



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

## **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

### **Diplomová práce**

Paralelní diagnostika u systému vstřikování paliva  
Common Rail u vybraného vozidla

Autor práce:

Bc. František Řehout

Vedoucí práce:

Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice  
2022

## **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 .....

Podpis

## **Abstrakt**

Práce na téma Paralelní diagnostika u systému vstřikování paliva Common Rail u vybraného vozidla se zabývá měřením a vyhodnocením oscilogramů, které jsou naměřeny na snímačích a akčních členech palivového systému.

Cílem této diplomové práce je proto provést, zdokumentovat a popsat diagnostiku palivové soustavy uvedeného motorového vozidla s použitím měřidel a diagnostických přístrojů.

**Klíčová slova:** Common Rail, diagnostika, snímače, akční členy, vysokotlaké vstřikování paliva, osciloskop, kontrola, měření, vznětový motor

## **Abstract**

Work on the topic of Parallel diagnosis in the fuel injection system Common Rail for deals with the measurement and evaluation of oscilogramů, which are measured on the sensors and action the members of the fuel system.

The aim of this thesis is therefore to carry out, document and describe the diagnostics of the fuel system of that car using measuring instruments and diagnostic tools that are available in the context of school education.

**Keywords:** Common Rail, diagnostics, sensors, actuators, high-pressure fuel injection, oscioskop, control, measurement, diesel engine

## **Poděkování**

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

Dále bych chtěl poděkovat vedení VOŠ, SPŠ automobilní a technické v Českých Budějovicích, a to Ing. Petru Hartovi za umožnění vypracování této práce, přístupu k diagnostickým přístrojům a za zapůjčení motorového vozidla.

# Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Historie firmy Škoda.....	8
1.1.1 Technické parametry motoru ŠKODA YETI 1.6 TDI CR .....	9
1.2 Palivová soustava vznětového motoru.....	10
1.2.1 Systém přímého vstřikování paliva Common Rail.....	10
1.2.2 Historie přímého vstřikování paliva Common Rail.....	11
1.2.3 Systém Common Rail PCR 2 Continental .....	12
1.2.4 Měření snímače zajišťující vstupní inf. pro řídicí jednotku motoru ....	14
1.2.5 Měření akční členy ovládané řídicí jednotku motoru .....	21
1.3 Diagnostika silničních vozidel .....	26
1.3.1 Sériová diagnostika.....	27
1.3.2 Paralelní diagnostika.....	28
1.3.3 Subjektivní metoda kontroly .....	28
1.3.1 Objektivní metoda kontroly .....	28
1.4 Používané diagnostické systémy .....	29
1.4.1 Měřicí přístroje.....	29
2 Cíl práce .....	35
3 Metodika.....	36
3.1 Metodika diagnostiky akumulátoru .....	38
3.2 Metodika kontroly piezoelektrického vstřikovače .....	39
3.2.1 Metodika kontroly demontovaného piezoelektrického vstřikovače.....	40
3.2.2 Kontrola repasovaného piezoelektrického vstřikovače Continental ....	44
3.3 Metodika kontroly regulačního ventilu tlaku paliva.....	46
3.4 Metodika kontroly odměřovací jednotky dávkování paliva .....	48
3.5 Metodika kontroly regulačního ventilu plnicího tlaku .....	49
3.6 Metodika kontroly el. magnetického ventilu chlazení recirkulace spalin....	50
3.7 Metodika kontroly měřiče hmotnosti nasátého vzduchu .....	51
3.8 Metodika kontroly snímače otáček a polohy klikové hřídele .....	52
3.9 Metodika kontroly snímače otáček a polohy vačkové hřídele .....	53
3.10 Metodika kontroly snímače tlaku v Railu .....	54
3.11 Metodika kontroly snímače plnicího tlaku.....	54

3.12	Metodika kontroly snímače teploty paliva.....	55
3.13	Metodika kontroly snímače teploty chladicí kapaliny .....	56
4	Výsledky .....	58
4.1	Výsledky kontroly akumulátoru.....	58
4.2	Výsledek kontroly piezoelektrického vstřikovače.....	58
4.3	Výsledek kontroly regulačního ventilu tlaku paliva.....	59
4.4	Výsledek kontroly odměřovací jednotky dávkování paliva.....	60
4.5	Výsledek kontroly regulačního ventilu plnicího tlaku.....	61
4.6	Výsledek kontroly el. magnetického ventilu chlazení recirkulace spalin....	62
4.7	Výsledek kontroly měřiče hmotnosti nasátého vzduchu .....	63
4.8	Výsledek kontroly snímače otáček a polohy klikové hřídele.....	64
4.9	Výsledek kontroly snímače otáček a polohy vačkové hřídele .....	64
4.10	Výsledek kontroly snímače tlaku v Railu .....	65
4.11	Výsledek kontroly snímače plnicího tlaku.....	66
4.12	Výsledek kontroly snímače teploty paliva.....	67
4.13	Výsledek kontroly snímače teploty chladicí kapaliny .....	67
5	Diskuse .....	69
5.1	Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy? .....	69
5.2	Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu? .....	70
5.3	Zhodnocení výsledků a stanovení prognózy .....	72
	Závěr .....	73
	Seznam použité literatury.....	74
	Seznam obrázků.....	76
	Seznam tabulek.....	79
	Seznam zkratk.....	80

---

## Úvod

Pro diplomovou práci jsem si zvolil téma Paralelní diagnostika u systému vstřikování paliva Common Rail. Nynější doba je spjata dodržováním a regulací emisních limitů. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl pro vypracování tématu, jež popisuje systém Common Rail s využitím piezoelektrických vstřikovačů. Tyto vstřikovače díky svým konstrukčním vlastnostem mají příznivější vliv na tvorbu emisí u motorového vozidla. Veškerá měření budou prováděna na osobním vozidle Škoda Yeti 1.6 TDI CR.

Diplomová práce popisuje konkrétní konstrukční vlastnosti systému přímého vstřikování paliva Common Rail s využitím piezoelektrických vstřikovačů. Poté se práce zabývá popisem jednotlivých komponentů, jež se podílejí na zajištění chodu motoru a jeho regulaci v rozmanitých režimech provozu. Již zmiňované komponenty tvoří snímače, akční členy a budou popsány jak v teoretické, tak i praktické části. Jejich přesná funkce bude popsána z hlediska praktického využití prostřednictvím konkrétních diagnostických měření. Praktickou metodou se zjistí přesné hodnoty, a poté bude možné diagnostikovat přesný cíl závady a stanovit diagnózu. Ze zjištěných hodnot bude vypracováno vyhodnocení, které odpovídá běžné praxi. Práce svou povahou by mohla posloužit v autoservisech jako učební podklad pro kontrolu snímačů a akčních členů.

---

# 1 Literární přehled

## 1.1 Historie firmy Škoda

Počátek firmy spočíval v partnerství dvou mužů, jež se jmenovali Václav Laurin a Václav Klement. Jejich společnou vášní byla cyklistika a z tohoto důvodu se rozhodli produkovat svá vlastní jízdní kola pod obchodním označením Slavia. Produkce jízdních kol se v brzké době stala znakem vysoké jakosti a pokrokových řešení. V českých zemích se stala značka Laurin a Klement jedním z největších výrobců kol.

Roku 1895 byla společností zahájena výroba v Mladé Boleslavi. Již v těchto dobách byla zhotovena řada vzhledově a konstrukčně zajímavých vozidel, která zajistila povědomí po celém světě. Dále vynikaly i v mnoha sportovních akcích. Tato vozidla, která již od počátku, slavila úspěchy, měla ve znaku okřídlený šíp. S postupným vývojem docházelo i ke změnám produkčního loga.

Diplomová práce se bude zabývat úplně prvním SUV, které Škoda vyrobila s továrním označením Yeti (viz obrázek 1.1). Vozidlo sjíždí z výrobních linek od roku 2009 a jeho platforma odpovídá technickému základu z modelu Octavia Scout. Rozdílem jsou kratší převisy karoserie a nájezdové úhly (Skoda-auto.cz, 2021).



Obrázek 1.1: Škoda YETI 1.6 TDI CR

Yeti se vyznačuje elegantním a svým způsobem kontroverzním vzhledem konkrétně u přených mlhových světel a předních bočních okének. Je výborný pro městský provoz i lehčí terén. Interiér je jednoduchý a vzdušný. Obsahuje dobře ergonomicky rozmístěné ovladače s cílem pro pohodlí posádky (Skoda-auto.cz, 2021).



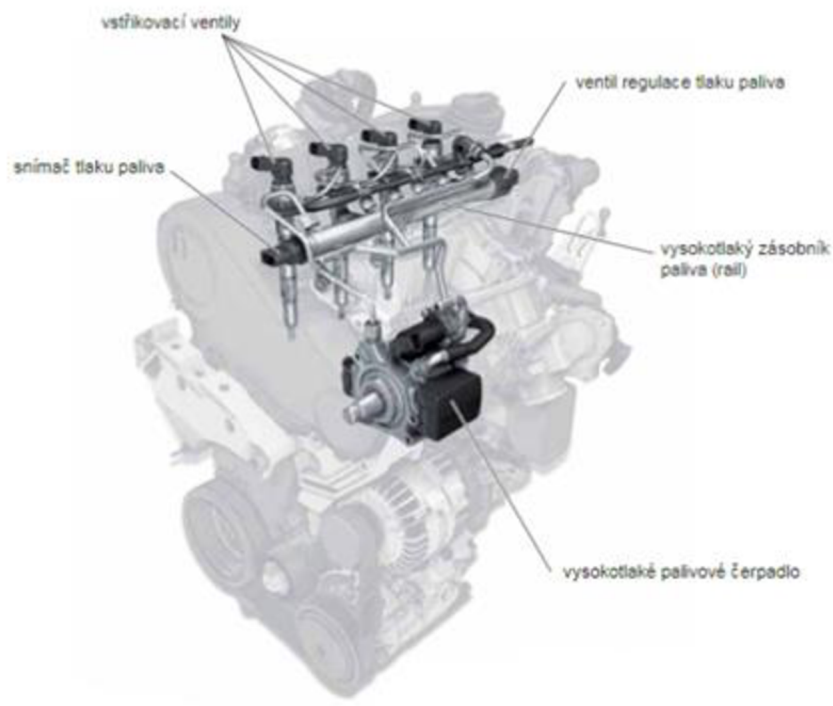
### 1.1.1 Technické parametry motoru ŠKODA YETI 1.6 TDI CR

Technické parametry jsou v tabulce 1.1.

Tabulka 1.1: Parametry motoru ŠKODA YETI 1.6 TDI CR, (Škoda auto, 2010)

<b>Kód motoru</b>	CAYC
<b>Konstrukce</b>	řadový motor
<b>Počet válců</b>	4
<b>Počet ventilů na válec</b>	4
<b>Zdvihový objem</b>	1598 cm <sup>3</sup>
<b>Vrtání</b>	79,5 mm
<b>Zdvih</b>	80,5 mm
<b>Kompresní poměr</b>	16,5:1
<b>Maximální výkon</b>	77kW při 4400 min. <sup>-1</sup>
<b>Maximální točivý moment</b>	250 Nm při 1900-2500 min. <sup>-1</sup>
<b>Řídicí jednotka</b>	Continental Simos PCR 2
<b>Palivo</b>	motorová nafta dle DIN EN590
<b>Emisní norma</b>	EU5 + DPF

Motor viz obrázek 1.2.



Obrázek 1.2: Motor Škoda YETI 1.6 TDI CR (Škoda auto, SP80\_13, 2010)

---

## 1.2 Palivová soustava vznětového motoru

Hlavním cílem palivové soustavy vznětového motoru je přivedení paliva v kombinaci se vzduchem do spalovacího prostoru ve správný okamžik a umožnit vznícení. V tento okamžik dojde k uvolnění tepelné energie. Umožní to tvorbu mechanické práce a otáčení klikového mechanismu. Cílem je zajistit energetickou účinnost na vysokých hodnotách pro dosažení maximálního výkonu a co nejnižší spotřeby paliva. Tvorba směsi paliva a vzduchu je také důležitá pro regulaci chodu motoru. Vznětový motor má regulaci kvantitativní. Princip spočívá ve změně obsahu paliva ve směsi se vzduchem. Množství vzduchu je neměnné.

Vznětové pohonné jednotky využívají jako palivo komplikovaně odpařitelné složky (motorová nafta, rostlinné oleje, MEŘO). Směs, jež je vytvořena v palivovém systému motoru je za vysoké teploty vznícena ve spalovacím prostoru za vysokých teplot vlivem komprese. Než dojde k počátku komprese, tak je ve spalovacím prostoru heterogenní směs (vzduch, palivo v plynném a kapalném stavu). Samotné hoření se uskutečňuje v prostoru pístu (Čupera a Štěrba, 2020), (Horejš et al., 2009).

### 1.2.1 Systém přímého vstřikování paliva Common Rail

Princip činnosti systému spočívá v přímém vstřikování nafty při vysokém tlaku. Common Rail má oddělený prostor vytváření potřebného vysokého tlaku od vstřikování. Tlak potřebný ke vstřikování je produkován ve vysokotlakém čerpadle odkud je motorová nafta přepravována do vysokotlakého zásobníku paliva (Rail). Z Railu je palivo vedeno potrubím, které je odolné vysokým tlakům do jednotlivých vstřikovacích trysek. Výhodou je vysoká flexibilita pro přizpůsobení vstřikovacích dávek konkrétnímu motoru. Této výhody je dosaženo následujícími prostředky:

- Vysoká hodnota vstřikovacího tlaku cca 200 MPa.
- Vstřikovací tlak přizpůsoben konkrétnímu provoznímu stavu motoru (20 – 180 MPa).
- Počátek vstřiku, který je možno upravovat.
- V pracovní době je možno učinit více možných vstřiků (před vstřiky, hlavní vstřik a do vstřiky k regeneraci DPF).

Díky těmto klíčovým vlastnostem to přispívá k nárůstu výkonu, ke snížení spotřeby paliva, k nižší produkci hluku a k výraznému poklesu emisí. V nynější době je Common Rail nejvíce využívaný systém vstřikování. Nejčastěji je produkován pod

---

výrobci Bosch, Denso, Delphi. V minulých dobách Siemens, VDO a dnes se produkuje pod značkou Continental (Čupera a Štěrba, 2020), (Horejš et al., 2009), (Škoda auto, 2010).

### **1.2.2 Historie přímého vstřikování paliva Common Rail**

Jeden z prvních prototypů systému vstřikování Common Rail byl zkonstruován v 60. letech 20. století ve Švýcarsku technikem Robertem Hubertem. Technika se začala hojně rozvíjet, až v 90 letech kdy na tomto prototypu spolupracovaly firmy Fiat s názvem Unijet, který byl využit u vybraných modelů vozidel. Dále byly patenty převzaty firmou Bosch, jež pokračovala na technologickém vývoji a zajistila uvedení systému do výroby. Systém vyniká perfektními technickými parametry a v současné době je využíván u osobních a nákladních dopravních zařízení. Objevuje se i v traktorech a autobusech. Již z názvu je patrné, že systém pracuje s vysokými tlaky paliva ze společného zásobníku tlaku (Railu). Nafta je čerpadlem vysokého tlaku stlačena a dále uchována v Railu. Odtud je potrubím vysokého tlaku rozváděna do jednotlivých vstřikovacích trysek. Řídící jednotka je schopna určovat čas a potřebné množství paliva pro konkrétní dávku do válce. Elektrickým signálem jsou vstřikovače otevírány, či zavírány. Mezi hlavní části systému patří čerpadlo vysokého tlaku, které je poháněno od klikové hřídele. Součástí palivového systému je i křídlové podávací čerpadlo, které je nejčastěji umístěno v palivové nádrži. Tímto čerpadlem je palivo dopravováno do vysokotlakého okruhu. Objem paliva, které putuje do vysokotlakého okruhu je určeno odměřovací dávkovací jednotkou, která je ovládána řídicí jednotkou vstřikovačů (IDM). Stlačené palivo jde přes výtlačný ventil do zásobníku. Čerpadlo je mazáno a chlazeno prostřednictvím zpětného vedení, kde dochází k přepouštění nafty prosáklé od pístků a přepuštěné regulačními ventily zpět do nádrže.

V porovnání s ostatními systémy nenastává neustálé narůstání tlaku při jednotlivém vstřiku. Tlak je produkován kontinuálně nezávisle na otáčkách motoru. Zásobník vysokého tlaku bývá zhotoven z oceli, která je kovaná a nejčastěji vzhledově připomíná trubkovitý tvar. Důležité je, aby objem byl dostatečně velký, aby nedocházelo k výraznějšímu poklesu tlaku při době vstřiku. Naopak by neměl být ani příliš velký. Vše se odvíjí na provozních tlacích a velikosti motoru. Na zásobníku je také osazen přetlakový ventil, který má za úkol udržovat v zásobníku předepsaný tlak paliva.

---

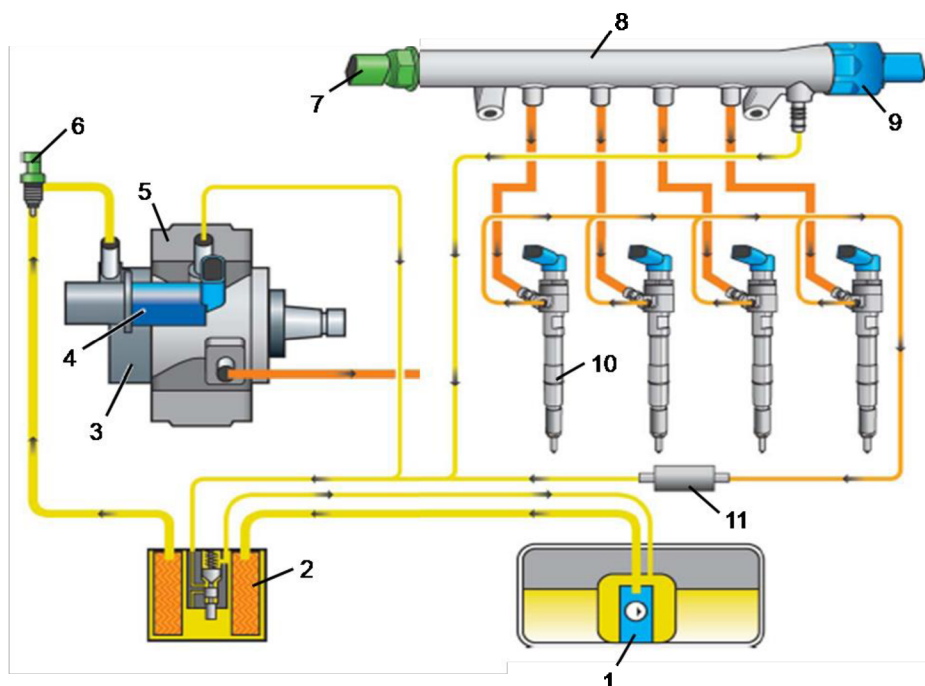
Když porovnáme první systémy Common Rail, tak jeho vývoj probíhal v jednotlivých generacích, které byly jednotlivě inovovány. První generace se vyznačovala pracovním tlakem okolo hodnoty 135 MPa u hlavní vstřikovací trysky. Byl zajištěn i předvstřík, který obsahuje mizivé množství paliva a slouží k přehřátí spalovacího prostoru. Dosahuje se tím hodnot nižší spotřeby paliva. Následující druhá generace zahrnuje inovaci v podobě vyšších vstřikovacích tlaků okolo 160 MPa. Využívá navíc dovstřík následující po hlavním vstříku. Tím je stanoveno výsledné množství spálené nafty ve válci odpovídající jednomu pracovnímu cyklu. Třetí generace obsahuje nové typy vstřikovacích trysek ovládaných piezoelektricky. Narostl i tlak na cca 185 MPa. Z důvodu zvýšení tlaku a vstřikovačů ovládaných elektromagneticky je možno palivo jemněji rozprášit ve válci. Zvýšila se tím účinnost, výkon a snížila se spotřeba paliva. Následně i emise výfukových plynů. Čtvrtá generace z roku 2008 měla využívat hydraulicky zesilující vstřikovací trysku. Princip funkce měl spočívat v zesílení tlaku v Railu a zajistit tlak okolo 250 MPa. To by umožnilo v systému využít nižší tlak, který se lépe ovládá. Potřebný vysoký vstřikovací tlak, by byl tvořen přímo ve vstřikovači před pracovním vstříkem. Tato inovace přináší šetrnější spalování a nižší produkci emisí konkrétně kysličníku dusíku. Inovována je i příprava směsi, která omezuje tvorbu pevných částic. Dále je možnost pracovat s vícenásobným vstříkem, což je prospěšné pro regeneraci filtru pevných částic (Škoda auto, 2011).

### **1.2.3 Systém Common Rail PCR 2 Continental**

Vozidlo Škoda Yeti 1.6 TDI CR, které je využito pro vypracování konkrétních měření má obsaženo vstřikování paliva Common Rail PCR2 Continental (viz obrázek 1.3), který využívá piezoelektrické vstřikovací trysky. Hodnoty vstřikovacího tlaku dosahují 160 MPa. Dávkovací jednotka a regulační ventil slouží pro zajištění regulace.

Nová generace piezoelektrických vstřikovačů Continental, jež mají zvýšený vstřikovací tlak, a jsou technologicky pokrokovým řešením. Vstřikováním na míru dochází k jemnému rozprášení paliva a díky tomu dochází k lepšímu spalování. Inovované piezoelektrické vstřikovací trysky dokážou zajistit i vícenásobnou vstřikovací dávku, která dosahuje deseti dílčích dávek. Je to důležité pro zvládnutí emisních norem, které přijdou v budoucnu, nebo pro následné zvýšení výkonů. Postupné zdokonalování umožňuje i zvyšování tlaků u technologie, která používá elektromagnetické ventily. Zásobník tlaku je integrován. Toto technické řešení

zajišťuje precizní dávkování paliva a snižuje emise i hlučnost (Škoda auto, 2010), (Škoda auto, 2011).



**Obrázek 1.3: Palivová soustava 1,6 TDI CR (Škoda auto, SP80\_11, 2010)**

- 1 - Elektrické palivové čerpadlo. Dopravuje palivo k předřazenému dopravnímu palivovému čerpadlu.
- 2 - Palivový filtr s předehřívacím ventilem. Předehřívací ventil brání ucpání filtru krystalky parafinu vznikající při nízkých venkovních teplotách.
- 3 - Předřazené dopravní palivové čerpadlo. Předřazené dopravní palivové čerpadlo je součástí vysokotlakého palivového čerpadla.
- 4 - Snímač teploty paliva. Zjišťuje aktuální teplotu paliva.
- 5 - Vysokotlaké palivové čerpadlo. Vytváří vysoký tlak paliva až do hodnoty 160 MPa.
- 6 - Ventil dávkování paliva. Podle potřeby reguluje množství stlačovaného paliva.
- 7 - Ventil regulace tlaku paliva. Reguluje tlak paliva ve vysokotlakém palivovém zásobníku (Railu).
- 8 - Vysokotlaký zásobník paliva (Rail). Akumuluje palivo o vysokém tlaku potřebné pro vstřikování do jednotlivých válců.
- 9 - Snímač tlaku paliva – vysoký tlak. Zjišťuje aktuální tlak paliva ve vysokotlakém palivovém zásobníku (Railu) a oblasti vysokého tlaku.
- 10 - Zpětný tlakový ventil. Udržuje tlak ve zpětném vedení ze vstřikovacích ventilů na hodnotě přibližně 0,1 MPa (1 bar). Ten-to tlak je zapotřebí pro správnou funkci piezoelektrických vstřikovacích ventilů.
- 11 - Vstřikovací ventily. Vstřikují palivo do spalovacích prostorů.

## 1.2.4 Měřené snímače zajišťující vstupní informace pro řídicí jednotku motoru

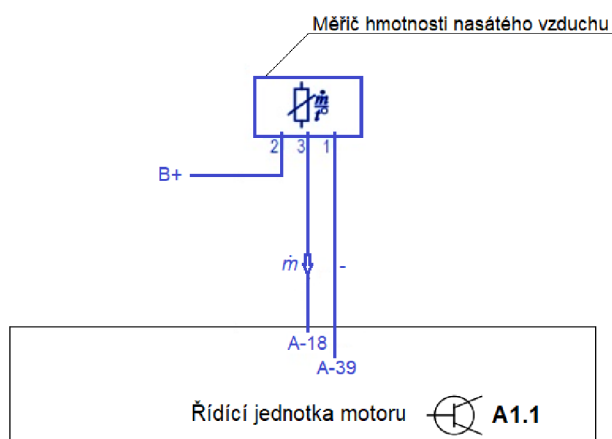
### Měřič hmotnosti nasátého vzduchu

Snímáním zatížení probíhá měřením proudu vzdušné hmoty nasávaného motorem v komponentě měřič hmotnosti vzduchu (viz obrázek 1.4). Měřič hmotnosti vzduchu používá platinovou spirálu a představuje můstkový přechod z odporu teploty nasávaného vzduchu a odporu vyhřívání, který slouží k měření hmotnosti nasávaného vzduchu. Snímač je namontován v sacím potrubí těsně za filtrem nasávaného vzduchu (Škoda auto, 2010).



Obrázek 1.4: Měřič hmotnosti nasátého vzduchu

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení měřiče hmotnosti nasátého vzduchu (viz obrázek 1.5).



Obrázek 1.5: El. schéma zapojení měřiče hmotnosti nasátého vzduchu

### Snímač otáček a polohy klikové hřídele

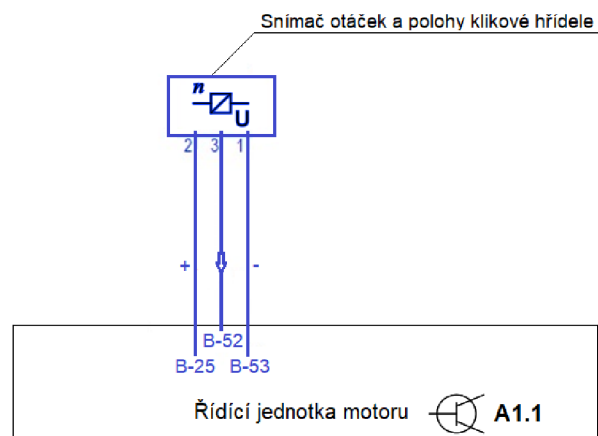
Snímač klikové hřídele pracuje na principu Hallova snímače (viz obrázek 1.6) a dodává signály počtu otáček motoru a signály vztažné značky, to znamená, že rozpoznává počet otáček motoru a polohu klikové hřídele. Otáčky motoru jsou

jednou ze základních veličin, která ovlivňuje pole charakteristiky pro dobu vstříku a okamžik zážehu. Signál vztažné značky označuje polohu klikové hřídele před horní úvratí prvního válce. Na každou otáčku klikové hřídele připadá jeden signál vztažné značky. Ze vztažné značky se vypočítá počátek dodávky paliva (předstih). Synchronizací se signálem polohy vačkového hřídele, řídicí jednotka motoru vypočítá, k jakému okamžiku se zbývající válce nachází v pracovním taktu (Čupera a Štěrba, 2020).



Obrázek 1.6: Snímač otáček a polohy klikové hřídele

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače otáček a polohy klikové hřídele (viz obrázek 1.7).



Obrázek 1.7: El. schéma zapojení snímače otáček a polohy klikové hřídele

### Snímač otáček a polohy vačkové hřídele

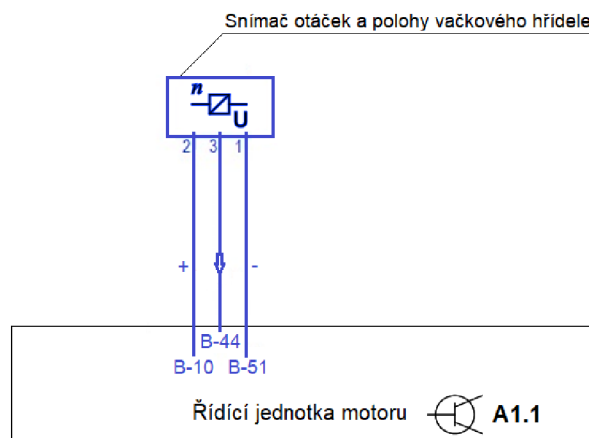
Snímač vačkové hřídele pracuje na principu Hallova snímače (viz obrázek 1.8). Na hnacím kole vačkové hřídele výfukových plynů se nachází vztažná značka, která je snímána. Snímač rozpozná polohu vačkové hřídele motoru a ten při startování, ihned naskočí. Pokud je motor nastartován, vykonává vztažná značka pohyb při každém

otočení vačkového hřídele. Při každém pracovním taktu prvního válce projede kolem snímače polohy vačkového hřídele a vytvoří v ní skok signálu. Na základě signálu snímače polohy vačkového hřídele rozpozná řídicí jednotka motoru, kdy se první válec nachází v pracovním taktu. Synchronizací se signálem snímače polohy klikové hřídele, řídicí jednotka motoru vypočítá, k jakému okamžiku se zbývající válce nachází v pracovním taktu (Čupera a Štěrba, 2020).



Obrázek 1.8: Snímač otáček a polohy vačkové hřídele

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače otáček a polohy klikové hřídele (viz obrázek 1.9).



Obrázek 1.9: El. schéma zapojení snímače otáček a polohy vačkové hřídele

### Snímač tlaku v Railu

Tlak paliva v Railu je snímán snímačem tlaku. Signál ze snímače tlaku v Railu (viz obrázek 1.10) je veden do řídicí jednotky motoru. Při výpadku signálu ze snímače tlaku v Railu se zapíše chybová hláška do řídicí jednotky motoru, která spustí program nouzového řízení motoru, s využitím uložených náhradních hodnot v trojrozměrném



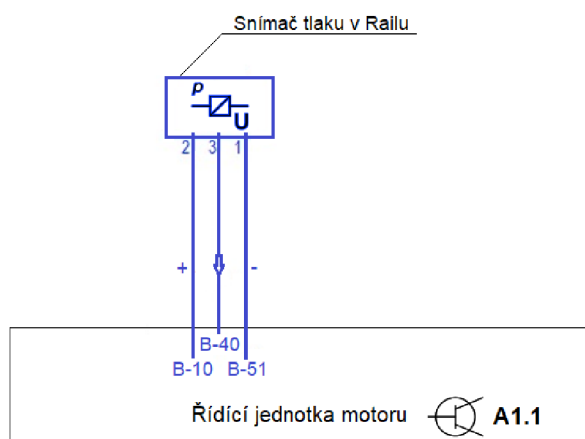
---

datovém poli. Snímač je namontován na vysokotlakém zásobníku paliva (Čupera a Štěrbá, 2020).



Obrázek 1.10: Snímač tlaku v Railu

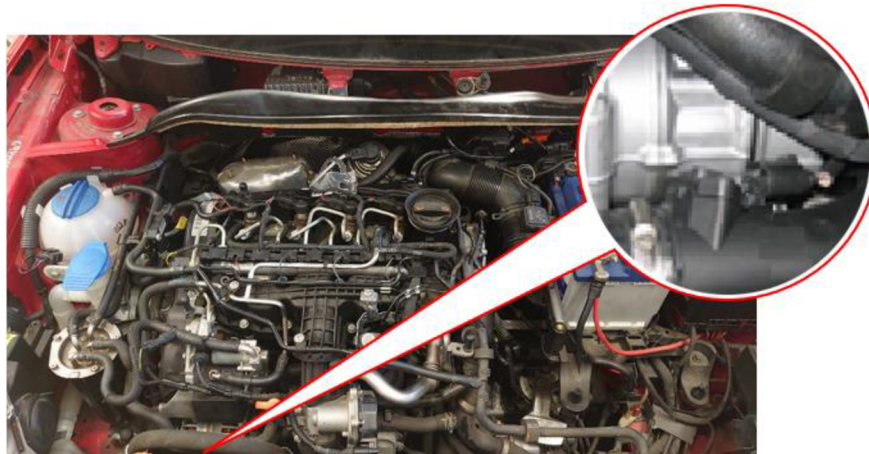
Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače otáček a polohy klikové hřídele (viz obrázek 1.11).



Obrázek 1.11: El. schéma zapojení snímače tlaku v Railu

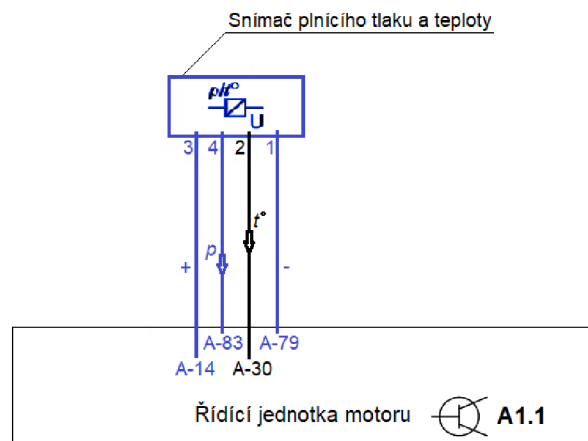
### Snímač plnicího tlaku

Snímač plnicího tlaku (viz obrázek 1.12) zjišťuje tlak přeplňování a tuto informaci dále předává řídicí jednotce motoru. Signál ze snímače slouží jako základní veličina funkce "Regulace plnicího tlaku". Snímač je namontován v sacím potrubí (Horejš et al., 2009).



Obrázek 1.12: Snímač plnicího tlaku

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače plnicího tlaku (viz obrázek 1.13). Součástí snímače plnicího tlaku je i snímač teploty, který se neměřil.



Obrázek 1.13: El. schéma zapojení snímače plnicího tlaku a teploty

### Snímač teploty paliva

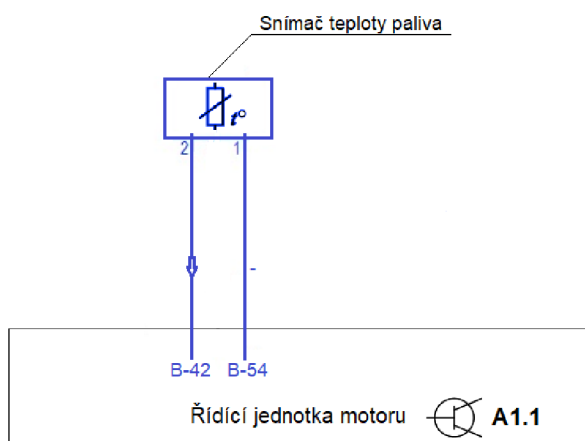
Snímač teploty paliva (viz obrázek 1.14) je rezistor s odporem závislým na teplotě. Snímač je typu NTC (Negative Temperature Coefficient) nebo polovodičového snímače teploty se vzrůstající teplotou odpor výrazně snižuje. Rezistor tohoto snímače je součástí zapojení děliče napětí. Napětí naměřené na snímači je tak závislé na teplotě. Řídící jednotka motoru vyhodnocuje úbytek napětí na snímači a vypočítává z něj teplotu paliva. S využitím charakteristiky uložené v trojrozměrném datovém poli řídicí jednotky motoru je naměřenému odporu přiřazena teplota. Při výpadku snímače je jako náhradní veličina použit signál ze snímače teploty chladicí kapaliny motoru. Při výpadku obou snímačů je z řídicí jednotky motoru použita náhradní hodnota

(studený motor). Snímač se nachází na zpětném vedení paliva před filtrem paliva (Horejš et al., 2009).



Obrázek 1.14: Snímač teploty paliva

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače teploty paliva (viz obrázek 1.15).



Obrázek 1.15: El. schéma zapojení snímače teploty paliva

### Snímač teploty chladicí kapaliny

Snímač teploty chladicí kapaliny (viz obrázek 1.16) je rezistor s odporem závislým na teplotě. Snímač je typu NTC (Negative Temperature Coefficient) nebo polovodičového snímače teploty, kdy se vzrůstající teplotou odpor výrazně snižuje. Rezistor tohoto snímače je součástí zapojení děliče napětí. Napětí naměřené na snímači je tak závislé na teplotě. Řídicí jednotka motoru vyhodnocuje úbytek napětí na snímači a vypočítává z něj teplotu motoru. S využitím charakteristiky uložené v trojrozměrném datovém poli řídicí jednotky motoru je naměřenému odporu přiřazena teplota.

Signál ze snímače využívají následující komponenty nebo systémy:

- Regulace dávky paliva.

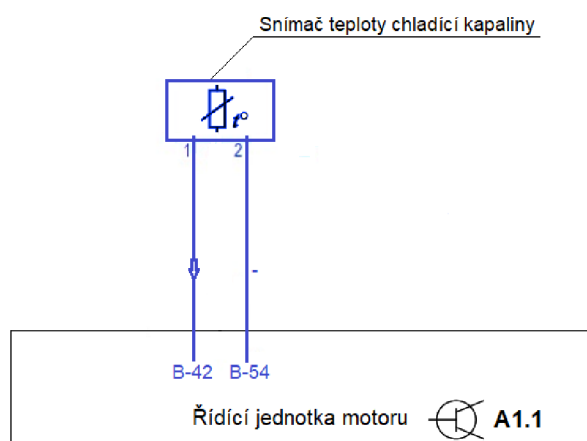
- Regulace počátku vstřiku.
- Recirkulace spalin.
- Řídicí jednotka doby žhavení.
- Přídavné topení.
- Řídicí jednotka motoru.

Při výpadku snímače je jako náhradní veličina použit signál ze snímače teploty paliva. Při výpadku obou snímačů je z řídicí jednotky motoru použita náhradní hodnota (studený motor). Snímač se nachází na zpětném vedení paliva před filtrem paliva. Snímač se nachází pod podtlakovým čerpadlem vlevo na bloku motoru (Horejš et al., 2009).



Obrázek 1.16: Snímač teploty chladicí kapaliny

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače teploty chladicí kapaliny (viz obrázek 1.17).



Obrázek 1.17: El. schéma zapojení teploty chladicí kapaliny

---

## 1.2.5 Měřené akční členy ovládané řídicí jednotkou motoru

### Piezelektrický vstřikovač

Piezelektrický vstřikovač (viz obrázek 1.18) je aktivován řídicí jednotkou motoru a má vstřikovat palivo pod vysokým tlakem ve velmi malých dávkách do spalovacího prostoru.

Vstřikování se dělí do dvou fází:

1. Pilotní vstřik (pro lepší průběh spalování)
2. Hlavní vstřik

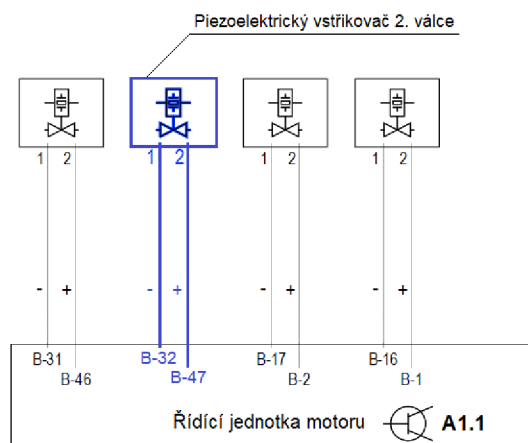


Obrázek 1.18: Piezelektrický vstřikovač

Piezelektrický vstřikovač se aktivuje napětím 120 V a jeho výhodou je, že rychlost doby spínání je do  $0,2 \text{ ms}^{-1}$ . Rychlé délkové roztažení (o 0,04 mm) piezoelementu působí na píst spojky. Píst ventilu otvírá hydraulickým přenosem síly těsnění ventilu a palivo, které se nachází pod vysokým tlakem, obtéká zpětným vedením. Škrticí klapkou pro regulaci přívodu nemůže být doplněno dostatečné množství paliva a tlak paliva v prostoru ventilového rozvodu se snižuje. Vysoký tlak paliva otvírá jehlu trysky (až o 0,06 mm). Vstřik probíhá do aktivace piezoelementu. Zpětný tlak paliva slouží jako tlakový polštář k hydraulickému přenosu mezi pístem spojky a pístem ventilu.

Při výměně piezelektrického vstřikovače nebo řídicí jednotky motoru je nutné obě komponenty vzájemně přizpůsobit. Úkolem přizpůsobení je individuálně regulovat vstřikované množství piezelektrického vstřikovače na předepsanou hodnotu v celé oblasti charakteristik. Přizpůsobení se provádí pomocí IIC kódu, které se zadá do řídicí jednotky motoru přes sériovou diagnostiku (přizpůsobení vstřikovače), (Škoda auto, 2010).

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení snímače teploty chladicí kapaliny (viz obrázek 1.19).



Obrázek 1.19: El. schéma zapojení piezoelektrického vstřikovače

### Regulační ventil tlaku paliva

Regulační ventil tlaku paliva (viz obrázek 1.20) je ovládán řídicí jednotkou motoru pomocí modulované šířky impulsu signálu (PWM). Přesné dodržování tlaku paliva v Railu má velký význam z hlediska škodlivých emisních látek, hladiny hluku a výkonu motoru.

Tlak paliva v Railu je sledován řídicí jednotkou motoru a pomocí aktivace regulačního ventilu tlaku paliva provádí regulaci na předepsanou hodnotu. Při aktivaci je ovlivňován průtokový průřez ventilu. Přebytečné palivo dodané vysokotlakým čerpadlem odtéká zpět do nízkotlakého okruhu. Bez proudu je ventil uzavřený (Čupera a Štěrbá, 2020).



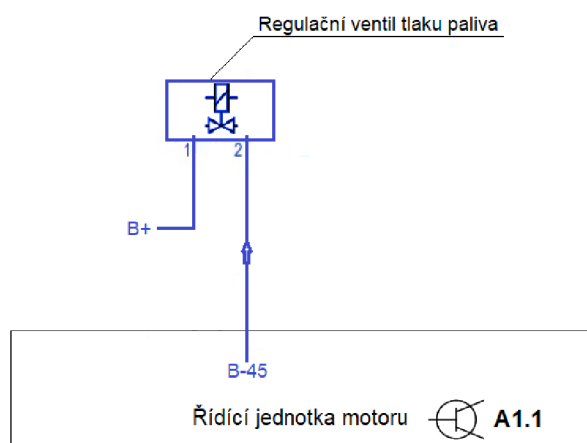
Obrázek 1.20: Regulační ventil tlaku paliva

Důsledky při výpadku regulačního ventilu paliva:

- Záznam do paměti závad.

- Tlak paliva ve vysokotlakém okruhu vzroste cca na 14 MPa, než se otevře ventil pro omezení tlaku ve vysokém palivovém čerpadle.
- Řídící jednotka motoru přizpůsobuje dobu vstřiku vysokému tlaku paliva ve vysokotlakém palivovém okruhu a otáčky motoru jsou omezeny na 3000 min<sup>-1</sup>.

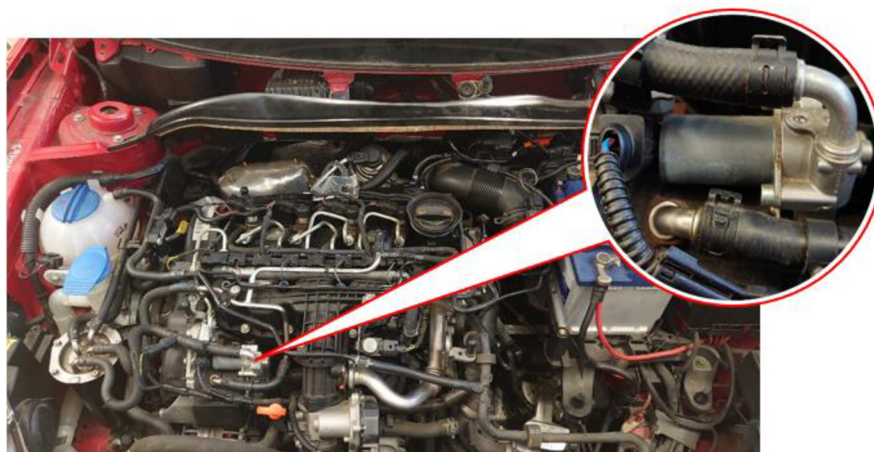
Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení regulačního ventilu tlaku paliva (viz obrázek 1.21).



Obrázek 1.21: El. schéma zapojení regulačního ventilu tlaku paliva

### Odměřovací jednotka dávkování paliva

Odměřovací jednotka dávkování paliva (viz obrázek 1.22) reguluje dopravované množství paliva do vysokotlakého čerpadla podle jednotlivých hodnot tlaku v Railu. Odměřovací jednotka dávkování paliva je ovládána řídicí jednotkou motoru pomocí modulované šířky impulsu (PWM), (Škoda auto, 2010).



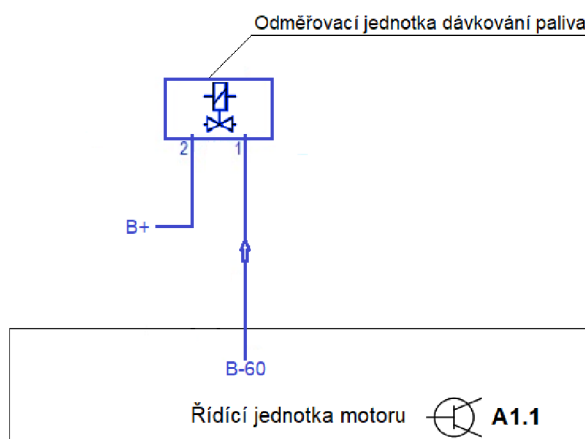
Obrázek 1.22: Odměřovací jednotka dávkování paliva

Důsledky při výpadku regulačního ventilu paliva:

- Záznam do paměti závad.
- Motor nejde nastartovat.

---

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení odměřovací jednotka dávkování paliva (viz obrázek 1.23).



Obrázek 1.23: El. schéma zapojení odměřovací jednotky dávkování paliva

### Regulační ventil plnicího tlaku

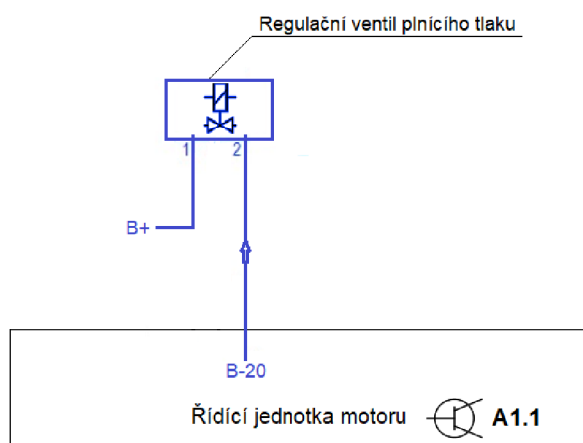
Regulace plnicího tlaku (viz obrázek 1.24) přispívá k výraznému zvýšení točivého momentu a výkonu v oblasti středního a vysokého zatížení. V závislosti na korekčních veličinách, což jsou teplota chladicí kapaliny, atmosférický tlak, teplota nasávaného vzduchu a poloha pedálu akcelerace, aktivuje řídicí jednotka motoru pomocí modulového signálu (PWM) kostry elektromagnetický ventil plnicího tlaku, který je zásobován podtlakem 20 až 100 kPa. z podtlakového čerpadla. Elektromagnetický ventil zásobuje pod tlakem podtlakovou dózu turbodmychadla, v závislosti na modulovaném signálu (PWM) kostry za účelem přestavování vodících lopatek turbodmychadla. Proud výfukových plynů je přiváděn přes vodící lopatky k oběžnému kolu turbíny, čímž lze ovlivnit rychlost proudění výfukových plynů a tím také otáčky oběžného kola turbíny. Podle polohy vodících lopatek se zvyšuje nebo snižuje plnicí tlak (Horejš et al., 2009).





**Obrázek 1.24: Regulační ventil plnicího tlaku**

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení regulačního ventilu plnicího tlaku (viz obrázek 1.25).



**Obrázek 1.25: El. schéma zapojení regulačního ventilu plnicího tlaku**

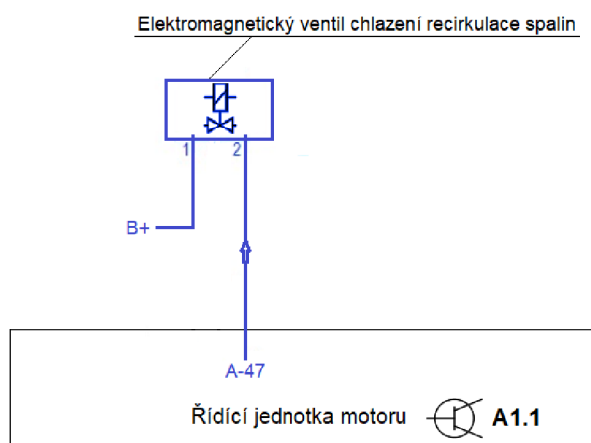
### **Elektromagnetický ventil chlazení recirkulace spalin**

Elektromagnetický ventil chlazení recirkulace spalin (viz obrázek 1.26) je řízený signálem kostry z řídicí jednotky motoru. Ventil řídí pomocí podtlaku pouzdro membrány, chlazení recirkulace spalin. Úkolem systému recirkulace spalin je omezení teploty spalování přimíšením spalin ke směsi paliva a vzduchu a tím omezení tvorby oxidu dusíku. Regulace míry recirkulace spalin se provádí pomocí měření hmotnosti nasávaného vzduchu a je dále upřesňována signálem z lambda (Horejš et al., 2009), (Škoda auto, 2010).



**Obrázek 1.26: Elektromagnetický ventil chlazení recirkulace spalin**

Důležitou součástí každého paralelního měření je znát elektrické schéma zapojení elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin (viz obrázek 1.27).



**Obrázek 1.27: El. schéma zapojení elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin**

### 1.3 Diagnostika silničních vozidel

Zajišťuje ji vědní obor nazvaný Technická diagnostika. V odvětví automobilů zkoumá technické záležitosti příslušného vozidla a jeho součástí. Obsahuje jisté způsoby a předpoklady pro zajištění diagnostických postupů. Způsob je bezdemontážní a nedestruktivní. Hlavním cílem je zajistit diagnostiku určitých komponentů ve vozidle s použitím diagnostických zařízení. Cílem technické diagnostiky je analýza stavu budoucího, současného a minulého.

#### **Diagnóza** (současný stav)

Diagnóza je svou povahou složena ze dvou částí. V první řadě je důležité detekovat závady, ze kterých plyne zpráva ohledně následné schopnosti provozu. Dále lokace závady, jež má za úkol stanovit konkrétní lokalizaci poruchového stavu. Je to velmi

---

složitá součást diagnostického procesu a je ovlivněna znalostmi obsluhy a konkrétními diagnostickými přístroji.

**Prognóza** (stav předpovědi)

Zajišťuje informace o stavu, který nastane v budoucnu diagnostikovaného strojního zařízení, nebo jeho součástí. Prognóza je teoretický znak o budoucím stavu, který může nastat. Informace se čerpají ze zkušeností, případně z laboratorního měření.

**Geneze** (příčina)

Cílem je zajistit předpoklady vzniku zdroje závady a analýza jejích vlivů, které mohou vést k předčasnému vzniku závad. Je to celková péče o automobil. (Čupera a Štěrba, 2011), (Čupera a Štěrba, 2007), (Gscheidle et al., 2015).

**1.3.1 Sériová diagnostika**

Jedná se o primární metodu pro analýzu poruch. Princip funkce spočívá v navázání komunikace s ŘJ a získání chyb z paměti závad a zahájení testu akčních členů jednotlivých systémů motoru. Je umožněno mazat data z paměti závad a realizovat základní nastavení do požadovaných hodnot. Komunikace s vozidlem je zajištěna prostřednictvím připojení konkrétního testeru do diagnostického portu a spuštění přístroje v následujícím kroku. Vozidla Škoda využívají přístroje VAG. Hlavní funkce sériové diagnostiky:

- Komunikace přes diagnostickou zástrčku
- Analýza paměti závad
- Mazání hodnot z paměti závad
- Současné hodnoty
- Test akčních členů
- Základní nastavení
- Speciální funkce

Sériová diagnostika se dále dle svých vlastností dělí na skupiny:

- Neoriginální přístroje
- Originální přístroje (VAG, Odis)
- Univerzální diagnostika
- Programovací přístroje
- OEM přístroje (Vlk, 2005), (Autodiagnostik.cz, 2020).

---

### 1.3.2 Paralelní diagnostika

Jedná se o kontrolu jednotlivých součástí vozidla. V případě použití speciálních technických zařízení je možné kontrolovat aktuální data v reálném čase. Umožňuje měřit fyzikální veličiny na konkrétní součástce např. na motoru.

Komplexní měřicí přístroj obsahuje paralelní diagnostiku, která umožňuje provádět měření přímo na dané součástce, a obsahuje tyto konkrétní funkce:

- Osciloskop
- Teploměr
- Multimetr
- Simulátor (generuje napětí, test snímačů)
- Stetoskop
- Endoskop
- Stroboskop
- Měřič průtoku
- Kompresimetr
- Zkušební stolice pro kontrolu vstřikovacích trysek
- Analyzátor výfukových plynů a opacimetr
- Motortester
- Dynamometr
- Refraktometr (Vlk, 2005), (Autodiagnostik.cz, 2020).

### 1.3.3 Subjektivní metoda kontroly

Spočívá v použití jednoduchých metod, které jsou spojeny se zkušenostmi pracovníka. Činnosti subjektivní diagnostiky spočívají ve sledování a analýze vnějších vlivů konkrétního zařízení. Rozhodnutí, jakým způsobem stav vyhodnotit je na pracovníkovi. Hlavní požadavky jsou kladeny na vysokou míru kvalifikace. Pro doplnění měření se využívají měřicí zařízení. V praxi jsou subjektivní postupy nenahraditelné. Využívá se zkoumání smyslů (Vlk, 2005), (Horejš et al., 2004).

### 1.3.1 Objektivní metoda kontroly

Hlavní rozdíl v porovnání se subjektivní kontrolou spočívá v tom, že objektivní kontrola využívá různých diagnostických měřicích zařízení. Výhodou je aktuální a přesné zjištění daných hodnot, které zaznamenává konkrétní diagnostické zařízení.

---

Změřené hodnoty se porovnávají s hodnotami od výrobce vozidla a následuje analýza správné funkce komponentů (Vlk, 2005), (Horejš et al., 2004).

## 1.4 Používané diagnostické systémy

Diagnostický systém zaznamenává povědomí o vzniklé vadě díky znalosti dané situace. Jedná se o soubor činností zahrnujících diagnostikované zařízení, prostředky pro diagnostiku a dané pracovní postupy. Celek postupů se nazývá diagnostickým algoritmem. Cílem je zkoumat hodnoty diagnostikovaného stroje a pak se určí diagnostický model. Poté se provede zkouška součástí, které mohou mít vinu na poruše. V závěru je provedeno hodnocení a zajištění opravy, nebo výměna poškozených součástek (Čupera a Štěřba, 2011), (Čupera a Štěřba, 2007).

### 1.4.1 Měřicí přístroje

#### Bosch FSA 050

Jedná se o multimetr (viz obrázek 1.28) pracující s vysokým napětím. Je možno ho využít samostatně jako zařízení k měření nebo jako zařízení propojené pomocí Bluetooth k systému PC, který je externě. Dále je možná komunikace s Bosch FSA 500 a FSA 740 pro zajištění dokumentace výsledků měření a rozšíření komplexního přístroje. Tento bezdrátový modul zajišťuje velmi efektivní testování s vysokou přesností. Měří hodnoty odporu, napětí, kapacity, izolace a integrace u piezoelektrických vstřikovacích trysek. Je to malý nástroj s velkým výkonem (Boschaftermarket.cz, 2021).



Obrázek 1.28: Vysokonapěťový multimetr FSA 050

Technické parametry FSA 050:

Napájecí zdroj	Akumulátory 5x IEC LR6 (AA)
Rozsah provozní teploty	5 °C až 40 °C

---

Analýza vysokého napětí	0 - 600 V (TRMS)
Analýza izolace - Testovací napětí	50 - 100 - 250 - 500 - 1000 V
Analýza izolace - Testovací proud	1 mA
Izolační	0-200 G $\Omega$
Režimy měření	t, PI, DAR nebo INS
Měření odporu	0,01 $\Omega$ - 99,9 $\Omega$ -test. proud 20 mA/205 mA
Měření kapacity	100 pF - 10 $\mu$ F
Přenos dat	Bluetooth třídy I / II (vzdálenosti 30 m/10 m)

### **Bosch EPS 205**

Jedná se o zkušební zařízení (viz obrázek 1.29), které je určeno pro zkoušení komponent vznětového systému (vstřikovacích trysek) u Common Rail. Je možné získat okamžité a přesné výsledky. Přístroj umí vytvořit zkušební tlak do hodnot 180 MPa v reálném zkušebním provozu s cyklováním, jež probíhá automaticky každým zkušebním bodem (Boschaftermarket.cz, 2021).



**Obrázek 1.29: Bosch EPS 205**

Technické parametry Bosch EPS 205:

Jmenovité třífázové střídavé napětí	380 V - 460 V
Jmenovitý proud	15 A
Pojistka	16 A
Počet fází	3P-PE

---

---

Vstupní frekvence	50 Hz
Jmenovitý příkon	4,2 kW
Stlačený vzduch	0,5 MPa - 0,8 MPa
Skladovací teplota	25 °C - 60 °C
Provozní teplota	5 °C - 40 °C
Okolní teplota pro přesné měření	15 °C - 30 °C
Max. trvalá relativní vlhkost	≤ 90 % (25 °C, po dobu 24 hodin)
Krytí	IP 22
Tlak mazacího oleje	180 MPa
Maximální otáčky	3500 min. <sup>-1</sup>
Ovládací napětí	24 V
Atmosférický tlak odp. nadmořské výšce	700 hPa - 1060 hPa ≤ 2200 m
Utahovací mom. pro vysok. připojení	25 Nm - 30 Nm
Objem zásobníku testovacího oleje	6,5 l

### **Systémový zkušební adaptér Bosch**

Zajišťuje rychlé a bezproblémové měření (viz obrázek 1.30) multimetrem, motortesterem, osciloskopem a diagnostickým testerem. Nemusí se při tom rozebírat konektory, nebo propichovat izolaci vodičů (Boschaftermarket.cz, 2021).



**Obrázek 1.30: Systémový zkušební adaptér Bosch**

---

## **Bosch FSA 740**

Jedná se o komplexní přístroj, který je určený k diagnostice jednotlivých komponent vozidla. Umožňuje diagnostikování cca 40 typů elektronických komponent. Disponuje širokou softwarovou podporou. Je v něm obsažena funkce, jež umí generovat signály, které kvalitně a bez možnosti demontáže jsou schopny určit poškozené čidlo, kabelový svazek, konektor a ŘJ konkrétních systému. Je to motortester, který obsahuje běžné funkce, následně i tester sběrnic CAN. Dále zajišťuje 24hodinové měření akumulátorů a dokáže určit případné vybíjecí proudy. Součástí je diagnostický modul KTS 560, který zajišťuje komunikaci s řídicí jednotkou.

Výhodou motortesteru je, že má dvoukanálový osciloskop, který umožňuje ukládat změřené hodnoty do interní paměti (Boschaftermarket.cz, 2021).

Na obrázku 1.31 je kompletní podoba motortesteru Bosch FSA 740.



**Obrázek 1.31: Bosch FSA 740**

## **Bosch KTS 560**

Tester Bosch KTS 560 (viz obrázek 1.32) je určen pro provádění sériové diagnostiky. Komunikace s automobilem je umožněna díky diagnostické zástrčce. Je zde obsažen dvoukanálový multimetr. Umožňuje analýzu signálů od čidel. Dále disponuje softwarem ESI [tronic] 2.0. Je možné provádět diagnostická měření, kontrolu, analýzu



---

a mazání paměti závad i test akčních členů. Umožňuje úpravu servisních intervalů a načtení aktuálních hodnot. Dále je možné i diagnostikovat veškeré řídicí jednotky ve vozidle (Boschaftermarket.cz, 2021).



Obrázek 1.32: KTS 560

### Diagnostický software ESI [tronic] 2.0

Jedná se o software (viz obrázek 1.33) vyvinutý firmou Bosch, který umožňuje získávání aktuálních dat pro podporu diagnostických procesů. Jedná se o přístup k pracovním postupům a důležitým informacím o vozidle, které pomohou k zjišťování významu chybových kódů a jejich analýze. Dají se zde dohledat elektrická schémata pro daný typ vozidla a postupy montáže komponent. Jsou zde obsaženy údaje k cca 90 000 vozidel rozmanitých značek. Obsahuje pokyny pro provedení odstranění závad chronologicky za sebou. Poskytuje přístup ke známým závadám EBR (Experience Based Repair) a podporu v síťovém dílenském konceptu (CoRe) (Boschaftermarket.cz, 2021).



Obrázek 1.33: ESI [tronic] 2.0 (SW: ESI [tronic] 2.0)

---

### Tester autobaterií Bosch BAT 121

Tester akumulátorů Bosch BAT 121 (viz obrázek 1.34) umožňuje analýzu jeho stavu prováděnou v rozmezí od 6 – 12 V. Je určen pro rozmanité typy akumulátorů. Umožňuje měření napětí, startovacích proudů a kompletního stavu baterie. Snadno se obsluhuje a jeho funkce je umožněna díky připojení svorek na baterii. Následně dojde k zapnutí přístroje a následné měření probíhá dle jednotlivých kroků, které jsou zobrazeny v menu přístroje. Tester je vybaven tiskárnou, která dokáže vytisknout záznam a provedeném měření. (Boschaftermarket.cz, 2021).



Obrázek 1.34: Tester akumulátorů Bosch BAT 121

---

## 2 Cíl práce

Cílem práce je provedení paralelní diagnostiky a vyhodnocení prognóz vývoje stavu a poruch palivové soustavy a odpovězte na otázky:

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

V práci se zaměřte:

1. Popsat používaný diagnostický systém palivové soustavy.
2. Provést konkrétní diagnostiku.
3. Porovnat zjištěné a naměřené výsledky s doporučeními výrobce a direktivou EU.
4. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
5. Výsledky vyhodnoťte.
6. Uveďte závěry pro praxi.

---

### 3 Metodika

Diagnostická měření budou prováděna na motorovém vozidle Škoda Yeti 1.6 TDI CR. Diagnostická měření budou rozdělena do dvou fází. V první fázi pro úspěšnou kontrolu palivové soustavy vozidla potřebujeme překontrolovat stav akumulátoru, který bude proveden zařízením Bosch BAT 121. Dále musíme zkontrolovat dobíjecí soustavu vozidla Škoda Yeti 1.6 TDI CR přes sériovou diagnostiku zařízením Bosch KTS 540, s využitím programu Bosch ESI [tronic] 2.0. Sériová diagnostika bude prováděna přes diagnostické rozhraní OBD a komunikace bude s řídicí jednotkou motoru EDC SIMOS PCR 2. V druhé fázi budou paralelní diagnostikou proměřeny části palivové soustavy, které mají vliv na emisně správný chod motoru. Paralelní diagnostika bude prováděna motortesterem Bosch FSA 740, systémovým zkušebním adaptérem Bosch (pinbox), vysokonapěťovým multimetrem Bosch FSA 050 a zařízením na kontrolu piezoelektrických vstřikovačů Bosch EPS 205. Protože budeme pracovat na nastartovaném motoru a při kontrole piezoelektrických vstřikovačů s palivem, musíme dbát na zdraví a bezpečnost práce.

Než začneme s paralelní diagnostikou, načteme paměť závad řídicí jednotky motoru, abychom se ujistili, že v palivovém okruhu není žádná závada, a tak si usnadnili další postup měření. Pokud bude zjištěna závada, bude se muset daná součástka zkontrolovat, abychom se ujistili, že jde opravdu o poškození dané součástky a není problém v elektrickém vedení, nebo poškození mechanických součástí, které přímo souvisí s danou elektronickou součástkou.

Načtením paměti závad řídicí jednotky motoru sériovou diagnostikou se zobrazila závada „**Vstřikovací ventil 2. válce – chyba v proudovém okruhu**“. Na základě tohoto výsledku bude provedena podrobná kontrola piezoelektrického vstřikovače.

#### **Bezpečnostní opatření**

Všechna diagnostická měření, budou prováděna při nastartovaném motoru. Technik, který bude tu to práci provádět, musí být dostatečně proškolen, seznámen a poučen.

Z důvodu práce s palivem musí pracovník dbát na svoje zdraví, a to tím že bude dodržovat všechna opatření a pracovní postupy.

---

### **Bezpečnostní a montážní pokyny při kontrole a diagnostice:**

- Před zahájením kontrolních a diagnostických prací je nutné zabezpečit vozidlo proti pohybu.
- Je nutné připojit odsávání výfukových plynů.
- Než zapojíme elektrické zástrčky od diagnostických přístrojů do elektrické sítě, je nutné provést kontrolu, aby nebyly mechanicky poškozené, kvůli úrazu elektrickým proudem.
- Nepokládat elektrické adaptérové vedení na horké a rotující součástky.
- Zabránit kontaktu s palivem vhodnými ochrannými pomůckami (rukavice, brýle, obuv atd.).
- Konektory elektrických zařízení, vždy před jeho rozpojením očistíme.
- Zapojování měřících zařízení provádět na nenastartovaném motoru
- Je nutné dbát na to, aby se při připojování adaptérového vedení, postupovalo pomalu a s rozmyslem, aby nedošlo k poškození pinů.
- Montáž a demontáž konektorového vedení vždy provádět na vypnutém zapalování.
- Odpojování a připojování akumulátoru vždy provádět při vypnutém zapalování, mohlo by dojít k poškození řídicích jednotek.
- Při nastartovaném motoru nedemontovat žádné palivové vedení.
- Před demontáží palivového vedení vždy okolí očistíme.
- Zabránit kontaktu s palivem vhodnými ochrannými pomůckami (rukavice, brýle)
- Demontované díly pokládat na čistou podložku, aby se zabránilo jejich znečištění.
- Pokud nebudeme s opravou hned pokračovat, je nutné díly pečlivě zakrýt případně zakonzervovat.
- Po skončení oprav provedeme přes sériovou diagnostiku kontrolu paměti závad, skutečných hodnot a základního nastavení.

---

### 3.1 Metodika diagnostiky akumulátoru

- Jako jedna z podmínek kontroly palivové soustavy vozidla potřebujeme, překontrolovat stav akumulátoru. Kontrolu akumulátoru (Varta – 12 V, 72 Ah, 680 A) provedeme diagnostickým zařízením Bosch BAT 121.

#### Vybavení:

- Vozidlo Škoda YETI 1.6 TDI CR.
- Diagnostické zařízení Bosch BAT 121.
- Akumulátor Varta – 12 V, 72 Ah, 680 A.

#### Podmínky měření:

- Zajištěné vozidlo proti pohybu.

#### Postup kontroly akumulátoru:

- Odpojíme akumulátor od vozidla.
- Po připojení kladného a záporného pólu k akumulátoru provedeme zapnutí BAT 121 (viz obrázek 3.1).



Obrázek 3.1: Zapojení Bosch BAT 121

- Po rozsvícení displeje se zobrazí “Hlavní menu”.
- Zvolíme test akumulátoru.
- Zadáme parametry akumulátoru (proud studeného startu 680 A, napětí 12 V a norma DIN).
- Aktivujeme test.
- Výsledek testu se zobrazí na displeji (viz obrázek 3.2).



Obrázek 3.2: Test akumulátoru

---

### 3.2 Metodika kontroly piezoelektrického vstřikovače

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. a kanál 2., přes které načteme oscilogram proudu a napětí piezoelektrického vstřikovače. Systémový zkušební adaptér Bosch (pinbox) připojíme přes Y vedení k řídicí jednotce motoru (viz obrázek 3.3). Než, ale připojíme Y vedení, je důležité odpojit póly od akumulátoru.



Obrázek 3.3: Připojení systémového zkušebního adaptéru k ŘJM

#### Vybavení:

- Vozidlo Škoda YETI 1.6 TDI CR.
- Diagnostické zařízení BOSCH FSA 740 (KTS 560).
- Program ESI [tronic] 2.0.
- Systémový zkušební adaptér Bosch (pinbox).

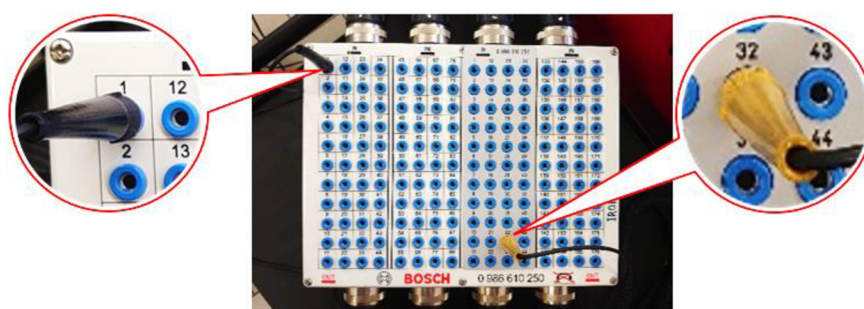
#### Podmínky měření:

- Řídicí jednotka motoru je v pořádku.
- Akumulátor je v pořádku.
- Zajištěné vozidlo proti pohybu.
- Funkční odsávání výfukových plynů.

#### Postup kontroly:

- Vozidlo zajistit proti pohybu!
- Zapnout diagnostické zařízení BOSCH FSA 740.

- Kleště ukostření motortesteru zapojíme tak, že mínusový pól (černý) k vozidlu a plusový (červený) pól na plus akumulátoru.
- Zvolit program – DIAGNOSTICS-Software.
- Zvolit FSA 050/720/740/750/760
- Zvolit ikonu „Univerzální osciloskop“.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 150 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 5 \text{ ms}$ ] a kanál 2. osa Y [ $I = 20 \text{ A}$ ], osa X [ $t = 5 \text{ ms}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-32 (viz obrázek 3.4) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.4: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Proudové kleště 30 A připojíme na elektrický kabel piezoelektrického vstřikovače (viz obrázek 3.5).



Obrázek 3.5: Připojení proudových kleští na piezoelektrický vstřikovač

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

Po vyhodnocení oscilogramu piezoelektrického vstřikovače, budou muset být provedena dodatečná měření, vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050.

### 3.2.1 Metodika kontroly demontovaného piezoelektrického vstřikovače

Důležitou kontrolou piezoelektrického vstřikovače je elektrická zkouška, kterou budeme provádět vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050.

Elektrické zkoušky:

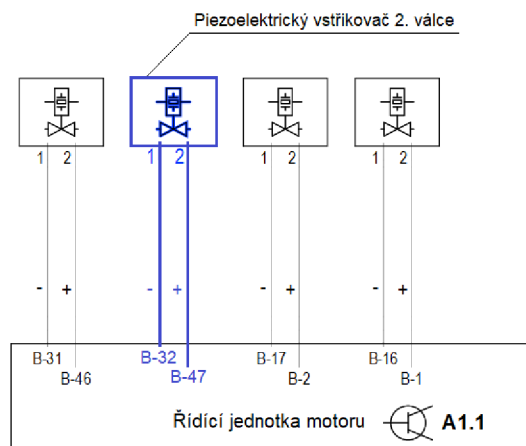


1. Zkouška izolace
2. Zkouška vybíjecího odporu piezo modulu
3. Zkouška piezo modulu na poškození

Všechny zkoušky budou prováděny na demontovaném vstřikovači z motoru vozidla.

### Zkouška izolace piezoelektrického vstřikovače

Před započítím zkoušky je důležitá bezpečnost práce při práci s vysokým napětím. Dále je moc důležité zvolit správnou polaritu vstřikovače pro připojení ke zkušebnímu přístroji. Polaritu zjistíme v elektrických schématech (viz obrázek 3.6).



Obrázek 3.6: El. Schéma zapojení piezoelektrického vstřikovače

Podle elektrického zapojení vstřikovače k řídicí jednotce motoru musíme zapojit vysokonapěťový multimetr Bosch FSA 050. Pokud bychom totiž zapojili plus vstřikovače na mínus zkušebního zařízení můžeme poškodit zdravý piezoelektrický vstřikovač, nebo provedeme nevěrohodné měření.

#### Vybavení:

- Piezoelektrický vstřikovač Continental.
- Vysokonapěťový multimetr Bosch FSA 050.
- Program ESI [tronic] 2.0.
- Speciální dílenské vybavení na demontáž piezoelektrického vstřikovače.

#### Podmínky měření:

- Zajištěné vozidlo proti pohybu.
- Očištění prostoru kolem vstřikovače.
- Čistý pracovní stůl.

#### Postup kontroly:

- Vozidlo zajistit proti pohybu!

- Odpojit elektrický konektor 2. vstřikovače – pozice 1 (viz obrázek 3.7).
- Povolit matici (klíč 17) vysokotlakého potrubí 2. vstřikovače. – pozice 2 (viz obrázek 3.7).
- Povolit šroub aretace a držáku vstřikovačů prvního a druhého válce, zástrčnou hlavici XZN M8 – pozice 3 (viz obrázek 3.7).



**Obrázek 3.7: Demontáž piezoelektrického vstřikovače**

- Upevnění speciálního přípravku na demontáž vstřikovače z hlavy motoru (viz obrázek 3.8).



**Obrázek 3.8: Demontáž piezoelektrického vstřikovače**

- Rázovým kladivem demontovat vstřikovač z hlavy.
- Demontovaný vstřikovač položit na čistý pracovní stůl.
- Černý měřicí kabel připojíme k mínusu zkušebního zařízení a druhý konec s krokodýlem připojíme k tělu vstřikovače (viz obrázek 3.9).
- Červený měřicí kabel připojíme k plusu zkušebního zařízení a druhý konec na plus (pin 2) konektoru vstřikovače (viz obrázek 3.9).



Obrázek 3.9: Zkouška izolace piezoelektrického vstřikovače

- Na zkušebním zařízení nastavit 100 V (červené pole).
- Zapnout tlačítko start a tím aktivovat měření.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

### Zkouška vybíjecího odporu piezo modulu

Na demontovaném piezoelektrickém vstřikovači budeme měřit odpor v  $k\Omega$ .

#### Vybavení:

- Vybavení pro zkoušku viz kapitola 3.2.1.

#### Podmínky měření:

- Čistý pracovní stůl.

#### Postup kontroly:

- Demontovaný vstřikovač položit na čistý pracovní stůl.
- Černý měřicí kabel připojíme k mínusu zkušebního zařízení a druhý konec na minus (pin 1) konektoru vstřikovače (viz obrázek 3.10).
- Červený měřicí kabel připojíme k plusu zkušebního zařízení a druhý konec na plus (pin 2) konektoru vstřikovače (viz obrázek 3.10).



Obrázek 3.10: Zkouška vybíjecího odporu piezo modulu

- 
- Na zkušebním zařízení nastavit  $k\Omega$  (oranžové pole).
  - Měření se aktivuje automaticky po nastavení.
  - Zobrazení naměřené hodnoty.

### Zkouška piezo modulu na poškození

Na demontovaném piezoelektrickém vstřikovači budeme měřit odpor v  $k\Omega$ .

#### Vybavení:

- Vybavení pro zkoušku viz kapitola 3.2.1.

#### Podmínky měření:

- Čistý pracovní stůl.

#### Postup kontroly:

- Demontovaný vstřikovač položit na čistý pracovní stůl.
- Černý měřicí kabel připojíme k mínusu zkušebního zařízení a druhý konec na mínus (pin 1) konektoru vstřikovače (viz obrázek 3.11).
- Červený měřicí kabel připojíme k plusu zkušebního zařízení a druhý konec na plus (pin 2) konektoru vstřikovače (viz obrázek 3.11).



Obrázek 3.11: Zkouška piezo modulu na poškození

- Na zkušebním zařízení nastavit 100 V (červené pole).
- Zapnout tlačítko test a tím aktivovat měření.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

Na základě všech provedených měření bylo zjištěno, že modul piezoelektrického vstřikovače je vadný.

### 3.2.2 Kontrola repasovaného piezoelektrického vstřikovače Continental

U repasovaného vstřikovače byl vyměněn pouze piezo modul, ostatní součástky jako, tělo, tryska vstřikovače, jsou vyčištěny a zkontrolovány. Kontrolu piezoelektrického vstřikovače budeme provádět na zkušebním zařízení Bosch EPS 205. Při kontrole je

---

důležité dodržovat bezpečnost práce. V důsledku práce s palivem, vysokým tlakem a vysokým napětím. V důsledku vysokého napětí může u osob, které mají kardiostimulátor dojít k ohrožení života.

#### **Vybavení:**

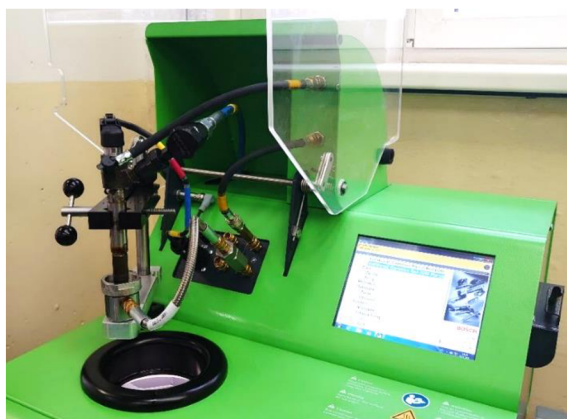
- Repasovaný piezoelektrický vstřikovač Continental.
- Zkušební zařízení Bosch EPS 205.
- Program ESI [tronic] 2.0.

#### **Podmínky měření:**

- Kontrola zkušebního zařízení EPS 205 před měřením (hadice, vysokotlaké potrubí).
- Správné zapojení adaptérového vedení ke konektoru vstřikovače.

#### **Postup kontroly:**

- Uchytíme piezoelektrický vstřikovač do držáku zkušebního zařízení (viz obrázek 3.12).



**Obrázek 3.12: Uchycení piezoelektrického vstřikovače do držáku**

- Připojíme elektrické vedení 1 684 465 672 od konektoru piezoelektrického vstřikovače ke konektoru zkušebního zařízení. Přitom musíme dodržet polaritu konektoru dle el. schématu (viz obrázek 3.6), aby nedošlo k poškození piezo modulu.
- Připojíme vstupní a výstupní zpětné vedení paliva mezi piezoelektrickým vstřikovačem a zkušebním zařízením.
- Na vstřikovač nasadíme vstřikovací komoru a propojíme se zkušebním zařízením.
- Na vstřikovač nasadíme přívod paliva (vysokotlaké hadicové vedení)
- Zavřeme kryt.

- Zapneme zkušební zařízení Bosch EPS 205.
- Po rozsvícení obrazovky vybereme vstřikovač Common-Rail (CRI Piezo).
- Zadáme typ piezoelektrického vstřikovače Continental 03L130277B.
- Potvrdíme F12.
- Objeví se okno prvního měření Leak test (zkouška těsnosti).
- Odstraníme vstřikovací komoru.
- Potvrdíme F10 (Start) a spustí se měření.
- Potvrdíme F5 (✓) tryska těsní, nebo F6 (X) tryska netěsní.
- Po potvrzení se objeví okno druhého měření VL (plná dávka).
- Namontujeme zpět vstřikovací komoru.
- Potvrdíme F10 (Start) a spustí se měření.
- Po skončení měření se automaticky spustí třetí měření EM (emisní bod).
- Po skončení měření se automaticky spustí čtvrté měření LL (volnoběh).
- Po skončení měření se automaticky spustí páté měření VE (předvsřík, pilotní vsřík).
- Potvrdíme F12 zobrazí se nám vyhodnocení měření.
- Vyhodnocení – všechna měření musí být zaškrtnuté ✓ (viz obrázek 3.13).

Vstřikovač Common Rail		Typový č. dílu: 03L130277B		Výrobce: Continental		Jalovací profil: 14 V		Popis: CRI Piezo	
Výsledky měření									
Sériové číslo: ---									
Skutelný krok	Dávka aktivace	Tlak	Dávka měření	Vyhodnocené hodnoty		Měřičův vs zpětném vedení		Vyhodnocení	
	[μl]	[MPa]	[μl]	Předepsaná hodnota [mmHg]	Skutelná hodnota [mmHg]	Předepsaná hodnota [mmHg]	Skutelná hodnota [mmHg]		
Leak test	0	165	200	---	---	35,0 ± 35,0	---	6,98	✓
VL	800	160	90	50,9 ± 4,0	50,55	49,0 ± 32,0	---	21,19	✓
EM	500	80	40	18,8 ± 2,5	17,62	---	---	---	✓
LL	575	25	40	4,7 ± 1,5	3,62	---	---	---	✓
VE	160	80	40	1,5 ± 1,2	1,00	---	---	---	✓

Obrázek 3.13: Vyhodnocení měření repasovaného piezoelektrického vstřikovače

### 3.3 Metodika kontroly regulačního ventilu tlaku paliva

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí regulačního ventilu tlaku paliva. V oscilogramu se zobrazí signál střidy (PWM).

#### Vybavení:

- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

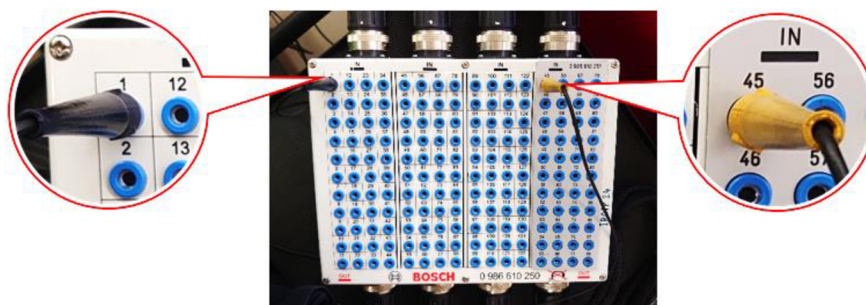
---

### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

### Postup kontroly:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 20\text{ V}$ ], osa X [ $t = 100\text{ ms}$ ], nebo při měření střídý na osu X [100 %].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-45 (viz obrázek 3.14) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.14: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

### Postup kontroly vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050:

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Zapalování vypnuté.
- Na vysokonapětovém multimetru nastavíme  $\Omega$  (oranžové pole).
- Měřící vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru regulačního ventilu plnicího tlaku na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.15).



Obrázek 3.15: Hodnota odporu ventilu

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapětový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

---

### 3.4 Metodika kontroly odměřovací jednotky dávkování paliva

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí odměřovací jednotky dávkování paliva. V oscilogramu se zobrazí signál střídavy (PWM).

#### Vybavení:

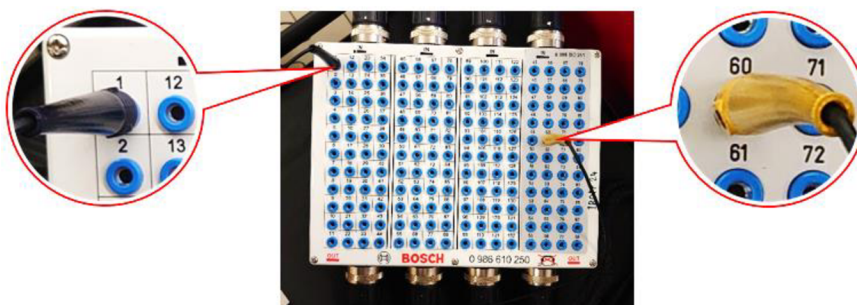
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 20 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 100 \text{ ms}$ ], nebo při měření střídavy na osu X [ $100 \%$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-60 (viz obrázek 3.16) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.16: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

#### Postup kontroly vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050:

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Zapalování vypnuté.
- Na vysokonapětovém multimetru nastavíme  $\Omega$  (oranžové pole).
- Měřící vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru odměřovací jednotky paliva na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.17).





Obrázek 3.17: Hodnota odporu ventilu

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapěťový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

### 3.5 Metodika kontroly regulačního ventilu plnicího tlaku

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí regulačního ventilu plnicího tlaku.

#### Vybavení:

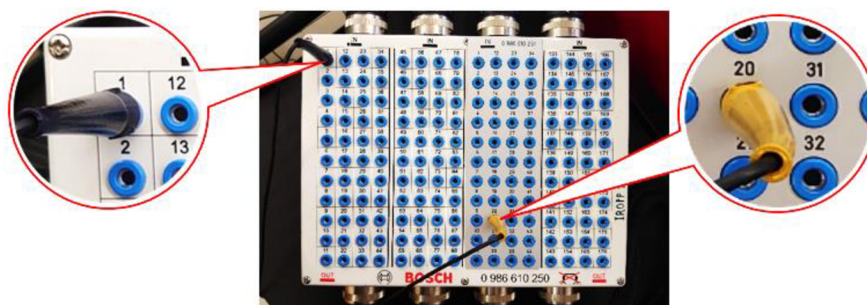
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 20\text{ V}$ ], osa X [ $t = 100\text{ ms}$ ], nebo při měření střídavy na osu X [100 %].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-20 (viz obrázek 3.18) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.18: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.

- 
- Zobrazení oscilogramu.

#### **Postup kontroly vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050:**

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Zapalování vypnuté.
- Na vysokonapětovém multimetru nastavíme  $\Omega$  (oranžové pole).
- Měřicí vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru regulačního ventilu plnicího tlaku na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.19).



**Obrázek 3.19: Hodnota odporu ventilu**

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapětový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

### **3.6 Metodika kontroly elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin**

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin. V oscilogramu se zobrazí signál střídavy (PWM).

#### **Vybavení:**

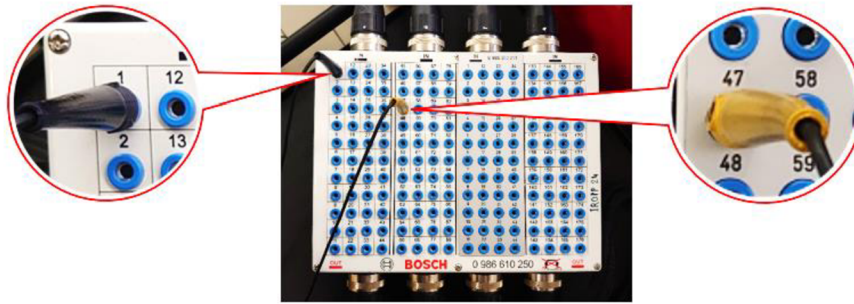
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### **Podmínky měření:**

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### **Postup kontroly osciloskopem:**

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [U = 20 V], osa X [t = 100 ms], nebo při měření střídavy na osu X [100 %]
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin A-47 (viz obrázek 3.20) a modrý na pin A-1(kostra).

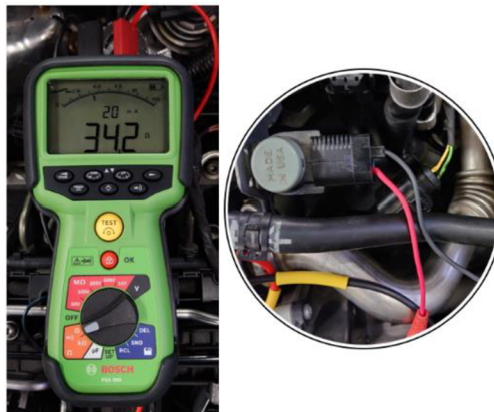


Obrázek 3.20: Zapojení měřicího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

#### Postup kontroly vysokonapěťovým multimetrem Bosch FSA 050:

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Zapalování vypnuté.
- Na vysokonapěťovém multimetru nastavíme  $\Omega$  (oranžové pole).
- Měřicí vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru regulačního ventilu plnicího tlaku na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.21).



Obrázek 3.21: Hodnota odporu ventilu

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapěťový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

### 3.7 Metodika kontroly měřiče hmotnosti nasátého vzduchu

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí měřiče hmotnosti nasátého vzduchu. Budeme kontrolovat frekvenci signálu snímače při volnoběžných otáčkách motoru.

#### Vybavení:

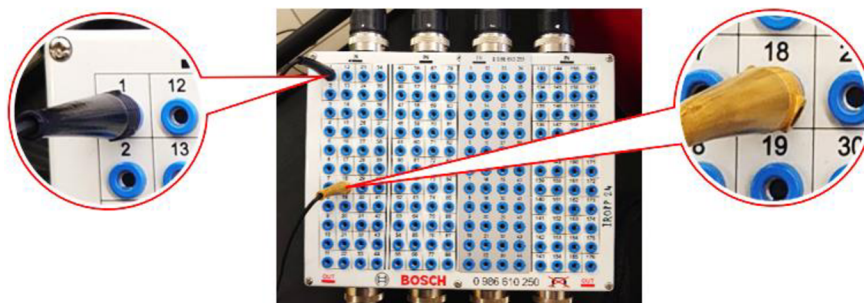
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 10 \text{ ms}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin A-18 (viz obrázek 3.22) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.22: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

### 3.8 Metodika kontroly snímače otáček a polohy klikové hřídele

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače otáček klikové hřídele. Budeme kontrolovat obdélníkový signál snímače při volnoběžných otáčkách motoru.

#### Vybavení:

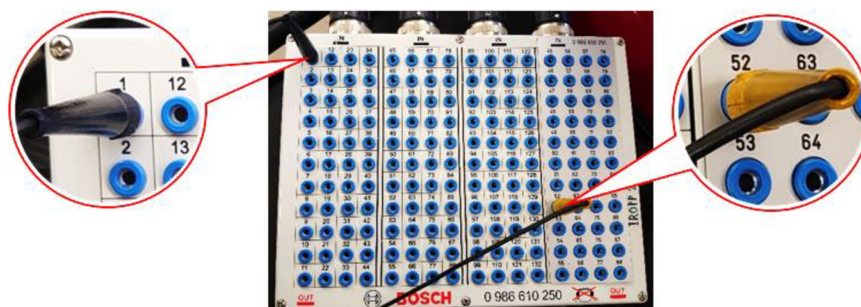
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 100 \text{ ms}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-52 (viz obrázek 3.23) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.23: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

### 3.9 Metodika kontroly snímače otáček a polohy vačkové hřídele

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače otáček vačkového hřídele. Budeme kontrolovat obdélníkový signál snímače při volnoběžných otáčkách motoru.

#### Vybavení:

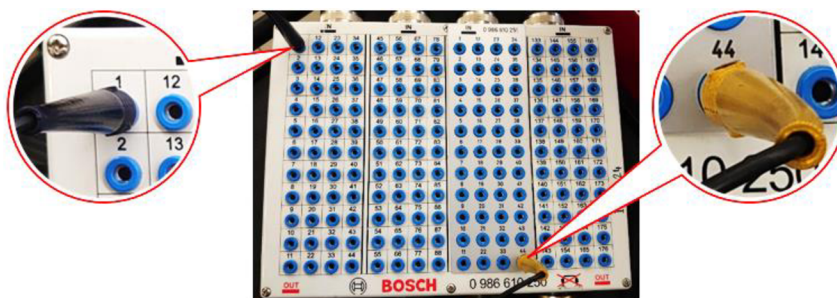
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [U = 10 V], osa X [t = 100 ms].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-44 (viz obrázek 3.24) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.24: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

---

### 3.10 Metodika kontroly snímače tlaku v Railu

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače tlaku v Railu při volnoběžných otáčkách motoru.

#### Vybavení:

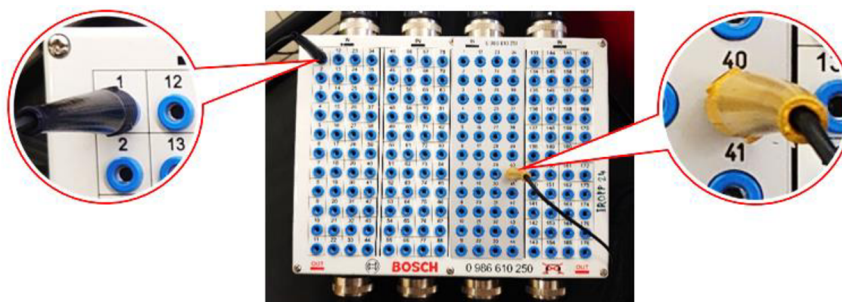
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 5 \text{ s}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-40 (viz obrázek 3.25 a modrý na pin A-1(kostra)).



Obrázek 3.25: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

### 3.11 Metodika kontroly snímače plnicího tlaku

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače plnicího tlaku při volnoběžných otáčkách motoru.

#### Vybavení:

- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

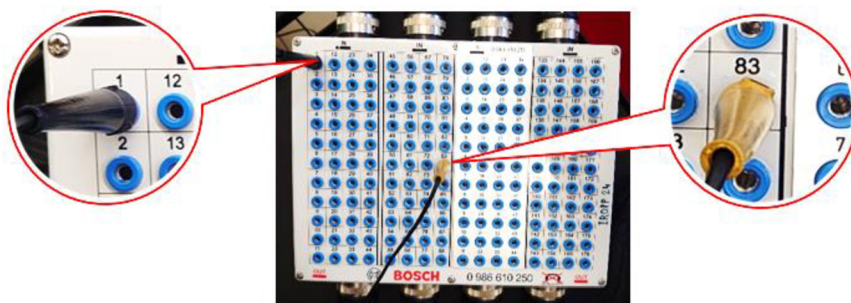
#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y – [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X – [ $t = 5 \text{ s}$ ].

- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systemový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin A-83 (viz obrázek 3.26) a modrý na pin A-1(kostra).



Obrázek 3.26: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

### 3.12 Metodika kontroly snímače teploty paliva

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systemový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače teploty paliva při volnoběžných otáčkách motoru a ohřátém motoru na provozní teplotu.

#### Vybavení:

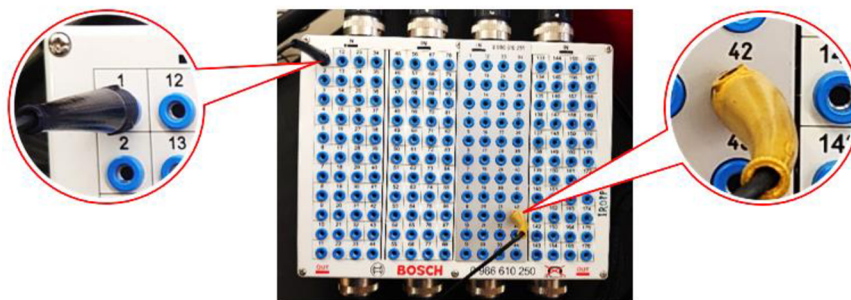
- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

#### Podmínky měření:

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### Postup kontroly osciloskopem:

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 5 \text{ s}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systemový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-42 (viz obrázek 3.27) a modrý na pin A-1(kostra).



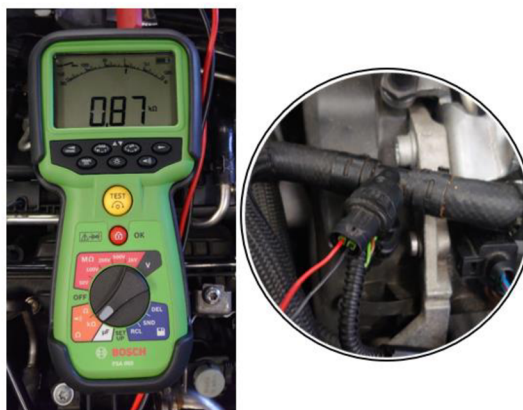
Obrázek 3.27: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.

- 
- Zobrazení oscilogramu.

#### **Postup kontroly vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050:**

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Vypnuté zapalování.
- Na vysokonapětovém multimetru nastavíme  $k\Omega$  (oranžové pole).
- Měřící vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru snímače teploty paliva na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.28).



**Obrázek 3.28: Hodnota odporu snímače teploty paliva**

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapětový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

### **3.13 Metodika kontroly snímače teploty chladicí kapaliny**

Paralelní měření bude provedeno přes zařízení „Systémový zkušební adaptér Bosch“, ke kterému připojíme motortester Bosch FSA 740, přes kanál 1. načteme oscilogram napětí snímače teploty chladicí kapaliny při volnoběžných otáčkách motoru a ohřátém motoru na provozní teplotu.

#### **Vybavení:**

- Vybavení pro kontrolu viz kapitola 3.2.

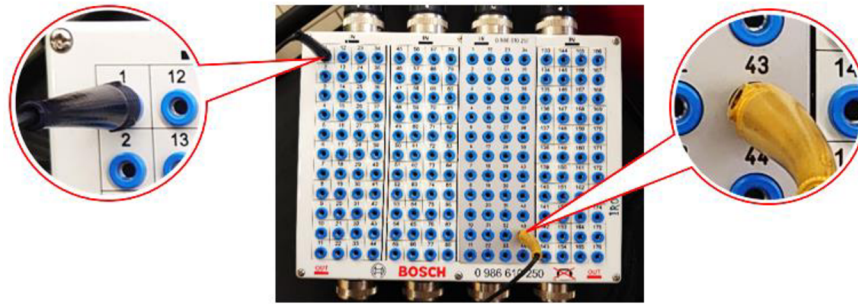
#### **Podmínky měření:**

- Podmínky měření viz kapitola 3.2.

#### **Postup kontroly osciloskopem:**

- Postup přípravy vozidla a měřícího vybavení viz kapitola 3.2.
- Nastavit okno oscilogramu na kanál 1. osa Y [ $U = 10 \text{ V}$ ], osa X [ $t = 5 \text{ s}$ ].
- Banánky 1. kanálu zasuneme do „Systémový zkušební adaptér Bosch“ (pinbox) žlutý na pin B-43 (viz obrázek 3.29) a modrý na pin A-1(kostra).





Obrázek 3.29: Zapojení měřícího vedení do pinboxu

- Zapneme zapalování a nastartujeme vozidlo.
- Zobrazení oscilogramu.

**Postup kontroly vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050:**

- Vozidlo zajistit proti pohybu! Vypnuté zapalování.
- Na vysokonapětovém multimetru nastavíme  $k\Omega$  (oranžové pole).
- Měřící vedení multimetru připojíme k rozpojenému konektoru snímače teploty paliva na pin 1 a 2 (viz obrázek 3.30).



Obrázek 3.30: Odpor snímače teploty chladicí kapaliny

- Zapnout diagnostické zařízení vysokonapětový multimetr Bosch FSA 050.
- Zobrazení naměřené hodnoty.

## 4 Výsledky

### 4.1 Výsledky kontroly akumulátoru

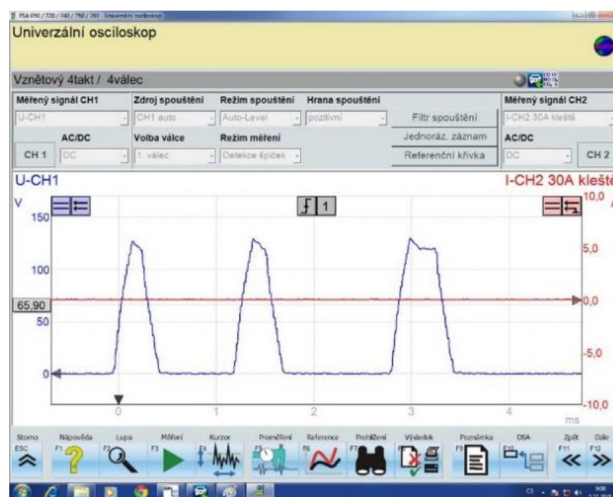
Po zadání parametrů akumulátoru (12 V, 64 Ah, 540 A) diagnostické zařízení Bosch BAT 121 vyhodnotil stav **dobrý** (viz tabulka 4.1).

Tabulka 4.1: Vyhodnocení naměřených hodnot akumulátoru

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Kapacita akumulátoru	Dobrý	Dobrý	V pořádku

### 4.2 Výsledek kontroly piezoelektrického vstřikovače

Kontrolou piezoelektrického vstřikovače osciloskopem, bylo zjištěno, že v oscilogramu není, vidět jeho proudový průběh (viz obrázek 4.1).



Obrázek 4.1: Vadný piezoelektrický vstřikovač (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

Na piezoelektrickém vstřikovači, byla provedena elektrická měření zařízením FSA 050, kde byla provedena měření:

**Zkouška izolace**, kde byla naměřena hodnota  $20 \text{ G}\Omega$  až  $\infty$ , která odpovídá poškozené izolaci piezoelektrického vstřikovače. Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je  $\geq 10 \text{ k}\Omega$ . **Izolace piezoelektrického vstřikovače je poškozená.**

**Zkouška vybíjecího odporu piezo modulu**, kde byla naměřena hodnota  $126,6 \text{ k}\Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí  $150 \text{ k}\Omega$  až  $210 \text{ k}\Omega$ . Hodnota je mimo rozsah. **Piezo modul je poškozený.**

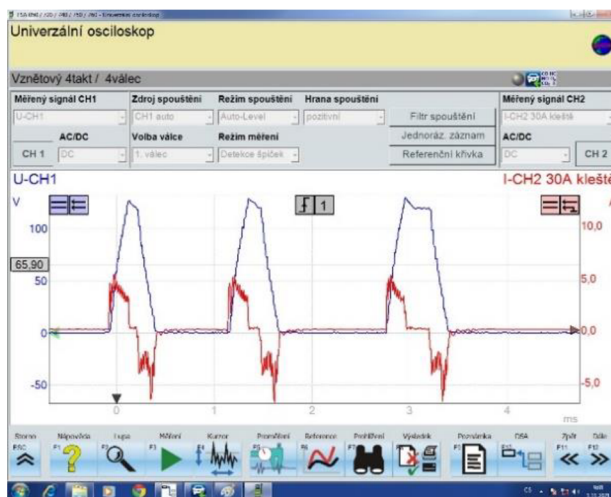
**Zkouška piezo modulu na poškození**, kde byla naměřena hodnota  $116 \text{ k}\Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je hraniční

hodnota 170 k $\Omega$ . Pokud je naměřená hodnota menší, musí se piezoelektrický vstříkovač vyměnit. **Piezo modul je poškozený** (viz tabulka 4.2).

Tabulka 4.2: Vyhodnocení naměřených hodnot piezoelektrického vstříkovače

Zkouška	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Izolace	$\geq 10 \text{ k}\Omega$	20 G $\Omega$ až $\infty$	Izolace poškozená
Vybíjecího odporu piezo modulu	150 k $\Omega$ až 210 k $\Omega$	126,6 k $\Omega$	Modul poškozený
Piezo modulu na poškození	$\geq 170 \text{ k}\Omega$	116 k $\Omega$	Modul poškozený

Všechna měření shledala piezoelektrický vstříkovač nevyhovující, poškozený piezo modul. Po opravě piezoelektrického vstříkovače, a to po výměně piezo modulu, byl zkontrolován na zkušebním zařízení Bosch EPS 205 (viz obrázek 3.13) a znovu změřen osciloskopem (viz obrázek 4.2) a to stejným postupem jako při prvním měření viz kapitola 3.2.



Obrázek 4.2: Dobrý piezoelektrický vstříkovač (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

Kontrola osciloskopem byla provedena při nastartovaném motoru, který je ve volnoběžných otáčkách a zahřátém na provozní teplotu.

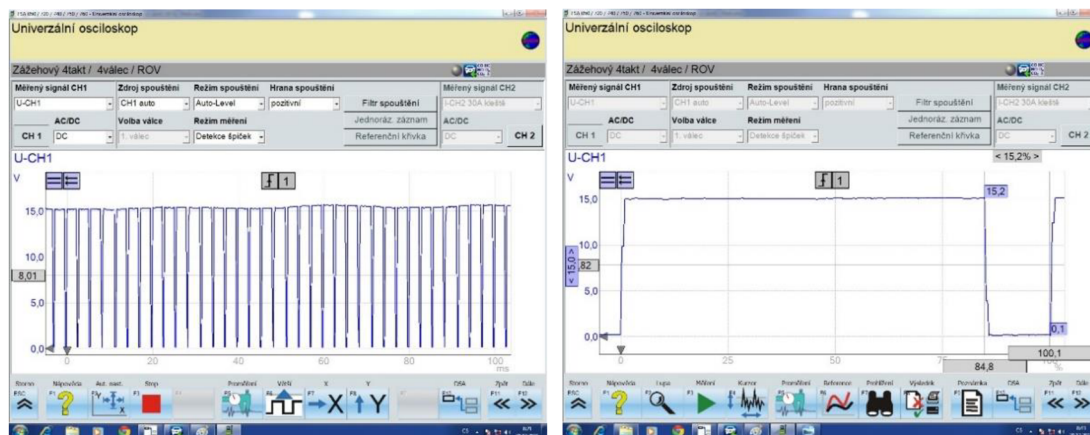
Po kontrole repasovaného vstříkovače byl oscilogram porovnán s oscilogramem v elektronické dílenské příručce ESI [tronic] a oscilogram se shodoval. **Repasovaný piezoelektrický vstříkovač je v pořádku.**

### 4.3 Výsledek kontroly regulačního ventilu tlaku paliva

Kontrolou regulačního ventilu tlaku paliva paralelní diagnostikou, jsem při nastartovaném motoru zahřátém na provozní teplotu naměřil v oscilogramu hodnotu signálu střídavy (viz obrázek 4.3), která odpovídá hodnotám v elektronické dílenské

příručce ESI [tronic]. Vozydlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. Doporučovaná hodnota střídavy výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 10 % až 20 %. Změřená aktivní část (ventil aktivovaný) = 15,2 %.

**Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.3).



Obrázek 4.3: Oscilogramy regulačního ventilu tlaku paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

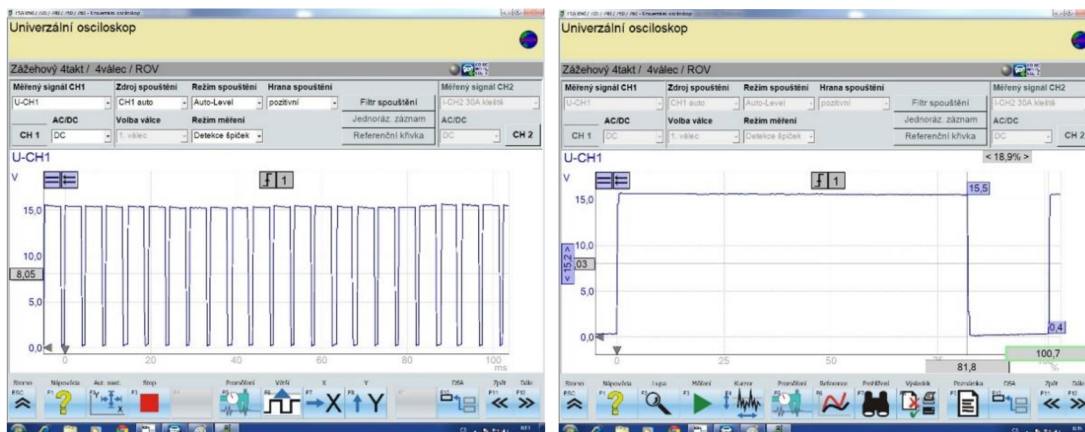
Dále byla provedena kontrola odporu ventilu, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru ventilu je 3,26  $\Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 1  $\Omega$  až 5  $\Omega$ . **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.3).

Tabulka 4.3: Vyhodnocení naměřených hodnot regulačního ventilu tlaku paliva

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Střídavy (PWM)	10 % až 20 %	15,2 %	Střída je v pořádku
Odporu	1 $\Omega$ až 5 $\Omega$	3,26 $\Omega$	Odpor je v pořádku

#### 4.4 Výsledek kontroly odměřovací jednotky dávkování paliva

Kontrolou regulačního ventilu tlaku paliva paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu hodnotu signálu střídavy (viz obrázek 4.4), která odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozydlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. Doporučovaná hodnota střídavy výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 10 % až 23 %. Změřená aktivní část (ventil aktivovaný) = 18,9 %. **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.4).



Obrázek 4.4: Oscilogramy odměřovací jednotky dávkování paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

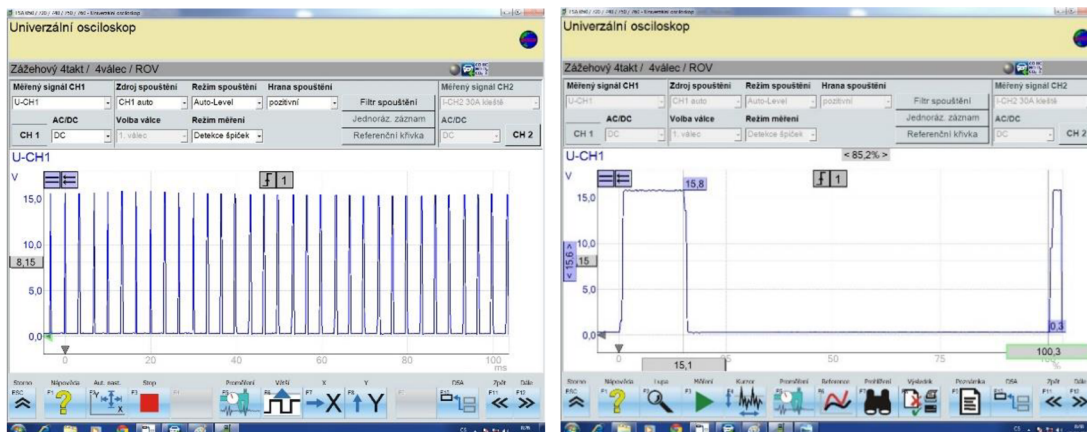
Dále byla provedena kontrola odporu ventilu, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru ventilu je  $2,92 \Omega$ . Doporučená hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí  $1 \Omega$  až  $5 \Omega$ . **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.4).

Tabulka 4.4: Vyhodnocení naměřených hodnot odměřovací jednotky dávkování paliva

Kontrolováno	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Střídy (PWM)	10 % až 23 %	18,9 %	Ventil je v pořádku
Odporu	$1 \Omega$ až $5 \Omega$	$2,92 \Omega$	Odpor je v pořádku

#### 4.5 Výsledek kontroly regulačního ventilu plnicího tlaku

Kontrolou regulačního ventilu plnicího tlaku paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu hodnotu signálu střídy (viz obrázek 4.5), která odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozidlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. Doporučená hodnota střídy výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 70 % až 90 %. Změřená aktivní část (ventil aktivovaný) = 85,2 %. **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.5).



Obrázek 4.5: Oscilogramy regulačního ventilu plnicího tlaku (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

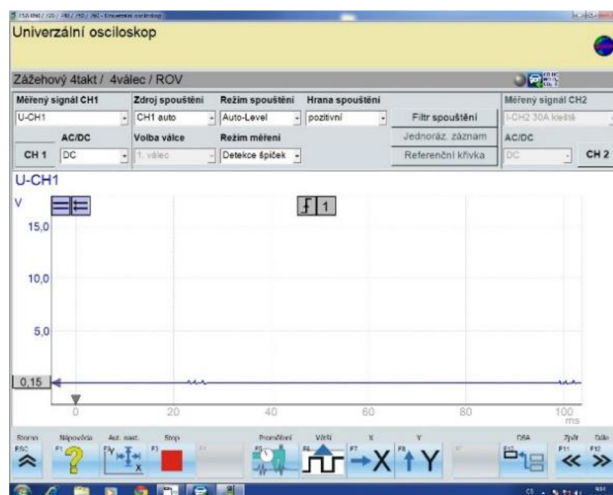
Dále byla provedena kontrola odporu ventilu, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru ventilu je 15,91  $\Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 12  $\Omega$  až 20  $\Omega$ . **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.5).

Tabulka 4.5: Vyhodnocení naměřených hodnot regulačního ventilu plnicího tlaku

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Střidy (PWM)	70 % až 90 %	85,2 %	Ventil je v pořádku
Odporu	12 $\Omega$ až 20 $\Omega$	15,91 $\Omega$	Odpor je v pořádku

#### 4.6 Výsledek kontroly elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin

Kontrolou elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu hodnotu signálu (viz obrázek 4.6), který odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. U vozidla nastartovaného ve volnoběžných otáčkách a zahřátého na provozní teplotu (teplota motoru > 55  $^{\circ}\text{C}$ ), musí být hodnota napětí v rozmezí 0,0 V až 0,2 V. Naměřená hodnota napětí je 0,15 V. **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.6).



Obrázek 4.6: Oscilogram elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

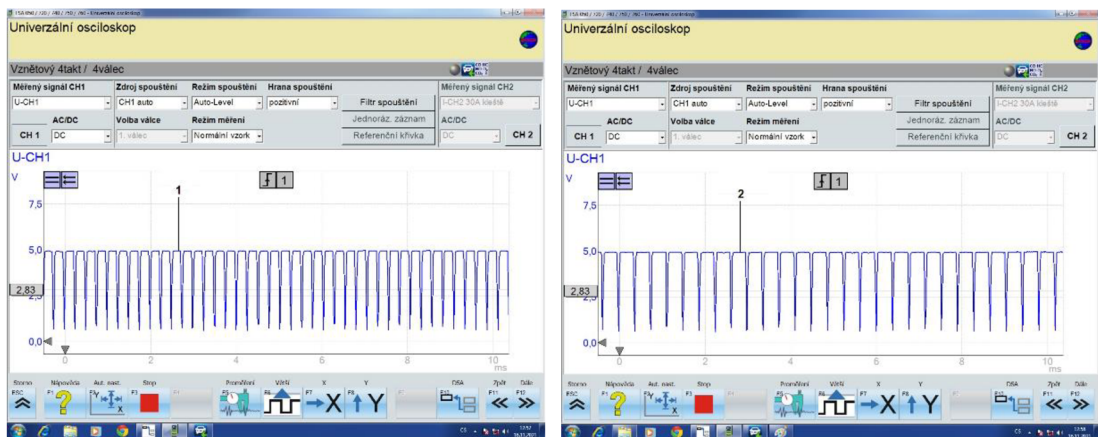
Dále byla provedena kontrola odporu ventilu, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru ventilu je  $34,2 \Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí  $25 \Omega$  až  $45 \Omega$ . **Ventil je v pořádku** (viz tabulka 4.6).

Tabulka 4.6: Vyhodnocení naměřených hodnot elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Napětí	0,0 V až 0,2 V	0,15 V	Napětí je v pořádku
Odporu	$25 \Omega$ až $45 \Omega$	$34,2 \Omega$	Odpor je v pořádku

#### 4.7 Výsledek kontroly měřiče hmotnosti nasátého vzduchu

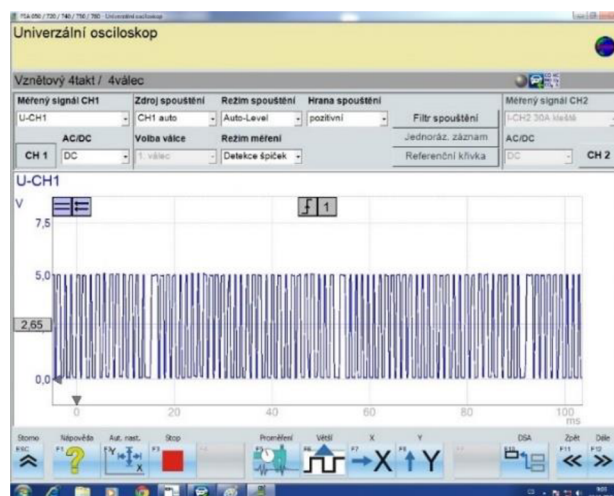
Kontrolou měřiče hmotnosti nasátého vzduchu paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu frekvenční napěťovou hodnotu (viz obrázek 4.7), na těchto dvou oscilogramech je vidět, že při zvyšování otáček frekvence klesá. Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Na oscilogramu 1 jsou volnoběžné otáčky a na oscilogramu 2 jsou zvýšené otáčky ( $2400 \text{ min.}^{-1}$ ), vozidlo nastartované a zahřáté na provozní teplotu. **Snímač je v pořádku.**



Obrázek 4.7: Oscilogramy snímače hmotnosti nasátého vzduchu (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)  
1-volnoběžné otáčky, 2-zvýšené otáčky 2400 min.<sup>-1</sup>

#### 4.8 Výsledek kontroly snímače otáček a polohy klikové hřídele

Kontrolou snímače otáček a polohy klikové hřídele paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napěťovou hodnotu obdélníkového signálu (viz obrázek 4.8). Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozidlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. **Snímač je v pořádku.**

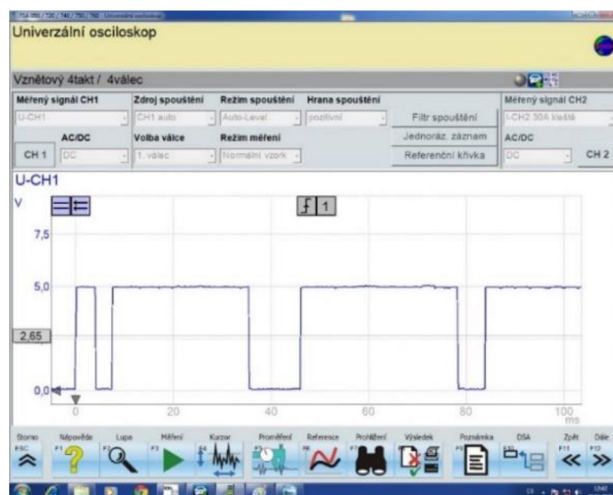


Obrázek 4.8: Oscilogram snímače otáček a polohy klikové hřídele (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

#### 4.9 Výsledek kontroly snímače otáček a polohy vačkové hřídele

Kontrolou snímače otáček a polohy vačkové hřídele paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napěťovou hodnotu obdélníkového signálu (viz obrázek 4.9). Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozidlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. **Snímač je v pořádku.**

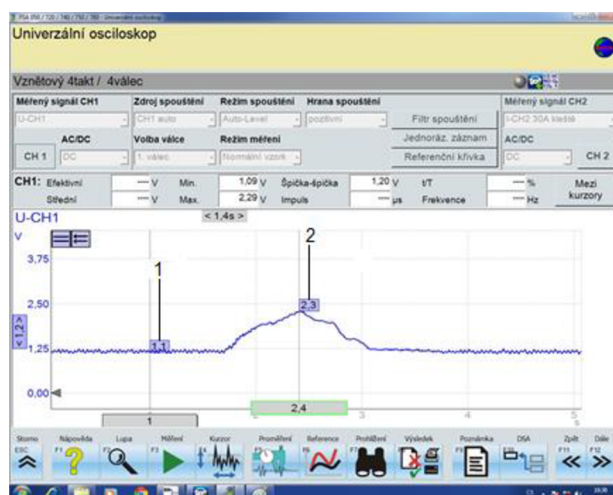




Obrázek 4.9: Oscilogram snímače otáček a polohy vačkové hřídele (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

#### 4.10 Výsledek kontroly snímače tlaku v Railu

Kontrolou snímače tlaku v Railu paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napěťovou hodnotu signálu (viz obrázek 4.10). Při zvyšování otáček motoru se hodnota napětí zvyšuje. Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Dále byla provedena kontrola napětí snímače. Naměřená hodnota napětí ve volnoběžných otáčkách je 1,1 V (pozice 1). Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 0,8 V až 1,2 V. Naměřená hodnota napětí ve zvýšených otáčkách a to v  $2400 \text{ min}^{-1}$  je 2,3 V (pozice 2). Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 1,5 V až 2,5 V. **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.7).



Obrázek 4.10: Oscilogram snímače tlaku v Railu (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)

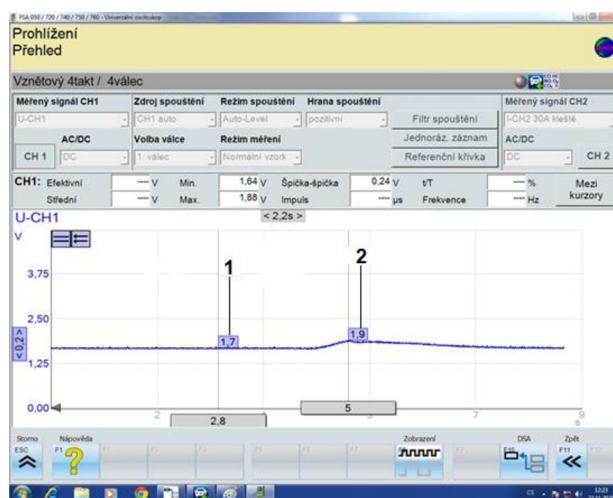
1-volnoběžné otáčky, 2-zvýšené otáčky  $2400 \text{ min}^{-1}$

Tabulka 4.7: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače tlaku v Railu

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Napětí při volnoběžných otáčkách	0,8 V až 1,2 V	1,1 V	Napětí je v pořádku
Napětí při 2400 min. <sup>-1</sup>	1,5 V až 2,5 V	2,3 V	Napětí je v pořádku

#### 4.11 Výsledek kontroly snímače plnicího tlaku

Kontrolou snímače plnicího tlaku paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napěťovou hodnotu signálu (viz obrázek 4.11). Při zvyšování otáček motoru se hodnota napětí zvyšuje. Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Dále byla provedena kontrola napětí snímače. Naměřená hodnota napětí ve volnoběžných otáčkách je 1,7 V (pozice 1). Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 1,5 V až 2,5 V. Naměřená hodnota napětí ve zvýšených otáčkách a to v 2150 min.<sup>-1</sup> je 1,9 V (pozice 2). Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 1,5 V až 2,5 V. **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.8).



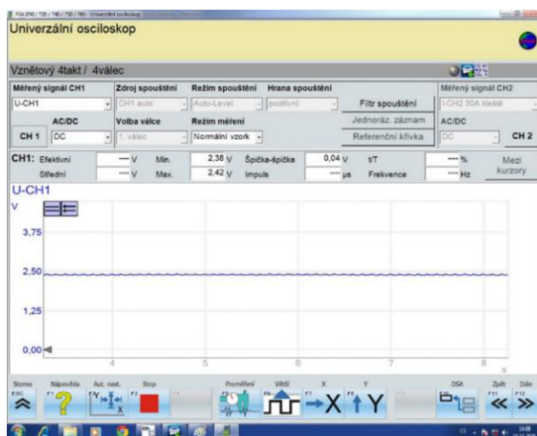
Obrázek 4.11: Oscilogram snímače plnicího tlaku (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)  
1-volnoběžné otáčky, 2-zvýšené otáčky 2150 min.<sup>-1</sup>

Tabulka 4.8: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače plnicího tlaku

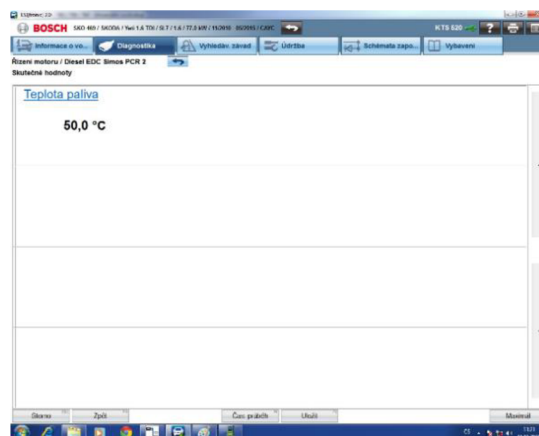
Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Napětí při volnoběžných otáčkách	1,5 V až 2,5 V	1,7 V	Napětí je v pořádku
Napětí při 2150 min. <sup>-1</sup>	1,5 V až 2,5 V	1,9 V	Napětí je v pořádku

## 4.12 Výsledek kontroly snímače teploty paliva

Kontrolou snímače teploty paliva paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napětíovou hodnotu signálu (viz obrázek 4.12). Při zvyšování teploty paliva se hodnota napětí snižuje. Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozidlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. Naměřená hodnota napětí ve volnoběžných otáčkách při teplotě paliva 50 °C (viz obrázek 4.13) je 2,39 V. Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 2,0 V až 2,4 V. **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.9).



Obrázek 4.12: Oscilogram snímače teploty paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)



Obrázek 4.13 Skutečná hodnota snímače teploty paliva (SW: ESI [tronic] 2.0)

Dále byla provedena kontrola odporu snímače, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru snímače při teplotě paliva 50 °C je 0,87 k $\Omega$ . Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 0,7 k $\Omega$  až 0,9 k $\Omega$ . **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.9).

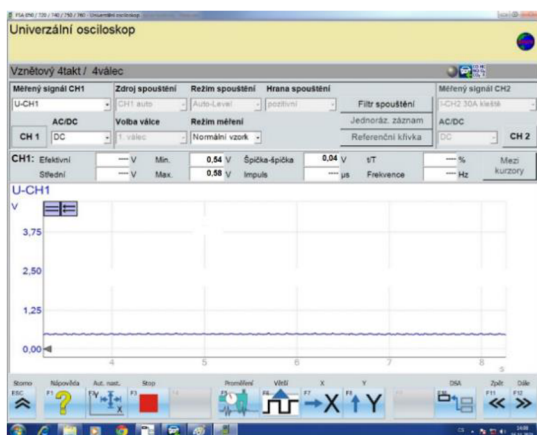
Tabulka 4.9: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače teploty paliva

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Napětí při 50 °C	2,0 V až 2,4 V	2,39 V	Napětí je v pořádku
Odporu při 50 °C	0,7 k $\Omega$ až 0,9 k $\Omega$	0,87 k $\Omega$	Odpor je v pořádku

## 4.13 Výsledek kontroly snímače teploty chladicí kapaliny

Kontrolou snímače teploty chladicí kapaliny paralelní diagnostikou, jsem naměřil v oscilogramu napětíovou hodnotu signálu (viz obrázek 4.14). Při zvyšování teploty chladicí kapaliny se hodnota napětí snižuje. Průběh odpovídá hodnotám v elektronické dílenské příručce ESI [tronic]. Vozidlo nastartované ve volnoběžných otáčkách a zahřáté na provozní teplotu. Naměřená hodnota napětí ve volnoběžných otáčkách při

teplotě paliva 89,9 °C (viz obrázek 4.15) je 0,56 V. Doporučovaná hodnota napětí výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 0,2 V až 0,6 V. **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.10).



Obrázek 4.14: Oscilogram snímače teploty chladicí kapaliny (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx)



Obrázek 4.15: Skutečná hodnota snímače teploty chladicí kapaliny (SW: ESI [tronic] 2.0)

Dále byla provedena kontrola odporu snímače, při vypnutém zapalování. Naměřená hodnota odporu na rozpojeném konektoru snímače při teplotě paliva 90 °C je 0,19 kΩ. Doporučovaná hodnota odporu výrobcem Škoda Auto u měřeného modelu je v rozmezí 0,15 kΩ až 0,20 kΩ. **Snímač je v pořádku** (viz tabulka 4.10).

Tabulka 4.10: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače teploty paliva chladicí kapaliny

Kontrola	Kontrolní hodnota	Změřená hodnota	Stav zařízení
Napětí při 89,9 °C	0,2 V až 0,6 V	0,56 V	Napětí je v pořádku
Odporu při 90 °C	0,15 kΩ až 0,20 kΩ	0,19 kΩ	Odpor je v pořádku

---

## 5 Diskuse

### 5.1 Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Pro určení prognózy je diagnostický systém dostačující. Do konce si doufám tvrdit, že diagnostický systém Bosch FSA 740 a KTS 560 je jedním z nejlepších komplexních vybavení na trhu a tím mohu i konstatovat, že je víc jak **dostačující**. Důležité je, aby hardwarové zařízení bylo vybaveno softwarem Bosch ESI [tronic], které obsahuje sériovou diagnostiku a elektronickou dílenskou příručku. Zařízení má i jednu velkou výhodu, a to certifikaci pro kontrolu měření emisí, a i proto bývá využito u stanic měření emisí. Jedinou malou kaňkou na jinak dokonalém zařízení firmy Bosch je, že se nedají tímto diagnostickým zařízením přepisovat trojrozměrná datová pole. Tuto otázku jsem položil panu Ing. Jičínskému z firmy Bosch a jeho odpověď na tuto otázku byla, že firma Bosch nejde cestou programování řídicích jednotek, ale využitím diagnostického zařízení v autoservisech. Programování řídicích jednotek by měl provádět jen autorizovaný servis, jinak by mohlo dojít k zneužití takového diagnostického zařízení k provádění nestandartních úkonů.

Pro měření izolačních odporů jsem použil, diagnostické zařízení vysokonapěťový multimetr Bosch FSA 050. Velkou výhodou je, že zařízení komunikuje s FSA 740 a i toto zařízení je dostačující.

Pan Šindelář (2015) se ve své diplomové práci zabývá porovnání systému přímého vstřikování Common Rail s ostatními systémy vstřikování paliva, kde pro porovnání využil diagnostický motortester FSA 740, a jeho součástí je i zařízení pro analýzu výfukových plynů pro zážehové a vznětové motory BEA 050 a RTM 430. Pro měření byl využit SW Bosch-Emisní-Systémová-Analýza (ESA), motortester včetně SW, byl hodnocen jako dostačující.

Pan Fau (2017) se ve své bakalářské práci zabývá sériovou i paralelní diagnostikou, ke které použil diagnostický motortester Bosch FSA 740 s KTS 540. Diagnostické zařízení vyzdvihuje a řadí ho jako jedno z nejlepších na trhu ve své třídě.

Pan Hajný (2018) ve své diplomové práci pracoval na vozidle koncernu Volkswagen a pro komplexní diagnostiku využil diagnostické zařízení se softwarem VAG-COM. Diagnostické zařízení je dostačující jen s tou nevýhodou, že s ním, jdou načítat jen vozidla koncernu Volkswagen (Volkswagen, Škoda, Audi, Seat).

Pan Štěch (2020) se ve své diplomové práci zabývá sériovou i paralelní diagnostikou automatické převodovky s využitím diagnostického zařízení Bosch

---

FSA 740 s KTS 570, ve které píše, že toto zařízení je dostačující, ale není zrovna ekonomicky výhodné.

Samozřejmě pro podání nejlepšího výkonu těchto zařízení, musí být i kvalifikovaná obsluha, aby dokázala využít osciloskop, el. schémata, předepsané hodnoty, kontrolní úkony a jejich postupy, pro stanovení diagnózy a opravy konkrétního vozidla.

Pracoval jsem i s diagnostickým zařízením VAG-COM, které umožňuje provést stejnou sériovou diagnostiku jako Bosch KT 560. Velkou nevýhodou je, že toto zařízení se zaměřuje pro koncern vozů Volkswagen.

Dále pracuji s českým konkurenčním diagnostickým zařízením SPVG, které umožňuje komunikaci přes sériovou diagnostiku u více automobilových značek jako Bosch. Diagnostické zařízení SPVG je i daleko levnější než Bosch viz tabulka 5.1, ale velkou nevýhodou je málo kvalitní paralelní diagnostika (osciloskop) (Vybaveniservis.intercars.eu 2021), (SPVGsystem.com. 2020).

**Tabulka 5.1: Porovnání diagnostických zařízení**

Název	Nákupní cena [Kč] bez DPH
Bosch FSA 740 s KTS 560 a analýzou výfukových plynů pro zážehové a vznětové motory ů BEA 050 a RTM 430 a Bosch FSA 050	524 790,-
Diagnostika SPVG	38 560,-

## 5.2 Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?

Na to, jestli je systém vhodný z ekonomického pohledu je těžká odpověď. Samozřejmě jsou levnější diagnostická zařízení, ale musíme brát v potaz, že tato diagnostická zařízení buď nemají osciloskop, dílenskou příručku, naměřená data, kontrolní hodnoty a postupy kontroly. Pokud by, jsme chtěli provést stejnou diagnostiku, jako v mé diplomové práci museli bychom k jiným diagnostickým zařízením přikoupit osciloskop, zaplatit data pro kontrolu a postupy oprav. I při zakoupení všech doplňků, by byla cena levnější, ale i komplikovanější práce s daty pro kontrolu a postupy oprav, které by se musely obnovovat pro různé modely koncernu.

Pro servisy s velkým ročním obratem bych určitě doporučil diagnostické zařízení Bosch, pro rychlé vyhodnocování a tím i rychlejší obrat oprav. Pro malé

servisy bych zas doporučil nakoupení jednotlivých diagnostických zařízení podle druhu opravy a případné dokoupení dat na opravu, nebo provedení dílčí kontroly a opravy u specializovaného servisu.

Pokud mám doporučit diagnostický systém Bosch, tak u servisu s velkým obratem, který provádí komplexní diagnostiku s využitím měření emisí tak určitě **ANO**, ale u servisu s malým obratem, který se zabývá, jen běžným servisem a sériovou diagnostikou tak určitě **NE**.

Do tabulky 5.2 jsem napsal cenu vybavení od jiných výrobců, která odpovídá komplexnímu diagnostickému zařízení Bosch KTS 740 s KTS 560 a FSA 050 za cenu 524 790,-Kč bez DPH viz tabulka 5.1, kde součástí tohoto vybavení je i elektronická dílenská příručka a kontrolní hodnoty (SPVGsystem.com. 2020), (Micronic.cz 2021), (Teste.cz 2020), (Volkswagen.cz 2022).

**Tabulka 5.2: Ceny diagnostických zařízení od jiných výrobců**

Název	Nákupní cena [Kč] bez DPH
Diagnostika SPVG	29 900,-
Vysokonapěťový multimetr FLUKE 1577	18 330,-
Osciloskop DPO2024B	85 680,-
Elektronická dílenská příručka Erwin koncernu Volkswagen	47 944,-

Po sečtení všech položek je celková cena 190 514,-Kč bez DPH. Ta to cena je cca 3x nižší, ale musíme brát v potaz, že je v ceně zahrnuta jen dílenská příručka jednoho koncernu. Při zakoupení dat jiného koncernu se cena samozřejmě zvyšuje.

Ještě by bylo možné celé diagnostické měření provést zařízeními firmy Bosch viz tabulka 5.3.

**Tabulka 5.3: Ceny alternativních diagnostických zařízení firmy Bosch**

Název	Nákupní cena [Kč] bez DPH
Bosch DCU 220	99 900,-
Bosch FSA 500	95 380,-
Bosch KTS 560	88 630,-
Bosch FSA 050	21 450,-

---

Po sečtení všech položek je celková cena 305 360,-Kč bez DPH. Ta to cena nižší, než cena komplexní sestavy firmy Bosch viz tabulka 5.1. V diagnostice není tester na měření emisí, ale ten pro tuto práci není potřeba. Další investicí, která není započítána do cen sestav u všech již zmíněných zařízení, je cena za roční licenci, která se pohybuje od 1 500,-Kč až po 40 000,-Kč bez DPH, která závisí na velikosti dat (Vybaveniservis.intercars.eu, 2021).

### **5.3 Zhodnocení výsledků a stanovení prognózy**

Paralelní diagnostika byla provedena osobním vozidlem Škoda Yeti 1.6 TDi CR. Tento palivový systém jsem si vybral proto, že motor o obsahu 1600 cm<sup>3</sup> s piezoelektrickými vstřikovači, je jedním z nejvíce využívaných dieselových motorů u nás. Z toho plyne i nejvíce poruch. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl pro toto téma.

Při měření sériovou diagnostikou, byla objevena proudová porucha na piezoelektrickém vstřikovači druhého válce. Proto jsem musel na tomto vstřikovači provést i dodatečná měření vysokonapětovým multimetrem Bosch FSA 050 a zkušební vstřikovačů Bosch EPS 205, které se běžně v autoservisech neprovádějí. Po zjištění poruchy, proběhla následná demontáž vstřikovače z vozidla, a po jeho proměření a opravě i montáž do vozidla.

Měřením se ověřila diagnóza, že motorová vozidla starší 8 let, s tímto vstřikovacím systémem Common Rail, mají nejčastější poruchy na piezoelektrickém vstřikovači. Ostatní měření na snímačích a akčních členech, které nejvíce ovlivňují emise motorového vozidla jsou v pořádku.

Proto můžeme konstatovat, že u takhle starého motorového vozidla jde o takzvanou typickou závadu, s kterou by měl provozovatel počítat.

#### **Prognóza**

Životnost piezoelektrických vstřikovačů při stáří motorového vozidla 8 let, je na hranici životnosti. Prodloužení životnosti by mohlo pomoci tankování prémiové nafty s aditivou a pravidelnou výměnou motorového oleje a to buď, každých 10 000 km, a při neujetí těchto kilometrů za rok, tak minimálně jednou ročně. To to stanovisko je pouze podloženo mojí životní zkušeností s opravou a diagnostikou těchto dieselových systémů.



---

## Závěr

V diplomové práci jsem se zabýval problémem systému Common Rail s piezoelektrickými vstřikovači. Vstřikovač jsem zkontroloval sériovou diagnostikou, diagnostickým zařízením Bosch KTS 560. Po zjištění závady na piezoelektrickém vstřikovači druhého válce, byla provedena následná paralelní měření, a to zařízením Bosch FSA 740 a FSA 050. Když byla závada ověřena paralelním měření, provedl jsem následnou demontáž vstřikovače z vozidla a po jeho opravě, a následné kontrole na zkušebně vstřikovačů Bosch EPS 205, i zpětná montáž do motorového vozidla. Po montáži jsem provedl nové paralelní měření osciloskopem, které vyhodnotilo vstřikovač jako **dobrý**, i v nastartovaném motorovém vozidle ve volnoběžných otáčkách, a zahřátém motoru na provozní teplotu.

Protože se zabývám touto problematikou více jak dvacet let, mohu konstatovat, že v porovnání s etanolovým motorovým vozidlem, u kterých bylo přihlédnuto ke statistice vyhodnocených skutečně dosažených oprav stejných nebo porovnatelných typů (podobně provozovaných, poškozených a opravených). Zejména bylo přihlédnuto ke kritériím, doba a způsob provozu vozidla, technický stav, k předchozím významným opravám, zajištění servisních služeb a na další faktory, mající vliv na stav ojetého vozidla. Proto můžu konstatovat, že u takhle starého motorového vozidla jde o takzvanou typickou závadu, s kterou by měl provozovatel počítat.

Dále jsem se v práci zabýval otázkami cílů, na které jsem již odpovídal v kapitole 5.1 a 5.2. Pro diagnostické měření je diagnostický systém Bosch FSA 740, KTS 560 a FSA 050 **dostačující**. Na otázku, zda je zvolený diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu, nemůžu jednoznačně říci, že zvolený diagnostický systém je vhodný, nebo není, a to z důvodu, že pro servisy s velkým ročním obrátem bych určitě doporučil diagnostické zařízení Bosch, pro rychlé vyhodnocování a tím i rychlejší obrát oprav. Pro malé servisy bych zas doporučil nakoupení jednotlivých diagnostických zařízení podle druhu opravy a případné dokoupení dat na opravu, nebo provedení dílčí kontroly a opravy u specializovaného servisu.

Podle mého názoru má diplomová práce největší přínos v tom, že v autoservisech by jí mohli použít jako návod na kontrolu snímačů a akčních členů. Zároveň jsem nikde v běžných autoservisech neviděl zkoušku izolačních odporů, vybíjecího odporu a zkoušku piezo modulu na poškození vysokonapěťovým multimetrem.

---

## Seznam použité literatury

Bosch R., (2017): *EPS 205 Manual Automotive Aftermarket-diagnostics*, [překl.] Robert Bosch GmbH. 33 s.

Čupera J. a Štěrbá P., (2007): *Automobily 7: Diagnostika motorových vozidel I.* 3. Brno: Avid, 195 s. ISBN 978-80-903671-9-7.

Čupera J. a Štěrbá P., (2011): *Automobily 8: Diagnostika motorových vozidel II.* 3. Brno: Avid, 182 s. ISBN 978-80-87143-19-3.

Čupera J. a Štěrbá P., (2020): *Automobily 4: Příslušenství.* 5. Brno: Avid, 264 s. ISBN 978-80-87143-44-5.

Gscheidle R. et al., (2015): *Příručka pro automechanika.* 3. Praha: Europa Sobotáles, 687 s. ISBN 978-3-8085-2163-2.

Horejš K. et al., (2004): *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů.* 3. Brno: Littera, 610 s. ISBN 80-85763-24-9.

Horejš K. et al., (2009): *Příručka pro řidiče a opraváře automobilů II díl.* 4. Brno: Littera, 386 s. ISBN 978-80-85763-52-2.

Škoda auto (2010): *Dílenská učební pomůcka: Snímače ve vozech Škoda.* 60 s.

Škoda auto (2010): *Dílenská učební pomůcka: Vznětové motory 2,0 l, 1,6 l, 1,2 l se systémem vstřikování paliva common rail.* 44 s.

Škoda auto (2011): *Učební pomůcka: Vstřikování vznětových motorů se systémem common rail.* 92 s.

Vlk F. (2005): *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel.* 2. Brno: Vlk, 576 s. ISBN 80-239-3717-0.

## Internetové zdroje

Autodiagnostik.cz (2020). *Paralelní diagnostika.* [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.autodiagnostik.cz/blog/paralelni-diagnostika/>

Autodiagnostik.cz (2020). *Sériová diagnostika.* [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.autodiagnostik.cz/blog/seriova-diagnostika/>

Boschaftermarket.com (2021). *Bosch Automotive aftermarket Česká republika.* [online] [cit. 5. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.boschaftermarket.com/cz/cs/index>

---

Boschaftermarket.cz (2021). *Bosch BAT 121*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.bosch-repair-service.com/en/diagnostic-unit/bosch/bat-121-ohne-drucker-w-o-printer-0684400700001/>

Boschaftermarket.cz (2021). *Bosch EPS 205*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.boschaftermarket.com/cz/sk/vybavenie/servisne-vybavenie/sku%C5%A1obne-stolice-a-nastroje/eps-205/>

Boschaftermarket.cz (2021). *ESI tronic 2.0*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.boschaftermarket.com/cz/cs/diagnostika/tester-pro-diagnostiku-%C5%99%C3%ADdic%C3%ADch-jednotek/diagnostick%C3%BD-software-esitronic/esi-2-0-online/>

Boschaftermarket.cz (2021). *Bosch FSA 740*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.boschaftermarket.com/cz/cs/diagnostika/diagnostika-motoru/analyzatory-system%C5%AF-vozidla/fsa-740-bez-kts-560/>

Micronic.cz (2021). *Měřicí technika*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://eshop.micronix.cz/merici-technika>

Skoda-auto.cz (2021). *O společnosti – historie*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/o-spolecnosti/historie>

SPVGsystem.com. (2020). *Ceník*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <http://www.spvgsystems.com/cenik>

Teste.cz (2020). *Měřicí přístroje*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.teste.cz/mso-dpo2000>

Volkswagen.cz (2022). *Informace pro nezávislé oprávce*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.volkswagen.cz/servis/informace-pro-nezavisle-opravce>

Vybaveniservisu.intercars.eu (2021). *Diagnostika elektronických systémů – osobní vozidla*. [online] [cit. 3. 1. 2022]. Dostupné z: [http://vybaveniservisu.intercars.eu/pliki/image/CZECH/vybaveniservisu/TOP\\_nabidka/dgn\\_BOSCH.pdf](http://vybaveniservisu.intercars.eu/pliki/image/CZECH/vybaveniservisu/TOP_nabidka/dgn_BOSCH.pdf)

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Škoda YETI 1.6 TDI CR.....	8
Obrázek 1.2: Motor Škoda YETI 1.6 TDI CR (Škoda auto, SP80_13, 2010).....	9
Obrázek 1.3: Palivová soustava 1,6 TDI CR (Škoda auto, SP80_11, 2010) .....	13
Obrázek 1.4: Měřič hmotnosti nasátého vzduchu .....	14
Obrázek 1.5: El. schéma zapojení měřiče hmotnosti nasátého vzduchu .....	14
Obrázek 1.6: Snímač otáček a polohy klikové hřídele .....	15
Obrázek 1.7: El. schéma zapojení snímače otáček a polohy klikové hřídele .....	15
Obrázek 1.8: Snímač otáček a polohy vačkové hřídele .....	16
Obrázek 1.9: El. schéma zapojení snímače otáček a polohy vačkové hřídele .....	16
Obrázek 1.10: Snímač tlaku v Railu .....	17
Obrázek 1.11: El. schéma zapojení snímače tlaku v Railu .....	17
Obrázek 1.12: Snímač plnicího tlaku.....	18
Obrázek 1.13: El. schéma zapojení snímače plnicího tlaku a teploty.....	18
Obrázek 1.14: Snímač teploty paliva .....	19
Obrázek 1.15: El. schéma zapojení snímače teploty paliva .....	19
Obrázek 1.16: Snímač teploty chladicí kapaliny .....	20
Obrázek 1.17: El. schéma zapojení teploty chladicí kapaliny.....	20
Obrázek 1.18: Piezoelektrický vstřikovač.....	21
Obrázek 1.19: El. schéma zapojení piezoelektrického vstřikovače.....	22
Obrázek 1.20: Regulační ventil tlaku paliva .....	22
Obrázek 1.21: El. schéma zapojení regulačního ventilu tlaku paliva.....	23
Obrázek 1.22: Odměřovací jednotka dávkování paliva .....	23
Obrázek 1.23: El. schéma zapojení odměřovací jednotky dávkování paliva.....	24
Obrázek 1.24: Regulační ventil plnicího tlaku .....	25
Obrázek 1.25: El. schéma zapojení regulačního ventilu plnicího tlaku.....	25
Obrázek 1.26: Elektromagnetický ventil chlazení recirkulace spalin .....	26
Obrázek 1.27: El. schéma zapojení elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin .....	26
Obrázek 1.28: Vysokonapěťový multimetr FSA 050 .....	29
Obrázek 1.29: Bosch EPS 205 .....	30
Obrázek 1.30: Systémový zkušební adaptér Bosch .....	31
Obrázek 1.31: Bosch FSA 740 .....	32

---

Obrázek 1.32: KTS 560 .....	33
Obrázek 1.33: ESI [tronic] 2.0 (SW: ESI [tronic] 2.0) .....	33
Obrázek 1.34: Tester akumulátorů Bosch BAT 121 .....	34
Obrázek 3.1: Zapojení Bosch BAT 121 .....	38
Obrázek 3.2: Test akumulátoru .....	38
Obrázek 3.3: Připojení systémového zkušebního adaptéru k ŘJM .....	39
Obrázek 3.4: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	40
Obrázek 3.5: Připojení proudových kleští na piezoelektrický vstřikovač .....	40
Obrázek 3.6: El. Schéma zapojení piezoelektrického vstřikovače .....	41
Obrázek 3.7: Demontáž piezoelektrického vstřikovače .....	42
Obrázek 3.8: Demontáž piezoelektrického vstřikovače .....	42
Obrázek 3.9: Zkouška izolace piezoelektrického vstřikovače .....	43
Obrázek 3.10: Zkouška vybíjecího odporu piezo modulu .....	43
Obrázek 3.11: Zkouška piezo modulu na poškození .....	44
Obrázek 3.12: Uchycení piezoelektrického vstřikovače do držáku .....	45
Obrázek 3.13: Vyhodnocení měření repasovaného piezoelektrického vstřikovače ...	46
Obrázek 3.14: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	47
Obrázek 3.15: Hodnota odporu ventilu .....	47
Obrázek 3.16: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	48
Obrázek 3.17: Hodnota odporu ventilu .....	49
Obrázek 3.18: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	49
Obrázek 3.19: Hodnota odporu ventilu .....	50
Obrázek 3.20: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	51
Obrázek 3.21: Hodnota odporu ventilu .....	51
Obrázek 3.22: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	52
Obrázek 3.23: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	53
Obrázek 3.24: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	53
Obrázek 3.25: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	54
Obrázek 3.26: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	55
Obrázek 3.27: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	55
Obrázek 3.28: Hodnota odporu snímače teploty paliva .....	56
Obrázek 3.29: Zapojení měřicího vedení do pinboxu .....	57
Obrázek 3.30: Odpor snímače teploty chladicí kapaliny .....	57

---

---

Obrázek 4.1: Vadný piezoelektrický vstřikovač (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	58
Obrázek 4.2: Dobrý piezoelektrický vstřikovač (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	59
Obrázek 4.3: Oscilogramy regulačního ventilu tlaku paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	60
Obrázek 4.4: Oscilogramy odměřovací jednotky dávkování paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	61
Obrázek 4.5: Oscilogramy regulačního ventilu plnicího tlaku (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	62
Obrázek 4.6: Oscilogram elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx) .....	63
Obrázek 4.7: Oscilogramy snímače hmotnosti nasátého vzduchu (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	64
Obrázek 4.8: Oscilogram snímače otáček a polohy klikové hřídele (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	64
Obrázek 4.9: Oscilogram snímače otáček a polohy vačkové hřídele (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	65
Obrázek 4.10: Oscilogram snímače tlaku v Railu (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	65
Obrázek 4.11: Oscilogram snímače plnicího tlaku (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	66
Obrázek 4.12: Oscilogram snímače teploty paliva (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	67
Obrázek 4.13 Skutečná hodnota snímače teploty paliva (SW: ESI [tronic] 2.0) .....	67
Obrázek 4.14: Oscilogram snímače teploty chladicí kapaliny (SW: CompacSoft [plus] Bosch FSA 7xx).....	68

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Parametry motoru ŠKODA YETI 1.6 TDI CR, (Škoda auto, 2010) .....	9
Tabulka 4.1: Vyhodnocení naměřených hodnot akumulátoru .....	58
Tabulka 4.2: Vyhodnocení naměřených hodnot piezoelektrického vstřikovače.....	59
Tabulka 4.3: Vyhodnocení naměřených hodnot regulačního ventilu tlaku paliva.....	60
Tabulka 4.4: Vyhodnocení naměřených hodnot odměřovací jednotky dávkování paliva .....	61
Tabulka 4.5: Vyhodnocení naměřených hodnot regulačního ventilu plnicího tlaku..	62
Tabulka 4.6: Vyhodnocení naměřených hodnot elektromagnetického ventilu chlazení recirkulace spalin .....	63
Tabulka 4.7: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače tlaku v Railu .....	66
Tabulka 4.8: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače plnicího tlaku.....	66
Tabulka 4.9: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače teploty paliva .....	67
Tabulka 4.10: Vyhodnocení naměřených hodnot snímače teploty paliva chladicí kapaliny .....	68
Tabulka 5.1: Porovnání diagnostických zařízení.....	70
Tabulka 5.2: Ceny diagnostických zařízení od jiných výrobců .....	71
Tabulka 5.3: Ceny alternativních diagnostických zařízení firmy Bosch .....	71

---

## Seznam zkratek

CoRe – Connected Repair, je servisní síťové propojení vybavení, data o vozidlech, pracovníky a zákazníky s cílem sdílet informace o službách a opravách.

CR – Common Rail, je systém přímého vstřikování paliva vznětových motorů.

DPF – Diesel Particulate Filter, je filtr pevných částic

EBR – Experience Based Repair, je opravy založené na zkušenostech.

EOBD – Euro On-Board Diagnostics, je emisní norma, která vyhovuje předpisům Evropské Unie.

EU5 – je emisní norma Euro 5 platná od září 2009.

NTC – Negative Temperature Coefficient, je termistor s negativní charakteristikou

PCR – Piezo Common Rail, je systém přímého vstřikování paliva vznětových motorů s piezoelektrickými vstřikovači.

PWM – Pulse Width Modulation, je pulzně šířková modulace.

TDI – Turbocharged Direct Injection, je obchodní název firmy Škoda Auto a.s. pro přeplňované vznětové motory.

SUV – Sport Utility Vehicle, je sportovní užitkové vozidlo, které kombinuje výhody terénního vozidla.

SW – Software, je programové vybavení pro počítače.