

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

**Bakalářská práce**

Diagnostika motoru Fabia 1.4 16V s kódem motoru AUA

Autor práce:

Václav Maršálek DiS.

Vedoucí práce:


Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice  
2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 20.4.2021 .....

Podpis  .....

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá diagnostikou motoru Fabia 1,4 16V s kódem motoru AUA. Jednotlivé části motoru jsem popsal pro lepší pochopení celého systému a pro identifikaci závady.

**Klíčová slova:** Škoda; Fabia; motor 1.4 MPI; diagnostika; oprava

## **Abstract**

The graduate thesis on the topic Engine diagnostics Fabia 1,4 16V, AUA deals with engine control and diagnostics. I described the individual parts of the engine to better understand the whole system and to identify the fault.

**Keywords:** Škoda; Fabia; 1.4 MPI engine; diagnostics; repair

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu práce Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za konzultaci a jasné vedení k zdokonalování práce. Dále bych rád poděkoval Martinovi Kocůmovi za poskytnutí přístrojů a své rodině, která mě podporovala a pomáhala od samého začátku práce.

---

## Obsah

Úvod.....	6
1 Literární přehled.....	7
1.1 MPI - Multi Point Injection .....	7
1.1.1 Popis vstřikování (vícebodové vstřikování – Motronic).....	8
1.2 Diagnostika v automobilech .....	11
1.2.1 Subjektivní kontrola .....	12
1.2.2 Objektivní kontrola .....	13
1.2.3 Paralelní diagnostika (vnější).....	13
1.2.4 Sériová diagnostika (vnitřní).....	19
2 Cíl práce .....	23
3 Metodika.....	24
3.1 Postupy sériové diagnostiky .....	24
3.2 Postupy paralelní diagnostiky .....	24
4 Výsledky a diskuze.....	27
4.1 Výsledky sériové diagnostiky přístroje VAG .....	27
4.2 Výsledky paralelní diagnostiky .....	33
Závěr .....	47
Seznam použité literatury.....	48
Seznam obrázků .....	53

---

## Úvod

Jako téma své bakalářské práce jsem si vybral diagnostiku motoru Fabia 1,4 16V s kódem motoru AUA. V první části se budu věnovat definici použitých pojmů, zaměřím se na MPI a diagnostiku v automobilech, v další kapitole bude specifikován cíl práce. V kapitole Metodika se budu zabývat postupy jednotlivých diagnostik. V závěrečné kapitole budou sepsány výsledky mé praktické práce. V závěru budou shrnuté výsledky měření a porovnány s ostatními kolegy.

Dále bych objasnil, proč jsem si vybral právě toto téma. Setkal jsem se s několika případy, že svítí kontrolka motoru u Fabie I a nikdo neřekl přesně, co by závadu mohlo způsobit. Auto se chovalo normálně, a proto nikdo neidentifikoval přesnou závadu. Jen v některých případech auto lehce škublo, jako kdyby zrovna vynechalo zapalování na jednom válci, ale poté byla funkce motoru opět v pořádku.

V našem případě jsme měli automobil v různých autoservisech, ale i v autorizovaném servisu značky Škoda. Nikde nedokázali identifikovat správnou závadu, která by to mohla zapříčinit, spíš to opravovali „pokus-omyl“. Vyměnila se lambda sonda, EGR a spousty dalších součástek, ale po pár kilometrech se kontrolka opět rozsvítila.

Proto jsem se rozhodl opravit tuto závadu a pomoci určit chybu těchto automobilů. K určení závady budu využívat sériovou i paralelní diagnostiku. Sériovou diagnostiku jsem použil k určení závady a paralelní poté vyzkoušel správnou činnost jednotlivých součástí palivové soustavy.

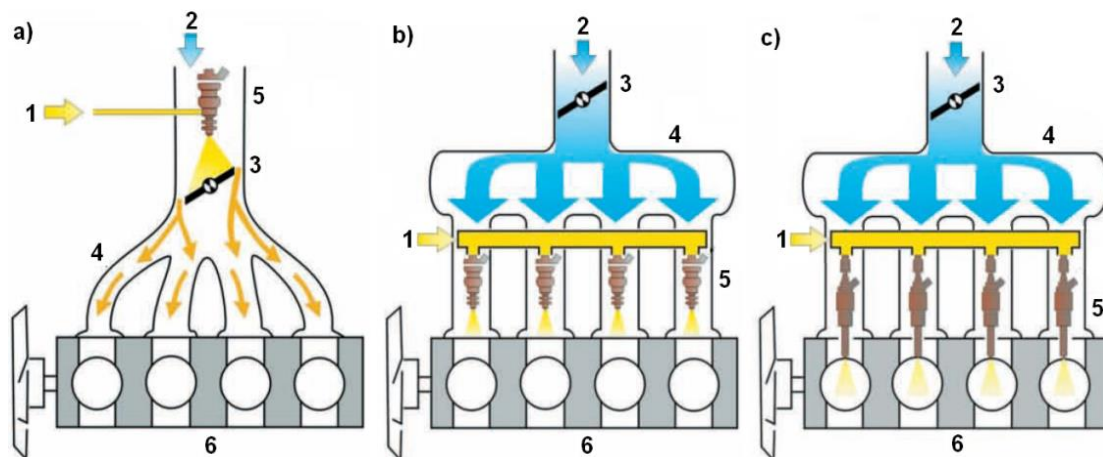
# 1 Literární přehled

MPI se skládá ze dvou hlavních soustav. První soustava je vstřikování a druhou je skupina zapalování. Tyto systémy řídí řídicí jednotka motoru, která zaznamenává všechny důležité údaje, které jsou potřebné pro správný chod motoru.

## 1.1 MPI - Multi Point Injection

Zkratka MPI označuje benzínové motory s vícebodovým vstřikováním paliva, nejčastěji sekvenční vstřikování paliva. V dnešní době se vyrábějí a používají místo karburátorů vstřikovací systémy, vstřikování umožňuje přesnější regulaci složení směsi paliva se vzduchem v závislosti na provozním stavu (např. zatížení motoru). Přesnější regulace složení zápalné směsi také umožňuje produkci nízkého podílu škodlivých emisí, použitím katalyzátoru dochází k dalšímu snížení výfukových plynů. Vstřikování má také výrazný vliv na snížení spotřeby paliva, zvýšení měrného výkonu motoru, zlepšení velikosti a průběhu točivého momentu (Publi.cz, 2020).

U nepřímého vstřikování se palivo vstřikuje do oblasti sacího potrubí a mísí se se vzduchem ještě před vstupem do válců motoru. Nepřímé vstřikování rozdělujeme na jednobodové (centrální) vstřikování (SPI) a vícebodové (MPI), (viz obrázek 1.1), (Motejl a Horejš, 2009).



Obrázek 1.1: Systémy vstřikování,  
1 – Přívod paliva, 2 – Přívod vzduchu, 3 – Škrtkovací klapka, 4 – Sací potrubí,  
5 – Vstřikovací ventil, 6 – Válc motoru (Publi.cz, 2020)

Z evolučního hlediska stojí vícebodové vstřikování uprostřed mezi jednobodovým vstřikováním paliva a přímým vstřikováním paliva. Jednobodové vstřikování přineslo přesnější dávkování paliva a rozvoj řídicích jednotek motorů, do této doby bylo

---

řízené většinou čistě mechanicky. Následovaly motory s vícebodovým vstřikováním paliva (MPI), které vstříkovalo přímo před sací ventil, což umožňovalo tvorbu homogenní směsi pro každý jednotlivý válec. Pomocí homogenní směsi dochází k lepšímu spalování paliva a tím i k vyšším výkonům a nižší spotřebě. Jako poslední v evoluční cestě stojí přímé vstřikování paliva, které vstříkuje palivo přímo do válce.

Zážehové motory MPI jsou motory s vícebodovým sekvenčním vstřikováním paliva. Palivo je vstřikováno těsně před začátkem sání přímo do jednotlivých sacích kanálů pro každý válec zvlášť, počet vstřikovacích ventilů je stejný jako počet válců motoru. Ovládání vstřikovacích ventilů u vícebodových systémů může být simultánní, skupinové nebo sekvenční (Motejl a Hořejš, 2009).

### **1.1.1 Popis vstřikování (vícebodové vstřikování – Motronic)**

Jedná se o systém vícebodového vstřikování paliva, kde se vstříkuje palivo před sací ventil a poté do spalovacího prostoru. Spolu se vstřikováním je elektronicky řízeno i zapalování motoru. Tento systém se začal vyrábět od roku 1979 prakticky do dnešní doby, dosáhl ale zásadních změn, spíše se do něj postupně zapojovaly další a další komponenty.

Tak jako u předchozích systémů vstupují do řídicí jednotky signály, tj. provozní data ze snímačů (otáčky a poloha klikového hřídele, množství nebo hmotnost nasávaného vzduchu, teplota nasávaného vzduchu a chladicí kapaliny, úhel natočení škrtkové klapky, napětí akumulátoru, rychlost jízdy, poloha vačkových hřídelí, klimatizace, signál lambda sondy atd.). Vstupní obvody řídicí jednotky upraví signály od snímačů pro svůj mikroprocesor, ten data zpracuje a rozpozná aktuální provozní stav pro koncové stupně v řídicí jednotce. Tyto signály se zde zesílí a upraví pro možnost ovládání akčních členů (díly, které přímo řídí provozní stav motoru – vstřikovací ventily, zapalovací cívka – napětí a okamžik jiskry, a další přídavné akční členy pro snížení emisí). Motronic umí komunikovat i s řídicími jednotkami ostatních elektronických systémů ve vozidle (s řídicí jednotkou automatické převodovky, ABS, ASR atd.), (Motejl a Hořejš, 2009).

Z výstupních signálů musí systém Motronic optimalizovat práci motoru v různých oblastech zatížení a řídit složení výfukových plynů, aby bylo dosaženo co nejvýhodnějších hodnoty a bylo jen minimálně zatěžováno životní prostředí.

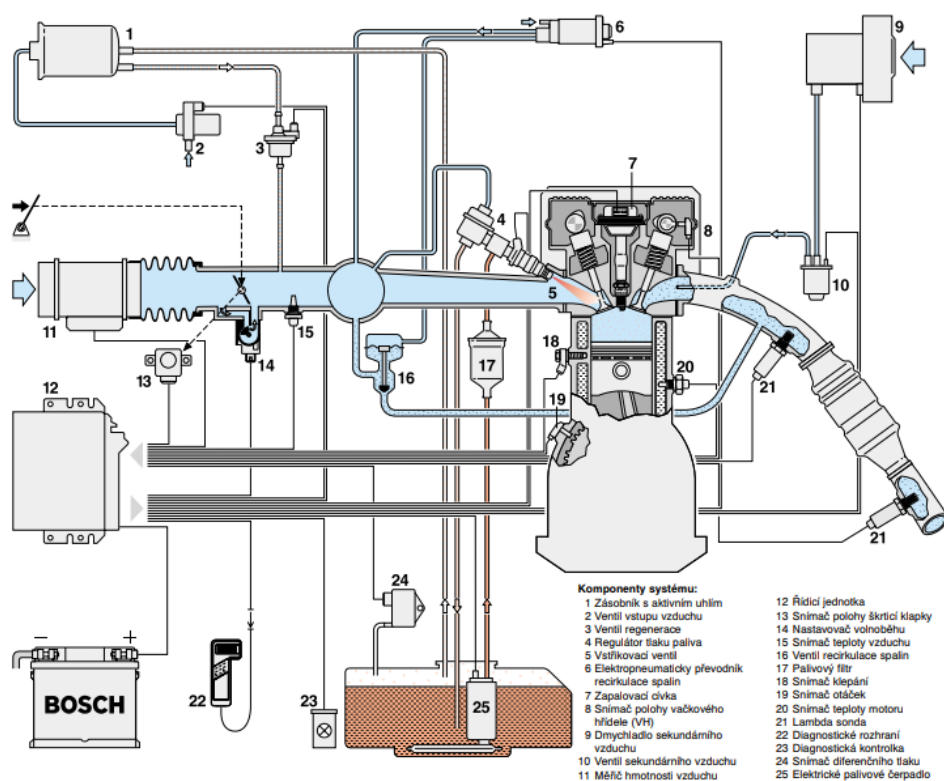


Hlavní součástí je elektronická řídicí jednotka s digitálně pracujícím mikroprocesorem, který funguje na základě rekurentních rovnic a provádí digitálně řízení motoru.

### Výhody systému Motronic:

- Nízká spotřeba paliva,
- Nízký obsah škodlivin ve výfukových plynech díky optimalizaci vstřikovaného množství paliva a okamžiku zažehnutí směsi,
- V průběhu provozu se charakteristika zapalování nemění,
- Údržba zapalovacího systému spočívá pouze ve výměně zapalovacích svíček po ujetí 60 000 km (Štěpánek, 2016).

System řízení motoru Motronic (viz obrázek 1.2).



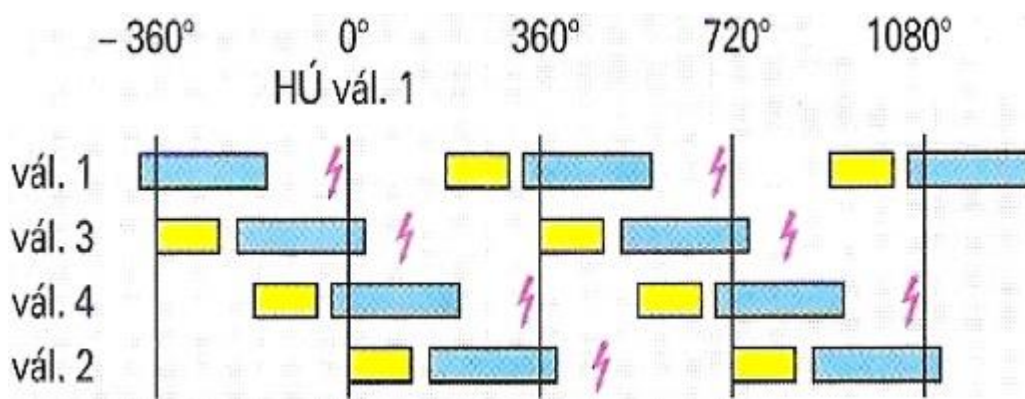
Obrázek 1.2: Systém řízení motoru Motronic (Aa.bosch.cz, 2010)

Z výstupních signálů musí systém Motronic optimalizovat práci motoru v různých oblastech zatížení a řídit složení výfukových plynů, aby bylo dosaženo co nejpříznivější hodnoty a bylo jen minimálně zatěžováno životní prostředí. Hlavní součástí je elektronická řídicí jednotka s digitálně pracujícím mikroprocesorem, který funguje na základě rekurentních rovnic a provádí digitálně řízení motoru (Štěpánek, 2016).

### 1.1.2 Palivový systém

Palivový systém je v podstatě stejný jako u staršího systému L – Jetronic. Palivové čerpadlo je umístěné v nádrži a vytlačuje benzín přes čistič do rozdělovače paliva a s elektromagnetickými ventily dávkuje palivo do sacího potrubí. Nespotřebované palivo se vrací zpátky do nádrže přes regulátor tlaku.

Palivo je vstřikováno v přesně odměřeném množství, které je ve správném poměru s množstvím (hmotností) nasávaného vzduchu. Vstřikovací tlak je dodávaný obvykle čerpadlem v nádrži. Množství vstřikovaného paliva je závislé pouze na celkové době otevření vstřikovacího ventilu. Nejčastěji se používá sekvenční (viz obrázek 1.3), (Motejl a Hořejš, 2009).



Obrázek 1.3: Sekvenční vstřikování (Publi.cz, 2020)

### 1.1.3 Snímání provozních dat

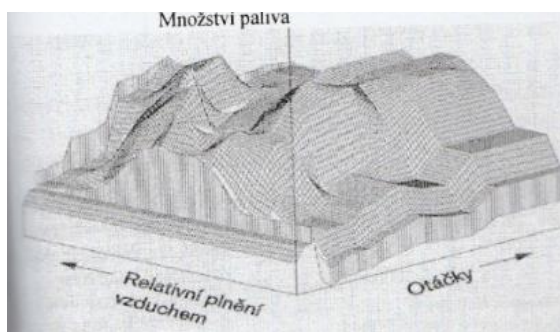
Snímání provozních dat je pro řídicí jednotku důležité pro správný chod motoru. Proto jsou veškeré informace zaznamenány a zpracovány. Mezi nejdůležitější snímače patří snímač hmotnosti nasávaného vzduchu (měří množství vzduchu do válců), snímač polohy škrticí klapky (snímá úhel otevření škrticí klapky = poloha pedálu), snímač otáček polohy klikového a vačkového hřídele (dodávají signál ŘJ o poloze pístu alespoň v jednom válci), kyslíková sonda (zjišťuje množství zbylého kyslíku ve výfukových plynech), snímač klepání motoru (hlídá rychlost hoření ve válci), snímač teploty (snímá teplotu chladicí kapaliny), (Motejl a Hořejš, 2009).

Tyto snímače jsou důležité pro výpočet množství vstřikovaného paliva. Pro jednotlivé režimy práce motoru je v paměti řídicí jednotky naprogramováno datové pole, ve kterém je na 16 pilířích uloženo 16 režimů dodávky paliva na příslušných adresách. 16 adres pro plynulý chod nestačil (akcelerace, decelerace, atd.).

---

Proto je mezi adresami možno interpolovat, takže řídicí jednotka má k dispozici celkem  $16 \times 16 = 256$  režimů (což už na plynulý chod vystačí ve všech režimech), (Štěpánek, 2016).

Datové pole (viz obrázek 1.4).



Obrázek 1.4: Datové pole (Štěpánek, 2016)

## 1.2 Diagnostika v automobilech

Diagnostika motorových vozidel rozeznává funkční nesprávnosti soustav, ústrojí a částí vozidel, případně jejich závady. Je to proces, který umožňuje okamžitě kontrolovat a ověřovat celkový technický stav vozidla, aniž by docházelo k demontáži a zpětné montáži kontrolovaných částí. To je důležité s ohledem na elektronická zařízení, která v podstatě jinou možnost diagnostiky neumožňují. Kdyby nebyly diagnostiky, musela by být každá součástka vyměněna kus za kus (pokus-omyl). Každá demontáž a montáž mechanických funkčních částí vozidla urychluje opotřebení již zaběhnutých pohyblivých spojů a částí sestavených ve výrobním nebo montážním závodě. Proto jsou v dnešní době k dispozici diagnostické přístroje, které nám urychlují hledání závady, a přitom není snížena životnost jednotlivých dílů. Diagnostika se dělí na vnitřní a vnější. Při diagnostických úkonech musí být pro správnou funkci systému palubní napětí akumulátoru min. 11,5 V (Beran, 2008).

Univerzální diagnostický přístroj od firmy Bosch (viz obrázek 1.5).



**Obrázek 1.5: Univerzální diagnostický přístroj od firmy Bosch (sks-diagnostika.ru, 2020)**

### **1.2.1 Subjektivní kontrola**

Subjektivní kontrola je kontrola lidskými smysly. Při subjektivní kontrole lze použít všechny lidské smysly jako sluch, hmat, čich, zrak. K této diagnostice není zapotřebí tedy žádné diagnostické zařízení. Posouzení však záleží na názoru a zkušenostech daného jedince. Z tohoto důvodu je tato kontrola ovlivňována a je značně nepřesná. Na druhou stránku se jedná o nejrychlejší, nejjednodušší a nejlevnější způsob kontroly. Tato kontrola se využívá před objektivní diagnostikou, která slouží k potvrzení nebo k upřesnění, jakého okruhu se závada týká (Beneš, 2010).

---

Subjektivní kontrola popraskaného drážkového řemene (viz obrázek 1.6).



Obrázek 1.6: Subjektivní kontrola popraskaného drážkového řemene (hmjauto.cz, 2020)

### 1.2.2 Objektivní kontrola

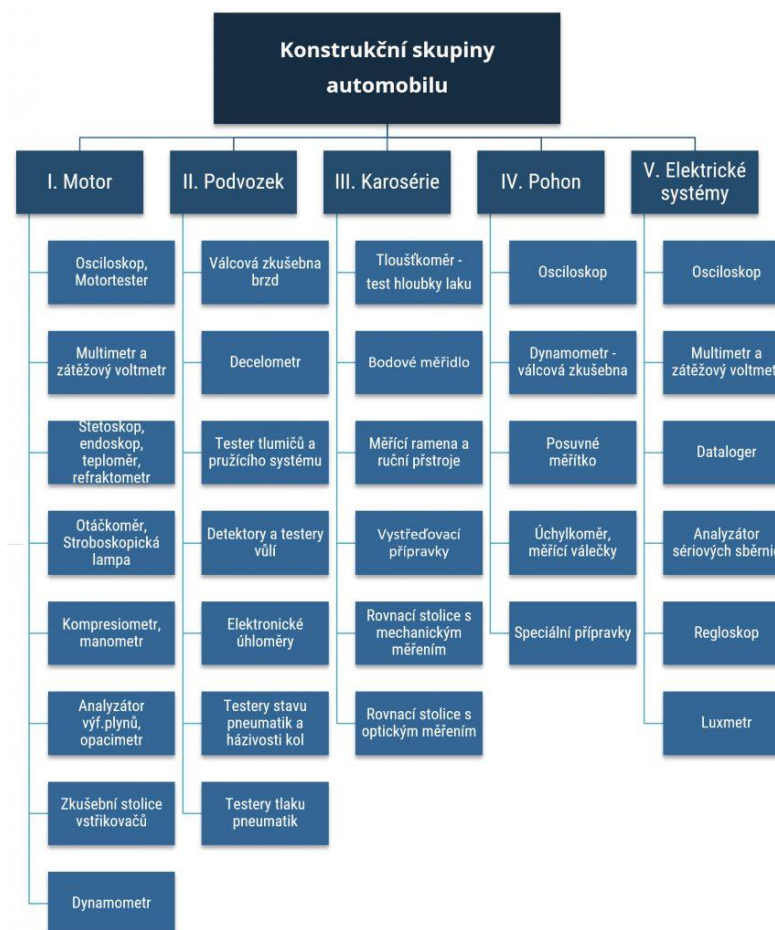
Objektivní kontrola slouží k vyhodnocení součástí za pomoci vhodného přístroje (multimetr, osciloskop atd.) Naměřené hodnoty daných součástí se následně porovnají s předepsanými hodnotami výrobce. I tyto výsledky mohou být nepřesné. Nepřesnost vznikne při nedodržování předepsaných postupů, chybou měření. Přesnost měření je podstatně vyšší než u subjektivní kontroly. Nevýhodou této kontroly je nutnost vybavení přístroji a informace o předepsaných hodnotách, což bývá především finančně náročné (Beran, 2008).

### 1.2.3 Paralelní diagnostika (vnější)

Paralelní diagnostika měří fyzikální veličiny převedené na elektronické signály (osciloskop nebo multimetr). Takto můžeme měřit různé signály, napětí atd. (snímače, signály vstřikovacích ventilů, čidla zajišťující správný chod motoru atd.). Paralelní diagnostikou můžeme udělat kompletní test motoru pomocí externě připojených snímačů. Umožňuje dělat standardní testy s možností porovnání naměřených a předepsaných veličin, analýzu motoru i s možností nápovědy možné příčiny závady motoru, analýzu napěťových a proudových signálů, měření pomocí

multimetru, diagnostické měření emisí, diagnostiku pomocí příznaků závady, měření vícekanálovým osciloskopem, určování charakteristik a plynulého záznamu měřených veličin v závislosti na otáčkách nebo čase. To vše můžeme měřit paralelní diagnostikou, která existuje v několika variantách (Beran, 2008).

Diagnostické rozdělení konstrukčních skupin automobilu (viz obrázek 1.7).



Obrázek 1.7: Diagnostické rozdělení konstrukčních skupin automobilu (sksdagnostika.ru, 2020)

Při měření elektrických veličin (osciloskopem, multimetrem) se proměřují nejprve elektrické parametry jednotlivých částí regulační soustavy ve statickém režimu (změření odporu vinutí, neporušenost kabeláže apod.). V případě správných výsledků se provádí měření v dynamickém režimu, a to změřením změn elektrických parametrů při změnách vstupních elektrických signálů. Pro kontrolu naměřených hodnot nám slouží údaje stanovené výrobcem vozidla nebo příslušného dílu (nejčastěji jsou údaje uloženy přímo v přístroji). Pokud se naměřené výsledky neshodují s údaji od výrobce, může být příčina závady v daném dílu. Ve většině případů je závada opravdu v tomto

---

dílu, ale závada může být i třeba jen v kabeláži soustavy ve vozidle. Závada na kabeláži je přerušeni vodičů kabeláže, a to trvale, nebo přechodně (elektrický zkrat mezi vodiči či proti kostře vozidla, neodborné pájení ke konektorům, koroze vodičů způsobené nedokonalou izolací, oxidace kontaktů), (Beran, 2008).

Digitální osciloskop (viz obrázek 1.8).



Obrázek 1.8: Digitální osciloskop (trinstruments.cz, 2020)

Paralelní diagnostiku (osciloskop) používáme většinou po určení závady sériovou diagnostikou, která nám zmenší okruh hledání závady. Paralelní diagnostiku používáme na proměření konkrétních součástek ve zmenšeném okruhu (Beran, 2008).

### Digitální multimetr

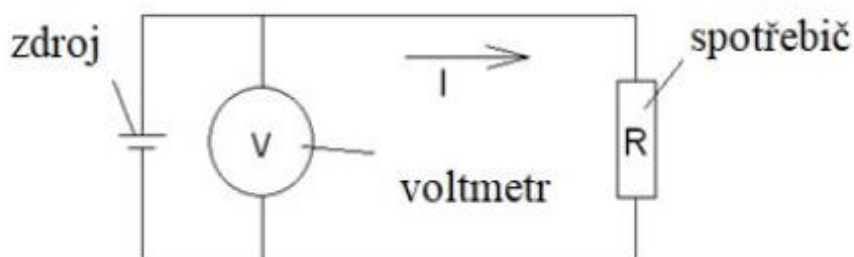
Multimetr je zařízení, který slouží k měření základních elektrických veličin. Jedná se především o napětí, proud a elektrický odpor. Multimetry mohou mít dále funkce pro měření propustnosti diod, kontrola přechodů PN, kontrola celistvosti obvodů atd. Výhoda multimetru spočívá v jednoduchosti zapojení, širokým rozsahem a v nízkých pořizovacích nákladech. Digitální multimetr nahrazuje funkci ampérmetru, voltmetru, ohmmetru atd. Všechny tato měřidla jsou v tomto digitální multimetru (viz obrázek 1.9), (Gscheide, 2001).



Obrázek 1.9: Digitální multimetr (Alza.cz, 2021)

Postup při měření daných veličin:

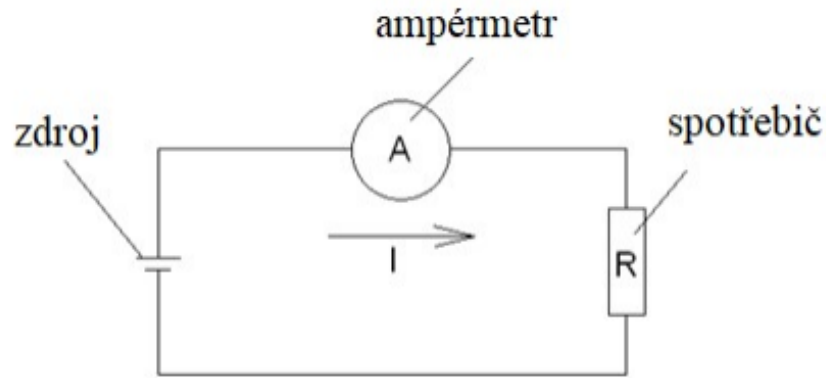
- 1) podle měřené veličiny připojit měřící vodiče do předepsaných zdírek,
- 2) používat přístroj s dostatečným rozsahem měřené veličiny,
- 3) nastavit na přístroji požadovaný rozsah,
- 4) dodržovat bezpečnostní pokyny a pokyny výrobce měřidla,
- 5) dodržovat zapojení:
  - a) Při měření napětí se musí multimetr zapojit paralelně (viz obrázek 1.10)



Obrázek 1.10: Schéma zapojení voltmetru (Hajný, 2018)

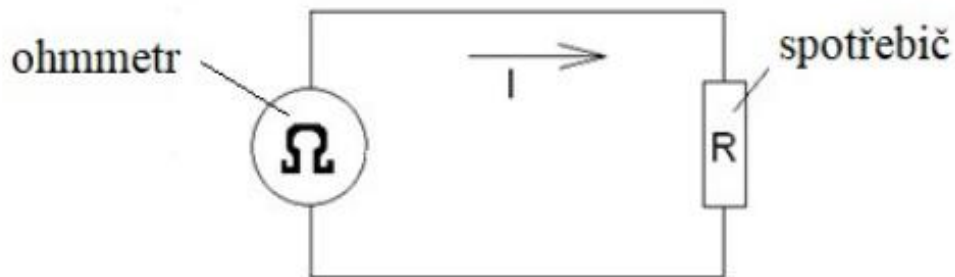
- b) Při měření proudu se musí multimetr zapojit sériově (viz obrázek 1.11).





Obrázek 1.11: Schéma zapojení ampérmetru (Hajný, 2018)

c) Při měření odporu se musí multimetr zapojit paralelně jako u napětí. Při měření odporu nesmí protékat obvodem elektrický proud (viz obrázek č. 1.12).



Obrázek č. 1.12: Schéma zapojení ampérmetru (Hajný, 2018)

### Manometr (tlakoměr)

Manometr je mechanické měřidlo pro měření tlaku kapaliny či plynu. Vychýlení probíhá pomocí membrány (nejčastěji) nebo pomocí Bourdonovy trubice. Membrána je usazená v měřidle do kruhového tvaru s vlastní tuhostí. Membrána je sevřena mezi přírubami, které jsou po obvodě měřidla. Měřený tlak vyvolá pohyb membrány a natočení ručičky probíhá pomocí mechanického převodu na úhlové otočení ručičky ukazatele.

V opravárenství automobilů má svou nenahraditelnou úlohu. Používá se pro diagnostikování určitých závad, ale také pro správnou funkci jednotlivých částí. Pomocí manometru se zjišťuje správný tlak v pneumatikách. Diagnostika pomocí manometru probíhá při měření kompresních tlaků motoru, dále pro měření tlaku v palivové soustavě atd.

---

Měření tlaku v pneumatikách probíhá propojením ventilků pneumatiky s hadicí manometru (viz obrázek č. 1.13), (Jakubec, 2009).



**Obrázek č. 1.13: Měření tlaku v pneumatikách (Pneuleader.cz, 2020)**

Měření tlaku v palivovém systému se určí, zda je palivová soustava těsná a zda je palivové čerpadlo v pořádku. Manometr je vyveden hadicí, která vede poté do svorky ve tvaru T. Tento vývod se dosadí do palivového obvodu (viz obrázek č. 1.14), (Skoda auto.cz, 2020).



**Obrázek č. 1.14: Měření tlaku palivovém potrubí (Univer.cz, 2020)**

---

Při měření kompresních tlaků motoru se zapojí pomocí vhodné koncovky manometru (místo zapalovací svíčky, vstřikovačů apod.). Touto diagnostikou motoru se ukáže, zda je spalovací prostor motoru v pořádku (zda není prasklý válec, zda nejsou špatné pístní kroužky, sedla ventilů atd.). Manometr je také vybaven tlačítkem pro vypuštění tlaku v manometru (Univer.cz, 2020)

Měření kompresních tlaků motoru (viz obrázek č. 1.15)



Obrázek č. 1.15: Měření kompresních tlaků (Univer.cz, 2020)

#### 1.2.4 Sériová diagnostika (vnitřní)

Sériová diagnostika se skládá z počítače, v kterém je uložený program k tomu určený, a sondy, která se zapojuje do diagnostické zásuvky vozidla. Sériová diagnostika komunikuje s řídicími jednotkami a umožňuje vyčíst jejich závady, popřípadě s nimi komunikovat jinak (test akčních členů, zjištěné hodnoty atd.). Diagnostika umožňuje komunikaci se všemi řídicími jednotkami, kterých může být v autě až 60 (řídicí jednotka motoru ECU, ABS, AIRBAG, komfortní systémy atd.), (Beran, 2008).

---

Diagnostický přístroj VAG (viz obrázek č. 1.16).



**Obrázek č. 1.16: Diagnostický přístroj VAG (určený na diagnostiku vozů koncernu VW) (eshop-rychle.cz, 2020)**

Řídící jednotka nám nahlásí pouze to, co se neshoduje s přednastavenými hodnotami. Potom vybere z naprogramovaných možností nejpravděpodobnější interpretaci závady. Proto je důležité použít dále paralelní diagnostiku, aby nebyly zbytečně měněny zdravé součástky, u kterých by mohla být snížena životnosti. Závada nemusí být ani v jednotlivých součástkách, ale závada může být jen v kabeláži, a to řídící jednotka nedokáže správně interpretovat. Proto slouží sériová diagnostika jen k upřesnění závady.

Vozidla jsou dnes vybavena obvody samokontroly (vlastní kontroly), které během provozu kontrolují průběžně její stav z hlediska funkce, pro kterou je ve voze určena. Tyto obvody jsou označovány OBD (palubní diagnostika). Pomocí OBD komunikace lze zobrazit polohu a zapojení diagnostické zásuvky, vyčistit paměť závad, vymazat paměť závad, zobrazit a zaznamenat více skutečných hodnot současně, otestovat akční členy, ověřit základní nastavení, nastavit pravidelnou roční kontrolu a nastavit interval pro výměnu motorového oleje atd. Řídící jednotka jen programově hlásí, co se do ní naprogramovalo. Chybové hlášení je zaznamenáno jako definice nějakého nepředpokládaného stavu (Beran, 2008).

Kontrolky ve vozidle (viz obrázek č. 1.17).



Obrázek č. 1.17: Kontrolky ve vozidle (Carsin.cz, 2020)

Největší výhoda diagnostiky je v jednoduchosti připojení. Dříve měl každý výrobce automobilů a každý model svou diagnostickou zásuvku, a proto byla diagnostika automobilu velice nákladná z důvodů kupování kabelů. V dnešní době používají všichni výrobci automobilů stejný konec diagnostické zásuvky, proto stačí jen jeden kabel pro diagnostiku na všechna auta. V dnešní době se dokonce vyrábějí sondy, které komunikují pomocí bluetooth, kabel už proto není vůbec potřeba (Wurth.fr, 2020).

Sonda diagnostického přístroje WOW (viz obrázek 1.18).



Obrázek 1.18: Sonda diagnostického přístroje WOW (Wurth.fr)

### Výhody komunikátorů s řídicími jednotkami

- Rychlé čtení závad,

- 
- Možnost mazání závad, které byly odstraněny,
  - Diagnóza akčních členů (pouze u některých systémů),
  - Mazání naučených hodnot, popř. jejich naprogramování,
  - Programování servisních intervalů.

#### **Nevýhody komunikátorů s řídicími jednotkami**

- Diagnostiky na univerzální druhy značek nejsou tak propracované do detailu (může se stát, že nebude možné se připojit do některých jednotek v daných vozidlech),
- Chybná orientace čtením chybových hlášení,
- Sledování hodnot může být zkreslené závadou,
- Nejistitelnost závad vzniklých v řídicí jednotce nesledovaných sektorů (např. kvalita hoření jiskry, komprese, tlak paliva, veškeré zkreslené signály atd.), (Beran, 2008).

---

## 2 Cíl práce

Cílem práce je provedení diagnostiky a vyhodnocení prognóz vývoje stavu a poruch sledovaného motoru a odpovědět na otázky:

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

Dílčí cíle práce:

1. Popsat používané diagnostické systémy pro daný typ motoru.
2. Provést konkrétní diagnostiku.
3. Porovnat zjištěné a naměřené výsledky s doporučeními výrobce a direktivou EU.
4. Odpovědět na otázky z cíle této práce.
5. Výsledky vyhodnotit a uvést závěry pro praxi.

---

## 3 Metodika

V této části práce se budu věnovat vlastní diagnostice motoru 1.4, 16V.

### 3.1 Postupy sériové diagnostiky

#### Postup sériové diagnostiky VAG-COM

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Zapnout diagnostický přístroj.
3. Zapojit přístroj do diagnostické zásuvky.
4. Otočit klíčkem do polohy 1.
5. Zapnout diagnostický software.
6. Navázat komunikaci s řídicí jednotkou motoru.
7. Vyčíst paměť závad.
8. Zjistit skutečné hodnoty.
9. Porovnat výsledky s údaji výrobce.

### 3.2 Postupy paralelní diagnostiky

#### Postup paralelní diagnostiky HANTEK 1008C

##### Měření signálu vstřikovacího ventilu:

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Otevřít víko motoru.
3. Demontovat kryt motoru.
4. Zapnout osciloskop HANTEK 1008C.
5. Připojit měřící hroty na svorky 1 a 2 vstřikovacího ventilu.
6. Nastartovat vozidlo a nechat volnoběžné otáčky.
7. Nastavení osciloskopu.
8. Vyhodnocení výsledku.

#### Postup paralelní diagnostiky Auto Power OFF 3 ½ DMM

##### Měření odporu vstřikovací ventilu:

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Otevřít víko motoru.
3. Zapnout multimetr Auto Power OFF 3 ½ DMM.
4. Nastavit multimetr na předepsané hodnoty.



- 
5. Odpojit konektor na vstřikovacím ventilu.
  6. Připojit měřící hroty na svorky číslo 1 a 2 vstřikovacího ventilu.
  7. Vyhodnocení výsledku.

### **Měření potenciometru ventilu zpětného vedení výfukových plynů:**

Podmínky pro kontrolu systému: Pojistka číslo 7 musí být v pořádku.

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Otevřít víko motoru.
3. Zapnout multimetr Auto Power OFF 3 ½ DMM.
4. Nastavit multimetr na předepsané hodnoty.
5. Odpojit konektor na potenciometru ventilu zpětného vedení výfukových plynů.
6. Připojit měřící hroty na svorky 2 a 4 potenciometru ventilu zpětného vedení výfukových plynů.
7. Vyhodnocení výsledku.

### **Měření napájení palivového čerpadla**

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Demontovat zadní sedačky.
3. Demontovat kryt palivového čerpadla.
4. Odpojit svorku palivového čerpadla.
5. Zapnout a nastavit na požadovanou hodnotu multimetr Auto Power OFF 3 ½ DMM.
6. Připojit se na svorky 1 a 4.
7. Zapnout zapalování.
8. Vyhodnocení výsledku.

### **Měření čerpaného množství paliva Bosch**

1. Zajistit vozidlo proti pohybu.
2. Demontovat kryt motoru.
3. Odpojit hadici od palivového čerpadla do rampy vstřikovacích ventilů.
4. Připojit barometr s přepouštěcím kanálkem a zapojit zpět do systému.
5. Do obtokového ventilu zabudovat nádobu s odměřovacím množstvím.
6. Zapnout zapalování na dobu 30 s.

---

## 7. Vyhodnocení výsledku.

### **Závada 17559 – Kontrola vstříkovacích ventilů**

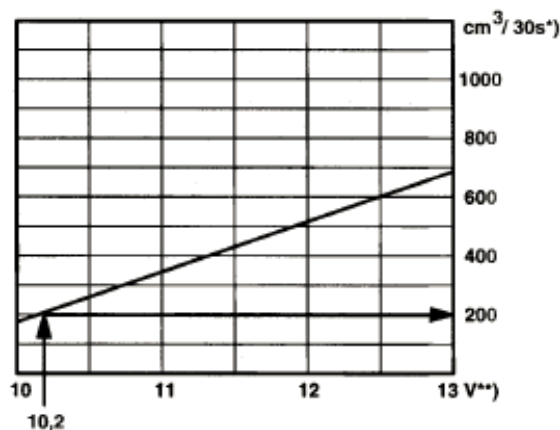
Podmínky pro kontrolu vstříkovacích ventilů:

1. Pojistka číslo 35 musí být v pořádku.
2. Ukostření mezi motorem (na skříni převodovky) a na karoserii (pod akumulátorem) musí být v pořádku.
3. Napětí akumulátoru musí být nejméně 11,5 V.
4. Snímač otáček musí být v pořádku.
5. Relé palivového čerpadla musí být v pořádku.

### **Kontrola čerpaného množství paliva**

Podmínky pro kontrolu: Napájecí napětí musí být v pořádku.

Čerpané palivo v závislosti na napětí akumulátoru (viz obrázek 3.1).



Obrázek 3.1: Čerpané palivo v závislosti na napětí akumulátoru (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

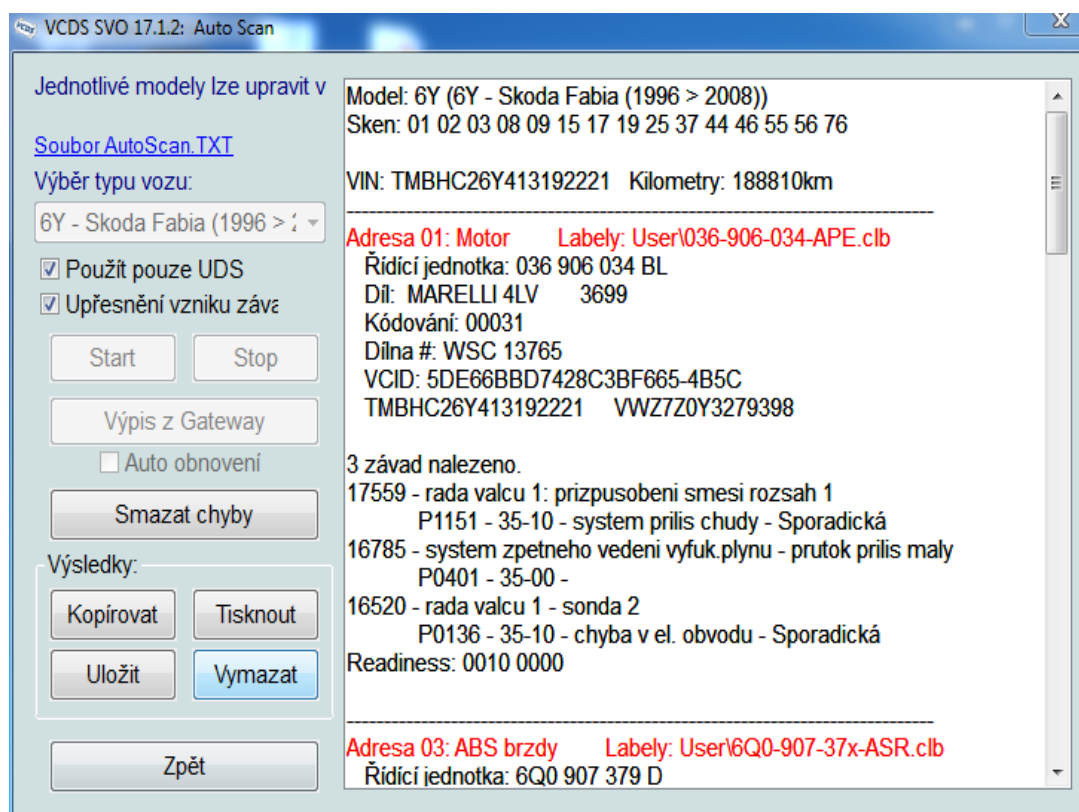
---

## 4 Výsledky a diskuze

V této části práce budou prezentovány výsledky, ke kterým jsem došel.

### 4.1 Výsledky sériové diagnostiky přístroje VAG

Po zapojení diagnostického přístroje jsem vyčetl z paměti závad řídicí jednotky motoru závady (viz obrázek 4.1).



Obrázek č. 4.1: Paměť závady (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

Po vyčtení paměti závad se do řídicí jednotky uložily tři závady. První závada byla přizpůsobení směsi. Na tuto závadu jsem se zaměřil více, protože zbylé dvě chyby mohly souviset právě s touto chybou. Téma jsem diskutoval i se zkušenějšími kolegy a ti potvrdili mou teorii, že závada 17559 a 16520 mohla vzniknout v důsledku závady 16785. Pro jistotu jsem si v diagnostickém přístroji našel pomocí 5místného kódu, co závadu mohlo způsobit a co by ji mohlo odstranit, nebo jak by se mohla součástka nebo soustava zkontrolovat a zaručit tím, že závada nebyla způsobena právě v této součástce nebo soustavě. Podle jednotlivých typů závad jsem si našel příčinu těchto závad. Příčinu závad jsem si našel v diagnostických přístrojích od firmy VAG a Bosch, dále jsem veškeré postupy konzultoval se zkušenějšími kolegy, dále jsem také použil

stránky [forum.skodahome.cz](http://forum.skodahome.cz) (2020), na kterých jsou poznatky a cenné zkušenosti ostatních, co již tento problém řešili.

### Závada 16785

V diagnostickém zařízení jsem si tedy našel, co vyvolalo druhou závadu, která byla uložena do řídicí jednotky motoru pod kódem 16785 (systém zpětného vedení výfukových plynů).

Popis závady 16789 (viz obrázek 4.2).

Zobrazení na -V.A.G 1552-		Možná příčina závady	Možné projevy závady	Odstranění závady
16785 System zpetneho vedeni vyfukovych plynu <sup>1)</sup>	Prutok prilis maly	♦ Neprovedeno přizpůsobení systému zpětného vedení výfukových plynů	♦ Motor běží v nouzovém programu	– Zkontrolovat ventil pro zpětné vedení výfukových plynů -N18- ⇒ Kap. 01-1, Diagnostika akčních členů
16786 System zpetneho vedeni vyfukovych plynu <sup>1)</sup>	Prutok prilis velky	♦ Ventil pro zpětné vedení výfukových plynů -N18- vadný		– Provést základní nastavení (blok naměřených hodnot 074 a 075) ⇒ Kap. 01-7

Obrázek 4.2: Popis závady 16789 (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

Po otevření tabulky závad zmíněného kódu jsem dle příručky zkontroloval ventil pro zpětné vedení výfukových plynů pomocí testu akčních členů a následně přizpůsobení ventilu zpětného vedení výfukových plynů. Při testu akčních členů bylo opravdu slyšet otevírání a zavírání ventilu zpětného vedení výfukových plynů. Pokud by se tento zvuk neozýval, nefungoval by tento ventil správně a zvýšily by se emise. Nastavení jsem provedl podle pracovního postupu diagnostického přístroje. Nastavení probíhá tak, že v diagnostickém přístroji se stiskne nastavení ventilu výfukových plynů do základního nastavení. Klapka se otevře a uzavře do svého maxima a tím zjistí své maximální zavření a otevření, pokud by se tato hodnota lišila od výrobce, vyhodnotila by toto ŘJ motoru jako chybu.

### Závada 16520

Opět jsem si v diagnostickém přístroji našel, co tuto závadu mohlo způsobit. Popis závady 16520 (viz obrázek 4.3).

16520 Rada valcu 1 sonda 2 <sup>1)</sup>	Elektrická závada v proudovém okruhu	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Přerušení vedení mezi lambda-sondou a řídicí jednotkou motoru</li> <li>◆ Vadná lambda-sonda za katalyzátorem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Nefunguje lambda-regulace</li> <li>◆ Špatný volnoběh</li> <li>◆ Hodnoty emisí ve výfukových plynech nejsou v pořádku</li> <li>◆ Zvýšená spotřeba paliva</li> </ul>	– Zkontrolovat vyhřívání lambda-sondy za katalyzátorem ⇒ Kap. 24-4
--	--------------------------------------	--	---	--

Obrázek 4.3: Popis závady 16520 (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

Po otevření tabulky závad zmíněného kódu jsem zkontroloval dle příručky výrobce Škoda (portal.skoda-auto.com) vyhřívání lambda sondy. Vyhřívání lambda sondy jsem zkontroloval pomocí skutečných hodnot. **Vyhřívání lambda sondy bylo v pořádku.**

Vyhřívání lambda sondy (viz obrázek 4.4).



Obrázek 4.4: Vyhřívání lambda sondy (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

## Závada 17559

I u této závady jsem postupoval stejně jako v předchozích dvou případech.

Popis závady 17559 (viz obrázek 4.5).

17559 Rada valcu 1, adaptace směsi oblast 1 <sup>1)</sup>	Nedosazena hranice ochu- zení	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Vadný palivový sys- tém</li> <li>♦ Vadná lambda-sonda před katalyzátorem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Nefunguje lambda- regulace</li> <li>♦ Špatný volnoběh</li> <li>♦ Hodnoty emise ve výfukových plynech nejsou v pořádku</li> <li>♦ Zvýšená spotřeba paliva</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zkontrolovat vstřiko- vací ventily ⇒ Kap. 24-3</li> <li>– Zkontrolovat palivo- vé čerpadlo ⇒ Motor 1,4/55; 1,4/74 - Me- chanika; opr. sk. 20</li> <li>– Zkontrolovat systém sání na netěsnost ⇒ Kap. 24-3</li> </ul>
17560 Rada valcu 2, adaptace směsi oblast 2 <sup>1)</sup>	Nedosazena hranice ochu- zení	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Vadný palivový sys- tém</li> <li>♦ Vadná lambda-sonda za katalyzátorem</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Zkontrolovat těsnost výfukové soustavy ⇒ Motor 1,4/55; 1,4/ 74 - Mechanika; opr. sk. 26</li> <li>– Zkontrolovat sousta- vu zpětného vedení výfukových plynů ⇒ Motor 1,4/55; 1,4/ 74 - Mechanika; opr. sk. 26</li> <li>– Zkontrolovat na těsnost systém ná- dobky s aktivním uhlím ⇒ Motor 1,4/ 55; 1,4/74 - Mecha- nika; opr. sk. 20</li> <li>– Zkontrolovat lambda- sondu a lambda-re- gulaci před katalyzá- torem ⇒ Kap. 24-4</li> <li>– Zkontrolovat lambda- sondu a lambda-re- gulaci za katalyzáto- rem ⇒ Kap. 24-4</li> </ul>

Obrázek 4.5: Popis závady 17559 (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

### Kontrola utěsnění sacího potrubí

Kontrolu jsem provedl sprejem, který snižuje zápalnost směsi. Chladicí kapalina musí mít minimálně 80 °C a motor musí běžet na volnoběh. Sprejem se postříká sací systém. Pokud bude sací systém netěsný, tak se pod tlakem v sacím systému nasaje falešný vzduch i se sprejem, který snižuje zápalnost směsi. To vede k poklesu otáček a ke změně napětí lambda sondy. Tímto testem jsem zjistil, že **těsnění sacího systému bylo v pořádku**, otáčky nepoklesly a lambda sondy také nezměnily své napětí. Pokud by bylo napětí lambda sond mimo toleranci, tak by zčervenaly.

Autor Maras (2009), který se zabýval stejnou problematikou, naměřil napětí lambda sond pod 0,5 V u chudé směsi a při bohaté směsi nad 0,5 V. Oba dva jsme se pohybovali v předepsané hodnotě výrobce 0 – 1 V.

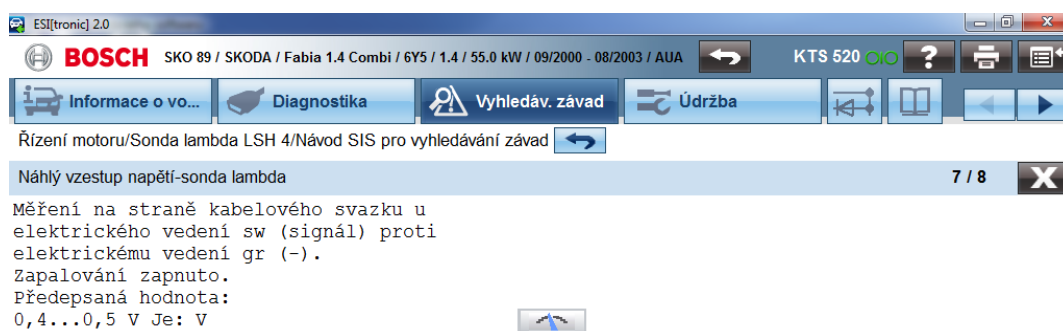
Druhý autor Hajný (2018) prováděl kontrolu sacího potrubí pomocí systematického prostřikání jednotlivých částí sprejem a kontroloval při tom otáčky na diagnostickém přístroji. Nepoužil však speciální sprej, ale čistič brzd, který zastane stejnou úlohu. Otáčky zůstaly stejné, tudíž žádnou netěsnost také nenašel.

Napětí lambda sond (viz obrázek 4.6).



Obrázek 4.6: Napětí lambda sond (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

Napětí lambda sond (viz obrázek 4.7).

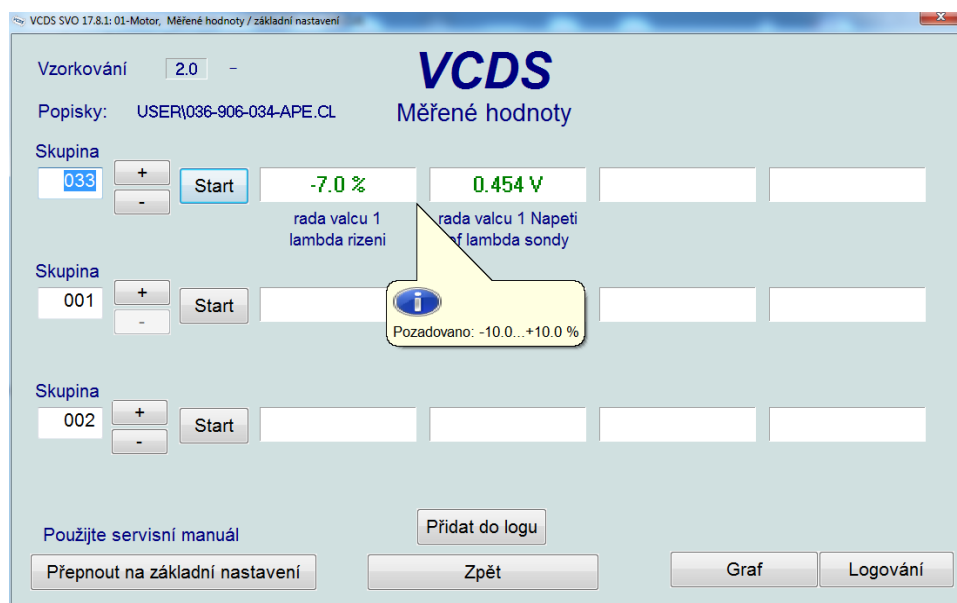


Obrázek 4.7 - Napětí lambda sondy, řady válců 1 (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)

### Kontrola těsnosti výfukové soustavy

Kontrolu jsem provedl diagnostickým přístrojem, dá se provést i podle zvuku a vizuální prohlídkou, ale není to zdaleka tak přesné. Vizuální prohlídkou a poslechem se závady rozpoznají pouze v případě, pokud je netěsnost výfukové soustavy ve větší míře, navíc by to bylo i mírně znát na spotřebě. **Těsnost výfukové soustavy byla v pořádku** po vizuální a poslechové stránce, ale také pomocí diagnostického přístroje.

Kontrola těsnosti výfukového systému (viz obrázek 4.8).



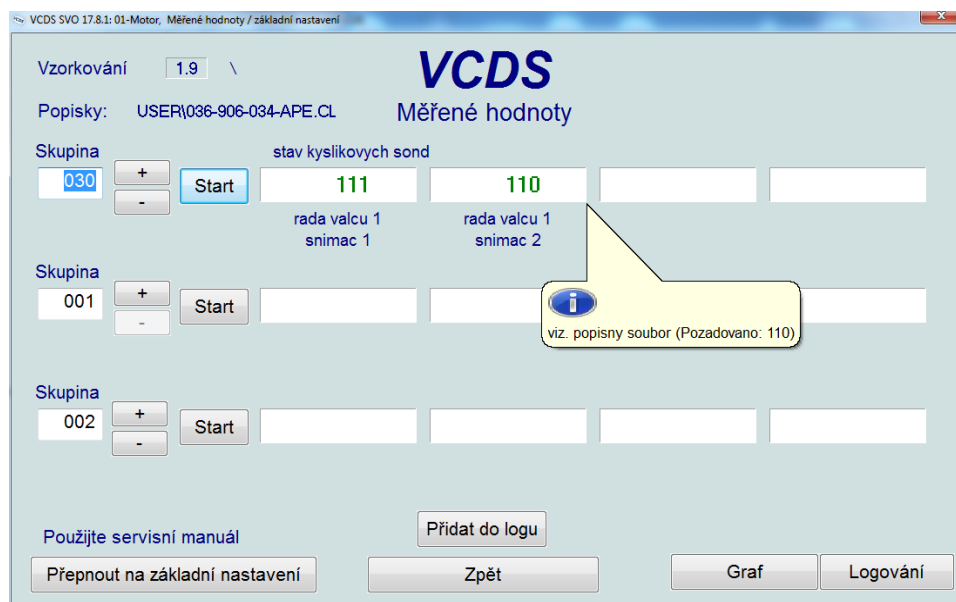
Obrázek 4.8: Kontrola těsnosti výfukového systému (Diagnostický přístroj VAG, 2020)

### Kontrola Lambda regulace před a za katalyzátorem

Motor musí mít provozní teplotu a běžet na volnoběh. Pomocí skutečných hodnot v diagnostickém přístroji jsem zjistil, že lambda regulace je v povolené toleranci.

**Lambda regulace funguje.**

Lambda regulace (viz obrázek 4.9).



Obrázek 4.9: Lambda regulace (Diagnostický přístroj VAG, 2020)



---

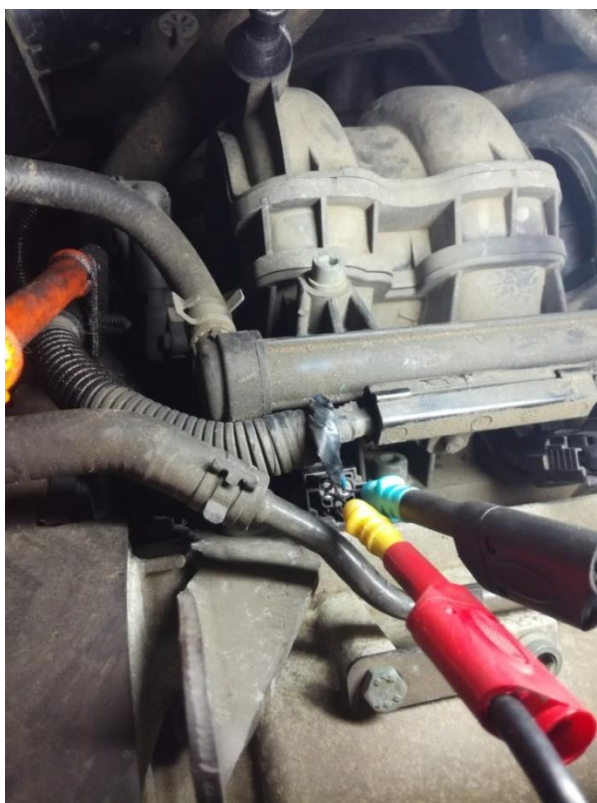
## 4.2 Výsledky paralelní diagnostiky

Měření paralelní diagnostikou bylo podstatně složitější, výsledky však ukážou i drobné nedostatky, které sériová diagnostika nezaznamená.

### Kontrola signálů vstřikovacích ventilů

Pomocí signálu vstřikovacího ventilu se nejvíce pozná, zda vstřikovač funguje správně. Pomocí tohoto signálu lze poznat, zda vstřikovač je v pořádku i po mechanické stránce. Pomocí „bulky“ při zavírání jehly ventilu je možné určit, zda je jehla zatuhlá. Tlak paliva tlačí při zavírání proti jehle, tím vznikne „bulka“.

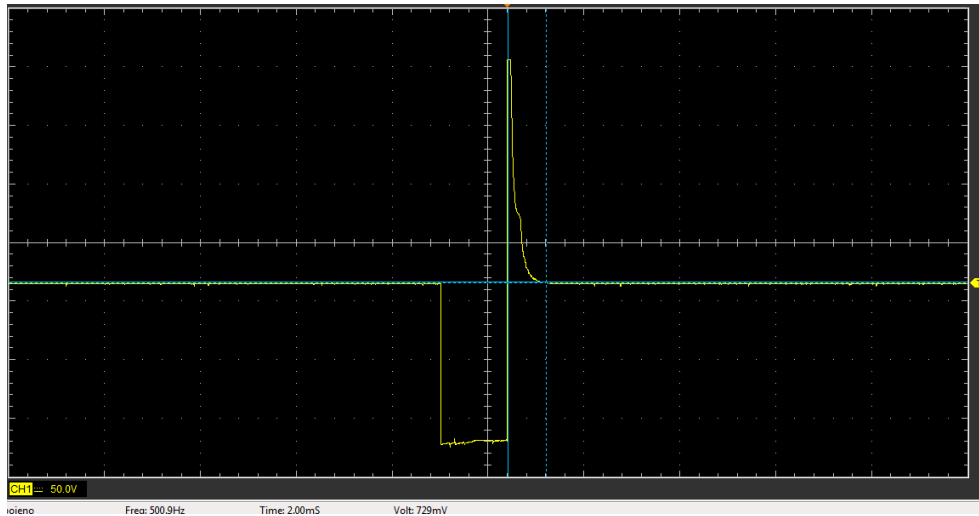
Zapojení vstřikovacích ventilů (viz obrázek 4.10).



Obrázek 4.10: Zapojení vstřikovacích ventilů

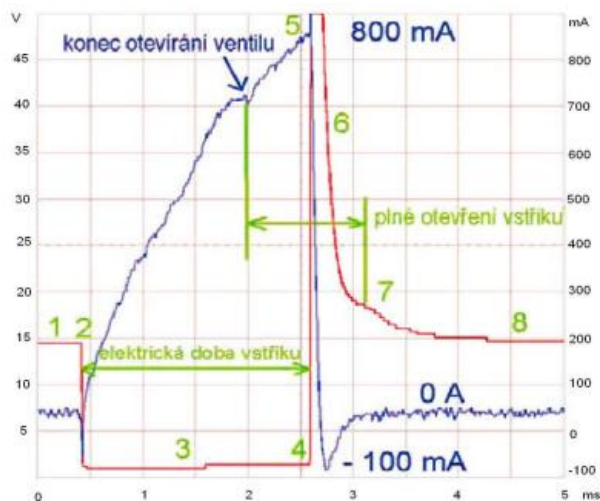
Signál se naměří na svorce 1 a 2 vstřikovacího ventilu. Nastartujeme motor a necháme volnoběžné otáčky motoru. Osciloskop nastavíme na požadované hodnoty. Měření signálu provedeme na všech vstřikovacích ventilech. Signály vstřikovacích ventilů byly ve všech válcích stejné. **Signály byly v pořádku.**

Signál vstřikovacího ventilu (viz obrázek 4.11).



Obrázek 4.11: Signál vstřikovacího ventilu (Paralelní diagnostiky Auto Power OFF 3 ½ DMM, 2020)

Průběh jednoho cyklu vstřikovacího ventilu (viz obrázek 4.12).



Obrázek 4.12: Průběh jednoho cyklu vstřikovacího ventilu (volnoběh). Červená = napětí, modrá = proud (Čoček, 2012)

### Průběh signálu vstřikovače

- 1) Tranzistor v řídicí jednotce je otevřený, napájecí napětí je i za vinutím. Vstřikovací ventil má palubní napětí (12 V) bez výrazných poklesů.
- 2) Řídicí jednotka sepnula tranzistor, obvod je uzavřen. Projevuje se elektrický odpor vinutí, jímž proud zatím neprochází, a napětí je téměř rovno nule.

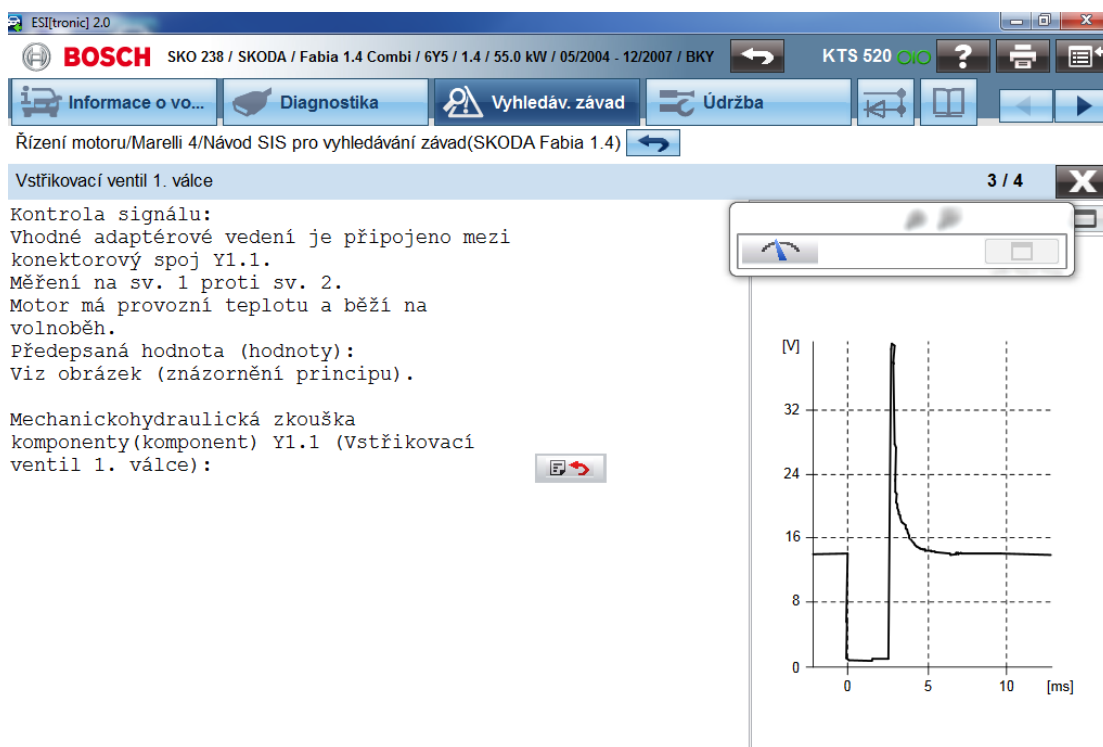
- 
- 3) Magnetické pole kolem vinutí a proud tekoucí obvodem se zvětšují. Magnetické pole postupně dosáhne hodnoty, při které otevírá jehla ventilu. Napětí je již větší než nula, protože se již vytváří odpor pro elektrický proud (tranzistor, vedení).
  - 4) Tranzistor rozeplnul magnetické pole, začíná slábnout. Elektrický proud přestal téct, klesnutím intenzity magnetického pole vznikla samoindukce napětí ve vinutí. Okamžikem rozeplnutí tranzistoru je měněna doba vstřiku ventilu.
  - 5) Samoindukce napětí. Při sepnutí se ve vinutí zvyšovalo magnetické pole, které se při rozeplnutí musí ztratit. Ztrátou magnetického pole vznikne indukce tím větší, čím je změna zanikajícího magnetického pole rychlejší a čím větší byla jeho původní velikost.
  - 6) Vybíjení napěťového potenciálu vinutí. Samoindukcí je krátkodobě vytvořen opačný tok proudu než při sepnutí (100 mA). Vybíjením samoinduktivního napětí se tento proud zmenšuje.
  - 7) Zavírání jehly ventilu. Nepatrné zvýšení napětí – „induktivní boule“ – je projev zastavení pohybu jehly ventilu. V tomto okamžiku ustal pohyb jehly v magnetickém poli.
  - 8) Návrat na napájecí napětí. Magnetické pole zmizelo, jehla ventilu je zavřená bez pohybu (Čoček, 2012).

Autor Maras (2009), který měřil vstříkovací ventil také osciloskopem, měl stejné hodnoty jako já. Signál na obrazovce začíná na hodnotě palubního napětí 14,1V při nastartovaném motoru a běhu na prázdno. V bodě 0 dojde k poklesu, úbytku napětí skoro až k nulové hodnotě, to řídicí jednotka motoru ukostří cívku vstříkovacího ventilu, ten se otevře a dochází ke vstřiku paliva, tento stav trvá přesně 4 ms, pak řídicí jednotka motoru přeruší připojení na kostru. Dojde k náhlému poklesu proudu, který cívkou vstříkovacího ventilu procházel, a k následné vlastní indukci, která působí proti změně, jenž ji vyvolala. Na obrázku napětí stoupne až na hodnotu 71,6 V. Potom klesá zpět na hodnotu palubního napětí. Všimněte si ještě malé bouličky, zvlnění při poklesu napětí. Zvlnění znamená dosednutí jehly vstříkovače do sedla otvoru.

Autor měření provedl stejné měření na stejném vozidle, jen s jiným kódem motoru s téměř stejným výsledkem. Oba výsledky byly v toleranci, a proto jsme provedli správné měření a vstříkovací ventily u obou byly také v pořádku.

Jelikož autorizovaný servis sdělil zákazníkovi, že se musí vyměnit vstříkovací ventil na daném válci, tak jsem si našel od více zdrojů (Hajný 2018, Čoček 2012), jak má signál vstříkovacího ventilu vypadat. Signál byl stejný a po dobu měření se signál nezměnil. Po porovnání signálu od ostatních autorů (Hajný 2018, Čoček 2012), jsem zjistil, že v signálu tohoto ventilu není žádný elektrický problém. Vstříkovací ventil měl také „induktivní bouli“, která ukazuje správnou funkci vstříkovacího ventilu i po mechanické části. Pokud by byla mechanická část vadná (např: zatuhlá jehla), tak by se to na této „bouli“ poznalo (nebyla by tam).

Správný průběh jednoho cyklu vstříkovacího ventilu (viz obrázek 4.13).



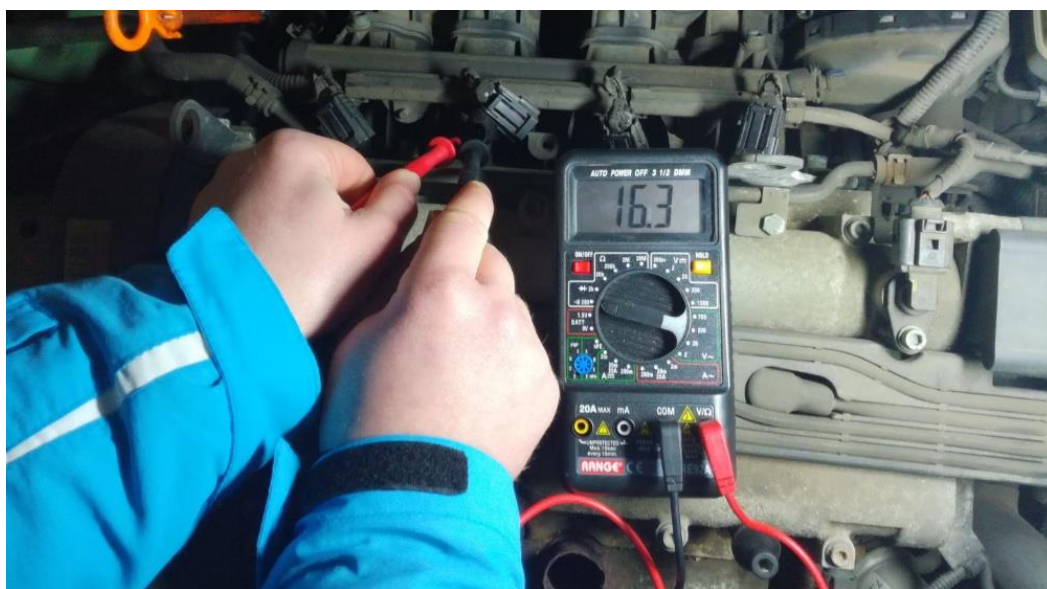
**Obrázek 4.13: Postup měření a správný signál vstříkovacího ventilu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)**

---

## Měření odporu vstříkovací ventilu

I když jsem si ověřil, že vstříkovací ventily pracují správně, změřil jsem ještě odpor těchto ventilů. **Odpor vstříkovacích ventilů byly v pořádku.** Požadovaná hodnota ventilu by měla být 14 - 17 Ohmů, což bylo splněno.

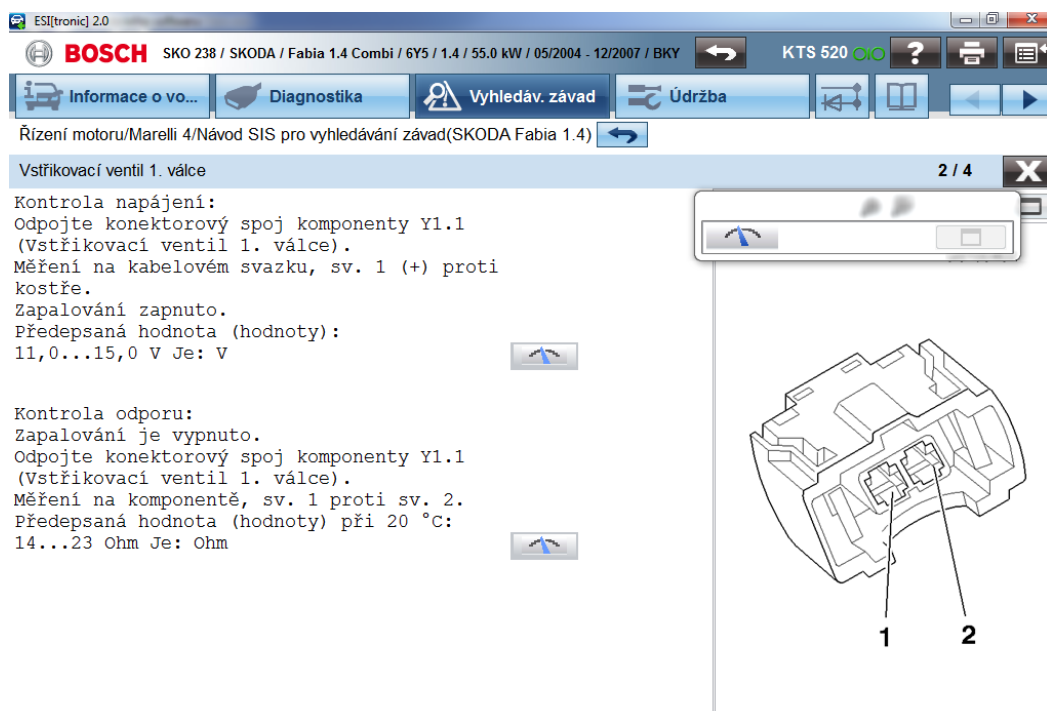
Měření odporu vstříkovacího ventilu (viz obrázek 4.14).



**Obrázek 4.14: Měření odporu vstříkovacího ventilu**

V diagnostické přístroji Bosch jsou hodnoty odporu stejné. Dále jsem si změřil také pomocí multimetru napětí při zapnutém klíčku. **Napětí bylo také v toleranci, a to 12,4 V.**

Autor Maras (2009) naměřil napětí 14,1 V, napětí bylo téměř o 2 V vyšší než u mého měření. I přes rozdílné napětí jsme se oba vešli do potřebné tolerance výrobce 11 – 15 V (viz obrázek 4.15).



Obrázek 4.15: Výsledky měření odporu a napětí vstřikovacího ventilu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)

### Závada 17559 – Kontrola systému zpětného vedení výfukových plynů

Po stáhnutí šestipinové svorkovnice z ventilu zpětného vedení výfukových plynů se připojíme na kontakty 2 a 4. Požadovaná hodnota musí být minimálně 4,5 V. Toto bylo splněno, **ventil zpětného vedení výfukových plynů je také v pořádku**. EGR ventil se nachází v přední části motorového vozidla. Na fóru <https://forum.skodahome.cz> (2020) jsem se dočetl, že systém zpětného vedení výfukových plynů se často znečistí karbonem a EGR ventil nemůže správně pracovat. Proto jsem se rozhodl tento ventil vyndat a případně vyčistit. To však nebylo zapotřebí, jelikož ventil nebyl zanesen. Později jsem se dozvěděl, že tento ventil se před cca 2 lety dával nový.

Napájení systému zpětného vedení (viz obrázky 4.16).



Obrázek 4.16: Napájení systému zpětného vedení

Na obrázku 4.17 vidíme celou svorkovnici i s popisem napojení pro jednotlivá měření.

The image is a screenshot of the Bosch ESI[tronic] 2.0 diagnostic software interface. The top bar shows the vehicle information: SKO 238 / SKODA / Fabia 1.4 Combi / 6Y5 / 1.4 / 55.0 kW / 05/2004 - 12/2007 / BKY. The main menu includes 'Informace o vo...', 'Diagnostika', 'Vyhledáv. závad', and 'Údržba'. The current test is 'Řízení motoru/Marelli 4/Návod SIS pro vyhledávání závad(SKODA Fabia 1.4)'. The test results are displayed in a list format:

- Kontrola napájení:
  - Konektorové spoje komponent A22.2 (Recirkulace spalin, řídicí jednotka) jsou odpojeny.
  - Měření na kabelovém svazku sv. 2 proti sv. 4.
  - Zapalování zapnuto.
  - Předepsaná hodnota (hodnoty): 4,5...5,5 V Je: V
- Měření na kabelovém svazku, sv. 1 (+) proti kostře.
- Předepsaná hodnota (hodnoty): 11,5...15,0 V Je: V

To the right of the text is a wiring diagram of a multi-pin connector with six pins labeled 1 through 6. Pin 1 is the ground connection, and pin 2 is the power supply connection.

Obrázek 4.17: Výsledky napájení systému zpětného vedení se svorkovnicí (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)

---

## Závada 17559 – Kontrola palivového čerpadla

Pomocí multimetru jsem změřil napájení palivového čerpadla. Čerpadlo by mělo mít napájení přibližně stejné jako napětí akumulátoru. Akumulátor jsem si změřil multimetrem a měl 12,3 V. Napájení, které šlo do palivového čerpadla, mělo -12,23 V. Znaménko mínus je před číslem z důvodu obrácené polarity. **Napájení čerpadla bylo v pořádku.**

Autor Hajný (2018), který se zabýval měřením palivového čerpadla, naměřil -9,82 V při zapnutém čerpadle. Jelikož uváděl, že napětí akumulátoru bylo cca 10 V, tak se také pohybuje v toleranci udávané výrobcem. Mínus před hodnotou má ze stejného důvodu, jako jsem měl já, a to kvůli převrácené polaritě.

Napětí palivového čerpadla (viz obrázek 4.18).



Obrázek 4.18: Napětí palivového čerpadla

### Kontrola čerpaného množství paliva

Pomocí načerpaného množství paliva můžeme určit, zda je čerpadlo a cesta od něj do palivové rampy v pořádku. Při případném problému by čerpadlo nenatlačilo požadované množství paliva za určitou dobu. Načerpané množství paliva závisí také na napětí akumulátoru.



Kontrola a zapojení čerpaného množství paliva ve schématu (viz obrázek 4.19).

Elektrické palivové čerpadlo 3 / 5

Kontrola dodávaného množství paliva:

1 = Přívodní palivové potrubí.  
2 = Zpětné palivové potrubí.

Předpoklad/předpoklady pro kontrolu:  
\* Kontrola tlaku paliva je dokončena,  
komponenta <Elektrické palivové  
čerpadlo> je vypnutá.

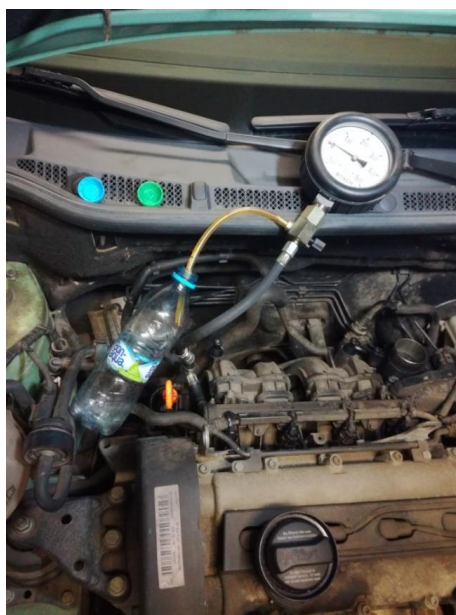
Zpětné vedení (2) odpojte a přidržejte ho v  
odměrné nádobě o objemu minimálně 500 cm<sup>3</sup>.  
Demontujte komponentu <Pojistka 61  
(pojistková skříň 1)>.  
Přizpůsobte kontakt pojistkové patice  
komponentě Y3 (Elektrické palivové  
čerpadlo).  
Připojte ke komponentě napětí akumulátoru.  
Použijte jištěná vedení.  
Komponentu <Elektrické palivové čerpadlo>  
aktivujte na 15 s.

**Obrázek 4.19: Zapojení čerpaného množství ve schématu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)**

Při demontáži palivové hadičky si musíme dát pozor, protože palivová soustava je natlakovaná. Po připojení přístroje jsem si dal k odtokovému kanálku plastovou nádobu. Poté jsem obsah plastové nádoby nalil do odměrné nádoby a pomocí diagnostického přístroje aktivoval palivové čerpadlo na dobu 30 s. Odměřené palivo jsem porovnal s údaji výrobce.

---

Připojení barometru (viz obrázek 4.20).



Obrázek 4.20: Připojení barometru

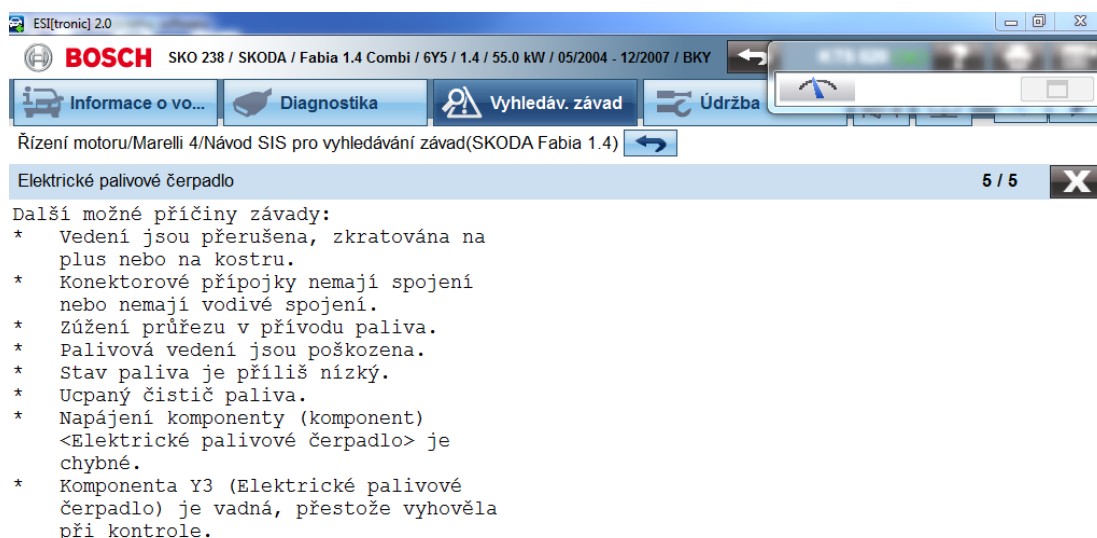
Napětí akumulátoru bylo 12,3 V. **Čerpadlo by tedy mělo vytlačit za 30 s přibližně 600 cm<sup>3</sup>. Čerpadlo ale vytlačilo necelých 500 cm<sup>3</sup>.** Závada se musí nacházet mezi čerpadlem a rampou vstřikovacích ventilů.

Autor Hajný (2018) uvádí, že musí být palivové potrubí v pořádku včetně čističe paliva, který bývá často zanedbaný (neměněný). Čerpadlo, které kolega měřil, vytlačilo za 30 s při napětí cca 10 V přibližně 590 cm<sup>3</sup>, což je více načerpaného množství paliva i přes nižší napětí akumulátoru. Zde jsem narazil na možnou chybu v systému.

Palivové potrubí bylo v pořádku, ale zdálo se mi, že čistič paliva byl ještě neměněn, z tohoto důvodu jsem ho demontoval a vyměnil. Při demontáži palivového čističe jsem si všiml, že z čističe teče velké množství nečistot. **Vyměnil jsem čistič a provedl opět kontrolu načerpaného paliva.**

**Tentokrát tento pokus už byl v pořádku a za 30 s se načerpalo požadovaných 600 cm<sup>3</sup>.** Vymazal jsem závadu, která byla uložena do řídicí jednotky motoru. Po zkušebním projetí vozidla několik desítek kilometrů se závada neobjevila a neobjevila se ani po delším provozu. **Závada byla teda odstraněna.**

Závadu mi také potvrdil diagnostický přístroj Bosch, který také ukazoval na to, že může být v systému chyba v čističi paliva (viz obrázek 4.21).



**Obrázek č. 4.21: Další možné příčiny (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020)**

Cílem této práce bylo odstranění závady na motoru. Tento cíl jsem splnil. Závada byla nakonec v čističi paliva. Po výměně čističe se závada znovu neobjevila. Závada byla zaviněna majitelem, protože se neřídil pokyny určenými výrobcem a neměnil součástky podle návodu/doporučení. Majitel byl poučen o možných dalších negativních následcích na vozidle z důvodu jeho nedbalosti.

Výsledky mého měření byly porovnávány přímo s diagnostickými přístroji VAG, Bosch, údaji výrobce vozidla a ostatními autory, kteří udávají správný postup měření se správnými výsledky. Pokud by se stalo, že bych nedocílil správného výsledku měření, značilo by to závadu na měřené součástce. V mém měření byla odhalena závada v palivovém čističi, který omezoval výkon čerpadla a do zásobníku paliva se nedostávalo dostatečné množství paliva a tím došlo k výpadku vstřikování na některém válci. Ostatní měření byla v toleranci dle údajů od výrobce, a to při měření paralelní diagnostikou, tak i při měření sériovou diagnostikou.

Porovnání výsledků ostatních autorů, viz tabulka 4. 1

Měřená veličina	Naměřená hodnota	Naměřená hodnota Hajný (2018)	Naměřená hodnota Maras (2009)	Naměřená hodnota Čoček (2012)	Předepsaná hodnota
Kontrola utěsnění sacího potrubí (napětí lambda sondy)	0,468 – 0,609 V	Kontrola pomocí spreje	0 – 1 V	0,2 – 0,8 V	0 – 1 V
Průběh signálu vstřikovače	Stejný jako předepsaný	Neměřil	Neměřil	Stejný jako předepsaný	Neměřil
Odpor vstřikovacího ventilu	16,3 $\Omega$	15,6 V	Neměřil	Neměřil	14 – 17 $\Omega$
Napětí vstřikovacího ventilu	12,4 V	9,82 V (malé napětí z důvodu nízkého napětí baterie)	14,1 V	Neměřil	11 – 15 V
Napájení ventilu zpětného vedení výfukových plynů	5 V	Neměřil	Neměřil	Neměřil	4,5 – 5,5 V
Napájení palivového čerpadla	12,23	9,82	Neměřil	Neměřil	Napětí akumulátoru
Množství čerpaného paliva za 30 s	Necelých 500 cm <sup>3</sup>	590 cm <sup>3</sup>	Neměřil	Neměřil	Cca 600 cm <sup>3</sup>

Tabulka 4.1: Porovnání výsledků ostatních autorů

**Odpovědi na otázky z cíle práce:**

**Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?**

Dle výsledků měření lze konstatovat, že použití sériového a paralelního diagnostického přístroje stačilo k tomuto měření. Pokud bych měl jen jeden z těchto přístrojů, tak bych měření nemohl dokonale provést z toho důvodu, že každý

---

diagnostický přístroj umí něco jiného a jeden bez druhého přináší delší čas při hledání závady. Proto si myslím, že takto zvolené diagnostické systémy jsou **dostačující pro určení závady (čističe paliva).**

#### **Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?**

Oba diagnostické přístroje stojí několik desítek tisíc korun. Dle výsledků měření lze konstatovat, že by si ho měl pořídit každý servis, který chce urychlit svůj čas strávený opravou na daném vozidle (ohledně autoelektroinstalace) a ušetřit tím i zákazníkovi finance. Urychlením odhalení závady se může mechanik věnovat jiným automobilům a stihne se více zakázek. Zákazníkovi řekne servis přesně, o jakou závadu se jedná, a nezkouší vyměňovat několik dílů, což je finančně i časově náročné. Pokud budou takto servisy vyměňovat nahodile díly, tak ztratí zákazníka a přibude i špatná reklama servisu. Navíc sériová diagnostika, ačkoliv je dnes na špičkové úrovni, nedokáže odhalit určité závady, které paralelní diagnostika odhalí. Z mé zkušenosti se mi už několikrát přihodilo, že závadu na vozidle mi nezjistil sériový diagnostický přístroj, ale právě paralelní diagnostický přístroj. Proto si myslím, že z těchto důvodů **je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu pro další opravy vozidel.** Pokud by se jednalo jen o jednu opravu s těmito systémy, tak se tento použitý systém nevyplatí.

#### **Sériová diagnostika**

Na trhu existují samozřejmě také levnější přístroje, než jsem použil já, které se pohybují v cenovém rozmezí 2 000 – 9 000,- Kč. Tyto přístroje nemají kompletní využití všech funkcí. Na rozdíl od používaného VAG – COM mají databázi všech vozidel, ale s velkým omezením funkcí. Levnější diagnostické přístroje slouží většinou pouze k načítání a mazání paměti závad. Neumožňují však načtení skutečných hodnot, test akčních členů atd.

VAG – COM se pohybuje v cenové kategorii 11 000 – 17 000,- Kč. Dražší diagnostický přístroj je doplněn o bezdrátové připojení nebo také o příručku s postupem měření a s předepsanými hodnotami měření. Nevýhoda tohoto diagnostického přístroje je, že podporuje jen určité automobilové značky.

Dražší přístroje, které se pohybují v cenovém rozmezí nad 20 000,- Kč, jsou na všechny typy vozidel a může se také použít většina funkcí daného diagnostického

---

přístroje (skutečné hodnoty, test akčních členů atd.). Většina dražších přístrojů má také příručku s postupem měření a správnými hodnotami měření.

### **Paralelní diagnostika – multimetr**

Cena multimetru se pohybuje od 300 do 10 000,- Kč. Cena multimetru, se kterým jsem měřil, se pohybovala kolem 500,- Kč. Pro základní měření elektrických veličin v tomto cenovém rozmezí je dostačující. Dražší multimetry mohou mít vyšší přesnost měření a dodatečné funkce. Multimetr, který se pohybuje okolo 10 000,- Kč, může měřit analogově v grafu (jako osciloskop).

### **Paralelní diagnostika – osciloskop**

Jednoduché osciloskopy se dají pořídit od 2 000 do 5 000,- Kč, tyto osciloskopy fungují pouze jako analogové multimetry (výsledek je graf). Nejčastěji se dá měřit pouze jednobáňové veličiny. Přesnost měření není velká.

Mnou používaný osciloskop se pohybuje v rozmezí 9 000 – 20 000,- Kč. Tento osciloskop už je přesnější a hlavně může měřit až 4 veličiny vůči sobě. Dále se můžeme podívat i na graf ve větším rozsahu.

Dražší osciloskopy se liší především v přesnosti a v příslušenství pro měření.

---

## Závěr

Po mnoha měřeních se zjistila závada kontrolky motoru, kterou jsem nakonec opravil. Kontrolka motoru se ani po měsíci nerozsvítila. Oprava stála hodně času a shánění informací, ale nakonec se práce vyplatila. V servisu závadu nezjistili a chtěli ji opravovat metodou pokus omyl. Bohužel je tato metoda v servisech běžná.

Tato závada nešla odhalit pouhou sériovou diagnostikou. Proto si s touto závadou nemohly autoservisy poradit. Na druhou stránku si myslím, že by měly mít především značkové autoservisy na takové náročnější opravy své zaměstnance. Věřím, že kdyby měly autoservisy k dispozici přístroje paralelní diagnostiky a k tomu kvalifikovaného pracovníka, ušetřily by čas a zákazníkům finanční prostředky na opravy.

Sériové diagnostické přístroje jsou rychlejší a jednodušší, proto jsou v autoservisech nejběžnější. Velkou nevýhodou je ale jejich nepřesnost. Servisy často těžší z toho, že je-li vyměněný díl funkční, obvykle si ho ponechají, ale zákazník ho zaplatí (autoservis má z dílu provizi). Pokud závada přetrvává, vymění se další díl.

U paralelní diagnostiky se takovéto vyměňování dílů nestává. Je k tomu ale nutný zkušený pracovník, který kvůli zjištění dané závady stráví na vozidle patřičnou dobu a má kvůli svým znalostem vyšší platové ohodnocení.

Proto i chápu autoservisy, že nemají paralelní diagnostiku. Jeden důvod je, že diagnostik, který pracuje s paralelní diagnostikou, má větší hodinovou mzdu a zákazníkovi přijde oprava drahá a raději dá opravit své auto do jiného servisu s menší hodinovou sazbou. Zákazníci si však neuvědomují, že diagnostik s paralelní diagnostikou najde závadu rychleji a určí jen jednu vadnou součástku (nemění díly metodou „pokus – omyl“). Dalším důvodem je, že paralelní diagnostický přístroj v současné době umí obsluhovat opravdu jen hrstka diagnostiků.

Ne vždy levné řešení je správné řešení. Proto bych doporučil autoservisům zainvestovat do paralelního diagnostického přístroje a najít si zkušeného diagnostika, který bude mít s tímto diagnostickým přístrojem zkušenosti. Tento zkušený diagnostik udělá dobré jméno servisu (ušetří zákazníkovi peníze) a urychlí opravy automobilů (přesně určí závadu).

---

## Seznam použité literatury

Beran, M. (2008). *Optimalizace provozních režimů zážehového motoru*, Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Brno University of technology, vedoucí práce Ing David Svída, 118 stran

Čoček, J. (2012), *Sériová a paralelní diagnostika pohonných jednotek motorových vozidel*, Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Brno University of technology, vedoucí práce Ing Martin Beran, 65 stran

Fau P. (2017). *Diagnostika palivové soustavy s přímým vstřikováním*, Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, vedoucí práce Ing. Antonín Dolan, Ph.D., 93 stran

Hajný V. (2018). *Sériová a paralelní diagnostika přímého vstřikování paliva u vozidla Superb 1,8 TSI*, Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, vedoucí práce Ing. Antonín Dolan, Ph.D., 121 stran

Jakubec, J. (2009). *Měření tlaku*, Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství ústav strojírenské technologie, vedoucí práce Ing. Kamil Podaný, Ph.D., 32 stran

Maras, Š. (2009) *Využití osciloskopu při výuce autotroniků a diagnostice závad moderních vozidel*, Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, Brno, vedoucí práce PaedDr. Ing. Josef Pecina, CSc, 53 stran

Motejl, V. a K. Hořejš, (2009). *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů II. díl. 2.* Brno, Littera, 376 stran, ISBN 978-80-85763-52-2.

Štěpánek, J. (2016). *Autoelektronika*. České Budějovice, učební text Vyšší odborná škola střední průmyslová škola automobilní a technická, 131 stran.



---

## **Seznam diagnostických přístrojů**

Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0

Paralelní diagnostiky Auto Power OFF 3 ½ DMM

Diagnostický přístroj VAG

---

## Seznam internetových zdrojů

Portal.skoda-auto.com. (2020) *Příručka vozidla Fabie I.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://portal.skoda-auto.com/eai/b2x-auth/login?authlevel=>

Publi.cz. (2020) *Palivové soustavy zážehových motorů se vstřikováním paliva* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/160/16.html>

Autolexicon.net. (2020) *MPI (Multi Point Injection).* [online] [20.10.2020]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/mpi-multi-point-injection/>

Eluc.kr-olomoucky.cz. (2020) *Nepřímé vstřikování paliva zážehových motorů.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1464>

Lacerda.onprintshop.com. (2020) *Otto engine management charts english.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://lacerda.onprintshop.com/en/otto-engine-management-charts-english>

Aa.bosch.cz. (2020) *Bosch Automotive* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: [http://aa.bosch.cz/download/formule/formule\\_plakat\\_2004\\_02.pd](http://aa.bosch.cz/download/formule/formule_plakat_2004_02.pd)

Benncar.cz. (2020) *Motory.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: [http://www.benncar.cz/motor-plus-prislusenstvi/#iLightbox\[404f106d6a797f3d0da\]/0](http://www.benncar.cz/motor-plus-prislusenstvi/#iLightbox[404f106d6a797f3d0da]/0)

Jb-elektronik.cz. (2020) *Naměřené průběhy.* Dostupné z: [http://www.jb-elektronik.cz/diagnostika\\_praxe/namerene\\_prubehy/indukcni\\_snimac.png](http://www.jb-elektronik.cz/diagnostika_praxe/namerene_prubehy/indukcni_snimac.png)

Cez.cz. (2020) *Magnetismus.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/elektrina/fyz7.htm>

Autolexicon.net. (2020) *Lambda sonda.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/lambda-sonda/>

Nd-skoda-volkswagen.cz. (2020) *Elektrosoučásti.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.nd-skoda-volkswagen.cz/cz/autodily-skoda/octavia-ii/elektrosoucasti/spinace/893-snimac-klepani-motoru-octavia-ii.html>

Eluc.kr-olomoucky.cz. (2020) *Termistory.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/615>

Ro-des.com. (2020) *Colectores de admisión convencionales.* [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.ro-des.com/mecanica/que-es-el-colector-de-admision-y-sus-caracteristicas/>

---

Eluc.kr-olomoucky.cz (2020) *Zapalovací systémy*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1470>

Sks-diagnostika.ru. (2020) *Bosch FSA 760*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://sks-diagnostika.ru/motor-testers/fsa-760>

Blog.autodiagnostik.cz (2020) *Paralelní diagnostika*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.blog.autodiagnostik.cz/paralelni-diagnostika/>

Trinstruments.cz. (2020) *Digitální Osciloskop BK Precision 2190E*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.trinstruments.cz/digitalni-osciloskop-bk-precision-2190e#&panel1-1>

Eshop-rychle.cz. (2020) *Diagnostický přístroj VAG*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.eshop-rychle.cz/diagnostika-cz/eshop/1-1-SKODA-AUDI-VW-SEAT/0/5/60-Diagnosticky-pristroj-VAGPROFI-2-diagnostika-SKODA-VW-AUDI-SEAT>

Eshop-rychle.cz. (2020) *Kontrolky a přístrojové desce*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <http://carsin.cz/co-znamenaji-kontrolky-na-palubni-desce/>

WOW! (2020) *Diagnostic électronique pour automobile*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: [https://www.wurth.fr/fr/quincaillerie/services/groupe\\_wow/wow\\_diagnostic\\_automobile/wow-diagnostic-automobile.php](https://www.wurth.fr/fr/quincaillerie/services/groupe_wow/wow_diagnostic_automobile/wow-diagnostic-automobile.php)

Univer.cz. (2020) *Přístroj pro měření tlaku paliva a těsnosti vstřikování Leitenberger LR 180-AK2*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.univer.cz/pristroj-pro-mereni-tlaku-paliva-a-tesnosti-vstrikovani-leitenberger-lr-180-ak2-id3798>

Pneuleader.cz (2020) *Maximální tlak v pneumatice*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.pneuleader.cz/poradenstvi-pneumatik/maximalni-tlak-v-pneumatice>

Skola-auto.cz. (2020) *Praktická dílna – spalovací motory VII*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: [https://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2017/09/Spalovaci\\_motory\\_7.pdf](https://www.skola-auto.cz/wp-content/uploads/2017/09/Spalovaci_motory_7.pdf)

Mjauto.cz. (2020) *Když selže klínový řemen. Jak tomu Předcházet?*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: <https://www.mjauto.cz/kdyz-selze-klinovy-remen-jak-tomu-predchazet>

Alza.cz. (2021) *UNI-T UT131B*. [online] [20. 10. 2020]. Dostupné z: [https://www.alza.cz/hobby/uni-t-ut131b-d5773382.htm?kampan=adwho\\_hobby-a-zahrada\\_pla\\_all\\_hobby-a-zahrada-css\\_merici-](https://www.alza.cz/hobby/uni-t-ut131b-d5773382.htm?kampan=adwho_hobby-a-zahrada_pla_all_hobby-a-zahrada-css_merici-)

---

[technika c 1003844 TIPAHo006&gclid=EAIaIQobChMI4 eBtb2m7gIVeUmRB  
R3kOAMqEAQYASABEgInVPD BwE](#)

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Systémy vstřikování, 1 – Přívod paliva, 2 – Přívod vzduchu, 3 – Škrticí klapka, 4 – Sací potrubí, 5 – Vstřikovací ventil, 6 – Válce motoru (Publi.cz, 2020)....	7
Obrázek 1.2: Systém řízení motoru Motronic (Aa.bosch.cz, 2010).....	9
Obrázek 1.3: Sekvenční vstřikování (Publi.cz, 2020) .....	10
Obrázek 1.4: Datové pole (Štěpánek, 2016).....	11
Obrázek 1.5: Univerzální diagnostický přístroj od firmy Bosch (sks-diagnostika.ru, 2020).....	12
Obrázek 1.6: Univerzální diagnostický přístroj od firmy Bosch (hmjauto.cz, 2020) ..	13
Obrázek 1.7: Diagnostické rozdělení konstrukčních skupin automobilu (sks-diagnostika.ru, 2020) .....	14
Obrázek 1.8: Digitální osciloskop (trinstruments.cz, 2020).....	15
Obrázek 1.9: Digitální multimetr (Alza.cz, 2021).....	16
Obrázek 1.10: Schéma zapojení voltmetru (Hajný, 2018) .....	16
Obrázek 1.11: Schéma zapojení ampérmetru (Hajný, 2018) .....	17
Obrázek č. 1.12: Schéma zapojení ampérmetru (Hajný, 2018).....	17
Obrázek č. 1.13: Měření tlaku v pneumatikách (Pneuleader.cz, 2020).....	18
Obrázek č. 1.14: Měření tlaku palivovým potrubí (Univer.cz, 2020) .....	18
Obrázek č. 1.15: Měření kompresních tlaků (Univer.cz, 2020).....	19
Obrázek č. 1.16: Diagnostický přístroj VAG (určený na diagnostiku vozů koncernu VW) (eshop-rychle.cz, 2020) .....	20
Obrázek č. 1.17: Kontrolky ve vozidle (Carsin.cz, 2020).....	21
Obrázek č. 1.18: Sonda diagnostického přístroje WOW (Wurth.fr).....	21
Obrázek 3.1: Čerpané palivo v závislosti na napětí akumulátoru (Diagnostický přístroj VAG, 2020) .....	26
Obrázek č. 4.1: Paměť závady (Diagnostický přístroj VAG, 2020) .....	27
Obrázek 4.2: Popis závady 16789 (Diagnostický přístroj VAG, 2020).....	28

---

Obrázek 4.3: Popis závady 16520 (Diagnostický přístroj VAG, 2020).....	29
Obrázek 4.4: Vyhřívání lambda sondy (Diagnostický přístroj VAG, 2020).....	29
Obrázek 4.5: Popis závady 17559 (Diagnostický přístroj VAG, 2020).....	30
Obrázek 4.6: Napětí lambda sond (Diagnostický přístroj VAG, 2020) .....	31
Obrázek 4.7 - Napětí lambda sondy, řady válců 1 (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020).....	31
Obrázek 4.8: Kontrola těsnosti výfukového systému (Diagnostický přístroj - VAG, 2020).....	32
Obrázek 4.9: Lambda regulace (Diagnostický přístroj VAG, 2020).....	32
Obrázek 4.10: Zapojení vstřikovacích ventilů.....	33
Obrázek 4.11: Signál vstřikovacího ventilu (Paralelní diagnostiky Auto Power OFF 3 ½ DMM, 2020).....	34
Obrázek 4.12: Průběh jednoho cyklu vstřikovacího ventilu (volnoběh). Červená = napětí, modrá = proud (Čoček, 2012).....	34
Obrázek 4.13: Postup měření a správný signál vstřikovacího ventilu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020) .....	36
Obrázek 4.14: Měření odporu vstřikovacího ventilu.....	37
Obrázek 4.15: Výsledky měření odporu a napětí vstřikovacího ventilu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020) .....	38
Obrázek 4.16: Napájení systému zpětného vedení.....	39
Obrázek 4.17: Výsledky napájení systému zpětného vedení se svorkovnicí (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020).....	39
Obrázek 4.18: Napětí palivového čerpadla .....	40
Obrázek 4.19: Zapojení čerpaného množství ve schématu (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020).....	41
Obrázek 4.20: Připojení barometru .....	42
Obrázek č. 4.21: Další možné příčiny (Diagnostický přístroj Bosch – ESI[tronic] 2.0, 2020).....	43