



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYUŽITÍ DIAGNOSTICKÉ SADY VAG-COM PROFÍ V SOUDNÍM INŽENÝRSTVÍ

USE OF VAG-COM PROFÍ DIAGNOSTIC KIT IN FORENSIC ENGINEERING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. ADOLF WERTHEIM

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. VLADIMÍR PANÁČEK

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Adolf Wertheim

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Využití diagnostické sady VAG-COM PROFI v soudním inženýrství

v anglickém jazyce:

Use of VAG-COM PROFI Diagnostic Kit in Forensic Engineering

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat možnostmi využití diagnostické sady VAG-COM PROFI v soudně inženýrské praxi.

Cíle diplomové práce:

1. Technická diagnostika dnešních moderních vozidel.
2. Popis diagnostické sady VAG-COM PROFI s příslušenstvím.
3. Experimentální měření technických parametrů vozidla za použití diagnostické sady VAG-COM PROFI s příslušenstvím. Analýza a vyhodnocení získaných výsledků.
4. Možnosti využití diagnostické sady VAG-COM PROFI při znalecké činnosti.

Seznam odborné literatury:


- [1] ŠTĚRBA, P. a ČUPERA J. AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I. 2. vydání. Brno: Avid, s. r. o., Brno, 2010, 195 s. ISBN 978-80-87143-17-9.
- [2] ŠTĚRBA, Pavel; ČUPERA Jiří; POLCAR Adam. Automobily: Diagnostika motorových vozidel II. Vyd. 1. Brno: Avid, s.r.o., 2011, 181 s. ISBN 978-80-87143-19-3.
- [3] VÉMOLA, A. Diagnostika automobilů I. Brno Littera, 2006, 128 s. ISBN 80-85763-31-1.
- [4] VÉMOLA, A. Diagnostika automobilů II. Brno Littera, 2006, 84 s. ISBN 80-85763-32-X.
- [5] VLK, František. Diagnostika motorových vozidel. 1.vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2006, 444 s. ISBN 80-238-6573-0.
- [6] VAG-COM. Diagnostický software pro vozy VW, Audí, Seat, Škoda. RossTech Ltd. AutoComSoft s.r.o.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimír Panáček

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 30.10.2013




doc. Ing. Robert Kledus, Ph.D.
ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Práce se zabývá možnostmi využití diagnostické sady VAG-COM PROFI v soudním inženýrství. Po vymezení teoretických souvislostí, v rámci možnosti zjišťování technického stavu vozidla, předkládá aplikace diagnostických postupů provedených předmětnou sadou. Z hlediska možnosti zjišťování jízdních parametrů prezentuje možnosti měření zrychlení vozidla a odhadu výkonu motoru. Součástí jednotlivých měření je uvedení metodiky a interpretace výsledků.

Abstract

The thesis deals with possibilities of application of VAG-COM PROFI diagnostic kit in forensic engineering. After defining a theoretical basis, according to possibilities of evaluation of technical condition of a vehicle, the thesis is focused on applying diagnostic methods using above mentioned diagnostic kit. With respect to opportunities of identification of driving parameters, possibility of acceleration measurement and estimation of engine power are introduced. Describing of methodology and making the final statement are contained in the thesis as a part of every single measurement.

Klíčová slova

OBD, palubní diagnostika, technická diagnostika, VAG-COM, VCDS.

Keywords

OBD, On-Board Diagnostics, technical diagnostics, VAG-COM, VCDS.

Bibliografická citace

WERTHEIM, A. Využití diagnostické sady VAG-COM PROFI v soudním inženýrství. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 115 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vladimír Panáček.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Vladimíru Panáčkovi za cenné rady a připomínky, také za obětavý přístup, který mi v rámci konzultací věnoval.

OBSAH

1	ÚVOD.....	13
2	TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA MOTOROVÝCH VOZIDEL.....	14
2.1	Základy technické diagnostiky.....	14
2.2	Soustava elektronických součástí vozidla.....	17
2.2.1	<i>Snímače.....</i>	<i>17</i>
2.2.2	<i>Řídící jednotka.....</i>	<i>18</i>
2.2.3	<i>Akční členy.....</i>	<i>20</i>
2.2.4	<i>Datová sběrnice.....</i>	<i>20</i>
2.3	Shrnutí kapitoly.....	21
3	PALUBNÍ DIAGNOSTIKA.....	22
3.1	Okruh činností palubní diagnostiky.....	22
3.2	Standardy palubní diagnostiky.....	24
3.2.1	<i>OBD I.....</i>	<i>24</i>
3.2.2	<i>OBD II.....</i>	<i>25</i>
3.2.3	<i>EOBD.....</i>	<i>25</i>
3.2.4	<i>Legislativní požadavky na funkce systému OBD.....</i>	<i>26</i>
3.2.5	<i>Komunikace se systémem OBD.....</i>	<i>27</i>
3.2.6	<i>Chybové kódy.....</i>	<i>29</i>
3.3	Využití palubní diagnostiky v soudním inženýrství.....	29
3.3.1	<i>Znalecký problém: zjištění technického stavu.....</i>	<i>30</i>
3.3.2	<i>Znalecký problém: zjištění jízdních parametrů.....</i>	<i>31</i>
3.4	Shrnutí kapitoly.....	32
4	DIAGNOSTICKÁ SADA VAG-COM PROFI.....	33
4.1	Popis součástí sady VAG-COM PROFI.....	33
4.1.1	<i>Hardwarové vybavení.....</i>	<i>34</i>

4.1.2	<i>Softwarové vybavení</i>	34
4.2	Popis uživatelského rozhraní a přehled funkcí aplikace VCDS	36
4.2.1	<i>Výběr řídicí jednotky</i>	38
4.2.2	<i>Automatický test</i>	44
4.2.3	<i>Vyhledávač řídicích jednotek</i>	44
4.2.4	<i>OBD II</i>	45
4.2.5	<i>Aplikace</i>	46
4.2.6	<i>Nastavení</i>	46
4.2.7	<i>Zásuvné moduly aplikace</i>	47
4.2.8	<i>Bezpečnostní zásady užívání aplikace</i>	48
4.3	Shrnutí kapitoly	48
5	ZJIŠTĚNÍ TECHNICKÉHO STAVU VOZIDLA SADOU VAG-COM PROFI	49
5.1	Navázání komunikace a statické diagnostické postupy.....	50
5.1.1	<i>Navázání komunikace s automobilem</i>	50
5.1.2	<i>Testovaná vozidla při aplikaci diagnostických postupů</i>	51
5.1.3	<i>Čtení paměti závad řídicích jednotek a interpretace chybových kódů</i>	51
5.1.4	<i>Ostatní funkce aplikace VCDS využitelné při statické diagnostice</i>	60
5.1.5	<i>Diagnostické postupy na úrovni OBD II</i>	61
5.2	Analýza provozních údajů	63
5.2.1	<i>Postup sledování a záznamu okamžitých provozních hodnot</i>	63
5.2.2	<i>Východiska pro čtení a porozumění sledovaným hodnotám</i>	66
5.2.3	<i>Fundamentální východiska interpretace měřených hodnot</i>	68
5.2.4	<i>Postup záznamu a zobrazení průběhu měrných hodnot v čase</i>	69
5.2.5	<i>Diagnostika průběhu změny teplotních údajů</i>	70
5.2.6	<i>Diagnostika snímače hmotnosti nasávaného vzduchu a turbodmychadla</i>	72
5.2.7	<i>Sledování korekčních hodnot</i>	79

5.2.8	<i>Další diagnostické postupy uvedené v aplikaci VIS</i>	82
5.2.9	<i>Dílčí shrnutí dynamických diagnostických postupů</i>	83
5.3	Sledování provozních hodnot na úrovni OBD II.....	83
5.4	Shrnutí kapitoly	84
6	ZJIŠTĚNÍ JÍZDNÍCH PARAMETRŮ VOZIDLA SADOU VAG-COM PROFI.....	85
6.1	Měření zrychlení.....	85
6.1.1	<i>Postup měření zrychlení aplikací VCDS</i>	86
6.1.2	<i>Záznam a vyhodnocení jednotlivého měření</i>	86
6.1.3	<i>Zdroje nepřesností</i>	88
6.2	Srovnání metod Měření zrychlení	88
6.2.1	<i>Postup měření s přístrojem XL meter</i>	88
6.2.2	<i>Měření zrychlení č. 1</i>	90
6.3	Přednosti užití sady VAG-COM PROFI	94
6.3.1	<i>Měření zrychlení č. 2</i>	94
6.4	Shrnutí dílčí části kapitoly	96
6.5	Odhad výkonu motoru	96
6.5.1	<i>Postup odhadu výkonnostních charakteristik motoru aplikací KPower</i>	97
6.5.2	<i>Měření výkonových charakteristik č. 1</i>	100
6.5.3	<i>Měření výkonových charakteristik č. 2</i>	103
6.6	Shrnutí dílčí části kapitoly	105
7	MOŽNOSTI VYUŽITÍ SADY VAG-COM PROFI V SOUDNÍM INŽENÝRSTVÍ.....	106
7.1	Zjišťování technického stavu motorových vozidel	106
7.1.1	<i>Čtení chybových kódů z paměti řídicích jednotek</i>	106
7.1.2	<i>Zjištění dalších relevantních informací z paměti řídicích jednotek</i>	106
7.1.3	<i>Zjištění mezních stavů</i>	106
7.1.4	<i>Aplikace při znalecké činnosti</i>	107
7.2	Zjišťování jízdních parametrů motorových vozidel	107

7.2.1 Aplikace při znalecké činnosti	108
7.3 Shrnutí	108
8 ZÁVĚR	109
9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	110
SEZNAM PŘÍLOH	115
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	116

1 ÚVOD

V teoretické části diplomové práce popíši obor technické diagnostiky, který z hlediska svých předpokladů a principů nachází významné uplatnění v soudním inženýrství při řešení znaleckého problému zjišťování technického stavu objektu znalecké činnosti. V rámci splnění prvního cíle, tedy aplikace technické diagnostiky na dnešní moderní vozidla, která z důvodu přítomnosti složitých elektronických systémů již nelze plnohodnotně diagnostikovat bez komunikace s řídicími jednotkami, popíši oblast palubní diagnostiky. Zde se zaměřím na okruhy činností palubní diagnostiky a popíši také standardy palubní diagnostiky v kontextu historického vývoje.

Dále v teoretické části z hlediska splnění cíle popisu diagnostické sady VAG-COM PROFI uvedu základní charakteristiky sady a poté se zaměřím na jednotlivé součásti hardwarové, ale zejména na softwarovou část sady, neboť stěžejním prvkem sady je právě aplikace VAG-COM. Aplikaci věnuji samostatnou kapitolu, kde popíši uživatelské prostředí a jednotlivé funkce programu. Zde také posoudím jejich relevanci z hlediska uplatnění v oboru soudního inženýrství.

V praktické části v rámci naplnění cíle provedení experimentálních měření technických parametrů vozidla za použití diagnostické sady VAG-COM PROFI s příslušenstvím doplněných následnou analýzou a vyhodnocením získaných výsledků předvedu popisované funkce programu VAG-COM a v rámci dílčího cíle vytvořím metodiky pro aplikaci jednotlivých postupů.

V experimentálních měřeních se zaměřím na funkce, které z hlediska uplatnění v soudním inženýrství shledávám za nejrelevantnější. Při zpracování praktické části využiji zkušenosti získané několikaletým provozem a údržbou vozidla koncernu VW, dále vědomosti získané pohybem v kruzích majitelů koncernových vozidel, které jsem si v rámci studia na Ústavu soudního inženýrství VUT v Brně po teoretické stránce upevnil. Ty se v konfrontaci s dostupnými prameny pokusím zhodnotit.

V rámci cíle nalezení možností využití diagnostické sady VAG-COM PROFI při znalecké činnosti doplním praktickou část o kapitolu, kde souhrnně uvedu svá dílčí zjištění z provedených experimentálních měření z hlediska uplatnění předvedených postupů ve znalecké činnosti.

2 TECHNICKÁ DIAGNOSTIKA MOTOROVÝCH VOZIDEL

V kapitole se budu zabývat vědním oborem technické diagnostiky. Proberu specifika a východiska vědní disciplíny, která stála za jejím zrozením. Následně se budu zabývat postupy provedení technické diagnostiky z hlediska etap procesů a členění postupů. V další části kapitoly popíši soustavu elektronických součástí automobilů, čímž připravím teoretickou základnu pro následnou aplikaci postupů technické diagnostiky v praktické části diplomové práce (dále také DP).

2.1 ZÁKLADY TECHNICKÉ DIAGNOSTIKY

Pod pojmem diagnostika automobilu si představuji cílevědomou činnost, při které usiluji o zjištění stavu automobilu z hlediska schopnosti vykonávat své funkce, dále také o posouzení jeho budoucího technického vývoje.

Výsledkem formalizace této činnosti vznikla obecná nauka zvaná technická diagnostika, která zkoumá stav technického zařízení, formuluje principy, předpoklady a následně metody diagnostického procesu. Dodržení všech zásad je nesnadný úkol, jehož plnění vyžaduje odbornou znalost funkce jednotlivých členů, respektive fungování celého systému diagnostikovaného objektu. Základními dvěma předpoklady technické diagnostiky jsou:

- *Bez demontážní proces*, čímž je myšleno respektování uspořádání zařízení tak, jak bylo konstruováno, respektive zachování činnosti, alespoň funkční skupiny.
- *Nedestruktivní postup* – při diagnostickém procesu nesmí dojít k poškození zkoumaného objektu.¹

Fundamentem prvního zmiňovaného předpokladu je skutečnost, že každá demontáž a zpětná montáž již zaběhnutých mechanických spojů urychluje jejich opotřebení, tedy zkracuje také životnost.²

Zmiňované předpoklady vycházejí z ekonomického hlediska principu *racionalnosti*, tedy minimalizace časových a finančních nákladů. Co se týče výsledků technické diagnostiky,

¹ ŠTĚRBA, P. a ČUPERA J. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I.*, str. 5

² VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů I.*, str. 3

zde je potřeba respektovat princip *objektivnosti*, což zakládá dosažení stejných výsledků opakovaných zkoumání při nezměněném stavu vozidla. Jedná se zde o minimalizaci subjektivních vlivů, které do diagnostického procesu přináší zejména člověk.³

Etapy diagnostického procesu⁴

Při zohlednění faktoru času lze diagnostický proces rozfázovat do čtyř etap.

Anamnéza je opěrným bodem pro technickou diagnostiku. Jedná se o zjištění technické historie zkoumaného objektu, což zahrnuje také případný popis příznaků poruchy.

Diagnóza představuje výstup technické diagnostiky v podobě posouzení současného stavu. Od této chvíle se již zaměřím konkrétně na diagnostiku motorových vozidel. Množina možných stavů v tom případě vypadá následovně:

- *normální stav*, při kterém vozidlo a jeho části z hlediska funkce vyhovují základním i vedlejším parametrům,
- *vada*, kdy není splněn některý základní, či vedlejší parametr,
- *stav provozuschopný*, při kterém vozidlo splňuje funkce základních parametrů, přestože některé vedlejší parametry splněny nejsou,
- *porucha*, kdy vozidlo z důvodu přítomnosti vad ztrácí částečně, či úplně svou provozuschopnost.⁵

Prognóza je myšlena extrapolace budoucího vývoje, tedy odhadu budoucího vývoje technického stavu vozidla.

Geneze naopak studuje souvislosti průběhu minulých změn technického stavu, zkoumá původ vzniku poruchy.

Technickou diagnostiku lze obecně členit několika různými způsoby. S ohledem na zaměření práce zmíním klasifikace nejúčelnější. Dle přístupu ke zkoumanému objektu jako jednomu celku aplikujeme *diagnostiku provozní*. Nahlížíme-li na objekt jako na množinu funkčních skupin, jedná se o *diagnostiku dílenskou*.⁶ Za relevantní dále považuji uvedení členění z hlediska *metod diagnostiky* na vnější diagnostiku a vnitřní diagnostiku.⁷

³ ŠTĚRBA, P. a ČUPERA J. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I.*, str. 9

⁴ PANÁČEK, Vladimír. *Zkoušení vozidel.*, str. 8

⁵ VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů I.*, str. 3

⁶ ŠTĚRBA, P. a ČUPERA J. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I.*, str. 6

⁷ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 1

Vnější diagnostika

Jedná se o diagnostickou metodu, která zkoumá stav vozidla pomocí externě připojitelných snímačů (příkladem multimetr, osciloskop, analyzátor výfukových plynů), zahrnující především:

- měření a porovnání hodnot elektrických veličin u jednotlivých členů systému a jejich vodičů s hodnotami předepsanými výrobcem,
- analýzu napěťových a proudových signálů,
- diagnostické měření emisí,
- záznam a posouzení měřených veličin v závislosti na otáčkách nebo čase,
- subjektivní diagnostiku dle příznaků závady,
- také výměnu podezřelých dílů, kdy není možno zmenšit okruh podezření na jednotlivý díl.⁸

Vnitřní diagnostika

Jedná se o diagnostický přístup založený na komunikaci s řídicími jednotkami pomocí zprostředkujících zařízení, které umožňují čtení chybových záznamů, sledování hodnot zpracovávaných řídicí jednotkou a v určité míře také její programování. Metoda vnitřní diagnostiky vede k rychlému určení příčiny poruchy za předpokladu, že hlášená závada je příčinou poruchy. Pokud jsou hlášeny prvotní chyby, vede tato metoda k rychlému a efektivnímu zjištění vady. Situace je ztížena v případě hlášení chyb druhotných, které jsou hlášeny důsledkem chyb prvotních. V tomto případě se orientace v chybových kódech znesnadňuje, což může vést k nepřesným diagnózám. Na vrub metody je potřeba uvést také skutečnost, že řídicí jednotky sledují vybrané sektory a to zejména z hlediska kvantitativního, ale zjišťovat například kvalitu hoření směsi ve válci mohou jen nepřímo, podobně jako posuzování stavu mechanických součástí.⁹

Tento přístup vzniknul paralelně s trendem technologického pokroku při vývoji automobilů, konkrétně s přerodem od mechanického řízení k řízení elektronickému. Zajištění dnešního technologického stupně řídicích, bezpečnostních, či komfortních systémů v automobilech by se již neobešlo bez užití moderní elektroniky v podobě integrovaných

⁸ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 1-2

⁹ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 2

obvodů. Současná vozidla již běžně disponují několika až desítkami řídicích jednotek. Vlivem popisovaného vývoje, zejména z důvodu komplexnosti moderních systémů vstřikování paliva, byly kladeny větší nároky na diagnostické metody, což vyústilo v rozvoj palubní diagnostiky (On-Board Diagnostics).¹⁰

2.2 SOUSTAVA ELEKTRONICKÝCH SOUČÁSTÍ VOZIDLA

V následující podkapitole je mým záměrem popsat technickou základnu, na jejíž bázi vznikla a pracuje palubní diagnostika. Každý elektronický systém řízení ve vozidle se v zásadě skládá ze tří součástí: řídicí jednotky, oblasti snímačů a oblasti akčních členů. Proces řízení zahrnuje monitorování provozních dat pomocí *snímačů*, které fyzikální veličiny převádějí na veličiny elektrické (odpor, napětí, proud). Tyto hodnoty jsou předávány *řídicí jednotce*, která získané hodnoty v závislosti na svém programu vyhodnocuje a dále předává pokyny *akčním členům*, které plní určitou funkci (např. vstřikování paliva, regulaci otáček motoru).¹¹

2.2.1 Snímače

Jak z dřívějšího textu vyplývá, snímače obstarávají vstupní podklady do programu řídicí jednotky. Ekvivalentním termínem pojmu snímač je pojem senzor. „*Senzor jako primární zdroj informace snímá sledovanou fyzikální, chemickou nebo biologickou veličinu a dle určitého definovaného principu ji transformuje na měřicí veličinu – nejčastěji na veličinu elektrickou.*“¹²

Snímače předávají řídicí jednotce informace o stavu svého okolí formou signálů. Pokud je signál digitálního charakteru (snímání otáček, jednoduchý snímač polohy škrticí klapky), může být řídicí jednotkou zpracován přímo. Analogové signály (tlak, teplota, napětí) musejí být nejprve změněny v analogově-digitálním převodníku na digitální, až poté mohou být řídicí jednotkou zpracovány.¹³ Pro účely práce bude dostačující výčet snímačů dle základních skupin na snímače otáček, snímače polohy, snímače teploty, snímače tlaku, dále jednotlivě na snímač polohy akceleračního pedálu, snímač hmotnosti nasávaného vzduchu, snímač polohy škrticí klapky, snímač klepání motoru, snímač zdvihu jehly vstřikovací trysky, také kyslíkovou Lambda sondu.

¹⁰ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCH. *Automotive handbook: Bosch - invented for life.*, str. 520

¹¹ HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.*, str. 137

¹² ĎAĎO, Stanislav. *Senzory a měřicí obvody.*, str. 13

2.2.2 Řídicí jednotka

Řídicí jednotka (dále také ŘJ) spadá do elektroniky, která se v hojnější míře začala ve vozidlech vyskytovat od devadesátých let minulého století. Jedná se o obdobu mikropočítače, který vyhodnocuje data získaná z provozu a řídí přidělenou oblast. Mezi tyto oblasti patří zejména motor management, tedy řízení chodu motoru. Řídicím jednotkám mohou být podřízeny také další oblasti související s hnací soustavou, jako je například řízení převodového ústrojí v případě automatických, či poloautomatických převodovek. Další významnou oblastí působnosti jsou systémy ovlivňující ovladatelnost vozidla z hlediska jízdních vlastností, potažmo aktivní bezpečnost. Mezi tyto systémy patří zejména ABS, ESP, ASR/TSC, EDS. Z hlediska bezpečnostních systémů pasivních zmíním řízení airbagů a zádržných systémů. Řídicí jednotky obstarávají dále řízení systému čistě komfortních, příkladem digitální klimatizaci, ovládání rádia a komunikačních zařízení, osvětlení kabiny a systémů zamezujících odcizení vozidla, jako je centrální zamykání, alarm a imobilizér.

Řídicí jednotka se skládá z následujících součástí:

- *Mikroprocesor CPU*, jedná se o integrovaný obvod představující výpočetní jednotku, vykonávající instrukce, dle programu uloženého v řídicí paměti,
- *Input/Output Systém*, který zabezpečuje komunikaci výpočetní jednotky s paměťovými moduly, nebo periferními jednotkami,
- *Paměťové moduly*, které se rozlišují dle typu na paměti s daty pouze ke čtení (ROM), které data uchovávají i bez napájení, paměti s možností čtení i zápisu (RAM), kde je podmínkou uchování dat potřeba trvalého napájení, a dále modifikované paměti ROM s možnostmi změny obsahu (EPROM a EEPROM),
- *Sběrnice* (anglicky „bus“), zahrnující skupinu vodičů spojující jednotlivé řídicí jednotky a umožňující jejich vzájemnou výměnu dat.¹⁴

Řídicí jednotka motoru (ECU)

Při následující ilustraci popíši činnost řídicí jednotky motoru. Hlavním úkolem systému řízení motoru je dodávka odpovídajícího množství paliva, pro dosažení ideální směsi,

¹³ JAN, Z.; KUBÁT, J.; ŽDÁNSKÝ, B. *Elektronika motorových vozidel II.*, str. 201

¹⁴ JAN, Z.; KUBÁT, J.; ŽDÁNSKÝ, B. *Elektronika motorových vozidel II.*, str. 199-200

následně iniciace hoření ve správný moment odpovídající provoznímu režimu s cílem zajištění ideálního průběhu hoření a maximalizace účinnosti energetické přeměny.

K tomu, aby se řídicí jednotka mohla správně „rozhodovat“ vyžaduje podklady v podobě vstupních údajů o stavu motoru. Základními charakteristikami jsou otáčky motoru a zatížení motoru. Za účelem korekcí jsou dále registrovány další charakteristiky jako teplota chladicí kapaliny, teplota nasávaného vzduchu, teplota paliva, tyto bývají označovány jako korekční veličiny. Oblasti regulace řízení motoru jsou vymezeny na základě tzv. polí charakteristik řídicí jednotky, přičemž mezi základní pole charakteristik patří:

- množství paliva pro studené spouštění motoru,
- množství paliva pro volnoběžné otáčky,
- množství paliva pro plné zatížení motoru,
- regulace počátku vstříku,
- regulace plnicího tlaku, při použití turbodmyhadla,
- ovládání recirkulace spalin,
- dávkovací charakteristika čerpadla u vznětových motorů,
- poloha akceleračního pedálu.¹⁵

Otáčky motoru jsou snímány z polohy klikového hřídele, nejčastěji pomocí výřezů na setrvačnicku, na kterém je jeden výřez svým tvarem odlišný, pro identifikaci konkrétní polohy. Impulzy jsou východiskem pro vstřikování a zapalování paliva u zážehového motoru. Snímání otáček polohy klikové hřídele bývá také kombinováno se snímáním otáček vačkového hřídele, přičemž u tohoto provedení je vstřikování paliva řízeno impulzy z vačkového hřídele.¹⁶

Potřeba údaje aktuálních otáček motoru pro stanovení potřebné směsi je zřejmá, nicméně toto východisko je nezbytné doplnit o aktuální zatížení motoru, neboť potřeba paliva je úměrná vykonávané práci, i v případě, kdy motor pracuje na konstantních otáčkách.

¹⁵ HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.*, str. 139

¹⁶ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů.*, str. 104 - 105

Informaci o zatížení lze získat několika způsoby, jmenovitě:

- snímáním polohy škrticí klapky,
- snímáním tlaku v sacím potrubí,
- snímáním průtoku vzduchu do motoru.¹⁷

2.2.3 Akční členy

Akční člen je zařízení, které převádí signál řídicí jednotky na mechanickou veličinu. Akční člen je prostředníkem, jehož pomocí řídicí jednotka ovlivňuje chod motoru, jeho výkon, režim jízdy, změnu převodového stupně, nastavení klimatizace, přičemž největší zastoupení akčními členy čítá právě systém řízení motoru. Nejvýznamnější skupinu tvoří vstřikovací ventily paliva.¹⁸

V zásadě se jedná o součástky typu elektronicky ovládaných ventilů a seřizovacích zařízení fungující například na bázi elektromotorů. Jako akční člen je v elektronických soustavách často užíváno relé, které slouží k spínání či rozpínání elektrických obvodů.

2.2.4 Datová sběrnice

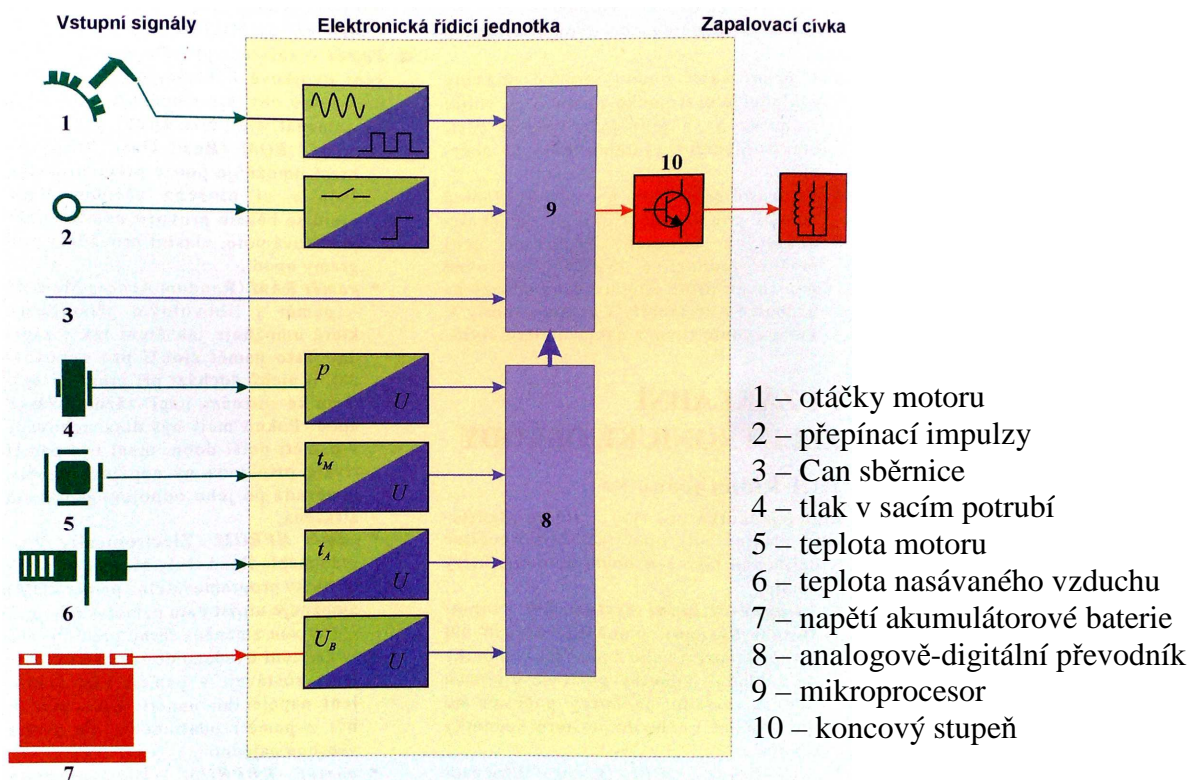
S nárůstem množství elektroniky instalované ve vozidlech výrobci narazili na jistá omezení v možnostech zástavby velkého počtu komponent z hlediska uložení vodičů a celkově narůstající složitostí elektroinstalace ve vozidle. To by mimo jiné značně komplikovalo také hledání závad ve vedení. Zejména potřeba přenosu dat mezi řídicími jednotkami se podílí na faktu, že v padesátých letech byla celková délka vodičů instalovaných ve vozidlech počítána stovkami metrů, kdežto u dnešních vozidel se celková délka vodičů počítá v kilometrech. Redukovat množství vodičů, které přivádějí elektrickou energii nelze, ovšem v možnosti redukce počtu vodičů, které přenášejí signály, spatřila potenciál společnost VDO, která vyvinula systém přenosu dat v automobilech pomocí *časově modulovaného* signálu. Přenos dat tak probíhá digitálně, což umožňuje sdružení signálů pro více elektronických prvků do jednoho vedení. Předpokladem, aby přijímač signál rozluštil je dispozice vlastním integrovaným obvodem.

¹⁷ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů.*, str. 103

¹⁸ HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.*, str. 160

Dalším stupněm vývoje bylo vytvoření *systému datových sběrnic*, které představují sériově propojené datové uzly. Tento systém datové sítě se nazývá *Controller Area Network* (CAN) a jedná se o velkého aspiranta stát se jednotným celosvětovým standardem pro přenos dat v motorových vozidlech.¹⁹

Vzájemnou činnost popisovaných elektronických součástí znázorňuje následující schéma:



Obr. č. 1 – Blokové schéma zpracování signálů el. řídicí jednotkou²⁰

2.3 SHRnutí KAPITOLY

V rámci kapitoly jsem charakterizoval vědeckou disciplínu technické diagnostiky a v rámci popisu součástí elektronické soustavy automobilu připravil teoretickou základnu pro následnou aplikaci diagnostických postupů v automobilové praxi v rámci palubní diagnostiky.

¹⁹ HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů.*, str. 166

²⁰ JAN, Z.; KUBÁT, J.; ŽDÁNSKÝ, B. *Elektronika motorových vozidel II.*, str. 200

3 PALUBNÍ DIAGNOSTIKA

Uvedením základních souvislostí k systému elektronických součástí vozidla jsem připravil půdu pro následující popis fungování palubní diagnostiky a jejího vzniku. V kapitole se budu zabývat okruhy činností palubní diagnostiky, následně vývojem standardů palubní diagnostiky OBD a základními funkčními požadavky. Kapitulu také věnuji popisu komunikačních standardů. Poslední části kapitoly tvoří možnosti využití palubní diagnostiky v soudně inženýrské praxi.

3.1 OKRUH ČINNOSTÍ PALUBNÍ DIAGNOSTIKY²¹

Palubní diagnostiku lze popsat jako monitorování stavů a hodnot za provozního režimu. Monitorovány jsou vstupní i výstupní signály řídicí jednotky, rovněž komunikace s dalšími řídicími jednotkami. Vedle toho je ověřována vlastní funkčnost palubní diagnostiky a vyústěním monitorovacího procesu je také řízení chybových stavů.

Self-test diagnostika

Aby řídicí jednotka zajistila korektní plnění svých funkcí, provádí ověření vlastní funkčnosti. Testu jsou podrobeny jednotlivé komponenty řídicí jednotky, mikroprocesor, paměti a to ihned po zapnutí napájení, nicméně testy jsou v pravidelných intervalech opakovány i za provozního režimu. Aby nebyly ovlivněny standardní funkce, jsou naopak některé složitější testy prováděny po vypnutí motoru. Jako příklad je ve zdroji uveden test správnosti záznamu paměti EPROM v podobě „checksum“ algoritmu. Jedná se o proces, při kterém je pro záznam paměti dle určitého algoritmu vygenerován jedinečný kód v podobě hodnoty „checksum“. Poté následuje kontrolní ověření shody s původní hodnotou.

Monitorování vstupních signálů

V této oblasti jsou monitorovány záznamy ze snímačů, ale také jejich vodivé cesty. Tyto jsou srovnávány s předpokládanými hodnotami, což umožňuje detekovat vadu snímačů, popřípadě chyby ve vedení: zkrat na plus, zkrat na kostru, respektive přerušené vedení.

²¹ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCH. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 520 - 521

Pokud je vedení v pořádku, předává snímač řídicí jednotce hodnoty, které se pohybují v určitém předpokládaném rozsahu (příkladem hodnota napětí 0,5 V – 4,5 V). Přesto, že se hodnota nachází v požadovaném rozsahu, je-li to možné, řídicí jednotka ověří věrohodnost informace srovnáním s dalšími hodnotami (snímač otáček klikové hřídele). V případě souladu hodnot jsou zjištěná data použita k dalšímu zpracování.

Monitorování výstupních signálů

Řídicí jednotka rovněž kontroluje své komunikační cesty s akčními členy. V této souvislosti jsou obdobným způsobem jako u vstupních snímačů zjišťovány poruchy vedení. Rovněž je kladen požadavek na zpětné ověření činnosti akčních členů a jejich působení na přidružený systém. Akční člen může disponovat funkcí zpětné vazby, popřípadě je kontrola realizována nepřímou, například pomocí snímačů stavu akčního členu, respektive snímačů změn stavu přidruženého systému.

Kontrola komunikace s dalšími řídicími jednotkami

Kontrola komunikace mezi řídicími jednotkami je zahrnuta v protokolu CAN, a zde jsou rovněž detekovány chyby. Nicméně řídicí jednotka provádí také samostatné testy. V zásadě je sledováno dodržení pravidelnosti příchozích zpráv, v případě dodržení informace vyhodnocené jako nadbytečné, není tato zpracována.

Řízení chybových stavů

Pokud jednotka vyhodnotí některý signál jako chybný, použije dočasně poslední správnou zaznamenanou hodnotu, dokud problém nekategorizuje. Poté je v rámci funkce pohotovostního režimu, přiřazena náhradní hodnota, která nahrazuje pravděpodobnou očekávanou hodnotu a měla by zajistit funkci systému s minimalizací negativních důsledků.

Na základě vlastní zkušenosti u vznětového motoru je v případě ztráty signálu z teplotního čidla chladicí kapaliny při spouštění motoru dosazena hodnota simulující nízkou okolní teplotu zimního období. Z toho důvodu dochází v tomto případě k prodloužení doby žhavení. Naopak v průběhu jízdy je dle uváděného zdroje dosazena očekávaná hodnota provozní teploty ($T = 90\text{ °C}$).

Všechny chyby jsou zaznamenávány jako chybový kód v paměti závad. Chybový kód popisuje charakter chyby (zkrat, či přerušené vedení, nevěrohodnost signálu, překročení povoleného rozsahu) a je také provázen doplňující informací o provozních podmínkách

a o podmínkách okolního prostředí při vzniku chyby. Blok dat popisující okolnosti se nazývá „freeze frame“. Mezi zaznamenanými informacemi nalezneme například teplotu motoru, či okamžitou rychlost.

V zájmu zajištění bezpečnosti jízdy, popřípadě zamezení dalšímu poškození vozidla, mohou být uplatněny ochranné strategie v podobě omezení výkonu motoru. V textu je pro tyto režimy souhrnně užito pojmu „limp-home“, který lze volně přeložit jako „dobelhat se domů“. Domnívám se, že lze bez větších významových nepřesností užívat v našem jazyce zakotveného pojmu nouzový režim.

3.2 STANDARDY PALUBNÍ DIAGNOSTIKY

Ačkoliv byl vznik palubní diagnostiky přirozeným důsledkem implementace digitální elektroniky do vozidel, je potřeba poukázat na paralelní zpřísnování legislativy v oblasti regulace emitovaných škodlivin. Zákonodárci viděli v palubní diagnostice potenciál kontroly emisí výfukových plynů a také stáli za vytvořením standardizovaného systému, kterému se výrobci museli podřídit. Jedná se o On-Board-Diagnostic system (dále OBD).²²

Největší regulační iniciativa pocházela z Kalifornie, která již na počátku 80. let čelila vážným problémům se stupněm znečištění ovzduší. Tamní instituce California Air Resources Board (dále CARB) uvedla v platnost první fázi regulací v roce 1988 v rámci OBD I. Následující standardy jednak stanovují požadavky na plnění emisních norem, jednak funkční požadavky na systém palubní diagnostiky.²³

Esenciální součástí standardů OBD je relativní, či absolutní stanovování emisních limitů, které musela vozidla různých kategorií nutně splňovat. Zde se jedná o poměrně rozsáhlou problematiku, která by si zaslouhovala samostatný prostor, z hlediska zaměření práce se dále zaměřím zejména na funkční stránku probíraných standardů.

3.2.1 OBD I

Úkolem prvního systému OBD bylo monitorování komponent, které se podílely na ovlivňování složení výfukových plynů. To zahrnovalo také kontrolu vedení a ukládání chybových kódů. Vozidla musela být dále vybavena kontrolkou, která indikovala registraci

²² REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCH. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 520

²³ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 128

chyby.²⁴ Zmiňovaná kontrolka OBD se označuje zkratkou MIL (Malfunction Indicator Lamp), bývá zpravidla žluté, nebo oranžové barvy umístěna na přístrojové desce.²⁵

3.2.2 OBD II²⁶

Druhou fází implementace legislativních norem institucí CARB bylo uvedení OBD II. Tato pravidla se již vztahují i na vozidla s dieselvými motory. Na webových stránkách úřadu CARB se dočítám, že inovovaný systém palubní diagnostiky byl povinně instalován do všech nových osobních a lehkých užitkových vozidel od roku 1996.²⁷ Inovací oproti předešlému systému bylo posuzování věrohodnosti signálů ze snímačů. Právní úprava stanovila povinnost monitorování veškerých systémů a součástí, jejichž selhání by mohlo způsobit zvýšení toxických výfukových plynů. Navíc kontrole podléhaly i veškeré komponenty, které figurovaly v diagnostickém procesu a jejichž činnost mohla ovlivnit výsledky. Legislativa dále vedla ke standardizaci záznamu chybových kódů a standardizaci přístupu k paměti závad.

Kalifornský úřad CARB se zasloužil o vznik standardizovaného systému OBD. Na tyto zavedené standardy se dále odkazovaly i právní akty vydané dalšími institucemi, mezi něž se řadí agentura United States Environmental Protection Agency (dále EPA), tyto de facto převzaly vytvořené standardy a dále rozšiřují oblast působnosti, tedy vymezení vozidel, které musejí být systémem OBD vybaveny a emisní limity, které musejí splňovat.²⁸

3.2.3 EOBD²⁹

V rámci Evropské Unie je stejná legislativní oblast značena termínem EOBD. Evropští zákonodárci vycházeli zejména ze zákonů EPA-OBD, přičemž povinnost instalace palubní diagnostiky platí od ledna roku 2000 pro všechna osobní vozidla a lehká užitková vozidla do 3,5 tun s maximálně 9 sedadly s benzínovými motory. Od roku 2003 byla povinnost vztažena rovněž pro stejnou skupinu vozidel vybavenou dieselvými motory a od roku 2005 také pro nákladní vozidla.

²⁴ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHÉ. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 521

²⁵ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů.*, str. 124

²⁶ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHÉ. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 522

²⁷ CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. *OBD Program*. [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdprog.htm>

²⁸ US EPA. *On-Board Diagnostics (OBD): Basic Information*. [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/obd/basic.htm>

²⁹ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHÉ. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 523

Průběžně s technologickými pokroky ve vývoji jsou rovněž zpřísnovány emisní normy, které musejí při homologaci nové motory splňovat. Ve srovnání s normami požadovanými v USA, které jsou převážně definovány relativně, jsou v rámci EOBD emisní limity pro každou kategorii vozidel stanoveny absolutně.

3.2.4 Legislativní požadavky na funkce systému OBD

Tyto rozvíjejí základní požadavek detekce jakékoliv poruchy, která by hrozila překročením legislativou stanovených emisních limitů. Taková chyba musí být řidiči indikována a pomocí přístupu do paměti závad co nejlépe identifikovatelná za účelem jejího včasného zjištění a odstranění.

Kontrolka Malfunction Indicator Lamp (MIL)

Přístrojové desky automobilů vybavených palubní diagnostikou vedle varovných kontrol, které signalizují závady určitých okruhů (myšlena zejména mazací soustava motoru, dobíjení, nedostatek některé provozní kapaliny, chyba konkrétního systému ovlivňujícího jízdní parametry), jsou dále vybaveny kontrolkou, která indikuje komplexnější závadu z oblasti řízení motoru vedoucí ke zhoršení emisí. Kontrolka zpravidla žluto-oranžové, či červené barvy s nápisem CHECK, popřípadě jinými slovními kombinacemi ve smyslu potřeby kontroly motoru, někdy také pouze v podobě standardizovaného symbolu motoru představuje zásadní požadavek na funkce systémů palubní diagnostiky. Kontrolka je umístěna na přístrojové desce. Musí se rozsvítit vždy při zapnutí zapalování, pokud po spuštění motoru nezhasne, jedná se o indikaci závady ovlivňující emise, případně informuje o nouzovém režimu řídicí jednotky motoru.³⁰

Kontrolka při běžícím motoru nabývá třech stavů:

- *nesvítí*, pokud nebyla detekována žádná závada,
- *svítí*, pokud byla registrována závada v systému řízení motoru,
- *bliká*, v případě detekce výpadku zapalování, které by mohlo vést k poškození katalyzátoru. Jakmile odezní závada, která ohrožuje součásti katalyzátoru, kontrolka zůstane svítit.³¹

³⁰ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 131

³¹ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů.*, str. 124

V každém případě je registrovaná závada uložena do paměti závad. Pokud závada pomine, kontrolka zhasne po třech bezchybných jízdách režimech. Štěrba termín přirovnává ke třem studeným startům s následující 10 km jízdou. Chybový kód zůstane uložen v paměti po dobu 40 bezchybných zahřívacích cyklů, poté je spolu s „freeze frame“ daty vymazán.³²



Obr. č. 2 – Některé příklady symbolů kontrolky MIL.³³

Readiness kód

Další z funkcí indikující stav spalovací soupravy je ukládání tzv. Readiness kódu. Řídící jednotka v rámci diagnostických cyklů aktualizuje 8 bitový kód. Jedná se o kontrolní mechanismus v podobě zápisu výsledků průběžných diagnostických testů jednotlivých okruhů systému, kterých je celkem 8. Na každé pozici zůstává uložena hodnota posledního proběhnutého testu daného okruhu rovna jedné v případě úspěšného testu, respektive rovna nule. Readiness kód je v případě úspěšných výsledků všech testů uložen ve tvaru 11111111.³⁴

3.2.5 Komunikace se systémem OBD

Vozidla vybavena systémem OBD disponují diagnostickou přípojkou, jejíž podstatou bylo zabezpečení přístupu k paměti poruch a dalším relevantním datům dopravnímu úřadu, či policii pomocí čtečky dat. Informace o délce provozu vozidla s rozsvícenou kontrolkou emisí a tedy v režimu, kdy znečišťuje životní prostředí, byla předmětná pro stanovení výše pokuty. Bez ohledu na to, do jaké míry bylo možnosti sankcionování v jednotlivých zemích využíváno, diagnostická přípojka umožňuje rozsáhlé využití palubní diagnostiky v opravárenské praxi.³⁵

Předpokladem pro rychlé odstranění závady je snadná identifikace poruchy. Zde sehrává velkou roli palubní diagnostika vymezením oblasti selhání systému. Standardizace v této oblasti směřovala ke sjednocení komunikace diagnostických testerů s řídicími

³² ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů.*, str. 124

³³ CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. *OBD Program*. [online]. [obrázek]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdprog.htm>

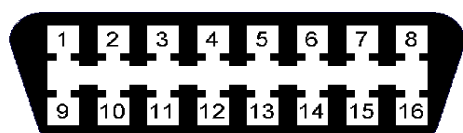
³⁴ REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHKE. *Automotive handbook: Bosch – invented for life.*, str. 526

³⁵ VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.*, str. 504 - 505

jednotkami, jednak standardizováním formátu ukládání chybových kódů do paměti poruch, dále také standardizací protokolů pro přenos dat mezi řídicí jednotkou a testerem.

Pokud se v historii vrátíme k počátkům palubní diagnostiky, v případě systému OBD I bylo možno vyčíst chybové kódy pomocí blikání emisní kontrolky MIL, nebo po připojení na vývod diagnostického konektoru (pomocí voltmetru, či vlastní žárovky).³⁶

V současné době je již potřebné navázání komunikace s automobilem prostřednictvím standardizovaného konektoru. Diagnostickou přípojku blíže specifikují v rámci standardu EOBD, který staví na platformě OBD II. Jedná se o normovaný konektor s 16 piny, umístěný dosažitelně ze sedadla řidiče.



- Pin 2 – J1850 Bus+
- Pin 4 – Kostra vozidla
- Pin 5 – Kostra signálu
- Pin 6 – CAN High (J-2284)
- Pin 7 – ISO 9141-2 K výstup
- Pin 10 – J1850 Bus
- Pin 14 – CAN Low (J-2284)
- Pin 15 – ISO 9141-2 L výstup
- Pin 16 – Napětí baterie (+)

Obr. č. 3 – Normovaný OBD II konektor³⁷

Volné pozice slouží k specifickým potřebám výrobců pro komunikaci s dalšími řídicími jednotkami, například s jednotkami ABS, airbagů, řízením převodovky, či elektrického servořízení.³⁸

V rámci komunikace je potřeba rozlišit hardwarovou a softwarovou část spojení. V prvním případě je situace komplikovanější, protože hardwarová komunikace probíhá dle několika norem, v případě evropských a asijských automobilů zpravidla podle normy ISO 9141-2, v případě amerických vozidel obvykle dle normy SAE J1850. Odtud plyne většina problémů kompatibility diagnostických testerů a automobilů.³⁹

Vývoj komunikačních protokolů probíhal v režii automobilek již před zavedením standardu OBD II, v rámci evropské normy jmenují například protokoly KW82 a KW1281. Jednotliví výrobci ke komunikaci se systémy svých automobilů dodávali vlastní diagnostické

³⁶ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 6

³⁷ B&B ELECTRONICS. *OBD-II - On-Board Diagnostic System Information* [online]. [obrázek]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.obdii.com/connector.html>.

³⁸ VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.*, str. 505

³⁹ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel.*, str. 86

přístroje, ovšem na úrovni komunikace OBD musela vozidla komunikovat dle standardu, což z části řešilo problém.⁴⁰

Jisté východisko v rámci úplného sjednocení by však mohla přinést snaha mezinárodní standardizace datové sběrnice CAN, kterou v současnosti řada amerických a již také evropských automobilů používá.⁴¹

3.2.6 Chybové kódy

V rámci standardizace je potřeba zmínit kapitolu chybových kódů (dále také DTC, „*Diagnostic Trouble Code*“). Ty jsou v rámci standardu EOBD normovány, tedy závazné pro všechny výrobce vozidel. Standardizovaným formátem je 5místná alfanumerická hodnota s písmenem na pozici prvního znaku. První pozice označuje skupinu vozidla (B – karoserii, C – podvozek, P – hnací ústrojí a písmeno U – síťové systémy). Kódy s číslem 0 na druhé pozici ve tvaru „*P0xxx*“ jsou závazné pro všechny výrobce, v rámci kódů ve tvaru „*P1xxx*“ je přiřazení textu pro výrobce volitelné. Zde je také potřeba uvědomění si rozdílu mezi standardizovanými kódy dle OBD, a interními kódy výrobců.⁴²

3.3 VYUŽITÍ PALUBNÍ DIAGNOSTIKY V SOUDNÍM INŽENÝRSTVÍ

„Soudní inženýrství je vědeckou disciplínou, která se zabývá znaleckým a expertním posuzováním různorodých typů objektů v klasických inženýrských oborech. Je typem znalostního a systémového inženýrství, v němž se uplatňují poznatky z různých vědních oborů (technických, přírodovědných, ekonomických, právních a dalších), které se využívají pro technická, technicko-ekonomická a ekonomická posuzování reálných i abstraktních objektů, které mají především technický, přírodní a ekonomický charakter. Výsledky se využívají pro rozhodovací činnosti v oblasti soudnictví, v dalších řízeních před orgány veřejné moci, pro právní úkony, obchodní a rozhodovací činnosti občanů, firem a institucí.“⁴³

Teoreticko-aplikační obor soudního inženýrství představuje soudní znalectví, v jehož rámci se realizuje znalecká činnost. Cílem činnosti znalce je nalezení pravdy o skutečnostech, které mohou být důležité například pro rozhodovací činnost orgánů veřejné moci.⁴⁴

⁴⁰ ŠTĚRBA, P.; ČUPERA J.; POLCAR A. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel II.* str. 94

⁴¹ ŠTĚRBA, Pavel. *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel.*, str. 86

⁴² VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.*, str. 145

⁴³ KLEDUS, Robert. *Obecná metodika soudního inženýrství.*, str. 10

⁴⁴ KLEDUS, Robert. *Obecná metodika soudního inženýrství.*, str. 7

Za relevantní skutečnost lze v tomto smyslu uvažovat posouzení technického stavu motorového vozidla. Technický stav dále ovlivňuje jízdní parametry daného vozidla, které se rovněž v závislosti na stáří vozidla mohou odlišovat od parametrů nového vozidla. Pro obě skutečnosti uvedu modelové příklady.

3.3.1 Znalecký problém: zjištění technického stavu

Důvodem pro výkon znalecké činnosti může být například zjištění souladu s deklarovaným stavem v kupní smlouvě. V ilustraci zmíněného příkladu budu dále pokračovat. S odkazem na ustanovení zákona č. 89/2012 Sb., občanský zákoník, konkrétně jeho HLAVU II, Díl 1, Oddíl 2, § 2100 odstavec (1) ve znění:

„Právo kupujícího z vadného plnění zakládá vada, kterou má věc při přechodu nebezpečí škody na kupujícího, byť se projeví až později. Právo kupujícího založí i později vzniklá vada, kterou prodávající způsobil porušením své povinnosti.“⁴⁵

Upřesněno zněním § 2103:

„Kupující nemá práva z vadného plnění, jedná-li se o vadu, kterou musel s vynaložením obvyklé pozornosti poznat již při uzavření smlouvy. To neplatí, ujistil-li ho prodávající výslovně, že věc je bez vad, anebo zastřel-li vadu lstivě.“⁴⁶

Pomocí palubní diagnostiky je možno odhalit vady, které při obvyklé pozornosti nemohou být zřejmé, nemusí si jich přitom být vědom ani prodávající. V případě zjištění nastalého rozporu s deklarovaným stavem by kupující straně vznikala práva z vadného plnění ve smyslu práv na odstranění vady, na přiměřenou slevu, či odstoupení od smlouvy.

Provedení diagnostiky může být relevantní rovněž při posouzení správnosti postupu autoservisu při odstraňování závady, zejména s ohledem na ekonomickou stránku opravy, tedy posouzení možnosti přesné a bez demontážní diagnostiky primární závady.

V neposlední řadě lze pomocí palubní diagnostiky indikovat některé mezní stavy, které se ještě nemusejí projevit vadou, ale na základě výsledků palubní diagnostiky lze budoucí vývoj lépe prognózovat.

Zejména bych v souvislosti předmětného znaleckého problému apeloval na využití palubní diagnostiky při oceňování motorových vozidel. Nedílnou součástí znaleckého

⁴⁵ Zákon č.89/2012 Sb., občanský zákoník. § 2100

⁴⁶ Zákon č.89/2012 Sb., občanský zákoník. § 2103

posudku o ceně obvyklé motorového vozidla dle Znaleckého standardu číslo I/2005 je prohlídka a hodnocení technického stavu skupin vozidla. Do běžného rámce spadá vizuální kontrola skupin a jízdní zkouška vozidla, ovšem dle bodu 2.1.2.1. standardu: „*Nad běžný rámec je možno provést měření výkonu a spotřeby paliva na vozidlové brzdě, použití testovacích přístrojů, měření kompresních tlaků ve válcích, tlaku mazacího oleje aj.*“⁴⁷

S ohledem na trend vývoje, také již v případě současných vozidel s pokročilými elektronickými systémy, pokládám přinejmenším za vhodné provést kontrolu prostřednictvím palubní diagnostiky alespoň v základním rozsahu a výsledky kontroly ve znaleckém posudku uvést.

3.3.2 Znalecký problém: zjištění jízdních parametrů.

Zejména při řešení dopravních nehod je z hlediska analýzy průběhu nehodového děje relevantní zjištění jízdních parametrů konkrétního vozidla, respektive vozidla obdobného. Je zřejmé, že tyto budou do jisté míry ovlivněny technickým stavem posuzovaného vozidla. Proto, není-li možno testovat vozidlo konkrétní, je vhodné při výběru náhradního vozidla kromě stejného modelového roku, motorizace a výbavy, zohlednit také faktor opotřebení, potažmo technický stav.

V každém případě možnosti palubní diagnostiky skýtají rovněž zjištění některých výkonových parametrů motorového vozidla, zejména možnost měření zrychlení. Při zohlednění výše zmíněných předpokladů může být zjištění těchto parametrů vozidla relevantní. Zjištění zrychlení může být účelné pro zjištění maximální možné rychlosti, které mohlo vozidlo za určitou ujetou vzdálenost dosáhnout (například od hranice poslední křižovatky).

Další uvažovanou oblastí jízdních parametrů je odhad výkonových charakteristik motoru. Výstupy lze jednak uplatnit v rámci zjišťování technického stavu, ale také z hlediska posuzování provedených manipulací se softwarem řídicí jednotky motoru, potažmo v rámci posouzení technické způsobilosti vozidla k provozu na pozemních komunikacích z hlediska souladu technických parametrů vozidla se skutečným stavem dle Vyhlášky 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

⁴⁷ KREJČÍŘ, P.; BRADÁČ A. *Znalecký standard č. I/2005: oceňování motorových vozidel.*, str. 23

3.4 SHRNU TÍ KAPITOLY

V rámci kapitoly jsem se zabýval popisem palubní diagnostiky z hlediska popisu okruhů její činnosti, dále jsem se zabýval historickými souvislostmi vzniku standardizované palubní diagnostiky v rámci standardů OBD a jejich vývojem. V kapitole bližšího popisu oblastí standardizace jsem se zaměřil na evropský standard EOBD, ale v rámci jednotlivých kapitol jsem uváděl také souvislostmi interních systémů palubní diagnostiky automobilek.

V poslední části jsem se zamyslel nad možnostmi využití palubní diagnostiky v soudním inženýrství, což ústilo v definování znaleckých problémů zjišťování technického stavu a zjišťování jízdních parametrů motorových vozidel. V rámci popisu znalecké činnosti jsem rovněž uvedl několik modelových situací.

4 DIAGNOSTICKÁ SADA VAG-COM PROFI

Ústav soudního inženýrství v Brně disponuje diagnostickou sadou VAG-COM PROFI zakoupenou u společnosti AutoComSoft s.r.o. Z dostupné nabídky se vedle sad VAG-COM Standard Plus a VAG-COM Max jedná o sadu nejvybavenější.

Dle četnosti užívání se jedná o favorizovaný nástroj komunikace s řídicími jednotkami vozidel koncernu Volkswagen Group, úspěch programu tak podporuje jeho soustavný vývoj. V následujících podkapitolách popíše obsah sady po hardwarové a softwarové stránce, hlouběji se budu věnovat popisu pracovního prostředí programu VAG-COM a jeho hlavními funkcemi s dílčím cílem vytvoření pojmově orientační základny pro následné praktické využití sady.

4.1 POPIS SOUČÁSTÍ SADY VAG-COM PROFI⁴⁸

Stěžejní prvky jednotlivých verzí sady tvoří aplikace VAG-COM a propojovací kabel HEX-CAN společnosti Ross-Tech, LLC. Jednotlivé sady jsou dle zvolené konfigurace dále doplněny programem CodingCalculator, softwarovou diagnostickou příručkou VIS a publikací VAG-COM. Dále příslušenstvím v podobě prodlužovacího USB kabelu, dvou redukcí pro diagnostické zásuvky starších ročníků vozů VW, Audi, Seat, respektive VW LT a praktického přenosného kufříku. Sada VAG-COM PROFI má kromě nejbohatší výbavy rovněž zpřístupněny všechny dostupné funkce programu VAG-COM.

Mezi další relevantní specifika sady lze uvést dispozici hardwarovým klíčem. Použití programu VAG-COM, tak není limitováno na konkrétní počítač. Hardwarové požadavky hostitelského počítače specifikované frekvencí CPU alespoň 1 GHz, jsou snadno splnitelné, vyzdvihnul bych zejména kompatibilitu s operačními systémy počínaje MS Windows XP až po nejnovější Windows 8 v 32 i 64 bitové verzi. Co se týče aktualizací programu, ty je potřeba dokupovat, perioda aktualizací vychází na půl roku při deklarované ceně do sedmi set korun českých.

⁴⁸ AUTOCOMSOFT S.R.O. *VAG-COM PROFI* [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/zbozi/vag-com-profi>



Obr. č. 4 – Diagnostická sada VAG-COM PROFI⁴⁹

4.1.1 Hardwarové vybavení

Nejcennější součástí diagnostické sady je komunikační propojovací kabel HEX-CAN. Jak z názvu vyplývá, tento kabel umožňuje komunikaci také pomocí protokolu CAN, samozřejmě je zpětná kompatibilita s předešlými standardy a rovněž se staršími verzemi aplikace VAG-COM.

Z hlediska zpětné kompatibility je sada opatřena také dvěma redukcemi, které zajišťují komunikaci se staršími vozy koncernu Volkswagen Group z období před zavedením standardu OBD II. Vzhledem k tomu, že se jedná o vozidla z počátku let devadesátých, lze u těchto vozidel předpokládat omezení funkčnosti sady na základní diagnostické účely.

4.1.2 Softwarové vybavení⁵⁰

V této kapitole se budu zabývat softwarovou částí sady. Kromě programu VAG-COM, disponuje sada dvěma samostatnými aplikacemi. V prvním případě se jedná o elektronickou příručku VIS, dále je sada doplněna programem CodingCalculator.

VIS (Vag Info Systém)

Jedná se o hodnotný doplněk sady skýtající základnu informací ohledně parametrů nastavení a požadovaných hodnot pro konkrétní vozidla, rovněž popisuje provádění některých

⁴⁹ Upraveno dle: AUTOCOMSOFT S.R.O. VAG-COM PROFI [online]. [obrázek]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/zbozi/vag-com-profi>

diagnostických postupů. Jednotlivé postupy jsou uvedeny po volbě konkrétního vozu z nabídky na levé straně a následně kategorizovány dle řídicí jednotky, respektive na „ostatní postupy“. Zvláště jsou uvedeny postupy vztahující se k motorům, převodkám a imobilizérům. Z hlediska soudně inženýrské praxe lze program zejména využít při interpretaci chybových kódů vyčtených z paměti řídicích jednotek, což usnadňuje proces odhalení závady. Součástí aplikace je databáze interních chybových kódů vozidel koncernu VW, to je potřeba brát v úvahu při vyhledávání chybových kódů. Aplikace může rovněž napomoci při hledání umístění diagnostické zásuvky daného vozidla. Ovládání aplikace je velmi intuitivní a není zde potřeba podrobnějšího popisu.

CodingCalculator

Jedná se o aplikaci, která generuje kódy řídicích jednotek, ty zvláště při přechodu na sběrnici CAN-BUS nabyly na složitosti. Schopnost „dlouhého kódování“ je proklamována jako devíza sady. Roli zde sehrává *kód výbavy* vozidla a *kódové číslo* jednotlivých řídicích jednotek. Potřeba kódování tkví v tom, že každá řídicí jednotka nese vlastní kódové číslo, které závisí na konfiguraci výbavy, tedy kódu výbavy. Potřeba změny kódového čísla vyvstává při záměně určité řídicí jednotky, která pochází z vozu jiné výbavové konfigurace, respektive změna výbavového kódu je nutná při změně konfigurace doplněním dodatečné řídicí jednotky při rozšiřování výbavy.

Nutno podotknout, že se jedná nástroj spíše servisního charakteru a z hlediska využití v soudním inženýrství nemá přílišné opodstatnění.

Aplikace VAG-COM

Program VAG-COM byl uveden v roce 2002, přičemž se jednalo o softwarovou emulaci diagnostického přístroje VAS. Podstatou emulace je softwarové napodobení funkcí určitého hardware na jiném hardwaru, kterým je v tomto případě běžně dostupný počítač, respektive přenosný počítač a ten obstarává činnost původního diagnostického přístroje. Díky tomu bylo možné nahradit diagnostickou stanicí kompaktním přístrojem, což z hlediska užití přineslo řadu výhod a zároveň vedlo k rozšíření užívání diagnostických testerů.⁵¹

⁵⁰ AUTOCOMSOFT S.R.O. *Příručky a příslušenství* [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/prirucky-prislusenstvi>

⁵¹ VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel.*, str. 111

Dispozice tímto softwarem nám umožňuje provedení veškerých dostupných funkcí u řídicích jednotek vozů Audi, Ford Galaxy, Porsche Cayenne, Seat, Škoda, Volkswagen a VW Crafter, funkce v normě OBD zabezpečuje také u všech ostatních značek.⁵²

Jedná se o plnohodnotný program primárně určený k diagnostice technického stavu a zjišťování poruch, ale v zásadě umožňuje také další servisní operace. Jedná se většinou o úkony související s výměnou komponent elektronických součástí, příkladem náhrada vadné řídicí jednotky nebo spárování nového klíče s jednotkou imobilizéru – obecně kódování řídicích jednotek. V rámci přístupu do řídicích jednotek dále umožňuje nastavení dostupných parametrů, jednak v oblasti komfortních systémů, do jisté míry také v oblasti řízení chodu motoru například v podobě nastavení množství startovací dávky paliva, výše volnoběžných otáček motoru, do omezené míry tak umožňuje korekci map řízení motoru.

V průběhu vývoje se aplikace postupně přejmenovala a v současné době je jako VAG-COM Diagnostic System pojmenovaná zkratkou VCDS, kterou budu dále užívat.

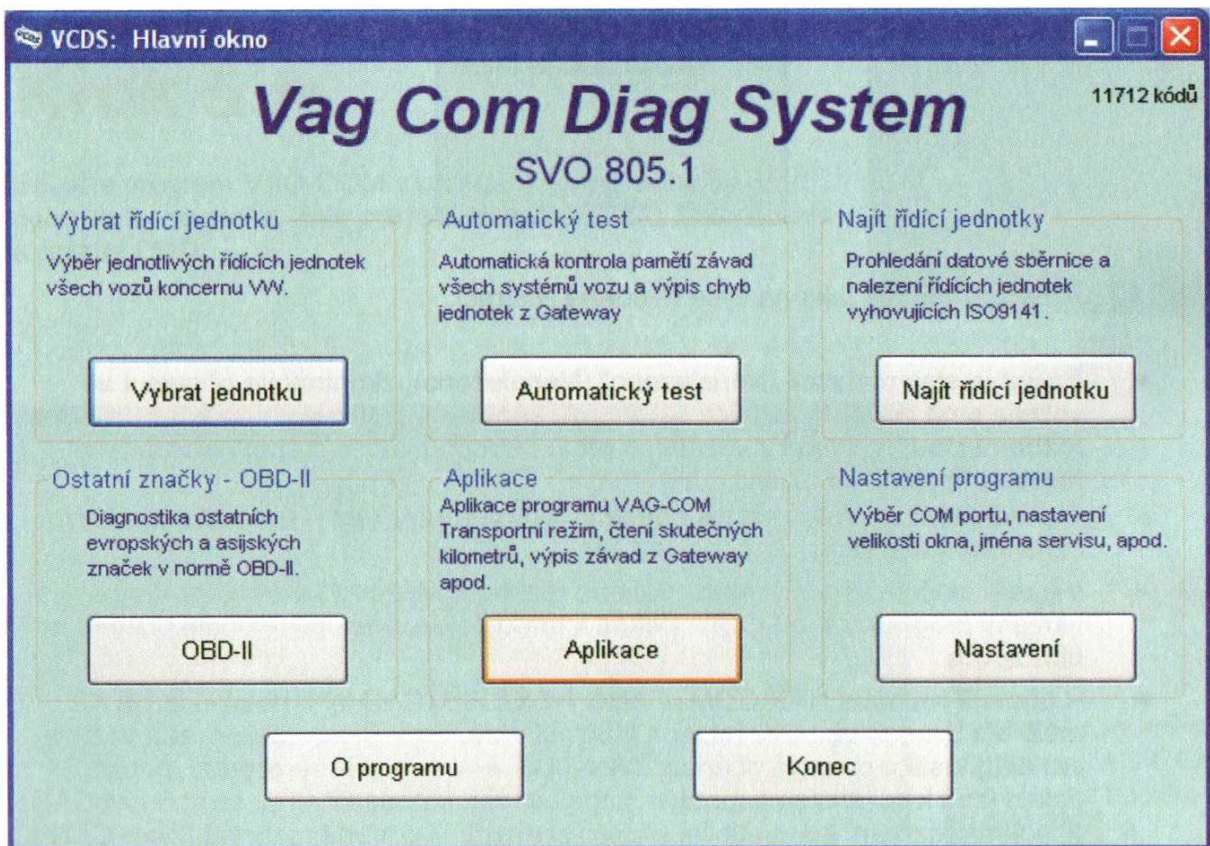
4.2 POPIS UŽIVATELSKÉHO ROZHRANÍ A PŘEHLED FUNKCÍ APLIKACE VCDS⁵³

Na tomto místě stručně popíši orientaci v okně aplikace a v této souvislosti dále charakterizuji jednotlivé funkce programu. Některým funkcím se budu podrobněji věnovat v praktické části DP při aplikaci diagnostických postupů. Proto se případně odkazuji na příslušné kapitoly. Zároveň v souvislosti se zjednodušením popisu orientace v aplikaci při popisu diagnostických úkonů zavedu kurzívou psané charakteristické pojmosloví, pomocí kterého budu pojmenovávat jednotlivá okna, či ovládací prvky programu. Stěžejním zdrojem pro zpracování kapitoly posloužila v nadpisu citovaná publikace, která je zároveň součástí předmětné diagnostické sady.

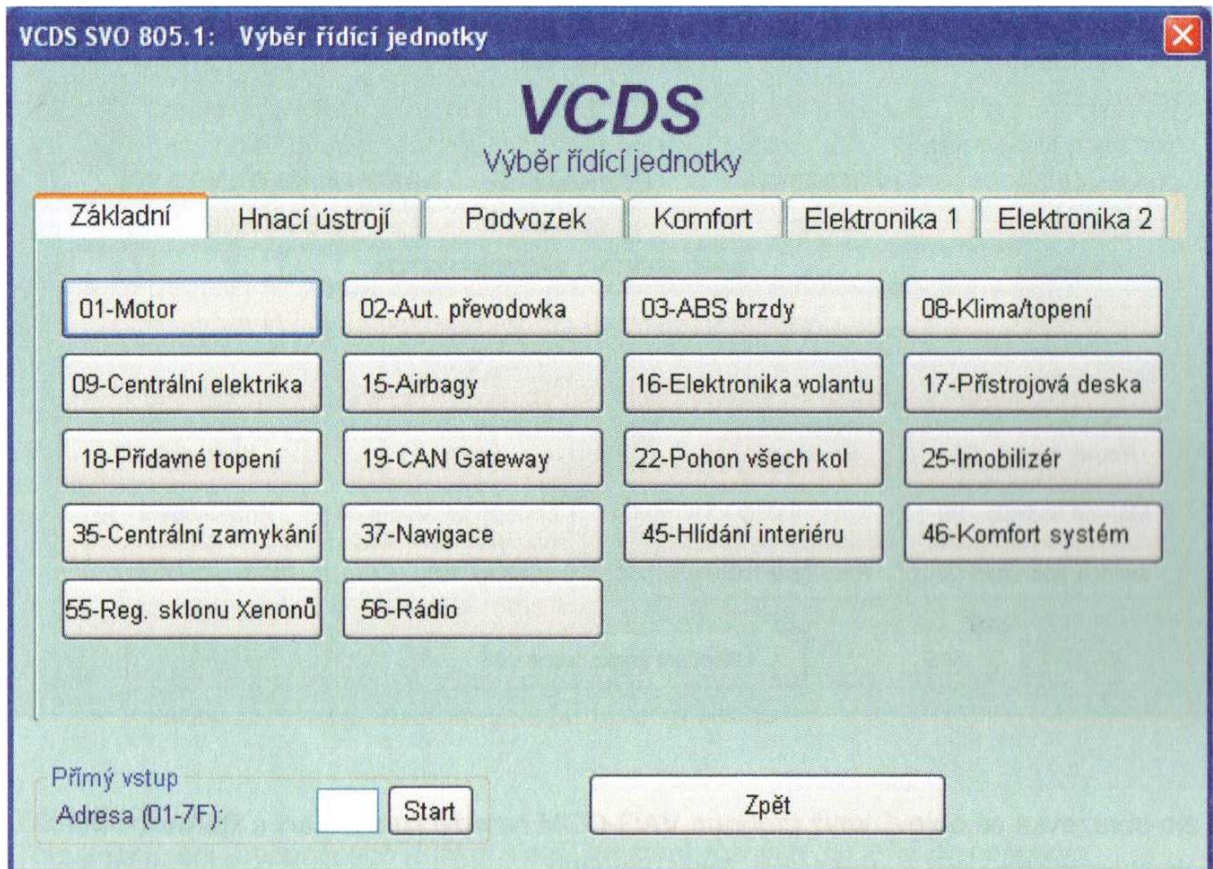
Po spuštění aplikace uvítá uživatele již od počátku vývoje stále charakteristická modře laděná *Hlavní nabídka*. V následujícím textu budu postupně procházet jednotlivé volby aplikace a jim příslušné funkce. Funkce, které nejsou z hlediska potřeby DP relevantní, popíši pouze stručně, popřípadě je zcela vynechám z hlediska zachování přehlednosti popisné části.

⁵² AUTOCOMSOFT S.R.O. *VAG-COM PROFI* [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/zbozi/vag-com-profi>

⁵³ VAG-COM. *Diagnostický software pro vozy VW, Audi, Seat, Škoda*. RossTech Ltd. AutoComSoft s.r.o.



Obr. č. 5 – Hlavní nabídka aplikace VCDS



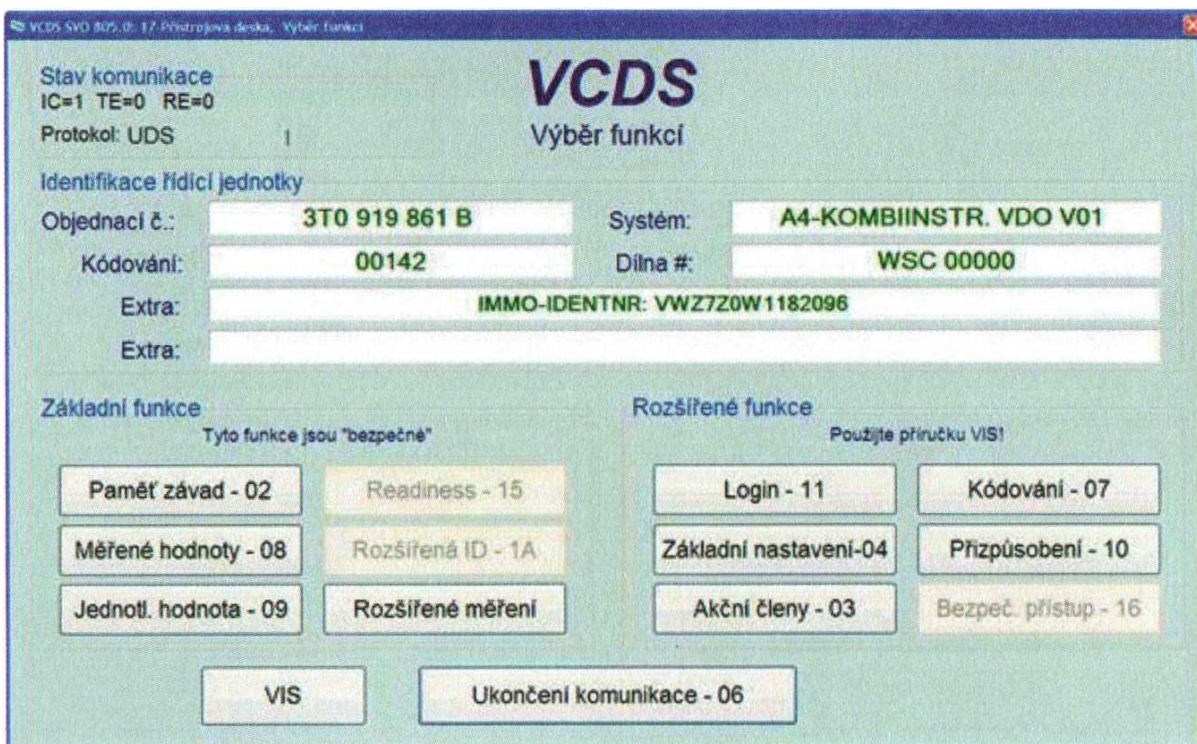
Obr. č. 6 – Výběr řídicí jednotky

4.2.1 Výběr řídicí jednotky

Prostřednictvím volby *Vybrat jednotku*, můžeme přistupovat k jednotlivým řídicím jednotkám. Volbou se dostáváme do přehledu řídicích jednotek používaných ve vozidlech koncernu VW. Řídicí jednotky jsou kategorizovány dle typu v záložkách, nicméně ve většině případů si vystačíme se základní kategorií.

Po volbě řídicí jednotky se ve všech případech dostáváme do okna výběru funkcí, přičemž se program ihned pokusí s jednotkou navázat spojení. Informace o stavu komunikace jsou zobrazeny v hlavičce vlevo nahoře. Zde je zobrazen počet pokusů o navázání spojení, počet chyb vysílače datových paketů, respektive počet chyb přijímače datových paketů, v ideálním případě 100% spolehlivé komunikace jsou zobrazeny hodnoty IC=1 TE=0 RE=0.

Horní polovinu okna tvoří informační část, která zobrazuje Objednací číslo, což je výrobní číslo řídicí jednotky, informace o systému řídicí jednotky, což může zahrnovat také informaci o verzi nahraného firmwaru. Je-li jednotka kódovatelná v poli kódování je zobrazena její aktuální konfigurace, přičemž pole Dílna # zobrazuje identifikátor zařízení, kterým bylo naposledy kódování změněno. V polích extra mohou být zobrazeny další údaje ohledně identifikačních prvků v souvislosti s činností imobilizéru.

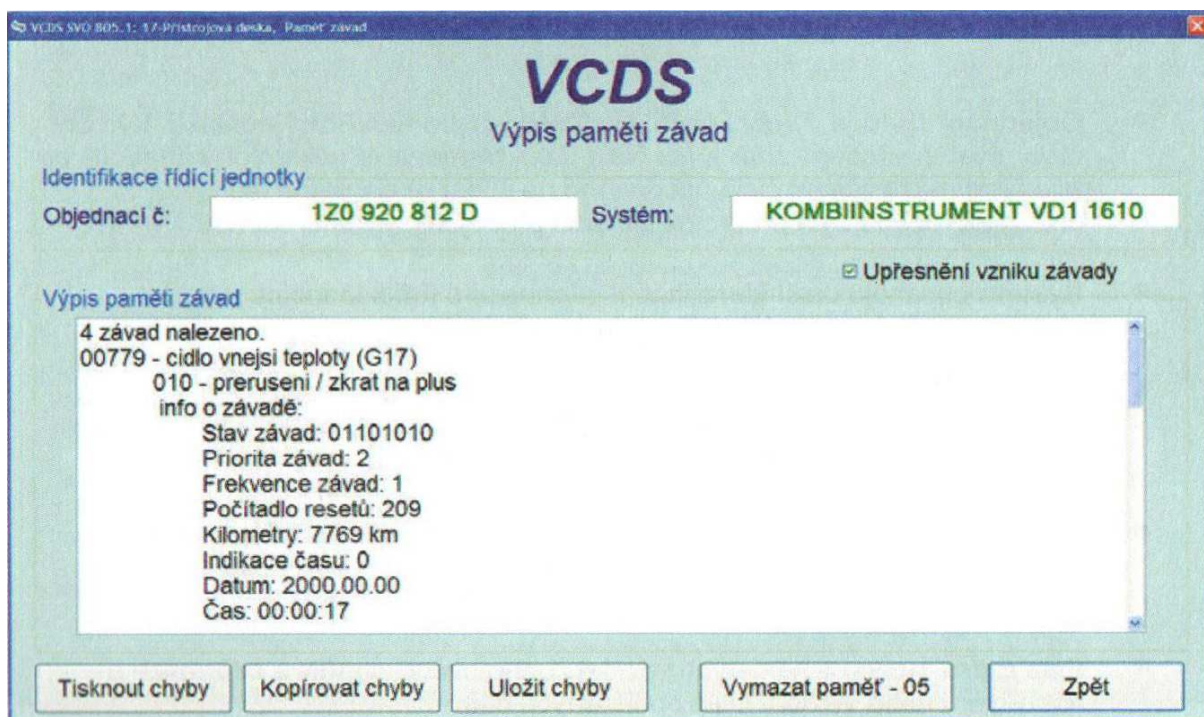


Obr. č. 7 – Výběr funkcí

Konečně se dostávám k funkcím aplikace, které jsou rozděleny na základní funkce s přívlastkem „bezpečné“, kdy se de facto jedná pouze o čtení hodnot, a funkce rozšířené, které do určité míry umožňují jednotky konfigurovat. V rámci posuzování technického stavu vozidla si v naprosté většině vystačíme se základními funkcemi. Jednotlivé funkce jsou aktivní v závislosti na volbě konkrétní řídicí jednotky. Nyní následuje výčet a popis jednotlivých funkcí s případnými odkazy na kapitoly praktické části, kde se některým funkcím podrobněji věnuji.

Paměť závad

Jedná se o funkci přístupu do paměti závad dané řídicí jednotky. Závady jsou uloženy pod standardizovaným DTC kódem a pro jejich bližší specifikace je potřeba nahlédnout do příručky pro opravy, respektive do aplikace VIS. V případě novějších řídicích jednotek, z pravidla od roku 2003, lze zaškrtnout pole *Upřesnění vzniku závad*, čímž jsou poskytnuty dodatečné údaje.



Obr. č. 8 – Výpis paměti závad

V rámci informací o závadě je k dispozici 8 bitový kód *stavu závad*, jednotlivé bity udávají relevanci sjednání servisu a klasifikují vliv na pojízdnost. Dále je zobrazena frekvence závad, tedy kolikrát byla závada detekována od prvního vzniku a počítadlo resetů, zobrazující počet bezproblémových jízdých cyklů zbývajících do automatického vymazání závady. Interpretací závad se budu zabývat v kapitole 5.1.

Tab. č. 1 – Popis významu jednotlivých bitů zleva⁵⁴

Bit	Význam
1	Chyba má značný vliv na jízdní vlastnosti, nutné okamžité zastavení.
2	Nutnost bezprostředního sjednání servisu.
3	Není nutný okamžitý servis, oprava doporučena při příští návštěvě servisu.
4	Pokud nebude sjednána náprava, mohla by chyba ovlivnit jízdní vlastnosti.
5	Chyba nemá vliv na jízdní vlastnosti.
6	Chyba má dlouhotrvající dopad na jízdní vlastnosti.
7	Chyba ovlivňuje komfortní funkce, ale nemá vliv na jízdní vlastnosti.
8	„Obecná poznámka“ – výklad pozice není jasný

Bloky měřených hodnoty – Logování

Prostřednictvím funkce *Měřené hodnoty* aplikace VCDS sleduje provozní hodnoty, se kterými pracuje řídicí jednotka. Jedná se o data „surová“, bez jednotek. O jejich převod na měrné jednotky se tedy stará aplikace VCDS. Data přitom člení do skupin a každá skupina má obvykle velikost 4 polí – tedy 4 zobrazovaných hodnot. Jednotlivá pole jsou pojmenovaná a v ideálním případě je v popisu, či v popisné „*bublině*“ po ukázání kurzorem myši vymezen rozsah požadovaných hodnot.

Je potřeba dodat, že v závislosti na typu vozidla nejsou přeložena všechna data. Pokud se aplikaci nepodařilo přiřadit hodnotám jednotky, zobrazuje daná skupina 10 polí bez jednotek. Bohužel, ani v případě přiřazení jednotek není ve všech případech dostatečně specifikováno, o jaká data konkrétně se jedná. Zde se uživatel musí spolehnout na svou intuici, popřípadě na dodatečné zdroje. Jistou pomocí by byla aktualizace souboru s popisem *.lbl, zde je ovšem riziko plynoucí z nedůvěryhodnosti zdroje a následné chybné interpretace. V každém případě je procházení jednotlivých skupin z hlediska poškození automobilu bezrizikové a v praktické části představím metodu, jak se efektivně s obsahem jednotlivých skupin seznámit pomocí ukládání polí.

Maximální počet zobrazovaných skupin jsou tři, přičemž s každou další sledovanou skupinou úměrně klesá vzorkovací frekvence na polovinu, respektive na třetinu původní rychlosti. Vzorkovací frekvence závisí na komunikačním protokolu. Již u vozidel vyráběných kolem roku 1997 se rychlost vzorkování pohybovala kolem 4 vzorků/s pro jednu skupinu. Takovou frekvenci lze považovat za dostatečnou z hlediska posuzování technického stavu a dále prezentovaných diagnostických postupů, ale například z hlediska zjišťování jízdních

⁵⁴ ROSS-TECH, LLC. VAG-COM: *Tour: Fault Code Screen*. [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.ross-tech.com/vag-com/tour/dtc_screen.html

parametrů vede k jistým nepřesnostem. V případě komunikace na protokolu KWP-2000, nebo CAN, které jsou sami o sobě již poměrně rychlé, lze volbou *Turbo*⁵⁵⁾ výrazně zvýšit rychlost vzorkování, u některých vozidel až na 30 vzorků za sekundu.

Pro sledování změn hodnot jednotlivých polí v reálném čase v grafickém znázornění slouží zásuvný modul *VC-Scope*. Pro analýzu provozních údajů je praktičtější data *Logovat* a poté analyzovat. Rovněž uložený log dat lze následně otevřít a záznam v modulu *VC-Scope* přehrát. Zde ovšem kolísá uživatelský komfort při pohybu na časové ose při sledování jednotlivých hodnot a z hlediska absence popisků. V praktické části navrhuji použití alternativní aplikace. Postupy záznamu a interpretací měřených hodnot se budu dále zabývat v kapitole 5.2. Z *Měřených hodnot* lze také přistupovat do funkce *Základního nastavení* dané skupiny, kterou charakterizují dále v textu.

Podporované kódy

Zde se jedná o možnost náhledu do databáze chybových DTC kódů, které je schopna sledovaná řídicí jednotka detekovat. Využití je nasnadě, pokud máme podezření na závadu, která není indikována, pak lze pro kontrolu ověřit databázi, zda je řídicí jednotka danou závadu schopna detekovat.

Readiness

Zde se jedná se o komplexní diagnostiku systému spalování plynoucím z funkčních požadavků standardu OBD II, kterou jsem již zmiňoval v kapitole 3.2. V případě evropských vozidel je funkce dostupná rokem výroby 2001 a novějších.

⁵⁵⁾ pozn.: v novější verzi *Zrychlit čtení*



Obr. č. 9 – Stav Readiness zážehového motoru⁵⁶

Na specifika posouzení Readiness stavu vznětového motoru poukazují v kapitole 5.1. V rámci funkce *Readiness* lze ručně iniciovat automatické skripty, kdy aplikace VCDS dává řidiči instrukce k provedení úkonů a jízdních režimů potřebných pro vyhodnocení jednotlivých oblastí. Tato možnost by mohla napomoci k zúžení okruhu závady, popřípadě k potvrzení správnosti opravy, ale protože nejsou zdokumentovány všechny motory, obecně bych užití této možnosti v rámci předmětu DP nedoporučil.

Rozšířená identifikace

Na tomto místě lze vyčíst dodatečné dostupné informace o řídicí jednotce, které nebyly zobrazeny v okně *Výběr funkcí*, zejména podrobnosti ohledně zásahů do paměti „flash“. Funkce je dostupná na protokolu KWP-2000 a výše. Funkci předvedu v kapitole 5.1.

Rozšířené měřené hodnoty

Jedná se o alternativu k funkci *Měřené hodnoty* s tím, že lze přistupovat jmenovitě k jednotlivým hodnotám. To zajišťuje jistý komfort bez nutnosti přístupu prostřednictvím

skupin hodnot, ovšem v závislosti na kvalitě popisků polí by mohl být pohyb v rámci skupin intuitivnější. Srovnatelně lze v rámci této funkce sledovat maximálně 12 hodnot. Obdobně lze také zvýšit rychlost vzorkování volbou *Turbo*.⁵⁷⁾ Výhodou metody je možnost citlivého sledování jediné hodnoty. Ačkoliv se v rámci vývoje od kategorizace polí ve skupinách ustupuje, funkci nicméně považuji za ekvivalentní dříve zmíněné.

Měření zrychlení

Aplikace VCDS umožňuje měření času potřebného pro dosažení rychlosti dle stanoveného intervalu, respektive zadané vzdálenosti. Podrobně se funkcí budu zabývat v kapitole 6.

Základní nastavení

Zde se jedná o funkci, která nám umožňuje provádět různé kalibrace akčních členů v závislosti na získávaných měřených hodnotách. Do funkce lze proto vstupovat z *Měřených hodnot*, ale také z okna *Výběr funkcí* řídicí jednotky. V souladu s předmětem DP, se funkcí *Základní nastavení* až na výjimku kontroly počátku vstřiku nebudu zabývat.

Akční členy

Pomocí funkce lze ověřit činnost jednotlivých akčních členů – u starších vozidel sekvenčním testem, u novějších vozidel lze jednotlivé akční členy vybírat. Ty jsou postupně aktivovány, což má za projev zejména akustický signál, například cvakání příslušného relé. Jedná se o významnou diagnostickou pomůcku v případě, kdy chceme blíže specifikovat příčinu již dříve zjištěné závady. Zde zkoumáme činnost stanoveného okruhu akčních členů. Pokud vozidlo nevykazuje žádné funkční závady, ani zapsané chyby v paměti závad, preventivní testování akčních členů neshledávám za příliš účelné z hlediska posuzování technického stavu vozidla.

Login

Jedná se o funkci autorizace přístupu ke změnám některých konfigurovatelných parametrů řídicí jednotky. *Login* zpravidla předchází použití funkcí *Kódování* a *Přizpůsobení*.

⁵⁶ ROSS-TECH, LLC. *VAG-COM: Tour: Readiness*. [online]. [obrázek]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ross-tech.com/vag-com/tour/readiness.html>

⁵⁷⁾ pozn.: v novější verzi *Zrychlit čtení*

Bezpečnostní přístup

Jedná se o obdobu funkce *Login*, kterou je potřeba použít v případě některých řídicích jednotek s protokolem KWP-2000.

Kódování / dlouhé kódování

Funkce umožňuje parametrické nastavení některých funkcí řídicích jednotek zejména v případě párování nových jednotek v kooperaci s aplikací CodingCalculator. Znovu se jedná o funkci využitelnou zejména v opravárenské praxi

Přizpůsobení

Pomocí této funkce lze v určitém rozmezí měnit některé parametry programu řídicí jednotky. Zde se při pohybu mezi jednotlivými poli hodnot užívá termínu *Kanály*. Příkladem je například možnost regulace volnoběžných otáček motoru, možnost změny velikosti startovací dávky paliva apod. Funkce slouží výhradně pro servisní účely.

4.2.2 Automatický test

Jedná se o hodnotnou funkci, která automatizuje a zefektivňuje práci s aplikací VCDS. Místo, abychom přistupovali k pamětem závad řídicích jednotek jednotlivě, provede aplikace celou posloupnost navázání komunikace, přečtení chybových kódů a ukončení komunikace u všech řídicích jednotek a výsledky hromadně vypíše v jediném okně. Ty můžeme uložit, kopírovat, anebo vytisknout a následně je také možné hromadně *Smazat chyby*. Což iniciuje obdobnou posloupnost s doplněním kroku smazání chyb. Výstupem je opět hromadný výpis paměti závad.⁵⁸⁾

Pro urychlení procesu je možno omezit komunikaci na protokol CAN, ještě rychlejší alternativou je potom *Výpis závad z Gateway*, kdy jsou závady řídicích jednotek vyčteny z paměti datových uzlů během několika sekund. Dále je přítomna možnost *Upřesnění vzniku závady*, která byla zmíněna v rámci popisu funkce *Paměť závad*.

4.2.3 Vyhledávač řídicích jednotek

Vzhledem k velké varietě konfigurací vozidel se tyto také liší počtem a druhy instalovaných řídicích jednotek. Tato funkce souží jako vyhledávač, kdy prochází všechny

⁵⁸⁾ pozn.: u vozidel se sběrníci CAN již nemusí aplikace při mazání chyb přistupovat jednotlivě ke každé řídicí jednotce

adresy (určené dle rozsahu) a čeká na odezvy. Výstupem je seznam instalovaných řídicích jednotek včetně názvu, protokolu, objednáčíslo, výrobního čísla, kódování a čísla opravy. V závislosti na zadaném rozsahu může hledání trvat více než 45 minut. Pro urychlení lze z prohledávání vyřadit rozhraní K-linky zaškrtnutím pole *Pouze CAN*.

4.2.4 OBD II

Funkce OBD II představuje jistou univerzálnost diagnostické sady VAG-COM PROFI. Komunikace by měla být podporována všemi evropskými a asijskými vozy vyrobenými po roce 2000, přičemž je zajištěna na protokolech v rámci normy ISO 9141-2, dále na protokolech KWP-2000 a CAN. Komunikace není možná s některými americkými vozidly, které používají normu SAE-J1850, nicméně od roku 2008 musejí všechna americká auta používat sběrnici CAN-BUS, což by mělo zaručit spolehlivou komunikaci.

Standardizovaná komunikace na úrovni OBD II probíhá v deseti *Režimech*⁵⁹⁾, které představují jednotlivé funkce. Popis režimů uvádím v následující tabulce.

Tab. č. 2 – Přehled režimů OBDII

Režim	Popis režimu
1 Měřené hodnoty	Sledování vybraných hodnot souvisejících s emisemi.
1-01 Readiness	Zobrazení stavů jednotlivých testů Readiness.
2 Freeze Frame	Obdoba <i>Upřesnění závady</i> , zobrazuje okolnosti vzniku uložené závady.
3 Paměť závad	Paměť závad s možností převodu standardizovaného popisu kódu na specifické kódy vozidel koncernu VW.
4 Smazat závady	Vymazání uložených DTC kódů a reset Readiness stavu.
5 Lambda	Zobrazuje údaje související s jednotlivými montovanými lambda sondami.
6 Průběžný test	Předem definované sady testů, různých součástí souvisejících s emisemi.
7 Uložené chyby	Jedná se o registrované chyby, které ovšem nevedly k rozsvícení MIL kontrolky.
9 ID vozu	Zobrazuje některé informace ohledně identifikace vozu.
10 Trvalé závady	Jedná se seznam závad, které nelze vymazat, dokud není potvrzena náprava.

Ačkoliv těžiště užití sady VAG-COM PROFI leží v množině vozidel koncernu VW, shledávám možnosti komunikace na úrovni OBD II za hodnotné a v kapitolách 5.1 a 5.2 provedu srovnání některých výstupů, čímž demonstruji univerzálnost sady.

⁵⁹⁾ pozn.: „Režim“ je překladem pojmu „Mode“, v rámci aktuální verze VCDS se již setkávám s intuitivnějším pojmenováním „Módů“

4.2.5 Aplikace

Zde se jedná o nabídku několika doplňkových funkcí specifických pro vozidla se sběrnici CAN-BUS, jmenovitě:

Aktivace a deaktivace transportního režimu

Jedná se o obdobu úsporného režimu za účelem snížení odběru elektronických zařízení po dobu delšího odstavení vozidla.

Výpis závad z jednotek gateway a hromadné mazání chyb

Jedná se o možnost rychlého načtení chybových kódů a jejich hromadného mazání, která již byla v textu zmíněna v rámci *Automatického testu*.

Mapování kanálů

Jedná se o funkci, která usnadňuje orientaci v *Měřených hodnotách*, tím že „zmapuje“, tedy vytvoří seznam jednotlivých skupin měřených hodnot, či kanálů přizpůsobení. Na základě výstupu je možné vytvořit vlastní soubor s popisky a posléze jej použít při procházení jednotlivých skupin v rámci *Měřených hodnot*.

Čtení skutečné hodnoty km

Zde se jedná o možnost přístupu do počítadla ujetých kilometrů uloženého v řídicí jednotce motoru, přičemž se týká pouze některých typů řídicích jednotek. Podmínky proveditelnosti specifikují a předvedu v kapitole 5.1.

4.2.6 Nastavení

Ve volbě nastavení je nejdůležitější konfigurace komunikačního portu počítače, jehož prostřednictvím aplikace komunikuje s vozidlem. Tímto se budu zabývat v úvodu kapitoly 5.1. *Nastavení* dále umožňuje měnit určité číselné parametry komunikace. U některých parametrů výrobce vůbec nedoporučuje nastavení měnit, aniž by docházelo k problémům komunikace a i v takovém případě vyzývá uživatele k předchozí konzultaci problému.

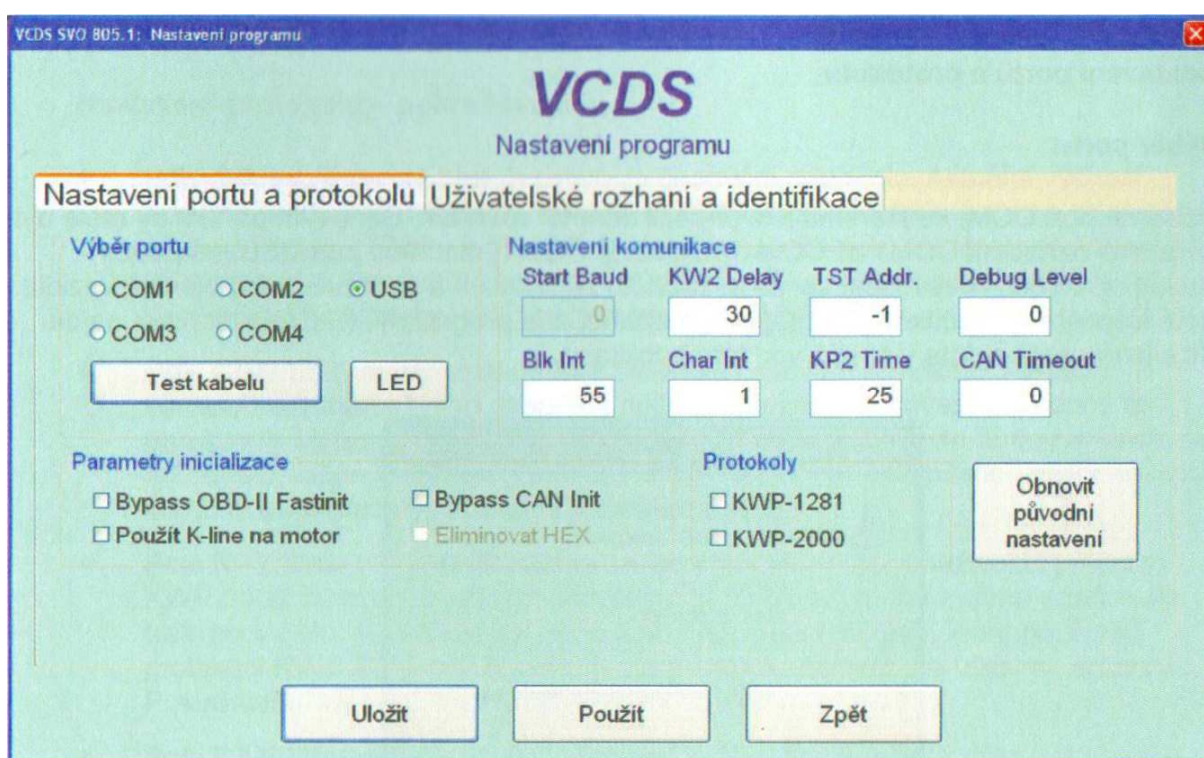
Jediné číselné parametry, u kterých lze uvažovat změnu výchozí hodnoty jsou pole *Blk Int (interval bloků)* z hodnoty 55 na hodnotu 25 a výchozí hodnotu pole *Char Int (interval znaků)* z výchozí hodnoty 1 na hodnotu 0 s cílem maximalizace rychlosti vzorkování. Tato

konfigurace by neměla představovat žádná rizika, nicméně může způsobit pokles spolehlivosti komunikace.

Co se týče *Parametrů inicializace*, jejich změny jsou opodstatněny rovněž pouze ve specifických případech, například pokud řídicí jednotka umožňuje komunikaci více protokoly.

Změny zaškrťovacích políček *Protokolů* slouží k redukci zátěže procesoru přenosného počítače, což je při průměrně výkonném přenosném počítači nerelevantní.

Na kartě *Uživatelské rozhraní a identifikace* lze změnit parametry identifikace testeru vůči vozidlu (při základním nastavení funguje aplikace v „*tajném režimu*“), respektive některé kosmetické záležitosti uživatelského rozhraní programu.



Obr. č. 10 – Nastavení programu

4.2.7 Zásuvné moduly aplikace

Konečně se dostávám k zásuvným modulům aplikace. Prvním z nich je modul *VC-Scope*, který jsem již okomentoval v rámci funkce *Měřené hodnoty*. Mezi další moduly patří:

TDI Graf

Jedná se o zjednodušenou obdobu modulu *VC-Scope*, která slouží ke sledování nastavení časování vstřikování u vznětových motorů TDI VE s rotačními čerpadly. Popisu použití modulu se budu věnovat v kapitole 5.2.8.

VagAutomat

Jedná se o modul, který automatizovaně provede předem definované skripty operačních úkonů v rámci *Základního nastavení*, *Přizpůsobení jednotek* a *Kódování*. Modul by mohl ulehčit práci uživatelům, kteří dané postupy provádějí často a rutinně v rámci časové úspory. Zároveň ulehčuje práci s aplikací uživatelům, kteří mají ambice provádět konfigurační změny, ale zároveň nejsou ochotni jednotlivé postupy studovat a porozumět jim. Sám výrobce není zastáncem použití modulu zejména ve druhém zmíněném případě, protože v případě neúspěšného provedení skriptu absentuje informace o příčině chyby.

4.2.8 Bezpečnostní zásady užívání aplikace

Na tomto místě považuji za účelné zmínit některé zásady bezpečnosti, které by uživatel diagnostické sady měl respektovat v zájmu vlastního zdraví, ale i z hlediska zájmu o bezpečnost okolí. Zejména v případě diagnostických postupů prováděných za režimu jízdy by se řidič v žádném případě neměl rozptylovat ovládáním, či sledováním aplikace. Po nastudování práce s aplikací je možné diagnostické postupy provádět i samostatně s dodržением bezpečnostních zásad. Na základě zkušeností z praktických měření považuji za nejvhodnější a nejbezpečnější model instruovat řidiče pokyny k požadovanému režimu jízdy, popřípadě jej informovat o stavu provozu a věnovat se přitom obsluze aplikace. Rovněž je potřeba brát na zřetel, že umístění přenosného počítače mezi pasažera a aktivní airbag není vhodné.

4.3 SHRNU TÍ KAPITOLY

V rámci kapitoly jsem popsal jednotlivé hardwarové i softwarové součásti diagnostické sady VAG-COM PROFI, přičemž stěžejní část tvořilo seznámení s pracovním prostředím a představení funkcí aplikace VCDS, ve smyslu vytvoření pojmově-orientační základny pro praktickou část DP. V rámci popisu funkcí jsem rozlišoval jejich relevanci z hlediska možnosti užití v soudním inženýrství a teoretický popis jsem doplňoval odkazy na aplikaci funkcí v rámci experimentálních měření praktické části DP.

5 ZJIŠTĚNÍ TECHNICKÉHO STAVU VOZIDLA SADOU VAG-COM PROFI

V této praktické části DP předvedu funkce diagnostické sady, které jsem popsal v předchozí kapitole se zaměřením na posuzování technického stavu motorového vozidla. Postupy jednotlivých diagnostických úkonů popíši, předložím zjištěné výsledky a následně je interpretuji. V rámci možností popíši možné alternativní výsledky – chybové stavy. Vzhledem k výběru automobilů, které jsem měl možnost podrobit diagnostickým postupům, bude tato část zaměřena zejména na vozy se vznětovými motory, přičemž zastoupena bude skupina motorů s rotačním čerpadlem (VE) a skupinu motorů se sdruženými vstřikovači (PD). Domnívám se, že zejména u starších ročníků koncernových vozidel jsou právě vznětové motory technologicky složitější ve srovnání se zážehovými motory ve smyslu větší citlivosti na vstupní údaje pro řídicí jednotku a následné regulace systému přípravy směsi umocněné přítomností turbodmyhadla. Z hlediska náročnosti regulace přípravy směsi již nelze podceňovat současné zážehové přeplňované motory, ovšem zde se jedná o stále relativně nové motory s menší informační základnou pro diagnostiku chybových stavů. Současně platí, že u novějších motorů je soustavně zdokonalováno monitorování odchylek od předpokládaných stavů, což ústí v citlivější detekci chyb v rámci zapisovaných chybových kódů a potažmo ve zjednodušení procesu diagnostiky.

Kapitolu situuji do dvou celků, na statické diagnostické postupy, kde se zaměřuji zejména na zjištění a interpretaci již detekovaných chybových stavů a na dynamické diagnostické postupy, kde budu v rámci analýzy provozních údajů zjišťovat funkčnost a případné mezní stavy sledovaných zkoušených součástí. Zde uváděné postupy jsou účelnější právě u starších motorů, kde vlastní detekce chyb není natolik dokonalá.

Na tomto místě bych chtěl také podotknout, že provedení předkládaných postupů se může lišit dle konkrétního vozidla a typu motoru, nicméně postupy lze analogicky aplikovat. Větší problém shledávám v možné odlišnosti interpretace některých zjištěných výsledků a zejména v případech potřeby úplné interpretace je předpokládaná znalost technologie daného motoru. Nicméně pokusím se ve své práci podtrhnout určitou univerzálnost a metodu intuitivní interpretace. Dílčím cílem kapitoly je navržení obecného a komplexního diagnostického postupu pro hodnocení technického stavu vozidla pomocí sady VAG-COM PROFI.

V rámci předkládaných názorných výstupů aplikace VCDS, zejména textových záznamů logu, jsem tyto upravil pouze minimálně zejména z důvodů kosmetických a to opravou formátu hlavičky, respektive formátováním datové řady do sloupců z hlediska úspory místa. Výpisy jednotlivých logů, respektive jejich částí uvádím v ohraničeném rámečku a v popisu také uvádím název souboru logu. Veškerá podkladová data pro vypracování praktické části poskytnu v příloze CD-ROM v příslušných adresářích dle řešené problémové oblasti a dle testovaného vozidla.

5.1 NAVÁZÁNÍ KOMUNIKACE A STATICKÉ DIAGNOSTICKÉ POSTUPY

V úvodní části kapitoly se budu zabývat iniciací komunikace diagnostické sady s automobilem. Následně uvedu parametry testovaných vozidel, která byla použita při měřeních v praktické části DP.

Dále se budu zabývat posuzováním technického stavu vozidla ve statickém režimu. Stěžejní zde bude způsob čtení chybových kódů a jejich interpretace. Provedení jednotlivých postupů na některém z testovaných vozidel vyústí ve vytvoření metodiky. Pro srovnání uvedu také možnosti statických diagnostických postupů na úrovni OBD II, čímž naznačím možnosti užití diagnostické sady VAG-COM PROFI také v případě vozidel vyrobených mimo koncern VW.

5.1.1 Navázání komunikace s automobilem

Předpokladem komunikace je instalace softwarové části a ovladačů k propojovacímu kabelu. Následuje spuštění aplikace VCDS a připojení diagnostického kabelu ke konektoru EOBD, který se nachází v dosahu z pozice řidiče, zpravidla pod volantem, pod panelem s ovladači topení a klimatizace, respektive v tunelu v okolí řadicí páky.

Předpokladem komunikace je napájení řídicích jednotek a tedy otočení klíčků ve spínací skřínce do polohy rozsvícení kontrolky. Následně doporučuji provést test komunikace vstupem do *Nastavení z Hlavní nabídky*, po zvolení komunikačního rozhraní (v našem případě USB) tlačítkem *Test*. Dialogové okno by mělo potvrdit možnou komunikaci na uvedených protokolech. Po ověření funkčnosti komunikace a uložení nastavení se můžeme vrátit do *Hlavní nabídky*.

5.1.2 Testovaná vozidla při aplikaci diagnostických postupů

Před započítím diagnostických úkonů uvedu testovaná vozidla, která sloužila pro demonstraci postupů technické diagnostiky, demonstraci postupů zjišťování jízdních parametrů a další experimentální měření. Jedná se o vozidla:

1. Volkswagen Passat B5, 1998, vznětový motor AFN 81 kW 1,9 Tdi VE⁶⁰, VIN: WWZZZ3BZXE229186.
2. Volkswagen Passat B6, 2006, vznětový motor BKC 77 kW 1,9 Tdi PD, VIN: WWZZZ3CZ6P132859.

V případě druhého testovaného vozidla byl v minulosti proveden zásah do ECU v rámci tzv. „*chiptuningu*“. Deklarovaný maximální výkon motoru po změně byl udán hodnotou minimálně 105 kW. Zásah do řídicí jednotky dokládám výňatkem z logu funkce *Rozšířená identifikace*.

```
Neděle, 11. Květen, 2014, 10:21:03:28075
VCDS verze: SVO 10.6.5
Verze dat: 20110407

Addressa 01: Motor
Objednací číslo řídicí jednotky: 03G 906 021 DP
Systém a/nebo verze: R4 1,9L EDC G000SG 7870
Kódování: 0000071
Číslo dílny: WSC 06325
VCID: 70EA4B4B1A3F

Stav Flash
  Programovací pokusy: 1
  Úspěšné pokusy: 1
  Programovací stav: 00000000
  Vyžadovány podmínky: 00000001
  Kód Flashovacího nástroje: 00000 000 06325
  Datum Flashování: 23.03.13
```

Výstup z logu č. 1 – VW Passat B6/Log-Rozšířená ID.txt

5.1.3 Čtení paměti závad řídicích jednotek a interpretace chybových kódů

Jedná se o nejzákladnější diagnostický úkon prováděný diagnostickými testery, který není technicky ani časově náročný, přesto oplývá vysokou vypovídací hodnotou. V kapitole provedu vyčtení chybových kódů a jejich interpretaci.

⁶⁰) pozn.: značení vznětových motorů s rotačními čerpadly

Vytvoření seznamu chybových kódů

V případě vozidel koncernu VW se jedná o čtení chybových kódů nad rámec standardu EOBD, citlivější detekce chyb je zde jednak v oblasti ECU, ale možnost přístupu do paměti závad je k dispozici také u většiny ostatních přítomných řídicích jednotek. Jak jsem uváděl v kapitole 4, lze k řídicím jednotkám přistupovat jednotlivě volbou *Vybrat jednotku* a následně vstoupit do paměti závad. Tuto možnost bych upřednostnil v případě cíleného vyhledávání chyby, pokud se jedná o hodnocení technického stavu vozidla, doporučuji využít funkce *Automatický test*. Výstup automatického testu následně uložíme do textového souboru volbou *Uložit*.

Tímto jsme sloučili obsah pamětí závad všech instalovaných řídicích jednotek do jednoho souboru a můžeme se postupně věnovat zjištěným chybám. V následující části předkládám výsledky *Automatického testu* testovaného vozidla č. 2: Volkswagen Passat B6, 2006, motor BKC 77 kW 1,9 Tdi PD zkrácené o záznamy bezchybných stavů. Kompletní výstupy *Automatického testu* příkládám v příloze CD-ROM (/Posouzení technického stavu/). Pro snazší čtivost a přehlednost práce budu popis výstupu a jednotlivé interpretace chyb provádět průběžně.

Neděle, 11. Květen, 2014, 09:44:02:28075

VCDS verze: SVO 10.6.5

Verze dat: 20110407

Model: 3C0

Sken: 01 03 08 09 15 16 17 19 25 42 44 46 52 53 56 62 72 76 7D

VIN: WVVZZZ3CZ6P132859 Kilometry: 144900km

01-Motor -- stav: Nefunkční 0010

03-ABS brzdy -- stav: OK 0000

04-Snímač úhlu řízení -- stav: OK 0000

08-Klima/topení -- stav: OK 0000

09-Centrální elektrika -- stav: Nefunkční 0010

15-Airbagy -- stav: OK 0000

16-Elektronika volantu -- stav: OK 0000

17-Přístrojová deska -- stav: OK 0000

19-CAN Gateway -- stav: OK 0000

25-Imobilizér -- stav: OK 0000

42-El. dveří řidiče -- stav: Nefunkční 0010

44-Posilovač řízení -- stav: OK 0000

46-Komfort systém -- stav: OK 0000

52-El. PP dveří -- stav: Nefunkční 0010
53-Parkovací brzda -- stav: OK 0000
56-Rádio -- stav: Nefunkční 0010
62-El.LZ dveří -- stav: OK 0000
72-El.PZ dveří -- stav: OK 0000
76-Park. pomocník -- stav: OK 0000
7D-Přídavné topení -- stav: OK 0000

Výstup z logu č. 2 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

Kromě identifikátorů a aktuálního stavu tachometru je v hlavičce uveden seznam adres řídicích jednotek, se kterými byla navázána komunikace. Poté následuje zrychlený výpis závad z paměti „Gateway“⁶¹⁾, který indikuje zaznamenané chybové stavy na adresách řídicích jednotek: 01, 09, 42, 52. Dále následují bloky jednotlivých řídicích jednotek.

Adresa 01: Motor Labely: SVO\03G-906-016-BKC.lbl
Řídicí jednotka SW: 03G 906 021 DP HW: 028 101 274 2
Díl: R4 1,9L EDC G000SG 7870
Revize: --H01--- Seriové číslo: VWZCZ000000000
Kódování: 0000071
Dílna #: WSC 06325 000 00000
VCID: 70EA4B4B1A3F

1 Fault Found:

000564 - regulace plnicího tlaku: meze regulace překročeny

P0234 - 000 - - - Sporadická

info o závadě:

Stav závad: 00110000

Priorita závad: 0

Frekvence závad: 1

Kilometry: 144274 km

Indikace času: 0

Datum: 2014.04.26

Čas: 19:16:56

info o závadě:

Otáčky: 3927 /min

Rychlost: 181.0 km/h

Výkon/klapka: 100.0 %

Napětí: 14.29 V

Provozní stav: 00001000

Tlak: 2009.4 mbar

Tlak: 2356.2 mbar

Readiness: 0 0 0 0 0

Výstup z logu č. 3 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

⁶¹⁾ pozn.: týká se vozidel se sběrníci CAN

Interpretace chyby 000564 zjištěné na adrese 01: Motor

V řídicí jednotce motoru je uložena 1 chyba s interním kódem koncernu VW 000564 a popisem: regulace plnicího tlaku, meze regulace překročeny. Standardizovaný kód chyby DTC zní: P0234.

Automatický test proběhnul se zvolenou možností *Upřesnění vzniku závady*, proto získáváme dodatečné informace o závadě a také „freeze frame“ data vzniku chyby. Dle klasifikace *Stavu závady* není bezprostředně nutná návštěva servisu, ovšem z dlouhodobého hlediska by mohlo dojít ke zhoršení jízdních vlastností. Závada se od předchozího vymazání paměti závad projevila jedenkrát dne 26. 4. 2014 večer při rychlosti vozidla 181 km/h, při otáčkách motoru 3 928 ot./min a při plném sešlápnutí akceleračního pedálu. Palubní napětí v době závady dosahovalo 14,29 Voltů. *Provozní stav*, vyjádřený binárním kódem poskytuje doplňující informace o stavu vozidla. Při interpretaci je potřeba čerpat z dílenské příručky dle konkrétního modelu vozidla. Pomoci nám může nahlédnutí do souboru s popisky, který je uveden v hlavičce výstupu pro danou řídicí jednotku. Soubory s popisky nalezneme ve složce programu VCDS v adresáři Labels a zobrazíme například v poznámkovém bloku:

```
; xxxxxxx1 = Climate Control ON  
; xxxx1xxx = Idle Switch closed  
; xxx1xxxx = Kick-Down (only Automatic Transmission)  
; x1xxxxxx = Idle Speed raised
```

Výstup z logu č. 4 – VW Passat B6/ 03G-906-016-BKC.lbl

Dle zjištěného popisu provozních stavů by se v tomto případě jednalo o režim vypnutého spínače volnoběhu, tedy poloha akceleračního pedálu nebyla výchozí, což lze odvodit také z výše uvedeného údaje *Výkon/klapka*, zároveň nebyla v činnosti klimatizace. Poslední dvě pole zobrazují hodnoty tlaku v sacím potrubí. Zde je problematické dle popisu rozpoznat, která hodnota je požadovaná (specifikovaná) a která je zjištěná. Ovšem s opětovným nahlédnutím do souboru s popisky zjistíme, že požadovaná hodnota se při plné zátěži pohybuje v rozmezí 1 900 až 2 200 mbar. Požadovaná hodnota tlaku v době chyby tedy byla 2 009,4 mbar, přičemž hodnota zjištěná dosahovala 2 356 mbar.

Nyní je účelné získat dodatečné informace o kódu chyby. V první řadě jsem zkusil bližší popis chyby vyhledat v aplikaci VIS, bohužel zde o chybě 000564 v databázi není vedený záznam. V následujícím kroku doporučuji návštěvu webu Ross-Tech WIKI vývojářů aplikace VCDS dostupnou na webové adrese: <http://wiki.ross-tech.com/>. Po zadání kódu chyby do pole vyhledávání je nalezena stránka s titulkem 16618/P0234/000564, po jejím otevření získáváme poměrně bohaté informace obsahující popis symptomů, možné příčiny

a možná řešení závady. Nevýhodou je anglické znění popisu závady. Zjištěné informace o kódu chyby předkládám na následujícím obrázku, který jsem doplnil volným překladem.

16618/P0234/000564 - Boost Pressure Regulation: Limit Exceeded (Overboost Condition)	
Possible Symptoms	Možné projevy
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Malfunction Indicator Light (MIL) ON ▶ Boost Pressure too high ▶ Reduced Power Output 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolka MIL svítí - Plnicí tlak příliš vysoký - Omezený výkon motoru
Possible Causes	Možné příčiny
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Hoses incorrectly connected, disconnected, blocked or leaking ▶ Boost Pressure Control Valve (N75) faulty ▶ Boost Pressure Sensor (G31) faulty ▶ Turbo Charger stuck/faulty 	<ul style="list-style-type: none"> - Hadice špatně připojeny, odpojeny, blokovány, nebo netěsné - Vadný ventil ovládání plnicího tlaku (N75) - Vadný snímač plnicího tlaku (G31) - Turbodmychadlo vadné, ztuhlé
Possible Solutions	Možná řešení
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Check Charge Pressure Control System <ul style="list-style-type: none"> ▶ Perform Output Test (to check the Turbo Charger) ▶ Perform Basic Setting (to check the Charge Pressure Control) ▶ Perform Pressure Test to locate Leaks ▶ Check/Replace Boost Pressure Control Valve (N75) ▶ Check/Replace Boost Pressure Sensor (G31) ▶ Check/Replace Turbo Charger 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrola systému řízení plnicího tlaku <ul style="list-style-type: none"> - Proveďte Output Test (kontrola turbodmychadla) - Proveďte základní nastavení (kontrola řízení tlaku) - Proveďte tlakový test pro zjištění netěsnosti - Kontrola/výměna ventilu ovládání plnicího tlaku (N75) - Kontrola/výměna snímače plnicího tlaku (G31) - Kontrola/výměna turbodmychadla

Obr. č. 11 – Informace o chybovém kódu dle Ross-Tech WIKI⁶²

V této souvislosti bych dále uvedl, že interpretace chybových stavů vycházejí z předpokladu původního stavu přidružených systémů. Pokud byly na vozidle provedeny takové zásahy, kdy vozidlo neodpovídá konfiguraci továrního stavu, mohou být interpretace chybových kódů nedostatečné z hlediska určování příčiny.

Jako příklad takové změny bych uvedl například náhradu snímače množství nasávaného vzduchu typem odpovídajícím jinému motoru. Systém bohužel nerozezná nesoulad objednáčích čísel dílů a zdánlivě funkční díl může způsobovat nestandardnosti chodu motoru. V tomto případě akcentuji důraz na provedení anamnézy technického života sledovaného vozidla.

Dle komentáře majitele vozidla se jedná o závadu, při které vozidlo ztrácí tah motoru, respektive přechází do nouzového režimu. Původního výkonu dosahuje až po vypnutí a opětovném spuštění motoru. Výskyt chyby má důvodnou spojitost s prováděnými zásahy do map řízení motoru, kde byla v rámci záměru zvýšení výkonu motoru upravena hodnota

⁶² Upraveno dle: ROSS-TECH, LLC. 16618/P0234/000564. [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://wiki.ross-tech.com/wiki/index.php/16618/P0234/000564>

plnicího tlaku turbodmychadla. Také v tomto případě se jedná o příčinu pramenící z narušení továrního stavu vozidla, nicméně diagnostiku turbodmychadla v následující části provedu.

Adresa 09: Centrální elektrika Labely: SVO\3C0-937-049-23-H.lbl
Řídicí jednotka SW: 3C0 937 049 J HW: 3C0 937 049 J
Díl: Bordnetz-SG H37 1301
Revize: 00H37000 Seriové číslo: 00000003677327
Kódování: E9800F0700041A000000000000F00000000095D435C0000
Dílna #: WSC 00028 028 00001
VCID: 306A8B4BDABF

Řídicí jednotka: 3C1 955 119
Díl: Wischer VW461 012 0503
Kódování: 00065493
Dílna #: WSC 00028

Řídicí jednotka: 1K0 955 559 T
Díl: RegenLichtSens 011 1110
Kódování: 00208933
Dílna #: WSC 00028

1 Fault Found:

02395 - parkovací světlo vpravo vpředu (M3)
012 - chyba v elektr. obvodu - Sporadická
info o závadě:
Stav závad: 00101100
Priorita závad: 2
Frekvence závad: 32
Počítadlo resetů: 166
Kilometry: 142116 km
Indikace času: 0
Datum: 2014.03.02
Čas: 15:35:00

Výstup z logu č. 5 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

Interpretace chyby 02395 zjištěné na adrese 09: Centrální elektrika

Na základě záznamu chyby lze pozorovat, že se na adrese nacházejí až tři řídicí jednotky. Chyba indikuje problém v el. okruhu pravého předního parkovacího světla. Chyba se od prvního projevu 3. 2. 2014 opakovala 32 krát. Dle komentáře majitele vozidla se žárovka v minulosti občas nerozsvítila, na základě občasného projevu závady bych se přiklonil k příčině špatného kontaktu v konektoru žárovky. Pro bližší popis závady předkládám výstup aplikace VIS:

<p>Informace o závadě: 02395</p> <p>Popis: prave predni parkovaci svetlo-nefunkcni,chyba v elektrickem okruhu</p> <p>Možné příčiny: svetlo nefunkcni,zapojeni konektoru chybne</p> <p>Možné projevy: prave predni parkovaci svetlo nefunkcni</p> <p>Doporučený postup: kontrola svetlometu,kontrola zapojeni konektoru</p>

Obr. č. 12 – Informace o závadě 02395 dle aplikace VIS

V souvislosti s konfrontací popisu chyby s databází Ross-Tech WIKI, kdy je výstup ekvivalentní, se v rámci možných řešení hovoří o *Output testu*, v té souvislosti bych pouze dodal, že se jedná o proceduru funkce *Akční členy*, přičemž v rámci *Output testu* je k akčním členům přiváděno specifické napětí za účelem kontroly jejich funkce.

<p>Adresa 42: El. dveří řidiče Labely: SVO\1K0-959-701-MAX2.lbl Řídicí jednotka: 1K0 959 701 L Díl: Tuer-SG 024 2461 Kódování: 0000183 Dílna #: WSC 00028 028 00001 VCID: 3778B0573FD1</p> <p>1 Fault Found: 00131 - osvetleni venkovni kliky/svetlo zrcatka na strane ridice 012 - chyba v elektr. obvodu - Sporadická</p>
--

Výstup z logu č. 6 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

Interpretace chyby 00131 na adrese 42: Elektronika dveří řidiče

K této závadě jsem nenašel bližší popis ani v aplikaci VIS, ani na webu Ross-Tech WIKI. Specifikem některých chybových kódů je rozdělení na dvě úrovně, kdy je v rámci kódu 00131 označena skupina a v rámci druhé úrovně zjištěna obecná chyba, zde: 012 – chyba elektrického obvodu.

Vzhledem ke skutečnosti, že vozidlo nedisponuje osvětlením venkovní kliky ani světlem zrcátka, se jedná zřejmě o chybu způsobenou absencí spodní žárovky ve dveřích pro osvětlení prostoru při vystupování. Identická závada je zjištěna rovněž na adrese 52: Elektronika PP dveří.

Adresa 52: El. PP dveří Labely: SVO\1K0-959-702-MAX2.lbl
Řídicí jednotka: 1K0 959 702 L
Díl: Tuer-SG 024 2461
Kódování: 0000182
Dílna #: WSC 00028 028 00001
VCID: 387AB36B32CF

2 závad nalezeno.

00933 - motor spoustece okna strana spolujezdce (V148)
005 - zadne; nebo spatne zakladni nastaveni / prizpusobeni - Sporadická
00132 - osvetleni venkovni kliky/svetlo zrcatka na strane spolujezdce
012 - chyba v elektr. obvodu – Sporadická

Výstup z logu č. 7 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

Interpretace chyby 00933 na adrese 52: Elektronika PP dveří

Projev zmíněné chyby spočívá v nefunkčnosti komfortního ovládání stahování okna spolujezdce, kdy okno není schopno dokončit požadovaný proces bez opětovného mačkání ovládacího tlačítka.

Dle výstupu aplikace VIS chybový kód indikuje závadu vedení, nebo vadný motor spouštěče. Databáze Ross-Tech WIKI navzdory tomu uvádí, jednak instalaci nesprávného motoru oken, či kontrolního modulu dveří, jednak chybné nastavení ochrany proti přivření prstů. Součástí informací o chybovém kódu je v tomto případě také uvedení postupu adaptace systému ochrany. Provedený postup vedl k dočasné nápravě závady, ale ta se v brzké době opakovala, v tomto případě je důvodné podezření na vadu některé ze zmíněných součástí.

Adresa 56: Rádio (J503) Labely: SVO\5M0-035-1xx-56.clb
Řídicí jednotka SW: 3C8 035 195 F HW: 3C8 035 195 F
Díl: RCD510 H01 5016
Revize: -----14S Seriové číslo: VWZ4Z3L1144456
Kódování: 0500040004000C
Dílna #: WSC 01324 020 00200
VCID: 2B509C27F399

2 závad nalezeno.

01317 - ridici jednotka v panelu pristroju (J285)
004 - zadny signal / komunikace
info o závadě:
Stav závad: 01100100
Priorita závad: 6
Frekvence závad: 1
Počítadlo resetů: 28
Kilometry: 132597 km
Indikace času: 0
Datum: 2013.06.04
Čas: 18:59:25

00880 - spojení k reproduktorům vzadu vlevo

006 - zkrat na plus

info o závadě:

Stav závad: 01100110

Priorita závad: 5

Frekvence závad: 121

Počítadlo resetů: 131

Kilometry: 132597 km

Indikace času: 0

Datum: 2013.06.04

Čas: 18:59:27

Výstup z logu č. 8 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část

Interpretace chyb na adrese 56: Rádio

Zde je interpretace zjednodušena na základě informace podané majitelem. V minulosti byla provedena výměna jednotky rádia a vzhledem k uvedené dataci došlo k načtení chybového kódu 01317 zřejmě při její výměně. Chyba se již neopakovala a nepřikládám jí velký zřetel. Spíše bych se zaměřil na stále se opakující chybu 00880 indikující problém v elektrickém vedení k levému zadnímu reproduktoru. Zajímavé je, že se chyba vyskytuje od výměny jednotky rádia, přitom s vedením nebylo manipulováno a zadní reproduktor funguje. Dle majitele byla jednotka rádia před montáží opravována a není vyloučeno, že stále není ve stoprocentním stavu. V každém případě doporučuji příčinu závady ověřit.

Shrnutí a metodický postup

Čtení a interpretaci chybových kódů jsem provedl na novějším testovaném vozidle č. 2. Postup by byl analogický i v případě prvního testovaného automobilu, nicméně novější komunikační protokol testovaného vozidla č. 2 mi umožnil demonstrovat využití funkce *Upřesnění vzniku závady*, která je dostupná až s komunikačním protokolem KWP-2000 a novějšími.

V rámci čtení a interpretace chybových kódů navrhuji následující postup. Načtení chybových kódů doporučuji provést pomocí funkce *Automatický test* a výstup uložit. Následně doporučuji vyhledání popisu k jednotlivým chybovým kódům v aplikaci VIS s konfrontací dle webové databáze Ross-Tech WIKI. Pro zúžení okruhu příčin závady doporučuji provedení anamnézy technického života vozidla na základě dokumentace provedených oprav a konzultace s majitelem. V případě jednoduše vylučitelných příčin zjištěné závady doporučuji navržené diagnostické postupy provést za účelem přesnější kvantifikace rozsahu závady.

5.1.4 Ostatní funkce aplikace VCDS využitelné při statické diagnostice

Stav Readiness

V této části bych chtěl poukázat na specifika čtení stavu Readiness. Ne všechna vozidla provádějí test všech osmi okruhů, v mém případě byly u vznětového motoru testovány pouze oblasti čtyři. Ve výsledcích stavu Readiness jsou přitom zobrazena 4 pole binárních kódů. Zde je potřeba orientovat se stavem jednotlivých testovaných okruhů a indikátorem počtu zjištěných závad. Pro názornost předkládám log testovaného vozidla č. 2:

```
Neděle, 11. Květen, 2014, 10:09:19:28075
VCDS verze: SVO 10.6.5
Verze dat: 20110407

Stav Readiness: 00000000 00000110 10000000 10000000
Stav kontrolky závad: Kontrolka závad VYP
Souhrnné komponenty: OK
Palivový systém: OK
Recirkulace výfukových plynů: Selhalo nebo nekompletní
Číslo EOBD chybových kódů: 0
```

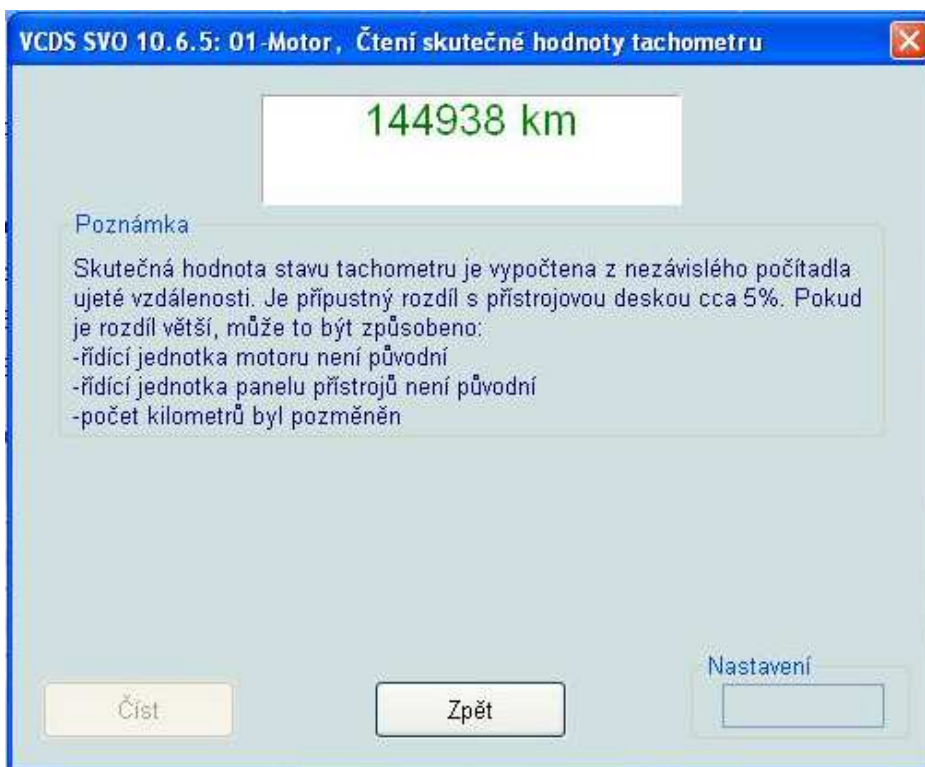
Výstup z logu č. 9 – VW Passat B6/Log-Stav READINESS.txt

Protože se jednalo o záznam po nedávném vymazání chybových kódů, kdy dochází také k resetu Readiness stavu, nebyl zatím testový cyklus recirkulace výfukových plynů proveden.

Domnívám se, že případná zjištěná chyba v rámci testů Readiness by byla indikována svítící kontrolkou MIL. V každém případě u vozidel, která funkci podporují, doporučuji kontrolu systému spalování prostřednictvím stavu Readiness provést.

Čtení skutečné hodnoty km

Funkce je velice snadná na užití, ovšem funguje pouze na vozidlech, která disponují jednotkou EDC-15 a sběrnici CAN-BUS. V případě testovaných automobilů byla funkce dostupná u novějšího testovaného vozu č. 2. Výsledky testu předkládám na následujícím snímku z aplikace VCDS, který obsahuje také komentář. Hodnota tachometru na přístrojové desce zobrazovala ve chvíli aktivace funkce 144 907 km.



Obr. č. 13 – Aplikace VCDS – Čtení skutečné hodnoty tachometru

Zjištěná hodnota se nachází ve stanovené toleranci, nicméně přesto je potřeba brát funkci s rezervou. Elektronické záznamy o stavu vozidla lze falzifikovat, záleží ovšem na důslednosti podvodníka, zda upravil údaj zobrazovaný pouze na přístrojové desce, respektive také údaj v řídicí jednotce motoru. Kontrolní provedení funkce u vozidel, kde je dostupná, bych v každém případě doporučil.

Rozšířená identifikace

Možnosti této funkce jsem předvedl v úvodu kapitoly, kdy byla prostřednictvím dodatečných informací k řídicí jednotce motoru potvrzena změna softwaru řídicí jednotky. V případě zjištění provedených zásahů je potřeba ověřit důvod takové změny, popřípadě ověřit soulad identifikátoru servisu. Ve všech případech se nemusí jednat o zásahy neautorizované.

5.1.5 Diagnostické postupy na úrovni OBD II

Pro demonstraci univerzálnosti sady pro srovnání uvádím možnosti provedení statických diagnostických postupů na úrovni komunikace dle standardu OBD II.

Paměť závad na úrovni OBD II

V souladu se standardy OBD II má diagnostická sada VAG-COM PROFI implementovanou možnost procházení *Módů*, mimo jiné také čtení paměti závad. Zde je deklarovaná konektivita s většinou evropských a asijských vozidel. Na této úrovni jsou monitorovány chyby, které vedou ke zhoršení emisí. Ačkoliv je zde indikace chyb méně citlivá a omezena na okruh činností motoru, detekce probíhá na dvou úrovních. V rámci *Módu 3* jsou uloženy vážné chyby, které vedou ke zhoršení emisí a jsou indikovány svítcí MIL kontrolkou, v *Módu 7* jsou indikovány méně vážné chyby.

Zjištěná chyba testovaného vozidla č. 2: 000564 s popisem: regulace plnicího tlaku, meze regulace překročeny byla zaznamenána na úrovni OBD II v *Módu 7*, jehož log vypadá následovně:

Neděle, 11. Květen, 2014, 10:29:12:28075
VCDS verze: SVO 10.6.5
Verze dat: 20110407

Mód 07: Současné emise odpovídají chybovému kódu

Adresa 7E8: 1 Fault Found:
P0234 - regulace plnicího tlaku: meze regulace překročeny

Výstup z logu č. 10 – VW Passat B6/Log-OBDII Mód 7.txt

Doplňující informace k chybě nalézám v *Módu 2* v rámci „freeze frame“:

Upřesnění vzniku závady pro adresy: 7E8
PID02 Chybový kód, který způsobil uložení upřesnění závady: P0234
PID04 Vypočtené zatížení: 99.6 %
PID05 Teplota chlazení motoru: 89 *C
PID11 Absolutní tlak v sacím potrubí: 238 kPa abs
PID12 Otáčky motoru: 3857 /min
PID13 Rychlost vozidla: 178 km/h
PID15 Teplota nasávaného vzduchu: 33 *C
PID16 Množství nasávaného vzduchu: 118.14 g/s
PID17 Snímač polohy plynového pedálu: 99.6 %

Výstup z logu č. 11 – VW Passat B6/Log-OBDII Mód 2.txt

Zajímavostí je, že zde uváděná „freeze frame“ data poskytují navíc další údaje jako množství nasávaného vzduchu, teplotu nasávaného vzduchu, zejména teplotu chlazení motoru. Nesoulad zobrazených hodnot s předešlým logem funkce *Automatický test* je způsoben skutečností, že zde zobrazený log se váže již k opakovanému vyvolání chybového stavu v rámci experimentálního měření.

Na základě srovnání metody sledávám potenciál diagnostické sady VAG-COM PROFI z hlediska čtení chybových kódů z paměti ŘJ motoru i v případě užití na vozidlech mimo koncern VW, zároveň se zde nabízí možnost doplnění některých „freeze frame“ údajů při standardním postupu čtení interních chybových kódů.

5.2 ANALÝZA PROVOZNÍCH ÚDAJŮ

V této kapitole se budu zabývat sledováním a analýzou provozních údajů, které jednak reflektují činnost motoru, jednak vstupují do procesu motor-managementu ECU.

Sledování provozních hodnot nám zprostředkuje detailnější vhled do činnosti motoru a na rozdíl od subjektivních hodnocení jízdních projevů nám tyto může pomoci kvantifikovat. Kromě toho, že se jedná o způsob zjištění příčiny, či zúžení oblasti možných příčin poruchy již zjištěné dle uloženého chybového kódu, lze pomocí metody indikovat blížící se mezní stavy, aniž by k detekci a uložení chyby do paměti závad došlo.

Na vrub metody je potřeba přičíst fakt, že se jedná o metodu poměrně složitější oproti metodám dříve zmíněným, což je dáno nutností správného porozumění získaným údajům, které do jisté míry vyžaduje znalost technologií uplatněných v daném motoru a dále je potřeba vlastního odhalení odchylek od požadovaného stavu. Oporou k uvědomění si některých souvislostí ke kompletnosti kapitoly mi byla webová stránka citovaná v kapitole 5.2.6, kterou hodnotím jako hodnotnou informační základnu pro pochopení sledovaných hodnot a jejich správnou interpretaci.

Postupy je možno analogicky aplikovat i u jiných typů vozidel a motorizací, než byly k provedení postupů zvoleny. Při interpretaci výsledků platí principiální podobnost, ovšem je potřeba brát v úvahu, že se konkrétní hodnoty sledovaných veličin mohou lišit. Z toho titulu se nebudu absolutně orientovat podle číselných intervalů, ale také podle průběhů vývoje sledovaných parametrů a jejich relativních odlišností od udávaného požadovaného stavu.

5.2.1 Postup sledování a záznamu okamžitých provozních hodnot

Na rozdíl od dříve uvedené metody je v tomto případě pro sledování provozních hodnot účelné spustit motor, v některých případech bude rovněž potřeba navození specifických provozních režimů.

Jak jsem uvedl v předešlé kapitole, k provozním hodnotám motoru lze přistupovat po spojení se s řídicí jednotkou motoru volbou *Měřené hodnoty*, respektive *Rozšířené měření*. Dále budu vycházet z univerzálně použitelné první alternativy. V okně *Měřené hodnoty*

můžeme dle zvolené jednotlivé skupiny sledovat okamžité hodnoty jednotlivých polí, popřípadě volbou *Graf*⁶³⁾ spustíme modul *VC-Scope* a získáme grafické znázornění průběhu hodnot v čase. Pro hlubší analýzu je přepínání mezi jednotlivými skupinami hůře použitelné. Pro uložení zobrazovaných hodnot jsou k dispozici dvě možnosti. Pokud bychom se spokojili se záznamem polí okamžitých hodnot jednotlivých zobrazených skupin v danou chvíli, postačí kliknout na volbu *Přidat do logu*⁶⁴⁾. Z důvodu možnosti sledování polí maximálně tří skupin najednou tuto možnost shledávám za prospěšnou, zejména za účelem vytvoření přehledu polí jednotlivých skupin. Postupným přepínáním skupin a opětovným stiskem volby *Přidat do logu* aktualizujeme vytvořený textový soubor o nové řádky aktuálně zobrazených hodnot. Tento si posléze můžeme otevřít a seznámit se s obsahem jednotlivých skupin najednou bez nutnosti neustálého překlikávání. Druhá možnost, ke které se vrátím později, slouží k uložení průběhu sledovaných hodnot v čase.

Na následujících stránkách předkládám výpis polí jednotlivých skupin zkoušeného vozidla č. 1. Jedná se o obsah textového souboru vytvořeného výše uvedeným postupem, který jsem formátově opravil do kompaktnější podoby.

<p>Středa, 07, Květen, 2014, 14:21:03:28075 VCDS verze: SVO 10.6.5 Verze dat: 20110407</p> <p>-----</p> <p>Adresa 01: Motor (038 906 018 P) 14:20:43 Skupina 000 041 053 000 023 098 197 065 145 121 143</p> <p>14:20:43 Skupina 001 861 /min Otáčky 4.6 mg/str Množ.vstřik.pal. 1.680 V Napětí 91.8°C Teplota</p>	<p>14:20:43 Skupina 002 861 /min Otáčky 0.0 % Výkon/klapka 0 1 0 Provozní stav 90.9°C Teplota</p> <p>-----</p> <p>14:21:19 Skupina 003 861 /min Otáčky 285.0 mg/str Váha vzduchu 470.0 mg/str Váha vzduchu 4.8 % Pracovní cyklus</p> <p>14:21:19 Skupina 004 861 /min Otáčky 1.3 *BTDC Časování 1.1 *BTDC Časování 61.4 % Pracovní cyklus</p> <p>14:21:19 Skupina 005 861 /min Otáčky 25.4 mg/str Množ.vstřik.pal. 1.3 *BTDC Časování 90.9°C Teplota</p>
---	--

⁶³⁾ pozn.: v závislosti na verzi aplikace, volbou *VC-Scope*

⁶⁴⁾ pozn.: respektive *Uložit*, ve starší verzi aplikace VCDS

14:21:28 Skupina 006
0.0 km/h Rychlost
0 0 0 Provozní stav
000000 Provozní stav
255.0 bez jednotek

14:21:28 Skupina 007
37.8°C Teplota

36.0°C Teplota
90.9°C Teplota

14:21:28 Skupina 008
861 /min Otáčky
0.0 mg/str Množ.vstřik.pal.
51.0 mg/str Množ.vstřik.pal.
25.8 mg/str Množ.vstřik.pal.

14:21:38 Skupina 009
861 /min Otáčky
0.0 mg/str Množ.vstřik.pal.
51.0 mg/str Množ.vstřik.pal.

14:21:38 Skupina 010
465.0 mg/str Váha vzduchu
979.2 mbar Tlak
989.4 mbar Tlak
0.0 % Výkon/klapka

14:21:38 Skupina 011
861 /min Otáčky
1040.4 mbar Tlak
989.4 mbar Tlak
24.7 % Pracovní cyklus

14:21:48 Skupina 012
11111111 Provozní stav
0.00 bez jednotek
13.76 V Napětí
90.9°C Teplota

14:21:48 Skupina 013
-0.21 mg/str Množ.vstřik.pal.
0.02 mg/str Množ.vstřik.pal.
-0.35 mg/str Množ.vstřik.pal.

14:21:48 Skupina 014

14:22:24 Skupina 015
861 /min Otáčky
4.2 mg/str Množ.vstřik.pal.
0.39 l/h Spotřeba paliva
0.0 mg/str Množ.vstřik.pal.

14:22:24 Skupina 016
51.6 % Výkon/klapka
10000001 Provozní stav
00 Provozní stav
13.60 V Napětí

14:22:24 Skupina 017

14:22:48 Skupina 018
0.0 km/h Rychlost
01 Provozní stav

14:22:48 Skupina 019
0.740 V Napětí
4.480 V Napětí

14:22:48 Skupina 020
861 /min Otáčky
4.4 mg/str Množ.vstřik.pal.
1.640 V Napětí
0.0 % Výkon/klapka

14:22:59 Skupina 021
285.0 mg/str Váha vzduchu
460.0 mg/str Váha vzduchu
4.8 % Pracovní cyklus
010 000 Provozní stav

14:22:59 Skupina 022
1.3 *BTDC Časování
1.8 *BTDC Časování
63.0 % Pracovní cyklus
0.0 km/h Rychlost

14:22:59 Skupina 023
1040.4 mbar Tlak
989.4 mbar Tlak
24.7 % Pracovní cyklus
979.2 mbar Tlak

14:23:16 Skupina 024
38.7*C Teplota
36.9*C Teplota
90.9*C Teplota
255.0 bez jednotek

Výstup z logu č. 12 – VW Passat B5/Log-Skupiny.txt

5.2.2 Východiska pro čtení a porozumění sledovaným hodnotám

V rámci podkapitoly popíši základní souvislosti sledování *Měřených hodnot* potřebné pro pohodlnou orientaci v poměrně velké zvěti dostupných dat. Jednak rozeberu specifika zobrazení a členění měřených hodnot do skupin, dále souvislosti s popisem předkládaných dat a použitých jednotek. V další kapitole navazuji fundamentálními východisky pro správnou interpretaci dat.

Základní orientace a popisky

Na tomto místě bych v návaznosti na předložený log jednotlivých skupin uvedl souvislosti potřebné pro základní orientaci a pochopení sledovaných dat. V rámci jednotlivých skupin jsou předkládány hodnoty čtyř polí s udanou měrnou jednotkou, respektive binárním kódem provozního stavu. Výjimku tvoří skupina 000, která obsahuje 10 polí bez uvedené jednotky. V tomto případě se jedná o tzv. „surová“ data, kde se aplikaci VCDS nepodařilo provést převod dat na měrné jednotky. Situace je ztížena faktem, že pro motor AFN není k dispozici soubor s popisky *.lbl a jednotlivá pole nejsou pojmenována dostatečně specificky.

V případě polí s udanou jednotkou lze s trochou intuice v závislosti na velikostech hodnot a jejich změnách v čase odhadovat, o které měřené veličiny se jedná. Například hodnoty tlaku lze ke snímači tlaku atmosférického, snímači tlaku v potrubí sání a požadované hodnotě tlaku v potrubí sání přiřadit na základě zvýšení otáček motoru. Podobně lze rozlišit teploty vzduchu, paliva a chladicí kapaliny dle velikosti hodnot a průběhu jejich změn.

Ve většině případů je ovšem intuice nedostačující a zejména v případě binárních kódů provozních stavů si bez podkladových dat neporadíme. Jak jsem již dříve předeslal, zde je nejvhodnější konfrontace s dílenskou příručkou. Nicméně s určitými rezervami může k porozumění napomoci otevření popisků podobného motoru. V tomto případě souboru s popisky k motoru AGR s názvem 038-906-012-AGR.lbl.

Soubor s popisky dokonce umožní určitý vhled do skupiny 000 se „surovými“ daty, neboť jednotlivá pole pojmenovává a udává intervaly očekávaných hodnot, jednak v rámci bezrozměrných hodnot, jednak v rámci měrných hodnot, což nabízí možnost orientačního převodu. Dle popisu polí „surových“ dat jsou tyto zastoupeny i v ostatních skupinách a není tedy potřeba hodnoty převádět. Obecně platí, že zásadní hodnoty jsou již převedeny v rámci aplikace VCDS.

V příloze CD-ROM předkládám v příslušné složce rovněž log jednotlivých skupin testovaného vozidla č. 2. Ve druhém případě bylo v rámci *Měřených hodnot* poskytnuto daleko větší množství dat, ovšem zde bylo čtení a posuzování hodnot jednotlivých polí při procházení skupin značně zjednodušeno přítomnými popisky vč. rozsahů požadovaných hodnot.

Analyzovat hodnoty všech dostupných polí hodnot daného motoru by byla mravenčí práce a troufám si říci, že zcela neúčelná. Vhodné je zaměřit se cíleně na určité hodnoty a ty následně v jednotlivých skupinách vyhledat. Například právě za pomoci vytvoření hromadného logu přehledu skupin.

Popis použitých jednotek měřených hodnot

Jak jsem uvedl, v měřených hodnotách mohou být uváděna pole bez udaných jednotek („surová“ data), popřípadě v podobě binárních kódů⁶⁵⁾, v ostatních případech jsou k hodnotám uvedeny jednotky. Kromě všeobecně známých jednotek, stupňů teploty [°C]⁶⁶⁾, úhlových stupňů [°], rychlosti [km/h], [ot./min], tlaku [mbar], napětí [V], spotřeby [l/h], hmotnosti [mg] či relativního vyjádření [%], bych uvedl některé další jednotky, které vycházejí z anglického názvosloví. Jedná se o jednotky odvozené z pohybu pístu ve válci z polohy horní úvrati, do polohy dolní úvrati (anglicky „stroke“), zde například jednotka [mg/Str.] používaná snímačem hmotnosti nasávaného vzduchu, která udává hmotnost vzduchu přepočtením dle naplnění jednoho válce. V této souvislosti bych dále doplnil jednotky odvozené z polohy horní úvrati pístu, v angličtině „Top Dead Center“ (TDC) v kombinaci se slovy „before“, „after“. Zde se jedná nejčastěji o počet stupňů natočení klikové hřídele před horní úvrati [°BTDC], respektive za horní úvrati [°ATDC].

⁶⁵⁾ pozn.: eventuálně vyjádřených v desítkové soustavě

⁶⁶⁾ pozn.: symboly jednotek mohou být v rámci omezení kódování výstupu nahrazeny, např. [°C]

5.2.3 Fundamentální východiska interpretace měřených hodnot

Abychom mohli správně interpretovat získávané hodnoty, je potřeba si uvědomit několik souvislostí. V rámci této stati bych uvedl a shrnul souvislosti, ke kterým jsem dospěl při zpracovávání praktické části. Zobrazované provozní hodnoty lze kategorizovat na hodnoty vstupní, které reflektují skutečný stav, k nimž se váží požadované hodnoty (anglicky „*specified*“) a hodnoty, které určuje řídicí jednotka na základě svých algoritmu jako hodnoty výstupní.

Hodnoty udávající skutečný stav

Zde se jedná o hodnoty, které reflektují skutečnost a v naprosté většině případů slouží jako vstupní data pro rozhodovací algoritmy řídicí jednotky. Pro správný management motoru je nezbytné, aby hodnoty odpovídaly skutečnému stavu. Z hlediska diagnostiky je potřeba posuzovat věrohodnost údajů poskytovaných jednotlivými snímači v závislosti na okolních podmínkách a režimu jízdy. Při tomto vyhodnocení pomohou hodnoty požadované.

Hodnoty požadované

V rámci polí požadovaných hodnot je udáváno rozmezí daných vstupních hodnot, které řídicí jednotka za podmínek běžného stavu očekává. Pokud se vstupní hodnoty od požadovaných překročením stanovených mezí liší, je zde důvodné podezření na nevěrohodnost vstupních hodnot, například z důvodu selhání snímače anebo selhání přidružených komponent. Tehdy řídicí jednotka pracuje s hodnotou náhradní, respektive omezí činnost závislých komponent. V některých případech se toto projeví značnou změnou výkonových parametrů vozidla. Například v případě selhání vstupních hodnot pro regulaci tlaku systému přeplňování jsou typické stavy popisované jako přechod vozidla do nouzového režimu. Zato v případě nevěrohodných údajů o teplotě motoru se řídicí jednotka v rámci zachování pojízdnosti vozidla adaptuje na nejhorší předpokládané podmínky okolí. V takovém stavu i za letního období probíhá spouštění motoru v režimu hlubokých mrazů s prodlouženou dobou žhavení, zvětšenou vstřikovací dávkou paliva a de facto po dobu jízdy motor nepracuje v ideálním režimu, což se může více projevit na ekonomičnosti jízdy, než na výkonových parametrech. V obou zmiňovaných případech by závada měla být hlášena v paměti závad. V rámci analýzy provozních údajů můžeme sledovat nestandardnosti hodnot, které se ještě pohybují ve stanovených mezích. Tyto nemusejí být detekovány jako chyba, přitom mohou mít znatelný vliv na vlastnosti vozidla, popřípadě indikovat blížící se mezní stav.

Hodnoty výstupní

Zde se jedná o kategorii hodnot, které udávají záměr řídicí jednotky ovlivnit podřízený systém. Tyto jsou výsledkem provedených algoritmů, na základě vstupních údajů. Za předpokladu, že je software řídicí jednotky v pořádku, jsou výstupní hodnoty přímo závislé na hodnotách vstupních. Zároveň je nutné si uvědomit, že při sledování hodnot výstupních nezískáváme informaci o realizaci záměru. Například výstupní údaj zamýšleného množství vstříkovaní paliva ještě neznamená, že tolik paliva skutečně bylo do spalovacího prostoru dopraveno. Provedení výstupních pokynů řídicí jednotky je závislé na funkčnosti akčních členů, přičemž ověření o provedení požadavku zde funguje zpravidla nepřímo, prostřednictvím změn stavu motoru. Pokud jsou indikovány nestandardnosti, kdy stav systému neodpovídá očekávanému stavu, provádí řídicí jednotka korekce některých výstupních dat s cílem přiblížení se stavu ideálnímu. Z hlediska diagnostikování hodnot výstupních je proto účelné zaměřit se na hodnoty udávající korekce.

5.2.4 Postup záznamu a zobrazení průběhu měrných hodnot v čase

Pro následující diagnostické postupy bude potřeba zachycení vývoje sledovaných hodnot v čase. Zde se znovu odkazují na funkci *Měřené hodnoty*, přičemž nyní po zvolení skupin nepokračujeme volbou *Přidat do logu*, ale volbou *Logování*. Následně dle potřeby upravíme název výstupního souboru, jehož výchozí formát již zahrnuje zvolené skupiny. Tlačítkem *Start* zahájíme zapisování hodnot do souboru a přerušíme je tlačítkem *Stop*. Po přerušení stále zůstává možnost navázání zápisu do zvoleného souboru volbou *Pokračovat*. Popřípadě můžeme ukončit logování volbou *Zpět*.

Výsledný soubor ve formátu *.csv je následně možno zobrazit v aplikaci *VC-Scope*. Z hlediska pohodlné analýzy dat, respektive možnosti jejich dalšího zpracování, doporučuji použít následující alternativní metody.

Zobrazení logu v aplikaci MS Excel

Pro tvorbu grafických výstupů, zejména v případě delších časových řad, doporučuji zpracovávat zaznamenaná data v aplikaci MS Excel. Postup otevření souboru *.csv v Excelu není zcela přímý, proto uvádím zjednodušený postup:

1. Spustit aplikaci MS Excel.
2. V záložce *Data* zvolit možnost import dat z jiných zdrojů a zde zadat cestu k souboru uloženého logu. Následně by se měl spustit *Průvodce importem textu*.

3. V okně 1/3 průvodce je potřeba zvolit *Typ zdrojových dat: Oddělovač* a *Typ souboru: Windows (ANSI)*, popřípadě jiné vhodné kódování.
4. V okně 2/3 průvodce je potřeba zvolit *Oddělovač: Čárka*.
5. V okně 3/3 průvodce je potřeba nastavit *Formát dat ve sloupcích: Text*, pro každý sloupec a průvodce *Dokončit*.
6. Označit oblast s daty a pomocí funkce *Najít a nahradit* provést záměnu znaku tečky za znak čárky, čímž nahradíme desetinnou tečku za desetinnou čárku.
7. Posledním krokem je nastavení formátu buněk celého listu na *Obecný*, abychom s daty mohli pracovat jako s čísly.

Nyní lze data vyhodnotit standardními funkcemi Excelu, jmenovitě například *Průměr*, *Max*, *Min*, popřípadě sledovat vývoj dat pomocí grafů.

Aplikace Dieselpower Log View

Pro vyhodnocování zaznamenaných logů doporučuji použít volně dostupnou aplikaci Dieselpower Log View (dále také DP Log View). Její předností je absence nutnosti instalace, velmi snadné ovládání a výborná orientace v zaznamenaných hodnotách v grafickém zobrazení. Hodnoty sledovaných veličin lze odečítat všechny najednou pouhým kliknutím do oblasti grafu a následně lze pozorovat vývoj hodnot v čase pohybem kurzoru pomocí směrových kláves. Navíc lze jednotlivá sledovaná pole hodnot do grafu přidávat, odebírat, popřípadě měnit barvu jejich znázornění. Také se nabízí možnost zobrazení zaznamenaných hodnot v tabulce. Vzhledem k jednoduchosti aplikace není potřeba ovládání dále popisovat. Soubory aplikace jsou součástí přílohy CD-ROM (/SW/Logview/). V následujících kapitolách se již budu věnovat vybraným diagnostickým postupům.

5.2.5 Diagnostika průběhu změny teplotních údajů⁶⁷

V rámci zkoušky, kterou lze provést univerzálně, je testována funkce chladicí soustavy vozidla a zároveň spolehlivost signálů teplotních čidel, které představují důležité vstupní hodnoty pro řídicí jednotku motoru. Cílem postupu je získat průběh vývoje dostupných teplotních údajů.

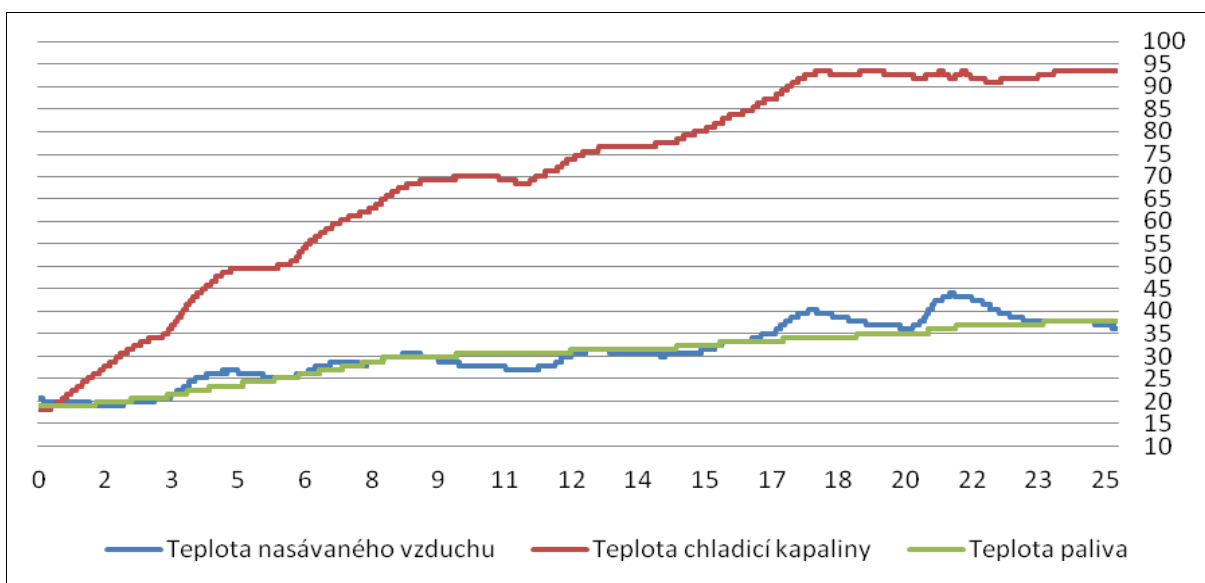
⁶⁷ PASSAT SITE: *VCDS AND PD TDI ENGINE HEALTH CHECK*. [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/1810martin/vcfs-and-pd-tdi-engine-health-check>

Metodika

Pro tento účel musíme provést *Logování* skupiny, která zobrazuje pole teplot, v případě testovaných vozidel se jedná o skupinu 007⁶⁸⁾. V rámci testovací jízdy je potřeba obsáhnout proces zahřívání motoru ze stavu studeného motoru na provozní teplotu běžným režimem jízdy. Diagnostický postup jsem aplikoval na testovaném vozidle č. 1.

Interpretace výsledků

Stěžejní je sledování průběhu změny teploty chladicí kapaliny. V průběhu zhruba 20 minutové jízdy bychom měli zaznamenat souvislý růst teploty, se změnami tempa růst dle změn režimu jízdy. V každém případě na hranici teploty zhruba 90 °C bychom měli zaznamenat změnu tendence růstu. Hodnota teploty by se měla nadále pohybovat co nejbližší této hranici. Záměrně jsem ponechal záznam dat zapnutý i po dosažení provozní teploty a provedl jsem několik zátěžových jízdních režimů.



Graf č. 1 – Průběh zaznamenaného logu zpracovaný v aplikaci MS Excel

Na zobrazeném grafu předkládám průběh vývoje teplot v závislosti na čase (minuty). Dle očekávání teplota chladicí kapaliny souvisle narůstala a před dosažením 94 °C změnila trend. Za ideální bych považoval změnu trendu vývoje blíže k hranici 90 °C. V každém případě se teplota chladicí kapaliny ustálila a udržovala v pásmu mezi 90,9 – 93,6 °C i během zátěžových režimů akcelerační jízdy do kopce.

⁶⁸⁾ pozn.: jednotlivé teploty jsem přiřadil s pomocí souboru s popisky, obdobně jako v podkapitole Základní orientace a popisky, kapitoly 5.2.2

Na základě diagnostického testu lze usoudit, že řídicí jednotka pracuje souvisle s věrohodnými hodnotami teplot, rovněž lze vyloučit závadu termostatu, který nezůstává otevřený ani zavřený. Motor by se v takovém případě nezahřál na provozní teplotu, respektive by se teplota neustálila na hranici provozní teploty. Výše položené pásmo regulace teploty chladicí kapaliny, může být způsobeno mírným snížením účinnosti chladicího systému vlivem např. nečistot v soustavě, může se také jednat o mírnou nepřesnost čidla teploty, ovšem regulace teploty funguje spolehlivě a neshledávám potřebu opravných zásahů ani dodatečných diagnostických postupů

V této souvislosti bych také uvedl zjištění, že zobrazení teploty chladicí kapaliny na přístrojové desce není zcela přesné. Dle srovnání s hodnotou zjištěnou aplikací VCDS ručička ukazatele dosáhla středové polohy, tedy hodnoty provozní teploty, již při teplotě zhruba 85 °C a v této poloze setrvala. To znamená, že nereflektovala změny teploty v rozsahu téměř 9 °C. Domnívám se, že zmíněná nepřesnost je u modelové řady standardní.

5.2.6 Diagnostika snímače hmotnosti nasávaného vzduchu a turbodmychadla⁶⁹

Následující diagnostický postup je směřován na kontrolu činnosti snímače hmotnosti nasávaného vzduchu (dále také snímač MAF), jehož hodnoty jsou směrodatné pro řídicí jednotku z hlediska stanovení množství vstřikovaného paliva a mohou být také brány jako vstupní hodnoty pro řízení tlaku v systému sání. V rámci kontroly činnosti turbodmychadla je vyšetřena právě funkce regulace plnicího tlaku a dosažení požadovaného tlaku v systému sání. Systémy je možno posuzovat i jednotlivě, ale vzhledem k jejich provázanosti a popisu souvislostí uvádím metodu kombinovanou.

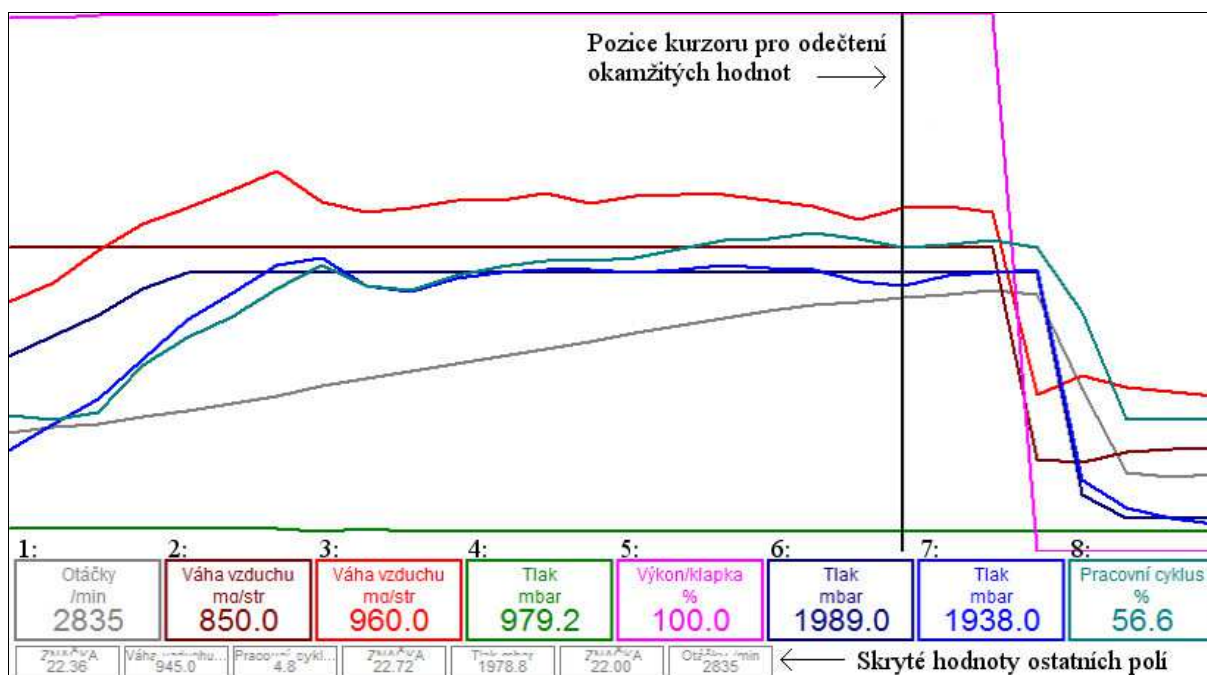
Metodika

Z hlediska posuzování činnosti snímače MAF budeme srovnávat průběh snímané hodnoty s požadovanými. Z hlediska posuzování funkčnosti přepřínování budeme sledovat průběh hodnot snímačů tlaku a rovněž srovnávat s požadavky. V případě mnou testovaných vozidel jsou relevantní skupiny hodnot 003, ve které budu sledovat otáčky motoru a požadované hodnoty snímače MAF. Ve skupině 010 vyčtu zjištěné hodnoty snímače MAF a hodnotu čidla atmosférického tlaku a ve skupině 011 budu sledovat hodnoty snímače tlaku vzduchu v sání ve srovnání s hodnotou požadovanou.

⁶⁹ PASSAT SITE: VCDS AND PD TDI ENGINE HEALTH CHECK. [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/1810martin/vcbs-and-pd-tdi-engine-health-check>

Významnou složkou diagnostického postupu je provedení specifického režimu jízdy. K posouzení správnosti průběhů hodnot je potřeba zaznamenat data při požadavku na plný výkon motoru v širokém spektru otáček. V pořízeném logu bychom měli zaznamenat zmíněné hodnoty v rozsahu otáček motoru zhruba 1 500 ot./min až 4 000 ot./min v případě vznětového motoru, respektive v pracovním spektru motoru zážehového. V ideálním případě je vhodné provést měření při zátěži motoru jízdou do mírného stoupání. Pro detailnější záznam je také vhodnější provedení testu na delším převodovém stupni, ideálně se mi jeví záznamy pořízené na čtvrtém převodovém stupni, zde ovšem sehrává roli typ převodovky instalované ve vozidle a možnost dosažení požadovaného spektra otáček s ohledem na zvolený úsek měření. Měření lze rovněž provést na třetím převodovém stupni.

Interpretace výsledků – testované vozidlo č. 1



Graf č. 2 – Zobrazení LOG-01-003-010-011_4.stupeň.CSV aplikací DP Log View

Na předloženém obrázku je znázorněn změřený průběh sledovaných hodnot při dodržení popsané metodiky, tedy stoupání na čtvrtém převodovém stupni. Jak lze vidět, popisky hodnot nejsou dostatečně výmluvné, což je způsobeno absencí souboru s popisky k danému motoru. Hodnoty jsem tedy identifikoval intuitivně také s pomocí nahlédnutí do pomocného souboru popisků. V případě rozpoznání požadovaných hodnot lze tyto rozlišit dle pravidelného průběhu křivek a dle mých zkušeností bývají v polích hodnot zpravidla uváděny před hodnotou zjištěnou (zde pozice hodnot 2 a 3, respektive 6 a 7). Z polí hodnot obsažených v jednotlivých měřených skupinách jsem v grafu zobrazil hodnoty:

1: Otáčky motoru [ot./min] (skupina 003)

Jednotlivé hodnoty sledujeme v průběhu téměř celého spektra otáček motoru.

2: Požadovaná hodnota snímače MAF [mg/Str.] (skupina 003)

Zde je zobrazena požadovaná hodnota v rámci daného režimu jízdy (mění se v závislosti na činnosti turbodmychadla a ventilu recirkulace výfukových plynů. Požadavek na činnost EGR ventilu je obsažen mezi hodnotami skupiny 003, zde v poli: Pracovní cyklus [%], na předloženém průběhu ovšem není zobrazen.

3: Zjištěná hodnota snímače MAF [mg/Str.] (skupina 010)

Hodnota se v celém intervalu pohybuje nad požadovanou hodnotou, přičemž při plné zátěži by se měla pohybovat v mezích intervalu 800 mg/Str. až 1100 mg/Str., což je splněno. Zároveň je patrné kolísání hodnoty. Nestálé hodnoty by mohly být způsobeny vadou snímače, zde je ovšem patrná jasná korelace s průběhem aktuálního tlaku v sacím potrubí, přičemž snímač MAF tuto skutečnost správně reflektuje. Dle záznamu se jeví, že průběh křivky hodnot snímače MAF vývoj hodnot požadovaného tlaku předbíhá. To je způsobeno vzorkovací frekvencí a zjištěním hodnot sledovaných skupin v nejednotném čase. Hodnoty skupin se zde v případě protokolu KW1281 vzájemně odchyľují o 1/3 sekundy. To lze pozorovat v režimu tabulkových hodnot aplikace DP Log View, kde kurzorem vyznačené pozici na předchozím obrázku, hodnotě zjištěného tlaku v sacím potrubí 1 938 mbar časově spíše odpovídá zjištěná hodnota snímače MAF v 925 mg/Str.

Tab. č. 3 – Zobrazení LOG-01-003-010-011_4.stupeň.CSV aplikací DP Log View

	BLOCK ...					BLOCK ...				
	ČAS ZNAČKA	Váha vzduchu	Tlak mbar	Tlak mbar	kon/klap	ČAS ZNAČKA	Otáčky /min	Tlak mbar	Tlak mbar	Pracovní cyklus
17	18.38	995.0	979.2	2009.4	100.0	17.66	2583	1989.0	2019.6	57.8
18	19.46	980.0	979.2	2009.4	100.0	18.74	2646	1989.0	2009.4	58.2
19	20.56	965.0	979.2	1978.8	100.0	19.84	2709	1989.0	1999.2	59.4
20	21.64	925.0	979.2	1917.6	100.0	20.92	2772	1989.0	1958.4	58.2
21	22.72	960.0	979.2	1978.8	100.0	22.00	2835	1989.0	1938.0	56.6
22	23.80	965.0	979.2	1989.0	100.0	23.08	2877	1989.0	1978.8	57.0
23	24.90	945.0	979.2	1999.2	100.0	24.16	2898	1989.0	1989.0	57.8
24	25.98	440.0	979.2	1264.8	0.0	25.26	2940	1989.0	1999.2	56.6

V rámci režimu plné zátěže neshledávám činnost MAF za chybnou, hodnoty při volnoběžném chodu budu posuzovat dále v textu.

4: Hodnota snímače atmosférického tlaku [mbar] (skupina 010)

Jedná se o hodnotu, která vstupuje do výpočtu požadavků na plnicí tlak turbodmychadla a je potřeba ověřit její věrohodnost. Hodnota změřeného tlaku nemusí být zcela přesná, ovšem musí být stálá a v přijatelné mezi odpovídat skutečnosti. Desítky mbar zde nehrají roli.

5: Hodnota pozice akceleračního pedálu [%] (skupina 010)

Hodnota reflektuje požadavek na práci motoru, v pozorovaném intervalu byl registrován požadavek na plný výkon, což odpovídá metodice měření.

6: Požadovaná hodnota snímače tlaku v systému sání [mbar] (skupina 011)

Zde je uváděna požadovaná hodnota celkového tlaku v sacím potrubí. O dosažení takové hodnoty skutečného tlaku v sacím potrubí usiluje ECU v rámci činnosti regulace plnicího tlaku turbodmychadla. Pro úplnost uvádím, že velikost požadovaného plnicího tlaku turbodmychadla lze vypočíst odečtením hodnoty atmosférického tlaku.

7: Zjištěná hodnota snímače tlaku v systému sání [mbar] (skupina 011)

Pole udává zjištěnou hodnotu tlaku v sacím potrubí. Očekávané rozmezí hodnot při plné zátěži činí 1 700 mbar až 2 080 mbar, což je splněno v celém průběhu. Nicméně hodnota tlaku kolísá. Vychýlení při náběhu turbodmychadla je dle citovaného zdroje běžný jev. Nicméně zejména pokles tlaku zaznamenaný při zhruba 2 800 ot./min motoru je při akceleraci subjektivně znatelný. Řídicí jednotka zde reagovala na mírné překročení požadovaného tlaku regulací, což z důvodu zhoršené plynulosti regulace následně vedlo k relativně většímu propadu pod požadovanou mez v trvání zhruba tří sekund dle posouzení hodnot v tabulkovém zobrazení.

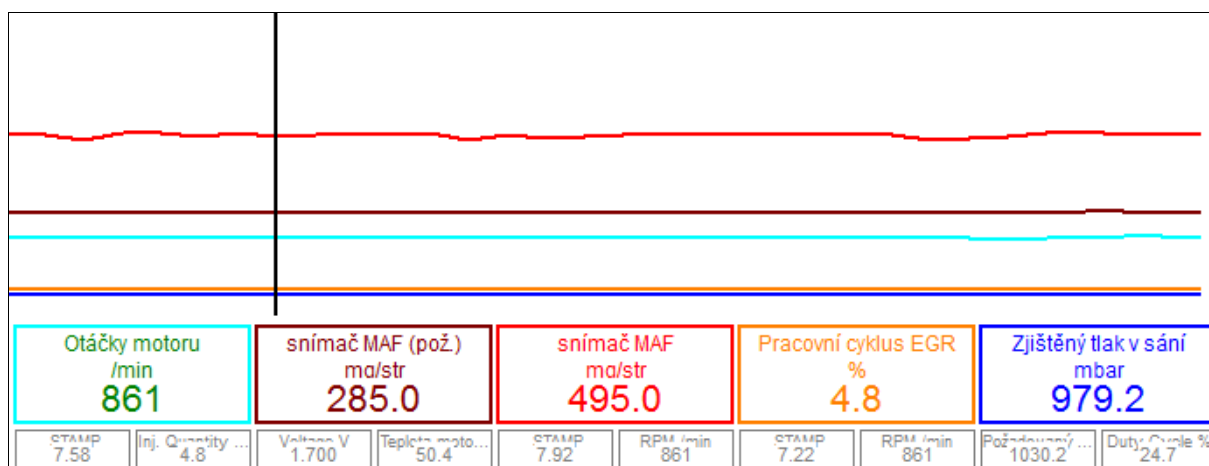
8: Výstupní hodnota pro ventil regulace plnicího tlaku [%] (skupina 011)

Uvedena pod pojmem Pracovní cyklus (anglicky „Duty cycle“) udává výstupní požadavky ECU pro činnost řízení regulace plnicího tlaku. Dle technologie motoru řídicí jednotka ve svých požadavcích vychází z aktuálních hodnot tlaku v sacím traktu popřípadě z hodnot měřiče hmotnosti vzduchu, přičemž se při změnách otáček motoru snaží výši tlaku regulovat na požadované hodnotě.

Výskyt závady v požadavcích řídicí jednotky je nepravděpodobný a spíše je potřeba vyšetřit přesnost vstupních hodnot pro výpočty, respektive činnost akčních členů.

Dodatečné zjištění činnosti snímače MAF

Abychom mohli zcela vyšetřit činnost snímače MAF, je potřeba zkontrolovat také hodnoty v režimu volnoběžného chodu motoru. Jak je patrné z předloženého záznamu, kde jsem již popisky upravil přímo v souboru logu, zjištěné hodnoty se pohybují výrazně výše oproti požadovaným, nicméně po přepočtu objemu motoru ($1\,896\text{ cm}^3$) na jeden válec, tedy 474 cm^3 , by zjištěná hodnota plnění válce při atmosférickém tlaku zhruba odpovídala.



Graf č. 3 – Zobrazení LOG-01-001-003-011(běžná jízda).CSV aplikací DP Log View

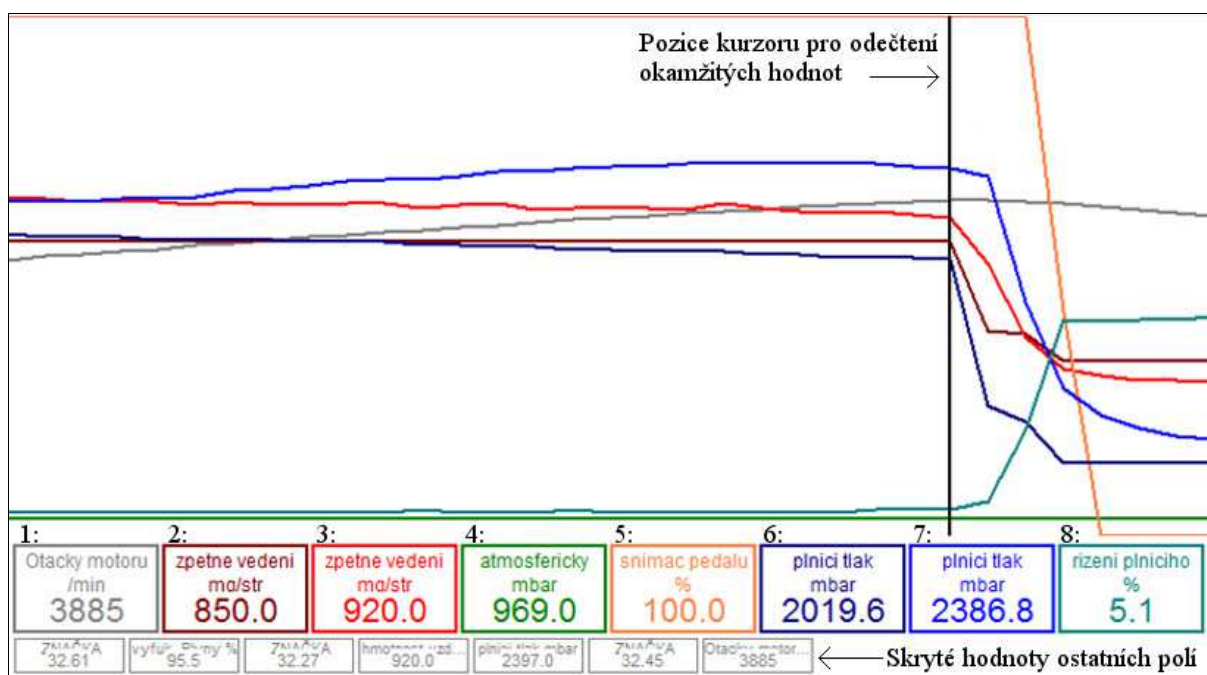
Roli zde sehrává činnost systému recirkulace výfukových plynů, které se vracejí do sání až za místem snímání hmotnosti nasávaného vzduchu, snímač MAF tedy recirkulované plyny nemůže změřit. Řídicí jednotka s touto okolností počítá a v rámci požadované hodnoty ve sledovaném případě odhaduje zhruba 210 mg recirkulačních plynů pro každý válec.

Výsledek měření neindikuje závadu snímače MAF, ale nefunkčnost systému recirkulace výfukových plynů. Požadavek na činnost ventilu recirkulace výfukových plynů EGR udává hodnota pracovního cyklu. Ta při volnoběžném chodu dosahuje nízké procentní hodnoty (zde 4,8 %), což znamená požadavek na otevření ventilu. Při zátěži motoru pak hodnoty kolem 96 % reflektují požadavek na zavření ventilu. Řídicí jednotka vysílá správné požadavky, předpokladem pro provedení záměru ŘJ je správná činnost akčního členu. Podezření padlo na provedené zaslepení ventilu recirkulace výfukových plynů, což také potvrdil bývalý majitel vozidla.

Protože neshledávám vadu v činnosti měřice hmotnosti vzduchu, ani v tlakových čidlech, indikuje kolísání plnicího tlaku mírné opotřebení regulace geometrie turbodmychadla. Tato drobná vychýlení je ve srovnání s mezními hodnotami potřeba stále uvažovat za stav v normě a regulační systém lze na základě zjištěných hodnot považovat za funkční.

Testované vozidlo č. 2

Na předloženém obrázku je zaznamenán výstup metody v případě druhého testovaného vozidla. Zde komunikace probíhá na protokolu CAN a hodnoty všech skupin jsou aktualizovány zhruba s frekvencí půl sekundy. Záznam měřených hodnot proběhl při jízdě na čtvrtém převodovém stupni na rovném úseku, nicméně chybový stav byl zaznamenán a vozidlo v kurzorem vyznačeném okamžiku při otáčkách motoru 3 885 ot./min, přechází do nouzového režimu. Přestože je hodnota snímače pozice akceleračního pedálu stále 100 %, hodnota požadovaného tlaku prudce klesá a vozidlo ztrácí výkon.



Graf č. 4 – Zobrazení LOG-01-003-010-011.CSV aplikací DP Log View

V tomto případě jsou popisky polí hodnot dostačující, následující legendu jsem vytvořil na základě pouhého ukázání kurzorem na jednotlivá okénka zobrazených hodnot v aplikaci DP Log View, kde jsem vyčetl úplný název polí. Pořadí hodnot je stejné jako v případě testovaného vozu č. 1, v rámci popisu se budu zabývat pouze odlišnostmi.

2: Zpětné vedení výfukových plynů (požadováno) [mg/Str.] (skupina 003)

Přesto, že popisek uvádí hmotnost zpětného vedení výfukových plynů, jedná se v případě motorů PD o požadovanou celkovou hodnotu hmotnosti nasávaného vzduchu.

3: Zpětné vedení výfukových plynů [mg/Str.] (skupina 003)

Zde se jedná o hodnotu hmotnosti nasávaného vzduchu zjištěnou. Hodnoty jsem použil dle skupiny 003, které lépe odpovídají časovému průběhu.

8: Řízení plnicího tlaku – funkční cyklus [%] (skupina 011)

Specifikem u motorů PD je vyjádření pracovního cyklu řízení regulace plnicího tlaku turbodmychadla v opačném smyslu, kdy je požadavek na maximální tlak reflektován nízkou procentní hodnotou. Jak je patrné z průběhu hodnot, nárůst hodnoty pracovního cyklu souběžně s poklesem hodnoty požadovaného tlaku vedly k poklesu skutečného tlaku v systému sání. Dle specifikací uváděných v *Měřených hodnotách* aplikace VCDS je mezní hodnota zjištěného tlaku v systému sání stanovena na hodnotě 2400 mbar, té bylo dosaženo již při 3 738 ot./min motoru a mez byla chvíli tolerována. Ovšem na grafu lze pozorovat, že s rostoucími otáčkami klesá požadovaná hodnota plnicího tlaku a domnívám se, že chybový stav byl detekován při překročení mezní rozdílové hodnoty mezi skutečným a požadovaným stavem.

Graf ilustruje situaci, kdy byly překročeny povolené meze při plynulé činnosti systému regulace plnicího tlaku. Jinou závadu jsem v průběhu záznamu neshledal a v tomto případě lze usuzovat, že se jedná o důsledek manipulace se softwarem ECU, kdy byla nastavena příliš vysoká hodnota modifikovaného požadavku plnicího tlaku. Tento stav v zátěžovém režimu ECU vyhodnotila jako překročenou mez vlivem chybné regulace plnicího tlaku.

Mezi další možné závady zjištěné diagnostickým postupem uvádím:

Poškození regulace plnicího tlaku turbodmychadla

Dle míry vady regulačního systému plnicího tlaku turbodmychadla při zátěžovém režimu jízdy dochází k rychlému překročení požadovaného rozmezí tlaku v systému sání. Zde zpravidla dochází k zásahu řídicí jednotky za účelem ochrany motoru a jeho příslušenství před poškozením, tedy k přechodu do nouzového režimu.

Netěsnost sacího traktu

I v případě správné činnosti regulačního systému plnicího tlaku turbodmychadla bychom v případě této závady zjistili v sacím potrubí nízké hodnoty tlaku.

Vada snímače MAF

Vadu bychom zjistili nesouladem hodnoty zjištěné vůči hodnotě požadované, potažmo překročením mezí. V tomto případě řídicí jednotka nahradí hodnotu snímače za hodnotu očekávanou při běžném režimu jízdy. Což v případě zátěžového režimu znamená podhodnocení výpočtu vstříkovaného množství paliva a citelnou ztrátu výkonu motoru.

Přehled relevantních skupin pro diagnostické postupy

Jako podkladový materiál pro zjednodušení práce při univerzálním provedení uvedených diagnostických postupů předkládám přehledovou tabulku tříděnou dle jednotlivých motorizací, převzatou od společnosti, která se zabývá úpravami motorů.

Tab. č. 4 – Přehled důležitých skupin k logování⁷⁰

<i>Zážehové motory</i>	<i>Přehled skupin k logování</i>		
Turbo, 4 válce	003	115	020
	003	118	031
Turbo, 5+ válců	003	115	118
	003	015	016
	003	031	
Atmosférické, 4 válce	003	020	031
Atmosférické, 5 – 8 válců	003	031	
Atmosférické, 10+ válců (2xECU)	003	020	031
(na druhé ECU, je-li možno):	003	021	031
<i>Vznětové motory</i>	<i>Přehled skupin k logování</i>		
Tdi, VE	003	010	011
jednotlivě:	001	004	008
Tdi, PD	001	003	004
	008	011	
Tdi, Common Rail	001	003	004
	008	011	099

5.2.7 Sledování korekčních hodnot

Jak jsem zmínil v kapitole 5.2.3., nestandardnosti funkčního stavu, které se řídicí jednotka snaží minimalizovat, lze indikovat v rámci prováděných korekcí. Taková pole hodnot můžeme identifikovat dle přívlasků: odchylka, korekce, popřípadě „*deviation*“, „*correction*“ v angličtině. V případě vznětových motorů je korekce možné vysledovat zejména prostřednictvím činnosti vstřikovačů.

Korekce vstřikovaného množství paliva

Ve skupině 013 vznětových motorů pole hodnot zobrazují korekce vstřikovaného množství paliva do jednotlivých válců, zvětšením nebo snížením vstřikovací dávky paliva. Zobrazení skupiny se u čtyř válcových vznětových motorů může částečně lišit podle typu motoru. Pokud jsou zobrazeny korekční hodnoty všech čtyř vstřikovačů, je korekce

posuzována buďto od požadované hodnoty, popřípadě od vypočtené střední hodnoty. V některých případech jsou zobrazena pouze pole u třech vstřikovačů, v tom případě je odchylka posuzována vůči referenčnímu vstřikovači. V každém případě je korekce potřeba posuzovat dle relativních odchylek.

V případě motorů PD je v rámci činnosti vstřikovačů možno sledovat také korekce ve skupině 023, kde je indikována úprava času otevření jednotlivých vstřikovačů vůči době stanovené základním programem ECU v časových jednotkách [ms].

Metodika

Jak z popisu skupin vyplývá, jedná se o hodnoty posuzované v rámci režimu volnoběžných otáček. Hodnoty jsou v čase proměnlivé, proto z hlediska dosažení maximální vypovídací hodnoty diagnostického postupu navrhuji provést log uvedených skupin v čase alespoň jedné minuty při volnoběžném chodu motoru nejprve po spuštění studeného motoru a následně při motoru zahřátém na provozní teplotu. Poté výsledky jednotlivých vstřikovačů v obou režimech zprůměrovat.

Interpretace výsledků

Potřeba korekcí množství paliva může být posuzována například na základě čidla úhlové rychlosti klikové hřídele, kdy jsou zjišťovány odchylky v pracovní činnosti jednotlivých válců. V případě válce s kladnou korekcí vstřikovaného paliva lze usuzovat, že je relativně slabší vůči střednímu stavu, respektive vůči válci referenčnímu a naopak. V rámci popisků jsou udávány mezní přijatelné korekce pro jednotlivé vstřikovače, například v případě testovaného vozidla č. 2 s motorem TDI PD typ BKC jsou dle popisků aplikace VCDS stanovena přijatelná rozmezí polí:

- skupiny 013: -2.8 mg/Str. až +2.8 mg/Str.,
- skupiny 23: -150.0 ms až +150.0 ms.

Rozmezí jsou uvedena pro jednotlivá pole, ale doporučuji posuzovat také absolutní odchylky mezi jednotlivými válci. To znamená, že pokud bychom například zjistili korekce u dvou sousedních válců -2,5 mg/Str. a +2,5 mg/Str., přesto že jsou hodnoty v mezích tolerance, stav neshledávám za zcela ideální.

⁷⁰ MALONE TUNING LTD. *VCDS (VAG-COM) Logging Guide* [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: http://malonetuning.com/guides/vagcom/vagcom_logging_guide.pdf

Obecně lze říci, že vysoké korekční hodnoty odhalují systematictější problémy a pro přesné zjištění příčiny je potřebné provedení dodatečných diagnostických postupů. To platí také v případě posuzování korekcí vstřikovačů, kdy příčiny relativně slabšího válce sice mohou plynout z horší činnosti vstřikovače, ale také mohou být důsledkem zhoršené komprese na daném válci. Při interpretaci je proto potřeba opatrnosti a závěry je vhodné podložit dodatečnými diagnostickými postupy. Například testem kompresí motoru, následně testem vstřikovačů. V ideálním případě kontrola korekčních hodnot neindikuje vadný stav.

V případě testovaného vozidla č. 1 byly při volnoběžném chodu motoru bezprostředně po spuštění a následně při volnoběžném chodu při provozní teplotě ve skupině 013 zjištěny následující průměrné korekční hodnoty:

Tab. č. 5 – Zjištěné hodnoty korekce vstřikovačů testovaného vozidla č. 1

Stav motoru	Číslo válce	1	2	3	4
Studený motor	Odchylka množství paliva[mg/str]	0,01	0,23	-0,32	Referenční
Provozní teplota	Odchylka množství paliva[mg/str]	-0,32	-0,06	-0,49	Referenční

Na základě obsahu souboru s popisky podobného motoru typu AGR s rotačním vstřikovacím čerpadlem, by se hodnoty skupiny 013 měly pohybovat v rozmezí -2 mg/Str. až 2 mg/Str. Zjištěné hodnoty se pohybují v požadovaném rozmezí a neindikují vadný stav.

Tab. č. 6 – Zjištěné hodnoty korekce vstřikovačů testovaného vozidla č. 2

Číslo válce	1	2	3	4
Odchylka množství paliva[mg/str]	0,09	0,28	-0,45	0,06
Odchylka času vstřiku [ms]	-27,7	-23,1	-38,9	-25,3

V případě testovaného vozidla č. 2 byly při volnoběžném chodu motoru zahřátého na provozní teplotu o délce jedné minuty ve skupinách 013 a 023 zjištěny výše uvedené průměrné korekční hodnoty.

Mírnou odchylku lze pozorovat u válce číslo tři, kde je vstřikována relativně menší dávka paliva, zato v mírném předstihu oproti ostatním válcům, nicméně dle požadovaných rozmezí uvedených výše včetně posouzení odchylek vůči hodnotám sousedních válců jsou výsledky bezpečně v toleranci a rovněž není důvodné indikovat vadný stav.

Lambda regulace

V případě zážehových motorů se v rámci korekčních hodnot nabízí sledování korekcí dle Lambda regulace, které jsou vyjádřeny procentní odchylkou od nulové hodnoty. V tomto případě lze indikovat, že je výsledná připravená směs vůči předpokladu programu bohatší,

respektive chudší, což poukazuje na nedostatky v systému přípravy směsi, nebo spalování. Velikost korekcí je potřeba posuzovat dle udaného rozmezí, popřípadě intuitivně. Korekce v řádech procent neindikuje závadu, ale opodstatňuje přítomnost Lamda regulace. Ovšem při vyšších hodnotách korekce, lze usuzovat, že motor nepracuje ve standardním režimu.

5.2.8 Další diagnostické postupy uvedené v aplikaci VIS

Před prohlídkou hodnoceného vozidla doporučuji prostudování uváděných diagnostických postupů vztahujících se k danému vozidlu, či typu motoru.

Na základě prohledání diagnostických postupů uvedených v aplikaci VIS jsem zjistil možnost kontroly nastavení počátku vstřiku u testovaného vozidla č. 1, kterou demonstruji.

Kontrola nastavení počátku vstřiku

Dle předložených informací by se kontrola měla provádět po výměně rozvodů, či po opravě vstřikovacího čerpadla. Protože byla na testovaném vozidle č. 1 v minulém roce provedena repase hlavy motoru, což zahrnovalo opětovné nastavení rozvodů, je kontrola nastavení důvodná. Aplikace VIS uvádí pracovní postup, který předpokládá běžící motor zahřátý na teplotu minimálně 85 °C. Po spojení s řídicí jednotkou motoru v aplikaci VCDS zvolíme v *Základním nastavení* skupinu 000 a stiskneme volbu *TdiGraph*.



Graf č. 5 – VCDS: modul TDIGraph – upraveno, testované vozidlo č. 1

Graf zobrazuje vztah časování vstřikování v závislosti na teplotě paliva. Na základě volby motoru (vpravo dole) zobrazuje přijatelné meze. Dle obrázku je patrné, že se nastavení počátku vstřiku pohybuje ve stanovených mezích, ovšem s komentářem mírně opožděného předstřiku dle specifikace. Špatně nastavený počátek vstřiku ovlivňuje kvalitu hoření směsi, což dále ovlivňuje ekologičnost vozidla a ekonomičnost provozu.

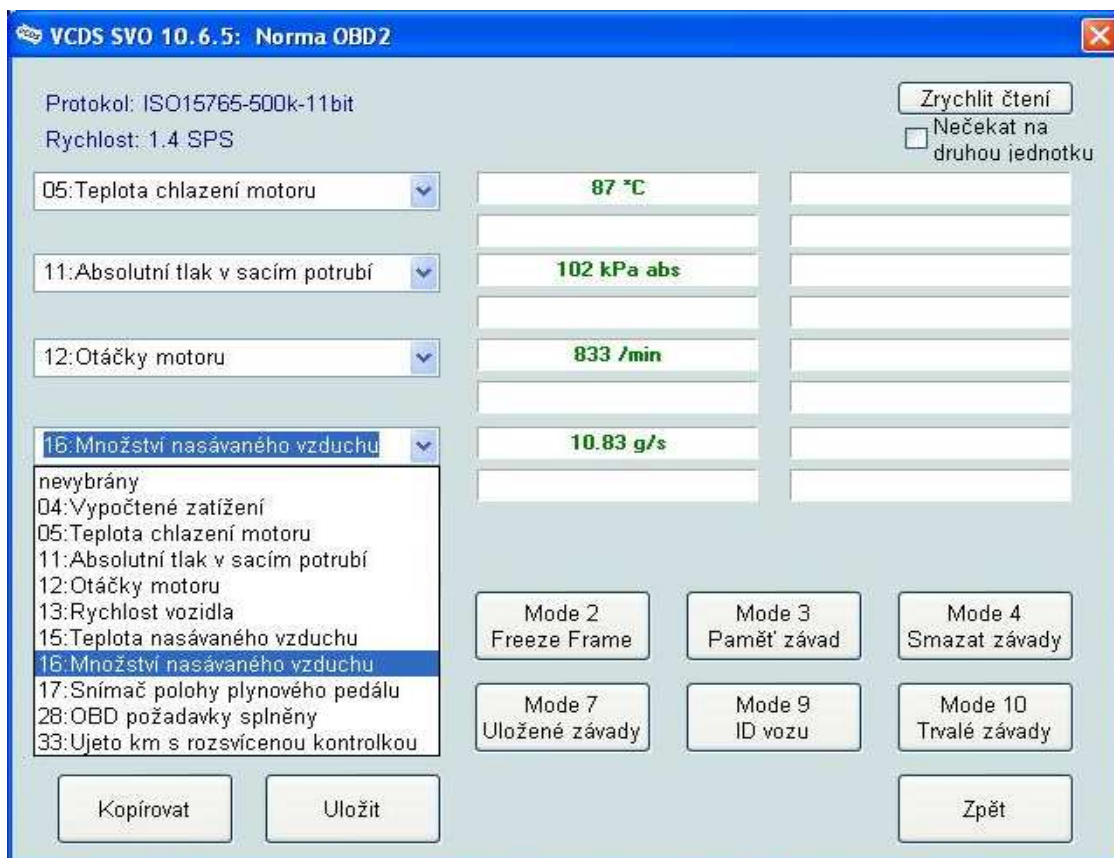
5.2.9 Dílčí shrnutí dynamických diagnostických postupů

V případě sledování provozních údajů nejsou možnosti hodnotících výroků o technickém stavu natolik přímočaré jako v případě diagnostických postupů statických. Uvedením základních východisek, následným předvedením a vysvětlením konkrétních diagnostických postupů jsem ovšem poukázal na potenciál využití provozních údajů z hlediska hodnocení technického stavu. Zároveň jsem se snažil o univerzálnost pojetí problematiky, čímž zakládám možnosti aplikace uvedených postupů také na jiných vozidlech, popřípadě možnost navržení vlastních postupů, dle specifik daného zkoušeného vozidla.

V rámci navržení obecné metodiky posuzování provozních údajů a volby konkrétních diagnostických postupů doporučuji zejména posouzení údajů o korekčních hodnotách a provedení případných dalších diagnostických postupů bych uvažoval na základě anamnézy daného vozidla, respektive na základě zjištění při vizuální kontrole, či v rámci jízdni zkoušky. V každém případě před zkoušením konkrétního vozidla doporučuji vyhledat další možné diagnostické postupy specifické pro konkrétní model vozidla, či typ motoru v aplikaci VIS, případně v rámci dalších zdrojů.

5.3 SLEDOVÁNÍ PROVOZNÍCH HODNOT NA ÚROVNI OBD II

Na tomto místě bych chtěl podobně jako v případě statických dynamických postupů poukázat na jistou univerzálnost použití diagnostické sady VAG-COM PROFI v rámci sledování provozních údajů na úrovni standardu OBD II. Snímek aplikace byl pořízen při komunikaci s testovaným vozidlem č. 2. Co se týče seznamu sledovaných hodnot, je dále uvedený obrázek dostatečně výmluvný. Standard umožňuje sledování relevantních provozních hodnot, ovšem jistou slabinou je absence možnosti logování průběhu hodnot v čase. V případě vozidel vyrobených mimo koncern VW tak zůstává alespoň možnost sledování hodnot okamžitých. Také vzhledem k absenci údajů o hodnotách požadovaných lze výše uvedené diagnostické postupy aplikovat v omezené míře.



Obr. č. 14 – Aplikace VCDS – OBD II: Mód 1 Měřené hodnoty

5.4 SHRNU TÍ KAPITOLY

V kapitole jsem demonstroval funkce předmětné diagnostické sady prostřednictvím jejich praktické aplikace na testovaných vozidlech. Přitom jsem se orientoval na možnosti zjišťování technického stavu. Zejména funkce uváděné v rámci diagnostických postupů statických mají sami o sobě vysokou schopnost hodnocení technického stavu, zde jsem se zaměřil zejména na interpretaci jejich výsledků a optimalizaci diagnostického procesu, jejímž výsledkem je metodický postup čtení a posuzování chybových kódů.

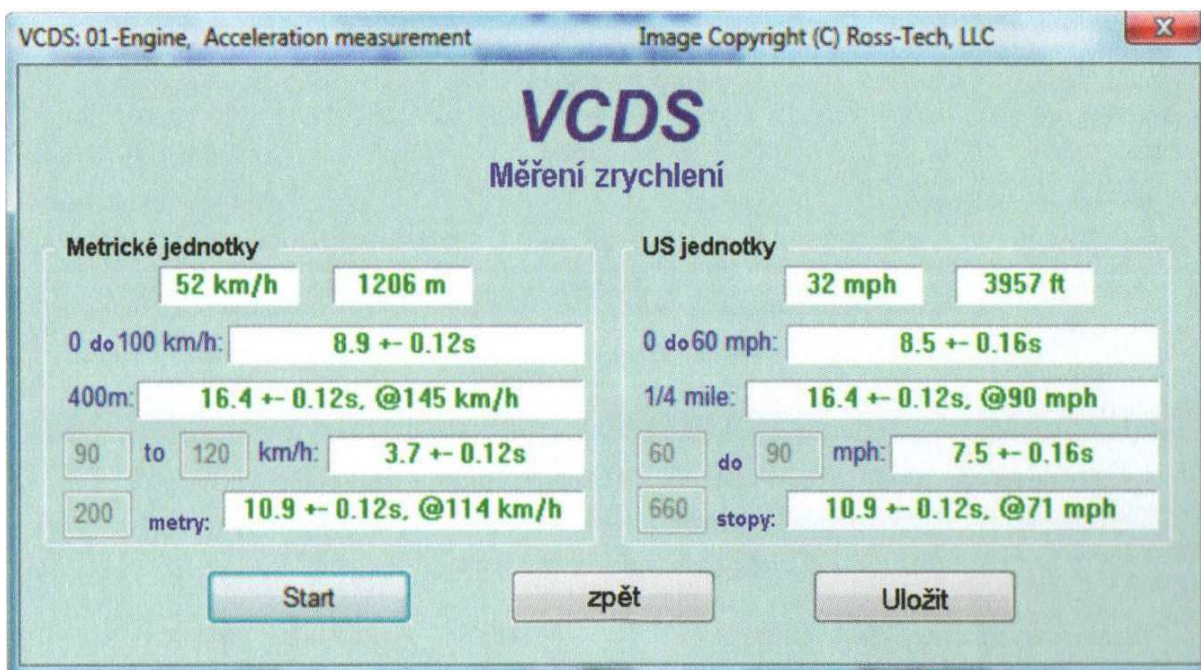
Dále uváděné dynamické diagnostické postupy zaměřené na analýzu provozních údajů umožňují výrazně citlivější hodnotící kritéria technického stavu ve srovnání s postupy statickými, což napomáhá k odhalení mezních stavů a detailnějšímu prognózování technického života zkoumaného vozidla. Vzhledem k větší náročnosti metody jsem v rámci uvedených postupů kladl důraz na vysvětlení a opodstatnění dílčích kroků. Uvedením východisek pro posuzování provozních údajů jsem apeloval na univerzální možnost užití v rámci zkoušení odlišných vozidel, uvedl jsem také obecnou metodiku přístupu k posuzování provozních údajů.

6 ZJIŠTĚNÍ JÍZDNÍCH PARAMETRŮ VOZIDLA SADOU VAG-COM PROFI

Předmětem druhé praktické části DP jsou možnosti zjišťování jízdních parametrů vozidla sadou VAG-COM PROFI. V první řadě se budu zabývat funkcí *Měření zrychlení* aplikace VCDS, jejím popisem, metodikou měření a posouzením přesnosti. Dále předvedu možnost odhadu výkonu motoru prostřednictvím popisované diagnostické sady, zde se zaměřím na metodiku měření podkladových dat a postup vyhodnocení ve vybrané aplikaci, následně interpretuji výsledky. Měřítkem hodnocení výstupů bude jejich uplatnitelnost v soudně inženýrské praxi. V této kapitole se již nebudu zabývat náležitostmi spojené s navázáním komunikace s vozidlem a dalšími postupy, které jsem uvedl v předchozí kapitole.

6.1 MĚŘENÍ ZRYCHLENÍ

První oblastí jízdních parametrů vozidla, ve které lze aplikovat sadu VAG-COM PROFI je měření zrychlení vozidla. Do okna *Měření zrychlení* se přistupuje z okna *Měřených hodnot*. Podmínkou je volba skupiny, která obsahuje pole s aktuální rychlostí, poté se v okně objeví volba *Měřit zrychlení*. Po jeho stisku se dostáváme do okna *Měření zrychlení*.



Obr. č. 15 – Okno aplikace VCDS: Měření zrychlení⁷¹

⁷¹ VAG-COM. *Diagnostický software pro vozy VW, Audi, Seat, Škoda*. RossTech Ltd. AutoComSoft s.r.o., část 13

Dle znázorněného obrázku se okno dělí na dvě poloviny, dle uvažovaných jednotek. První řádek přitom zobrazuje aktuální rychlost a ujetou vzdálenost, ostatní řádky slouží k zobrazení vypočtených hodnot. Na druhém a třetím řádku jsou vyhodnocena pevně stanovená měření zrychlení 0 – 100 km/h, respektive zrychlení a dosažená rychlost na 400 metrech. Čtvrtý a pátý řádek vyhodnocuje uživatelem definovaná měření. Celkově tak lze v rámci jedné akcelerace vyhodnotit čtyři měření.

6.1.1 Postup měření zrychlení aplikací VCDS

Po vyplnění upravitelných polí zahájíme měření volbou *Start*. Následně provedeme akceleraci s dosažením požadované rychlosti, respektive ujeté vzdálenosti.

Přestože se jedná o intuitivně ovládanou funkci, na základě praktických zkušeností musím zmínit neošetřený nedostatek programu. Při uživatelem definovaném měření aplikace začíná vyhodnocovat čas okamžikem dosažení spodní hranice rychlosti. Při měření zrychlení z nulové rychlosti tak počíná měření času okamžikem stisku *Start*, pro přesné měření by bylo potřeba přesné synchronizace stisku a počátku akcelerace, což je obtížné a nepraktické. Problém se váže pouze na uživatelem definovaná měření. Pevně stanovená měření 0 – 100 km/h respektive 0 – 400 metrů se vyhodnocují správně.

Protože program umožňuje zadávání desetinných hodnot, lze nedostatek ošetřit volbou počáteční rychlosti 0,1 km/h, kdy dochází k určité nepřesnosti metody, ovšem komfort měření je plně zachován. Žádoucí je srovnání vyhodnocení pevně stanoveného zrychlení 0 – 100 km/h s uživatelem definovaným zrychlením 0,1 – 100 km/h, kdy lze očekávat mírné podhodnocení skutečné doby trvání.

Výsledkem jednotlivých měření je doba zrychlení v sekundách s oboustrannou odchylkou. Po stisku tlačítka *Uložit* dojde k připsání vyhodnocení měření a získaných dat do souboru *Accel.txt*, který se nachází v adresáři *LOGS*, v kořenové složce programu *VCDS*.

6.1.2 Záznam a vyhodnocení jednotlivého měření

Záznam měření obsahuje datum a čas pořízení, identifikaci řídicí jednotky motoru, vyhodnocených měření (bylo-li dosaženo mezních hodnot vzdálenosti, či zrychlení) v metrických a US jednotkách a datovou část. Ta je tvořena časovou řadou zaznamenaných rychlostí a dopočtených vzdáleností.

Pro názornost předkládám záznam z měření zrychlení 0 – 60 km/h testovaného vozidla č. 1: Volkswagen Passat B5, 1998, vznětový motor AFN 81 kW 1,9 Tdi, VE.⁷²⁾ Ve výstupu jsem pouze kosmeticky upravil formát hlavičky a časovou řadu uspořádal do sloupců. V záznamu je vyhodnoceno zrychlení 0,1 – 60 km/h, zrychlení na 200 metrech a 660 stopách, pro ostatní vyhodnocení neměl program dostatečnou datovou základnu a tak jsou pole prázdná.

Neděle, 11. Květen, 2014, 11:29:39:28075 Objednací číslo řídicí jednotky: 038 906 018 P Systém a/nebo verze: 1,9l R4 EDC 00SG 1629								
Metrické jednotky 0 až 100 km/h: 400m: 0.1-60 km/h: 12.1 +- 0.71s 200 metrů: 17.0 +- 0.71s, @68 km/h			US jednotky 0 až 60 mph: 1/4 míle: 60-90 mph: 660 stop: 17.1 +- 0.71s, @42 mph					
Čas(s)	km/h	m						
0.00	0.0	0.0	5.71	31.0	27.1		11.80	59.0 103.0
0.35	2.0	0.2	6.07	33.0	30.3		12.16	60.0 109.1
0.71	5.0	0.7	6.43	36.0	33.9		12.52	60.0 115.0
1.07	7.0	1.4	6.79	37.0	37.6		12.88	60.0 121.0
1.42	10.0	2.4	7.15	37.0	41.3		13.25	61.0 127.2
1.79	12.0	3.6	7.50	38.0	45.1		13.60	62.0 133.3
2.14	14.0	5.0	7.87	39.0	49.0		13.96	63.0 139.5
2.50	17.0	6.7	8.23	40.0	53.0		14.32	64.0 145.9
2.85	18.0	8.4	8.58	41.0	57.1		14.67	65.0 152.2
3.21	19.0	10.3	8.94	43.0	61.3		15.02	66.0 158.7
3.57	20.0	12.3	9.29	45.0	65.7		15.38	67.0 165.3
3.93	20.0	14.3	9.65	47.0	70.4		15.73	67.0 171.9
4.29	21.0	16.4	10.00	49.0	75.3		16.08	68.0 178.6
4.65	23.0	18.7	10.37	51.0	80.4		16.44	68.0 185.4
5.00	26.0	21.3	10.72	54.0	85.8		16.80	68.0 192.2
5.36	28.0	24.0	11.08	56.0	91.4		17.16	68.0 199.0
			11.44	58.0	97.1		17.52	68.0 205.8

Výstup z logu č. 13 – Měření zrychlení/č.1 0-60.txt

Jak ze záznamu vyplývá, VCDS nevyhodnocuje průměrnou dobu zrychlení [m/s^2], nabízí se ovšem možnost zrychlení dopočítat. Ideální postup by bylo vypočítat zrychlení mezi jednotlivými vzorky a následně hodnotu zprůměrovat. Zde bych upozornil na další nedostatek vestavěné funkce. Přesto, že aplikace VCDS v *Měřených hodnotách* zobrazuje rychlost v km/h s přesností na jedno desetinné místo, ve výstupu měření zrychlení jsou hodnoty okamžité rychlosti zaokrouhleny. Na základě kontrolního výpočtu, který je součástí přílohy

⁷²⁾ pozn.:jedná se o vozidlo, které bylo uvedeno v kapitole 5.1.2

CD-ROM (/Měření zrychlení/Výpočet hodnoty zrychlení.xlsx) a srovnání s hodnotami zjištěnými aplikací XL Vision je z důvodu zaokrouhlení přesnější dopočet hodnoty zrychlení podílem celkové změny rychlosti a střední doby trvání zrychlení.

6.1.3 Zdroje nepřesností

Technologie měření má několik nedostatků a z nich plynoucích nepřesností. O tom svědčí již vyhodnocení měření, které počítá s rozmezím doby zrychlení. Toto rozmezí je úměrné vzorkovací frekvenci. Při komunikaci na protokolech KWP-2000, či CAN, tak lze dosáhnout výrazně přesnějšího rozmezí měření ve srovnání s protokolem KW1281, kde v případě mých měření tvoří rozmezí zhruba $\pm 0,7$ sekundy.

Další nedostatek metody by mohl představovat samotný způsob zjišťování rychlosti vozidla, kde určitá zkreslení může způsobovat velikost dezénu, či podélný skluz pneumatiky, v této souvislosti bych uvedl, že hodnoty rychlosti zobrazované v *Měřených hodnotách* se mírně odlišují od hodnoty zobrazené na přístrojové desce, jsou nižší a subjektivně přesnější. Zde se zřejmě jedná o záměr výrobce automobilu indikovat řidiči vyšší rychlost. Pomocí aplikace VCDS se dostáváme k přesnějším hodnotám, se kterými pracuje řídicí jednotka.

6.2 SROVNÁNÍ METOD MĚŘENÍ ZRYCHLENÍ

S úmyslem objektivního posouzení přesnosti metody jsem realizoval srovnávací měření s přístrojem XL Meter™ Pro, kterým Ústav soudního inženýrství v Brně rovněž disponuje a používá jej zejména při měření zpomalení, například při účasti na dojezdových zkouškách tramvaje. Jedná se o akcelerometr, který měří zrychlení v podélné a příčné ose. Přístroj zaznamenává průběh zrychlení v závislosti na čase. Z těchto hodnot lze dále získat průběh rychlosti a dráhy, k vyhodnocení výsledků slouží aplikace XL Vision. Srovnávací měření jsem realizoval pomocí testovaného vozidla č. 1.

6.2.1 Postup měření s přístrojem XL meter

Zásadou přesných výsledků je kalibrování přístroje v příčné ose (přísavkou) a podélné ose (seřizovacím kloubem). Pro zaznamenání relevantního průběhu zrychlení vztahujícího se k celé měřené soustavě je potřeba přístroj uchytit na pevné místo, ideálním místem může být čelní sklo karoserie, ovšem je potřeba dbát na výhled řidiče.

Dle základního nastavení XL meter měří zpomalení, proto je potřeba nejprve přepnout typ vyhodnocení dat na měření zrychlení v nastavení přístroje. Poté jsou k dispozici volby pro měření zrychlení ve stanovených intervalech: 0 – 20 km/h, 0 – 40 km/h, 0 – 60 km/h, ..., 0 – 180 km/h, dle vzdálenosti 50, 100, 201 a 402 metrů. Potvrzení příslušné volby je potřeba provést ve chvíli, kdy je vozidlo připraveno na startovní pozici. Přístroj sám detekuje zrychlení a počíná měřit při rozjezdu vozidla, přičemž měření ukončí a vyhodnotí při dosažení horní hranice nastaveného intervalu.

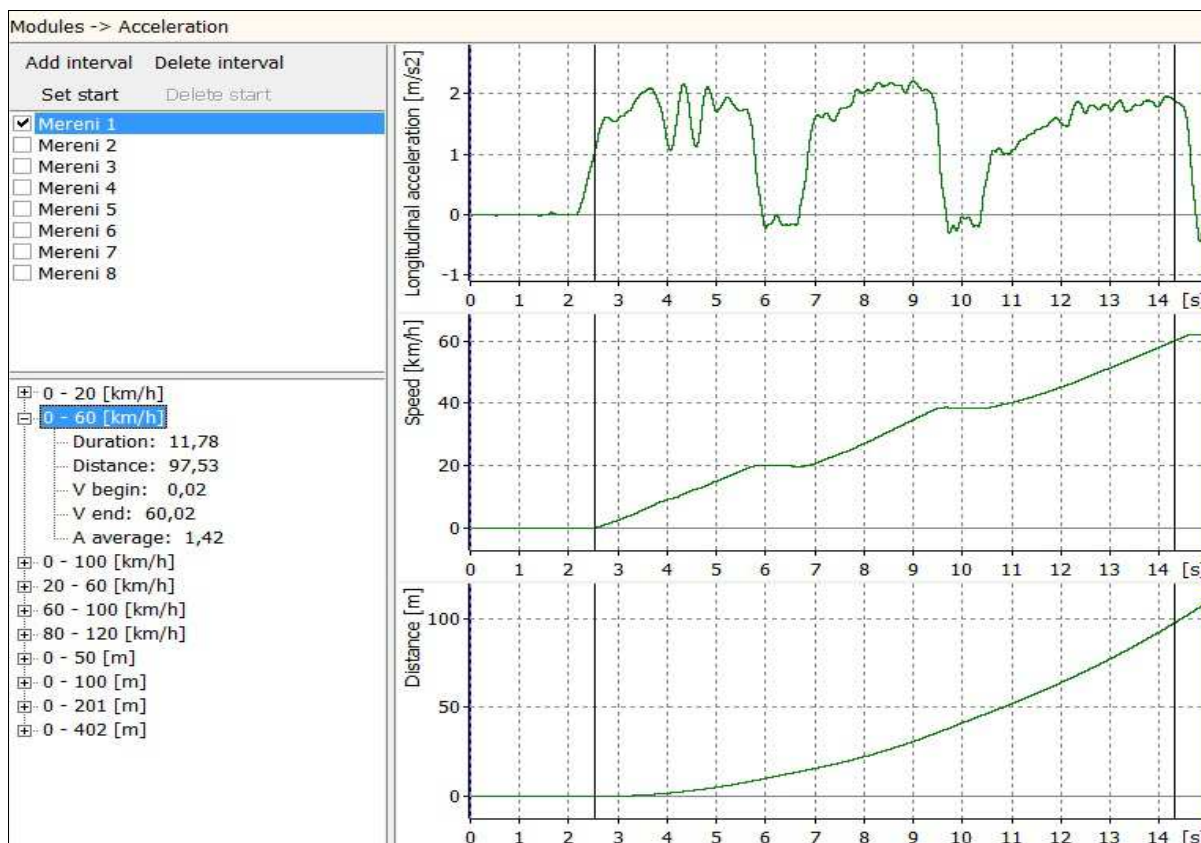
Významnou odlišností technologie měření je fakt, že zjišťujeme pouze podélné zrychlení vozidla. Rychlost vypočtena na základě podélného zrychlení odpovídá skutečné rychlosti automobilu pouze za předpokladu, že se vozidlo pohybovalo v přímém směru po absolutní rovině. Tuto okolnost jsem zohlednil při výběru místa měření.

V obou metodách měření je iniciace i ukončení měření v režii přístroje (aplikace), z tohoto hlediska lze vyloučit selhání uživatele a zjištěné rozdíly by měly pramenit pouze ze specifik technologií měření.

Záznam a vyhodnocení jednotlivého měření

Jak jsem již předeslal, ke zpracování dat získaných přístrojem XL meter slouží aplikace XL Vision. Aplikace nejprve pomocí sériového spojení načte data z přístroje a poté umožňuje jejich grafické znázornění, popřípadě analýzu na základě dostupných modulů. Právě z hlediska potřeby modulu „Acceleration“ jsem užil aktuální verzi aplikace 4.6.7.

Jak napovídá dále uvedený obrázek, po zvolení čísla měření stačí požadované vyhodnocení zvolit v nabídce. Vyhodnocení tak lze provést nezávisle na původní volbě v přístroji XL meter, s podmínkou, že konečná rychlost, či vzdálenost musí být menší nebo rovna původní měřené. V modulu lze také definovat vlastní intervaly, což rozšiřuje tovární možnosti akcelerometru. Modul „Acceleration“ vyhodnocuje trvání zrychlení [s], průměrnou hodnotu zrychlení [m/s^2], dále uvádí počáteční a konečnou rychlost [km/h].



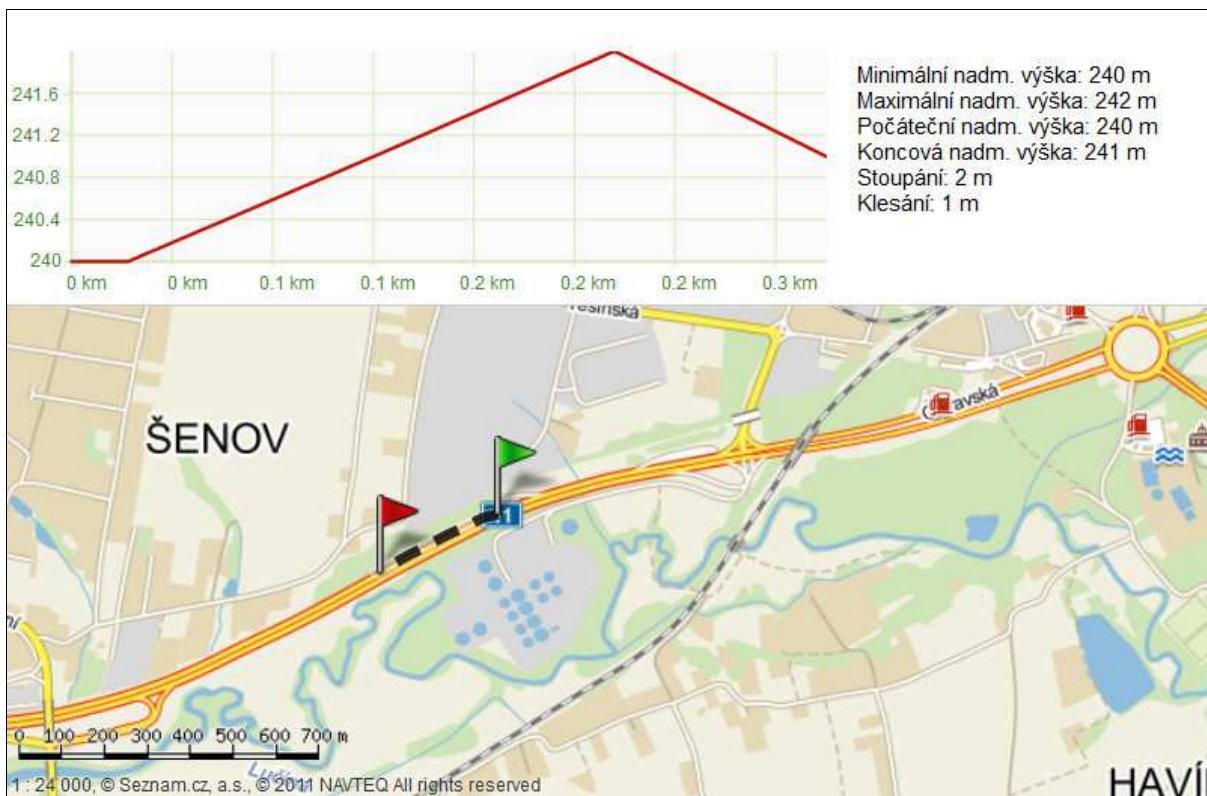
Graf č. 6 – Vyhodnocení měření zrychlení v aplikaci XL Vision

Po nastolení teoretické základny se v následující části věnuji její aplikaci v rámci experimentálního měření.

6.2.2 Měření zrychlení č. 1

Pro jednotlivá měření jsem volil takové parametry, které lze nastavit shodně na obou přístrojích. Při měření intervalu zrychlení jsem volil intervaly 0 – 60 km/h a 0 – 100 km/h, abych zastoupil škálu nižších i vyšších rychlostí. Přičemž pro každý interval rychlostí jsem provedl měření třikrát. Dále jsem dvakrát zopakoval měření zrychlení dle ujeté vzdálenosti 201 metrů. Při jednotlivých měřeních jsem neusiloval o dosažení maximálního zrychlení, ani srovnatelného zrychlení. Předmětem pokusu je porovnání naměřených hodnot dvěma přístroji u jednotlivých zrychlení. Volba pestřejší škály intervalů rychlostí by vzhledem k předmětu srovnání nebyla účelná a spíše by výsledky zneřehlednila. Uvažoval jsem také srovnání většího rychlostního intervalu, avšak výslednou volbu jsem provedl z hlediska souladu parametrů zvoleného místa měření a metodiky měření přístrojem XL meter rovněž s ohledem na bezpečnost.

Za místo měření jsem zvolil silnici I. třídy 11 – Ostravská směrem z Havířova do Ostravy. Vybraný úsek se jevil jako ideální z hlediska profilu vozovky a hustotě provozu, zejména s ohledem na možnost bezpečného zastavení na odpočívadle s možností přímého napojení na komunikaci.



Obr. č. 16 – Místo měření zrychlení č. 1⁷³

Vyhodnocení měření zrychlení č. 1

Na následující tabulce předkládám zpracované údaje z provedeného měření, veškerá podkladová data jsou rovněž součástí přílohy CD-ROM (/Měření zrychlení).

⁷³ Upraveno dle: Mapy.cz [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://mapy.cz/#!x=18.406618&y=49.788455&z=13>

Tab. č. 7 – Srovnání doby zrychlení změřené jednotlivými přístroji

Měření/Přístroj	č. 1		č. 2		č. 3		č. 4	
	0 – 60 km/h		0 – 60 km/h		0 – 60 km/h		0 – 100 km/h	
VAG-COM PROFI								
Střední doba zrychlení [s]	12,1		16,7		11,4		19,3	
Rozmezí doby zrychlení [s]	11,39	12,81	15,98	17,42	10,69	12,11	18,59	20,01
Průměrné zrychlení [ms ²]*	1,38		1,00		1,46		1,44	
Vyhodnocení pevně definovaného měření 0 – 100 km/h							19,1	
							18,39	19,81
XL Meter								
Doba zrychlení [s]	11,78		16,06		11,51		18,59	
Průměrné zrychlení [ms ²]	1,43		1,04		1,45		1,49	
Rozdíl měření [s]/ splněno rozmezí [A/N]	0,32	A	0,64	A	0,11	A	0,71	A
Relativní rozdíl měření vůči přístroji XL meter [%]	2,72		3,99		0,96		3,82	

Číslo měření/Metoda	č. 5		č. 6		č. 7		č. 8	
	0 – 100 km/h		0 – 100 km/h		0 – 201 m		0 – 201 m	
VAG-COM PROFI								
Střední doba zrychlení [s]	16,3		15,1		15,1		14,1	
Rozmezí doby zrychlení [s]	15,58	17,02	14,39	15,81	14,41	15,79	13,39	14,81
Průměrné zrychlení [ms ²]*	1,70		1,84		1,49		1,67	
Vyhodnocení pevně definovaného měření 0 – 100 km/h	16,2		15					
	15,48	16,92	14,29	15,71				
XL Meter								
Doba zrychlení [s]	15,2		14,77		15,39		14,34	
Průměrné zrychlení [ms ²]	1,83		1,88		1,51		1,69	
Rozdíl měření [s]/ splněno rozmezí [A/N]	1,1	N	0,33	A	0,29	A	0,24	A
Relativní rozdíl měření vůči přístroji XL meter [%]	7,24		2,23		1,88		1,67	

V tabulce jsou uvedena data, vyhodnocena jednotlivými měřicími metodami. V případě metody aplikace VCDS jsem tabulku doplnil o hodnotu zrychlení dopočtenou postupem výše uvedeným. Na předposledním řádku tabulky jsem provedl srovnání naměřených hodnot, ve smyslu rozdílu měření, respektive posouzení, zda hodnota změřená přístrojem XL meter splňuje stanovené rozmezí doby zrychlení zjištění přístrojem VCDS (A = splňuje, N = nespĺňuje). Na posledním řádku je uvedeno relativní vyjádření rozdílu, vůči hodnotě změřené přístrojem XL meter.

Na základě výsledků, kdy rozdíl měření činí průměrně 0,47 sekundy⁷⁴⁾, považuji měření zrychlení aplikací VCDS za nepřesné. Relativní rozdíl sice ve váženém průměru činí pouze 3,2 %. Domnívám se, že pro exaktní užití v soudním inženýrství je v případě měření zrychlení vhodné volit přesnější metodu, zejména je-li dostupná.

⁷⁴⁾ pozn.: v případě vyloučení měření č. 5 činí průměrná odchylka 0,38 s, relativně 2,6 %

V případě měření č. 5 byla přístrojem XL meter naměřena doba zrychlení, která nespadá do rozmezí doby zrychlení stanovené aplikací VCDS. Troufám si vyloučit chybu metody, neboť jsem prakticky eliminoval možnost selhání na straně uživatele a rovněž jsem dodržel stejné podmínky okolí pro jednotlivé pokusy. Při analýze dat a pátrání po rušivých vlivech jsem nezaznamenal žádné výrazné odlišnosti záznamu příčného zrychlení XL metrem ve srovnání s ostatními měřeními. Za předpokladu, že XL meter vyhodnotil zrychlení korektně, shledávám měření zrychlení aplikací VCDS pro potřeby soudního inženýrství za ne zcela spolehlivé, proto v případě užití této metody pro dosažení korektních závěrů doporučuji provedení několika opakovaných měření.

Možnosti zpřesnění

Vzhledem k výsledkům měření jsem se zamyslel nad možnostmi dodatečného zpřesnění. Již dříve jsem uvedl, že metoda je přesnější u vozidel, které podporují komunikační protokoly KWP-2000 a novější, kde se rozmezí výsledku pohybuje v řádu jedné desetiny (jak naznačuje ilustrační obrázek v úvodu kapitoly). Dosažená rychlost vzorkování při záznamu jedné skupiny hodnot při komunikaci na protokolu KW1281 testovaného vozu č. 1 a základním *Nastavení* aplikace VCDS dosahuje zhruba třech vzorků za sekundu. Vyšší rychlosti lze dle vývojářů aplikace dosáhnout po úpravě parametrů komunikace, jak uvádím v kapitole 4.2.6, ovšem za cenu poklesu spolehlivosti spojení. Není vyloučeno, že na změny parametrů budou různá vozidla jinak citlivá.

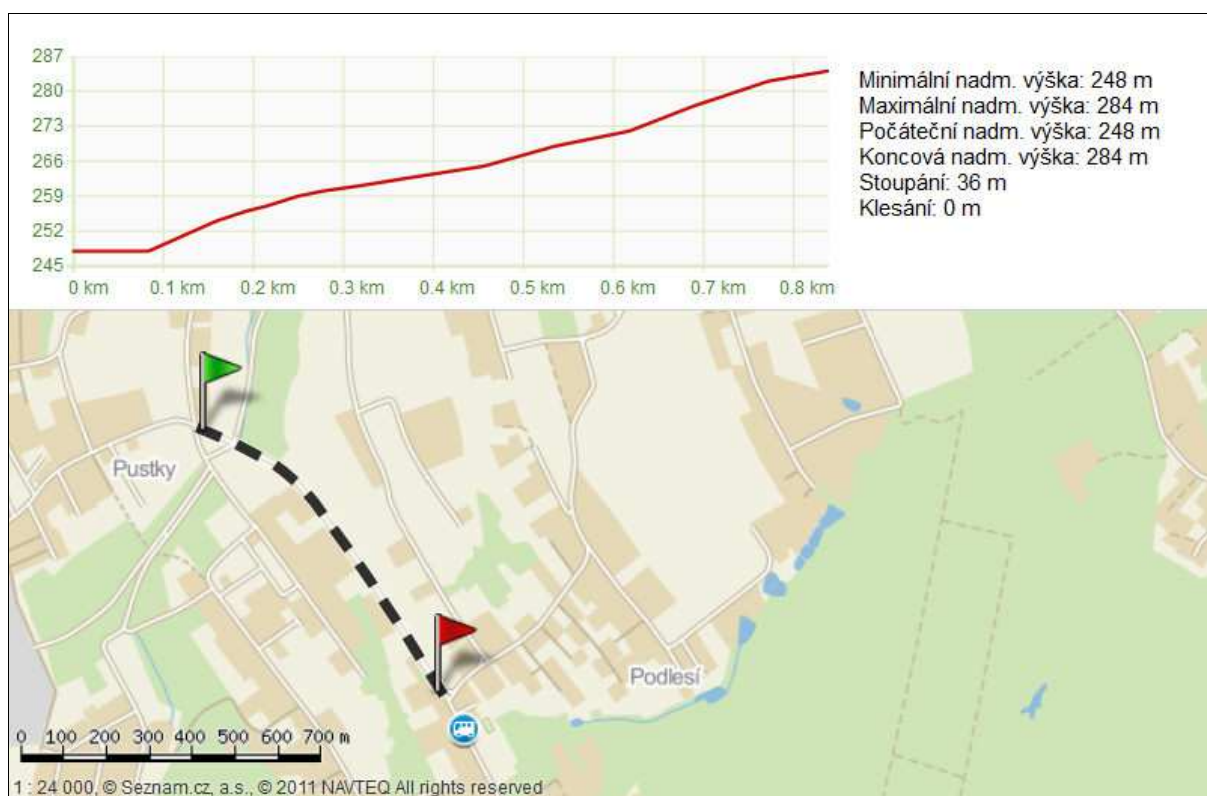
Další zjištěná nepřesnost plyne z potřeby úpravy metody měření při uživatelem definovaném měření s nulovou počáteční rychlostí. Nepřesnost lze kvantifikovat dle provedených měření číslo 5 – 6, kde jsem pro srovnání porovnal vyhodnocení pevně definovaného intervalu a uživatelem definovaným intervalem rychlostí. Způsobené odchýlení činí 0,1 – 0,2 desetiny sekundy ve všech případech paradoxně do plusu (přestože je uživatelem nastaven menší interval), což je z hlediska celkové nepřesnosti metody zanedbatelné. Algoritmus vyhodnocení zrychlení a stanovení rozmezí není vývojáři rozkryt, ale při základní rychlosti vzorkování při použití protokolu KW1281 a zrychlení $1,5 \text{ m/s}^{-2}$ je nejmenší detekovatelná změna rychlosti rovna 1,8 km/h z tohoto titulu se jeví nastavení citlivosti počátku měření na 0,1 km/h jako dostatečné. Nicméně možnost zadání počáteční rychlosti 0,01 nebo 0,001 km/h by ideálně v kombinaci se změnou konfigurace spojení za účelem zvýšenou rychlosti vzorkování, mohla přinést alespoň malé zpřesnění.

6.3 PŘEDNOSTI UŽITÍ SADY VAG-COM PROFI

V první řadě považuji měření zrychlení pomocí sady VAG-COM PROFI za uživatelsky pohodlné bez nutnosti kalibrace s možností volně definovat parametry měření. Praktická je absence omezení paměti měřených dat, zejména bych vyzdvihnul skutečnost, že metoda měří zrychlení ve vektoru směru pohybu vozidla a není tedy citlivá na profil místa měření. V případě, kdy nelze dosáhnout ideálních podmínek měření – např. kdy je potřeba vyhodnocení na konkrétním, z hlediska metody neideálním úseku, považuji měření aplikací VCDS za spolehlivější. Svě tvrzení podložím dodatečným měřením.

6.3.1 Měření zrychlení č. 2

Na tomto místě předkládám srovnání vyhodnocení měření zrychlení při nedodržení metodiky měření s přístrojem XL meter. Pro měření jsem zvolil nepřímý úsek s převýšením zhruba 4,5 – 5 % na silnici III. třídy 4726 – Závodní. Mým záměrem bylo prokázání citlivosti přístroje XL meter na dodržení podmínek metody v kontrastu se sadou VAG-COM PROFI.



Obr. č. 17 – Místo měření zrychlení č. 2⁷⁵

⁷⁵ Upraveno dle: [Mapy.cz](http://mapy.cz) [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://mapy.cz/#!x=18.411080&y=49.825031&z=13>

Vyhodnocení měření č. 2

Na níže předložené tabulce jsou vypočteny rozdíly měření zrychlení 0 – 80 km/h při stoupání, respektive klesání. Mezi výsledky metod jsou pak markantní rozdíly, kdy průměrný rozdíl měření činí až 6,3 sekundy, relativně 41,3 %. Veškerá podkladová data pro vyhodnocení jsou součástí přílohy CD-ROM (/Měření zrychlení/Chyba metody).

Tab. č. 8 – Srovnání doby zrychlení změřené jednotlivými přístroji s chybou metody

Měření/Přístroj	č. 1		č. 2		č. 3		č. 4	
	0 – 80 km/h klesání		0 – 80 km/h klesání		0 – 80 km/h stoupání		0 – 80 km/h stoupání	
VAG-COM PROFI								
Střední doba zrychlení [s]	13,4		13,8		20,2		19,9	
Rozmezí doby zrychlení [s]	12,69	14,11	13,09	14,51	19,49	20,91	19,2	20,6
Průměrné zrychlení [ms2]*	1,24		1,21		0,83		1,40	
XL Meter								
Doba zrychlení [s]	17,23		20,94		11,6		13,9	
Průměrné zrychlení [ms2]	1,29		1,06		1,91		1,6	
Rozdíl měření [s]/ splněno rozmezí [A/N]	3,83	N	7,14	N	8,6	N	6	N
Relativní rozdíl měření vůči přístroji XL meter [%]	22,23		34,10		74,14		43,17	

Měření/Přístroj	č. 5		č. 6	
	0 – 80 km/h klesání		0 – 80 km/h stoupání	
VAG-COM PROFI				
Střední doba zrychlení [s]	12,1		21,3	
Rozmezí doby zrychlení [s]	11,16	13,04	20,41	22,19
Průměrné zrychlení [ms2]*	1,86		1,11	
XL Meter				
Doba zrychlení [s]	15,71		12,51	
Průměrné zrychlení [ms2]	1,42		1,78	
Rozdíl měření [s]/ splněno rozmezí [A/N]	3,61	N	8,79	N
Relativní rozdíl měření vůči přístroji XL meter [%]	22,98		70,26	

Ke zkreslením dochází v případě užití přístroje XL meter, kdy akcelerometr neměřil směrodatný údaj, respektive vektor zrychlení vozidla byl po značnou část měření alespoň ve dvou osách nenulový.

V případě nepřímého úseku se zrychlení rozkládá na podélnou a příčnou složku, XL meter vyhodnocuje akceleraci z podélné složky zrychlení, proto vyhodnocuje menší hodnoty zrychlení, než odpovídají zrychlení ve směru jízdy, což vede k podhodnocení rychlosti vozidla a zjištěná doba zrychlení na požadovanou rychlost je delší, protože je rychlosti později dosaženo.

Při klesání, či stoupání sehrává roli odpor stoupání a část zrychlení je spotřebována k překonání tohoto odporu. XL meter vyhodnocuje rychlost v závislosti na čase pomocí integrace funkce zrychlení a s odporem stoupání nepočítá. V případě stoupání je tak vyhodnocována vyšší okamžitá rychlost vozidla, než je rychlost skutečná, proto je vyhodnocena kratší doba pro dosažení požadované rychlosti. V případě klesání platí zdůvodnění analogicky a je v souladu s výsledky. Vzhledem k rozkolísanosti výsledků zde zřejmě sehrávají roli i další vlivy, jako například změny kalibrace v průběhu měření, ale jejich vyšetřování již není účelné.

Výsledky měření zrychlení č. 2 dokazují, že pro korektní měření přístrojem XL meter a směrodatné vyhodnocení výsledků je potřeba respektovat podmínky metody. Pokud z nějakého důvodu nelze tyto podmínky splnit, například z důvodu potřeby zjistit zrychlení na konkrétně určeném úseku, v takovém případě shledávám měření pomocí sady VAG-COM PROFI za spolehlivější.

6.4 SHRUTÍ DÍLČÍ ČÁSTI KAPITOLY

V dílčí části kapitoly jsem se zabýval funkcí měření zrychlení pomocí sady VAG-COM PROFI a možnostmi jejího využití v soudně inženýrské praxi, přičemž jsem se soustředil na navržení metodiky měření, kde jsem upozornil na nedostatky aplikace. Dále jsem zjišťoval přesnost a spolehlivost metody na základě srovnání s metodou měření zrychlení pomocí akcelerometru, přístrojem XL meter. Dle výsledků měření zrychlení č. 1 při dodržení metod z hlediska přesnosti a spolehlivosti nedoporučuji užití výsledků měření zjištěných diagnostickou sadou pro exaktní účely. I přes navržené možnosti zpřesnění měření z hlediska spolehlivosti pokládám za nutné měření vícekrát zopakovat a statisticky vyhodnotit, ale spíše doporučuji užití přesnější metody. Ovšem za nemožnosti splnění podmínek dané metody, což je například v případě užití akcelerometru výrazně obtížnější a zároveň jejich nedodržení vede výrazným zkreslením, považuji výsledky zjištěné pomocí sady VAG-COM PROFI za směrodatnější.

6.5 ODHAD VÝKONU MOTORU

Další oblastí jízdních parametrů vozidla, ve které lze využít potenciál diagnostické sady VAG-COM PROFI je odhadování výkonu motoru. Využití shledávám při řešení znaleckých problémů, jednak v oblasti posuzování technického stavu vozidla, jednak při posuzování nestandardních úprav automobilu.

Aplikace VCDS sama o sobě není vybavena funkcí odhadu výkonu motoru, ale s využitím funkce *Měřené hodnoty* a jejich *Logování* získáme potřebné podklady pro další analýzu v jiné aplikaci. Aplikace vyhodnocující zrychlení a odhadující ztrátový výkon vozidla, v závislosti na otáčkách motoru, se také pokoušejí odhadnout jeho výkonnostní charakteristiky.

Na základě rešerše uvádím jako příklad aplikace KPower – Leistungsmessung, či OBD Dyno - Leistungsmessung mit OBD. V prvním případě se jedná o starší aplikaci s velmi jednoduchým ovládáním a rychlým vyhodnocením dat. V druhém případě se jedná o aplikaci s poměrně delším vývojem, která je propracovanější alternativou, s čímž také klesá uživatelský komfort a snadnost jejího užití, nepřímo úměrně ovšem narůstá vypovídací hodnota výsledků. Pro potřeby naplnění cíle jsem pro prezentaci postupu práce a popisu výsledků zvolil aplikaci KPower.

6.5.1 Postup odhadu výkonnostních charakteristik motoru aplikací KPower

Instalační program k aplikaci je již na internetu hůře dohadatelný, přikládám jej tedy jako součást přílohy CD-ROM (/SW/original-KPowerSetup.exe). Jedná se o Shareware licenci s omezením exportu dat výstupu. Aplikace je lokalizována v německém jazyce, což z hlediska jednoduchosti programu není překážkou pro jazyka neznalé.

Metodika získávání provozních dat

Stěžejní je metodika získávání provozních dat pro následnou kalkulaci výkonu. Na základě nápovědy k aplikaci, kterou lze vyvolat z hlavní nabídky, či stiskem klávesy F1 předkládám volně interpretován postup:

1. V Měřených hodnotách aplikace VCDS je potřeba nalézt skupiny, které obsahují pole s údaji otáček motoru a aktuální rychlosti. V případě zkoušených vozidel se jednalo o skupiny 005 a 006.
2. Hodnoty těchto skupin zaznamenáme při specifickém jízdním režimu. Na třetím, nebo čtvrtém převodovém stupni je potřeba ustálit rychlost vozidla při nižších otáčkách než 1500 ot./min, poté zvolna akcelarovat a při dosažení 1500 ot./min spustit logování a plně akcelarovat až do 4500 ot./min u vznětového motoru, či dle pracovního rozsahu zážehového motoru.

3. Při dosažení požadovaných otáček motoru je potřeba vyšlápnout spojku a až poté pustit plynový pedál. V případě automatické převodovky návod uvádí zařazení polohy *Neutrál*.
4. U předešlého bodu setrváme do chvíle, kdy rychlost vozidla poklesne zhruba na 70 km/h.
5. Nyní můžeme přerušit logování dat.

Předmětem bodů 3 a 4 je vyhodnocení jízdních odporů, které motor překonával, zejména valivého odporu, aerodynamického odporu a odporu hnacího ústrojí. Toto je potřeba zohlednit při výběru úseku měření. Ten by měl být maximálně rovný a měření by ideálně mělo proběhnout bez změn povětrnostních vlivů. Na základě zkušeností doporučuji měření provést na třetím rychlostním stupni, což podstatně usnadňuje splnění podmínek místa měření. Pro zamezení výkonových ztrát doporučuji omezit funkční spotřebiče na nutné minimum a jinak motor nezatěžovat, například činností kompresoru klimatizace.

K uvedenému postupu bych dodal, že není zcela nutné motor vytáčet až k uváděné hranici, zejména pocítujeme-li již ztrátu tahu motoru. Směrodatné výsledky vyhodnocení maximální hodnoty výkonu a točivého momentu jsou k dispozici i při zúžení intervalu, odhadovaný průběh výkonových charakteristik je potřeba brát s určitou rezervou.

Ostatná údaje potřebné pro korekce a vyhodnocení

Dalšími údaji, které aplikace KPower uvažuje při vyhodnocení, jsou zejména okamžitá hmotnost vozidla, dále teplota vzduchu a atmosférický tlak v průběhu měření provozních dat.

Teplotu vzduchu i atmosférický tlak lze vyčíst pomocí *Měřených hodnot* dle snímačů vozidla. Na základě provedených pokusů mají tyto údaje na vyhodnocení výsledků spíše marginální vliv, v případě atmosférického tlaku doporučuji s ohledem na nepřesnost snímačů atmosférického tlaku vzduchu v testovaných vozidlech, dosadit hodnotu normálního atmosférického tlaku, která činí zhruba 1013 kPa. Způsobené zkreslení je zanedbatelné.

Daleko větší význam má správné dosazení okamžité hmotnosti vozidla. V ideálním případě bychom mohli vozidlo s posádkou, vybavením, nákladem a aktuálním množstvím provozních náplní zvážit. Ke skutečnosti se také můžeme přiblížit výpočtem, tak jako jsem postupoval dále ve svém měření.

Jako výchozí hodnotu jsem uvažoval *provozní hmotnost* uváděnou v Osvědčení o registraci vozidla. Část II. Tou se rozumí hmotnost nenaloženého vozidla v *pohotovostním stavu*, respektive hmotnost vozidla vč. provozních náplní, s 90 % paliva a řidičem o hmotnosti 75 kg.⁷⁶

Vyhodnocení dat v aplikaci KPower

Před importováním Logu provozních dat je potřeba ošetřit několik okolností. V první řadě jsem se setkal s chybou v případě, kdy jsem do jednoho souboru zapsal více měření. To lze ošetřit otevřením logu v tabulkovém procesoru a odstraněním nepotřebných měření, eventuálně lze odstranit také nepotřebné řádky od konce předmětného měření, například v případě, kdy jsme znovu akcelerovali ještě před ukončením záznamu. Pro konfiguraci aplikace KPower je potřeba dále rozpoznat oddělovací znak jednotlivých sloupců hodnot a slovo, které odděluje jednotlivá pole. Ty se mohou lišit dle diagnostického přístroje, respektive jeho lokalizace. V případě předmětné sady VAG-COM PROFI je oddělovacím znaménkem sloupců znak čárka a oddělovacím slovem polí slovo ZNAČKA. Konfiguraci aplikace pak provedeme dle následujícího postupu:

1. V záložce *Einstellungen* u položky *Trenner* v rolovací liště zvolíme *Komma*, do pole *Spaltenname für Zeit* napíšeme výraz „ZNAČKA“, bez uvozovek včetně diakritiky s dodržáním velikosti písmen.
2. Nyní přejdeme do záložky *Messwerte* a volbou *Log-Datei importieren* zadáme cestu k připravenému souboru s provozními daty.
3. V záložce *Eingaben* následně vyplníme okamžitou hmotnost vozidla, do pole *Fahrzeuggewicht*, atmosférický tlak do pole *Luftdruck* a teplotu vzduchu v době záznamu provozních dat do pole *Temperatur*.
4. Na kartě *Diagramm* je posléze k dispozici odhadovaná charakteristika motoru.

Výstup aplikace KPower interpretuji v rámci experimentálního měření v následující podkapitole.

⁷⁶ Vyhláška 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. § 1 body p) a r)

6.5.2 Měření výkonových charakteristik č. 1

Předmětem měření je odhad výkonových charakteristik motoru zkoušeného vozidla č. 1. Veškerá podkladová data z měření jsou součástí přílohy CD-ROM (/Odhad výkonu/).

Záznam provozních dat

Za místo měření jsem zvolil stejný úsek, jako v případě Měření zrychlení č. 1. Data jsem zaznamenal dle zásad výše uvedené metody, ovšem akceleraci jsem přerušil krátce po překročení hranice 4 tisíc ot./min, kdy již vozidlo subjektivně akcelerovalo méně.

Parametry vozidla a odhadovaná okamžitá hmotnost

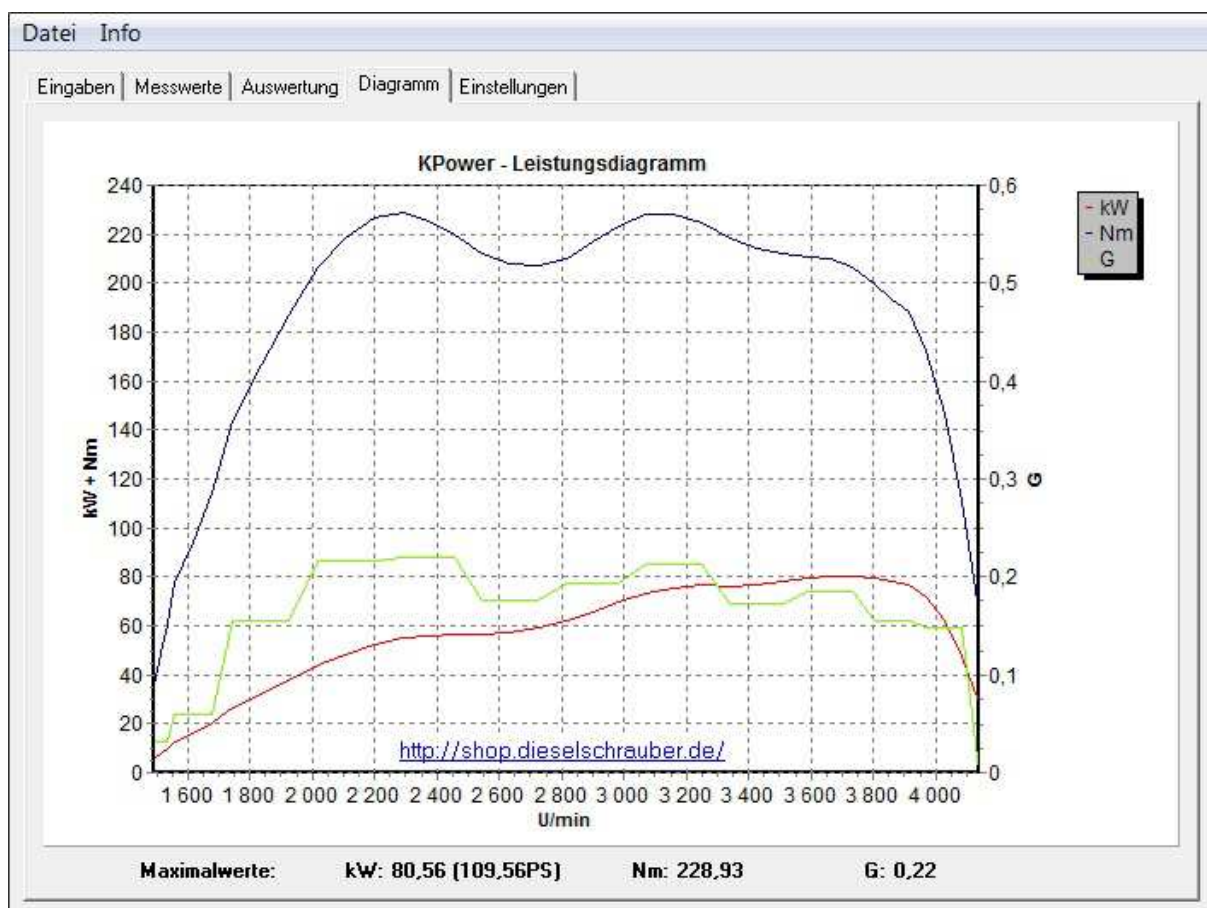
Schéma tabulky a výpočetní postup níže uvedené odhadované okamžité hodnoty je pro případné další použití k dispozici v příloze CD-ROM (/Odhad výkonu/ Korekce provozní hmotnosti.xlsx).

Tab. č. 9 – Parametry zkoušeného vozidla č. 1⁷⁷

Vozidlo	VW Passat B5, 1998	Objem palivové nádrže [l]	62
Palivo	NM	Stav palivové nádrže [l]	10
Zdvih. Objem [cm ³]	1896	Hmotnost řidiče [kg]	60
Max. výkon [kW]/ot.[min]	81,0/4 150	Korekce hmotnosti řidiče [kg]	-15
Max. točivý moment [Nm]/ot.[min]	235/1 900	Korekce hmotnosti paliva [kg]	-38
Provozní hmotnost [kg]	1435	Hmotnost spoluzjezdce [kg]	70
		Hmotnost nákladu/korekce [kg]	2
		Odhad okamžité hmotnosti [kg]	1454

⁷⁷ Sportmotor. [online]. [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.sportmotor.cz/motor/tdii.htm>

Výstup aplikace KPower a jeho interpretace



Graf č. 7 – Aplikace KPower: vyhodnocení měření výkonových charakteristik č. 1

Na předloženém obrázku je znázorněn odhadovaný průběh výkonových charakteristik motoru, konkrétně jeho výkon [kW], Točivý moment [Nm] a přetížení [G]. Již s ohledem na nenáročnost aplikace na potřebné vstupní údaje jsem neočekával směřodatný odhad průběhu jednotlivých charakteristik. Nicméně jejich průběh odpovídá průběhu vznětového motoru, kdy točivý moment dosahuje svého maxima již při nízkých otáčkách a vysokých hodnot dosahuje v celém pracovním spektru otáček motoru. U křivky průběhu výkonu bych očekával strmější růst. Na můj dojem může do jisté míry působit stejně zvolené měřítko pro zmiňované křivky, což nebývá standardním zobrazením. Zde narážím na omezení plynoucí z licence programu a nemožnost vlastního zpracování dat.

V každém případě lze z odhadovaných průběhů pozorovat kolísavost, která se ve větší míře projevuje na křivce průběhu točivého momentu. Kolísání by bylo možno přisuzovat vlivům prostředí a nepřesnosti metody, ovšem projevilo se nepravidelně a právě u zkoušeného vozila č. 1. Jev proto přisuzuji zejména zhoršené regulaci plnicího tlaku, kterou jsem diagnostikoval v kapitole 5.2.6.

Zejména bych se zaměřil na zjištěné odhady maximálních hodnot výkonu a točivého momentu, které se s ohledem na metodu v uspokojivé míře přibližují skutečnosti. Hůře dopadlo srovnání výše otáček motoru, při kterých byly odhadované maximální hodnoty dosaženy s hodnotami udávanými výrobcem vozidla. Již dříve jsem předeslal, že odhadovaný průběh jednotlivých funkcí je potřeba brát spíše s rezervou. Ale pro objektivní srovnání by bylo účelnější podrobit stejné vozidlo zkoušce na výkonové brzdě.

Tab. č. 10 – Srovnání hodnot továrních a zjištěných

	Tovární hodnoty	Zjištěné hodnoty
Max. výkon [kW]/ot.[min]	81 /4150	80,9 /3800
Max. točivý moment [Nm]/ot.[min]	235 /1900	228,9 /2250

Vyhodnocení měření výkonových charakteristik č. 1

Na základě zjištěných odhadovaných výkonových charakteristik motoru neusuzuji na provedený zásah do map řízení motoru. Údaje maximálních hodnot výkonu a točivého momentu se přibližují továrním hodnotám. Ačkoliv je vypovídací hodnota průběhu výkonových charakteristik spíše orientační, kolísavost patrná zejména na průběhu křivky točivého momentu indikuje a zároveň potvrzuje zjištěné nedostatky systému regulace plnicího tlaku motoru v kapitole 5.2.6.

6.5.3 Měření výkonových charakteristik č. 2

Předmětem druhého měření je odhad výkonových charakteristik motoru zkoušeného vozidla č. 2.

Záznam provozních dat

Za místo měření jsem zvolil stejný úsek jako v případě předchozího měření. Data jsem zaznamenal dle zásad výše uvedené metody.

Parametry vozidla a odhadovaná okamžitá hmotnost

Níže uvedené parametry zkoušeného vozidla jsou hodnoty tovární, ovšem na vozidle byl proveden zásah do map řízení motoru, jinými slovy chiptuning. Deklarovaný výkon by měl překračovat 105 kW, tento výkon není odbrzděn a majitel zlepšení posuzoval pouze subjektivně.

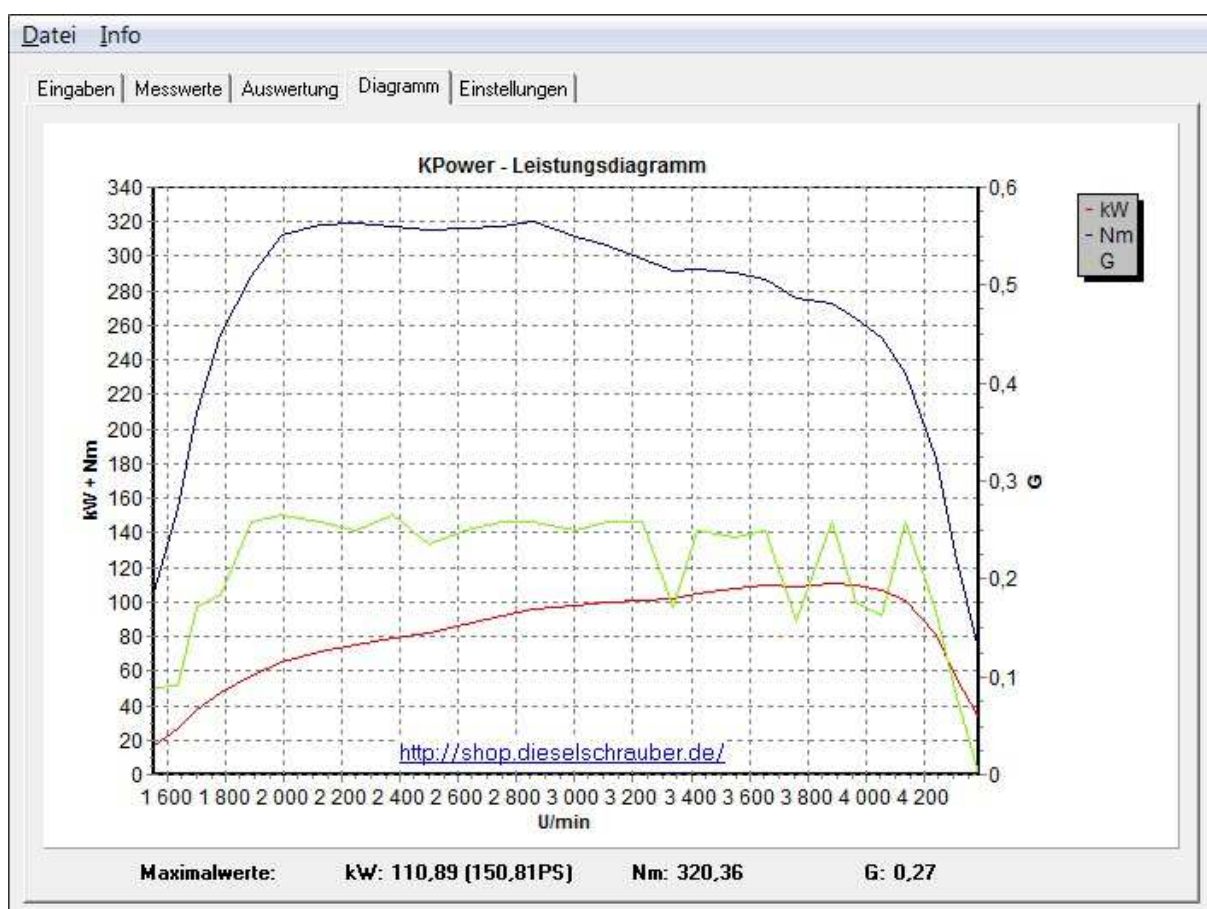
Tab. č. 11 – Parametry zkoušeného vozidla č. 2⁷⁸

Vozidlo	VW Passat B6, 2006	Objem palivové nádrže [l]	70
Palivo	NM	Stav palivové nádrže [l]	35
Zdvih. Objem [cm ³]	1896	Hmotnost řidiče [kg]	82
Max. výkon [kW]/ot.[min]	77,0/4 000	Korekce hmotnosti řidiče [kg]	7
Max. točivý moment [Nm]/ot.[min]	250/1 900	Korekce hmotnosti paliva [kg]	-24
Provozní hmotnost [kg]	1544	Hmotnost spoluzjezdce [kg]	60
		Hmotnost nákladu/korekce [kg]	8
		Odhad okamžité hmotnosti [kg]	1595

Na dále uvedeném grafu lze rovněž pozorovat výkonové charakteristiky blízké vznětovému motoru. Dle srovnání s předchozím měřením mají odhadované průběhy charakteristik motoru znatelně hladší průběh, který neindikuje nestandardnosti chodu motoru. Podobně jako v předchozím případě nejsou v souladu otáčky motoru dosažených maxim výkonu a točivého momentu s továrními hodnotami, přestože byl zaznamenán průběh akcelerace až do požadovaných otáček motoru zhruba 4 500 ot./min. V tomto případě je však vyhodnocení ztíženo provedeným zásahem do ECU.

⁷⁸ Sportmotor. [online]. [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.sportmotor.cz/motor/tdi772.htm>

Výstup aplikace KPower a vyhodnocení výsledků



Graf č. 8 – Aplikace KPower: vyhodnocení měření výkonových charakteristik č. 2

Zjištěná maximální hodnota výkonu motoru překročila deklarovanou hodnotu úpravcem, stejná hodnota maximálního výkonu však byla zjištěna i při opakovaném měření. V každém případě je zřejmé, že parametry vozidla neodpovídají továrním parametrům a na základě těchto výsledků lze z hlediska specifika řešeného znaleckého problému vyvodit závěry například ve smyslu potvrzení provedení deklarované úpravy map řídicí jednotky, respektive důvodné podezření na provedení nestandardních úprav na vozidle pro další posouzení technické způsobilosti vozidla pro provoz na pozemních komunikacích.

Tab. č. 12 – Srovnání hodnot továrních a zjištěných

	Tovární hodnoty	Zjištěné hodnoty
Max. výkon [kW]/ot.[min]	77 /4000	110,9 /3850
Max. točivý moment [Nm]/ot.[min]	250 /1900	320,4 /2200

6.6 SHRNU TÍ DÍLČÍ ČÁSTI KAPITOLY

V druhé části kapitoly jsem poukázal na možnost užití sady VAG-COM PROFI při odhadu výkonových charakteristik motoru, ta spočívá v získávání podkladových dat pro následné vyhodnocení. Metodiku záznamu podkladových dat, jejich vyhodnocení a interpretaci jsem popsal na aplikaci KPower, za jejíž hlavní devízu považuji rychlé a snadné vyhodnocení dat. Nenáročnost aplikace na vstupní údaje je vyvážena spíše orientačním znázorněním průběhů výkonových charakteristik. Přesto lze z jejich trendu usuzovat o možných závadách motoru. Za směrodatnější výstup považuji zjištěné odhady maximálního výkonu a točivého momentu, které se zejména v případě prvního měření přiblížily skutečným hodnotám a i v případě druhého měření, kde chyběla možnost srovnání se skutečným stavem, nesou hmatatelnou vypovídací hodnotu.

Na rozdíl od alternativní metody, tedy měření na výkonové brzdě se jedná o řešení zcela nenákladné a využití shledávám minimálně jako významný rozhodovací faktor o potřebě provedení zkoušky na výkonové brzdě.

Pro vyčerpání možností metody odkazuji zájemce na užití aplikace OBD Dyno, kterou jsem v úvodu podkapitoly zmiňoval. Ta pracuje s daleko větší škálou vstupních údajů a věřím, že potenciál metody rozvíjí. Představení možností zmíněné aplikace a posouzení vypovídací hodnoty výsledků komparací s výsledky výkonové brzdy by mohlo být samostatným námětem akademické práce.

7 MOŽNOSTI VYUŽITÍ SADY VAG-COM PROFI V SOUDNÍM INŽENÝRSTVÍ

Poslední kapitolu textu diplomové práce pojmám jako souhrn dílčích poznatků. Nyní se vrátím k některým hypotézám teoretické části práce v konfrontaci s výstupy části praktické. V rámci kapitoly ilustrativně aplikuji zjištěné a předvedené možnosti diagnostické sady VAG-COM PROFI při řešení modelových znaleckých problémů.

V kapitole 3.3 teoretické části práce jsem uvažoval několik znaleckých problémů, kde v rámci činnosti znalce sehrává roli využití palubní diagnostiky. Zmíněné znalecké problémy jsem situoval do dvou oblastí. V prvním případě do oblasti posuzování technického stavu motorových vozidel, v druhém případě se jednalo o oblast zjišťování jejich jízdních parametrů.

7.1 ZJIŠŤOVÁNÍ TECHNICKÉHO STAVU MOTOROVÝCH VOZIDEL

V rámci praktické části jsem z hlediska první vymezené oblasti v kapitole 5 předvedl možnosti využití diagnostické sady VAG-COM PROFI prováděním jednotlivých funkcí v podobě diagnostických postupů, které shledávám za velmi relevantní při:

7.1.1 Čtení chybových kódů z paměti řídicích jednotek

Zde jsem v rámci provedených měření a vyhodnocování navrhnul metodický postup aplikaci funkcí sady při znalecké činnosti, v rámci načtení a interpretace chybových kódů z paměti řídicích jednotek. Uvádím jej v kapitole 5.1.3: Shrnutí a metodický postup.

7.1.2 Zjištění dalších relevantních informací z paměti řídicích jednotek

Pro ověření provedené manipulace s údajem tachometru na přístrojové desce a manipulace se softwarem řídicí jednotky slouží funkce *Čtení skutečné hodnoty km* a *Rozšířené identifikace* prezentované v kapitole 5.1.4.

7.1.3 Zjištění mezních stavů

Pro zjištění mezních stavů, nebo z hlediska zpřesnění příčiny detekované chyby jsem v rámci kapitoly 5.2 analyzoval možnosti posuzování provozních údajů získaných prostřednictvím využití sady. V kapitolách 5.2.5 až 5.2.8 uvádím konkrétní diagnostické

postupy založené na analýze provozních údajů a v rámci kapitoly 5.2.9 obecnou metodiku přístupu k posuzování provozních údajů a volby konkrétních diagnostických postupů při zjišťování technického stavu vozidla.

7.1.4 Aplikace při znalecké činnosti

V rámci modelového případu vypracování znaleckého posudku o ceně obvyklé motorového vozidla, kterým by bylo testované vozidlo č. 1, zpracovaného dle Znaleckého standardu číslo I/2005, v souladu s bodem 2.1.2.1 standardu, by praktický výstup výše uvedených možností diagnostické sady spočíval v doplnění odstavce 1.5.1 Motor a spojka následujícími odstavci:

V rámci měření provedených diagnostickým testerem VAG-COM PROFI nebyla v paměti závad řídicí jednotky motoru zjištěna žádná uložená chyba. Při kontrole nastavení regulace počátku vstříku bylo zjištěno mírně opožděné časování dle specifikace. V rámci sledování korekčních hodnot vstřikovaného množství paliva do jednotlivých válců motoru se zjištěné hodnoty pohybovaly v mezích normy, bezprostředně po spuštění studeného motoru i v případě motoru zahřátého na provozní teplotu.

Na základě vizuální kontroly stavu chladicí kapaliny a zjištěné přítomnosti nečistot byla ověřena funkce účinnosti chladicí soustavy motoru. Na základě vyhodnocení záznamu průběhu hodnot teploty chladicí kapaliny hodnotím stav chladicí soustavy motoru jako normální.

Při zkušební jízdě byla zjištěna občasná nerovnoměrnost tahu motoru při akceleraci, proto byla provedena diagnostika snímače množství nasávaného vzduchu a turbodmychadla. Výsledky ukazují na mírně zhoršenou činnost systému regulace plnicího tlaku, která se ještě nachází v normě, ale do budoucna lze předpokládat potřebu opravy turbodmychadla.

7.2 ZJIŠŤOVÁNÍ JÍZDNÍCH PARAMETRŮ MOTOROVÝCH VOZIDEL

Z hlediska druhé vymezené oblasti znaleckého problému, jsem v rámci možnosti zjišťování jízdních parametrů v kapitole 6 posuzoval funkci diagnostické sady *Měření zrychlení*. Na základě srovnání výsledků měření s přístrojem XL Meter v rámci kapitoly 6.2, nedoporučuji použití funkce Měření zrychlení k exaktnímu využití v rámci analýzy průběhu nehodového děje.

Dále jsem v rámci oblasti v kapitole 6.5 posuzoval možnosti odhadu výkonových parametrů. Na základě provedených měření v kapitolách 6.5.2 a 6.5.3 shledávám možnost odhadu výkonových parametrů za velmi relevantní.

7.2.1 Aplikace při znalecké činnosti

Opět navazuji na modelovou situaci. Při posuzování technické způsobilosti testovaného vozidla č. 2 k provozu na pozemních komunikacích dle Vyhlášky 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, z hlediska posuzování souladu technických parametrů testovaného vozidla č. 2 se skutečným stavem, by v rámci provedení odhadu výkonnostních charakteristik motoru dle kapitoly 6.5.1, také z hlediska provedené diagnostiky turbodmychadla, popřípadě dle výstupu *Rozšířené identifikace*, byla s velkou mírou jistoty potvrzena účelovost provedení měření na výkonové brzdě motoru.

Vzhledem k nákladnosti zmiňovaného měření shledávám možnost předchozího odhadu výkonových parametrů za přínosnou. V této souvislosti doporučuji provést analýzu možností aplikace OBD Dyno, kde předpokládám výrazné možnosti zpřesnění mnou uvedené metody.

7.3 SHRNU TÍ

V rámci kapitoly jsem souhrnně demonstroval možnosti využití diagnostické sady VAG-COM PROFI při znalecké činnosti na modelových příkladech znaleckých problémů. Na své poznatky z experimentálních měření a vybrané diagnostické postupy se v kapitole odkazují.

8 ZÁVĚR

Pro naplnění cílů diplomové práce jsem se v rámci studia zásad technické diagnostiky zaměřil na oblast palubní diagnostiky. V popisné části jsem se seznámil se součástmi a funkcemi diagnostické sady VAG-COM PROFI. Následně jsem v praktické části prováděl jednotlivé funkce aplikace VCDS na dvou testovaných vozidlech. V rámci poznatků získaných při studiu na Ústavu soudního inženýrství v Brně a zkušeností nabytých v rámci svého zájmu o automobilismus jsem usiloval o maximalizaci informačního potenciálu funkcí programu VCDS v kooperaci s ostatními součástmi sady, respektive také s dalšími informačními zdroji a aplikacemi. Funkce jsem se snažil účelně demonstrovat v rámci diagnostických postupů, přičemž důraz jsem kladl na pochopení a vysvětlení jednotlivých kroků a také na vypracování metodických pokynů. Vypovídací hodnotu výsledků jsem v rámci možností ověřoval kombinacemi postupů, případně srovnáním metod. Zejména při zpracování druhé praktické části mi byla velkou oporou účast na praktických měřeních, zprostředkována v rámci studia na VŠ. Kvalitativní stránku možností diagnostické sady jsem posuzoval z hlediska uplatnění v soudním inženýrství a svá zjištění jsem shrnul v samostatné kapitole. Věřím, že poznatky a metodické postupy, které jsem v práci uvedl, mohou být přínosné i mimo rámec exaktního užití a doufám, že z nich budou čerpat například také čtenáři, které se mnou spojuje stejná vášeň pro motorismus a vzdělávání se v této oblasti.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Pro více informací:

- (1) AUTOCOMSOFT S.R.O. *Příručky a příslušenství* [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/prirucky-prislusenstvi>
- (2) AUTOCOMSOFT S.R.O. *VAG-COM PROFI* [online]. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/zbozi/vag-com-profi>
- (3) *B&B ELECTRONICS. OBD-II - On-Board Diagnostic System Information* [online]. [obrázek]. [cit. 2014-02-04]. Dostupné z: <http://www.obdii.com/connector.html>
- (4) CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD. *OB D Program*. [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdprog.htm>
- (5) ĎAĎO, Stanislav. *Senzory a měřící obvody*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1996, 315 s. ISBN 80-01-01500-9.
- (6) JAN, Zdeněk, Jindřich KUBÁT a Bronislav ŽDÁNSKÝ. *Elektronika motorových vozidel II*. Brno: Avid, spol. s r.o., 2008, 211 s. ISBN 978-80-87143-14-8.
- (7) HOREJŠ, Karel a Vladimír MOTEJL. *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů*. Vyd. 4. Brno: Littera, 2011, 370 s. ISBN 978-80-85763-61-4.
- (8) KLEDUS, Robert. *Obecná metodika soudního inženýrství*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 105 s. ISBN 978-80-214-4551-2.
- (9) KREJČÍŘ, Pavel a Albert BRADÁČ. *Znalecký standard č. I/2005: oceňování motorových vozidel*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 103 s. ISBN 80-7204-370-6.
- (10) MALONE TUNING LTD. *VCDS (VAG-COM) Logging Guide* [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: http://malonetuning.com/guides/vagcom/vagcom_logging_guide.pdf
- (11) *Mapy.cz* [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://mapy.cz>
- (12) PANÁČEK, Vladimír. *Zkoušení vozidel*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012, 86 s. ISBN 978-80-214-4558-1.
- (13) PASSAT SITE: *VCDS AND PD TDI ENGINE HEALTH CHECK*. [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/1810martin/vcds-and-pd-tdi-engine-health-check>

- (14) REIF, Konrad a Karl-Heinz DIETSCHKE. *Automotive handbook: Bosch - invented for life*. 8th ed., revised and extended. Chichester: John Wiley & Sons, 2011, 1265 s. ISBN 978-1-119-97556-4.
- (15) ROSS-TECH, LLC. *VAG-COM: Tour: Fault Code Screen*. [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: http://www.ross-tech.com/vag-com/tour/dtc_screen.html
- (16) ROSS-TECH, LLC. *VAG-COM: Tour: Readiness*. [online]. [obrázek]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.ross-tech.com/vag-com/tour/readiness.html>
- (17) ROSS-TECH, LLC. 16618/P0234/000564. [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://wiki.ross-tech.com/wiki/index.php/16618/P0234/000564>
- (18) Sportmotor. [online]. [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.sportmotor.cz/motor/tdii.htm>
- (19) Sportmotor. [online]. [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.sportmotor.cz/motor/tdi772.htm>
- (20) ŠTĚRBA, Pavel. *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel: seřizování, diagnostika závad a chybové kódy OBD*. 1. vyd. Brno: CPress, 2013, 191 s. ISBN 978-80-264-0271-8.
- (21) ŠTĚRBA, Pavel. *Elektrotechnika a elektronika automobilů: elektrická zařízení, diagnostika a odstraňování závad*. Vyd. 1. Praha: Computer Press, 2004, 182 s. ISBN 80-251-0211-4.
- (22) ŠTĚRBA, Pavel a Jiří ČUPERA. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel I*. Vyd. 2. Brno: Avid, s. r. o., Brno, 2010, 195 s. ISBN 978-80-87143-17-9.
- (23) ŠTĚRBA, Pavel; ČUPERA Jiří a Adam POLCAR. *AUTOMOBILY: Diagnostika motorových vozidel II*. Vyd. 1. Brno: Avid, s.r.o., 2011, 181 s. ISBN 978-80-87143-19-3.
- (24) US EPA. *On-Board Diagnostics (OBD): Basic Information*. [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/obd/basic.htm>
- (25) VAG-COM. *Diagnostický software pro vozy VW, Audi, Seat, Škoda*. RossTech Ltd. AutoComSoft s.r.o.
- (26) VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů I*. Brno Littera, 2006. 128 s. ISBN 80-85763-31-1.

- (27) VÉMOLA, Aleš. *Diagnostika automobilů II*. Brno Littera, 2006. 84 s. ISBN 80-85763-32-X.
- (28) VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2006, 444 s. ISBN 80-239-7064-x.
- (29) VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2001, 576 s. ISBN 80-238-6573-0.
- (30) Vyhláška 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
- (31) Zákon č.89/2012 Sb., občanský zákoník.

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1 – Průběh zaznamenaného logu zpracovaný v aplikaci MS Excel	71
Graf č. 2 – Zobrazení LOG-01-003-010-011_4.stupeň.CSV aplikací DP Log View	73
Graf č. 3 – Zobrazení LOG-01-001-003-011(běžná jízda).CSV aplikací DP Log View	76
Graf č. 4 – Zobrazení LOG-01-003-010-011.CSV aplikací DP Log View.....	77
Graf č. 5 – VCDS: modul TDIGraph – upraveno, testované vozidlo č. 1.....	82
Graf č. 6 – Vyhodnocení měření zrychlení v aplikaci XL Vision.....	90
Graf č. 7 – Aplikace KPower: vyhodnocení měření výkonových charakteristik č. 1	101
Graf č. 8 – Aplikace KPower: vyhodnocení měření výkonových charakteristik č. 2	104

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Blokové schéma zpracování signálů el. řídicí jednotkou	21
Obr. č. 2 – Některé příklady symbolů kontrolky MIL.....	27
Obr. č. 3 – Normovaný OBD II konektor.....	28
Obr. č. 4 – Diagnostická sada VAG-COM PROFI	34
Obr. č. 5 – Hlavní nabídka aplikace VCDS.....	37
Obr. č. 6 – Výběr řídicí jednotky.....	37
Obr. č. 7 – Výběr funkcí.....	38
Obr. č. 8 – Výpis paměti závad	39
Obr. č. 9 – Stav Readiness zážehového motoru	42
Obr. č. 10 – Nastavení programu.....	47
Obr. č. 11 – Informace o chybovém kódu dle Ross-Tech WIKI.....	55
Obr. č. 12 – Informace o závadě 02395 dle aplikace VIS.....	57
Obr. č. 13 – Aplikace VCDS – Čtení skutečné hodnoty tachometru	61
Obr. č. 14 – Aplikace VCDS – OBD II: Mód 1 Měřené hodnoty.....	84
Obr. č. 15 – Okno aplikace VCDS: Měření zrychlení.....	85
Obr. č. 16 – Místo měření zrychlení č. 1	91
Obr. č. 17 – Místo měření zrychlení č. 2	94

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. č. 1 – Popis významu jednotlivých bitů z leva.....	40
Tab. č. 2 – Přehled režimů OBDII.....	45
Tab. č. 3 – Zobrazení LOG-01-003-010-011_4.stupeň.CSV aplikací DP Log View	74
Tab. č. 4 – Přehled důležitých skupin k logování.....	79
Tab. č. 5 – Zjištěné hodnoty korekce vstřikovačů testovaného vozidla č. 1	81
Tab. č. 6 – Zjištěné hodnoty korekce vstřikovačů testovaného vozidla č. 2	81
Tab. č. 7 – Srovnání doby zrychlení změřené jednotlivými přístroji	92
Tab. č. 8 – Srovnání doby zrychlení změřené jednotlivými přístroji s chybou metody.....	95
Tab. č. 9 – Parametry zkoušeného vozidla č. 1	100
Tab. č. 10 – Srovnání hodnot továrních a zjištěných.....	102
Tab. č. 11 – Parametry zkoušeného vozidla č. 2	103
Tab. č. 12 – Srovnání hodnot továrních a zjištěných.....	104

SEZNAM POUŽITÝCH VÝSTUPŮ Z LOGU

Výstup z logu č. 1 – VW Passat B6/Log-Rozšířená ID.txt	51
Výstup z logu č. 2 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	53
Výstup z logu č. 3 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	53
Výstup z logu č. 4 – VW Passat B6/ 03G-906-016-BKC.lbl	54
Výstup z logu č. 5 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	56
Výstup z logu č. 6 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	57
Výstup z logu č. 7 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	58
Výstup z logu č. 8 – VW Passat B6/Automatický test.txt – část.....	59
Výstup z logu č. 9 – VW Passat B6/Log-Stav READINESS.txt	60
Výstup z logu č. 10 – VW Passat B6/Log-OBDII Mód 7.txt.....	62
Výstup z logu č. 11 – VW Passat B6/Log-OBDII Mód 2.txt.....	62
Výstup z logu č. 12 – VW Passat B5/Log-Skupiny.txt	66
Výstup z logu č. 13 – Měření zrychlení/č.1 0-60.txt	87

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: CD-ROM

Obsah disku CD-ROM

Měření zrychlení	<i>Podkladová data pro zpracování kapitoly 6</i>
Odhad výkonu	<i>Podkladová data pro zpracování kapitoly 6</i>
Posouzení technického stavu	<i>Podkladová data pro zpracování kapitoly 5</i>
SW	<i>Soubory aplikací DP Log View a KPower</i>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABS	– Anti-lock Brake System
ASR	– Anti-Slip Regulation
CARB	– California Air Resources Board
DTC	– Diagnostic Trouble Codes
ECU	– Electronic Control Unit
EDS	– Elektronische-Differenzial-Sperre
EEPROM	– Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EGR	– Exhaust Gas Recirculation
EPA	– United States Environmental Protection Agency
EPROM	– Erasable Programmable Read-Only Memory
ESP	– Electronic Stability Program
MAF	– Mass Air Flow
NM	– Nafta Motorová
OBD	– On-Board Diagnostics
PD	– Pumpe Düse
RAM	– Random-Access Memory
ROM	– Read-Only Memory
ŘJ	– Řídicí jednotka
TDC	– Top Dead Centre
TSC	– Traction Control System
VE	– čerpadlo typu Verteiler