jejich snižování. Jedná se o katalytický konvertor „DeNO_x“ a zásobní (absorpční) katalytický konvertor.

Selektivní katalyzátor DeNO_x

Tento dnes v praxi běžně používaný katalyzátor patří do kategorie typu SRC (selektivní katalytická redukce).

Hlavním rozdílem mezi klasickým trojčinným a tímto katalyzátorem je, že DeNO_x katalyzátor kromě platiny v aktivní katalytické vrstvě obsahuje navíc iridium. Toto iridium je schopno pracovat s vyšší účinností než současně používané rhodium. Dále jsou redukční reakce podporovány přítomností nespálených složek. Dostatek uhlovodíků a oxidu uhelnatého je zajišťován například obohacením směsi při zrychlování či dodatečným vstřikem paliva po jeho vyhoření. Dobrá účinnost iridiového katalyzátoru je pouze v úzkém teplotním pásmu.

Velkou roli hraje také přítomnost síry v palivu. Tato síra omezuje činnost katalyzátoru a zároveň urychluje jeho opotřebení.

Zásobníkový katalyzátor

Při spalování chudé směsi je schopen tento katalyzátor vázat NO_x prostřednictvím absorpčního materiálu, čímž je například oxid barya, ve formě pevných dusičnanů. Pokud se absorpční materiál naplní dusičnany, tak krátkodobě (přibližně 2 sekundy) dojde k obohacení směsi. Po shoření směsi se nespálené uhlovodíky a oxid uhelnatý dostávají do katalyzátoru, kde slouží jako redukční

prostředek a dusičnany jsou rozloženy zpět na NO_x . Uvolněné oxidy dusíku reagují s HC a CO tak, jako u trojčinných katalyzátorů.

Tento typ katalyzátoru má sice větší účinnost nežli DeNO_x , ale je citlivý na přítomnost síry, která ho ničí. Zároveň je složitější řízení motoru, a to hlavně při přechodu z chudé směsi na bohatou a naopak (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.4.3 Měření škodlivin ve výfukových plynech u zážehových motorů

K měření u zážehových motorů se používají čtyřsložkové infraanalyzátory, které umožňují stanovení množství CO, HC a vyhodnocení hodnoty lambda požadované legislativou. Měří obsah:

- a) Oxid uhelnatý,
- b) uhlovodíky,
- c) oxid uhličitý,
- d) kyslík.

Kromě těchto složek přístroje dále měří či vypočítávají:

- a) součinitel přebytku vzduchu λ ,
- b) otáčky motoru,
- c) teplotu oleje (VLK, 2003).

Infraanalyzátor

Činnost tohoto přístroje je založena na poznatku, že částice CO pohlcují infračervené paprsky.

Nachází se zde dvě kyvety, kde jedna je měřicí a druhá porovnávací. Měřicí kyvetou proudí spaliny, které jsou přes filtr odčerpávány membránovým čerpadlem, ze sondy zasunuté ve výfukovém potrubí, zatímco porovnávací kyveta je naplněna vzduchem nebo jiným plynem, který propouští infračervené paprsky. Infračervené zářiče vyzařují stejné svazky paprsků, které procházejí oběma kyvetami. Tento tok paprsků střídavě přerušuje clona, která má konstantní rychlost, čímž vznikne pulzování obou svazků, které střídavě dopadají do přijímače. Měřicí signály jsou zpracovány v zapisovači a výsledky měření jsou zobrazeny na analogovém přístroji či samočinném zapisovači, který je napojený na infraanalyzátor.

Jestliže přicházejí do měřicího systému stejné signály z obou kyvet, tak se tento stav indikuje jako nulový objemový obsah CO. Jakmile začne proudit kyvetou plyn

obsahující CO, tak pohltí část infračerveného záření, a to vyvolá změnu signálu z této květy úměrnou objemovému obsahu CO. Přesné procento následně vyhodnotí měřicí přístroj z rozdílu z měřicí a porovnávací květy.

Objemový obsah CO se měří při volnoběžných otáčkách, v nichž je jeho hodnota nejvyšší, zatímco při vyšších otáčkách jeho hodnota klesá.

Přístroj na měření obsahu uhlovodíků pracuje na podobném principu. Ve většině případů jsou tyto dva přístroje sdruženy tak, že využívají stejného zdroje infračerveného záření, stejných květ, zrcadel i clon a mají jen vlastní měřicí a vyhodnocovací systémy (VÉMOLA, 2006).

2.4.4 Palubní diagnostika

2.4.4.1 OBD I

V roce 1985 se v Kalifornii schválil systém regulací, který je známý jako „On Board Diagnostic“ (OBD). Tyto předpisy vstoupily v platnost o tři roky později a všechna nová osobní a malá dodávková vozidla musela všechny tyto technické předpisy spojené s OBD splňovat.

Jednalo se o systémy, které významně ovlivňují složení výfukových plynů a indikační kontrolkou na přístrojové desce dávají řidiči najevo signál při zjištění závady. Když je detekována závada a rozsvítí se kontrolka, tak se kódy chyb - „Diagnostic Trouble Codes“ (DTC) – současně zapisují do paměti řídicí jednotky. Pro servisní organizace díky těmto kódům byla ulehčena diagnostika poruchy, kdy závada je interpretována číselným kódem (ŠTĚRBA, ČUPERA, POLCAR, 2011).

2.4.4.2 OBD II

Hlavním rozdílem mezi OBD I a II je ten, že palubní diagnostika druhé generace se nezaměřuje pouze na elektrické a elektronické obvody vozidla, nýbrž kontroluje i pasivní komponenty, které významně ovlivňují složení spalin, například katalyzátor.

Při závadě se kromě kódu chyby zapíše i podmínky, tzv. „Freeze Frames“. Nově jsou kódy alfanumerické, kdy písmeno označuje funkční skupinu a číslo kód závady. Instituce SAE (Society of Automotive Engineers) se značně podílela na vývoji OBD II, a to vytvořením standardu pro diagnostické rozhraní (Data Link Connector, SAE J1962) a navrhla komunikační protokol mezi diagnostickým přístrojem a řídicí

jednotkou (SAE J1850). Od roku 1994 se začal implementovat do vozidel, avšak od roku 1996 je již povinný u všech vozidel (ŠTĚRBA, ČUPERA, POLCAR, 2011).

EOBD

EOBD je v podstatě evropská obdoba systému OBD II (ŠTĚRBA, ČUPERA, POLCAR, 2011).

Jejím účelem je kontrolovat všechny součásti vozidla, které mohou mít vliv na tvorbu škodlivin, a to během provozu vozidla (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

Princip činnosti EOBD

EOBD označuje diagnostický systém, který je určen ke kontrole emisí, instalovaný na palubě vozidla. Musí být schopen pomocí počítačového kódu chyb ukazovat chybné funkce a jejich příčinu, byť pravděpodobnou.

Systém EOBD kontroluje zejména:

- a) katalyzátor,
- b) kyslíkovou sondu,
- c) systém přípravy zápalné směsi,
- d) systém sekundárního vzduchu,
- e) recirkulaci výfukových plynů,
- f) systém odvodušňování palivové nádrže,
- g) rozpoznávání výpadků zapalování.

V zařízení palubní diagnostiky má právě kontrola zapalování mimořádný význam, protože při výpadcích zapalování se nespálená zápalná směs dostává do katalyzátoru, kde se dodatečně spaluje, čímž katalyzátor poškozuje. Poškození katalyzátoru může odhalit tzv. dvousondový systém EOBD. V pořadí druhá kyslíková sonda, která je umístěna za katalyzátorem, pozná posunutí regulačního rozsahu a řídicí jednotka převezme korekci dávkování paliva.

Tímto systémem nedochází k přímému měření, nýbrž je neustále prováděna nepřímá kontrola. Jakmile se parametry sledované řídicí jednotkou odchýlí od předepsaných hodnot, tak varovná signální kontrolka upozorní řidiče (JAN, ŽDÁNSKÝ, 2013).

2.4.4.3 OBD III

OBD III je kontroverzním vývojem normy OBD II. Norma OBD II byla navržena původně tak, aby byla v souladu se zkouškami emisí. Chybové kódy se zapisovaly do řídicí jednotky, ale vozidlo musí každé 2 roky na stanici technické kontroly k měření emisí.

Právě toto by mělo vyřešit OBD III, které disponuje vlastností, kdy je řídicí jednotka schopna komunikovat na dálku, aniž by se majitel o cokoliv staral. Tato komunikace se obvykle provádí transpondérem umístěným nad silnicí, ale stejně dobře to jde telefonem či satelitem.

The California Air Resources Board (CARB) začal OBD III testovat na silnicích už v roce 1994. Tato společnost byla schopna číst údaje z vozidel na silnici o osmi jízdních pružích a rychlostí zhruba $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Pokud by byla zjištěna závada, tak se chybový kód a identifikační číslo vozidla (VIN) přenese do nejbližšího transpondéru. Hlavní myšlenkou je, aby se nemuselo čekat 2 roky na kontrolu emisí, ale aby závada byla zjištěna a odstraněna hned.

Většina implementací OBD III jsou specifické pro výrobce. Samotná vozidla „zavolají“ výrobci svá chybová hlášení a výrobce informuje majitele vozu, že je potřeba opravy. Hlavním problémem je legislativa, která musí být zodpovězena, včetně rizika pro hromadný dozor soukromého vlastnictví. Je zde spousta prostoru pro zneužívání vymahateli práva, například při měření rychlosti, sledování, znehýbnění vozidla a tak dále.

Některé předložené žádosti o návrzích integrovat OBD III do vozidla tvrdí, že transpondéry po použití musí ukládat následující informace:

- a) Datum a čas aktuálního dotazu,
- b) datum a čas posledního dotazu,
- c) identifikační číslo vozidla (VIN),
- d) stav řídicí jednotky (OK; závada; bez odpovědi),
- e) uložené chybové kódy,
- f) číslo přijímací stanice.

I když OBD III bude posílat pouze chybové kódy a identifikační číslo vozidla, tak je jednoduché k nim přidat i další data, jako je umístění, čas a historie vozidla,

kdy projíždí okolo transpondéru. Díky tomu je OBD III z větší části „strašákem pod postelí“, právě z důvodu zneužitelnosti tohoto systému (SMITH, 2016).

2.4.5 Emisní předpisy

Emisní předpisy byly zavedeny v roce 1970, kdy se stanovily hodnoty pro CO a HC na základě tehdejší technické úrovně spalovacích motorů a jejich příslušenství. S rozvojem techniky a vzrůstajícím počtem motorových vozidel jsou požadavky neustále zpřísnovány, čímž jsou výrobci automobilů nuceni hledat cesty, jak za přijatelných ekonomických podmínek zabezpečit splnění těchto předpisů a to tak, aby nedocházelo ke zhoršení během stanoveného proběhu vozidla, tak i v předpokládaných provozních podmínkách (FERENC, 2009).

Prvním předpisem, který začal platit v Evropě, byla směrnice EHK 15, která byla zavedena v roce 1971. Tato směrnice obsahovala v původní verzi 4 městské cykly a počítala s měřením obsahu nespálených uhlovodíků a oxidu uhelnatého, později přibylo i měření oxidů dusíku. Koncem osmdesátých let byla směrnice nahrazena novou vyhláškou EHK 83, která se stala základem i pro dnes platné předpisy. Původní znění začalo platit od roku 1989 (v ČR od 1991). Tento předpis specifikuje 3 typy hodnocení:

- TYP A je určen pro hodnocení vozidel se zážehovým motorem bez dodatečné úpravy spalin,
- TYB B – zážehové motory s katalyzátorem,
- TYB C – vznětové motory.

Předpis EHK 83 prošel spoustou obměn, především zpřísnujícími limity. Na počátku devadesátých let v rámci jednotné legislativy ve státech Evropské unie vyšly nové emisní předpisy, jejichž základem je právě EHK 83. Tyto emisní předpisy jsou spíše známé pod názvem EURO. Limity CO, HC, NO_x a pevných částic jsou stanoveny specificky pro každou kategorii vozidel velmi přísně, na hranicích technické, technologické a ekonomické dosažitelnosti (HROMÁDKO, 2011).

2.4.5.1 EURO I

Tato první EURO norma, zavedená v roce 1993, řeší problematiku zážehových i vznětových motorů. Jde o zážehové motory osobních a užitkových vozidel bez katalyzátoru nebo s neřízeným katalyzátorem. U vznětových motorů jde o osobní

a užitková vozidla s korigovanou kouřivostí dle této normy a korekce starších vozidel s vybavením vznětových motorů.

Pro vznětové motory platí tyto normy: 70/220, 74/290, 77/102, 78/665, 83/351, 88/436, 89/458, 89/491, 91/441, 93/59, 94/12/ES pro kategorie N1-3.

Pro zážehové motory platí tyto normy: 70/220, 74/290, 77/102, 78/665, 83/351, 88/436, 89/458, 89/491, 91/441, 93/59.

Obecně tato norma zavádí používání analyzátorů výfukových plynů u zážehových motorů a upravuje podmínky pro použití opacimetrů u vznětových motorů (HOREJŠ, MOTEJL, 2009).

2.4.5.2 EURO II

EURO II, zavedena v roce 1996, upravuje podmínky provozu vznětových motorů, a to podle norem 94/12/ES pro kategorii M1, dále upravuje provoz dle normy 96/44, 96/69 a 98/77. Norma EURO II, stejně jako předchozí, doposud nijak nelimituje emise sazí s požadavkem na jejich filtraci (HOREJŠ, MOTEJL, 2009).

2.4.5.3 EURO III

Tato norma z roku 2000 se stala přelomem pro výrobu vznětových motorů. Zatímco se zde neřeší zážehové motory, protože se výrobci připravují na emisní normu IV, tak pro vznětové motory se zavádí striktní požadavky na omezení produkce sazí v hodnotách NO_x 0,50 a PM 0,050. Platí zde tyto normy: 98/69/ES, 1999/96/ES-A, 2001/1/ES, 2001/27/ES-A, 2001/100ES, 2002/80/ES, 2003/76/ES (HOREJŠ, MOTEJL, 2009).

2.4.5.4 EURO IV

Emisní norma EURO IV vešla v platnost roku 2005 a od téhož roku omezuje provoz starších vozidel, které jsou starší více než 20 let a nesplňují emisní limity. Tím se vytvořil základ pro vznik jednotlivých národních norem, které omezují provoz starších vozidel. Vzhledem k citlivosti této otázky s ohledem na ekonomiku jednotlivých zemí byla poskytnuta možnost časového řešení této záležitosti národním parlamentům. V České republice se počátkem roku 2009 zavedl tzv. „eko poplatek“, který nutí vlastníky vozidel při přepisu zaplatit tzv. „eko daň“. Limity v Evropě při zavedení EU4 byly NO_x 0,25 a pevné částice (particulate mater - PM) 0,025, normy US California byly přísnější.

Normy EURO 4 pro zážehové motory jsou: 94/12, 96/44, 96/69, 98/77, 98/69, 1999/102, 2001/1, 2001/100, 2002/80, 2003/76.

Normy EURO 4 pro vznětové motory jsou: 98/69/ES, 1999/96ES-B1, 1999/96/ES-B2, 1999/102ES, 2001/1ES, 2001/27/ES-B1, 2001/12/ES-B2, 2001/100ES, 2001/80ES, 2003/76ES (HOREJŠ, MOTEJL, 2009).

2.4.5.5 EURO V a VI

Na rozdíl od prvních čtyřech norem se nově EU5 a EU6 zabývá i novou otázkou, která souvisí i s nepřímo omezeným přístupem ke zdrojům informací ze strany výrobců motorových vozidel, tedy možnosti přeprogramování řídicích jednotek v momentu nutnosti výměny poškozeného dílu s následným znovuvvedením do provozu i pro nezávislé autoservisy, které mají plné právo na poskytování plnohodnotných služeb svým zákazníkům.

Proto norma 715/2007, která se zabývá právě emisní normou č. 5 a 6, tak definuje pravidla volného přístupu k informacím, které byly doposud částečně blokovány přímo výrobcí motorových vozidel (HOREJŠ, MOTEJL, 2009).

Emisní norma č. 5 prošla úpravou, a to nařízením 692/2008, 595/2009 a 566/2011. Poslední velkou změnou prošla původní norma č. 715 v roce 2012, a to směrnicí č. 459, kde se upravují požadavky na emisní normu EURO VI.

Cílem těchto nařízení je harmonizovat technické požadavky na snižování emisí z osobních a lehkých užitkových vozidel. Dále zahrnuje náhradní díly, jako jsou náhradní zařízení k regulaci znečišťujících látek a stanovují pravidla pro jejich opravy, servis a údržbu. Celkově se tento právní předpis vztahuje na osobní vozidla do pěti tun a nákladní vozidla do dvanácti tun.

Výrobci a vnitrostátní orgány musí dodržet tyto předpisy.

a) Výrobci

- a. musí prokázat, že všechna nová vozidla a zařízení k regulaci znečišťujících látek jsou v souladu s tímto právním předpisem a mohou po dobu běžné životnosti vozidla plnit emisní limity,
- b. musí zajistit, že zařízení k regulaci znečišťujících látek vydrží 160 000 km a kontrolují se po pěti letech nebo po 100 000 km, podle toho, co nastane dříve,

- c. musí poskytnout kupujícím hodnoty emisí oxidu uhličitého a spotřeby paliva,
- d. musí navrhnout, zkonstruovat a namontovat konstrukční části tak, aby vozidlo bylo v souladu s právním předpisem,
- e. nesmí používat odpojovací zařízení snižující účinnost systému regulace emisí. Výjimku představují přísně stanovené podmínky, jako je ochrana motoru před poškozením nebo poruchou,
- f. musí na internetových stránkách umožnit samostatným autoopravnám neomezený a standardizovaný přístup k informacím o opravách a údržbě. To by mělo zahrnovat položky, jako jsou příručky k obsluze a technické manuály. Mohou si účtovat přiměřený poplatek.

b) Vnitrostátní orgány

- a. udělit EU nebo vnitrostátní schválení typu novým vozidlům (tj. umožnit jejich prodej), která jsou v souladu s tímto právním předpisem,
- b. odmítnout udělit povolení vozidlům, která nesplňují emisní normy nebo normy týkající se spotřeby paliva, v povolených lhůtách platných pro každou kategorii vozidla,
- c. zakázat prodej nebo instalaci zařízení k regulaci znečišťujících látek, která nesplňují normy EU,
- d. zajistit, aby pro výrobce, kteří padělají prohlášení či výsledky, neposkytují údaje, používají odpojovací zařízení nebo odmítají zpřístupnit informace, existovaly sankce (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=URISERV:l28186&qid=1488307308659> „staženo dne: 23. 2. 2017“).

3. Cíle práce

Cílem práce je provedení diagnostiky, vyhodnocení prognóz vývoje stavu a poruch palivové soustavy a odpovědět na vědecké hypotézy:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?
2. Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?

4. Metodika

Veškerá diagnostika, ať sériová či paralelní, a měření emisí bude probíhat na vozidle Škoda Roomster (rok výroby 2011) s přeplňovaným zážehovým motorem o objemu 1197 cm³ a výkonu 77 kW s přímým vstřikováním benzínu. Kódové označení motoru je CBZB. Tento systém přímého vstřikování konstrukčně vychází z VW FSI, který je popsán v kapitole č. 2.1.2. K řízení motoru se zde využívá systému Simos 10 UDS.

Jako zdroj informací předepsaných hodnot sériové a paralelní diagnostiky a mezních hodnot měření emisí budou vyhledávány v programu „ESI[tronic]“, který je součástí diagnostického systému Bosch FSA 740, resp. KTS 540.

Při diagnostice je nutno dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou vymezeny v zákoníku práce (Zákon č. 262/2006 Sb., část pátá).

Při jakýchkoliv zásazích do palivové soustavy či jejím opravám je nutno dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou stanoveny výrobcem vozidla.

Bezpečnostní opatření při pracích na palivové soustavě

- a) Palivová soustava je pod tlakem, a proto, aby se zabránilo poranění a kontaktu paliva s pokožkou, je třeba používat ochranné brýle a ochranný oděv. Před uvolněním spoje vedení, položit kolem spoje čistý hadřík. Pak opatrným stahováním vedení snižovat tlak.
- b) Palivové čerpadlo se aktivuje zapnutím zapalování a dveřním kontaktem dveří řidiče. Proto je z bezpečnostních důvodů nutné, není-li odpojen akumulátor, před otevřením palivového systému odpojit svorkovnici 2 z řídicí jednotky palivového čerpadla.
- c) Položit všechny druhy vedení (např. palivové, hydraulické, chladícího zařízení, brzdové kapaliny, podtlakové) a elektrická vedení tak, aby bylo obnoveno původní vedení.
- d) Dbát na to, aby mezi vedením a pohyblivými nebo horkými součástmi byl dostatek místa, aby se zabránilo poškození vedení.

Při demontáži a montáži měřicího ústrojí palivoměru nebo palivového čerpadla z plné nebo částečně plné palivové nádrže je třeba dbát na následující:

- a) Již před začátkem práce položit do blízkosti montážního otvoru palivové nádrže hadici zapnutého odsávacího zařízení výfukových plynů, aby byly unikající páry paliva odsávány. Pokud není žádné odsávací zařízení k dispozici, je možné použít i radiální ventilátor (motor je mimo proud vzduchu) s dopravním objemem větším než $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.
- b) Zabránit kontaktu paliva s pokožkou.
- c) Používat rukavice odolné vůči palivu (DÍLENSKÁ PŘÍRUČKA, 2012).

Diagnostika akumulátoru

Před vlastním začátkem diagnostiky je nutno zjistit, zdali je splněn požadavek minimálního napětí akumulátoru 11,5 V a jeho stav (DÍLENSKÁ PŘÍRUČKA, 2012). K tomu bude využito přístroje Bosch BAT 121.

Přístroj se nejdříve připojí svorkami k akumulátoru a spustí. Následně se na obrazovce objeví možnost „Test akumulátoru“, která se potvrdí tlačítkem enter. Na další obrazovce se vyplní hodnoty, jako proud a norma, podle níž bude test probíhat, které jsou uvedeny na akumulátoru. Po potvrzení tlačítkem enter bude spuštěn krátký test, kdy po jeho dokončení přístroj zobrazí hodnoty na displeji a následně vytiskne. Postup je zachycen na obrázku č. 11, následně vytištěný doklad je na obrázku č. 12.



Obrázek č. 11 – Postup testu akumulátoru



Obrázek č. 12 – Vytisknutý doklad po dokončení testu

4.1 Metodika sériové diagnostiky palivové soustavy

Na sériovou diagnostiku bude použit přístroj Bosch KTS 540, který je součástí přístroje Bosch FSA 740.

Přístroj bude k automobilu připojen pomocí EOBD konektoru ke stejnému typu zásuvky, která se nachází na řidičově straně pod palubní deskou. Bude spuštěn program „ESI[tronic]“ od firmy Bosch, který je nezbytný pro toto měření. Když dojde ke spárování automobilu a diagnostického přístroje, které je podmíněno zapnutým zapalováním, bude třeba zvolit diagnostikované vozidlo pomocí značky, modelové řady, typu a kódového označení motoru (viz obrázek č. 13).

Identifikace vozidla

Stát:
 Modelová řada:

Druh vozidla:
 Typ:

Druh pohonu:
 Ozn. motoru:

Značka:

Klíč RB	Typ	Interní model	litr	kW	Rok výroby	Ozn. motoru
SKO414	Roomster 1.2 TSI	5J7	1.2	77.0	03/2010 - 05/2015	CBZB

Obrázek č. 13 - Načtení automobilu pomocí KTS 540 a programu „ESI[tronic]“

Po kliknutí na záložku diagnostika se na obrazovce objeví možnost „Vyhledávání systému“, čímž se po kliknutí na toto tlačítko spustí vyhledávání všech jednotlivých řídicích jednotek v diagnostikovaném voze a jejich počet závad.

Hodnoty, které se týkají palivové soustavy, jsou skryty pod záložkou řídicí jednotky řízení motoru. Po rozkliknutí se objeví výpis s možnostmi týkajícími se právě řízení motoru, jedná se např. o identifikaci, paměť závad a její vymazání, skutečné hodnoty, test akčních členů či nastavení. Nejprve bude zvolena možnost „Identifikace“. Zde jsou vypsána data o automobilu a dané řídicí jednotce. Následně se zkontroluje paměť závad, aby se zjistilo, zda není nějaká závada na řízení motoru.

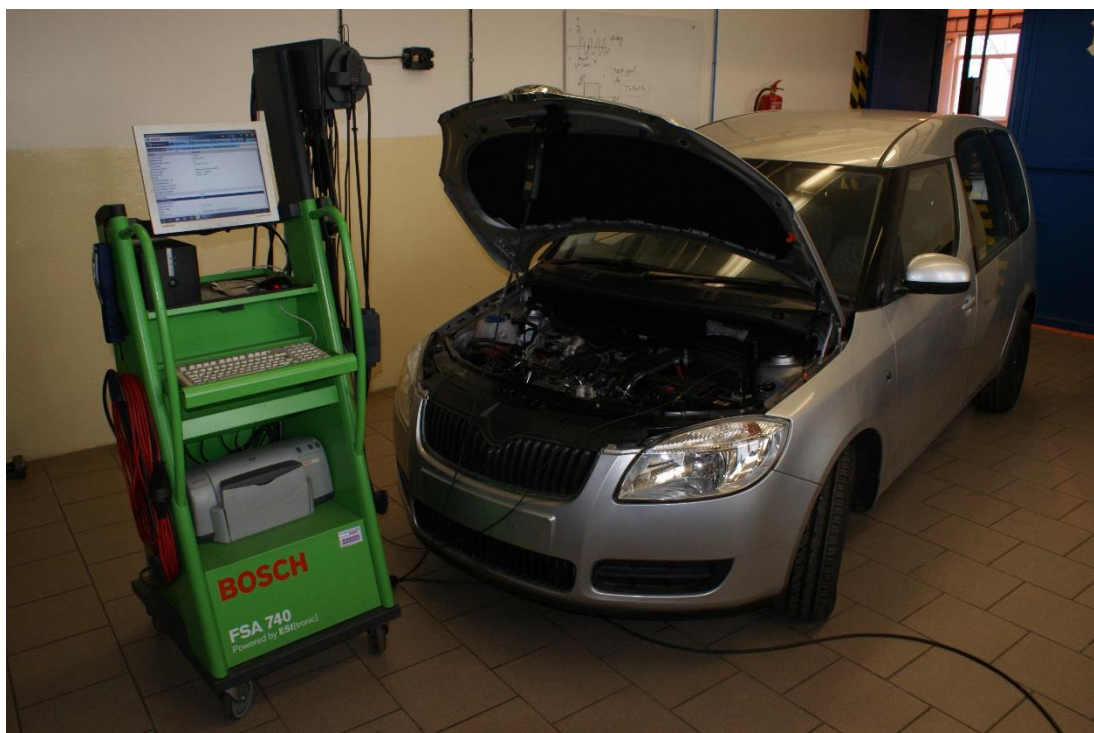
Posledním krokem bude zvolení možnosti „Skutečné hodnoty“, která slouží pro zjištění hodnot jednotlivých snímačů nebo polohy jednotlivých akčních členů systému. Lze zvolit až 8 měřených hodnot, jako např. počet otáček vačkové hřídele, tlak paliva, stav lambda sondy či teplotu oleje, po jejichž vybrání a stisknutí tlačítka „Dále“ se zobrazí obrazovka s vybranými hodnotami a jejich aktuální polohou či hodnotou. K zobrazení většiny hodnot je nezbytné mít nastartovaný motor a zahřátý na provozní teplotu, popřípadě mít zvýšené otáčky. Podmínky jednotlivých měření jsou popsány v programu „ESI[tronic]“.

4.2 Metodika paralelní diagnostiky palivové soustavy

Před vlastní kontrolou komponent je nutno spustit diagnostický program na motortesteru FSA 740. V diagnostickém programu se nejdříve identifikuje diagnostikované vozidlo zvolením položky „Značka vozidla“, která se nachází pod záložkou „Identifikace“, kde je třeba vyplnit údaje o vozidle (viz obrázek č. 14). Na obrázku číslo 15 lze vidět připojený motortester FSA 740 k diagnostikovanému vozidlu Škoda Roomster.



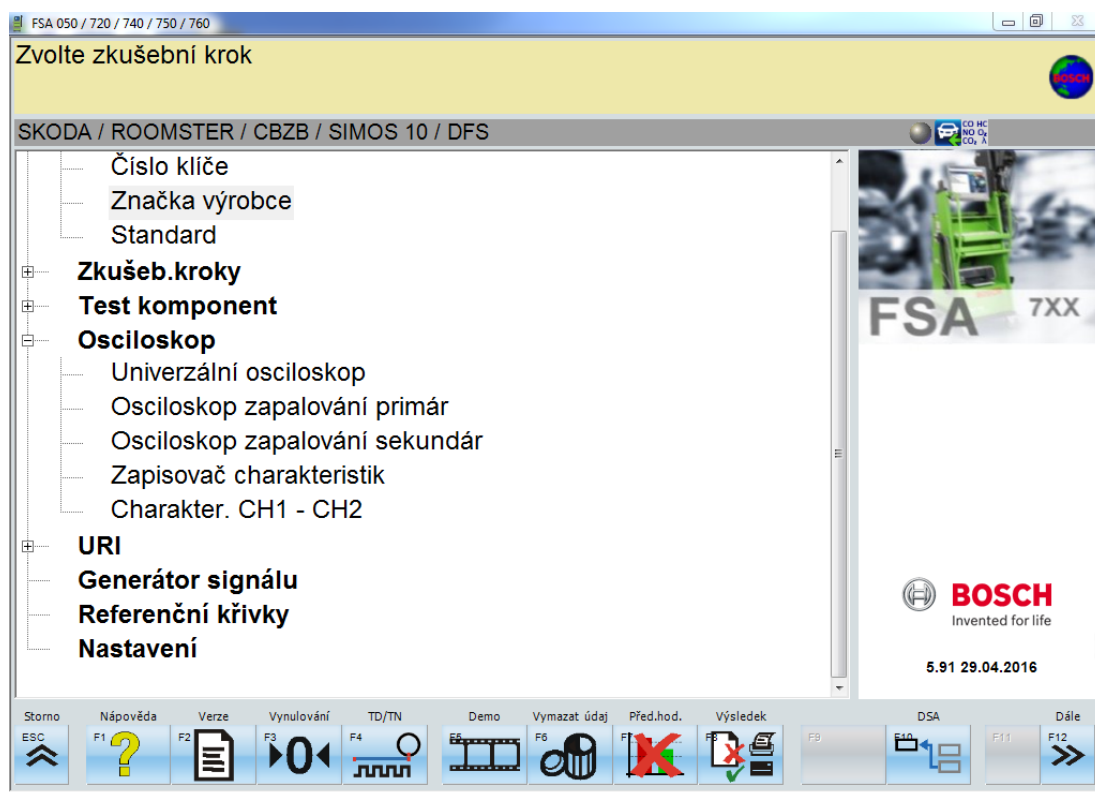
Obrázek č. 14 – Identifikace diagnostického vozidla motortesterem FSA 740



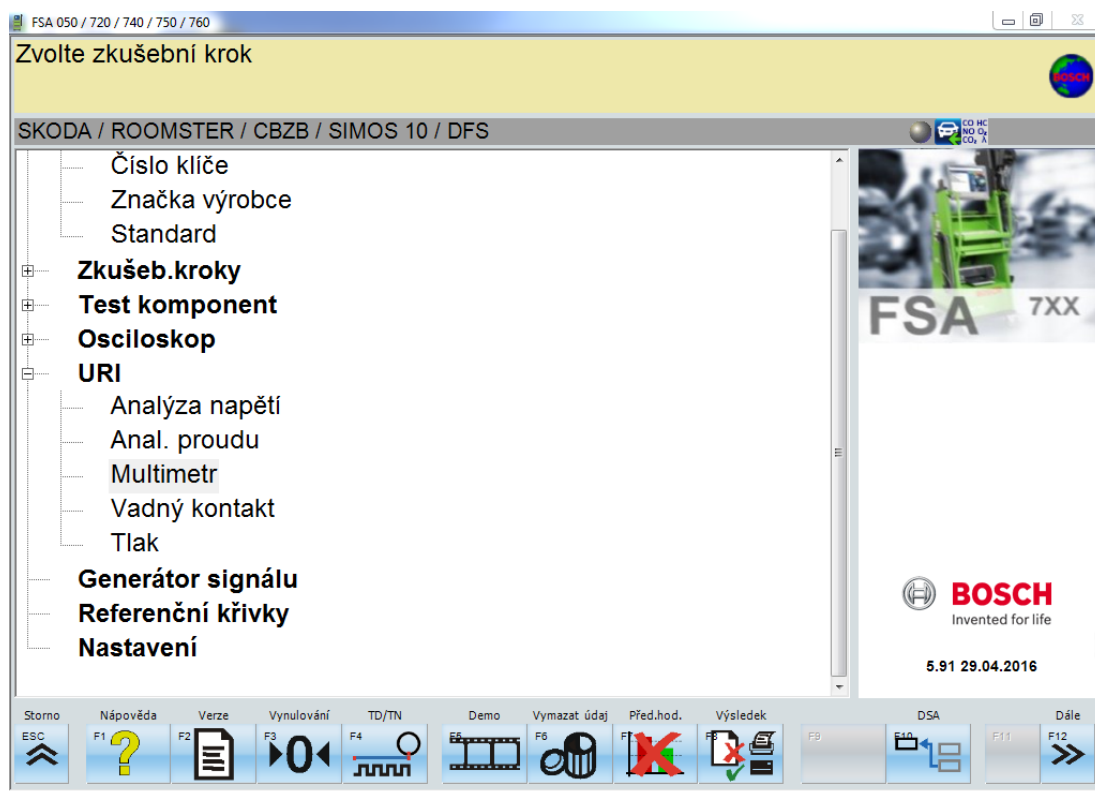
Obrázek č. 15 – Motortester FSA 740 připojený k diagnostikovanému vozidlu Škoda Roomster

K měření průběhu signálů se bude využívat možnosti „Univerzální osciloskop“ v záložce „Osciloskop“, který je součástí diagnostického programu motortesteru (viz

obrázek č. 16), k měření odporu bude použit „Multimetr“ pod záložkou „URI“, který je taktéž součástí (viz obrázek č. 17).



Obrázek č. 16 – Možnost „Univerzální osciloskop“, která byla použita ke kontrole komponent



Obrázek č. 17 - Možnost „Multimetr“, která byla použita ke kontrole komponent

4.2.1 Kontrola palivového čerpadla

Podmínky kontroly

- a) Napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- b) subjektivní kontrola (pohledem) pojistky (4.20) palivového čerpadla, která je umístěna v pojistkové skříni pod volantem vozidla – pojistka musí být v pořádku,
- c) řídicí jednotka palivového čerpadla je v pořádku (DÍLENSKÁ PŘÍRUČKA, 2012),
- d) dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly č. 4 „Metodika“.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740.

Postup

- a) Zapnout univerzální osciloskop na motortesteru,
- b) odkrýt palivové čerpadlo, které je umístěno pod 2. řadou sedadel,
- c) umístit klešťový ampérmetr na červený kabel na konektoru palivového čerpadla (viz obrázek č. 18),
- d) umístit svorky z motortesteru na akumulátor (viz obrázek č. 19),
- e) nastartovat motor.



Obrázek č. 18 – Umístění klešťového ampérmetru při kontrole palivového čerpadla



Obrázek č. 19 – Připojení svorek z motortesteru na akumulátor

4.2.2 Kontrola regulačního ventilu tlaku paliva

Podmínky kontroly

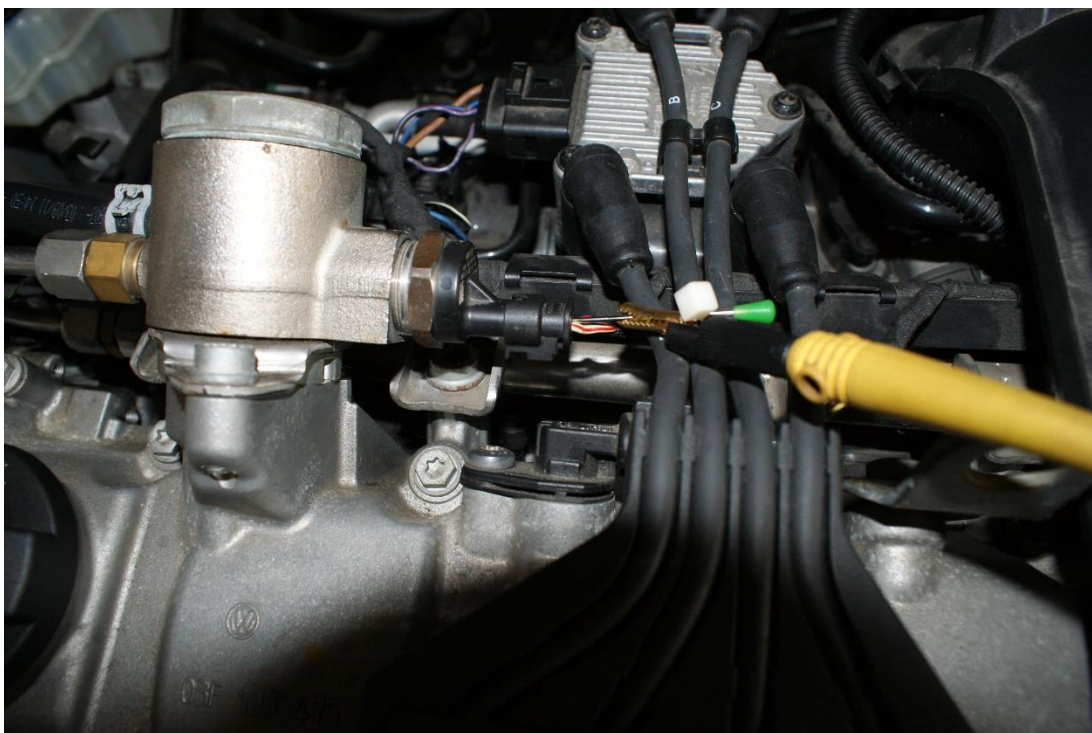
- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu,
- d) volnoběžné otáčky.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740,
- b) měřicí jehla,
- c) krokosvorka.

Postup

- a) Zapnout univerzální osciloskop na motortesteru,
- b) připojit svorky z motortesteru na akumulátor (viz obrázek č. 19),
- c) vpíchnout měřicí jehlu do svorky č. 2 v konektoru regulačního ventilu, který je umístěn na vysokotlakém palivovém čerpadle,
- d) na měřicí jehlu připojit krokosvorku (obrázek č. 20),
- e) připojit napěťové kabely motortesteru ke krokosvorce (+) a ke kostřicímu bodu (-), (obrázek č. 21),
- f) nastartovat motor.



Obrázek č. 20 – Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru regulačního ventilu tlaku paliva



Obrázek č. 21 – Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a kostřicímu bodu, v tomto případě na akumulátor – regulační ventil

4.2.3 Kontrola vysokotlakého snímače tlaku paliva

Podmínky kontroly

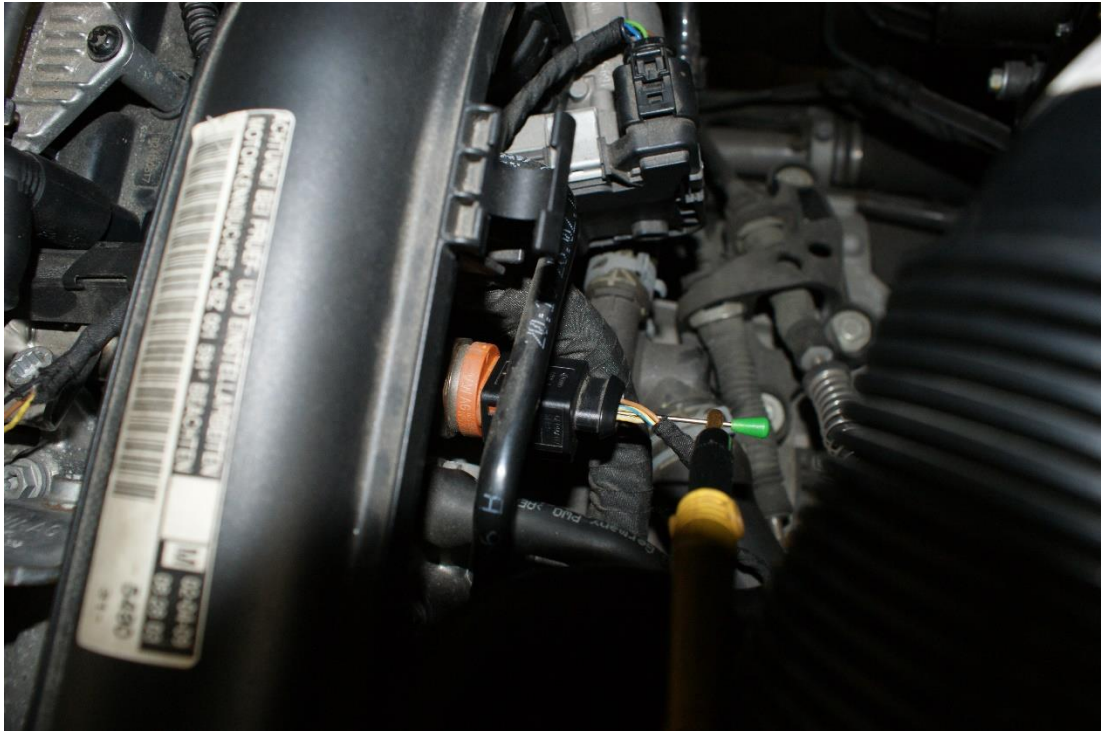
- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu,
- d) volnoběžné otáčky.

Měřidla, nářadí a pomůcky

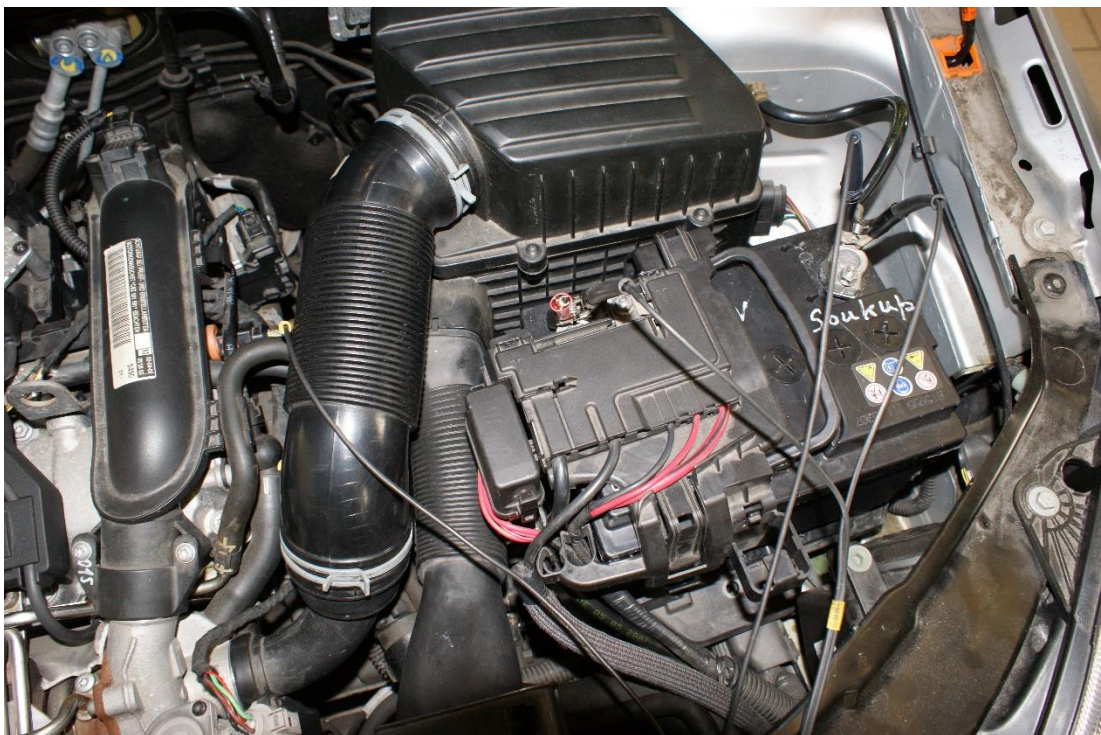
- a) Motortester FSA 740,
- b) měřicí jehla,
- c) krokosvorka.

Postup

- a) Zapnout univerzální osciloskop na motortesteru,
- b) připojit svorky z motortesteru na akumulátor (obrázek č. 19),
- c) vpíchnout měřicí jehlu do svorky č. 2 v konektoru vysokotlakého snímače tlaku paliva, který je umístěn na vysokotlakém palivovém čerpadle,
- d) na měřicí jehlu připojit krokosvorku (obrázek č. 22),
- e) připojit napěťové kabely motortesteru ke krokosvorce (+) a ke kostřicímu bodu (-), (obrázek č. 23),
- f) nastartovat motor.



Obrázek č. 22 - Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru vysokotlakého snímače tlaku paliva



Obrázek č. 23 - Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a ke kostřicímu bodu, v tomto případě na akumulátor – vysokotlaký snímač tlaku paliva

4.2.4 Kontrola vysokotlakého vstřikovacího ventilu

Podmínky

- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu,
- d) volnoběžné otáčky.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740.

Postup

- a) Zapnout univerzální osciloskop na motortesteru,
- b) připojit svorky motortesteru k akumulátoru (obrázek č. 19),
- c) připojit klešťový ampérmetr na vedení ke svorce 2 vysokotlakého vstřikovacího ventilu (obrázek č. 24),
- d) nastartovat motor,
- e) sledovat průběh signálu na motortesteru.



Obrázek č. 24 – Připojení klešťového ampérmetru na vedení vysokotlakého vstřikovacího ventilu

4.2.5 Kontrola regeneračního ventilu odpařeného paliva

4.2.5.1 Kontrola aktivačního signálu regeneračního ventilu odpařeného paliva

Podmínky

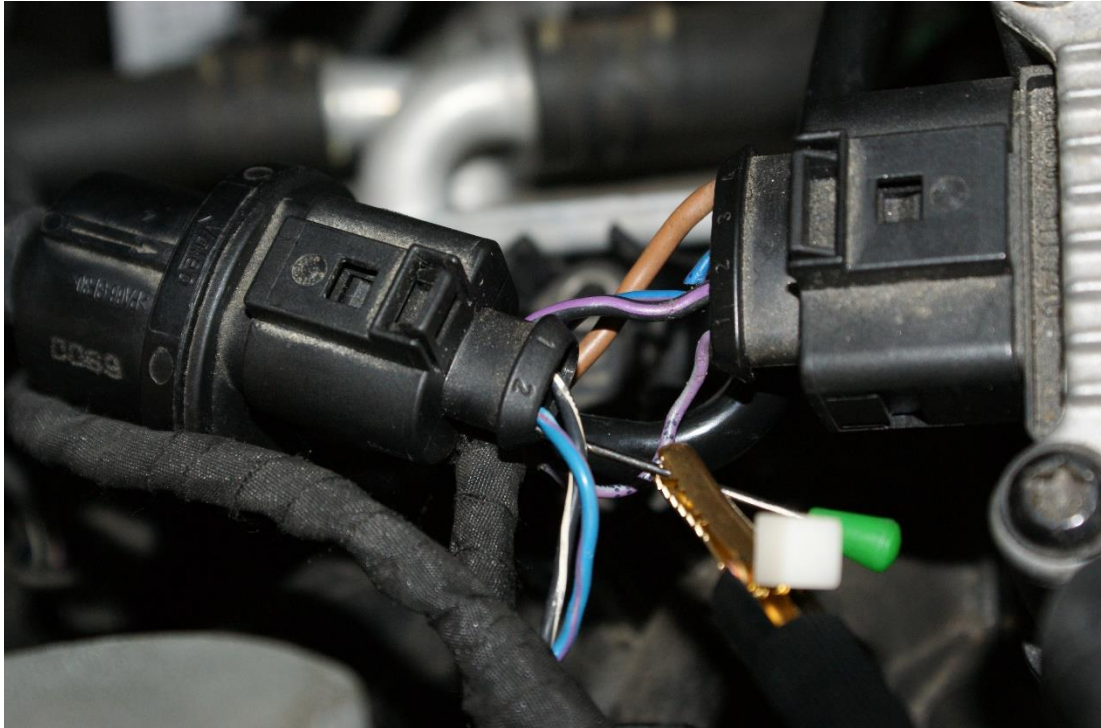
- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740,
- b) měřicí jehla,
- c) krokosvorka.

Postup

- a) Zapnout univerzální osciloskop na motortesteru,
- b) připojit svorky motortesteru k akumulátoru (obrázek č. 19),
- c) vpíchnout měřicí jehlu do svorky 2 konektoru regeneračního ventilu odpařeného paliva,
- d) na měřicí jehlu připojit krokosvorku (obrázek č. 25),
- e) připojit napěťové kabely motortesteru ke krokosvorce (+) a ke kostřicímu bodu (-), (obrázek č. 26),
- f) nastartovat motor,
- g) zvýšit otáčky na 1500 – 2000 otáček za minutu,
- h) sledovat průběh signálu na motortesteru.



Obrázek č. 25 - Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru regeneračního ventilu odpařeného paliva



Obrázek č. 26 - Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a ke kostřičímu bodu, v tomto případě na akumulátor – regenerační ventil odpařeného paliva

4.2.5.2 Kontrola elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva

Podmínky

- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu,
- d) teplota komponenty 20 °C.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740
- b) 2 měřicí jehly.

Postup

- a) Zapnout multimetr na motortesteru,
- b) připojit svorky motortesteru k akumulátoru (viz obrázek č. 19),
- c) odpojit konektor regeneračního ventilu odpařeného paliva,
- d) připojit první měřicí jehlu na svorku 1 v konektoru,
- e) připojit druhou měřicí jehlu na svorku 2 v konektoru,
- f) na první jehlu připojit první měřicí kabel motortesteru,
- g) na druhou jehlu připojit druhý měřicí kabel motortesteru,
- h) měřit odpor.

4.3 Metodika měření spalin

4.3.1 Měření spalin infraanalyzátozem

Podmínky

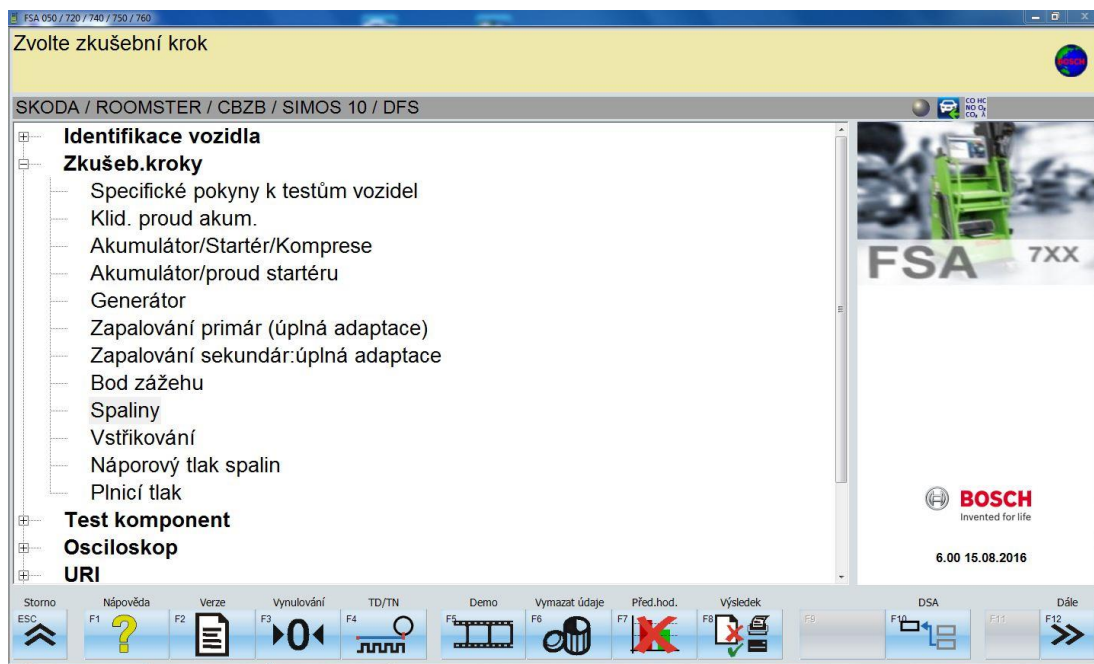
- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu,
- d) olej zahřátý na min. 80 °C,
- e) žádná závada v paměti řízení motoru.

Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740 rozšířený o modul analyzátoru výfukových plynů.

Postup

- a) Spustit motortester,
- b) v diagnostickém programu motortesteru kliknout na možnost „Spaliny“, čímž se spustí program na měření výfukových plynů (viz obrázek č. 27),
- c) připojit motortester pomocí svorek k akumulátoru, čímž dojde k získání otáček motoru,
- d) umístit a zapnout odsávání k výfuku,
- e) nastartovat motor,
- f) zkontrolovat pomocí sériové diagnostiky paměť závad řízení motoru,
- g) odstranit měрку oleje,
- h) do otvoru po měrci oleje zasunout snímač teploty oleje (viz obrázek č. 28),
- i) utěsnit měřicí sondu pomocí trubice (viz obrázek č. 29)
- j) po odsouhlasení utěsnění sondy v programu proběhne test netěsnosti (viz obrázek č. 30),
- k) sundat z měřicí sondy těsnicí trubici,
- l) vsunout měřicí sondu do koncovky výfuku (viz obrázek č. 31),
- m) změřit množství výfukových plynů na volnoběžné otáčky, které udává výrobce, v tomto případě $650 \pm 100 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$,
- n) změřit množství výfukových plynů na zvýšené otáčky, které udává výrobce, v tomto případě $2400 - 2600 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$.



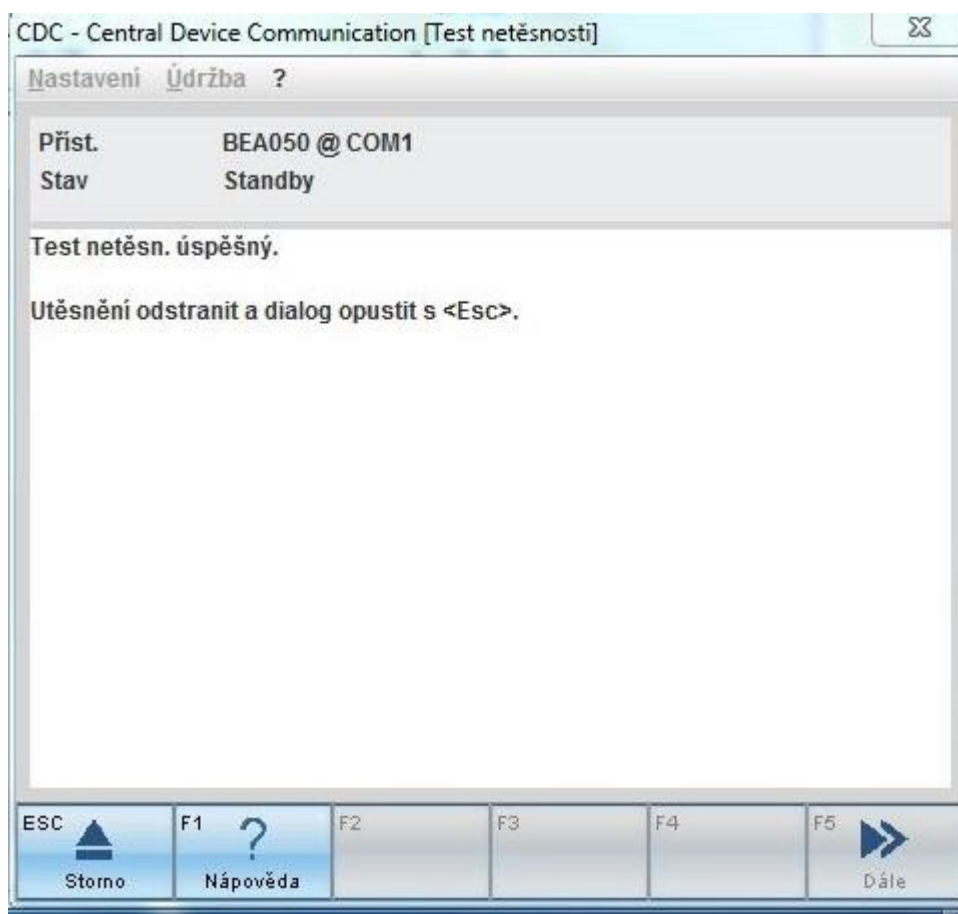
Obrázek č. 27 – Obrazovka diagnostického programu s označenou možností „Spaliny“



Obrázek č. 28 – Snímač teploty oleje zasunutý v otvoru po měrce oleje



Obrázek č. 29 – Utěsněná měřicí sonda pomocí těsnicí trubice



Obrázek č. 30 – Test netěsnosti měřicí trubice



Obrázek č. 31 – Umístění měřicí sondy ve výfuku

4.3.2 Měření spalin EOBD

Podmínky

- a) Dodržet požadavky na bezpečnost, které jsou uvedeny v úvodu kapitoly „Metodika“,
- b) napětí akumulátoru musí být minimálně 11,5 V,
- c) motor zahřátý na provozní teplotu.

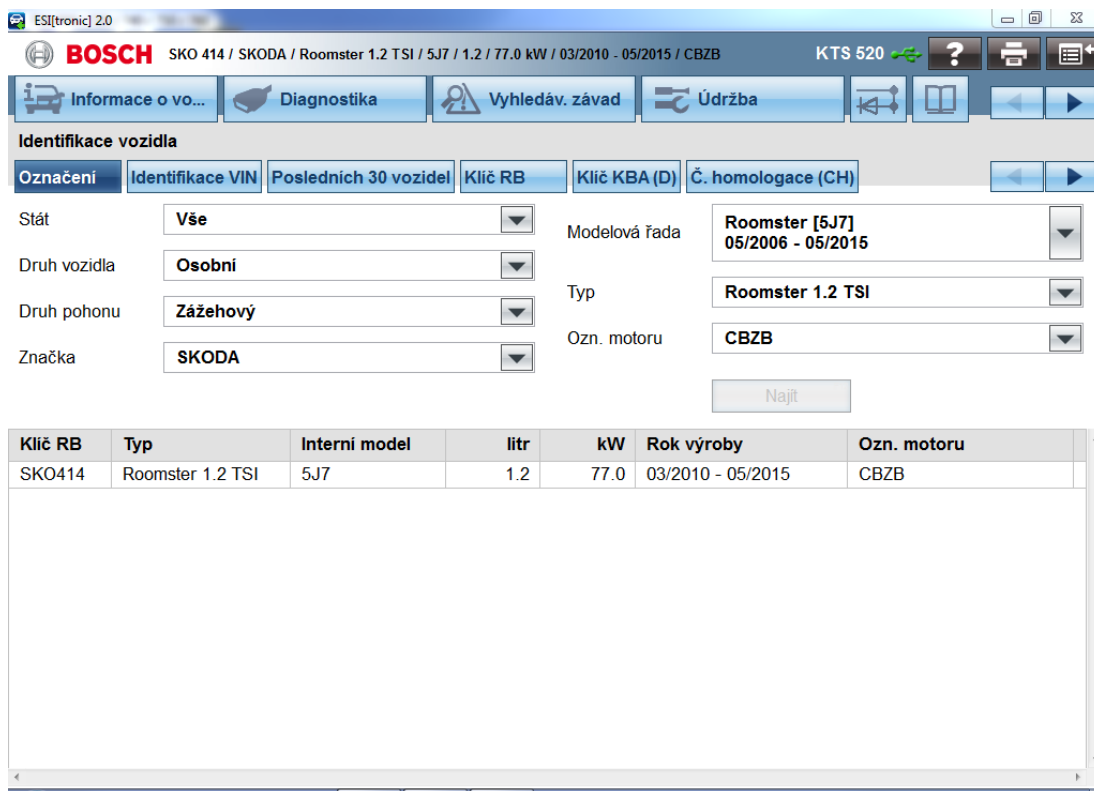
Měřidla, nářadí a pomůcky

- a) Motortester FSA 740 rozšířený o modul analyzátoru výfukových plynů.

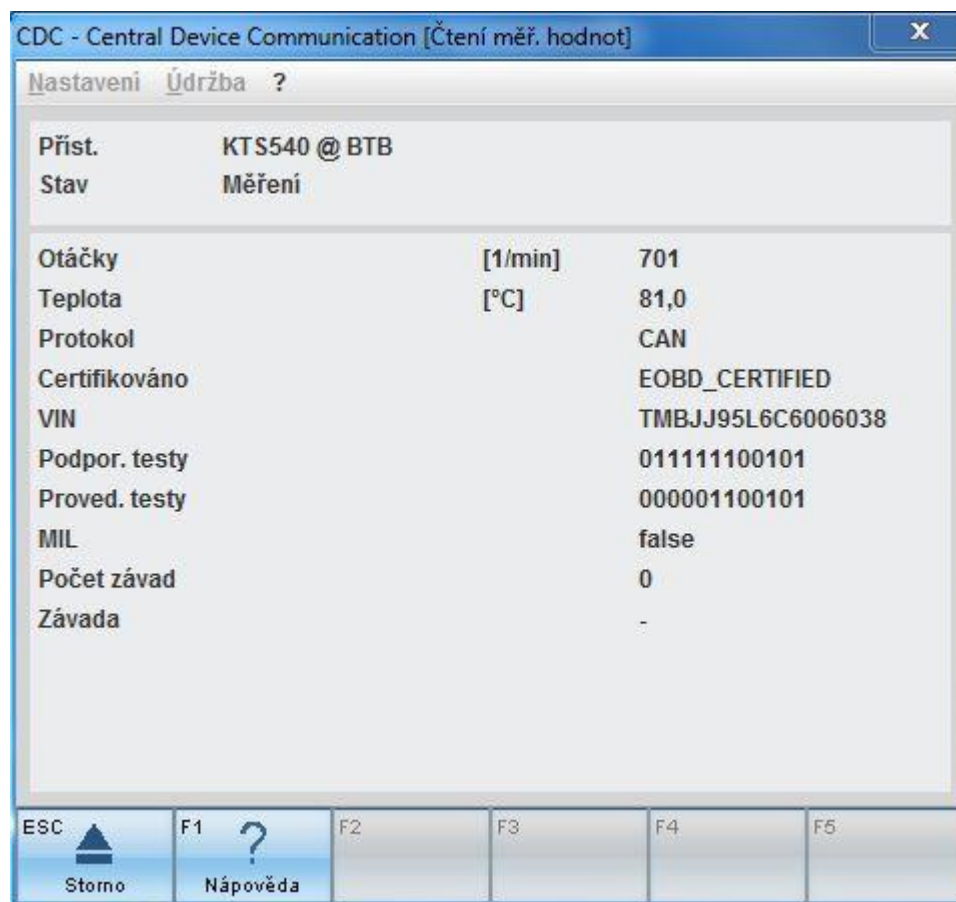
Postup

- a) Spustit program „ESI[tronic]“ na motortesteru,
- b) v programu identifikovat vozidlo (viz obrázek č. 32),
- c) spustit program „CDC“ (Central Device Communication),
- d) vybráním možnosti „Údržba“, „OBD“ a „Čtení měřených hodnot“ v programu „CDC“ se spustí krátký test, který ověří schopnost vozidla vykonat měření emisí pomocí EOBD (viz obrázek č. 33),
- e) následně se spustí program BEA, kde se ručně zadá identifikace vozidla a stiskne tlačítko „Dále“ (viz obrázek č. 34),

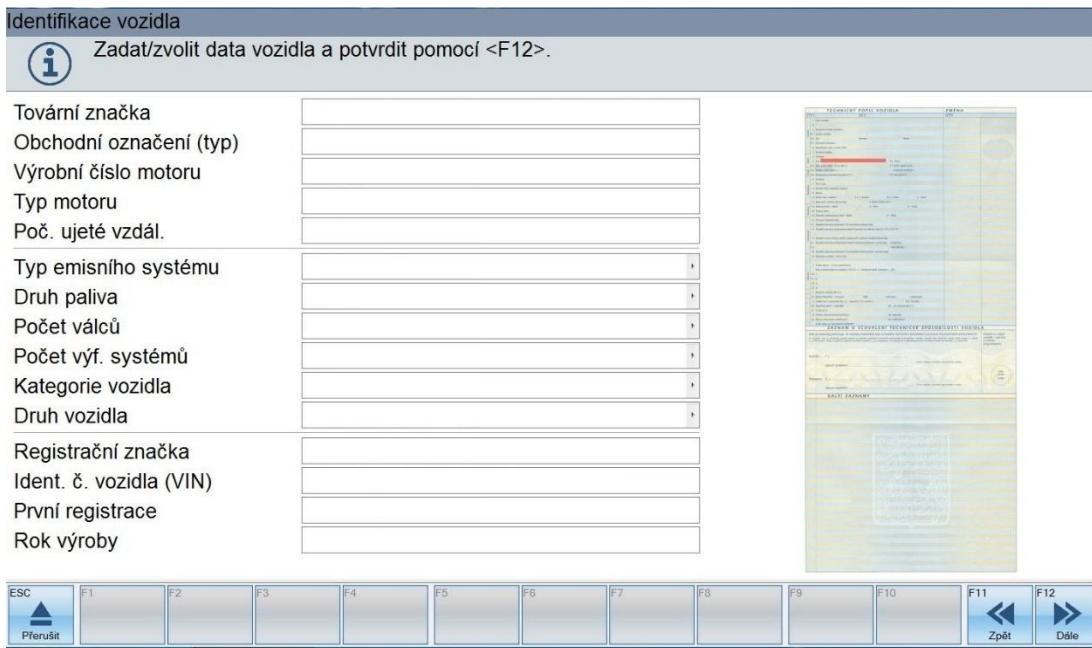
- f) na další obrazovce se zadá zákazník a stiskne se tlačítko „Dále“,
- g) následující obrazovka vyzve k vizuální kontrole typu motoru, pokud souhlasí, zvolí se možnost „Ano“ a pokračuje se stiskem tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 35),
- h) na v pořadí čtvrté obrazovce se vyplní požadované hodnoty dle výrobce a stiskne se tlačítko „Dále“ (viz obrázek č. 36),
- i) na následující obrazovce se, po jejich předchozí kontrole, potvrdí stiskem tlačítka „Ano“ vizuální kontrola skupin a dílů, které ovlivňují tvorbu emisí a pokračuje se stisknutím tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 37),
- j) pokračuje se kontrolou kontrolky MIL podle instrukcí, poté stisknutím tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 38),
- k) potvrzení údajů řídicí jednotky stiskem tlačítka „Ano“, stisk tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 39),
- l) vyhodnocení funkčního testu OBD, pokračovat stisknutím tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 40),
- m) program si udělá test přípravy motoru, pokud je v pořádku, pokračuje se stiskem tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 41),
- n) kontrola volnoběhu, následovat instrukce programu a pokračovat stiskem tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 42),
- o) vsunout měřicí sondu do výfuku,
- p) následuje kontrola emisí při zvýšených otáčkách, kdy po dobu třiceti sekund musí být otáčky v zadaném rozmezí 2500 – 3000 ot·min⁻¹, po dokončení kontroly stisk tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 43),
- q) následuje kontrola emisí při volnoběžných otáčkách, kdy se po dobu třiceti sekund musí udržovat otáčky v zadaném rozmezí 600 – 800 ot·min⁻¹, po dokončení kontroly stisk tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 44),
- r) následuje ověření regulačního okruhu, kdy se po dobu dvaceti sekund musí udržovat otáčky v zadaném rozmezí 598 – 798 ot·min⁻¹, po dokončení ověření následuje stisk tlačítka „Dále“ (viz obrázek č. 45),
- s) poslední obrazovkou je „Vyhodnocení“, kde je možnost tisku protokolu (viz obrázek č. 46).



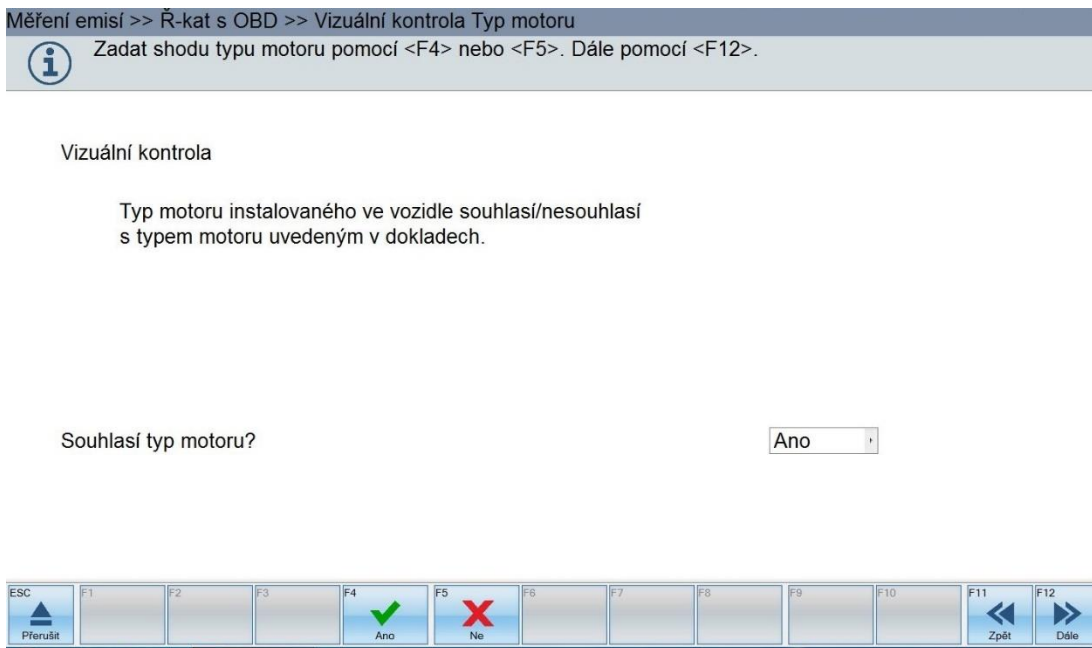
Obrázek č. 32 – Identifikace vozidla v programu „ESI[tronic]“



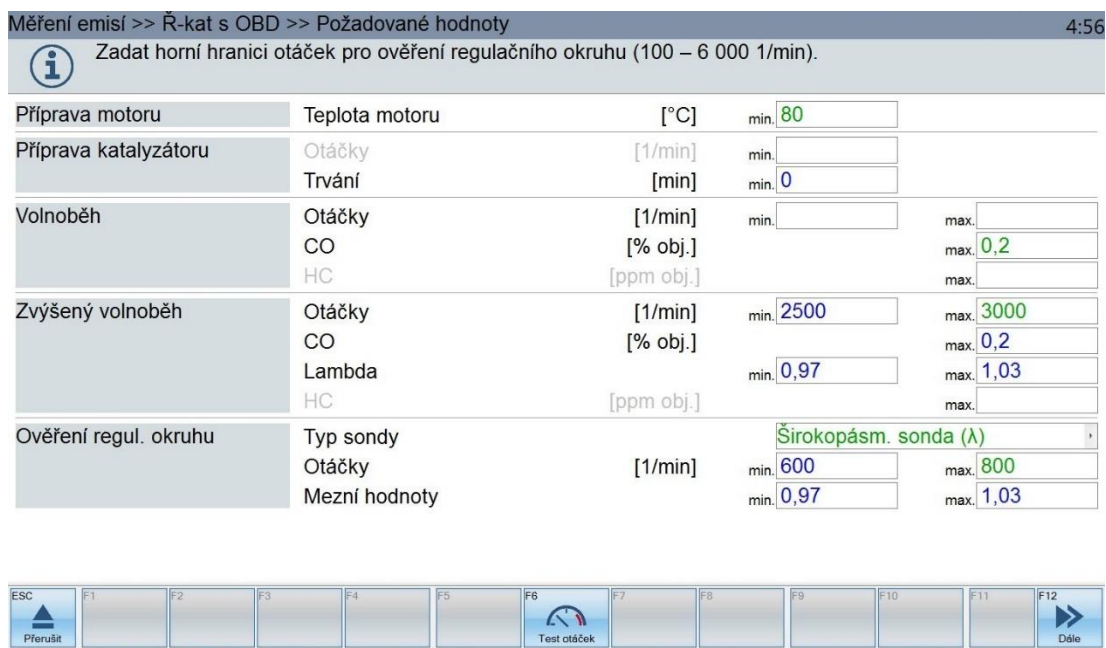
Obrázek č. 33 – Zkušební test EOBD



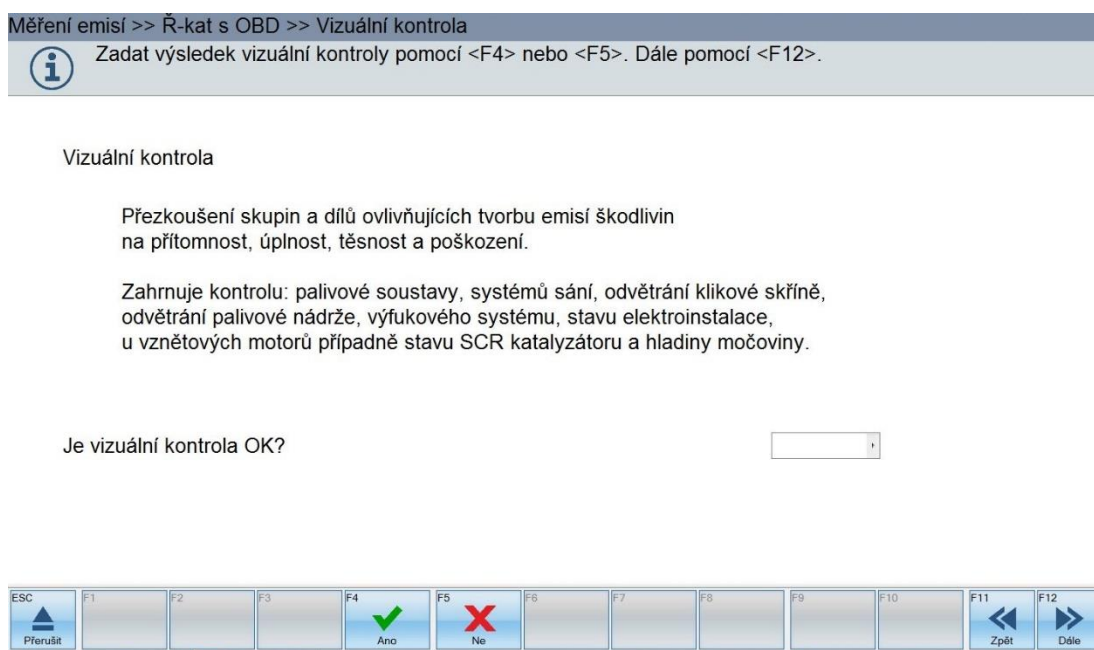
Obrázek č. 34 – Identifikace vozidla v programu BEA



Obrázek č. 35 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vizuální kontrole typu motoru



Obrázek č. 36 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vyplnění požadovaných hodnot

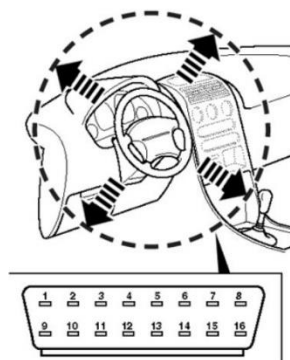


Obrázek č. 37 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vizualní kontrole skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí škodlivin



Poloha diagnostické zásuvky nebo kontrolky motoru (MIL)

Místo zástavby diagnostické zásuvky dle údajů výrobce v okruhu 60 cm od volantu.



Vizuální kontrola při vypnutém motoru

Stav MIL:

Vizuální kontrola kontrolky motoru (MIL) a příp. varovného systému NOx musí být provedena. Při zapnutém zapalování musí kontrolka motoru svítit. Po spuštění motoru musí kontrolka motoru nejpozději po 15 sekundách zhasnout a zůstat trvale zhasnuta. To platí pro veškerá vozidla, která jsou vybavena OBD.



Obrázek č. 38 – Obrazovka programu BEA, která vyzívá k vizuální kontrole kontrolky motoru (MIL)



Identifikace OBD a ověření kontrolního součtu.
Pokud jsou údaje správné, potvrďte pomocí <F4>.

Identifikace SW (CALID)	03C906016CK 0908
Kontrolní součet (CVN)	E3B97049
Identifikační číslo vozidla (VIN)	██████████
Otáčky	706
Teplota	89

Stav údajů řídicí jednotky OK?





Obrázek č. 39 – Obrazovka programu BEA, která vyzívá k překontrolování stavu údajů řídicí jednotky

Měření emisí >> Ř-kat s OBD >> Funkční test OBD 4:59

 Zkušební krok byl úspěšný. Pokračovat v měření emisí pomocí <F12>.


Motor běží: Stav MIL vyčten	 Nesvíťí
Motor běží: Vizuální kontrola MIL	 Nesvíťí
MIL vzdálenost [km]	0
Protokol OBD	CAN (ISO 15765-4)
Identifikační číslo vozidla (VIN)	
Emisně relevantních závad	0
Testy kódů připravenosti (1 = podporováno)	11111100101
Testy kódů připravenosti (0 = provedeno)	00001100101
Otáčky	695
Tep. motoru	90

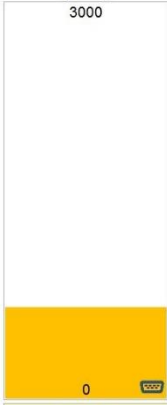
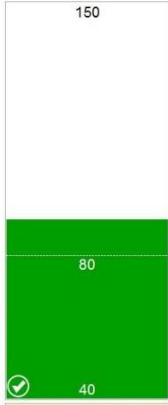


 Tester emisí : Test zbytků HC: Odstranit sondu z výfuku!


ESC | F1 | F2 | F3  MIL bliká | F4  MIL svítí | F5 | F6 | F7  Seznam RC | F8 | F9 | F10 | F11  Zpět | F12  Dále

Obrázek č. 40 – Obrazovka programu BEA, kde proběhl zkušební krok funkčnosti OBD

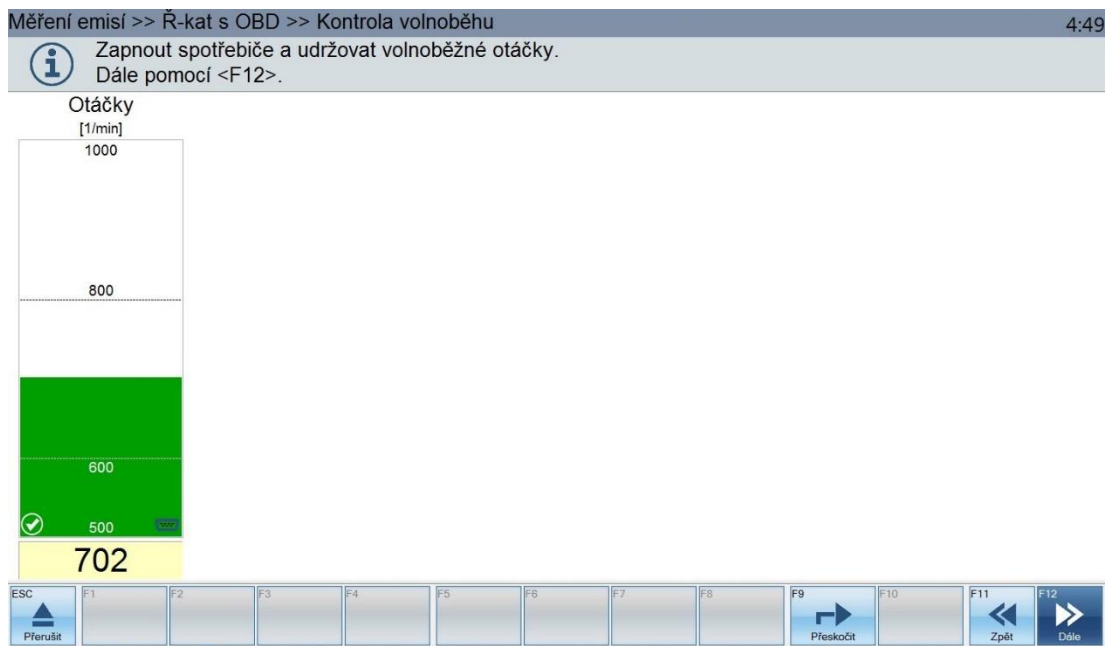
Měření emisí >> Ř-kat s OBD >> Příprava motoru 4:08

 Motor dosáhl požadované minimální teploty.
Pokračovat v měření emisí pomocí <F12>.

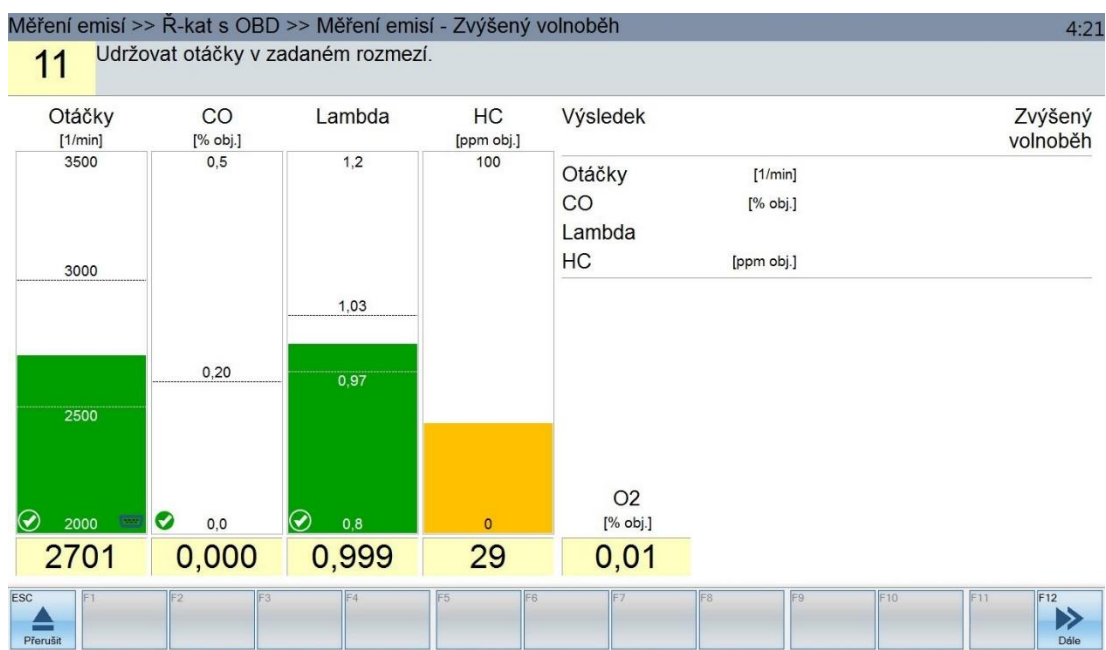
Otáčky [1/min]	Tep. motoru [°C]
3000	150
	
0 	 40
699	90,0

ESC | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 | F11 | F12  Dále

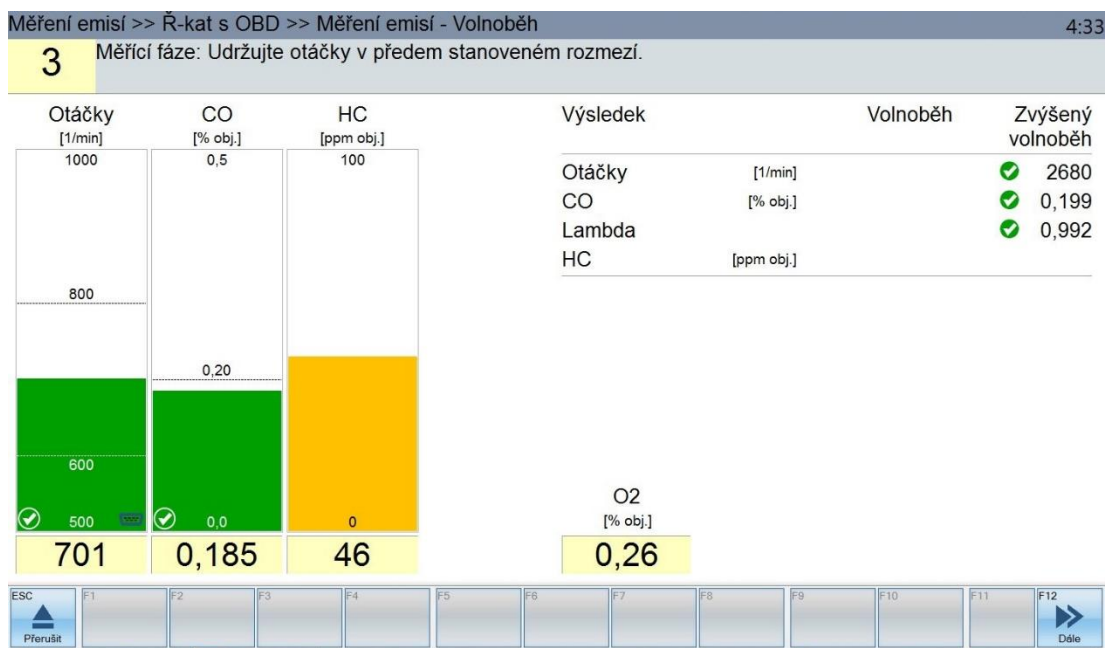
Obrázek č. 41 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá příprava motoru před vlastním měřením emisí



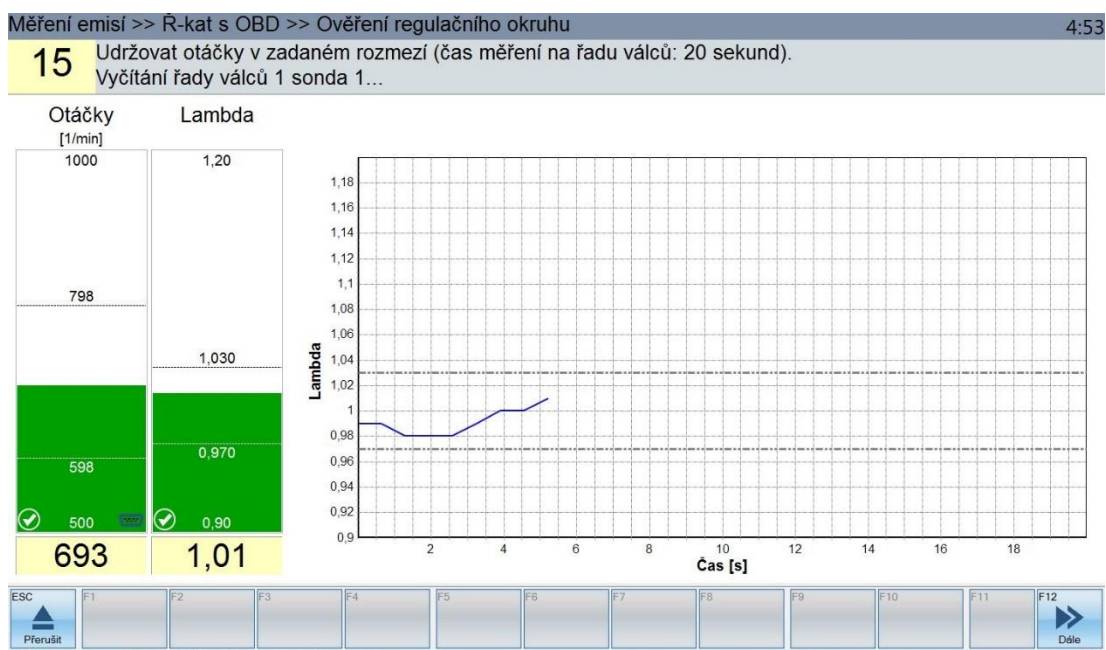
Obrázek č. 42 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá kontrola volnoběhu



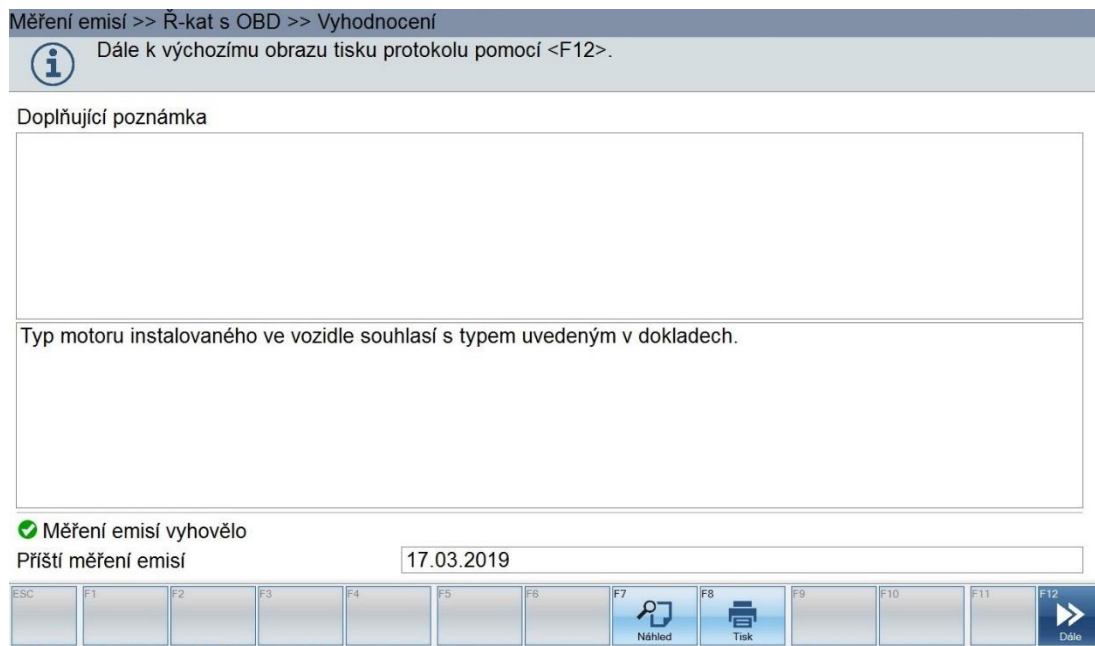
Obrazovka č. 43 – Obrazovka programu BEA, kde při zvýšeném volnoběhu probíhá měření emisí pomocí EOBD



Obrázek č. 44 – Obrazovka programu BEA, kde při volnoběhu probíhá měření emisí pomocí EOBD



Obrázek č. 45 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá ověření regulačního okruhu



Obrázek č. 46 – Obrazovka programu BEA, která oznamuje ukončení měření emisí pomocí EOBD

5. Výsledky

5.1 Výsledky sériové diagnostiky

Tabulka č. 1 – Výsledky sériové diagnostiky

Měření	Předepsaná hodnota	Naměřená hodnota
Volnoběžné otáčky	650 – 750 ot·min ⁻¹	700 ot·min ⁻¹
Teplota chladicí kapaliny	80 – 100 °C	93 °C
Teplota oleje motoru	60 – 110 °C	89,2 °C
Teplota spalin	0 - 900 °C	373 °C
Požadovaná hodnota vysokého tlaku paliva při volnoběžných otáčkách	4 – 6 MPa	5 MPa
Požadovaná hodnota vysokého tlaku paliva při zvýšených otáčkách	8 – 12 MPa	10 MPa
Střední doba vstřiku	0,7 – 1 ms	0,704 ms
Napětí 1. kyslíkové sondy (před katalyzátorem)	1,400 – 1,600 V	1,406 V
Napětí 2. kyslíkové sondy (za katalyzátorem)	0,200 – 0,800 V	0,465 V
Elektrický odpor vyhřívání 1. kyslíkové sondy (před katalyzátorem)	0 – 1500 Ω	299 Ω
Elektrický odpor vyhřívání 2. kyslíkové sondy (za katalyzátorem)	0 – 500 Ω	0 Ω
Vyhřívání 1. kyslíkové sondy (před katalyzátorem), aktivace	0 – 100 %	43 %
Vyhřívání 2. kyslíkové sondy (za katalyzátorem), aktivace	zapnuto / vypnuto	vypnuto
Dlouhodobá korekce směsi	-3,00 – 3,00 %	2,33 %
Krátkodobá korekce směsi	-3,00 – 3,00 %	-0,79 %

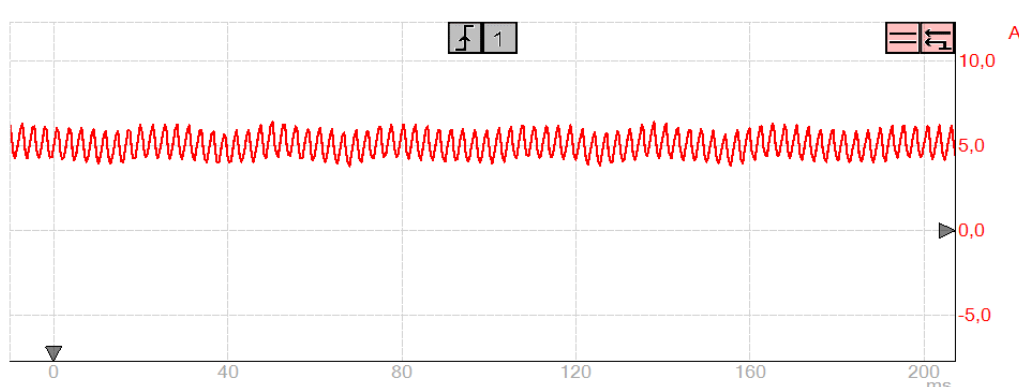
V tabulce č. 1 jsou uvedeny všechny výsledné hodnoty měření sériové diagnostiky. Z tabulky lze vyčíst, že všechny **naměřené hodnoty jsou v pořádku**, protože jsou v rozmezí předepsaných hodnot.

5.2 Výsledky paralelní diagnostiky

Palivové čerpadlo

Pomocí osciloskopu jsem naměřil odběr proudu palivového čerpadla. Dle dílenské příručky pro diagnostikované vozidlo je požadovaná hodnota odběru proudu maximálně 9 A.

Výslednou hodnotu lze pozorovat na obrázku č. 47, kde se ona hodnota proudu palivového čerpadla pohybovala okolo 5 A, ale nepřesáhla maximálních 9 A. Tímto měřením jsem zjistil, že palivové čerpadlo **je v pořádku**.

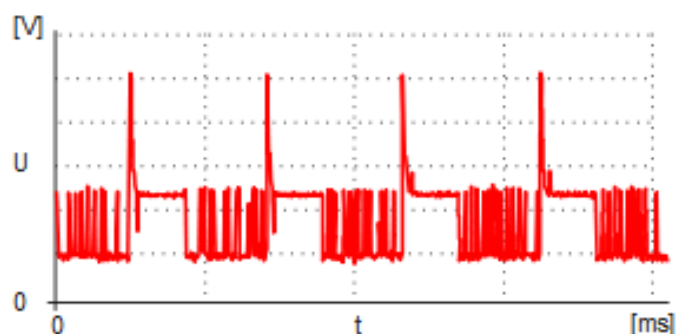


Obrázek č. 47 – Naměřená hodnota odběru proudu palivového čerpadla diagnostikovaného vozidla

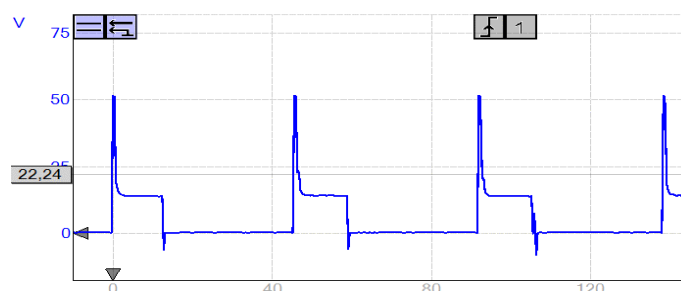
Regulační ventil tlaku paliva

Předepsaná hodnota regulačního ventilu tlaku paliva je graficky znázorněna na obrázku č. 48, výsledek je znázorněn na obrázku č. 49.

Výsledek se od předepsané hodnoty mírně liší, ale po konzultaci tohoto problému jsem dospěl k závěru, že předepsaná hodnota, která je uvedena v programu „ESI[tronic]“ je univerzální pro více motorových vozidel, a proto je mírná odchylka v pořádku. To znamená, že regulační ventil tlaku paliva **je v pořádku**.



Obrázek č. 48 – Graficky znázorněná předepsaná hodnota regulačního ventilu tlaku paliva

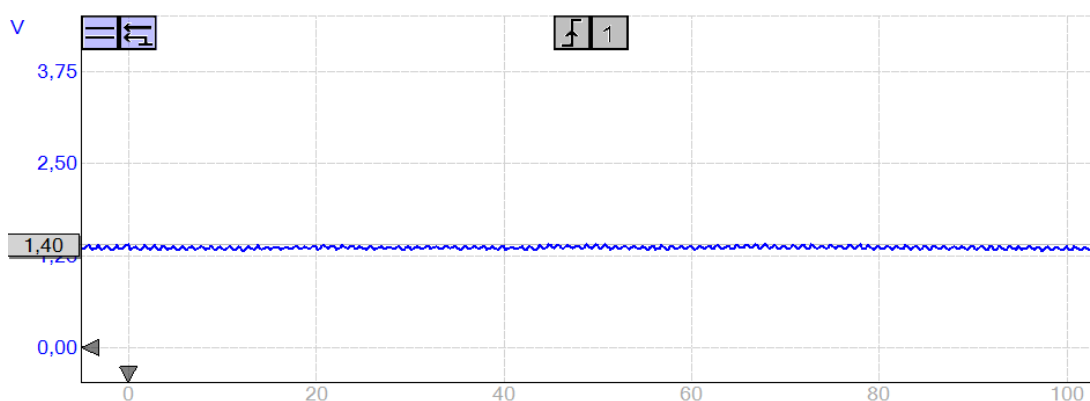


Obrázek č. 49 – Výsledek měření napětí regulačního ventilu tlaku paliva

Vysokotlaký snímač tlaku paliva

Předepsaná hodnota napětí vysokotlakého snímače tlaku paliva je převzata z programu „ESI[tronic]“ a činí 1,3 – 1,6 V. Výsledek je znázorněn na obrázku č. 50.

Z obrázku č. 50 je patrné, že hodnota napětí je v průměru 1,4 V. To znamená, že splňuje rozmezí, které udává předepsaná hodnota a vysokotlaký snímač tlaku paliva je v pořádku.

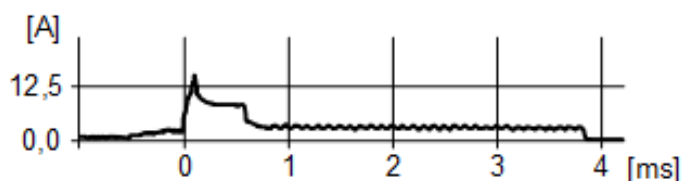


Obrázek č. 50 – Výsledek měření napětí vysokotlakého snímače tlaku paliva

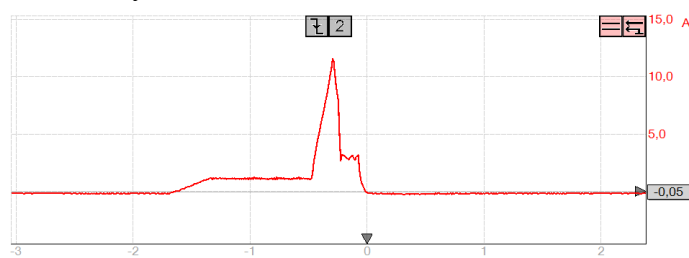
Vysokotlaký vstřikovací ventil

Předepsaná hodnota otevíracího proudu vysokotlakého vstřikovacího ventilu je graficky znázorněna na obrázku č. 51, výsledek je znázorněn na obrázku č. 52.

Ačkoliv je výsledek mírně odlišný od předepsané hodnoty, tak jsem po konzultaci tohoto problému dospěl k závěru, že předepsaná hodnota, která je uvedena v programu „ESI[tronic]“ je univerzální pro více motorových vozidel, a proto je mírná odchylka v pořádku. To znamená, že vysokotlaký vstříkovací ventil **je v pořádku**.



Obrázek č. 51 – Graficky znázorněná předepsaná hodnota otevíracího proudu vysokotlakého vstříkovacího ventilu

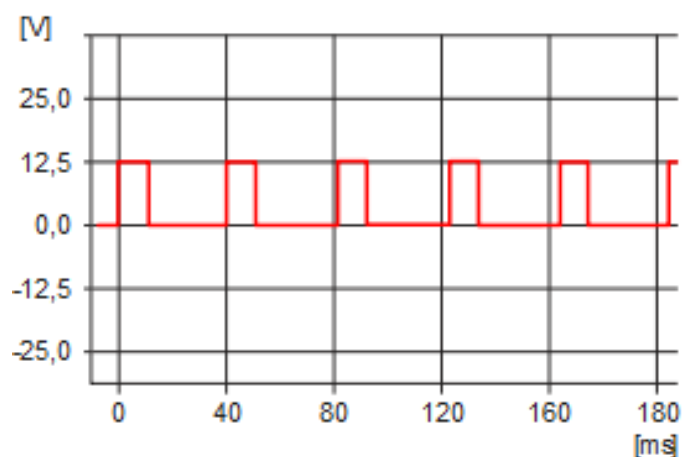


Obrázek č. 52 – Výsledek měření otevíracího proudu vysokotlakého vstříkovacího ventilu

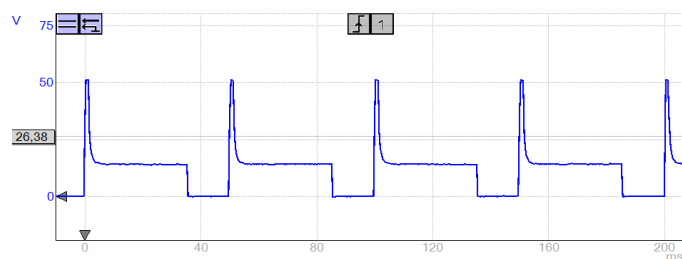
Aktivační signál regeneračního ventilu odpařeného paliva

Předepsaná hodnota otevíracího aktivačního signálu ventilu odpařeného paliva je graficky znázorněna na obrázku č. 53, výsledek je znázorněn na obrázku č. 54.

Výsledek se mírně liší od předepsané hodnoty. Po konzultaci jsem došel k závěru, že aktivační signál je v pořádku i za přítomnosti výkyvu napětí v podobě „jehly“. A to z důvodu, že kdyby tam jehla nebyla, tak výsledek **je roven předepsané hodnotě**, nepřesáhne totiž 12,5 V, jako je vidět na graficky znázorněné předepsané hodnotě.



Obrázek č. 53 – Předepsaná hodnota aktivačního signálu regeneračního ventilu odpařeného paliva



Obrázek č. 54 – Výsledek měření regeneračního ventilu odpařeného paliva

Elektrický odpor regeneračního ventilu odpařeného paliva

Předepsaná hodnota, jakou uvádí program „ESI[tronic]“ pro velikost elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva je v rozmezí 23 – 28 Ω při teplotě komponenty 20 °C. Výsledná hodnota je zobrazena na obrázku č. 55.

Jak je patrné z obrázku č. 55, tak hodnota elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva je 26,6 Ω , to znamená, že je v rozmezí předepsané hodnoty a jeho funkce **je v pořádku**.

Otáčky	1/min	0
Teplota	°C	18,1
Napětí akumulátoru	V	12,6
Tlak vzduchu	mbar	986
Odpor CH1	Ω	26,6
Proud CH2	A	-0,161
Tlak kapal.	bar	----

Obrázek č. 55 – Výsledek měření elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva

5.3 Výsledky měření spalin

Měření spalin infraanalyzátozem

V tabulce č. 2 jsou předepsané hodnoty výrobcem vozidla, které jsou uvedeny v programu „ESI[tronic]“. Tyto hodnoty podléhají schvalovacímu procesu dle nařízení Evropské komise (pro EURO 5 dle nařízení č. 715/2007). Na obrázku č. 56 jsou naměřené hodnoty pomocí infraanalyzátozem. Diagnostikované vozidlo vyhovělo testu emisí.

Tabulka č. 2 – Předepsané hodnoty pro měření emisí

Volnoběžné otáčky	650±100 ot·min ⁻¹
Teplota motorového oleje při měření CO	80 °C
Obsah CO při volnoběhu	Max. 0,2 obj. %
Uhlovodíky při volnoběhu	100 ppm
Hodnota CO ₂ při volnoběhu	14,5 – 16 obj. %
Hodnota O ₂ při volnoběhu	0,1 – 0,5 obj. %
Zvýšené otáčky	2400 - 2600 ot·min ⁻¹
Obsah CO při zvýšených otáčkách	0,3 obj. %
Hodnota λ při zvýšených otáčkách	0,97 – 1,03

FSA 050 / 720 / 740 / 750 / 760 - Spaliny

Měření ukončeno

SKODA / ROOMSTER / CBZB / SIMOS 10 / DFS

Otáčky	1/min	700	2490
Teplota oleje	°C	89,8	91,9
CO	%obj.	0,00	0,03
CO2	%obj.	15,28	15,39
HC	ppm obj.	31	18
O2	%obj.	-0,04	-0,05
Lambda		0,996	0,996
NO	ppm obj.	----	----

Storno ESC, nápověda F1, URI F2, Opakovat F3, Ulož/Vyvolat F4, Výsledek F8, Poznámka F9, DSA F10, Zpět F11, Dále F12

Obrázek č. 56 – Výsledek měření spalín pomocí infraanalyzátoru

Měření spalín EOBD

Předepsané hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 2. Výsledný protokol, který byl vytisknut po dokončení měření spalín pomocí EOBD lze vidět na obrázku č. 57 a č. 58. Diagnostikované vozidlo **vyhovělo testu emisí**.



BOSCH

Název provozovatele:

Sídlo firmy:

SME č.:
Tel.:
E-mail:

IČO:
DIČ:

**PROTOKOL č. 00011/
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem**

Tovární značka:	██████████	Druh vozidla:	osobní automobil
Obchodní označení (typ):	██████████	Kategorie vozidla:	M1
Typ motoru:	██████████	Registrační značka:	██████████
Výrobní č. motoru:*)	██████████	VIN:	██████████
Stav poč. ujeté vzdál. (km):	██████████	Datum první registrace:	██████████
Typ emisního systému:	Ř-kat s OBD	Druh paliva:	Benzin

Provozovatel vozidla (jméno adresa):
██████████ Skuherská/3, 37004, České Budějovice

Kontrola:	
Výsledek vizuální kontroly:	OK
Výsledek kontroly readiness kódů:	Ne všechny systém. testy byly provedeny Stav MIL (běžící motor): #Nesvítil
Výsledek kontroly závad řídicí jednotky motoru:	
Vyhodnocení stavu řídicí jednotky:	Celkový počet závad: 0
Výsledek kontroly těsnosti plynového zařízení **):	Bez závad

		Předepsané	Naměřené hodnoty s palivem	
			základním	alternativním
Při volnoběhu	Otáčky [min-1]	600 - 800	698	
	CO [%]	0,20	0,019	
Při zvýšených otáčkách	Otáčky [min-1]	2500 - 3000	2680	
	CO [%]	0,20	0,199	
	Lambda	0,97 - 1,03	0,992	

Použitý analyzátor: Bosch / BEA050 / BEA V2.02 3AA30592 / AMM 000-B6 F54B

Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření analyzátoru.

Poznámky:

Typ motoru instalovaného ve vozidle souhlasí s typem uvedeným v dokladech.

Detailní výpis výsledků kontroly emisí je uveden v příloze tohoto protokolu.

Vozidlo z hlediska měření emisí	vyhovělo
Příští měření emisí v termínu do:	17.03.2019
Měření emisí provedl:	██████████

Datum provedení měření emisí: **17.03.2017**

Za správnost:



Podpis

*) Pouze, je-li uvedeno v TP vozidla

**) Pouze pro vozidla vybavená zařízením pro plynový pohon

Obrázek č. 57 – První strana protokolu o měření emisí pomocí EOBD

PŘÍLOHA K PROTOKOLU č. 00011/

VIN: [REDACTED]

Protokol OBD

CAN (ISO 15765-4)

Identifikace OBD

CALID

03C906016CK 0908 CVN

E3B97049

VIN: [REDACTED]

Testy kódů připravenosti

	Comp	Fuel	Misf	EGR/VVT	O2S Heat	O2S Func	A/C	SAS	Evap	HCat	Cat Func
podporován	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
proveden	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1

Celkový počet závad: 0

Vzdálenost ujetá při aktivní DTC: 0

Stav MIL (běžící motor)

Nesvíti

Aktivace MIL

#Nesvíti

Druh paliva:

Benzín

Stav	Otáčky [min-1]	CO [%]	CO2 [%]	HC [ppm obj.]	Lambda	O2 [%]	COcorr [%]
Při volnoběhu	698	0,019	15,30	11	0,999	0,01	0,019
Předepsané hodnoty	600 - 800	0,20					
Při zvýšených otáčkách	2680	0,199	15,08	49	0,992	0,01	0,199
Předepsané hodnoty	2500 - 3000	0,20			0,97 - 1,03		

Výsledky doplňkových testů (širokopásmová sonda):

n [min-1]	sonda	Rozsah signálu [V, mA, -]
693	REG-1	0,98-1,01

Použitý analyzátor:

Bosch / BEA050 / BEA V2.02 3AA30592 / AMM 000-B6 F54B

Software:

BEA-PC CZ V1.2

OBD:

Bosch / KTS540 / KTS540 V3.10

Požadované hodnoty vozidla:

V 3.44 18.06.2013

Měření emisí provedl [REDACTED]

Datum provedení měření emisí:

17.03.2017

Za správnost:



Podpis

Obrázek č. 58 – Druhá strana protokolu o měření emisí pomocí EOBD

6. Diskuze

6.1 Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Ano. Zvolený diagnostický systém Bosch FSA 740 s KTS 540 a rozšířením o měření emisí je dostačující pro určení prognózy.

Objektivní měření pomocí sériové a paralelní diagnostiky a měřením emisí, které dokáže zvolený diagnostický systém, je schopno spolu se zkušenou obsluhou dojít k úspěšnému určení prognózy poruch palivové soustavy.

To dokazuje i získané osvědčení od firmy Dekra (viz www.dekra-automobil.cz/php/schvalena-zarizeni/merovka_zarizeni_getfile.php?file=166 „staženo dne: 4. 4. 2017“), které dovoluje používat tento diagnostický systém na stanicích technické kontroly. Stejně osvědčení má i konkurenční diagnostický systém Actigas 505 (viz www.dekra-automobil.cz/php/schvalena-zarizeni/merovka_zarizeni_getfile.php?file=204), který je v porovnání s Bosch 740 stejný, ale je zhruba 2x levnější, jak je uvedeno v kapitole 6.2.

Richard KŘIVÁNEK (2014) ve své bakalářské práci uvádí, že diagnostický systém Bosch FSA 740 s programem „ESI[tronic]“ je perfektní kombinací pro efektivní vyhledání a analýzu závad a kvalifikovanou opravu.

Co se týče použití osciloskopického měření k paralelní diagnostice, jak mi bylo sděleno panem Milanem ŘÍHOU (in verb., 20. 3. 2017) z firmy Actia v Táboře, tak nezáleží na diagnostickém systému, protože všechny osciloskopy jsou ve své podstatě stejné.

V internetovém článku *Multiznačková diagnostika* (KLOC) se diagnostický systém pro sériovou diagnostiku Bosch KTS 540, který je součástí Bosch FSA 740, uvádí jako dominující na českém trhu, spolu s konkurenčním Atal Multi-Diag Access 2 BT (součást Actigas 505). Autor zde vyzdvihuje systém Bosch za solidní kompatibilitu a konektivitu s většinou automobilů a za sice nejvyšší cenu, ale za to nejvyšší úroveň podpory.

6.2 Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?

Ne. Diagnostický systém Bosch FSA 740 s KTS 540 a rozšířením o měření emisí není vhodný z ekonomického pohledu.

Pro ekonomické zhodnocení jsem vybral 4 diagnostické systémy, které jsou téměř shodné svým vybavením a funkcemi. Jedná se o:

- a) Použitý diagnostický systém Bosch FSA 740,
- b) Actigas 505,
- c) VAS 6150 D,
- d) autodiagnostika VCDS PROFI.

V tabulce č. 3, 4, 5 a 6 lze pozorovat, co obsahují jednotlivé diagnostické systémy a jejich pořizovací ceny. Všechny uvedené ceny jsou bez DPH.

Tabulka č. 3 – Pořizovací ceny diagnostického systému FSA 740

Název	Pořizovací cena [Kč]
Tester FSA 740 Edition s modulem KTS 540 (s rozšířeným příslušenstvím)	345 300
Balík software ESA CZ na úřední měření emisí	10 900
Dovybavovací sada analyzátoru výfukových plynů BEA 055	92 450
Licence softwaru „ESI[tronic]“	33 480 ročně

Tabulka č. 4 – Pořizovací ceny diagnostického systému Actigas 505

Název	Pořizovací cena [Kč]
Actigas 505	125 000
Multi-Diag access 2 BlueTooth	37 900
Multi-Diag Scope	47 470
Licence Multi-Diag software	19 080 jednorázově, následně 9 900 ročně

Tabulka č. 5 – Pořizovací ceny diagnostického systému VAS 6150 D

Název	Pořizovací cena [Kč]
VAS 6150 D	69 257
Diagnostické rozhraní VAS 6154	21 239
Box s měřicí technikou VAS 6356	130 000
Licence	48 600 za rok
Přístup do systému „ELSA“	42 000 za rok

Tabulka č. 6 – Pořizovací ceny diagnostického systému VCDS PROFI

Název	Pořizovací cena [Kč]
Autodiagnostika VCDS PROFI	15 000
Licence VCDS	1 100 za rok
Osciloskop Hantek DSO 1008C	5 290
Přístup do systému „ErWin“ pro koncernové vozy	53 560 za rok

Diagnostické systémy FSA 740 a Actigas 505 jsou vybaveny shodně, dokáží provést sériovou i paralelní diagnostiku, změřit emise i dle nového zákona o měření emisí (všechny stanice technické kontroly se dle toho zákona musí definitivně řídit od 1. 1. 2017). Oba výrobky jsou multiznačkové, mají vlastní databázi elektrických schémat, známých poruch vozidel atp. Ceny přístroje a všech příslušenství pro Bosch FSA 740 jsou dostupné na internetové stránce <http://www.diagnostika-bosch.cz/katalog/cenik.pdf>. Ceny pro použitý diagnostický přístroj Actigas 505 jsem osobně zjišťoval v sídle firmy Actia v Táboře, kde mi pan Milan ŘÍHA spolu s panem Miloslavem KROUŽKEM (in verb., 20. 3. 2017) poskytli katalogy a ceníky jejich výrobků, z nichž jsem vycházel v tabulce číslo 4.

Za nimi je diagnostický systém VAS 6150 D, který dokáže sériovou a paralelní diagnostiku stejně jako oba předešlé systémy, ale není možnost změřit emise. Dle pana Dalibora KOSÍKA, vedoucího servisu VW společnosti CBAuto v Českých

Budějovicích, se ani žádného takovéhoho přístroje pro měření emisí nevyužívá. Pan Dalibor KOSÍK (in verb 20. 3. 2017) mi dále sdělil neoficiální ceny těchto přístrojů. Bohužel tento přístroj je pouze pro koncernové vozy společnosti VW a možnost zakoupit ho mají právě jen autorizované servisy. Odkázal mne na diagnostický systém, který je určen spotřebitelům a lze zakoupit na mnoha internetových obchodech.

Vybral jsem si diagnostický program VCDS PROFI, který je (dle internetové stránky <http://www.auto-diagnostika.cz>, „staženo dne: 28. 3. 2017“ - kde lze zakoupit) určeno především pro koncernové vozy společnosti VW, ale lze s ním provádět i diagnostiku ostatních značek. Protože diagnostický systém VCDS PROFI je určen pouze pro sériovou diagnostiku, tak je nutno k němu dokoupit osciloskop, jako takový jsem vybral Hantek DSO 1008C. Tímto přístrojem lze (dle <http://www.motordiag.cz/produkt/hantek-dso-1008c-complete> „staženo dne: 28. 3. 2017“) provádět paralelní diagnostiku. Pro tento diagnostický systém není žádné příslušenství v podobě přístroje na měření emisí. Celkově je tento systém určený především pro „domácí“ diagnostiku či malé autoservisy.

V tabulce č. 7 je zobrazena pořizovací cena všech výše zmíněných diagnostických systémů a jejich náklady, které jsem určil na dobu 5 let.

$$\text{Náklady} = \text{pořizovací cena} + \text{roční poplatky}$$

Tabulka č. 7 - Pořizovací cena diagnostických systémů a jejich náklady po dobu 5 let

Název	Pořizovací cena [Kč]	Náklady po dobu 5 let [Kč]
Bosch FSA 740	482 130	616 050
Actia Actigas 505	229 450	269 050
VAS 6150 D	311 096	673 496
VCDS PROFI	74 950	293 330

Z tabulky č. 7 je patrné, že nejnižší pořizovací cenu má diagnostický systém VCDS PROFI, avšak není opatřen žádným přístrojem určeným k měření emisí a jeho provoz po 5 letech je mnohonásobně vyšší nežli pořizovací cena. Lze zde dále

pozorovat, že použitý diagnostický systém FSA 740 je zhruba 2x dražší, nežli v podstatě stejný diagnostický systém Actia Actigas 505.

Konečné pořadí:

Pořizovací cena	Provoz po dobu 5 let
1. VCDS PROFI	1. Actia Actigas 505
2. Actia Actigas 505	2. VCDS PROFI
3. VAS 6150 D	3. Bosch FSA 740
4. Bosch FSA 740	4. VAS 6150 D

Z tohoto důvodu není zvolený diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu.

6.3 Vyhodnocení výsledků a stanovení prognózy

Kompletní diagnostika probíhala na voze Škoda Roomster, který je součástí vozového parku Vyšší odborné školy, střední průmyslové školy automobilní a technické ve Skuherského ulici v Českých Budějovicích, respektive odloučeného pracoviště odborného výcviku, které se nachází v areálu firmy Jihotrans a.s. v Českých Budějovicích.

Právě proto, že se vůz používá jen pro výuku studentů oné střední školy, tak v dohledné době nelze očekávat žádnou poruchu na palivovém systému, která by byla způsobena vlivem některé z komponent. Spíše lze předpokládat neodborný zásah studentů, který může vést jak k poruše palivového systému, tak celé funkce motoru.

Právě proto nejsou naměřené výsledky, které byly provedeny sériovou a paralelní diagnostikou, překvapivé. Všechny naměřené hodnoty i zkontrolované komponenty jsou v rámci předepsaných hodnot v pořádku.

Ačkoliv je vůz často startován, jezdí velmi krátké vzdálenosti a ne vždy je motor dokonale zahřátý na provozní teplotu, tak výsledky dvou měření spalin různými způsoby poukazují na dobrou funkci palivového systému a správné spalování.

Kdyby bylo vozidlo v provozu, tak podléhá servisním intervalům výrobce (dle programu „ESI[tronic]“), které jsou dva:

- a) s pevným intervalem 12 měsíců nebo 15 000 km,
- b) s proměnlivým intervalem 24 měsíců a 30 000 km.

V prvním servisním intervalu se po prvních 12 měsících pouze mění motorový olej a čističe. Po druhých 12 měsících (tzn. po 2 letech) se mění motorový olej, čističe, a navíc se kontroluje kompletně celý automobil, včetně vizuální kontroly všech hadicových a trubkových vedení, čtení paměti závad všech řídicích jednotek, výfuku atp.

Při druhém servisním intervalu, který nastane každých 24 měsíců nebo maximální proběh 30 000 km (proměnlivý proběh kilometrů, který je závislý na stylu jízdy) se auto zkontroluje celé, vymění se tzv. „LongLife“ motorový olej a všechny čističe.

Dále je zde povinná návštěva stanice technické kontroly a pracoviště měření emisí. Každý vůz toto absolvuje každé dva roky, resp. po 4 letech, pokud je nový.

Prognóza

Vůz je ve skvělé kondici, a proto se v nejbližší době, minimálně do další pomyslné servisní prohlídky či návštěvy stanice technické kontroly neočekává žádná porucha na palivovém systému. Jediný problém či poruchu na palivovém systému lze předpokládat pouze neodborným zásahem studentů střední školy.

7. Závěr

Tato práce se zabývala problematikou diagnostiky palivové soustavy s přímým vstřikováním, konkrétně zážehového motoru Škody Roomster 1.2 TSI. V literární části jsem popisoval funkci přímého vstřikování a řízení motoru od společnosti VW, které je v modifikaci použito také v diagnostikovaném vozidle. Poté následoval přehled s terminologií technické diagnostiky u motorových vozidel. V další podkapitole literárního přehledu jsem se zabíral diagnostickými systémy, které se používají v praxi. Byly zde jednoduché přístroje, například hlukoměr, ale i komplexní profesionální přístroje, které mohou přispět k určení technického stavu vozidla pomocí sériové či paralelní diagnostiky nebo měřením emisí výfukových plynů. Řešil jsem i otázku ohledně měření, analýzy a škodlivosti výfukových plynů, které produkuje zážehový motor s přímým vstřikováním, kde jsem popsal, jaké výfukové plyny vyprodukuje zážehový motor, jak lze dojít k jejich snížení pomocí katalyzátoru a nakonec, jak se měří obsah zplodin ve výfukových plynech. Poslední podkapitola literární části se zabývala palubní diagnostikou OBD a emisními předpisy.

Dále proběhla diagnostická kontrola hlavních částí palivové soustavy metodou sériovou a paralelní pomocí detailně vypracované metodiky. Také jsem změřil emise výfukových plynů dvěma způsoby, pomocí klasického infraanalyzátoru a pomocí aktuální metody přes palubní systém OBD. Druhá zmiňovaná je v České republice povinná na stanicích technické kontroly od 1. 1. 2017. K veškeré diagnostice jsem použil přístroje Bosch FSA 740 s KTS 540 a s příslušenstvím k měření výfukových plynů spolu a programem „ESI[tronic]“, který je součástí přístroje.

Z výsledků provedené diagnostiky a odpovědí na dané hypotézy jsem došel k závěru, že použitý diagnostický systém Bosch je vhodný pro použití v praxi k diagnostice palivové soustavy a určení prognózy vývoje stavu a poruch. Nicméně dle mého názoru je diagnostický systém Actigas505 od firmy Actia stejně vhodný pro diagnostiku, ale je zhruba 2x levnější, a proto bych raději volil tento systém pro diagnostické měření i určení prognózy.

Stejně tak bych byl pro zavedení palubní diagnostiky OBD III, ale až po vyřešení otázek z hlediska legislativy. Dle mého názoru by tento systém mohl být prospěšný, jak pro výrobce automobilů, tak i pro jejich majitele a hlavně by se tímto systémem snížila ekologická zátěž, protože kontrola správné funkčnosti zařízení

pro snižování emisí (a jiných palubních systémů) v podstatě probíhá v reálném čase a majitel vozidla se nemusí starat takřka o nic.

Domnívám se, že přínosem mé práce pro praxi je seznámení se s palivovou soustavou zážehového motoru s přímým vstřikováním a jeho kontrolou, protože spousta autorů se zabývá většinou pouze vznětovými motory, zatímco se zvětšuje rozmach právě zážehových motorů s přímým vstřikováním. Také jsem provedl měření emisí dle nového zákona o měření emisí pomocí EOBD a readiness kódů, které může posloužit laické veřejnosti v seznámení se s postupem tohoto měření. Dále přináší informace o dosud nevyužívané palubní diagnostice OBD III.

8. Seznam použité literatury

ČUPERA J., ŠTĚRBA P. (2010): *Automobily 7: Diagnostika motorových vozidel I. 2.* Brno: Avid, 195 s. ISBN 9788087143179.

FERENC B. (2009): *Spalovací motory: karburátory, vstřikování paliva a optimalizace parametrů motoru.* Vyd. 3. Brno: Computer Press, Auto-moto-profi (Computer Press). 388 s. ISBN 9788025125458.

HOREJŠ K., MOTEJL V. (2009): *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.* Vyd. 4. Brno: Littera. Technické novinky. 377 s. ISBN 9788085763522.

HROMÁDKO J. (2011): *Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol.* Praha: Grada, 296 s. ISBN 9788024734750.

JAN Z., ŽDÁNSKÝ B. (2013): *Automobily 4: Příslušenství.* 4. Brno: Avid, 313 s. ISBN 9788087143292.

KLOC P.: *Multiznačková diagnostika* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <https://www.blog.autodiagnostik.cz/multiznackova-diagnostika/>

KREIDL M., ŠMÍD R. (2006): *Technická diagnostika: senzory, metody, analýza signálu.* Praha: BEN – technická literatura, Senzory neelektrických veličin. 408 s. ISBN 8073001586.

KŘIVÁNEK R. (2014): *Výuka s testery BOSCH.* Brno, 45 s. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Jan Děcký.

PEJŠA L. (1995): *Technická diagnostika.* Praha: Česká zemědělská univerzita, 195 s. ISBN 8021302496.

PETRÁS Z., RŮŽIČKA A. (1997): *Měření emisí.* Praha: Robert Bosch, 63 s.

REMEK B. (2002): *Provozní údržba a diagnostika vozidel.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 142 s. ISBN 8001026159.

SMITH C. (2016): *The car hacker's handbook: A guide for the penetration tester.* 1. San Francisco: No Starch Press, 304 s. ISBN 1593277032. Dostupné také z: https://books.google.cz/books?id=Ao_QCwAAQBAJ „staženo dne:“

ŠKODA AUTO (2012): *Dílenská příručka: Motor 1,2/63; 77 kW TSI.* 263 s.

ŠTĚRBA P., ČUPERA J., POLCAR A. (2011): *Automobily 8: Diagnostika motorových vozidel II*. Brno: Avid, 181 s. ISBN 9788087143193.

VÉMOLA A. (2006): *Diagnostika automobilů II. díl. 1*. Brno: Littera, 82 s. ISBN 808576332X.

VLK F. (2001): *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. Brno: Vlk, 576 s. ISBN 8023865730.

VLK F. (2003): *Automobilová technická příručka*. Brno: František Vlk, 791 s. ISBN 8023896814.

Internetové zdroje

www.atal.cz/page.php?m_ssekce=9&article=176&lang=cz „staženo dne: 5. 2. 2017“

www.bosch.co.za/content/language1/html/5016.htm, „staženo dne: 16. 2. 2017“

www.eur-lex.europa.eu/legal-

content/CS/TXT/?uri=URISERV:l28186&qid=1488307308659 „staženo dne: 23. 2. 2017“

www.motordiag.cz/produkt/hantek-dso-1008c-complete „staženo dne: 1. 4. 2017“

www.technology-garage.cz/infraanalyzator-brain-bee-ags-200-sestava-02 „staženo dne: 8. 2. 2017“

www.umel.feec.vutbr.cz/bdts/index.php/multimedialni-ucebnice-menu/diagnosticky-system „staženo dne: 6. 2. 2017“
www.uni-t.cz/p/hlukomer-uni-t-ut351 „staženo dne: 5. 2. 2017“

www.univer.cz/pristroj-pro-diagnostiku-a-cistení-vstrikovacu-zazehovych-motoru-fy-6c-id3304 „staženo dne: 5. 2. 2017“

www.vybavenitrost.cz/analyza-systemu-vozidel/fsa-740-s-kts-540/ „staženo dne: 6. 2. 2017“

www.dekra-automobil.cz/php/schvalena-zarizeni/merovka_zarizeni_getfile.php?file=166 „staženo dne: 4. 4. 2017“

www.dekra-automobil.cz/php/schvalena-zarizeni/merovka_zarizeni_getfile.php?file=204 „staženo dne: 4. 4. 2017“

www.scan-professional.com/Bosch.html „staženo dne: 4. 2. 2017“

www.atal.cz/page.php?m_ssekce=11&lang=cz „staženo dne: 6. 2. 2017“

www.atal.cz/page.php?m_ssekce=12&lang=cz „staženo dne: 7. 2. 2017“

www.brainbee.it/Prodotto+AGS-200.php „staženo dne: 8. 2. 2017“

www.auto-diagnostika.cz „staženo dne: 1. 4. 2017“

www.diagnostika-bosch.cz/katalog/cenik.pdf „staženo dne: 1. 4. 2017“

Ostatní zdroje

Dalibor KOSÍK, 2017, in verb.

ESI[tronic] 2.0, program

Milan ŘÍHA, 2017, in verb.

Miloslav KROUŽEK, 2017, in verb.

9. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Základní způsoby přípravy směsi u zážehového motoru	11
Obrázek č. 2 – Hlavní části motoru VW FSI	12
Obrázek č. 3 - Systém přímého vstřikování benzínu Bosch Motronic MED 7 (M FSI)	12
Obrázek č. 4 - Nejdůležitější části systému Bosch Motronic MED 7 s přímým vstřikováním benzínu	14
Obrázek č. 5 - Vysokotlaký vstřikovací ventil Bosch Motronic MED 7 (řez)	15
Obrázek č. 6 - Princip plnění a spalování u motoru VW FSI (provozní režim s vrstvenou směsí)	16
Obrázek č. 7 - Základní provozní oblasti motoru VW FSI s přímým vstřikováním benzínu	16
Obrázek č. 8a, 8b - Dva základní provozní režimy motoru VW FSI.....	17
Obrázek č. 9 - Postup při přechodu mezi provozem motoru s vrstvenou a stejnorodou směsí.....	18
Obrázek č. 10 - Rozdělení diagnostických metod.....	20
Obrázek č. 11 – Postup testu akumulátoru.....	40
Obrázek č. 12 – Vytištěný doklad po dokončení testu.....	41
Obrázek č. 13 - Načtení automobilu pomocí KTS 540 a programu „ESI[tronic]“	41
Obrázek č. 14 – Identifikace diagnostického vozidla motortesterem FSA 740.....	43
Obrázek č. 15 – Motortester FSA 740 připojený k diagnostikovanému vozidlu Škoda Roomster	43
Obrázek č. 16 – Možnost „Univerzální osciloskop“, která byla použita ke kontrole komponent.....	44
Obrázek č. 17 - Možnost „Multimetr“, která byla použita ke kontrole komponent...	44
Obrázek č. 18 – Umístění klešťového ampérmetru při kontrole palivového čerpadla	46

Obrázek č. 19 – Připojení svorek z motortesteru na akumulátor	46
Obrázek č. 20 – Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru regulačního ventilu tlaku paliva	48
Obrázek č. 21 – Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a kostřicímu bodu, v tomto případě na akumulátor – regulační ventil	48
Obrázek č. 22 - Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru vysokotlakého snímače tlaku paliva	50
Obrázek č. 23 - Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a ke kostřicímu bodu, v tomto případě na akumulátor – vysokotlaký snímač tlaku paliva	50
Obrázek č. 24 – Připojení klešťového ampérmetru na vedení vysokotlakého vstřikovacího ventilu	51
Obrázek č. 25 - Připojení měřicí jehly a krokosvorky ke konektoru regeneračního ventilu odpařeného paliva	53
Obrázek č. 26 - Připojení napěťových kabelů ke krokosvorce a ke kostřicímu bodu, v tomto případě na akumulátor – regenerační ventil odpařeného paliva	53
Obrázek č. 27 – Obrazovka diagnostického programu s označenou možností „Spaliny“	56
Obrázek č. 28 – Snímač teploty oleje zasunutý v otvoru po měrce oleje	56
Obrázek č. 29 – Utěsněná měřicí sonda pomocí těsnicí trubice	57
Obrázek č. 30 – Test netěsnosti měřicí trubice	57
Obrázek č. 31 – Umístění měřicí sondy ve výfuku	58
Obrázek č. 32 – Identifikace vozidla v programu „ESI[tronic]“	60
Obrázek č. 33 – Zkušební test EOBD	60
Obrázek č. 34 – Identifikace vozidla v programu BEA	61
Obrázek č. 35 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vizuální kontrole typu motoru	61
Obrázek č. 36 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vyplnění požadovaných hodnot	62

Obrázek č. 37 – Obrazovka programu BEA vyzívající k vizuální kontrole skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí škodlivin.....	62
Obrázek č. 38 – Obrazovka programu BEA, která vyzívá k vizuální kontrole kontrolky motoru (MIL)	63
Obrázek č. 39 – Obrazovka programu BEA, která vyzívá k překontrolování stavu údajů řídicí jednotky	63
Obrázek č. 40 – Obrazovka programu BEA, kde proběhl zkušební krok funkčnosti OBD	64
Obrázek č. 41 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá příprava motoru před vlastním měřením emisí	64
Obrázek č. 42 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá kontrola volnoběhu	65
Obrazovka č. 43 – Obrazovka programu BEA, kde při zvýšeném volnoběhu probíhá měření emisí pomocí EOBD	65
Obrázek č. 44 – Obrazovka programu BEA, kde při volnoběhu probíhá měření emisí pomocí EOBD.....	66
Obrázek č. 45 – Obrazovka programu BEA, kde probíhá ověření regulačního okruhu.....	66
Obrázek č. 46 – Obrazovka programu BEA, která oznamuje ukončení měření emisí pomocí EOBD.....	67
Obrázek č. 47 – Naměřená hodnota odběru proudu palivového čerpadla diagnostikovaného vozidla.....	69
Obrázek č. 48 – Graficky znázorněná předepsaná hodnota regulačního ventilu tlaku paliva.....	70
Obrázek č. 49 – Výsledek měření napětí regulačního ventilu tlaku paliva.....	70
Obrázek č. 50 – Výsledek měření napětí vysokotlakého snímače tlaku paliva	70
Obrázek č. 51 – Graficky znázorněná předepsaná hodnota otevíracího proudu vysokotlakého vstřikovacího ventilu.....	71

Obrázek č. 52 – Výsledek měření otevíracího proudu vysokotlakého vstřikovacího ventilu.....	71
Obrázek č. 53 – Předepsaná hodnota aktivačního signálu regeneračního ventilu odpařeného paliva	72
Obrázek č. 54 – Výsledek měření regeneračního ventilu odpařeného paliva	72
Obrázek č. 55 – Výsledek měření elektrického odporu regeneračního ventilu odpařeného paliva	73
Obrázek č. 56 – Výsledek měření spalin pomocí infraanalyzátoru	74
Obrázek č. 57 – První strana protokolu o měření emisí pomocí EOBD	75
Obrázek č. 58 – Druhá strana protokolu o měření emisí pomocí EOBD.....	76

10. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Výsledky sériové diagnostiky	68
Tabulka č. 2 – Předepsané hodnoty pro měření emisí	73
Tabulka č. 3 – Pořizovací ceny diagnostického systému FSA 740.....	78
Tabulka č. 4 – Pořizovací ceny diagnostického systému Actigas 505.....	78
Tabulka č. 5 – Pořizovací ceny diagnostického systému VAS 6150 D.....	79
Tabulka č. 6 – Pořizovací ceny diagnostického systému VCDS PROFI.....	79
Tabulka č. 7 - Pořizovací cena diagnostických systémů a jejich náklady na dobu 5 let.....	80

11. Seznam zkratek

MPI	- Multi Point Injection, vícebodové vstřikování, kdy se palivo do sání vstříkují více otvory.
FSI	- Fuel Stratified Injection, vrstvené vstřikování paliva, označení motorů s přímým vstřikováním benzínu
E-GAS	- Elektronisches GASpedal, elektronický plyn
CO	- Oxid uhelnatý, chemická sloučenina
HC	- Uhlovodíky, chemická sloučenina
NO _x	- Oxidy dusíku
N ₂	- Dusík, chemický prvek
CO ₂	- Oxid uhličitý, chemická sloučenina
O ₂	- Kyslík, chemický prvek
HNO ₃	- Kyselina dusičná
Ppm	- Parts per million, počet částic na jeden milion
% obj.	- Objemová procenta
SO ₂	- Oxid siřičitý, chemická sloučenina
SRC	- Selective Catalytic Reduction, Selektivní katalytická redukce
OBD	- On-Board Diagnostics, palubní diagnostika
EOBD	- Euro On Board Diagnose, modifikace normy OBD
DTC	- Diagnostic Trouble Codes, diagnostické chybové kódy
SAE	- Society of Automotive Engineers, profesní sdružení odborníků z oblasti leteckého, automobilového a dopravního průmyslu.
CARB	- The California Air Resources Board, americká agentura zabývající se čistotou vzduchu
PM	- Particulate matter, pevné částice
MIL	- Malfunction Information Lamp, diagnostická kontrolka na přístrojové desce automobilu