

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Diplomová práce

Diagnostika poruch spalovacích motorů

Vedoucí: Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Autor: Bc. Lukáš Menšík

Praha 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Lukáš Menšík

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Diagnostika poruch spalovacích motorů

Název anglicky

Fault Diagnosis of Internal Combustion Engines

Cíle práce

Popsat současný stav v diagnostice poruch spalovacích motorů. Analyzovat a experimentálně ověřit možnosti diagnostických postupů a zařízení.

Metodika

- prostudovat základní literaturu, normy, internetové odkazy a další prameny z celého světa
- provést literární rešerši v oblasti diagnostiky poruch
- vyhledat a kontaktovat významné instituce, výrobce, a servisní organizace zabývající se problematikou diagnostikou poruch vozidel
- provést vlastní analýzu a uvést nové případné teoretické předpoklady a názory
- experimentálně ověřit zvolenou diagnostiku u vybraných poruch

Doporučený rozsah práce

50 stran, včetně tabulek, obrázků a grafů

Klíčová slova

spalovací motor, porucha, diagnóza, prognóza, seriová diagnostika, paralelní diagnostika

Doporučené zdroje informací

3. VLK, F.: Diagnostika motorových vozidel. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2006. ISBN 80-239-7064-X.
1. REMEK, B.: Provozní údržba a diagnostika vozidel. Vysokoškolská skripta. Vydání první. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 142 s. ISBN 80-01-02615-9.
2. VLK, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2001. 576 s. ISBN 80-238-6573-0.
4. PAPOUŠEK, M ŠTĚRBA, P.: Diagnostika spalovacích motorů. 2. vydání. Brno: Computer Press, a. s., 2007. 224 s. ISBN 978-80-251-167-5.
5. HOYLE, D. Automotive quality systems handbook. 2. vydání. Amsterdam: Elsevier Butterworth Heinemann, 2005. 709 s. ISBN 0-7506-6663-3
6. BONNICK, Allan W.M. Automotive Computer Controlled Systems: Diagnostic tools and techniques. 1st Edition. Great Britain: Butterworth-Heinemann, 2001. 252 pages. ISBN 0-7506-5089-3

Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 15. 1. 2014

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Kotka, Ph.D. a uvedl všechny zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, Duben 2015

.....
Lukáš Menšík

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Martinu Kotkovi, Ph.D. za vedení, odborné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

Děkuji také kolektivu autoservisu Přerost a Švorc AUTO s.r.o., zejména pak svému otci Janu Menšíkovi za cenné rady a pomoc při zpracování experimentální části práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problematikou diagnostiky poruch spalovacích motorů. V první části jsou popsány základy technické diagnostiky strojů, její principy, úlohy a druhy. Dále je popsán vývoj diagnostiky v oblasti automobilů, vývoj vlastní diagnostiky a palubních systémů vozidel, které přispívají ke zjednodušení diagnostiky. Jsou zde popsány a charakterizovány značkové i neznačkové diagnostické testery automobilů. V kapitole analýza poruch motorů nalezneme zpracovaná reklamační data s rozdělením na jednotlivé funkční soustavy motoru a analýzu vývoje poruchovosti motorů s odstupem osmi let. V experimentální části jsou ověřeny moderní diagnostické postupy na reálných vozidlech s reálnými závadami, včetně zhodnocení zdali se dalo závadě předcházet a kolik finančních prostředků se díky důkladné diagnostice podařilo ušetřit.

Klíčová slova

spalovací motor, porucha, diagnóza, prognóza, sériová diagnostika, paralelní diagnostika

Fault Diagnosis of Internal Combustion Engines

Abstract

This diploma thesis deals with fault diagnosis of internal combustion engines. The first part describes the basics of technical diagnostics of machines, its principles, roles and types. We also describe the evolution of diagnostics for cars, evolution of self-diagnosis and on-board vehicle systems that contribute to simplifying diagnostics. There are described and characterized branded and unbranded automotive diagnostic testers. In chapter analysis of engine failures, we can find processed complaint data divided into individual functional system of the engine and trend analysis engine failure after eight years. In the experimental part, there are verified modern diagnostic procedures on real vehicles with real defects, including assessment of whether the defect could be prevented and how much money we saved, because of depth diagnosis.

Key words

internal combustion engine, failure, diagnosis, prognosis, serial diagnostics, parallel diagnostics

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Diagnostika poruch	3
2.1	Definice a základy diagnostiky	3
2.1.1	Technická diagnostika	3
2.1.2	Úlohy diagnostiky	4
2.2	Diagnostické postupy	5
2.2.1	Prostý diagnostický postup	5
2.2.2	Větvený diagnostický postup	6
2.2.3	Expertní systémy	7
2.3	Diagnostické metody	9
2.3.1	Objektivní diagnostické metody	9
2.3.2	Subjektivní diagnostické metody	9
3.	Vývoj diagnostických metod a techniky	11
3.1	Vlastní diagnostika	11
3.1.1	Readinesskód	12
3.2	Sériová diagnostika	13
3.2.1	Blikací kód	15
3.2.2	EOBD a OBD II	16
3.3	Paralelní diagnostika	17
3.3.1	Multimetr	17
3.3.2	Osciloskop	18
3.3.3	Analyzátor výfukových plynů	19
3.3.4	Kompresimetr - přístroj pro měření kompresního tlaku	19
4.	Současný stav diagnostiky	21
4.1	Specializované diagnostické testery	21
4.1.1	VW koncern	22
4.1.2	BMW	23
4.1.3	Renault, Dacia	24
4.1.4	Mercedes-Benz, Smart	25
4.1.5	Ford, Jaguar, Land Rover, Mazda	26
4.2	Univerzální diagnostické testery	27
4.2.1	Bosch	27
4.2.2	HR CARSOFT s.r.o. – SuperVAG	29
4.2.3	ATAL	30
4.2.4	Ross-Tech	31
5.	Analýza poruch motorů	32
5.1	Analýza poruchovosti jednotlivých soustav	32
5.2	Porovnání vývoje četnosti poruch motorů	34
6.	Experimentální ověření diagnostických metod	37
6.1	Vadný snímač polohy ovladače plnicího tlaku (G581)	37
6.1	Zanesené lopatky turbodmychadla	42
7.	Závěr	49
8.	Seznam použitých zdrojů	51
9.	Seznam použitých obrázků a grafů	54

1. Úvod

V dnešní době jsou na automobily kladeny vysoké nároky v oblastech jízdního komfortu, bezpečnosti jízdy, snižování hluku, zvyšování účinnosti motoru, snižování obsahu škodlivin ve výfukových plynech atp. K dosažení všech těchto cílů automobilky využívají stále více elektronických, resp. mechatronických systémů, které se stávají běžnou součástí moderních automobilů.

Se zvyšujícím se počtem elektronických součástek se také mění způsoby oprav a požadavky na kvalifikovanost pracovníků autoservisů. Zatímco před zhruba 30 lety byly nejčastější opravy mechanických součástí motoru, případně oprav mechanických poškození chladičů, v dnešní době se nejčastěji můžeme setkat s opravami elektronických, resp. mechatronických součástí motoru.

Tyto opravy ovšem nejsou dány nespolehlivostí této elektroniky, nýbrž jejich vysokým a stále se zvyšujícím počtem. Elektronika sloužící k bezchybnému fungování motorů je vystavována vyšším nárokům než v jiných elektronických zařízeních. Při provozu automobilu působí na tyto komponenty mnoho vlivů, jako jsou např. rozdíly teplot, otřesy, vibrace, prašnost, vlhkost.

Protože je každé vozidlo jiné a každá automobilka si rozvržení komponentů určuje sama, byla by pro diagnostiku poruchy nutná perfektní znalost daného vozidla s danou motorizací a výbavou. To ovšem vzhledem k počtu různých modelů automobilů není v lidských silách. V tuto chvíli je nejvhodnější použít diagnostické zařízení, které je schopné komunikovat s vozidlem a jeho počítačem - řídicí jednotkou. Tato řídicí jednotka sbírá informace z nejrůznějších snímačů, vyhodnocuje je a v případě jakýchkoliv nestandardních hodnot zaznamená chybu, která se pak s jednoduchým popisem diagnostikovi zobrazí.

Moderní diagnostické testery v sobě mají integrovaný manuál včetně popisu závady, popisu umístění komponent v automobilu a popisu řešení vzniklé závady. Na starších typech diagnostik byl pouze vypsán kód chyby s krátkým popisem a další postup musel automechanik znát, případně postupovat podle servisního manuálu.

Diagnostické testery jsou významným ulehčením při hledání vzniklé závady u moderního vozidla. Autoservisy jsou dnes běžně vybaveny diagnostickými přístroji, které umožňují čtení, mazání a upravování dat v řídicí jednotce. Tyto zaznamenané chyby mohou ovšem být pouhým vodítkem pro nalezení příčiny a je tedy vhodné je doplnit o klasické metody diagnostiky, které nám pomohou příčiny přesně určit a tím zamezit dalším problémům a ušetřit tak majiteli vozidla častokrát nemalé finanční prostředky.

Autorizované servisy mají od výrobce předepisovány originální, často jimi vyráběná a programovaná diagnostická zařízení. Naopak neautorizované servisy potřebují pro svoji činnost univerzální diagnostické přístroje umožňující komunikovat s řídicími jednotkami mnoha různých typů vozidel.

2. Diagnostika poruch

2.1 Definice a základy diagnostiky

Slovo diagnostika pochází a je odvozeno z řeckého „dia-gnosis“, což znamená v řečtině „přes poznání“ (určování, rozeznávání). V obecném pojetí je technická diagnostika nauka, která monitoruje stav nějakého technického zařízení. Také se ale věnuje metodám a principům technických prostředků, které umožňují provádět zkoumání a analýzu objektu podléhajícímu diagnostickému procesu. [1, 2]

2.1.1 Technická diagnostika

Technická diagnostika vychází ze dvou základních předpokladů:

- Proces diagnostiky je bezdemontážní ve smyslu zkoušení diagnostikovaného objektu při dodržení uspořádání jednotlivých komponent tak, jak je zařízení konstruováno a schopno práce. Při nutnosti demontáže se odstraňují pouze díly nezbytné k provedení diagnostiky a musí být zajištěna činnost funkční skupiny.
- Technická diagnostika nepoškozuje diagnostikovaný objekt - je nedestruktivní.

Dodržení daných podmínek je, a to především v diagnostice motorových vozidel, velmi nelehký úkol. Vyhodnocení stavu zařízení je podmíněné stanovením symptomu, jehož projev nese jedna ze snadno měřitelných fyzikálních veličin.

Velmi důležitá je při diagnostickém úkonu také perfektní znalost jednotlivých komponent systému, případně znalost celého diagnostikovaného systému. Při procesu diagnostiky by v žádném případě neměla nastat situace, při které se pracovník diagnostiky bude seznamovat s principem, na kterém je daný systém založen. [1]

2.1.2 Úlohy diagnostiky

Podle času můžeme rozlišit úlohy, na které se diagnostický proces soustředí:

- diagnóza - současný stav
- prognóza - předpověď budoucího stavu
- geneze - určování příčiny poruchy v minulosti

Diagnóza je vyhodnocením provozuschopnosti zkoumaného technického objektu, tj. jeho současného technického stavu. Technický stav je stanoven na základě hodnot diagnostických veličin a může být:

- bezvadný
- provozuschopný
- poruchový

Součástí diagnózy je také lokalizace poruchy. Tou se určuje místo vzniku poruchy. Správná lokalizace je závislá na technických prostředcích a použitých metodách. Následné správné vyhodnocení člověkem patří mezi nejsložitější cíle diagnostiky nejen motorových vozidel. [1, 3]

Prognóza se zaměřuje na určování budoucího vývoje technického stavu daného objektu. Budoucí stav ovšem není možné určovat jakýmkoliv technickými nástroji a jedinou cestou je zkoumání a vyhodnocování pravděpodobnosti bezporuchových stavů na totožných objektech na určitém počtu vzorků.

Geneze zjišťuje, z jakého důvodu se předčasně zhoršuje technický stav objektu a analyzuje příčiny poruchy objektů. Cílem geneze je zamezit opakujícím se závadám stejného typu a tím zamezit prostojům stroje, zvýšení nákladů na provoz a zajistit jeho bezporuchový stav jak nejdéle to bude možné.

Mezi těmito třemi úlohami existují vzájemné souvislosti, ale vždy je při procesu diagnostického zkoumání nutné určení diagnózy. Kvalitativně je možné diagnózu ovlivnit diagnostickým pokrytím, které určuje hloubku detekce s vyhodnocením detekovaných poruch nebo také diagnostickým rozlišením určujícím hloubku lokalizace s určením počtu lokalizovaných poruch. [1]

Diagnostiku je třeba vnímat jako část souhrnné péče o jakákoliv zařízení či jakékoliv stroje a v této souvislosti ji můžeme uplatňovat jako:

- průběžnou preventivní diagnostiku
- preventivní diagnostiku před opravou
- následnou diagnostiku po poruše

Průběžná preventivní diagnostika je na zařízení prováděna v předem stanovených intervalech a v případě zhoršení některé ze sledovaných veličin dojde k nasazení opatření, které zabrání dalšímu zhoršování technického stavu výrobku, případně následné havárii stroje. Intervaly mohou být různé v závislosti na pracovních podmínkách stroje, jeho vytížení a charakteru požadované práce.

Preventivní diagnostika před opravou má za úkol zjistit technický stav, rozsah poškození stroje a na základě těchto znalostí následně určit dobu, rozsah, způsob a náročnost plánované opravy.

Úkolem diagnostiky po poruše je zjistit, z jakého důvodu se porucha stala, jak velký je rozsah škody a co bude nutné provést k jejímu odstranění. [1, 2]

2.2 Diagnostické postupy

Diagnostický postup je soubor jednotlivých po sobě jdoucích diagnostických úkonů, které jsou prováděny s cílem stanovit technický stav diagnostikovaného objektu. Diagnostické postupy v sobě ukrývají nejen samotné měření diagnostických parametrů, ale je zahájen už v přípravě k diagnostikování daného objektu. To znamená, že musí zahrnovat i seznámení se s předcházejícím provozem, nutnou administrativu, vlastní zjišťování diagnózy, prognózu a vydání protokolu a provedené diagnostické práce. Diagnostické postupy dělíme na prosté a větvené.

2.2.1 Prostý diagnostický postup

Prostý diagnostický postup je založen na provedení předepsaných úkolů podle předpřipraveného schématu viz obr.1. Během diagnostiky se nerozlišuje, zdali je diagnostický parametr v toleranci nebo mimo ni. Postupně se provádějí úkoly, které musí být podle schématu provedeny, přestože se prodlužuje doba na diagnostiku a zvyšují se náklady na provedení. Prostý diagnostický postup je vhodný pro objekty, které mají podstatný vliv

na bezpečnost provozu. Pro většinu objektů je ale nevhodný díky své vysoké pracnosti, časové náročnosti a neefektivnosti.

Obr. 1 - prostý diagnostický postup

Poř. č.	Úkon, naměřené hodnoty				
1.	Dotažení hlavy válců a seřízení ventilů				
2.	Seřízení vstřikovačů				
3.	Měření kompresních tlaků [MPa]				
	č. válce:	1	2	3	4
	naměřeno:	.....	.....	.....	.....
4.	Měření a seřízení dodávky paliva při 80% n_j [cm ³ /200vstř.]				
	č. jednotky:	1	2	3	4
	naměřeno:	.....	.....	.....	.....
5.	Měření a seřízení dodávky paliva při 40% n_j [cm ³ /200vstř.]				
	č. jednotky:	1	2	3	4
	naměřeno:	.....	.....	.....	.....
6.	Seřízení příběhových otáček.				
7.	Měření úhlu předstřihu: [°]				
8.	Měření P_e celého motoru při 40% n_j : [kW]				
9.	Měření P_z celého motoru při 40% n_j : [kW]				
10.	Měření P_e celého motoru při 80% n_j : [kW]				
11.	Měření P_z celého motoru při 80% n_j : [kW]				
....	atd.				

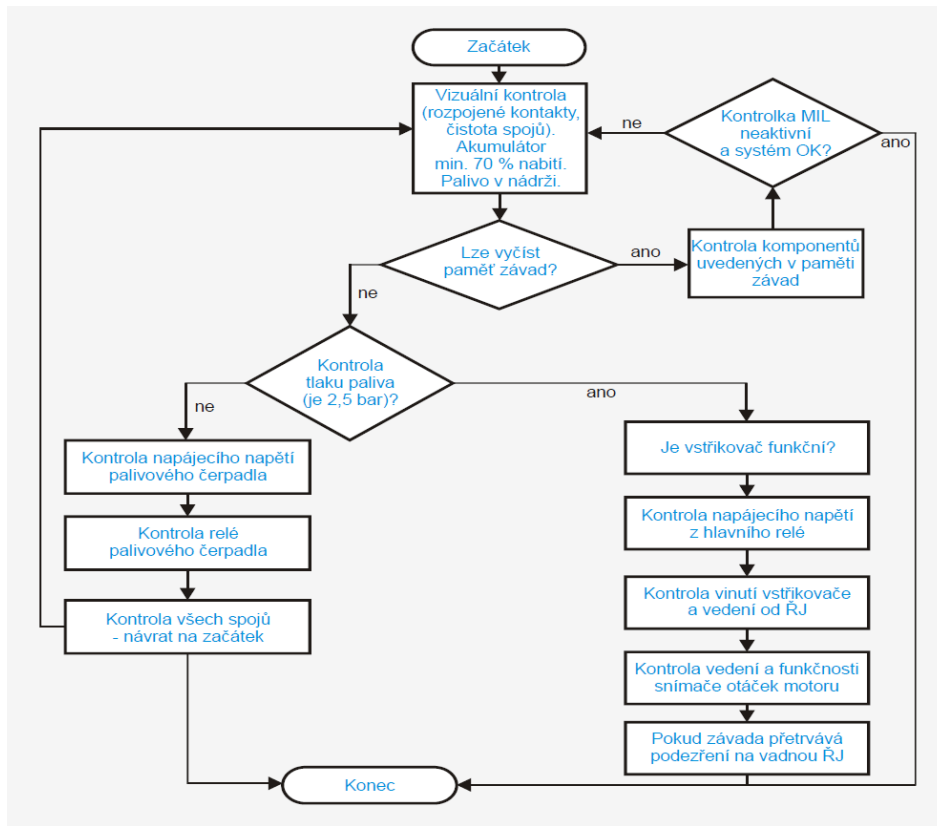
Zdroj: KADLEČEK, Boleslav. Přednášky z předmětu Diagnostika motorových vozidel. Technická Fakulta. 2012.

Česká zemědělská univerzita v Praze.

2.2.2 Větvený diagnostický postup

Větvený diagnostický postup je založen na jednoduchém konceptu, při kterém se srovnávají naměřené diagnostické parametry s normativními hodnotami a po vyhodnocení se rozhoduje, jaký následující krok bude nejvhodnější viz obr.2. Při dobře zvoleném větveném postupu lze ušetřit čas a snížit náročnost diagnostiky. Tvorba diagnostického postupu pro motorová vozidla patří k jednomu z velmi složitých úkolů diagnostiky. [1, 4]

Obr. 2 - větvený diagnostický postup



Zdroj: KADLEČEK, Boleslav. Přednášky z předmětu Diagnostika motorových vozidel. Technická Fakulta. 2012. Česká zemědělská univerzita v Praze.

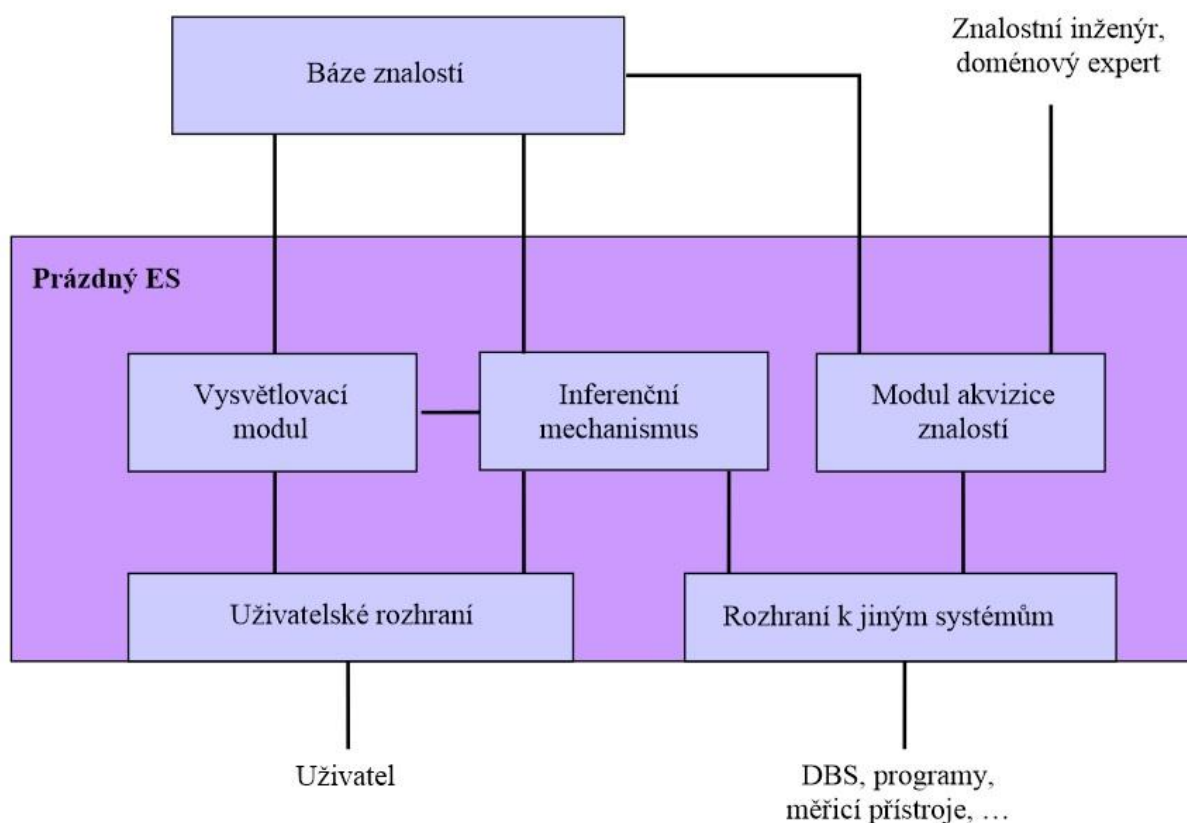
2.2.3 Expertní systémy

Expertní systémy jsou definovány jako počítačové programy, které simulují rozhodovací činnost experta při řešení složitých diagnostických úloh. Využívají vhodně zakódované a jasně definované znalosti převzaté od experta s cílem dosažení vysoké kvality rozhodování ve zvolené problémové oblasti.

Expertní systémy mají následující charakteristické rysy:

- oddělení mechanismu využívání od znalostí
- schopnost rozhodování při neurčitosti
- schopnost vysvětlování

Obr. 3 - schéma expertního systému



Zdroj: Dvořák, Jiří. *Expertní systémy. Fakulta strojního inženýrství. 2004. VUT v Brně.*

Expertní systém obsahuje tyto části, znázorněné na schématu viz obr.3:

- báze znalostí
- inferenční mechanismus
- I/O rozhraní (vývojové, uživatelské, vazby na jiné systémy)
- vysvětlovací modul
- modul pro získávání znalostí

Báze znalostí obsahuje znalosti z určité oblasti a charakteristické znalosti o řešení problémů z této určité oblasti. Znalosti zde mohou být nejrůznějšího typu, jako např.: nejobecnější ale i charakteristické, přesné i nejisté, jednoduché i složité. Jsou zde reprezentovány ve formě matematické logiky, pravidel, rozhodovacích stromů, rámců a scénářů, objektů.

Interferenční mechanismus obsahuje obecné algoritmy, které jsou schopny řešit problémy na základě definovaných faktů pomocí manipulace se znalostmi, které jsou obsaženy v bázi znalostí.

Uživatelské rozhraní zprostředkovává komunikaci expertního systému s uživatelem. Vysvětlovací modul objasňuje, jak bylo dosaženo vyhodnocení. Toto umožňuje posoudit věrohodnost výsledku expertního systému. [4, 5]

2.3 Diagnostické metody

Pro diagnostikování stavu strojních zařízení lze využít různých metod, dle kterých můžeme samozřejmě dostat různé výsledky. Pro každé zařízení a pro každou poruchu je třeba volit vhodnou metodu pro dosažení přesných a správných výsledků. Diagnostické metody můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin:

- objektivní diagnostické metody
- subjektivní diagnostické metody

2.3.1 Objektivní diagnostické metody

Objektivní diagnostické metody využívají moderní měřicí techniku a jejich cílem je dostat přesnou hodnotu měřeného provozního parametru a na základě této hodnoty odhalit případné anomálie. Nejvíce zjišťovanými veličinami jsou hodnoty ze snímačů, rozměry součástí, tlaky, hmotnosti atp. Tyto přesné hodnoty jsou pak dále předávány do expertních systémů, které na základě známých hodnot těchto veličin umožní diagnostikovi nalézt příčinu problému a pomoci k jejímu odstranění. [4, 6]

2.3.2 Subjektivní diagnostické metody

Subjektivní diagnostické metody mohou sloužit jako souhrnný obraz stavu daného zařízení. Tyto metody jsou založeny na lidských smyslech - zraku, sluchu, čichu, hmatu a chuti. Tyto metody však nelze považovat za dokonalé, protože jsou ve velké míře ovlivněny kvalifikovaností a zkušenostmi diagnostika, který je realizuje.

Zrakem lze zjišťovat opotřebení funkčních ploch strojů, kouřivost motoru, únik provozních kapalin, větší poškození funkčních součástí. Tato kontrola spočívá ve zhodnocení stavu součásti srovnávací metodou se součástí, která je v bezvadném stavu. Vizualní kontrola se dá dělit na přímou - využívající pouze zrak bez pomoci jakékoliv

techniky a nepřímou - využívající různé pomůcky pro lepší zobrazení např. nedostupných nebo špatně osvětlených míst. K prozkoumání součástí v nepřístupných místech slouží endoskopy, resp. jejich varianty v podobě boroskopů, fibroskopů a videoskopů.

Pomocí sluchu je možné sledovat hluky buď celého stroje nebo jeho částí. Při této metodě je snahou poslouchat hluky, které by při bezvadném stavu stroje neměly být vůbec slyšet. K odposlouchávání hluků z předem určených oblastí je využíváno technického stetoskopu, který pomáhá odloučit rušivé vlivy a pomáhá orientovat se přímo na oblast, kterou chceme prověřovat. U motorů se dají pomocí stetoskopie odhalit různé vûle motorových součástí, např. hlavních a ojnicích ložisek, pístu ve válci, v uložení písního čepu atp.

Pomocí hmatu se dají nalézt závady např. na tlumičích, pérování, brzdách atp. Tyto závady se dají odhalit během jízdy, kdy je možné cítit přenos abnormálních vibrací do celého vozu. Poté záleží na zkušenostech diagnostika, který podle způsobu projevu musí určit přesnou příčinu a také její následné řešení. [2, 4]

3. Vývoj diagnostických metod a techniky

Dnešní automobily jsou plné elektronických pomůcek, které řídí, snímají a kontrolují provoz celého systému. Nebývalo tomu tak ale vždycky. Není to tak dávno, co v automobilech byla elektronika používána pouze v oblasti zapalování palivové směsi. Diagnostika dříve spočívala v jednoduchých úkonech a jednoduchých přístrojích. Typickou diagnostikou motoru bylo měření úhlu předstihu zážehu, nastavení přerušovače, nastavení bodu rozepnutí, měření otáček atp. Nejsložitější technikou pro diagnostiku pak byl analogový osciloskop, pomocí kterého byl měřen např. průběh zapalování, diagnostika cívek a kondenzátorů.

Postupem času se ovšem ve vozidlech začaly nahrazovat čistě mechanické komponenty elektronickými systémy, díky kterým je možné zavádění nových systémů, sloužících k uspokojení stále se zvyšujících nároků týkajících se bezpečnosti (jízdní asistenti, airbagy), snižování produkce škodlivin do ovzduší (řízení palivové směsi, lambda sondy), snižování spotřeby paliva (Stop/Start systém, vypínání válců) a jízdního komfortu (klimatizace, adaptivní tempomat, navigace). Při neustále se zvyšujícím počtu elektronických součástí bylo také potřeba mít možnost tyto součásti diagnostikovat, proto se začala v automobilech rozvíjet vlastní diagnostika, která měla uživatele včas informovat o různých funkčních anomáliích a zabránit tím rozsáhlým škodám. [7]

3.1 Vlastní diagnostika

V počátku měla každá automobilka svůj vlastní způsob diagnostiky, své standardy a normy. To způsobovalo značné problémy zejména víceznačkovým autoservisům, které si musely pořizovat mnoho typů diagnostických přístrojů, aby mohly zachovat podporu značkám vozidel, u kterých chtěly nabízet možnosti servisování. Tento problém začal na začátku osmdesátých let minulého století řešit jednotný soubor norem OBD, což je systém palubní diagnostiky, který byl pro osobní automobily stoprocentně zaveden v Evropě od roku 2003 a v USA od roku 1996. Pro nákladní automobily byl pak zaveden od roku 2009.

První verze OBD měly za funkci pouze rozsvítit kontrolku MIL, což je chybové kontrolní světlo na přístrojové desce, které slouží k upozornění řidiče při detekci problému. Modernizované OBD systémy používají standardizovaný digitální komunikační port, aby mohly zprostředkovat zobrazení chybových kódů v reálném čase, podle kterých může technik dále identifikovat závady a navrhnout opatření, případně postup opravy. [7, 8]

3.1.1 Readinesskód

K vyhodnocování vlastní diagnostiky slouží readinesskód. Jedná se o osmimístný číselný kód, který udává stav diagnostiky emisí. Každá pozice představuje určitou součást v systému viz obr.4 a nabývá hodnot 1 a 0. Tyto hodnoty udávají, zda byla (příslušná pozice obsazená hodnotou 0) nebo nebyla provedena diagnostika (příslušná pozice obsazená hodnotou 1). Po každém resetování Readiness kódu se všude zapíše hodnota 1 a teprve po provedení diagnostiky určité součásti se příslušná pozice změní z 1 na 0. Toto celé je pravidelně prováděno při běžném provozu vozidla. Při opravě některé součásti mající vliv na produkci emisí je doporučeno provést vyvolání a vyhodnocení readinesskódu pro zjištění, zda je dosaženo správné funkce. Při nalezení závady během diagnostiky se tato nalezená závada zapíše do paměti závad.

Obr. 4 - Ukázka readinesskódu Fabia 1,4/50kW

Význam osmimístého čísla readinesskódu

X	X	X	X	X	X	X	X	Testovaný systém
0								zpětné vedení výfukových plynů (není k dispozici, vždy 0)
	0							vyhřívání lambda-sond
		0						lambda-sondy
			0					klimatizace (v současné době se netestuje, vždy 0)
				0				systém sekundárního vzduchu (není k dispozici, vždy 0)
					0			nádobka s aktivním uhlím (systém odvětrávání palivové nádrže)
						0		vyhřívání katalyzátoru (v současné době se netestuje, vždy 0)
							0	katalyzátor

Zdroj: <http://files.h-diag.webnode.cz/200000042-d11e1d2189/readineskode.jpg>

Vyvolání readinesskódu provedeme pomocí diagnostického přístroje. K dokončení testu je nutné, aby se na obrazovce zobrazily samé nuly. V opačném případě není možné test dokončit nebo nejsou splněny podmínky pro otestování daného systému - nebylo dosaženo požadované teploty katalyzátoru nebo lambda sondy. [4, 9]

Obr. 5 - Ukázka readinesskódu Fabia 1,4/50kW

Po úspěšném průběhu všech testů se musí na displeji zobrazit

Readinesscode
00000000 - Test kompletní

Jestliže se na displeji se zobrazí:
nebyly všechny testy úspěšné.

Readinesscode
00101101 - Test není kompletní

Zdroj: <http://files.h-diag.webnode.cz/200000031-f06f0f263d/readines%20test.jpg>

3.2 Sériová diagnostika

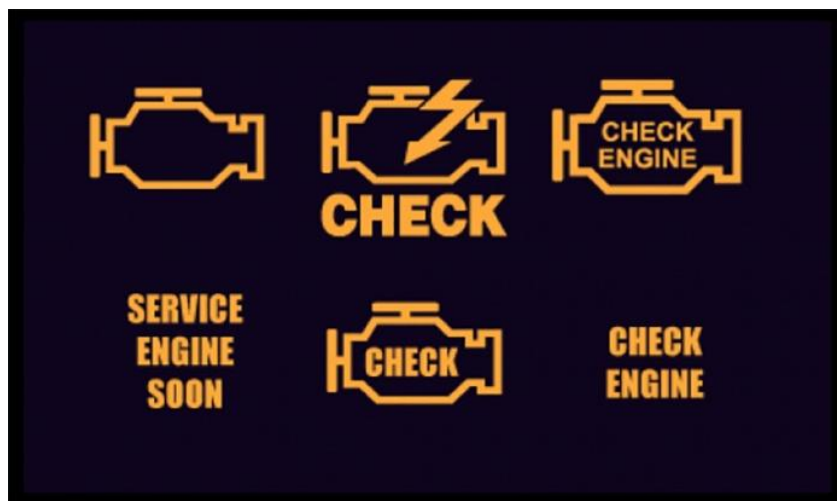
Sériovou, nebo také vnitřní diagnostiku můžeme popsat jako komunikaci s řídicí jednotkou pomocí specializovaných zařízení k tomu určených. Tato zařízení umožňují čtení chybových hlášení (světelným kódem, datovými proudy), diagnózu sledováním měřených a zprostředkovaných hodnot samotnou řídicí jednotkou nebo její programování (mazání naučených hodnot, základní nastavení atp.). Vnitřní diagnostika obsahuje zkoušku elektronických systémů (řízení motoru, převodovky, bezpečnostních systémů) za pomoci komunikace s řídicí jednotkou:

- čtení paměti závad
- mazání paměti závad
- zobrazení a záznam skutečných hodnot (i více hodnot současně)
- test akčních členů
- základní nastavení
- u některých systémů zobrazení polohy a zapojení diagnostické zásuvky

Předpokladem pro sériovou diagnostiku je, aby kontrolovaná soustava byla vybavena obvody vlastní kontroly, které během provozu umí kontrolovat stav z hlediska funkce, ke které je ve vozidle určena. Tyto obvody jsou právě označovány jako OBD - On Board Diagnostic, což je možné z angličtiny přeložit jako „palubní diagnostika“. Tyto obvody jsou dnes již standardem a od roku 2000 jsou dokonce povinnou výbavou agregátů, které jsou řízené elektronicky a které zajišťují kontrolu a řízení emisí, jejichž závada

by mohla mít negativní vliv na emise vozidla a tím negativní dopad na okolní prostředí. Řidič vozidla je na vzniklou závadu upozorněn rozsvícením kontrolky MIL na přístrojové desce. Tato kontrolka, jejíž zkratka je z anglického „malfunction indicator light“ - chybové indikační světlo, může mít různá provedení podle území určeného pro provoz vozidla.

Obr. 6 - varianty kontrolky MIL



Zdroj: <http://marshallmotors.com/blog/preventive-maintenance-vs-repairs/>

Zároveň s rozsvícením kontrolky se tato závada zaznamená do vnitřní paměti řídicí jednotky formou abecedně-číslíkového nebo jen číslíkového kódu a může být z této paměti vyčtena. Paměť je součástí řídicí jednotky a její čtení lze aktivovat prostřednictvím diagnostické linky spojující řídicí jednotku s diagnostickou zásuvkou v automobilu. Dle stupně diagnostiky, která je označována OBD I, EOBD či OBD II, je prováděna aktivace čtení paměti závad různými způsoby.

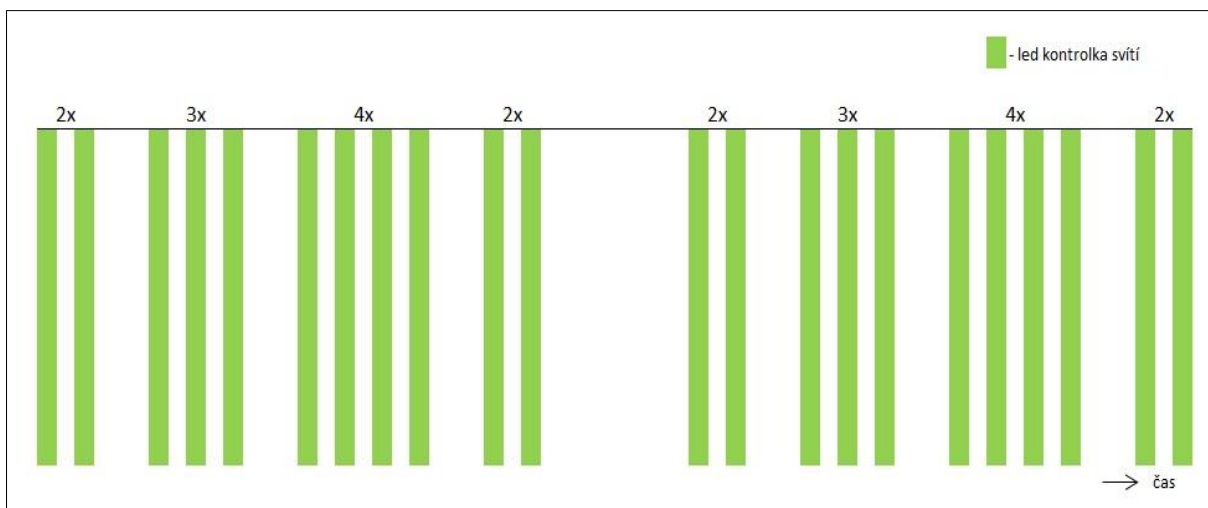
Diagnostika OBD I - vnitřní diagnostika prvního stupně provádí oznámení chybné funkce rozsvícením kontrolky MIL a vyhodnocení závad pomocí tzv. blikacího kódu. [10, 11]

3.2.1 Blikací kód

U starších systémů řízení, včetně těch které byly spjaty s řízenými karburátory, bylo možné provést čtení závad z paměti řídicí jednotky pomocí blikavých kódů. Čtení těchto kódů bylo poměrně jednoduché a mělo následující postup:

1. připojení LED diody ke konektoru
 - (v případě kontrolky na přístrojové desce není potřeba)
2. provedení inicializačního čtení (dle dokumentace k vozidlu)
3. sledovat blikání LED kontrolky, případně kontrolky na palubní desce

Obr. 7 - schéma blikání kontrolky při vyčítání závad



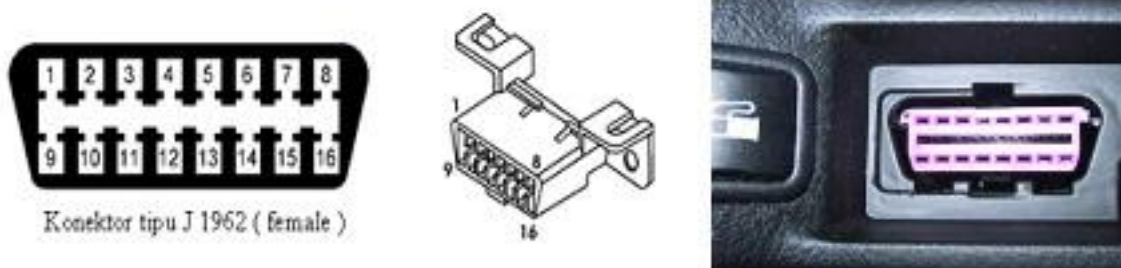
Zdroj: vlastní obrázek

Na Obr. 7 můžeme vidět schematicky znázorněný průběh problikávání kontrolní LED diody. Největší pauzy jsou mezi skupinami čísel a jsou dlouhé přibližně 3-4 vteřiny, kratší pauzy jsou mezi jednotlivými číslicemi a dlouhé přibližně 1 vteřinu. V našem příkladu můžeme vyčíst kód 2342. Pro zjištění závady, která je pod tímto kódem skryta, musíme sáhnout po dílenské příručce a v tabulce si tuto závadu najít. [10, 12]

3.2.2 EOBD a OBD II

Sériová-vnitřní diagnostika druhého stupně, označovaná jako EOBD, případně OBD II je pokračováním pro OBD prvního stupně, primárně určeného pro emisní kontrolu. Rozsah druhého stupně je ale širší a předepsán pro osobní a lehká užitková vozidla. Stanovuje sledování funkcí a dílů nejenom z hlediska závad, ale i z hlediska dodržování emisí. Pro čtení údajů z paměti závad již zde není využíváno blikajícího kódu, ale je třeba diagnostického testovacího zařízení a navíc je zjištěná závada signalizována rozsvícením příslušné varovné kontrolky na přístrojové desce. Diagnostická zásuvka pro připojení testovacího zařízení je normalizována, vždy má 16 pinů a lze ji nalézt v kabině vozidla v dosahu řidiče.

Obr. 8 - OBD konektor



Zdroj: <http://files.h-diag.webnode.cz/200000033-9b2df9c27d/OBD%20konektor.jpg>

Varovná kontrolka může mít tři stavy: vypnutá, blikající a zapnutá. Stav zapnuté kontrolky, to znamená svítící kontrolky, musí nastat při každém zapnutí zapalování a nenastartovaném motoru kvůli zabránění jejího odpojení místo odstranění závady. Při poruše se musí rozsvítit v momentě, kdy vznikla závada nebo závady zvyšující emise na více než 1,5 násobek hodnoty mezní. Závady, které by mohly vést k poškození nebo zničení katalyzátoru jsou signalizovány blikáním. Při správné funkci všech systémů kontrolka po nastartování motoru zhasne a nesvítí. Stále zde ale existuje možnost, že mohou být v paměti závad zaznamenány závady, ale kontrolka se nerozsvítí, a to v případě kdy je sice detekována závada, ale emise nejsou zvýšeny na více jak 1,5 násobek mezní hodnoty. [10, 13]

3.3 Paralelní diagnostika

Paralelní nebo také vnější diagnostika je měření fyzikálních veličin snímačů a akčních členů motorových vozidel. Takové měření můžeme provádět přímo na požadovaných komponentech nebo svorkovnicích řídicích jednotek. K měření stačí obyčejný multimetr, ampérmetr nebo voltmetr. Ve složitých případech je pak nutné použití osciloskopu. Servisy, které jsou vybaveny zařízením na paralelní diagnostiku, používají speciální testery, které se připojují pomocí speciálně upravených mezikusů, které se zapojují mezi řídicí jednotku a kabeláž ve voze. Jednou z nevýhod paralelní diagnostiky je, že neumožňuje vyčíst a vymazat paměť závad, nelze upravovat parametry řídicí jednotky a nelze programovat další funkce systému. Paralelní diagnostikování je vhodné použít jako doplněk k sériovému. Paralelní diagnostiku multimetrem, případně osciloskopem je možné využít k diagnostice tehdy, když hledáme specifické závady nebo závady u starších a exotických vozů, u kterých je problém s napojením na sériovou diagnostiku, případně sériová diagnostika nenalezne přesnou příčinu problému. [9, 11]

3.3.1 Multimetr

Multimetr je univerzální víceúčelový přístroj sloužící zejména pro měření základních elektrických veličin, jakými jsou napětí, proud a odpor. Lze pomocí něj ale měřit i další veličiny - indukčnost, frekvenci, kapacitu, délku periody, délku trvání impulzu, měření střídavé a provádět diodový test. Dle způsobu zobrazení měřené veličiny se rozlišují tři druhy multimetrů - analogové, digitální, analogově-digitální.

Analogový multimetr je vhodný např. pro měření lambda regulace, protože měřená veličina je zobrazována vychýlením ručičky, které je plynulé, rovnoměrné a spojitě. Při měření lambda regulace nám toto plynulé vychýlení umožňuje lépe rozpoznat kolísání napětí.

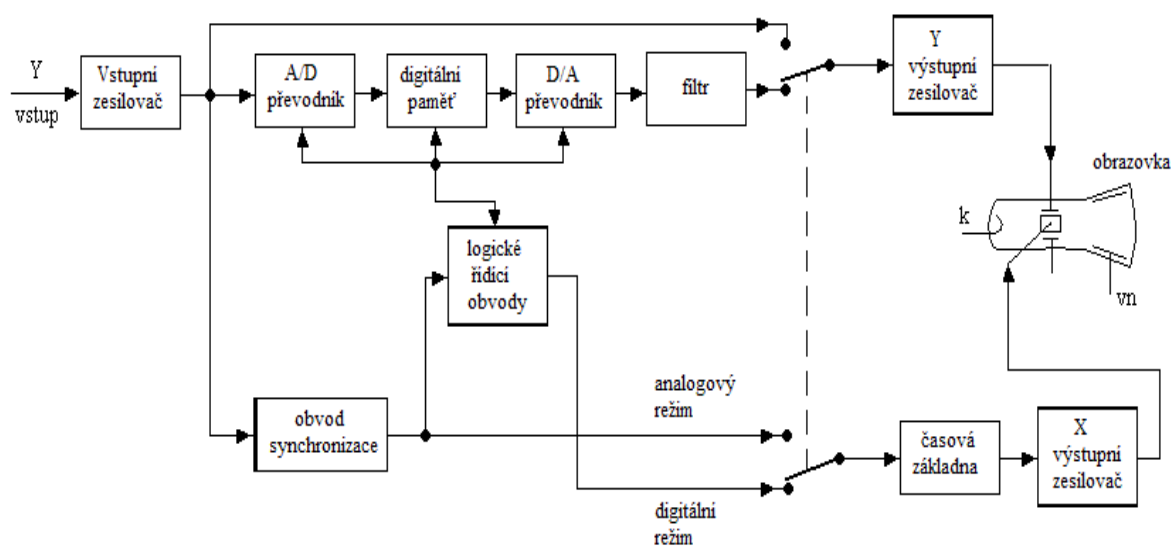
Digitální multimetry jsou číslicové, nespojitě a skokové. Na tomto multimetru je hodnota zobrazována jako číselný údaj. Zobrazování je skokové z toho důvodu, že číslice na posledním místě se může měnit jen po celých jednotkách. Multimetry jsou ale i přesto využívány ve větší míře než analogové z důvodu snadné čitelnosti displeje. [10, 14]

3.3.2 Osciloskop

Historie osciloskopu sahá až do čtyřicátých let minulého století, v prvních autodílnách se ovšem objevil až později a jeho použití se prakticky omezilo jen na měření zapalování. Se stále narůstajícím počtem elektronických součástí se ale osciloskop začíná stávat ideálním nástrojem pro diagnostiku právě elektronických součástí vozidel s možností širokého spektra využití.

Osciloskop je zařízení, které je schopné na displeji zobrazit, jak se mění elektrické napětí v čase. V dnešní době jsou téměř všechny veličiny, jako např. tlak, teplota, rychlost, měřeny převodníky, které tuto veličinu převedou na elektrické napětí. Pokud chceme sledovat změnu průběhu dané veličiny v čase, je nejjednodušší připojit napětí z převodníku do osciloskopu a nechat si jej zobrazit na displeji.

Obr. 9 - schéma digitálního osciloskopu



Zdroj: upraveno z <http://alzat.spseke.sk/Oscilo/digital/digital.htm>

Představou ideální automobilové diagnostiky je, že opravář napojí vozidlo na počítač s diagnostickým programem, vozidlo mu poté vypíše, kde přesně se chyba nachází a opravář pak jen vymění vadné díly za nové. Diagnostika ovšem není a ani nemůže být vždy přesně schopná určit, kde se nachází závada, který díl je vadný a co je hlavní příčinou jeho selhání. Může se také stát, že vozidlo nefunguje správně, ale řídicí jednotka vyhodnocuje všechny

jízdní údaje jako nezávadné a poté musí diagnostik přistoupit na metodu hledání chyby pomocí prověřování jednotlivých komponent systému. Cílem takového hledání závady je zabránit zbytečným výměnám velmi drahých dílů. K tomu je ale potřeba hledanou závadu nejdříve najít a přesně identifikovat. V těchto případech je potřeba začít měřit součásti, které by mohly mít vliv na vznik dané závady. [15, 16]

3.3.3 Analyzátor výfukových plynů

Analyzátor výfukových plynů pro benzínové motory je přístroj měřící množství emisí ve výfukových plynech. Existují jednosložkové (měří například pouze obsah oxidu uhelnatého nebo pouze obsah uhlovodíků) a vícesložkové, které měří obsah oxidu uhelnatého, kyslíku, uhlovodíků, oxidy dusíku, oxidu uhličitého, součinitel přebytku kyslíku (λ), otáčky motoru a teplotu oleje. Pro měření obsahu CO, CO₂ a HC je využívána schopnost plynu pohlcovat paprsky infračerveného světla určité vlnové délky. Výfukové plyny jsou v daném množství zachyceny do komory se zdrojem infračerveného záření a detektory určitých vlnových délek. Různé složky plynu pohlcují světlo určité vlnové délky (např. vlnová délka CO je asi 4,5 μm , CO₂ 4,2 μm , HC 3,5 μm) a pokles intenzity prošlého světla je úměrný obsahu určité složky výfukového plynu. Obsah kyslíku je měřen odděleně pomocí elektrochemického článku, který je zatížený odporem a snímá se na něm úbytek napětí. Chemický článek zde funguje jako zdroj proudu. Analyzátor je nutné před použitím nejdříve zahřát na provozní teplotu a zkalibrovat přes aktivní uhlí.

Naftové měřiče kouřivosti měří obsah pevných částic ve výfukových plynech pomocí opacimetru. To je měřicí komora se zdrojem infračerveného záření na jednom konci a detektorem záření na konci druhém. Opacita je hodnota pohlcení světelného záření na pevných částicích (sazích) ve výfukových plynech, vyjádřená v procentech. Stejně jako analyzátor výfukových plynů je nutné opacimetr před použitím zahřát a zkalibrovat. [17]

3.3.4 Kompresimetr - přístroj pro měření kompresního tlaku

Kompresimetry jsou přístroje pro měření kompresního tlaku spalovacího prostoru motoru. Kompresní poměr je důležitou sledovanou veličinou a významný ukazatel reálného stavu spalovacího motoru. Udává poměr mezi objemem směsi nasáté a objemem směsi stlačené. Je to poměr celého pracovního objemu válce k objemu spalovacího prostoru, nebo také poměr objemu směsi nasáté k objemu směsi stlačené.

Kompresiometry mohou být určeny speciálně pro motory zážehové a vznětové nebo univerzální, které je možné použít pro oba typy. Připojují se u zážehových motorů přes dodávané redukce místo svíčky a u vznětových našroubováním místo vstřikovacích trysek. Vozidlo musí mít odpojený přívod paliva, je nutné motorem pouze točit pomocí startéru. Při otáčení pomocí startéru odečítáme hodnoty kompresního tlaku, které poté porovnááme s hodnotami, které udává výrobce. Poté vyhodnotíme, zda je motor v pořádku. [12]

Obr. 10 - kompresimetr



Zdroj: <http://www.svarecky-obchod.cz/obrazy/b/kompresimetr-789-0145C.jpg>

4. Současný stav diagnostiky

V současné době se diagnostika vzhledem ke stále rostoucímu podílu elektroniky na řízení motoru ubírá k plně automatizovaným jedno či víceúčelovým přístrojům. Účelem tohoto vývoje je urychlení průběhu celkové diagnostiky a dovedení ke správnému posouzení celkového stavu motoru včetně jeho funkčních částí. Současné automobily, jak již bylo popsáno výše, jsou k těmto diagnostickým úkonům vybaveny normalizovanou diagnostickou zásuvkou pro připojení diagnostiky, pomocí které je možné provádět celkovou diagnostiku motoru. Diagnostické přístroje, které umožňují komunikaci s řídicí jednotkou, čtení uložených závad, měření provozních veličin, přenastavování parametrů atp. můžeme rozdělit na specializované pro určité výrobce vozidel a univerzální viz podkapitoly 4.1 a 4.2.

Jednou z forem diagnostiky jsou také zákonem předepsané technické prohlídky včetně kontroly emisí. V České republice je absolvování technické prohlídky vozidla dáno zákonem č.56/2001 Sb. vyhláškou 341/2002 Sb., která určuje, po jaké době je povinné tuto prohlídku absolvovat. U osobních vozidel je první prohlídka předepsaná po čtyřech letech od uvedení do provozu a poté každé dva roky. Tyto kontroly dbají na dodržování technického stavu, technických norem a oprav tak, jak je předepsáno zákonem č.56/2001 Sb.

4.1 Specializované diagnostické testery

Výrobci vozidel vyvíjejí pro plnou servisní podporu vlastní diagnostické systémy. Autorizované servisy poté musí používat výrobcem vyvinutou, případně schválenou diagnostiku a řídit se danými standardy. Tyto předepsané diagnostické systémy jsou nutné pro vlastní diagnostiku palubních systémů vozidel. Pro diagnostiku ostatních systémů si servisy pořizují systémy od doporučených a kvalitních výrobců dané diagnostické techniky. Pro výrobce je důležité, aby jimi vyvinutý diagnostický systém obsahoval všechny funkce potřebné pro kompletní diagnostiku vozů jejich značek, jako jsou funkce čtení a mazání paměti závad, programování řídicích jednotek, testy komponentů, osciloskop, měření provozních parametrů atp.

4.1.1 VW koncern

Originální a továrně podporovanou diagnostikou pro koncernové vozy jsou systémy VAS a VAG. V současnosti nejčastěji používaným je verze VAS 5052, který je vybaven velkým množstvím potřebných funkcí, z nichž lze zmínit:

- čtečka zápisů v paměti závad
- programování řídicích jednotek
- nulování servisních inspekcí
- zobrazení bloku měřených hodnot
- zobrazení tabulky inspekcí

Jeho základem je počítač s dotykovou obrazovkou viz obr.11. Je vybaven rozhraním, které umožňuje připojení na lokální servery pro získání servisních informací nebo na internet. Má funkce, jež mu umožňují v rámci EOBD přenos dat z infraanalyzátorů a kouřoměrů vznětových motorů. Vzhledem k nízké hmotnosti a napájení z baterie jej můžeme použít i jako mobilní diagnostiku mimo autoservis. VAS 5052 nahrazuje diagnostické testery VAG 1551 a 1552, které už nejsou pro dnešní potřeby autoservisů vhodné. Diagnostické testery VAG pracovaly pouze jako čtečky chybových kódů s omezenými možnostmi další diagnostiky. [10, 18]

Obr. 11 - VAS 5052 s příslušenstvím



Zdroj:

<https://vw.snapon.com/FileServerRoot/CatManFiles/FilesPublished/EQS/VWTools/Images/Digital/VAS5052.jpg>

4.1.2 BMW

BMW GT1 (obr.12) je speciální diagnostický a programovací nástroj pro všechny modely automobilky BMW. Tato diagnostika se připojuje k počítači a dodávaný software podporuje všechny systémy všech modelů BMW. GT1 je ve spolupráci se softwarem DIS diagnostickým a informačním systémem a ve spolupráci s SSS programovacím softwarem. Funkce GT1 jsou:

- čtení chybných kódů
- mazání chybných kódů
- testování komponentů
- zobrazení a záznam aktuálních provozních dat
- programování řídicích jednotek
- údržba a datové informace

BMW GT1 software Kit zahrnuje systémy: TIS systém (technický informační systém) obsahující technická data o vozidle, DIS data systém (diagnostický informační systém) a diagnostika SSS (Softwarová servisní stanice) - programování vozů BMW. [19]

Obr. 12 - BMW GT1



Zdroj: <http://www.elerte.cz/images/bmw-gt1-5--813.jpg>

4.1.3 Renault, Dacia

Originální diagnostikou pro vozy Renault a Dacia je Renault CAN clip. Tato diagnostika se připojuje pomocí USB kabelu k počítači, na který je nutné nainstalovat dodávaný program. Uživatelské prostředí programu je jednoduché a přehledné. Diagnostika podporuje ISO i CAN diagnostiku. Dodávány jsou standardně oba kabely viz obr.13. Umožňuje tyto funkce: [21]

- možná autodetekce vozidla nebo ruční zadání VIN vozidla
- ruční test řídicích jednotek
- automatický test všech řídicích jednotek
- přeprogramování
- test kabeláže airbagu
- Scantool (OBD testy)
- nápověda

Obr. 13 - Renault CAN clip



Zdroj: <http://www.elerte.cz/images/renaultcanclip-3--551.jpg>

4.1.4 Mercedes-Benz, Smart

Pro vozy německého výrobce Mercedes-Benz je určena diagnostika MB Star Diagnostics System, kterou je možné využít pro diagnostiku vozů, které byly vyrobeny po roce 2000 a s programovou nastavbou HHTWIN i pro vozy staršího data produkce.

MB Star zcela pokrývá vozy Mercedes-Benz (tj.:autobusy, nákladní vozy, osobní automobily, dodávky, užitkové vozy, průmyslové motory, automobily pro speciální použití a vozy Smart). MB Star podporuje:

- vyčítání a mazání chybových kódů
- čtení dat senzorů a čidel v reálném čase
- podpora kódování a programování
- programovat ECU opravit a stávající software v řídicích jednotkách

K diagnostice jsou jako příslušenství dodávány všechny potřebné redukce pro připojení k vozidlům Mercedes-Benz viz obr.14. [22]

Obr. 14 - MB Star Diagnostics System



Zdroj: <http://www.elerte.cz/images/mbstar-1--555.jpg>

4.1.5 Ford, Jaguar, Land Rover, Mazda

Pro vozy značek Ford, Jaguar, Land Rover a Mazda je používána profesionální diagnostika VCM IDS professional CZ. Zařízení je umístěno v pevném hliníkovém pouzdře, které je odolné proti pádu z výšky 1 metru a také odolává vlhkosti viz obr.15. Na těle zařízení nalezneme také 5 indikačních LED diod, znázorňující status přístroje. Toto diagnostické zařízení umožňuje: [23]

- čtení identifikátorů
- čtení a mazání chybových kódů
- automatické skenování chybových hlášení
- zobrazení a záznam aktuálních provozních dat
- programování řídicích jednotek

Obr. 15 - VCM IDS



Zdroj: http://www.obd2tool.com/images/201203/goods_img/156_P_1332410080284.jpg

4.2 Univerzální diagnostické testery

Pro neznačkové servisy, zabývající se opravami různých typů od různých výrobců vozidel by bylo finančně a prostorově velmi náročné pořízení diagnostiky pro všechny jednotlivé značky vozidel. Proto je na trhu možnost pořízení univerzálních diagnostik, díky kterým je možné diagnostikovat různé značky vozidel pouze za pomoci jediného přístroje.

4.2.1 Bosch

Firma Bosch nabízí komplexní diagnostické testery pro motorky, osobní vozidla, autobusy a kamiony. Diagnostikovat je možné všechny elektronické vozidlové systémy od podvozku, přes motor až po komfortní systémy. S produkty firmy Bosch je možné diagnostikovat většinu dnes dostupných vozidel. Bosch nabízí plnou podporu a funkčnost při všech servisních úkonech, které je třeba v rámci běžné údržby a diagnostiky provádět.

KTS 340 nabízí podporu diagnostiky řídicích jednotek a návody pro hledání závad. Po nalezení chyby v řídicí jednotce spojí software nalezený chybový kód s návodem pro hledání závad. Dále je možné načíst všechny informace o vozidle. Obsahem přístroje je databáze chyb a jejich příčin. Doplnkem jsou tipy pro opravu a obrazové návody. Z KTS je možné tisknout plány údržby nebo protokoly pomocí WLAN sítě přes PC. KTS 340 je dodáván s příslušenstvím pro zajištění komplexní diagnostiky viz obr.16.

Obr. 16 - KTS 340



Zdroj: http://www.vybaveniservis.cz/data/produkty_foto/large/175.jpg

KTS 200 je kompaktní, lehký a robustní přístroj pro kompletní diagnostiku řídicích jednotek. Lze jej připojit přímo k vozidlu, což usnadňuje a zrychluje vstupní diagnostiku. Díky jeho rozměrům je snadno přenositelný a ideální do univerzálních dílen s vyšším počtem opravárenských stanišť.

KTS 540 a 570 jsou diagnostické testery s možností připojení k vozidlu a následnou komunikací s počítačem pomocí rozhraní Bluetooth s dosahem až 100 metrů. Jejich součástí je dvoukanálový multimetr a osciloskop, USB rozhraní, konektor OBD, stavové LED indikátory. V těchto přístrojích je nainstalovaný diagnostický software řídicích jednotek ESI[tronic]. Pomocí USB je možné tyto jednotky připojit k běžnému stolnímu počítači nebo notebooku. [23, 24]

FSA 500 je měřicí modul pro flexibilní použití. Jeho silnou stránkou je komfortní diagnostika elektrických a elektronických komponent. Vybavením modulu je USB kabel, systémový software, připojovací vedení Multi 1 / Multi 2 a B+ / B-, připojovací vedení 1/15, spouštěcí kleště, kleště pro měření proudu 1000 A, univerzální VN-sonda a měření tlaku vzduchu pomocí hadicového vedení. [23, 25]

DCU 130 je tablet vyvinutý speciálně pro dílenské použití. Řídí testovací a diagnostické systémy Bosch. Přístroj je současně PC a ovládací jednotkou pro příslušnou kombinaci zařízení a lze jej také použít alternativně k notebooku. Komfortní a flexibilní práce je zajištěna dotekovou obrazovkou.

KTS 890 je spojením jednotlivých diagnostických systémů Bosch pro komplexní diagnostiku celého vozidla, konkrétně (dle obr.17 zleva) z motortesteru FSA 500, dílenského tabletu DCU 130 s dotykovým displejem a příručního měřicího modulu KTS 570. Tato měřicí soustava umožňuje ze široké škály funkcí např.: [23, 24]

- přibližně 30 přednastavených testů komponentů
- generování signálů pro simulaci signálů ze senzorů
- měřit klidový proud akumulátoru po dobu 24h
- testovat systémy sběrnice vozidla
- nahrávání a ukládání porovnávacích křivek
- funkce testu motoru

Obr. 17 - KTS 890



Zdroj: http://www.east-diagnostics.de/media/image/thumbail/bosch-kts-890_720x600.jpg

4.2.2 HR CARSOFT s.r.o. – SuperVAG

Tato česká firma se zabývá vývojem diagnostických testerů zaměřených především na vozy koncernu VW, dále i na vozy koncernu PSA a další. Tyto testery jsou sdruženy do integrovaného systému a pod značkou SuperVAG jsou dále nabízeny na tuzemských i zahraničních trzích. Snahou firmy je dosáhnout uživatelské přívětivosti a kvalitní technické podpory produktů. [26]

DeTeCtor je diagnostikou motoru a emisního systému od firmy SuperVAG. Umožňuje čtení paměti závad, zobrazení bloku měřených hodnot, čtení stavu EOBD. Nastavbou je modul Comfort VW nebo PSA, který umožňuje rozšířené funkce diagnostiky všech motorových vozidel koncernu VW nebo PSA. Tyto moduly jsou svými funkcemi srovnatelné s originální diagnostikou VAS 5052 a představuje tak cenově dostupnější náhradu za originální diagnostiku. [27]

4.2.3 ATAL

Firma ATAL Tábor, která je dnes součástí mezinárodní společnosti Actia Toulouse z Francie, byla založena roku 1992 v České republice v Táboře. ATAL se zaměřuje zejména na výrobu a vývoj diagnostických přístrojů. Jedná se o přístroje pro komunikaci s řídicími jednotkami vozidel.

Multi-Diag Handy 2 Plus BT je kompaktní přístroj s 10,1 palcovým LCD dotykovým panelem viz obr.18 určený pro kompletní diagnostiku řídicích jednotek motorových vozidel vybavených OBD diagnostickým konektorem. Pro starší vozidla je možné použití adaptérů, které se dají dokoupit. Umožňuje měření elektrických veličin dvoukanálovým osciloskopem a multimetrem. Sestava je určena pro připojení k PC, který není součástí sestavy. Software je možné aktualizovat z CD, případně z internetu. [28]

Obr. 18 - ATAL Multi-Diag Handy 2 Plus BT



Zdroj: <http://atal.cz/img/img-scope/md-handy2bt-plus-web.jpg>

4.2.4 Ross-Tech

Tato firma sídlící v USA se zabývá neoriginální diagnostikou pro vozy koncernu VW.

VAG-COM (VCDS) je diagnostický software, který lze nainstalovat na jakýkoliv PC nebo notebook s Windows XP a novější. Prostřednictvím tohoto programu je možné se spojit se všemi řídicími jednotkami VW koncernu. Svými funkcemi je kompatibilní s diagnostikou VAG 1552 a VAS 5051 a zvládá stejné funkce. Program VAG-COM je dodáván s diagnostickým kabelem HEX-CAN, což je diagnostický propojovací kabel mezi OBD konektorem ve vozidle a USB, případně COM portem v PC či notebooku. Výhodou programu VAG-COM jsou časté aktualizace, kterými je zajištěna podpora i nových vozidel. [29]

5. Analýza poruch motorů

Analýza poruch motorů byla rozdělena do dvou částí. První část se zabývá analýzou poruchovosti jednotlivých funkčních soustav rozdělených následovně, včetně příkladu konkrétních součástí:

- mechanické části (blok motoru, písty, těsnění, atp.)
- chlazení motoru (chladič, čerpadlo, ventilátor, atp.)
- mazání (olejové čerpadlo, olejová vana, čistič, atp.)
- přeplňování (turbodmychadlo, tlakové vedení, řídicí ventily, atp.)
- palivová soustava (vstřikovací trysky, pomocná/hlavní čerpadla, vedení, atp.)
- výfuková soustava (chladič zpětného vedení, filtr pevných částic, katalyzátor, atp.)
- elektronika (řídicí jednotky, baterie, alternátor, snímače a senzory, atp.)

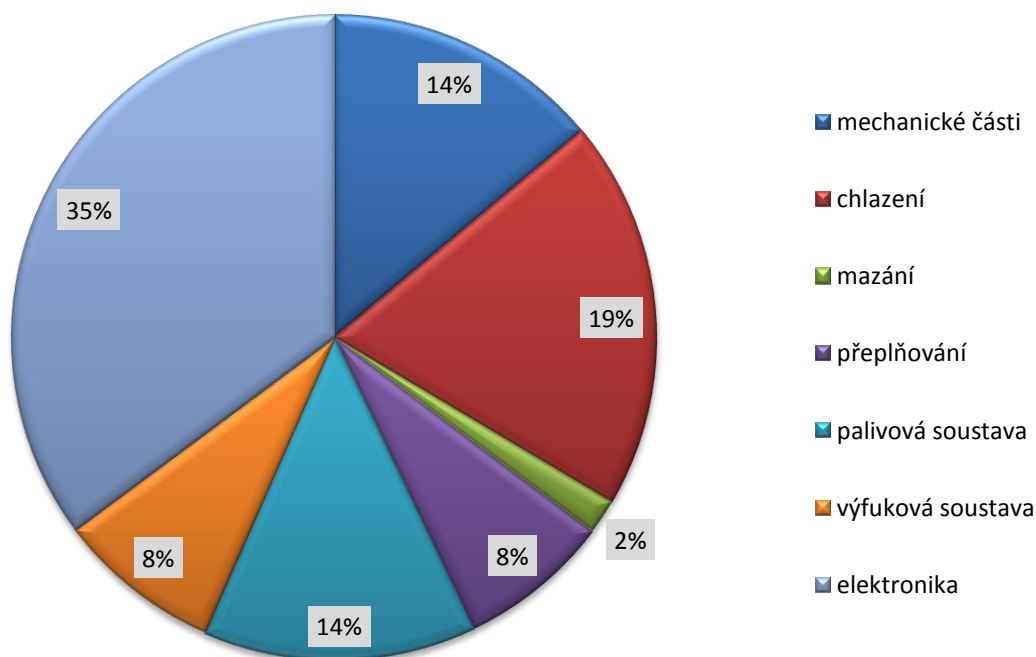
Druhá část se pak zabývá porovnáním četnosti závad s odstupem čtyř let. V této části bylo analyzováno, jaký byl vývoj četnosti poruch motorových součástí vzhledem k celkovému počtu vyrobených vozidel.

Servisní data je velmi složité získat, protože výrobci a servisní organizace takový typ dat nezveřejňují. Pro potřeby této diplomové práce se ale podařilo získat aktuální reklamační data ze společnosti Škoda Auto a.s. u vozidel z období roků výroby 2004-2012.

5.1 Analýza poruchovosti jednotlivých soustav

Pro analýzu poruchovosti byla vybrána data vozidel s rokem výroby 2012. Tento rok je vybrán z důvodu aktuálnosti dat s ohledem na zachování co největší objektivity dat. Na většinu vozů se totiž vztahuje standardní dvouletá záruka, která je podmíněna servisováním vozidla u autorizovaného dealera. Ten má povinnost informace včetně popisu závad o reklamacích zaznamenávat do informačního systému, takže vycházíme z dat o každé provedené záruční opravě. U vozidel se starším rokem výroby by tyto informace mohly být zkreslené z toho důvodu, že mnoho majitelů po vypršení záruky navštěvuje neautorizované autoservisy, které opravy nemusí evidovat. Protože se jedná o citlivá data, byla vynásobena zkreslujícím koeficientem. Poměr byl zachován.

Graf 1 - podíl soustav na poruchovosti systémů



Zdroj: servisní data Škoda Auto a.s.

Po prohlédnutí grafu 1 můžeme vidět, že největší vliv na poruchovost motorů má elektronika. Tomu se nelze divit, neboť elektronické komponenty se stále více vyvíjejí, jejich cena klesá a použití stoupá. Při požadavcích na snižování emisí a současně zvyšování výkonu motorů při stále se snižujících objemech je v dnešní době již nutné použití elektroniky k řízení optimálního průběhu spalovacího procesu.

Druhé největší zastoupení má se 17 % chlazení motoru. Zde způsobovalo největší problémy samotné chladivo, jehož složení se v průběhu roku 2010 muselo kvůli ekologickým požadavkům na složení měnit. Toto chladivo díky novému chemickému složení reagovalo s těsněním čerpadla chladicí kapaliny, které časem ztratilo svoji funkci a motory měly problémy s úniky chladicí kapaliny.

Na třetím místě jsou v procentuálním zastoupení shodně mechanické součásti motoru s palivovou soustavou.

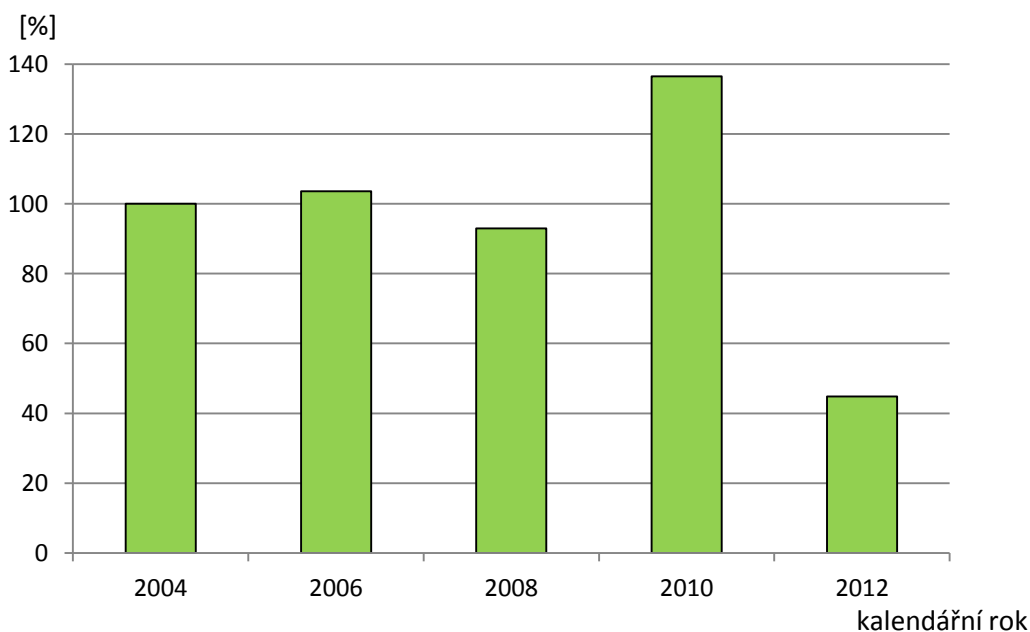
Závady palivové soustavy jsou v dnešní době způsobeny kombinací dvou faktorů. Jsou jimi zvyšující se podíl biosložek v palivech a zároveň zvyšující se nároky na přesné řízení a způsob dodávek paliva do motoru. Zvyšující se tlaky ve vstříkovacích systémech a požadavky na co nejjemnější rozprášení paliva do válce motoru vyžadují přesnou kontrolu množství paliva a jeho rozprášení pomocí vstříkovacích trysek. Tato kombinace má za následek ucpávání, zanášení a nemožnost dosažení specifikovaných požadavků a řídicí jednotky poté vyhodnocují funkci palivové soustavy jako chybnou.

Mechanické části pak mají největší problémy nejčastěji díky konstrukčním, případně procesním chybám během vývoje nebo výroby vozu. Vzorovým příkladem mohou být známé problémy s rozvodovými řetězy u přeplňovaných benzínových motorů TSI, které jsou více popsány v kapitole 5.2.

5.2 Porovnání vývoje četnosti poruch motorů

Vývoj četnosti poruch byl zpracován z reklamačních dat o vozidlech s roky výroby 2004-2012 s odstupem dvou let. Dvouletý interval byl zvolen kvůli velkému objemu dat a náročnosti při zpracování. Pro názornost vývoje počtu poruch jsou zpracovaná data dostačující. Rok 2004 je v grafu znázorněn 100% a následující roky jsou poměrem k tomuto údaji.

Graf 2 - četnost poruch motorů



Zdroj: servisní data Škoda Auto a.s.

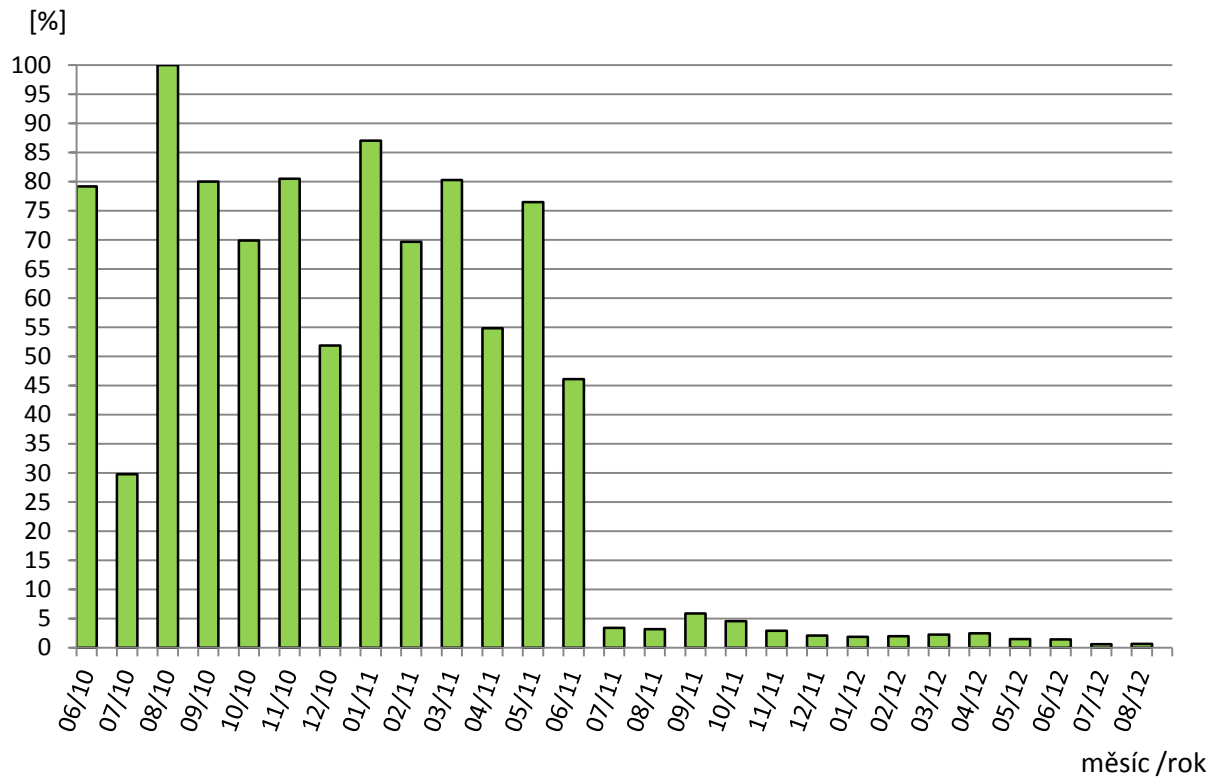
Při pohledu na graf 2 je zřejmé, že poruchy vzhledem k počtu vyrobených vozidel mají klesající vývoj. Výrobci se snaží zvyšovat spolehlivost a tím snižovat náklady na záruční opravy, které mohou při systematické nebo konstrukční chybě tvořit velmi významnou finanční položku v provozu firmy-automobilky. Z důvodu zvyšujících se požadavků na dnešní vozidla je nutné přidávat další součástky a zařízení, které zvyšují možnost poruchy. I přes tento fakt ale lze říci, že spolehlivost dnešních automobilů, alespoň v prvních 2-3 letech provozu, stoupá a počet reklamací vzhledem k celkovému počtu vyrobených vozidel byl v roce 2012 zhruba 45% oproti stavu v období kolem let 2004 a 2006.

Dále je také vidět, že v roce 2010 se tyto počty vyšplhaly o téměř 40 % nad předchozí roky. Tento výkyv byl způsoben především kvůli konstrukční chybě týkající se rozvodového mechanismu. Hlavní příčinou těchto problémů byl nedostatečně dimenzovaný rozvodový řetěz, který se opotřebením natahoval více, než bylo předpokládáno a olejovým napínacím mechanismem, který nebyl dostatečně robustní pro zajištění správného napětí řetězu. Tím se mohlo stát, že řetěz na ozubeném kole, které pohání vačkový hřídel, přeskočil. Pokud takový řetěz přeskočí, pohyb ventilů a pístů poté není synchronizovaný a oba se ve válci střetnou. Tato kolize většinou vede u moderních motorů až k jejich úplné destrukci. [30]

Hledáním možných příčin a diagnostikováním reklamovaných motorů poté Škoda, potažmo celý koncern VW, zavedla sérii opatření, které měly za úkol zabránit opakování těchto reklamací. Tyto opatření byly zavedeny od modelového roku 2012, který se vyráběl od července 2011. Jak je možné v grafu 3 vidět, měly za následek okamžité odstranění drtivé většiny problémů. Z původního objemu klesl počet závad zhruba na 4 až 5 %. Závady vyskytující se po tomto datu můžeme, vzhledem k počtu vyrobených vozidel, považovat za anomálie, ne za systematické opakující se chyby. Na tomto příkladu je názorně vidět, jak diagnostikování problémů vedoucí k odhalení příčiny a zavedení nápravných opatření může dopomoci k zajištění správné funkce stroje.

V grafu je nejvyšší číselný údaj označen hodnotou 100%, ostatní hodnoty jsou poměrem k tomuto údaji.

Graf 3 - četnost poruch před a po úpravě rozvodového mechanismu motoru TSI



Zdroj: servisní data Škoda Auto a.s.

6. Experimentální ověření diagnostických metod

6.1 Vadný snímač polohy ovladače plnicího tlaku (G581)

Prvním opravovaným vozidlem byla Škoda Octavia 1,6 TDI Combi II.generace s následujícími parametry:

- motor 1,6TDi, 77 kW a 250Nm, zdvihový objem 1 598 cm³
- řadový napříč umístěný čtyřválec se vstřikováním Common-Rail
- rok výroby 2012
- stav tachometru 76 530 km

Zákazník přijel do servisu se stížností, že během jízdy bliká kontrolka žhavení a vozidlo nemá výkon. Dle návodu k obsluze (obr.19) pro Škoda Octavia II je blikající kontrolka žhavení upozorněním na závadu systému řízení výkonu motoru.

Obr. 19 - návod k obsluze Škoda Octavia

Žhavení (vznětový motor)

Po zapnutí zapalování se rozsvítí kontrolní světlo . Motor je možno startovat bezprostředně po zhasnutí kontrolního světla žhavení.

Pokud se kontrolní světlo  **nerozsvítí** nebo pokud **svítí trvale**, je závada ve žhavicím zařízení.

Pokud kontrolní světlo  začne během jízdy **blíkat**, je v systému elektronického řízení výkonu motoru závada. Řídící jednotka motoru umožňuje jízdu v nouzovém programu.

Vyhledejte pomoc odborného servisu ŠKODA.

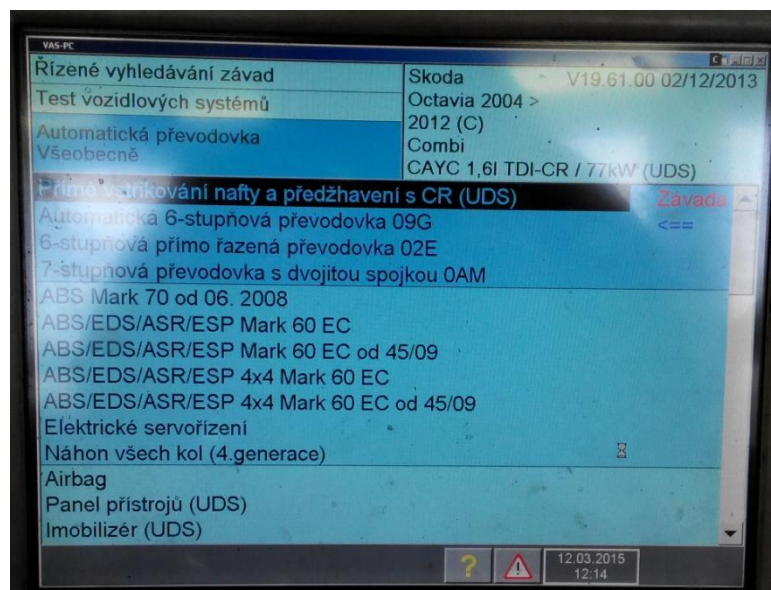
Výpověď zákazníka byla přijímacím technikem zaznamenána v zakázkovém listu, který byl dále předán mechanikovi k diagnostice vozidla a následné opravě. Nejdříve byla provedena testovací jízda pro potvrzení závady. Ta ukázala, že vozidlo je sice pojízdné, ale motor běží pouze s velmi omezeným výkonem v nouzovém režimu. Po testovací jízdě bylo vozidlo připojeno na originální diagnostiku VAS 5051B viz obr.20.

Obr. 20 - diagnostická stanice VAS 5051B



Po propojení diagnostické stanice VAS 5051B k vozidlu pomocí OBD konektoru bylo třeba zapnout zapalování vozidla do druhé polohy. Tím se aktivují palubní systémy a řídicí jednotky, které následně komunikují s diagnostickou stanicí. Když bylo toto splněno, zvolili jsme na úvodní obrazovce diagnostického softwaru položku „vlastní diagnostika vozidla“. Software si z řídicí jednotky vozidla vyčetl důležité údaje o vozidle, jako je jeho identifikační číslo, typ motoru, počet ujetých kilometrů atp. Běh načítání závad lze nalézt na obr.21.

Obr. 21- načítání závad z jednotlivých ŘJ



Po tomto kroku byl diagnostikou proveden výčet paměti závad jednotlivých řídicích jednotek. Po dokončení testu byly na obrazovce zobrazeny dostupné řídicí jednotky včetně informace, zda v nich byly nalezeny záznamy o závadách viz obr.22.

Obr. 22 - dostupné ŘJ

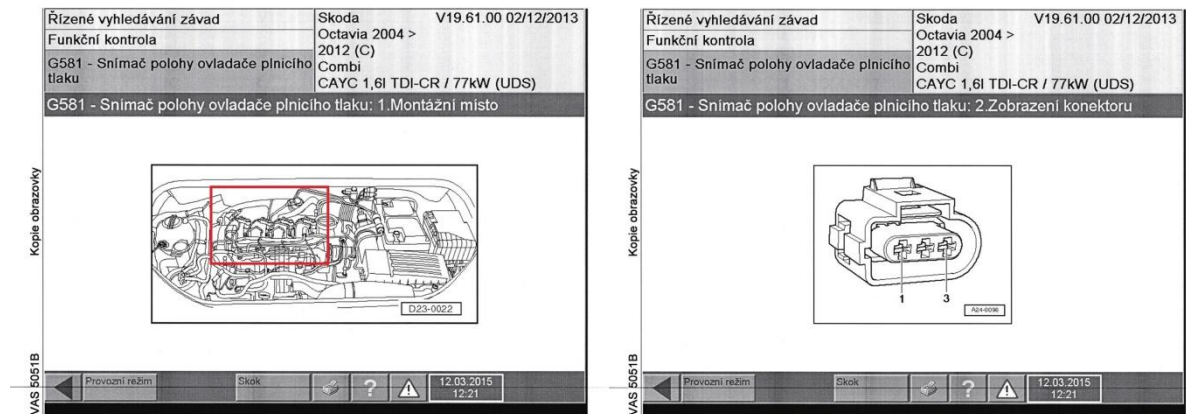
The screenshot shows a diagnostic software window titled 'Vlastní diagnostika 9.12.002'. It displays the vehicle identification number 'TMBHT61Z3C2034324' and a section for selecting a vehicle system. A table lists various systems with their status:

Vozidlový systém	kódováno	Skutečná montáž	KD-Bi
1001 - Sběrné služby			
19 - Diagnostické rozhraní datové sběrnice	ano	dosažitelný	v poř.
01 - Elektronika motoru	ano	dosažitelný	v poř.
03 - Elektronika brzd	ano	dosažitelný	v poř.
04 - Snímač úhlu natočení volantu	ano	dosažitelný	v poř.
44 - Servořízení	ano	dosažitelný	v poř.
15 - Airbag	ano	dosažitelný	v poř.
17 - Sdružené přístroje	ano	dosažitelný	v poř.
25 - Imobilizér	ano	dosažitelný	v poř.
09 - Elektronický centrální elektrický rozvod	ano	dosažitelný	v poř.
46 - Centrální modul komfortního systému	ano	dosažitelný	v poř.
42 - Elektronika dveří řidiče	ano	dosažitelný	v poř.

Po zvolení vozidlového systému „01 - Elektronika motoru“ se nám zobrazí seznam uložených závad v řídicí jednotce. V našem případě byla vyčtena závada s kódem P256400, a popisem „Snímač polohy ovladače plnicího tlaku, signál příliš malý“. Tato závada byla vzhledem k projevu vozidla v jízdě velmi pravděpodobná, takže se pomocí funkce řízeného vyhledávání závad zahájilo diagnostikování možné příčiny této chyby.

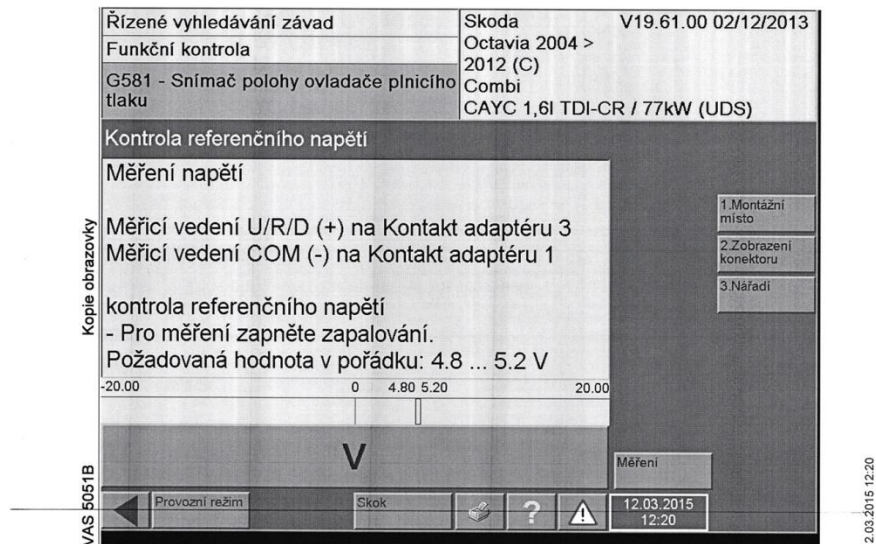
Řízené vyhledávání závad nejprve doporučí zkontrolovat viditelná poškození, volné kontakty, přerušení atp. Součástí této obrazovky je také možnost zobrazení konektoru a zobrazení místa, kde se tento snímač nachází. V případě, že si tuto nabídku rozevřeme, uvidíme schematické znázornění (viz obr.23) a mechanik nemusí strávit další čas hledáním správné součásti, případně složitě hledat rozmístění pinů na konektoru. Tato vizuální zkouška ale neodhalila žádné nedostatky, které by mohly způsobovat danou závadu, takže se v diagnostickém postupu pokračovalo dále.

Obr. 23 - umístění snímače a popis konektoru



Dalším krokem bylo připojení adaptéru VAS 5257. To je adaptér vybavený různými konektory, které se ve vozidle nacházejí a je určen pro provádění diagnostických zkoušek elektronických zařízení, u kterých je možná kontrola pouze odečtením hodnot napětí a jejich následným porovnáním s normálním stavem. Měřicí vedení adaptéru U/R/D (+) jsme připojili na kontakt adaptéru 3 a COM (-) na kontakt 1. Následně bylo odečteno napětí, jehož hodnota měla podle specifikace být mezi hodnotami 4,8 a 5,2V viz obr.24.

Obr. 24 - měření napětí snímače



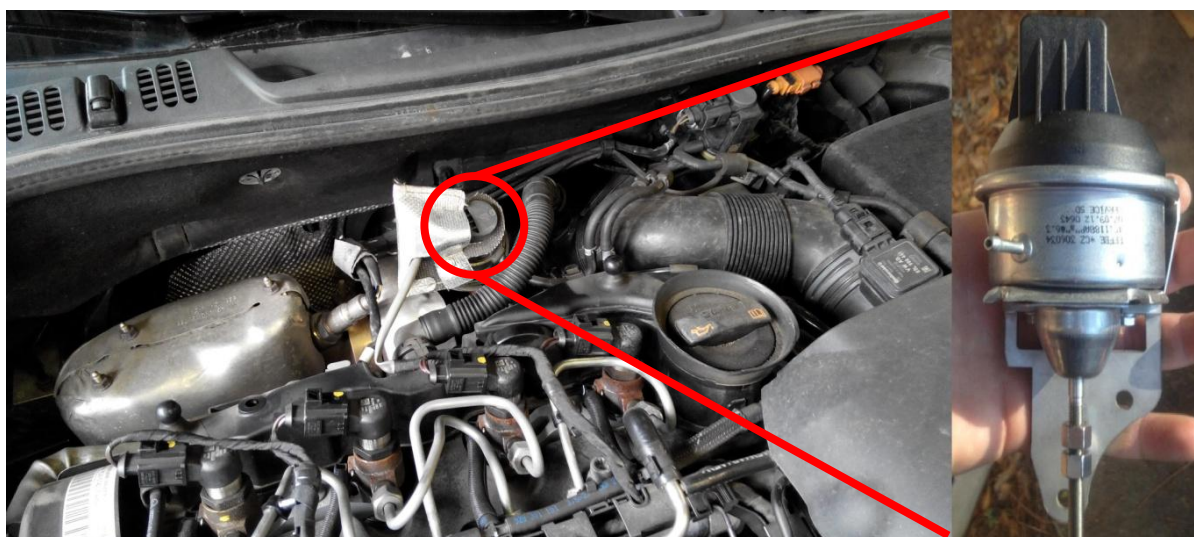
Naměřená hodnota byla 4,93V, tudíž ve specifikovaných mezích a označena jako v pořádku. Bylo proto nutné pokračovat v diagnostice dále. Dalším krokem v diagnostice bylo připojení adaptéru se snímačem polohy ovladače plnicího tlaku (G581). V tomto kroku bylo také požadováno odpojení podtlakové hadičky od podtlakové nádoby ovládající lopatky turbodmychadla a namísto ní připojení ručního podtlakového čerpadla. Následně bylo změřeno napětí bez podtlaku, pro které byly specifikovány hodnoty mezi 0,65 a 0,95V. Při tomto měření se ale nepodařilo dosáhnout požadované hodnoty napětí. Stále se zobrazovaly nesmyslné hodnoty, které byly vyhodnoceny jako nevyhovující. Měření bylo provedeno ještě jednou s vytvořením podtlaku, ale výsledky byly totožné.

Díky výsledkům z měření bylo zřejmé, že snímač není v pořádku, protože zobrazuje nesmyslné hodnoty napětí a řídicí jednotka tudíž vyhodnocuje jeho stav jako havarijní.

Pro vyloučení dalších vlivů byla ještě provedena kontrola ovladače plnicího tlaku pomocí kontroly regulace plnicího tlaku. U této zkoušky se nastartuje motor vozidla, diagnostický software poté vydá pokyn na sešlápnutí brzdového pedálu při současném sešlápnutí plynového pedálu. Po provedení technikem diagnostika během pár vteřin vyhodnotila, že regulace plnicího tlaku je v pořádku.

V tuto chvíli byly provedeny všechny potřebné diagnostické kroky a za vadnou součástku způsobující ztrátu výkonu motoru byl označen snímač polohy ovladače plnicího tlaku G581. Protože tento snímač je pevně spojený s podtlakovou nádobou ovládající naklápění lopatek turbodmychadla a nelze jej návratně rozmontovat, případně opravit, musel být objednan celý kompletní díl k výměně. Umístění v motorovém prostoru viz obr.25.

Obr. 25 - umístění snímače s podtlakovou nádobou v motorovém prostoru



Po výměně se musí na diagnostice vymazat paměť závad a znovu načíst chybová hlášení. Žádné ale už nebyly nalezeny. Po odpojení vozidla od diagnostiky provedl technik zkušební jízdu, která potvrdila, že vůz je již opět plně funkční a motor pracuje na svůj plný výkon. Během testovací jízdy nebyl řídicí jednotkou uveden do nouzového režimu.

V tomto případě nelze zákazníkovi doporučit, případně poradit co by měl na stylu jízdy nebo na způsobu údržby změnit. Tato závada je čistě elektronickou závadou, která se objevuje zcela náhodně a není zapříčiněna špatnou obsluhou nebo nedbalostí zákazníka.

6.1 Zanesené lopatky turbodmychadla

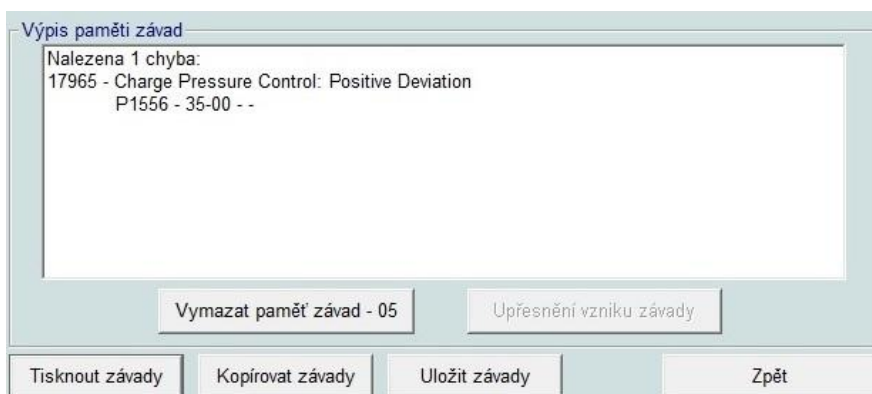
Druhým opravovaným vozidlem byla Škoda Superb 1,9 TDI limuzína I.generace s následujícími parametry:

- motor 1,9TDi, 96 kW a 285 Nm, zdvihový objem 1 896 cm³
- řadový podélně umístěný čtyřválec se vstřikováním Pumpe-Düse
- rok výroby 2003
- stav tachometru 236 451 km

Majitel vozu přijel do servisu kvůli údajné občasné ztrátě výkonu motoru. Závada se projevovala náhlým poklesem výkonu obzvláště při plném sešlápnutí plynového pedálu při předjíždění nebo najíždění na dálnici či rychlostní silnici.

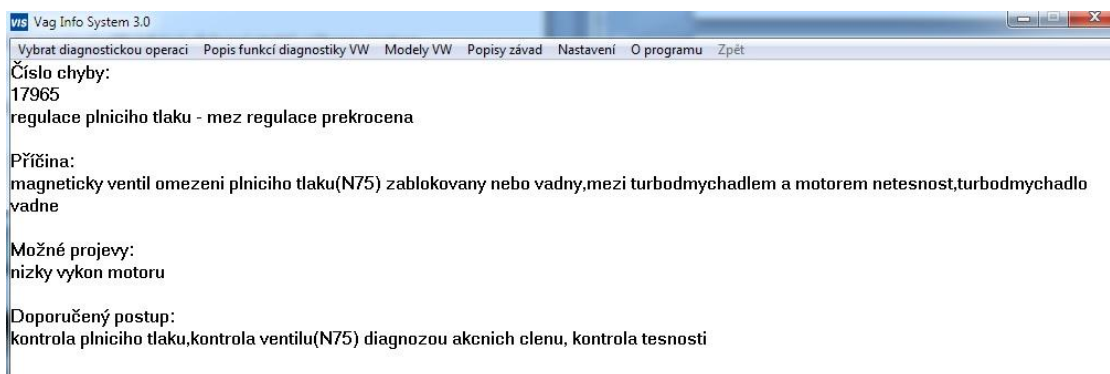
Při testovací projížděce vozidlem byla tato závada potvrzena a dle zkušeností technika bylo nejvíce pravděpodobné, že pokles výkonu je způsoben přepnutím motoru do nouzového režimu, kdy řídicí jednotka motoru omezí jeho výkon, aby nedošlo k jeho nenávratnému poškození. Abychom zjistili příčinu výpadku, bylo vozidlo připojeno přes diagnostický kabel k notebooku s nainstalovaným softwarem VAG-COM. Pomocí tohoto diagnostického softwaru byla vyčtena paměť závad řídicí jednotky motoru, kde byla zaznamenaná závada 17965, která podle VIS, což je elektronická autodiagnostická příručka pro vozidla koncernu Volkswagen, znamená: „Regulace plnicího tlaku/mez regulace překročena“ viz obr.26 a 27.

Obr. 26 - výpis závad VAG-COM



Tato závada může mít podle systému VIS tři možné příčiny (viz obr.26). Jsou jimi zablokovaný nebo vadný magnetický ventil omezení plnicího tlaku N75, netěsnost ve vedení mezi turbodmychadlem a motorem, případně vadné turbodmychadlo. Dle zkušeností mechanika mohou být problémy způsobeny mimo výše zmíněné ještě netěsnými podtlakovými hadičkami ovládajícími celý systém, případně vadnými komponentami zajišťujícími regulaci tlaku přímo na turbodmychadle. Konkrétně zaseknutou podtlakovou baňkou ovládající lopatky turbodmychadla, případně lopatkami zanesenými sazemí z výfukových plynů.

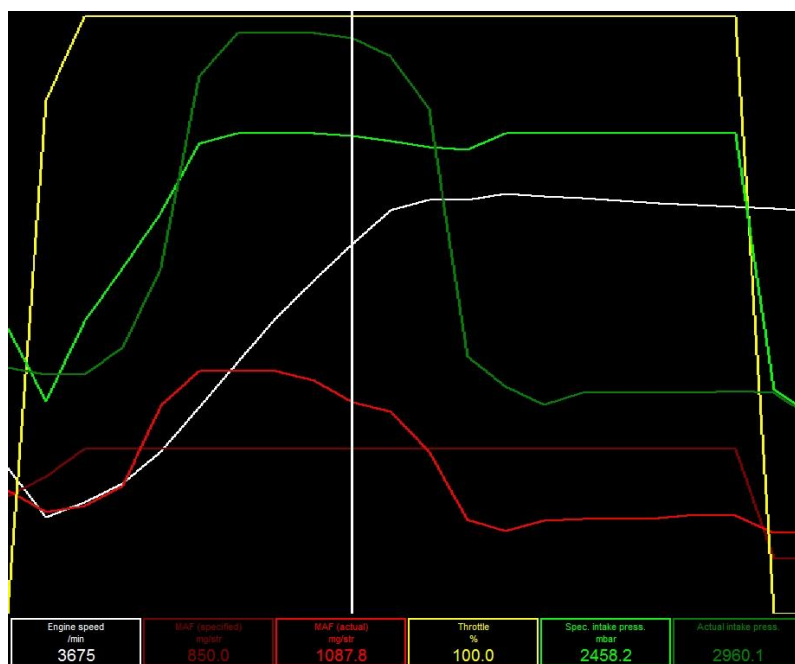
Obr. 27 - VIS - možné příčiny chyby 17965



Pro vyloučení jiné možné příčiny se mechanik poté rozhodl za pomoci softwaru VAG-COM a jeho funkce logování provozních hodnot načíst ty parametry, které se týkají přeplňování motoru, které by mohly mít zásadní vliv na výskyt této závady a podle nich se rozhodnout, jakým způsobem se bude dále postupovat.

Funkce zaznamenávání-logování provozních hodnot je jednou z funkcí diagnostického software VAG-COM. V programu tuto funkci nalezneme po napojení na řídicí jednotku motoru. Po spuštění funkce je třeba vybrat bloky měřených hodnot. To jsou bloky se čtyřmi předdefinovanými provozními hodnotami, které můžeme sledovat. Naráz je možné sledovat 3 bloky, což znamená, že po spuštění samotného logování můžeme ukládat až 12 různých provozních hodnot. Pro naši potřebu byly použity bloky 3, 10 a 11. Z těchto jsme si poté vybrali požadované údaje, které jsme pomocí programu Dieselpower Log View vynesli do grafu viz obr.28 a analyzovali je. Pro zjištění průběhu plnicího tlaku a zjištění závady bylo třeba spustit logování provozních hodnot a s vozidlem zrychlovat na třetí rychlostní stupeň zhruba od volnoběžných otáček do maxima.

Obr. 28 - graf naměřených hodnot - se závadou



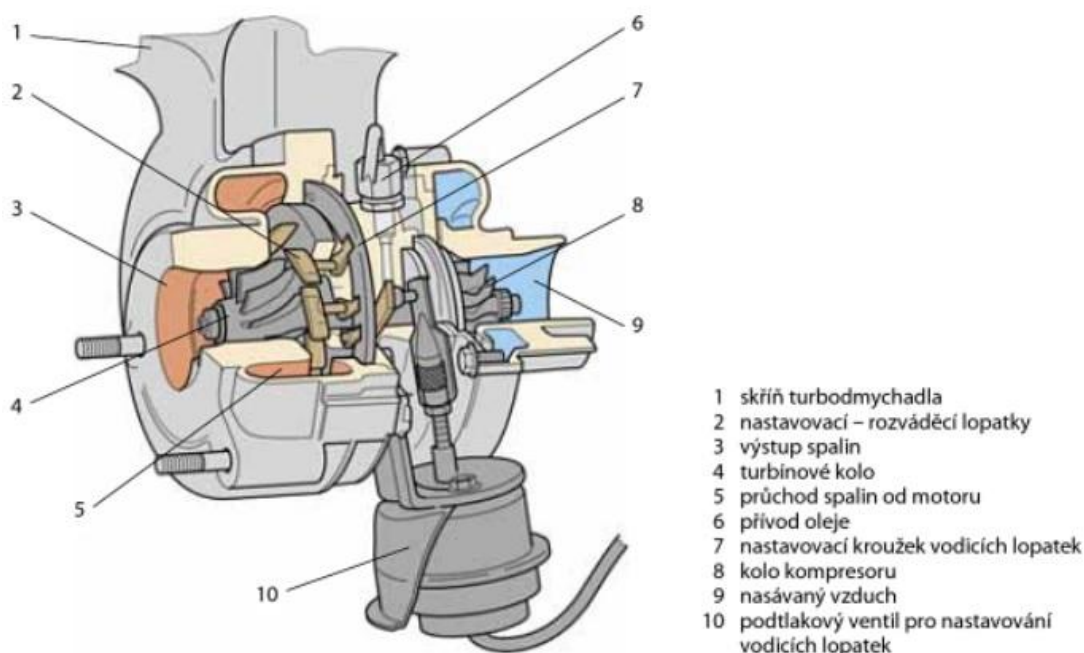
Z grafu naměřených hodnot je patrné, že regulace plnicího tlaku skutečně nepracuje správně. Zelenou barvou jsou zde znázorněny tlaky turbodmychadla - světle zelenou je požadovaný a tmavě zelenou skutečný. Bílou křivkou jsou pak znázorněny otáčky motoru. Skutečný tlak by se měl držet lehce nad požadovaným. V tomto případě ale můžeme vyčíst, že skutečný tlak je od přibližně 2000ot./min. téměř o 20 % vyšší než požadovaný, což znamená, že skutečně nepracuje správně regulace plnicího tlaku turbodmychadla. Tento vyšší tlak řídicí jednotka vyhodnotí jako chybu nebezpečnou pro motor a přepne jej do nouzového režimu, kdy je značně omezen výkon vozidla. To můžeme názorně vidět

na křivce skutečného plnicího tlaku, který za svislou bílou čarou (3675 ot./min.) rychle spadne pod 50 % a již se téměř nemění.

Vedení vzduchu turbodmychadla i podtlakové vedení byly důkladně zkontrolovány a nebyla nalezena žádná netěsnost ani špatné zapojení. Ventil N75 byl otestován pomocí testu akčních členů a byl vyhodnocen jako funkční. Tento test dostupný i v programu VAG-COM prověří elektronické součástky na motoru. Funkčnost ventilu N75 lze poznat tak, že při spuštěném testu akčních členů musí lehce cvakat, případně na něm musí být cítit lehké vibrace.

Poslední možností bylo prověření funkčnosti regulace plnicího tlaku. Ten je na tomto turbodmychadle regulován pomocí lopatek s proměnlivou geometrií (obr.29). Protože lopatky turbodmychadla jsou poháněny výfukovými plyny, občas dochází při jízdě v nízkých otáčkách k jejich zanášení sazí a nakonec se díky nashromážděnému množství sazí mohou lopatky občasně zasekávat, případně úplně znehybnit. Volnost pohybu lopatek je možné ověřit napojením hadičky na baňku ovládající lopatky turbodmychadla a pomocí podtlaku ověřit, zda se lopatky s ovládací tyčkou hýbou. Při naší zkoušce toto možné bylo, ale jen s velikými obtížemi. Proto bylo rozhodnuto, že se turbodmychadlo demontuje a výfuková část s lopatkami a ovládacím prstencem se zkontroluje a případně vyčistí. [31]

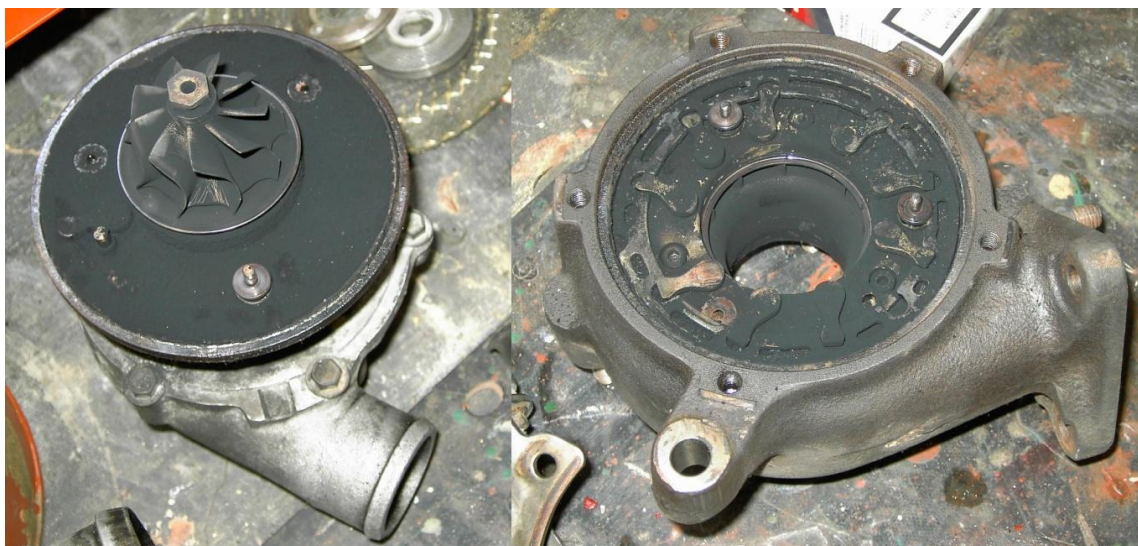
Obr. 29 - řez turbodmychadlem Superb 1,9TDI 96kW



Zdroj: SCHWARZ, J., Wohlmuth J., Automobily Škoda Superb

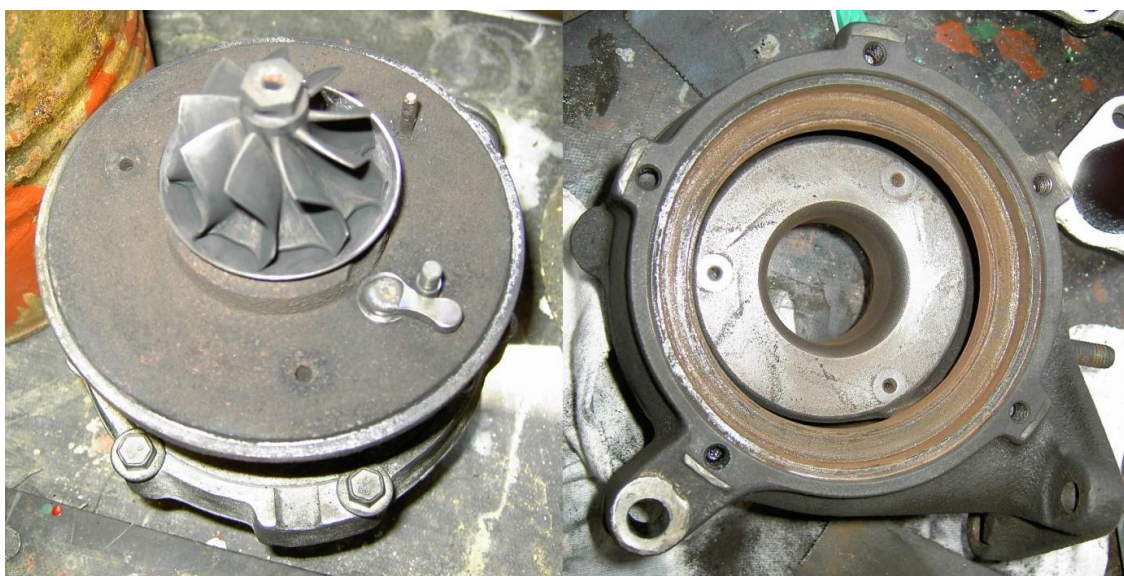
Po demontáži turbodmychadla z vozidla a jeho následném rozebrání bylo potvrzeno, že lopatky turbodmychadla jsou velmi zaneseny sazemí z motoru viz obr.30, což byl důvod jejich obtížné pohyblivosti a nemožnosti regulovat plnicí tlak turbodmychadla.

Obr. 30 - výfuková část turbodmychadla zanesená sazemí - ilustrační foto



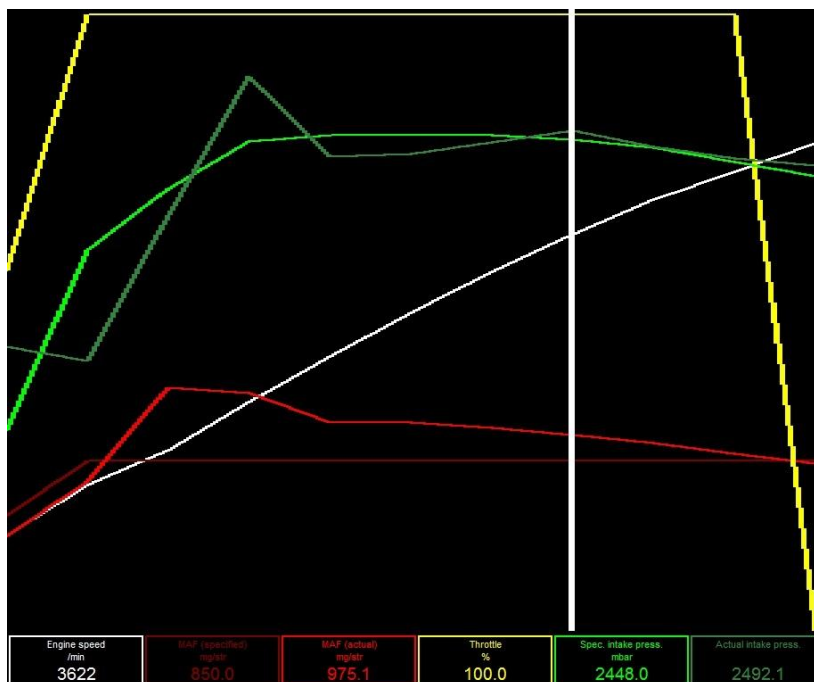
Výfuková část se poté musela vyčistit od sazí a usazené rzi tak, aby bylo možné lopatkami volně pohybovat. Saze byly očištěny za použití drátěného kartáče, čistícího přípravku Arva a čistícího spreje. Plocha pod lopatkami byla také lehce zbroušena jemným brusným papírem, pro úplné odstranění rzi, o kterou by se lopatky mohly zadržovat. Po vyčištění vypadá výfuková část turbodmychadla jako na obr.31.

Obr. 31 - vyčištěná výfuková část turbodmychadla - ilustrační foto



Po namontování turbodmychadla byla provedena zkušební jízda, během které se již závadu nepodařilo vyvolat v žádném jízdním režimu. Při tomto ověření bezvadné funkce motoru byly opět zaznamenány provozní hodnoty, z kterých byl vytvořen graf viz obr.31.

Obr. 32 - graf naměřených hodnot - po opravě



Zelenou barvou jsou opět znázorněny tlaky turbodmychadla. Nyní ale můžeme vidět, že skutečný tlak turbodmychadla (tmavě zelená barva) má svou nejvyšší hodnotu v přibližně 2200ot./min., poté je zregulován přibližně na hodnotu požadovaného tlaku, kolem které se drží až do maximálních otáček. V místě přes 3600 ot./min., kde před čištěním turbodmychadla byl požadovaný tlak téměř o 20 % překročen, je nyní velmi blízko požadované hodnoty. V tomto případě řídicí jednotka vyhodnotí všechny hodnoty jako v toleranci a nepřepne motor do nouzového režimu, proto se křivka skutečné plnicího tlaku drží té požadované až daleko přes 4000 ot./min..

Pro zabránění poruchy je třeba změnit především styl jízdy. Turbodmychadlo se zanáší hlavně při podtáčení motoru, případně při nízkých otáčkách. Proto je potřeba při jízdě občas motor vytočit do vyšších otáček. Tím, že motor vytočíme do vyšších otáček, se zvýší průtok spalin skrz turbodmychadlo a tím se vyfoukají případné usazeniny pryč. Zároveň je ve vyšších otáčkách nutná regulace plnicího tlaku, takže se lopatky musí hýbat a nezatuhnou.

Toto je ideální udělat pokaždé, když jedeme delší dobu konstantní rychlostí a konstantními otáčkami. Další možností jak snížit objem sazí je tankovat kvalitní palivo. To se pak lépe spaluje a netvoří saze v tak velké míře.

V tomto případě opravy je nutné zdůraznit, jaký mají vliv mechanikovy zkušenosti a znalosti. Pokud bychom postupovali pouze podle servisní příručky, bylo by zapotřebí po kontrolách všech dotčených systémů vyměnit celé turbodmychadlo. To by sice problémy vyřešilo, ale znamenalo by to vynaložit nemalé finanční prostředky. Nové turbodmychadlo Garrett se prodává za cenu přesahující 20 tisíc korun. Dále by bylo nutné připočítat potřebné díly a materiál, jako je nové těsnění, nový olej s filtrem, jehož výměna je také doporučována a cenu práce. Oproti tomu vyčištění zabere necelé dvě hodiny práce bez nutnosti dokupovat jakékoliv náhradní díly. Díky diagnostice přesné příčiny této závady se tak podařilo ušetřit více než 25 tisíc korun a vozidlo je nyní plně funkční.

7. Závěr

Diplomová práce je zaměřena na diagnostiku poruch spalovacích motorů především osobních motorových vozidel. Byla zpracována literární rešerše, v jejíž první části byly zpracovány důležité informace o diagnostice a její metody a nástroje. Druhá část byla zaměřena na historický vývoj diagnostikování osobních automobilů. Ve třetí, poslední rešeršní části, byl popsán současný stav diagnostiky v autoservisech a popsány diagnostické testery, které jsou v současnosti využívány.

V první polovině analytické části byly vyhledány a zpracovány servisní údaje společnosti Škoda Auto a.s., které se týkaly všech reklamací na motory a jejich elektronické příslušenství. Nejdříve byly vzájemně porovnány počty reklamací na 1000 vozů s odstupem 4 kalendářních roků, konkrétně 2004, 2008 a 2012. I přes neustále se zvěšující požadavky na ekologii a vyšší výkony motorů při současném požadavku na snižování nákladů na výrobu a snižování objemů, je výskyt závad meziročně nižší. Ke snižování počtu závad velmi přispívá právě diagnostika příčin poruch, díky které je v některých případech možné snížit závadovost konkrétního dílu až dvacetinásobně, jak bylo dokázáno v podkapitole 5.1.

V druhé polovině analytické části byl vypočítán podíl jednotlivých podsystémů motorů na celkovém počtu závad. Vzhledem k tomu, že funkce moderního motoru jsou dnes řízeny počítačově, je třeba velkého množství různých snímačů, senzorů, servomotorků, řídicích jednotek a dalších elektronických součástek. Dle zkušeností servisních organizací, ale především tyto součástky způsobují u moderních motorů největší problémy, což bylo analýzou také potvrzeno. Jak je popsáno v podkapitole 5.2, až jedna třetina závad na spalovacích motorech je tvořena jejich elektronickými součástmi.

Pro dokázání funkčnosti a spolehlivosti diagnostiky byly provedeny dva experimenty. V obou případech se jednalo o opravu vozidla, které přijelo do servisu pojízdné, ale se závadou, která neodpovídala bezvadnému stavu.

Prvním opravovaným vozem byla Škoda Octavia 1,6TDI. Zákazník si zde stěžoval, že vozidlo náhle ztratilo výkon a začala blikat kontrola žhavení motoru. To signalizovalo poruchu v elektronickém řízení motoru. Po napojení na diagnostický tester byla vyčtena paměť závad, které našla chybu na snímači polohy ovladače plnicího tlaku turbodmychadla. Pomocí přesně definovaného servisního postupu pro tuto závadu byl tento snímač polohy prověřen a potvrzen jako vadný. V tomto případě tedy diagnostika odhalila příčinu závady

prakticky ihned po připojení a načtení údajů z řídicí jednotky motoru. Pro ověření bylo vhodně využito sériové (diagnostický tester) a paralelní (multimetr) diagnostiky. Výměnou tohoto dílu byla závada odstraněna.

Druhým opravovaným vozidlem byla Škoda Superb 1,9TDI. V tomto případě si zákazník stěžoval na občasnou ztrátu výkonu vozidla, zejména při větším zatížení motoru. Kromě občasného výskytu této závady se ale vozidlo chovalo normálně a nebyly signalizovány žádné závady. Po připojení na diagnostiku ale byla v paměti řídicí jednotky nalezena závada „Regulace plnicího tlaku/Překročena horní mez. Sporadická chyba.“ Dle servisního manuálu má tato závada tři řešení. Mechanik měl ale ještě dle svých zkušeností podezření na další možné a proto se rozhodl provést jízdní zkoušku a zaznamenat provozní hodnoty. Po jejich důkladném vyhodnocení byly upřesněny čtyři možné součásti, kde hledat závadu. Po vyloučení tří možných příčin byl nalezen hlavní problém - zatuhlé lopatky regulace plnicího tlaku v turbodmychadle. Po jejich vyčištění již motor fungoval bezvadně, což bylo dokázáno i opětovným změřením provozních hodnot. Díky této diagnostice a výborným znalostem mechanika byla určena přesná příčina způsobující ztrátu výkonu motoru a namísto drahé výměny celého turbodmychadla jej stačilo pouze důkladně vyčistit, což majiteli vozidla ušetřilo nemalou peněžní částku.

Během těchto dvou experimentálních ověření diagnostických metod bylo dokázáno, že i přes stále se rozvíjející schopnosti diagnostických testerů a metod není možné v některých případech určit přesnou příčinu poruchy a je třeba zapojit znalosti a praktické zkušenosti k jejímu nalezení. V prvním případě stačilo pouze načíst paměť závad, která nám přesně určila příčinu poruchy a danou součást vyměnit. V druhém případě byl v paměti zaznamenán pouze důsledek a stejný postup jako u prvního případu by znamenal markantní nárůst ceny opravy, řádově o desetitisíce. Díky zkušenostem a znalostem mechanika se ovšem závada opravila za zlomek ceny.

Možné pokračování práce by mohlo spočívat v experimentálním měření vlivu jednotlivých komponent na provozní hodnoty spalovacího motoru. Toto by bylo užitečné zejména při hledání neurčitých závad s více možnými příčinami. Pokud by modelové příklady byly poskytnuty k náhledu v servisním manuálu, bylo by snazší diagnostikovat závady s nejistými příčinami a v některých případech tak významně snížit náklady na opravy.

8. Seznam použitých zdrojů

- [1] **ČUPERA, J., ŠTĚRBA, P.** *Automobily: Diagnostika motorových vozidel I.* 1. vyd. Brno: Avid, 2007, 195 s. ISBN 978-80-903671-9-7.
- [2] **PEXA, M.** *Přednášky z předmětu Technická diagnostika*, Technická fakulta, 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- [3] **FCC PUBLIC.** *Diagnostika v řídicích systémech* [online]. 2013 [cit. 2015-01-17]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=36672
- [4] **KADLEČEK, B.** *Přednášky z předmětu Diagnostika motorových vozidel.* Technická Fakulta. 2012. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- [5] **DVOŘÁK, J.** *Expertní systémy.* Učební text. Fakulta strojního inženýrství. 2004. Vysoké učení technické v Brně.
- [6] **BLATA, J.** *Metody technické diagnostiky.* Učební text. Strojní Fakulta. 2010. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [7] **KADLEČEK, B.** *Přednášky k předmětu Diagnostika mechanických a ITS systémů.* Technická fakulta. 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze
- [8] **DENTON, T.** *Automobile electrical and electronic systems.* 4th ed. New York: Routledge. 2012, 703 s. ISBN 978-008-0969-435.
- [9] **HLADÍK, J.** *H-diag: OBD diagnostika* [online]. 2008 [cit. 2015-01-24]. Dostupné z: <http://www.h-diag.cz/news/e-obd-diagnostika/>
- [10] **VLK, F.** *Diagnostika motorových vozidel.* Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 444 s. ISBN 80-239-7064-X.
- [11] **KUBIŠ, M.** *Diagnostika* [online]. 2014, 25.7.2014 [cit. 2015-01-25]. Dostupné z: <http://www.autokubis.cz/diagnostika/>
- [12] **PAPOUŠEK, M., ŠTĚRBA, P.** *Diagnostika spalovacích motorů.* 2., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 223 s. Auto-moto-profi (Computer Press). ISBN 978-80-251-1697-5.

- [13] **ŠTĚRBA, P.** *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel*. Brno: Albatros Media, 2013. ISBN 978-802-6402-718.
- [14] **HALDERMAN, J.D., MITCHELL, Ch.D.** *Diagnosis and troubleshooting of automotive electrical, electronic, and computer systems*. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson/Prentice Hall, 2006, xxii, 664 p. ISBN 01-311-3327-6.
- [15] **JIČÍNSKÝ, Š.** *Osciloskop a jeho využití v autoopravářské praxi*. Vydání první. Praha: Grada Publishing, a. s., 2006. 238 s. ISBN 80-247-1417-5.
- [16] **LUCÁK, M., VANĚK, F.** *Osciloskop a diagnostika vozidel* [online]. 2009 [cit. 2015-01-25] Dostupné z: <http://www.autoprofiteam.cz/article.php?artid=373>
- [17] **JB-Elektronik.** *Automobilová diagnostika - měřící přístroje* [online]. 2014 [cit. 2015-03-27] Dostupné z: http://www.jb-elektronik.cz/automobilova_diagnostika_merici_pristroje.php
- [18] **SNAPON.** *Special Tools and Equipment Program* [online]. neznámý [cit. 2015-02-25] Dostupné z: <https://vw.snapon.com/SpecialToolsDetail.aspx?itemId=1330013>
- [19] **ELERTE.** *BMW GT1 + IBM T30* [online]. neznámý [cit. 2015-02-26] Dostupné z: <http://www.elerte.cz/produkty/diagnostika-bmw/bmw-gt1-notebook-154.htm>
- [20] **ELERTE.** *VCM IDS Professional CZ* [online]. neznámý [cit. 2015-02-26] Dostupné z: <http://www.elerte.cz/produkty/diagnostika-ford/vcm-ids-profesional-cz-102.htm>
- [21] **ELERTE.** *Renault CAN clip CZ* [online]. neznámý [cit. 2015-02-26] Dostupné z: <http://www.elerte.cz/produkty/diagnostika-renault/renault-can-clip-cz-138.htm>
- [22] **SECONS.** *Original Mercedes-Benz Star Diagnosis System (SDS)* [online]. 2005-2007 [cit. 2015-02-26] Dostupné z: http://www.auto-diagnostics.info/mercedes_star_diagnosis
- [23] **BOSCH.** *Diagnostika Bosch pro současnost i budoucnost autoservisu* [online]. 2014 [cit. 2015-03-09]. *Přehled produktů – Katalog diagnostiky Bosch*. Dostupné z: <http://aa.bosch.cz/download/katalog/katalog-diagn-12.pdf>
- [24] **INTER CARS.** *Testery KTS* [online]. 2015 [cit. 2015-03-09] Dostupné z: <http://www.vybaveniservis.cz/eshop/c/75-testery-kts/>

- [25] **INTER CARS.** *Bosch FSA 500* [online]. 2015 [cit. 2015-03-09] Dostupné z: <http://www.vybaveniservis.cz/eshop/p/424-bosch-fsa-500/>
- [26] **HR Carsoft.** *Školení diagnostiky*, Firemní literatura, 2010, HR Carsoft s.r.o.,
- [27] **INTER CARS.** *Super VAG* [online]. 2015 [cit. 2015-03-11] Dostupné z: <http://www.vybaveniservis.cz/eshop/c/71-super-vag/>
- [28] **ACTIA.** *Prospekt MD Handy 2 Plus BT* [online]. 2011 [cit. 2015-03-11] Dostupné z: <http://atal.cz/data/docs-diag/handy-2-plus-bt-prospectus-cz.pdf>
- [29] **VAG-COM.** *VAG-COM (VCDS) a HEX-CAN - oficiální stránky* [online]. neznámý [cit. 2015-03-11] Dostupné z: <http://www.vag-com.cz/>
- [30] **AUTO.IDNES.** *Motory TSI se zbaví rozvodových řetězů - neosvědčily se* [online]. 2012 [cit. 2015-03-11] Dostupné z: http://auto.idnes.cz/problemy-motoru-tsi-0li-automoto.aspx?c=A121111_220546_automoto_fdv
- [31] **SCHWARZ, J., Wohlmuth J.,** *Automobily Škoda Superb: konstrukce, technické hodnoty, údržba*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 186 s. ISBN 80-247-0879-5.

9. Seznam použitých obrázků a grafů

Obr. 1 - prostý diagnostický postup	6
Obr. 2 - větvený diagnostický postup	7
Obr. 3 - schéma expertního systému	8
Obr. 4 - Ukázka readinesskódu Fabia 1,4/50kW	12
Obr. 5 - Ukázka readinesskódu Fabia 1,4/50kW	13
Obr. 6 - varianty kontrolky MIL.....	14
Obr. 7 - schéma blikání kontrolky při vyčítání závad	15
Obr. 8 - OBD konektor	16
Obr. 9 - schéma digitálního osciloskopu	18
Obr. 10 - kompresiometr	20
Obr. 11 - VAS 5052 s příslušenstvím.....	22
Obr. 12 - BMW GT1	23
Obr. 13 - Renault CAN clip.....	24
Obr. 14 - MB Star Diagnostics System	25
Obr. 15 - VCM IDS	26
Obr. 16 - KTS 340	27
Obr. 17 - KTS 890	29
Obr. 18 - ATAL Multi-Diag Handy 2 Plus BT	30
Obr. 19 - návod k obsluze Škoda Octavia	37
Obr. 20 - diagnostická stanice VAS 5051B.....	38
Obr. 21- načítání závad z jednotlivých ŘJ.....	38
Obr. 22 - dostupné ŘJ	39
Obr. 23 - umístění snímače a popis konektoru	40
Obr. 24 - měření napětí snímače.....	40
Obr. 25 - umístění snímače s podtlakovou nádobou v motorovém prostoru.....	41
Obr. 26 - výpis závad VAG-COM	43
Obr. 27 - VIS - možné příčiny chyby 17965	43
Obr. 28 - graf naměřených hodnot - se závadou.....	44
Obr. 29 - řez turbodmychadlem Superb 1,9TDI 96kW	45
Obr. 30 - výfuková část turbodmychadla zanesená sazemí - ilustrační foto	46
Obr. 31 - vyčištěná výfuková část turbodmychadla - ilustrační foto.....	46
Obr. 32 - graf naměřených hodnot - po opravě	47
Graf 1 - podíl soustav na poruchovosti systémů	33
Graf 2 - četnost poruch motorů	34
Graf 3 - četnost poruch před a po úpravě rozvodového mechanismu motoru TSI.....	36