

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Sériová a paralelní diagnostika u traktoru

John Deere

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

Autor bakalářské práce: Martin Bílek

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin BÍLEK**

Osobní číslo: **Z16099**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **ZDTb-17 - specializace Dopravní a manipulační technika**

Název tématu: **Sériová a paralelní diagnostika u traktorů John Deere**

Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

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

Cílem práce je provedení sériové a 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. Popište používané diagnostické systémy pro palivové soustavy.
2. Porovnejte konkrétní diagnostiku.
3. Porovnejte zjištěné a naměřené výsledky s doporučeními výrobce případně direktivou EU.
4. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
5. Výsledky vyhodnoťte.
6. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

BAUER F., SEDLÁK P. a T. ŠMERDA (2006): Traktory. 1 vydání. Praha: nakladatelství Profi Press s.r.o., 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

BAUMRUK P. (1996): Příslušenství spalovacích motorů. Praha, ČVUT, s. 61. ISBN 80-01-01103-8.

BOSCH R. (2009): EPS 200 Manual Automotive Aftermarket- diagnostics, [překl.] Robert Bosch GmbH. 72 s.

DEMPSEY P. (2007): Troubleshooting and repair of diesel engines. 4th ed. Maidenhead: McGraw-Hill Professional, 390 s. ISBN 0071493719.

GSCHEIDLE R., MICHŇA Z., a MICHŇOVÁ I. (2001): Příručka pro automechanika. Praha, Sobotáles, s. 280-288. ISBN 80-85920-76-X.

JAN Z., ŽDÁRSKÝ B. (2003). Automobily 4. 1. Vydání. Brno: Nakladatelství Avid, s.r.o., 266 s. ISBN 80-3752463-4.

MARTYR A. J., PLINT M. A. (2007): Engine testing theory and practice. 3. vydání, Oxford: Burlington, MA. 442 s. ISBN 978-0-7680-1850-9.

VLK F. (2003): Vozidlové spalovací motory. 1.vyd. Brno, nakladatelství a vydavatelství Prof. Ing. František Vlk, DrSc., s 117-141. ISBN 80-238-8756-4.

Firemní literatura.

Omezeně internetové zdroje:

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

https://books.google.com/advanced_book_search

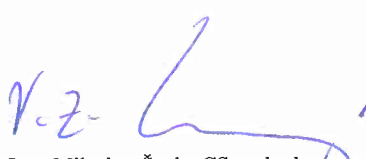
<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonin Dolan, Ph.D.


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 30. ledna 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
ředitelství oddělení
Budějovická 1309 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 5. prosince 2018

Poděkování

Tímto děkuji Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D., za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady a věcné připomínky, jichž se mi od něj dostalo.


Dále bych rád poděkoval panu Liboru Matáskovi ze společnosti Agrozet České Budějovice, za konzultace ohledně diagnostických měření a zapůjčení měřicí techniky a panu Vojtěchu Čížkovi z Autoservisu Čížek, za konzultaci problematiky testování vstříkovačů a umožnění testování.

Prohlášení autora

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

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

V Českých Budějovicích dne 10.4.2019



.....

Martin Bílek

Abstrakt

Tato bakalářská práce detailně popisuje palivový systém Common Rail, kterou jsou vybaveny moderní traktory John Deere. V práci jsou popsány jednotlivé části palivového systému a princip činnosti jednotlivých komponent. Následně jsou představeny nástroje pro provedení sériové a paralelní diagnostiky na vybraných komponentech palivové soustavy a praktické provedení samotné diagnostiky. Závěrem jsou výsledky vyhodnoceny.

Klíčová slova: sériová diagnostika; paralelní diagnostika; palivová soustava vznětového motoru; Common Rail; vstřikování

Abstrakt

This bachelor thesis describes in detail the Common Rail fuel system, which is equipped with modern John Deere tractors. The thesis describes the individual parts of the fuel system and the principle of operation of individual components. Subsequently, tools for serial and parallel diagnostics on selected components of the fuel system and practical implementation of the diagnostics are presented. Finally, the results are evaluated.

Keywords: serial diagnostics; parallel diagnostics; diesel engine system; Common Rail; injection

Obsah

Úvod.....	11
1. Literární přehled.....	12
1.1 Palivová soustava vznětových motorů	12
1.2 Vstřikovací systém s tlakovým zásobníkem Common Rail	12
1.2.1 Hlavní části palivového systému Common Rail	13
1.2.2 Snímače elektronicky řízeného palivového systému Common Rail....	25
1.2.3 Výhody palivového systému Common Rail	26
1.2.4 Emisní normy traktorů	26
1.2.5 Stage I/II.....	26
1.2.6 Stage III/IV.....	27
1.2.7 Stage V	27
1.2.8 Budoucnost.....	28
1.3 Diagnostika vozidel	28
1.3.1 Subjektivní kontrola.....	28
1.3.2 Objektivní kontrola	29
1.3.3 Sériová diagnostika Service Advisor - John Deere.....	32
1.3.4 JDLink.....	35
2. Metodika	36
2.1 Sériová diagnostika	37
2.2 Paralelní diagnostika	37
2.3 John Deere 7830 - závada.....	41
2.3.1 Subjektivní kontrola palivové soustavy	42
2.3.2 Sériová diagnostika	42
2.3.3 Paralelní diagnostika	46
3. Cíl práce	56
4. Výsledky	57
4.1 Výsledky subjektivní kontroly	57

4.2	Výsledky sériové diagnostiky pomocí SA	57
4.2.1	Vyčtení paměti závad.....	57
4.2.2	Výsledky elektronického testu komprese	58
4.2.3	Test výpadku válce.....	58
4.2.4	Vyčtení skutečných hodnot tlaku z vysokotlakého zásobníku.....	58
4.3	Výsledky paralelní diagnostiky	59
4.3.1	Výsledek měření napětí na akumulátoru bez zátěže	59
4.3.2	Měření napětí na akumulátoru při zátěži.....	59
4.3.3	Měření vstupního napětí snímače tlaku v Railu.....	59
4.3.4	Měření napětí snímače tlaku paliva při volnoběžných otáčkách	60
4.3.5	Měření el. napětí na přívodním konektoru měření hmotnosti nasávaného vzduchu.....	60
4.3.6	Hodnota odporu elektromagnetického vstřikovače Delphi.....	60
4.3.7	Měření odporu snímače množství nasávaného vzduchu.....	60
4.3.8	Výsledek měření odporu snímače teploty chladící kapaliny.....	60
4.3.9	Měření odporu snímače otáček/polohy vačkového hřídele.....	61
4.3.10	Měření vstupního napětí snímače vody v palivu	61
4.3.11	Výsledek měření kompresního tlaku motoru	61
4.3.12	Testování vstřikovačů Delphi	62
5.	Diskuse.....	64
5.1	Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognóz?	64
5.2	Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?.....	65
5.3	Vyhodnocení výsledků a stanovení prognózy	66
5.3.1	Prognóza.....	67
	Závěr	68
	Seznam použité literatury.....	70
	Seznam obrázků	72

Seznam tabulek	73
Seznam zkratek	74

Úvod

V současné době je prostřednictvím legislativních nařízení vyvíjen tlak na výrobce automobilů s ohledem na snižování emisí výfukových plynů, zejména u vznětových motorů. Týká se to i výrobců zemědělských strojů. Zachování vysokého výkonu a točivého momentu při současném snížení spotřeby pohonných hmot a plnění emisních norem je dosahováno pomocí elektronického řízení motoru a přímého vstřikování paliva v kombinaci s dodáním potřebného množství vzduchu do spalovacího prostoru prostřednictvím turbodmychadla s mezichladičem vzduchu. Takto řešené vznětové motory jsou rovněž v zájmu snižování emisí doplněny o ventil zpětné recirkulace spalin (EGR), filtry pevných částic (DPF) a katalyzátory.

Velkým krokem k plnění těchto cílů bylo realizování vstřikovacího systému Common Rail (dále jen „CR“). Na rozdíl od mechanických čerpadel, či systému PD, kde je tryska ovládána za pomoci vysokého tlaku, je u systému CR elektromagnetický vstřikovač ovládán řídicí jednotkou. Řídicí jednotka určuje na základě vyhodnocení vstupních signálů od snímačů přesný okamžik vstřiku a množství paliva. Vstřikovací systém CR pracuje s tlakovým zásobníkem, v němž je tlak udržován bez závislosti na otáčkách motoru. Tlak je udržován vyhodnocením momentálních provozních podmínek. Do spalovacího prostoru je u tohoto systému s vysokou přesností rozprášeno palivo při tlaku až 250 MPa a tím dochází k optimálnímu prohoření.

Pro odhalení závad na palivových systémech jsou využívány různé diagnostické metody a přístroje. Některé z nich jsou dále popsány v této práci.

1. Literární přehled

1.1 Palivová soustava vznětových motorů

Úkolem palivové soustavy vznětového motoru je dopravit požadované množství paliva všem válcům v daném okamžiku. Požadované množství se musí odvíjet od průběhu točivého momentu. Regulace palivové soustavy je závislá na jízdním režimu a poloze akcelérátoru. Důraz je kladen na dopravení paliva do spalovacího prostoru s velkou přesností, kdy je v určitých případech palivo rozprášeno během jednoho cyklu v několika oddělených vstřicích. K dokonalému rozprášení paliva se u vznětových motorů s přímým vstřikováním využívá vysokého tlaku. Ekonomičnost provozu motoru a dosahované výkony jsou přímo závislé na správné funkci palivové soustavy a dokonalém prohoření paliva ve válci.

Palivová soustava vznětových motorů sestává z nízkotlaké a vysokotlaké části. Doprava paliva z nádrže je zajištěna pomocí elektrického palivového čerpadla nebo pomocí zubového čerpadla přes palivový čistič k vysokotlaké části.

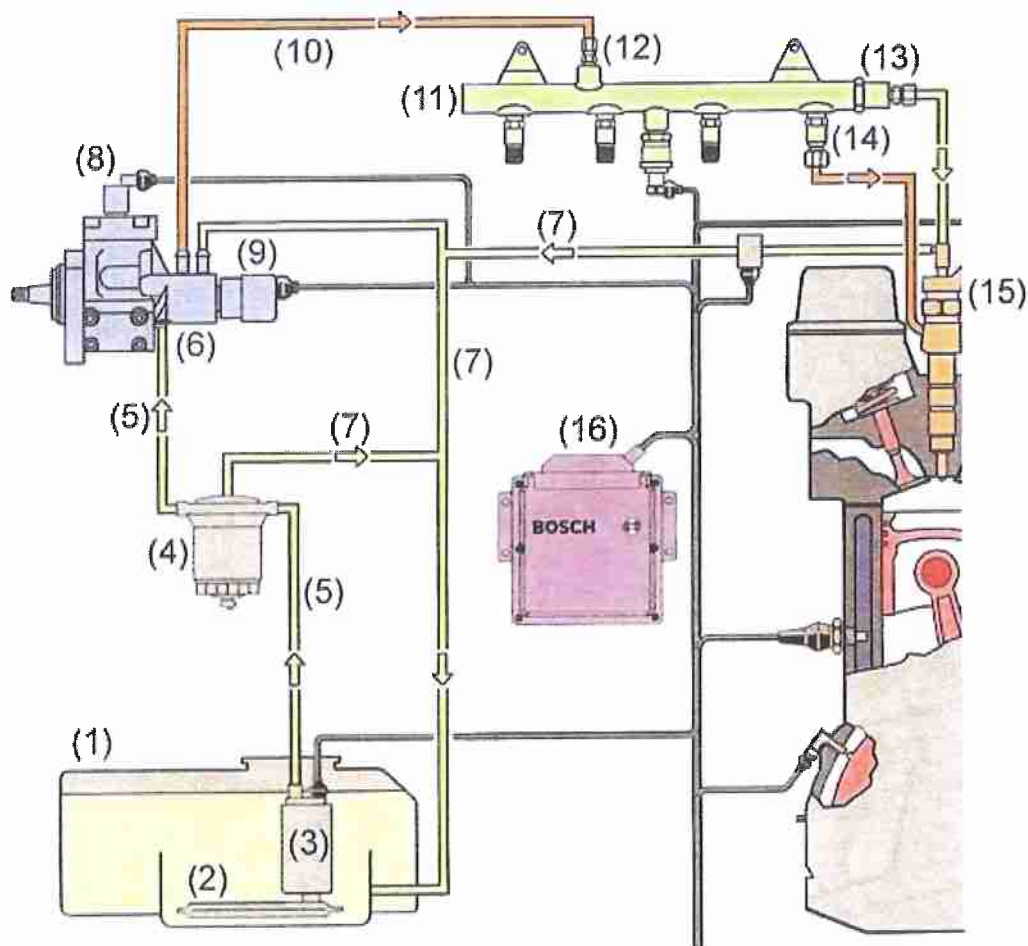
Ve vysokotlaké části dochází k navýšení tlaku na požadovaný, tlak ve vysokotlakém zásobníku (Railu) je v rozmezí od 40 do 250 MPa, poté následuje vstřikování paliva pomocí vstřikovačů do válců (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2 Vstřikovací systém s tlakovým zásobníkem Common Rail

U palivové soustavy s vysokotlakým zásobníkem CR je vysoký tlak v zásobníku udržován bez ohledu na otáčky motoru a vstřikované množství paliva. Skládá se z nízkotlaké a vysokotlaké části. Nízkotlaká část poskytuje dopravu a čištění paliva pomocí elektrického podávacího čerpadla a jemného čističe paliva k vysokotlaké části. Tlak v nízkotlaké části je v rozmezí od 0,25 do 0,6 MPa. Ve vysokotlaké části následuje navýšení tlaku vysokotlakým čerpadlem, palivo je udržováno ve vysokém tlaku ve vysokotlakém zásobníku (Railu). Vstřikování požadovaného množství paliva ve stanoveném okamžiku do spalovacího prostoru je zajištěno na základě vyhodnocení informací ze snímačů řídicí jednotkou motoru prostřednictvím vstřikovačů. Vstřikovače jsou ovládány za pomoci elektromagnetických ventilů elektrohydraulicky. Množství vstřikovaného paliva je závislé na jeho tlaku a době spínání trysky (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1 Hlavní části palivového systému Common Rail

Nízkotlaká část poskytuje dostatečné množství paliva části vysokotlaké (viz obrázek č. 1).



Obrázek č. 1 - Palivový systém vstřikovacího systému Common Rail (Bosch), zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

Skládá se z palivové nádrže (1) se sacím košem s hrubým sítkem (2), který je součástí elektrického dopravního palivového čerpadla (3), jemného palivového čističe (4), nízkotlaké části vysokotlakého čerpadla (6), zpětného palivového potrubí (7). Jednotlivé komponenty nízkotlaké části jsou propojeny nízkotlakým potrubím (5).

Vysokotlakou část tvoří vysokotlaké čerpadlo (6), jehož součástí je odpojovací ventil pístové jednotky čerpadla (8) a regulátor tlaku paliva (9). Palivo dále proudí k vysokotlakému zásobníku paliva (Railu) (11) vysokotlakým palivovým potrubím (10). Na Railu (11) se nachází snímač tlaku v zásobníku (12), pojistný

ventil (13) a omezovač průtoku (14). Do spalovacího prostoru je palivo vstřikováno pomocí vstřikovače (15). Celý systém řídí ŘJ (16), (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.1 Palivová nádrž

Palivová nádrž slouží k uskladnění paliva. Základním požadavkem je odolnost vůči korozi a zamezení nežádoucímu úniku paliva. V palivové nádrži vzniká přetlak, který musí být uvolňován automaticky pomocí vhodného ventilu či bezpečnostní klapky. Při průjezdu vozidla přes nerovnosti a náklonech musí víko plnicího otvoru zajistit těsnost (BOSCH, 2005).

1.2.1.2 Dopravní palivové čerpadlo

Dopravní (podávací) čerpadlo má za úkol zásobovat dostatečným množstvím paliva vysokotlaké čerpadlo. V reakci na otáčky motoru, v případě zubového čerpadla, dodává vysokotlaké části 40 až 120 l motorové nafty za hodinu, nevyužitě množství paliva je vráceno zpět do nádrže. Aktuálně jsou využívány dva druhy dopravních čerpadel:

a) Elektrické válečkové čerpadlo nachází své uplatnění především u osobních a lehkých užitkových vozidel. Je umístěno převážně přímo v palivové nádrži. Princip činnosti je založen na odstředivé síle. Ve skříni čerpadla jsou umístěny kotouče, které jsou na svém obvodu opatřeny drážkami, v nichž jsou umístěny válečky. Čerpadlo je poháněno stejnosměrným elektrickým proudem, čímž dochází k otáčení kotoučů a vzniku odstředivé síly, která přitlačuje válečky k vnitřní stěně skříně čerpadla a dopravuje tak palivo v dutinách mezi skříní a kotoučem pod tlakem 0,6 MPa.

b) Zubové čerpadlo je na rozdíl od elektrického válečkového čerpadla umístěno buď přímo na vysokotlakém čerpadle, se kterým má společný pohon (ozubené soukolí, ozubený řemen), nebo se nachází na motoru, od kterého má vlastní pohon. Množství paliva, které je dopravováno, je závislé na otáčkách motoru, je tedy nutná regulace dopravovaného množství škrcením průtoku na straně sání nebo obtokovým přepouštěním na výtlačné straně (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.3 Palivové potrubí

Palivové potrubí je obvykle vyrobeno z oceli nebo flexibilního nehořlavého materiálu s ochranným síťovaným obalem. Vedeno je takový způsobem, aby za

žádných okolností nedošlo ke kontaktu s některou pohyblivou částí vozidla, případně aby nedošlo k deformaci potrubí vlivem kroucení podvozkových částí. Palivové potrubí je vedeno tak, aby bylo chráněno před tepelnými vlivy, zejména před horkem, a v případě poškození tak nedošlo k požáru (BOSCH, 2005).

1.2.1.4 Moderní palivové čističe

Moderní palivové systémy CR jsou kvůli vysokým vstřikovacím tlakům velmi náchylné na kvalitu paliva. Vysokotlakou část palivové soustavy je nutné chránit proti mechanickému poškození vlivem obsahu cizích částic (prach, písek, rez). Palivový čistič (viz obrázek č. 2) se stará o zajištění minimálního standardu kvality paliva před vstupem do vysokotlaké části, kde by mohlo dojít k mechanickému poškození vlivem výše zmíněných částic. Vlivem stále se zvyšujících požadavků na délku servisního intervalu musí být palivový čistič schopen tyto nečistoty také akumulovat. Při nedodržení předepsaného servisního intervalu výměny palivového čističe výrobcem může dojít v krajním případě až k ucpání čističe, což má za následek pokles nebo úplnou ztrátu výkonu motoru. Okrajově může dojít až k úplnému zastavení motoru (BAUER, 2013).



Obrázek č. 2 - Palivový čistič se snímačem obsahu vody v palivu, zdroj: SERVICE ADVISOR (2018)

Mimo filtrace znečišťujících částic je u moderních čističů důležitá schopnost zajištění paliva bez obsahu vody. V dnešní době je výrobcí palivových systémů vyžadován automatický vodní management (separace s následným odvodněním) uvnitř palivových čističů, jenž má za úkol zajistit dodávku paliva bez obsahu vody (BOSCH, 2005).

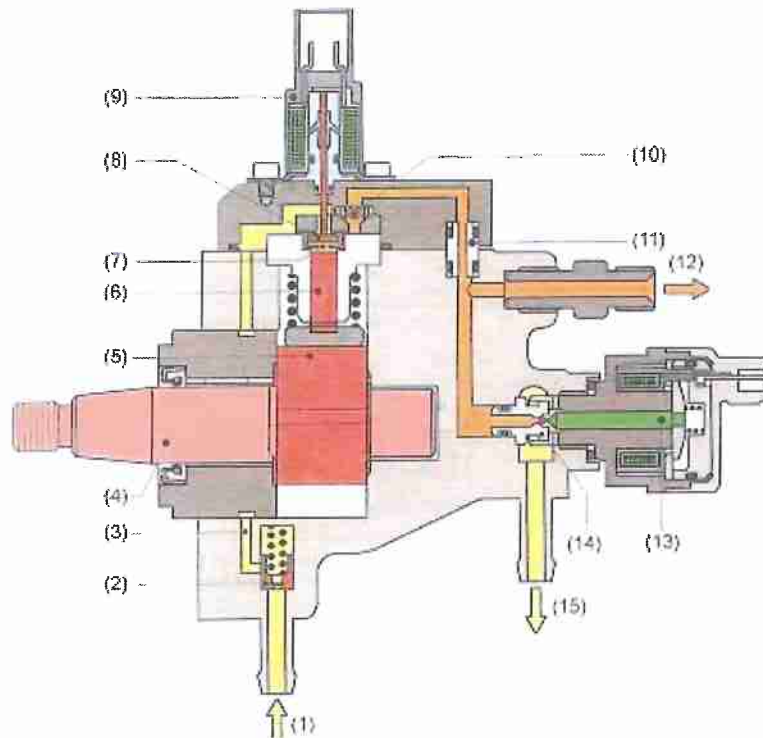
Přípravný čistič má většinou tvar cedníku se sítím o hrubosti 300 μm . Je umístěn v palivové nádrži a předchází hlavnímu palivovému čističi.

Hlavní čistič je v podobě snadno vyměnitelné filtrační vložky nebo jde o čistič se spirálou ve tvaru klínu. Čistič je našroubován k filtrační konzoli, zde musí být zajištěna těsnost proti zavzdušnění palivové soustavy. Pro lepší akumulaci mohou být dva čističe zapojeny paralelně nebo sériově (využití multifázového čističe pro zvýšení filtračního poměru nebo jemný čistič s přípravným čističem), (BOSCH, 2005).

1.2.1.5 Vysokotlaké palivové čerpadlo

Úkolem vysokotlakého palivového čerpadla je dodávka požadovaného množství paliva při různých provozních podmínkách chodu motoru. Tvoří předěl mezi nízkotlakou a vysokotlakou částí palivové soustavy a stará se o trvalý systémový tlak v Railu (BAUER, 2013).

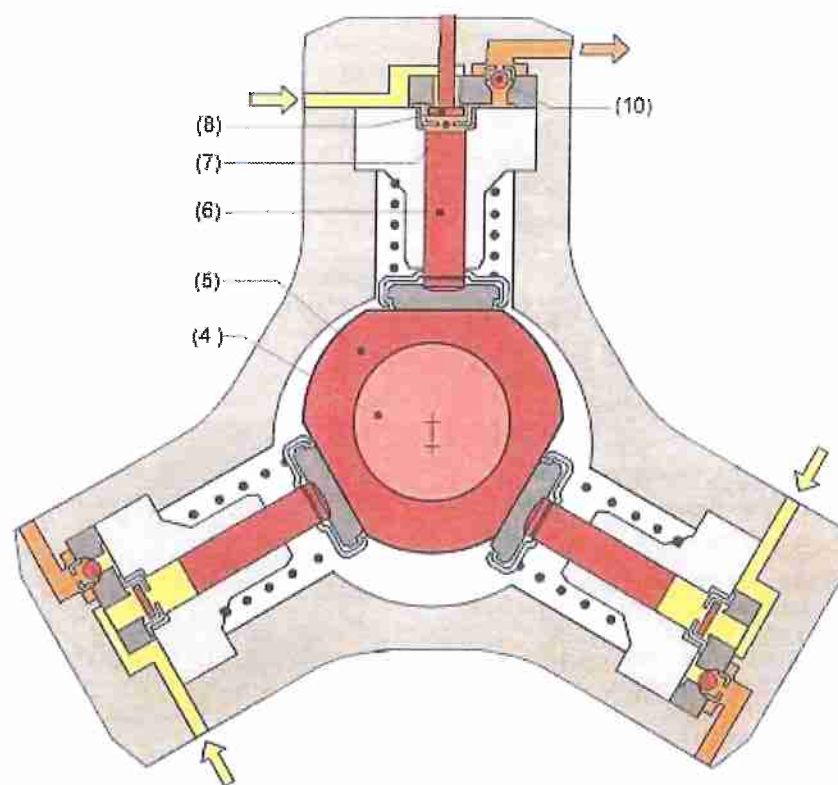
Na motoru je vysokotlaké čerpadlo (viz obrázek č. 3) umístováno obvykle na stejné místo jako jsou umístována rotační vstříkovací čerpadla. O pohon se zde stará kliková hřídel motoru prostřednictvím řetězu, ozubeného řemenu nebo pomocí ozubeného soukolí. Převodový poměr je volen takový, aby při dosažení maximálních otáček motoru nedošlo k překročení hranice otáček vysokotlakého čerpadla 3 000 min^{-1} . Překročení počtu otáček by mohlo vést k poškození čerpadla. Čerpadlo je nutno chladit a mazat, to zajišťuje přímo protékající palivo (KULL a kol., 1999).



- | | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| (1) – přívod paliva | (9) – odpojovací ventil jednotky čerpadla |
| (2) – pojistný ventil se škrticím otvorem | (10) – výtlačný ventil |
| (3) – nízkotlaký kanál k jednotce čerpadla | (11) – těsnící vložka |
| (4) – hnací hřídel čerpadla | (12) – vysokotlaká přípojka k railu |
| (5) – výstředníková vačka | (13) – regulátor tlaku paliva |
| (6) – píst jednotky čerpadla | (14) – kuličkový ventil |
| (7) – prostor ve válci jednotky čerpadla | (15) – zpětný odvod paliva |
| (8) – sací ventil | |

Obrázek č. 3 - Podélný řez vysokotlakým čerpadlem, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

Vysokotlaké čerpadlo (viz obrázek č. 4) je složeno ze tří základních pístových jednotek s radiálně uloženými písty vzájemně posunutými o 120°. Jednotlivé jednotky tvoří sací (8) a výtlačný (10) ventil. O pohyb pístů se stará hnací hřídel čerpadla (4) za pomoci výstředníkové vačky (5). Na vačku dosedají zdvihátka jednotlivých pístových jednotek a převádí otáčivý pohyb vačky na pohyb přímočarý vratný. K výstředníkové vačce je zdvihátko s pístem přitlačováno díky vinuté pružině (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).



Obrázek č. 4 - Příčný řez vysokotlakým čerpadlem, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

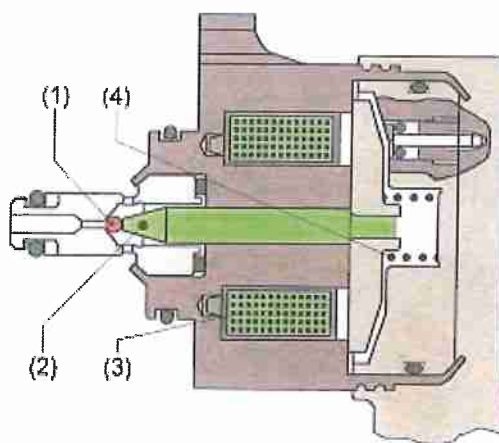
Princip činnosti spočívá v dopravě paliva z nádrže nízkotlakým dopravním čerpadlem přes jemný palivový čistič k pojistnému ventilu. Pojistný ventil tvoří pístek s pružinou a škrťícím otvorem, kterým je palivo vháněno do chladicího a mazacího okruhu vysokotlakého čerpadla. K otevření pojistného ventilu dochází při překročení jeho otevíracího tlaku a následně palivo vtéká přes sací ventil do prostoru válce, ve kterém se píst pohybuje do dolní úvratě (sací zdvih). Následuje výtlačný zdvih pístu, při kterém se píst pohybuje do horní úvratě. Vlivem rostoucího tlaku paliva se uzavře sací ventil a otevře výtlačný, přes který protéká palivo již pod vysokým tlakem vysokotlakou přípojkou do Railu. V momentu, kdy není třeba, aby čerpadlo dodávalo plný dopravní výkon do Railu (volnoběžné otáčky), dochází k odpojení pístové jednotky čerpadla. Toto opatření má za cíl snížení nežádoucího zahřívání paliva, které se vrací zpět do nádrže, a snížení příkonu pohonu čerpadla. Odpojení jednotky je zajištěno elektromagnetem, který ponechá sací ventil otevřený a v prostoru válce nedochází k nárůstu tlaku (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.6 Regulátor tlaku paliva

Jeho účelem je řízení požadovaného tlaku paliva v Railu v závislosti na zatížení motoru a jeho udržení.

Pokud je tlak v Railu příliš vysoký, dojde k otevření regulačního ventilu a nepotřebná část paliva putuje zpět do nádrže zpětným potrubím nízkotlaké části. Pokud je tlak v zásobníku naopak příliš nízký, dojde k uzavření regulačního ventilu, čímž dojde k utěsnění vysokotlaké části oproti části nízkotlaké.

Regulační ventil (viz obrázek č. 5) je připojen buď k vysokotlakému čerpadlu nebo k vysokotlakému zásobníku přírubou. O těsné oddělení vysokotlaké části od nízkotlaké se stará kuličkový ventil (1). Na kuličku tlačí kotva elektromagnetu (2) pomocí přítlačné pružiny (4) a elektromagnet (3) pomocí magnetického pole (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

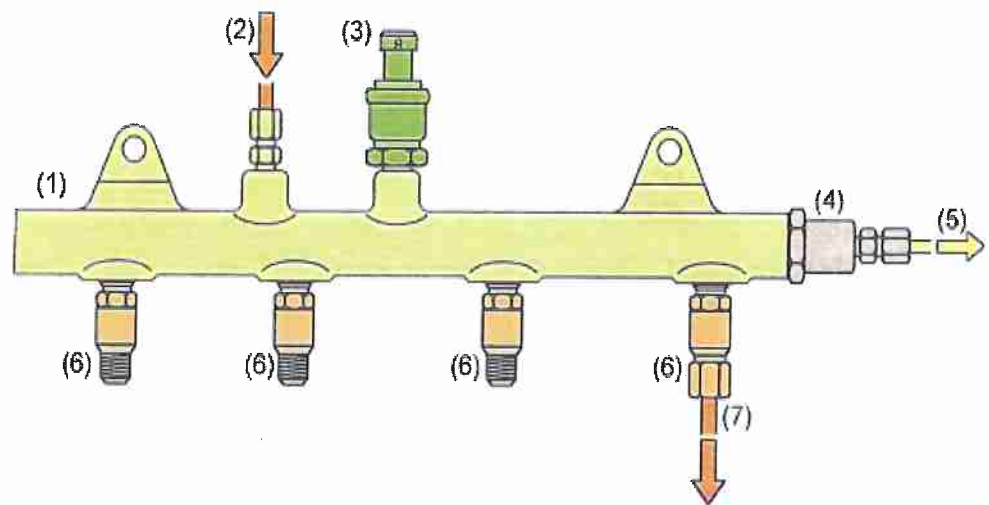


Obrázek č. 5 - Regulátor tlaku paliva, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

Princip činnosti regulačního ventilu zajišťují dva okruhy. Prvním a zároveň pomalejším, pro udržení proměnné střední hodnoty tlaku, je okruh elektricko-regulační. Druhý a rychlejší mechanicko–hydraulický okruh kompenzuje vysokofrekvenční tlakové kmitání (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.7 Vysokotlaký zásobník paliva (Rail)

Vysokotlaký zásobník paliva (viz obrázek č. 6) má za úkol akumulaci paliva pod vysokým tlakem 40 až 250 MPa. Díky poměrně velkému objemu, oproti ostatním komponentům vysokotlaké části, dokáže kompenzovat tlakové kmitání způsobené vysokotlakým čerpadlem na straně dodávky paliva a vstříkovači na straně odběru paliva (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).



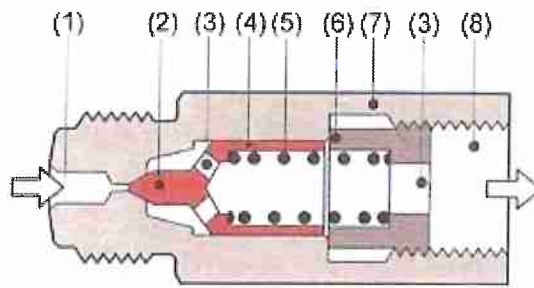
- | | |
|----------------------------------------|------------------------------|
| (1) – vysokotlaký zásobník (rail) | (5) – zpětný odvod paliva |
| (2) – přívod od vysokotlakého čerpadla | (6) – omezovač průtoku |
| (3) – snímač tlaku paliva | (7) – potrubí ke vstříkovači |
| (4) – pojistný ventil | |

Obrázek č. 6 - Vysokotlaký zásobník paliva (Rail), zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

1.2.1.8 Tlakový pojistný ventil

Úkolem tlakového pojistného ventilu je snížení tlaku paliva ve vysokotlakém zásobníku uvolněním přebytečného množství paliva zpět do palivové nádrže.

Tento ventil (viz obrázek č. 7) je otevřen v momentu překročení maximálního systémového tlaku. Na straně vysokotlakého zásobníku je přívodní kanálek (1), který uzavírá píst (4) svým kuželovým koncem (2). Aby byl kuželový konec (2) v sedle těsný, je píst přitlačován tlačnou pružinou (5). Těleso ventilu (7) je dále připojeno k nízkotlakému potrubí, kudy je při překročení tlaku palivo vedeno zpět k nádrži (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

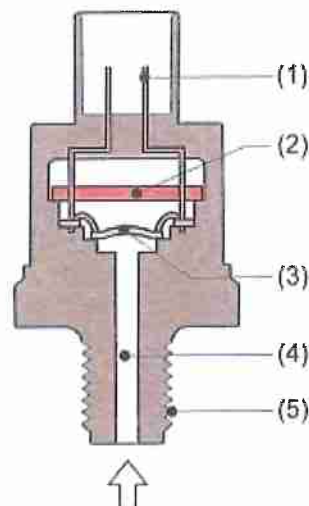


Obrázek č. 7 - Tlakový pojistný ventil, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

1.2.1.9 Snímač tlaku paliva

Snímač tlaku paliva vysílá k řídicí jednotce napěťový signál odpovídající aktuálnímu tlaku ve vysokotlakém zásobníku.

K vysokotlakému zásobníku je snímač tlaku (viz obrázek č. 8) připevněn za pomoci upevňovacího závitu (5), vně závitu je vysokotlaký kanál (4), kterým se palivo pod vysokým tlakem dostane k membráně se snímacím prvkem (3). Snímacím prvkem je polovodičová součástka, která převádí tlak paliva na elektrický signál. Tento signál je vyhodnocen vyhodnocovacím obvodem (2) a zesílený signál je dále veden k řídicí jednotce (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).



Obrázek č. 8 - Snímač tlaku paliva, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

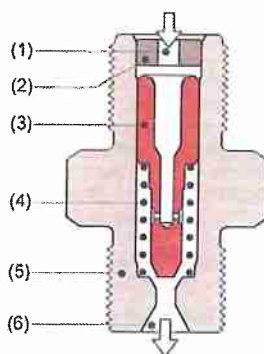
Principem činnosti je změna tvaru membrány (3) vlivem systémového tlaku. Při tlaku 150 MPa dojde k průhybu přibližně o 1 mm. To způsobí změnu elektrického odporu, čímž dojde i ke změně napětí odporového můstku. Velikost tohoto napětí se pohybuje v rozmezí od 0 mV do 70 mV. Vyhodnocovací obvod

zesílí toto napětí na hodnoty v rozmezí od 0,5 do 4,5 V. Tento snímač je napájen napětím o velikosti 5 V (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.10 Omezovač průtoku

V případě, že některý ze vstřikovačů vstřikuje palivo do spalovacího prostoru trvale a odebírané množství paliva překročí maximální množství, dojde omezovačem průtoku k uzavření přívodu paliva z vysokotlakého zásobníku paliva k vadnému vstřikovači.

Omezovač průtoku (viz obrázek č. 9) sestává z ocelového pouzdra se dvěma vnějšími závity. Jeden je spojen s vysokotlakým zásobníkem a druhý s vysokotlakým potrubím ke vstřikovači. Uvnitř pouzdra (5) je tlačnou pružinou (4) přitlačován píst (3) do své klidové polohy směrem k vysokotlakému zásobníku. V pístu je podélný kanálek pro vstup (1) a výstup (6) paliva. Průměr kanálku se zužuje a toto vyústění funguje jako tryska s přesně definovaným průtokem. Omezovač průtoku je dále tvořen uzavírací vložkou (2), (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).



Obrázek č. 9 - Omezovač průtoku, zdroj: ŽDÁNSKÝ, JAN (2010)

Za normálního provozu, bez vadného vstřikovače, klesá vlivem vstřikování paliva tlak na straně připojení ke vstřikovači (výstupu) a píst má snahu omezovač průtoku uzavřít. K úplnému uzavření nedojde, protože odebrané množství paliva je kompenzováno pístem vytlačeným objemem, nikoli tryskou, která by pro tento účel měla příliš malý průtok. Píst je zastaven těsně nad těsnícím sedlem a po ukončení vstřiku vrácen pružinou zpět do klidové polohy. Následuje plnění tryskou pro další vstřík.

Pokud je ve vstřikovači problém a dochází k velkému odběru paliva, dojde k vytlačení pístu z klidové polohy do těsnícího sedla. Přívod ke vstřikovači je uzavřen až do zastavení motoru. Při nižším úniku paliva pružina nestačí vrátet píst

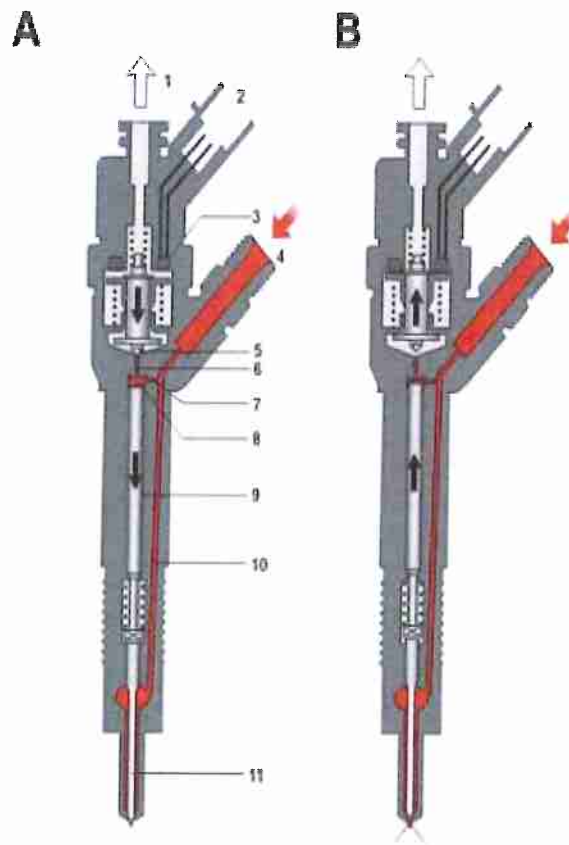
do jeho klidové polohy. Po několika vstřikovacích cyklech v tomto režimu píst stejně jako v případě velkého úniku utěsní těsnící sedlo a přívod paliva ke vstřikovači je uzavřen do zastavení motoru (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.11 Vstřikovače

Vstřikovače jsou koncovou komponentou v procesu dopravy paliva do spalovacího prostoru vznětového motoru. Elektricky řízený vstřikovač plní požadavek na přesné vstříknutí požadovaného množství paliva v přesně stanoveném okamžiku do spalovacího prostoru. Moment počátku vstřiku a množství vstřikovaného paliva je řízeno vstřikovačem na základě informací z ŘJ. Signál z ŘJ je přiveden na vstřikovač pomocí elektrické přípojky (2), (KULL a kol., 1999).

Vstřikovač je tvořen třemi funkčními celky, otvorovou vstřikovací tryskou, hydraulickým ovládacím systémem a elektromagnetickým ventilem.

Přívodem paliva z vysokotlakého zásobníku (4) je plněn prostor kolem jehly vstřikovací trysky (11), (viz obrázek č. 10), zároveň je plněn ovládací prostor (8) nad ovládacím pístkem (9) za pomoci přívodní škrtkové trysky (7). Odvod paliva z ovládacího prostoru (8) do zpětného odvodu paliva (1) je zajištěn pomocí odtokové škrtkové trysky (6) a množství, které je odváděno, ovládá kuličkový ventil (5) řízený elektromagnetem (3), (GSCHEIDLE, 2002).



Obrázek č. 10 - Otevřený a uzavřený vstříkovač, zdroj: KULL a kol. (1999)

V klidovém stavu (A) je jehla trysky v sedle těsná. Na jehlu trysky působí tlačná síla vinuté pružiny a současně i tlak paliva v ovládacím prostoru nad ovládacím pístkem. Proti této přítlačné síle působí tlak paliva v prostoru kolem jehly vstříkovací trysky.

V momentu aktivace elektromagnetického ventilu dojde k překonání síly tlačné pružiny vlivem otevření kuličkového ventilu a dojde k otevření odtokové škrtkovací trysky. Jakmile dojde k otevření odtokové škrtkovací trysky, palivo odtéká z ovládacího prostoru do zpětného odvodu paliva a pokračuje zpět do nádrže. Díky rozdílnému průtočnému průřezu odtokové škrtkovací trysky (větší průřez) a průměru přívodní škrtkovací trysky (menší průřez) dojde k poklesu tlaku v ovládacím prostoru. To má za následek snížení tlaku na ovládací píst (9). V prostoru kolem vstříkovací jehly působí tlak paliva na kužel jehly a při překonání přítlačné síly dojde k otevření prostoru mezi vstříkovací jehlou a sedlem trysky a dochází ke vstříkování paliva. Následuje fáze uzavření vstříkovače. Elektromagnet je v této fázi již neaktivní a dochází k uzavření odtokové škrtkovací trysky kuličkou ventilu. Přívodní škrtkovací tryskou proudí palivo do ovládacího prostoru, čímž dochází ke zvýšení tlaku v tomto

prostoru. V kombinaci s přítlačnou silou pružiny působí tato tlaková síla na ovládací pístek a je překonána tlaková síla působící na kužel jehly. Dochází k zatlačení jehly vstřikovací trysky do sedla a k ukončení vstříku. Rychlost uzavření je úměrná rychlosti přítoku paliva přes přívodní škrťací trysku (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.1.12 Vstřikovač řízený piezoelektricky

Kromě vstřikovačů řízených elektromagnetem existují vstřikovače řízené piezoelektricky. Ten umožňuje velmi krátkou dobu spínání pouze 0,1 ms. Takto krátká doba sepnutí umožní až 7 samostatných vstříknutí během jednoho vstříku. Princip činnosti je založený na využití piezoelektrického jevu. Piezoelektrický prvek uvnitř vstřikovače obsahuje pravidelnou krystalovou mřížku s kladně a záporně nabitými ionty, která se vlivem působení tlaku deformuje, čímž vzniká proudový impuls. Ve vstřikovači tento jev funguje obráceně. Přivedením elektrického napětí na piezoelektrický prvek, který tvoří vrstvy keramické fólie seskupené do válce, dochází k deformaci krystalové mřížky zhruba o 0,04 mm. S využitím pístků a pružinek dojde k otevření vstřikovací trysky o 0,08 mm. Díky tomu lze přesně odměřovat velmi malé dávky paliva cca 1 mm³ a umožňuje tím výše zmíněnou výhodu rozdělení vstříku na několik menších. Následkem je měkčí chod motoru, snížení emisí výfukových plynů a v neposlední řadě nižší mechanické zatížení komponentů motoru. Piezoelektricky řízené vstřikovače nachází uplatnění u vozidel s filtry pevných částic, kde podporují proces regenerace (ŽDÁNSKÝ, JAN, 2010).

1.2.2 Snímače elektronicky řízeného palivového systému Common Rail

- měřič hmotnostního množství nasávaného vzduchu s vyhříváním,
- snímač polohy klikového hřídele,
- snímač polohy vačkového hřídele,
- snímač teploty chladicí kapaliny,
- snímač teploty paliva,
- snímač tlaku vzduchu,
- snímač tlaku paliva,
- snímač polohy plynového pedálu (GSCHEIDLE, 2002).

1.2.3 Výhody palivového systému Common Rail

a) Vznik kvalitní směsi se vzduchem díky velmi jemnému rozprášení paliva a jeho následnému rychlému odpaření, čehož se dosahuje vysokým tlakem (u první generace až 135 MPa, u druhé až 160 MPa, v současnosti až 250 MPa).

b) Motor se projevuje tichým, měkkým chodem. Toho je dosaženo úvodním vstřikem malého množství paliva několik milisekund před samotným hlavním vstřikem. Úvodní vstřík předejde spalovací prostor a nárůst tlaku není tak skokový.

c) Jednou z hlavních výhod systému CR je snížení emisí výfukových plynů oproti předchozím generacím palivových systémů. Reálně dochází ke snížení obsahu CO až o 40 %, HC až o 50 % a pevných nespálených částic až o 60 %. Vlivem snížení spotřeby paliva lze počítat i se snížením obsahu oxidu uhelnatého CO₂ až o 20 % (KULL a kol., 1999).

1.2.4 Emisní normy traktorů

V oblasti emisních limitů u traktorových motorů hovoříme o normách Stage (evropská emisní norma) a Tier (emisní norma pro USA).

Tyto normy se liší názvem, ale podmínky pro jejich plnění jsou přibližně stejné.

Evropské emisní normy rozdělujeme na několik kategorií a označujeme je jako Stage I až V (ŠMERDA a kol., 2013).

1.2.5 Stage I/II

První evropská směrnice pod označením 97/68/ES, upravující produkci emisí pracovními stroji a traktory, byla vyhlášena 16. prosince 1997. Jednalo se o dvě etapy, z nichž první (Stage I) vešla v platnost roku 1999. K uplatňování druhé etapy (Stage II) docházelo od roku 2001 do roku 2004. Její postupná aplikace byla závislá na výkonu motoru. Dne 9. prosince 2002 došlo k novelizaci směrnice 97/68/ES přijetím směrnice 2002/88/ES Evropským parlamentem. Směrnice počítá s rozšířením povinnosti plnit emisní normy i u účelových strojů s benzínovou pohonnou jednotkou do výkonu 19 kW (<https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>, „staženo dne: 21. 1. 2019“).

1.2.6 Stage III/IV

Obecně byla tato norma poprvé popsána směrnicí 2004/26/EC, tato směrnice byla přijata Evropským parlamentem 21. dubna 2004. Konkrétně lesnické stroje a zemědělské traktory upravuje směrnice 2005/13/ES, přijatá dne 21. února 2005.

V roce 2010 dochází k přijetí dvou směrnic. Směrnice 2010/26/EU, Stage III, přinášející podrobnější informace o metodách testování a schvalování motorů. Druhá směrnice (2010/22/EU) novelizuje dřívější právní předpisy týkající se lesnických a zemědělských traktorů. Stage III (viz tabulka č. 1) je dále dělena na kategorie Stage IIIA a Stage IIIB, jsou zaváděny v letech od 2006 až 2013 postupně. Stage IV vstupuje v platnost v průběhu roku 2014. Právní úpravy se týkají motorů v nových strojích a vztahují se též na motory, které jsou montovány do již využívaného stroje (<https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php> „staženo dne: 21.1.2019“).

Tabulka č. 1 - Evropské emisní hodnoty Stage

Power P_n kW	NO _x g/kWh	HC g/kWh	CO g/kWh	Particulates g/kWh	Date*
	NO _x + NMHC				
Stage III A					
$19 \leq P_n < 37$	7.5		5.5	0.6	2007
$37 \leq P_n < 75$	4.7		5.0	0.4	2008
$75 \leq P_n < 130$	4.0		5.0	0.3	2007
$130 \leq P_n \leq 560$	4.0		3.5	0.2	2006
Stage III B					
$37 \leq P_n < 56$	4.7		5.0	0.025	2013
$56 \leq P_n < 75$	3.3	0.19	5.0	0.025	2012
$75 \leq P_n < 130$	3.3	0.19	5.0	0.025	2012
$130 \leq P_n \leq 560$	2.0	0.19	3.5	0.025	2011
Stage IV					
$56 \leq P_n < 130$	0.4	0.19	5.0	0.025	Oct 2014
$130 \leq P_n \leq 560$	0.4	0.19	3.5	0.025	2014

zdroj: <https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>

(„staženo dne: 12. 12. 2018)

1.2.7 Stage V

V současnosti platné nařízení. Návrh byl vypracován v průběhu dvou let, od roku 2014 a dokončen byl 14. září 2016. Přesně jsou technické požadavky popsány v prováděcí legislativě z roku 2017. Normy pro motory s výkonem nižším než 56 kW

a zároveň výkonem vyšším než 130 kW platí pro nově vyrobené stroje od roku 2019. V roce 2020 se počítá s rozšířením normy o motory o výkonu 56 - 130 kW. V tomto nařízení je zohledněno povolené množství pevných částic ve výfukových plynech (PM) pro kategorie motorů od 19 do 560 kW (ŠMERDA a kol., 2013).

1.2.8 Budoucnost

Do konce roku 2020 dojde k posouzení dalšího možného vývoje v procesu snižování emisí, potenciálu snižování emisí znečišťujících látek a určení dalších relevantních znečišťujících látek, které nejsou doposud zahrnuty v normě Stage V.

Je vyvíjen tlak výrobci motorů a zařízení na regulační orgány EU, USA a Japonska na soulad emisních norem a vytvoření jednotné celosvětové normy, čímž by došlo k zefektivnění procesu vývoje motorů a zjednodušení procesu schvalování plnění norem pro různé trhy. Ačkoliv v prvních fázích byl soulad mezi normami Stage (EU) a normou Tier (USA), v poslední fázi se tento soulad vytratil. Zatímco ve fázi V evropské normy se počítá s limity PM, což vyžaduje filtr pevných částic (DPF), norma Tier 4 může být plněna bez DPF, (<https://www.dieselnorm.com/standards/eu/nonroad.php>, „staženo dne: 21. 1. 2018“).

1.3 Diagnostika vozidel

Pod pojmem diagnostika vozidel rozumíme bezdemontážní, nedestruktivní zjišťování reálného stavu jednotlivých dílčích komponent nebo celků a stanovení prognóz. V závislosti na použitých měřidlech rozdělujeme diagnostiku na vnitřní a vnější (VLK, 2006).

1.3.1 Subjektivní kontrola

Tato kontrola spočívá v diagnostikování zařízení s pomocí smyslových vjemů člověka, jako je zrak, sluch, čich nebo hmat. Není zde zapotřebí využívat jakékoliv přístroje či měřidla. Subjektivní kontrola je závislá pouze na schopnostech jedince tyto skutečnosti vnímat a na základě nabytých zkušeností je správně vyhodnotit, výsledek může být nepřesný. Tento způsob je nejjednodušší, avšak závěry mohou být rozdílné od skutečnosti, proto se subjektivní kontrola využívá především k lokalizování okruhu závady (ztráta výkonu, hluchost) před provedením objektivní kontroly (VLK, 2006).

1.3.2 Objektivní kontrola

Při objektivní kontrole je využíván vhodný diagnostický přístroj (multimetr, motortester) ke zjištění skutečného stavu komponentu. Naměřené hodnoty je možné objektivně porovnat s hodnotami předepsanými výrobcem. Na rozdíl od subjektivní metody je objektivní metoda založena na skutečných hodnotách, je tedy přesnější. K chybám může dojít při nedodržení pracovních postupů, samotném chybném měření nebo špatném vyhodnocení naměřených parametrů. Nevýhodou je nutnost použití speciálních přístrojů, což v porovnání se subjektivní kontrolou představuje určitou finanční zátěž (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2007).

1.3.2.1 Vnější (paralelní) diagnostika

Vnější diagnostika má za cíl měření elektrických (napětí, proud, odpor atd.) nebo neelektrických (tlak, teplota atd.) veličin příslušnými diagnostickými přístroji na měřeném stroji nebo komponentech. K měření můžeme využít multimetry, pro složitější případy volíme osciloskop. Také v tomto případě hovoříme o objektivní kontrole, jelikož naměřené hodnoty můžeme objektivně porovnat s hodnotami předepsanými výrobcem. Aby bylo měření co možná nejpřesnější, je nutné dodržet předepsané podmínky – teplota prostředí, zahřátí vozidla na provozní teplotu atd. (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2007).

a) **Testovací stolice vstřikovačů** – moderní testovací stolice umožňují rychlé a přesné testování parametrů vstřikovačů různých značek. Standardem je poloautomatické hydraulické upínání a automaticky řízené zkušební plány (<https://www.autokelly.cz/Catalog/vse-pro-dilnu-servis-testovani-mereni-nabijeni-diesel-program-testovaci-stolice-pro-vstrikovace/39051195;40133694;41851733;41851725;41851726>, „staženo dne 15.2.2019“).

b) **Digitální multimetr** - měří základní elektrické veličiny (napětí, proud a odpor). Některé multimetry mají rozšířené funkce, jsou schopny měřit elektrickou kapacitu, kontrolovat průchodnost polovodičových součástí atd. Výhodou multimetru je poměrně nízká pořizovací cena a schopnost měřit různé elektrické veličiny v poměrně širokém rozsahu při použití jednoho přístroje.

Při užívání multimetru je nutno dodržovat několik základních pravidel:

1. Zvolit multimetr o dostatečném rozsahu měřených veličin.
2. Zvolit vhodný rozsah před zahájením měření.
3. Správně zapojit svorky na předmět měření.
4. Řídit se pokyny výrobce vozidla a multimetru.
5. Při měření el. napětí zapojit voltmetr paralelně.
6. Při měření el. proudu zapojit ampérmetr do série.
7. Při měření el. odporu zajistit, aby obvodem neprocházel el. proud a ohmmetr do obvodu připojit paralelně (GSCHEIDLE, 2001).

c) Kompresimetr pro měření kompresních tlaků vznětového motoru

- zpravidla se jedná o manometr opatřený ventilem, který udrží ručičku manometru na hodnotě nejvyššího naměřeného tlaku, s rozsahem od 0 do 7 MPa s pryžovou hadicí s ocelovou ohebnou spirálou na obou koncích či po celé délce, zabraňující deformaci hadice nadměrným ohybem. K rychlému upnutí k vhodnému adaptéru, montovanému po žhavicí svíčke či vstřikovači, slouží rychlospojka na opačném konci hadice od manometru.

Při používání manometru je nutno dodržovat základní pravidla:

1. Zajistit odvětrávání místnosti.
2. Zajistit požární ochranu v dosahu měření, hasící přístroj.
3. Testované vozidlo nebo stroj zajistit proti pohybu.
4. Při měření kompresního tlaku na horkém motoru zamezit kontaktu s horkými částmi vhodnými ochrannými pomůckami.
5. Dbát zvýšené opatrnosti při měření v blízkosti rotujících součástí motoru (GSCHEIDLE, 2002).

d) Zátěžový tester akumulátoru – umožňuje rychlé posouzení stavu akumulátoru. Jeho úkolem je zjištění provozuschopnosti 6 a 12 V autobaterií.

Při používání zátěžového testeru akumulátoru je nutné dodržovat základní pravidla:

1. Očistit kontakty akumulátoru.
2. Zkontrolovat případné mechanické poškození akumulátoru.
3. U údržbového akumulátoru dolít destilovanou vodu.
4. Zapojit první kladnou svorku testeru a posléze zápornou, odpojit v opačném pořadí.
5. Dbát na to, aby byly svorky pevně uchyceny a nedotýkaly se dalších kovových částí mimo akumulátor (GSCHEIDLE, 2002).

1.3.2.2 Vnitřní sériová diagnostika

Při sériové diagnostice dochází ke komunikaci s příslušnou řídicí jednotkou pomocí diagnostického přístroje – čtečky nebo motortesteru. Ke komunikaci dochází po připojení komunikačního modulu diagnostického přístroje do diagnostické zásuvky umístěné na vozidle a pootočením klíčku do první polohy (tzv. zapnutí zapalování), pomocí kabelu nebo bezdrátově pomocí Bluetooth. Sériová diagnostika je dodávána buď jako kompletní motortester nebo jako software s komunikačním modulem, který je nainstalován například na notebooku. Tato zařízení a softwary můžeme rozdělit na originální, navržené samotným výrobcem (např. Service Advisor pro stroje JD), (viz obrázek č. 11), které podporují všechny funkce řídicích jednotek, a na diagnostiku neoriginální (např. BOSCH FSA, DELPHI, atd.), které jsou cenově dostupnější, avšak mají omezené funkce (VLK, 2006).



Obrázek č. 11 - Hardware sériové diagnostiky Service Advisor, zdroj: PREZENTACE JD, (2017)

Sériová diagnostika představuje objektivní kontrolu, jelikož vyčítá skutečné hodnoty a stavy zaznamenané v paměti závad řídicí jednotky.

Základní funkce vnitřní diagnostiky:

1. identifikace ŘJ,
2. čtení paměti závad a její mazání,
3. zkouška akčních členů,
4. čtení skutečných hodnot a porovnání s hodnotami předepsanými výrobcem,
5. přizpůsobení ŘJ (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2007).

1.3.3 Sériová diagnostika Service Advisor - John Deere

Elektronické systémy v posledním desetiletí nachází masivní uplatnění také v zemědělských strojích. Dnes již prakticky nenajdeme v nabídce prodejců stroj, který by byl řízen pouze mechanicky, s absencí jakékoliv elektroniky. Nezbytností se, pro správné diagnostikování současných strojů JD, stal software vyvinutý výrobcem pro využití v autorizovaných střediscích s názvem SA. Jedná se o software používaný technikou autorizovaného střediska při opravách a diagnostice strojů značky JD. Program neslouží pouze ke komunikaci s řídicí jednotkou po komunikační trase (CAN BUS). Pro usnadnění a snazší řešení závady jsou technikům k dispozici všechny technické manuály a návody k použití k jednotlivým modelům.

Možnosti diagnostického softwaru Service Advisor:

- a) vyčtení a mazání paměti závad,
- b) zaznamenávání skutečných hodnot vysílaných z jednotlivých snímačů,
- c) test akčních členů,
- d) programování řídicí jednotky, uvedení do základního nastavení,
- e) změna konfigurace stroje a jeho nastavení (PREZENTACE JD, 2017).

1.3.3.1 Monitoring provozu stroje

V každé řídicí jednotce je možné dohledat příslušné „kanály“, ve kterých lze číst aktuální data vysílaná jednotlivými snímači. Tato data jsou v softwaru k vidění

jako hodnoty tlaku, napětí, teplot, atd. (<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/service-advisor>, „staženo dne: 5. 12. 2018“).

1.3.3.2 Chybové kódy (vyčtení a mazání paměti závad)

Pokud je signál ze snímače vyhodnocen ŘJ jako anomálie od běžného stavu, například hodnota ze snímače neodpovídá toleranci nebo se neslučuje s běžným stavem, vyšle ŘJ tzv. chybový kód. Obsluze se tento kód obvykle objeví na palubní desce na znamení toho, že by měla se strojem navštívit servis. Při vyčtení paměti závad pomocí diagnostického programu SA má technik k dispozici návod v podobě diagnostického postupu, díky kterému je systematicky naváděn ke zdárnému vyřešení problému (<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/service-advisor>, „staženo dne: 19. 12. 2018“).

a) Vyčtení paměti závad - během této operace dojde k zobrazení závad, které byly do řídicí jednotky uloženy během provozu. Závady lze rozdělit na „statické“, to jsou ty, které se vyskytují pravidelně a lze předpokládat, že jejich vznik představuje nějaký problém. Druhým typem závad jsou „sporadické“ závady, které se po vymazání paměti závad již nezobrazují. Závada se v diagnostickém programu zobrazuje jako určitý chybový kód, který lze dohledat v dílenské příručce a slouží jako vodítko k odhalení možné příčiny. Zobrazení chybového kódu v paměti závad nemusí jednoznačně určovat vadný komponent, jelikož řídicí jednotka není schopna zjistit, zda je chybný signál ze snímače důsledkem vady snímače nebo tuto odchylku způsobuje jiný problém (VLK, 2006).

b) Mazání paměti závad - tato funkce maže chybové kódy uložené v paměti závad. Pokud závady nejdou vymazat, případně se po opětovném vyčtení paměti závad objevují znovu, je nutné nejdříve odstranit příčinu a až poté je možné paměť závad vymazat (VLK, 2006).

1.3.3.3 Test akčních členů

Díky této funkci lze snadno a rychle otestovat činnost jednotlivých akčních členů. Do řídicí jednotky je vyslán z diagnostického programu požadavek na zaktivování jednotlivých akčních členů (vstřikovače, EGR ventil, elektrické podávací čerpadlo v nádrži, atd.), které mohou být příčinou přítomnosti chybového kódu. Zároveň je možné vidět aktuální hodnoty ze snímačů a porovnat je, zda jsou

v toleranci s hodnotami předepsanými. Pokud je během testu zjištěna nějaká anomálie či test nelze provést, je v paměti závad diagnostického softwaru zobrazen chybový kód. Velkou výhodou testu akčních členů je možnost provádění testu přímo na dílně bez nutnosti simulování jízdního režimu stroje (ČUPERA, ŠTĚRBA, 2007).

1.3.3.4 Uvedení řídicí jednotky do základního nastavení nebo její přizpůsobení

Během nastavování si řídicí jednotka vyhodnocuje a následně přizpůsobuje řízení daného uskupení (motoru, hydraulického systému, převodovky, atd.). Provozem stroje dochází k přirozenému opotřebením jednotlivých mechanických částí, což může mít za následek zhoršení jeho řízení. Přizpůsobením řízení zadáním nových hodnot podle zhodnocené míry opotřebením je možné zajistit správné řízení a tím prodloužit životnost jednotlivých komponentů. Typickým příkladem přizpůsobení řídicí jednotky aktuálnímu stavu je převodovka typu „Powershift“, u které dochází k opotřebením lamel hydraulických spojek, což má za následek nešetrné, hrubé řazení a cukání. Řídicí jednotka je schopna přizpůsobit si dobu plnění a vyprazdňování jednotlivých elementů v závislosti na míře opotřebením. Následkem tohoto přizpůsobení je plynulé řazení převodových stupňů a prodloužení životnosti součástí převodovky (<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/service-advisor>, „staženo dne: 5. 12. 2018“).

1.3.3.5 Přehrání softwaru řídicí jednotky

V průběhu doby používání stroje může vydat výrobce nový software, který je oproti tomu předchozímu vylepšený nebo je přidána nová funkce. V takovém případě je možné pomocí diagnostického softwaru přehrát software řídicí jednotky (<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/service-advisor>, „staženo dne: 5. 12. 2018“).

1.3.3.6 Vzdálené připojení

U zemědělských strojů vybavených tzv. „John Deere Link“ je možné řešit výše zmíněné činnosti vzdáleně pomocí internetového připojení. Odpadá tedy nutnost stroj fyzicky přepravovat do servisního střediska nebo diagnostický přístroj k němu. Tato možnost znamená pro zákazníka zkrácení prostoje stroje a tedy i šetření finančních nákladů, které tím mohou vznikat

(<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/service-advisor>, „staženo dne: 18. 12. 2018“).

1.3.4 JDLink

JDLink představuje ŘJ umožňující telekomunikační přístup k centrálně uloženým informacím společnosti JD. ŘJ JDLink (viz obrázek č. 12) shromažďuje a vyhodnocuje informace z provozu stroje a pravidelně je ukládá na server, kam má přístup majitel stroje, případně i technik servisního střediska. Informace se týkají provozu stroje, průměrné spotřeby paliva při vytížení stroje na poli, v dopravě i pokud je stroj bez zatížení ve volnoběžných otáčkách. Dále umožňuje zjištění aktuální polohy a doby provozu. Majitel je přes tento systém informován o nastartování stroje během doby pracovního klidu, případně o jeho opuštění areálu. To slouží jako prevence nebo případné zmaření krádeže. Systém včas upozorní na blížící se servisní prohlídku a umožní tak efektivně plánovat provoz stroje. Z hlediska spolehlivosti stroje a prevence proti případným závadám odesílá systém informaci o problémech, které nastávají při provozu stroje, přímo do servisního střediska. Informace obsahuje kód závady, který složí jako vodítko ke zjištění diagnózy. Takto lze včas reagovat na případné závady a tím eliminovat nežádoucí prostoje vedoucí k možným finančním ztrátám (<http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/jdlink>, „staženo dne: 29. 12. 2018“).



Obrázek č. 12 - JDLink jednotka, zdroj: <http://www.strompraha.cz/servis-a-nahradni-dily/servis/jdlink>, („staženo dne: 29. 12. 2018“).

2. Metodika

Sériová diagnostika palivové soustavy bude provedena v areálu společnosti Agrozet České Budějovice na traktoru John Deere 7830 (viz obrázek č. 13) vyrobeném v roce 2009. Tento model disponuje šestiválcovým motorem PowerTech Plus, se čtyřmi ventily na válec o zdvihovém objemu $6\,780\text{ cm}^3$, s výkonem 153 kW. Tento traktor je vybaven vysokotlakým vstřikovacím systémem CR. V tomto případě má motor nájezd 6 124 Mth. Stroj bude přistaven s problémem dlouhých startů motoru, a to jak po odstavení stroje na noc, tak po opětovném startu při zahřátém motoru.



Obrázek č. 13 - John Deere 7830

Paralelní diagnostika bude provedena na elektromagneticky ovládaných vstřikovačích Delphi palivového systému CR, na zkušební stoličce Hartridge CRi-PC, v prostorách Autoservisu Čížek v Českých Budějovicích.

Zdrojem předepsaných hodnot a informací o diagnostických postupech při sériové diagnostice bude použitý originální diagnostický program SA, verze (04.2.006). U paralelní diagnostiky vstřikovačů Delphi bude využito prostředí programu Hartridge CRi-PC, kde jsou po zadání kódu vstřikovače k posouzení stavu předepsané hodnoty a toleranční meze.

Subjektivní diagnostika bude spočívat ve vizuální kontrole komponentů palivové soustavy, které je možno vidět bez nutnosti demontáže součástí motoru.

Při kontrole jednotlivých komponent stroje a při provádění diagnostiky je nutné dodržovat bezpečnost práce v souladu se zákoníkem práce (Zákon č. 262/2006 Sb., část pátá v platném znění). Při opravárenských a diagnostických pracích na komponentách motoru je nutné řídit se pokyny výrobce stroje a diagnostického zařízení.

2.1 Sériová diagnostika

Pro komunikaci s řídicí jednotkou motoru bude použit originální diagnostický program Service Advisor verze (04.2.006), jenž je instalován na běžném přenosném notebooku značky Acer.

Komunikaci mezi počítačem a jednotkou řízení motoru (ECU) zajišťuje elektronický datový adaptér (EDL). EDL bude k řídicí jednotce propojen za pomoci diagnostického 9pinového kruhového konektoru, který je opatřen čtvercovou upevňovací přírubou a proti nečistotám chráněn prachovou krytkou. Na stroji je zásuvka umístěna na panelu po levé ruce obsluhy. K počítači bude poté EDL připojen pomocí USB konektoru nebo za pomoci Bluetooth. Pro účely sériové diagnostiky budou použity vybrané funkce zmíněné v kapitole č. 1.3.3 Sériová diagnostika Service Advisor – John Deere.

2.2 Paralelní diagnostika

Při paralelní diagnostice bude využit multimetr UNI-T a tester akumulátorů GYS TBP 100 pro měření elektrických veličin, pro měření kompresního tlaku kompresiometr JDM-59. K paralelní diagnostice bude dále použita diagnostická stolice pro vstříkovací jednotky vysokotlakého systému CR Hartridge CRi-PC (viz obrázek č. 14).



Obrázek č. 14 - Připojení vstřikovače na stoliči Hartridge CRi-PC

a) **Zkušební stolice** - vstřikovačů Hartridge CRi-PC (viz obrázek č. 15). Tato stolice pracuje s tlakem ve vysokotlakém zásobníku až 250 MPa. Pracovní tlaky se pohybují v rozsahu od 18 do 220 MPa. Ovládání stolice je zajištěno pomocí softwaru „MAGMAH PLUS“. Na stoliči je možno testovat vstřikovače BOSCH, Delphi, Denzo a VDO. Umožňuje testování až čtyř vstřikovačů najednou. Výsledkem je protokol obsahující předepsané hodnoty dle čísla vstřikovače a skutečné hodnoty, jejich vzájemné porovnání a zhodnocení, zda je vstřikovač v pořádku či nikoliv (<https://www.autokelly.cz/Product/HG-CRI-01A-CZ/12039641/39051195;40133694;41851733;41851725;41851726>, „staženo dne: 15. 2. 2019“).



Obrázek č. 15 - Hartridge CRi-PC

b) **Multimetr** - pro účely praktické části byl užit klešťový multimetr UNI-T UT202A (viz obrázek č. 16) s parametry:

- AC proud: 20 A / 200 A / 600 A - přesnost: $\pm (1,5 \% + 5)$,
- DC napětí: 200 mV / 2 V / 20 V / 200 V / 600 V - přesnost: $\pm (0,8 \% + 1)$,
- AC napětí: 2 V / 20 V / 200 V / 600 V - přesnost: $\pm (1,2 \% + 5)$,
- Odpor: 200 Ohm / 2 kOhm / 20 kOhm / 200 kOhm / 2 MOhm / 20 MOhm - přesnost: $\pm (0,8 \% + 2)$,

Mezi další funkce patří např. test diod nebo akustický test.

Výhodou tohoto multimetru je možnost připojení proudových kleští přímo na vodič.

Základní zásady pro měření multimetrem jsou popsány v kapitole 1.3.2.1 Objektivní kontrola v bodě b).



Obrázek č. 16 - Klešťový multimetr UNI-T UT202A

c) **Kompresimetr JDM-59** - Tento kompresimetr je předepsaný dílenskou příručkou JD. Obsahuje adaptéry pro různé průměry žhavicích svíček a umožňuje měření tlaku v rozsahu od 0 do 7 MPa.

Zásady pro práci s kompresimetrem jsou popsány v kapitole 1.3.2.1 Objektivní kontrola v bodě c).

d) **Zátěžový tester akumulátorů GYS TBP 100** (viz obrázek č. 17) - Disponuje přehlednou barevnou stupnicí s hodnotami napětí. Lze jej uplatnit také při posouzení stavu dobíjecí soustavy. Akumulátory jsou zátěžově testovány maximálním proudem až 100 A po sepnutí testovacího tlačítka na testeru. Příklady stavu 12 V akumulátoru jsou uvedeny v tabulce č. 2 (<https://www.svarecky-obchod.cz/dokumenty/-ps-266GYS-TBP-100doc.pdf>, „staženo dne: 19. 12. 2018“).

Zásady pro práci se zátěžovým testerem akumulátorů jsou popsány v kapitole 1.3.2.1 Objektivní kontrola v bodě d).

Tabulka č. 2 - Hodnocení akumulátoru bez zátěže

Bez zátěže	% nabití
11,7 V a méně	0 %
12 V	25 %
12,2 V	50 %
12,4 V	75 %



Obrázek č. 17 - Zátěžový tester GYS TBP 100, zdroj: (<https://www.svarecky-obchod.cz/dokumenty/-ps-266GYS-TBP-100doc.pdf>, „staženo dne: 19. 12. 2018“).

2.3 John Deere 7830 - závada

Traktor bude přistaven s problémem dlouhého startování motoru. Dlouhé startování se negativně projevvalo na životnosti akumulátoru a docházelo k namáhání spouštěče. Tento problém nebyl závislý na teplotě motoru, kdy se závada

projevovala při teplých startech i po odstavení traktoru přes noc. Při teplém startu bylo startování o několik jednotek sekund delší.

2.3.1 Subjektivní kontrola palivové soustavy

Prvním krokem bude subjektivní diagnostika volně dostupných komponent palivové soustavy s cílem odhalit únik paliva. Netěsnost by znamenala, že do palivové soustavy vniká vzduch a tím dochází k jejímu zavzdušnění, což by mělo za následek ony dlouhé starty. Kontrola započne u palivové nádrže. Zde bude vizuálně kontrolováno mechanické poškození, uchycení k rámu a v neposlední řadě těsnost. Netěsnost se může projevit únikem paliva pod vozidlo. Dále se bude postupovat po nízkotlakém potrubí k podávacímu palivovému čerpadlu a hlavnímu čističi. U čističe je mimo jeho vizuální stránky důležitý i poslední interval výměny. Starý, zanesený čistič může způsobovat problémy ve správné činnosti palivové soustavy. Bez nutnosti demontáže bude dále možná kontrola vysokotlakých trubek, chladiče paliva a vizuální kontrola vysokotlakého zásobníku paliva. Kontrola vstřikovacích jednotek není možná bez demontáže víka ventilů.

2.3.2 Sériová diagnostika

Po subjektivní kontrole bude následovat navázání komunikace prostřednictvím diagnostického přístroje s řídicí jednotkou motoru.

Postup navázání komunikace s ŘJ:

1. Traktor zajistit proti pohybu.
2. Vyhledat diagnostickou zásuvku na stroji, sejmutí její ochranné prachovky (viz obrázek č. 18).
3. Propojit diagnostický modul se zásuvkou na stroji.
4. Klíček v poloze ZAPNUTO, motor zastavený nebo v chodu.
5. Spuštění diagnostického softwaru na notebooku a zadání čtyřmístného kódu označujícího model, v tomto případě 7830.
6. Zadání výrobního čísla motoru do pole PIN/ESN, v tomto případě číslo 6068HRW65.

7. Zvolit možnost „Open New job“ („Nový úkol“), ta umožní další kroky a zajistí archivaci diagnostických procesů, aby byla možnost se k nim v budoucnu vrátit. Tento „Nový úkol“ je nutné pojmenovat.
8. Zvolit možnost „Diagnostika“.
9. Zvolit možnost „Navázání spojení“.



Obrázek č. 18 - Diagnostická zásuvka JD, zdroj: PREZENTACE JD, (2017)

2.3.2.1 Vyčtení paměti závad

Po navázání komunikace s řídicí jednotkou bude zvolena možnost vyčtení paměti závad (viz obrázek č. 19).

Jsou přítomny tyto diagnostické kódy závad:

Žádné diagnostické kódy závad.

Obrázek č. 19 - Vyčtení paměti závad v programu SA

2.3.2.2 Elektronický test komprese

Elektronický test komprese neměří skutečně tlaky ve spalovacím prostoru. Dojde k odpojení elektromagnetických vstřikovačů, čímž řídicí jednotka motoru ECU zabrání nastartování motoru. Následně měří dobu, kterou píst potřebuje pro překonání horní úvratě kompresního zdvihu. Rychlejší dosažení horní úvratě indikuje nižší kompresi ve spalovacím prostoru. Tolerance rozdílu v kompresním tlaku jednotlivých válců je maximálně 10 %.

Při kontrole je nutné splnit následující podmínky:

1. Zahřát motor na provozní teplotu (teplota chladicí kapaliny v rozmezí od 70 do 90 °C).
2. Zajistit traktor proti pohybu.
3. Pokud jsou v paměti závad načteny chybové kódy, odstranit jejich příčinu.
4. Napětí akumulátoru 12,2 V.
5. Provoznuschopný startér.
6. Dodržet bezpečnostní pokyny.

Postup elektronického testu komprese:

1. Klíč ve spínací skříňce v první poloze, kontrolky rozsvíceny.
2. Navázat komunikaci s ŘJ motoru.
3. V diagnostickém softwaru zvolit možnost „Test kompresního tlaku“.
4. Diagnostický software protáčí motor po dobu pěti sekund.
5. Test opakovat třikrát pro možné odchylky, dle programu SA.

2.3.2.3 Test výpadku válce

Test výpadku válce (viz obrázek č. 20) se využívá k identifikaci vadného válce při diagnostikování mechanické závady nebo závady s nepravidelným výskytem. Spočívá v umělém odpojení jednotlivých válců. Výsledek je orientační, spolu s elektronickým testem komprese a dalšími metodami tvoří článek k odhalení závady. V případě testu výpadku válce jde také o subjektivní posouzení kultivovaného projevu motoru po odpojení válce (PREZENTACE JD, 2017).



Obrázek č. 20 - Test výpadku válce

Při testu je nutné splnit následující podmínky:

1. Zahřát motor na provozní teplotu (teplota chladící kapaliny v rozmezí od 70 do 90 °C).
2. Zajistit traktor proti pohybu.
3. Pokud jsou v paměti závad chybové kódy, odstranit jejich příčinu.
4. Motor pracuje v nízkých otáčkách volnoběhu nebo v podmínkách, kdy se závada projevuje.
5. Dodržet bezpečnostní pokyny.

Postup testu výpadku činnosti válce:

1. Klíč v poloze ZAPNUTO, motor je nastartovaný.
2. Navázat komunikaci s ŘJ motoru.
3. V prostředí softwaru SA zvolit možnost „Test výpadku válce“.
4. Zvolit válec, který má být vyřazen z činnosti.
5. Sledovat v aktuálních hodnotách parametry motoru (otáčky motoru, zatížení motoru, tlak vzduchu v rozváděcí přírubě sání. Sledovat projev motoru subjektivní metodou (vibrace po odpojení válce).
6. Test opakovat alespoň třikrát, dle programu SA.

2.3.2.4 Vyčtení skutečných hodnot tlaku z vysokotlakého zásobníku

Postup vyčtení:

1. Propojit notebook a stroj prostřednictvím komunikačního modulu.
2. Klíč v poloze ZAPNUTO, motor je nastartovaný.
3. V softwaru SA vybrat možnost „skutečné hodnoty“.
4. Vybrat hodnotu „tlak ve vysokotlakém zásobníku“ požadovaný a skutečný, „hodnotu zatížení motoru“.
5. Odečíst hodnotu.
6. Konzistentní tlak má být nad hodnotou 20 MPa, nižší znamená problém a je nutné provést další diagnostické kroky dle programu SA.

2.3.2.5 Vyčtení dalších skutečných hodnot

Tuto funkci lze použít i jako doplnění paralelní diagnostiky například pro zjištění aktuální teploty chladící kapaliny.

Postup vyčtení:

1. Propojit notebook a stroj prostřednictvím komunikačního modulu.
2. Klíč v poloze ZAPNUTO, motor je nastartovaný.
3. V softwaru SA vybrat možnost „skutečné hodnoty“.
4. Vybrat hodnotu „teplota chladící kapaliny“.
5. Odečíst hodnotu.

2.3.3 Paralelní diagnostika

Prvním krokem bude otestování akumulátoru, na jehož stavu jsou závislé hodnoty při měření el. napětí na snímačích. Paralelní diagnostika bude probíhat na vybraných snímačích za pomoci digitálního multimetru. Paralelní diagnostika bude dále provedena na zkušební stolici diesellových čerpadel a vstřikovačů Hartridge CRi-PC v Autoservisu Čížek. Předmětem testu budou demontované vstřikovače výrobce Delphi. Přímou na vozidle bude změřen odpor vstřikovače a vstupní napětí na snímači tlaku v Railu, snímači vody v palivu, napětí a odpor na snímači teploty

chladící kapaliny atd. pomocí digitálního multimetru. Dále budou po demontáži žhavicích svíček změřeny kompresní tlaky ve válcích.

2.3.3.1 Měření napětí na akumulátoru bez zátěže

Diagnostické nástroje:

1. Zkoušečka akumulátorových baterií GYS TBP 100.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Demontovat kryt akumulátoru.
3. Zapalování v poloze VYPNUTO, motor vypnut.
4. Připojit červenou svorku testeru na kladný pól akumulátoru.
5. Připojit černou svorku na záporný pól akumulátoru.
6. Odečíst hodnotu z testeru.

2.3.3.2 Měření napětí akumulátoru při zátěži

Diagnostické nástroje:

1. Zkoušečka akumulátorových baterií GYS TBP 100.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Zapalování v poloze VYPNUTO, motor vypnut.
3. Demontovat kryt akumulátoru.
4. Připojit červenou svorku testeru na kladný pól akumulátoru.
5. Připojit černou svorku na záporný pól akumulátoru.
6. Stisknout tlačítko na testeru pro simulaci zátěže na dobu 5-10 s.
7. Sledovat pokles napětí.

2.3.3.3 Měření odporu vstřikovače

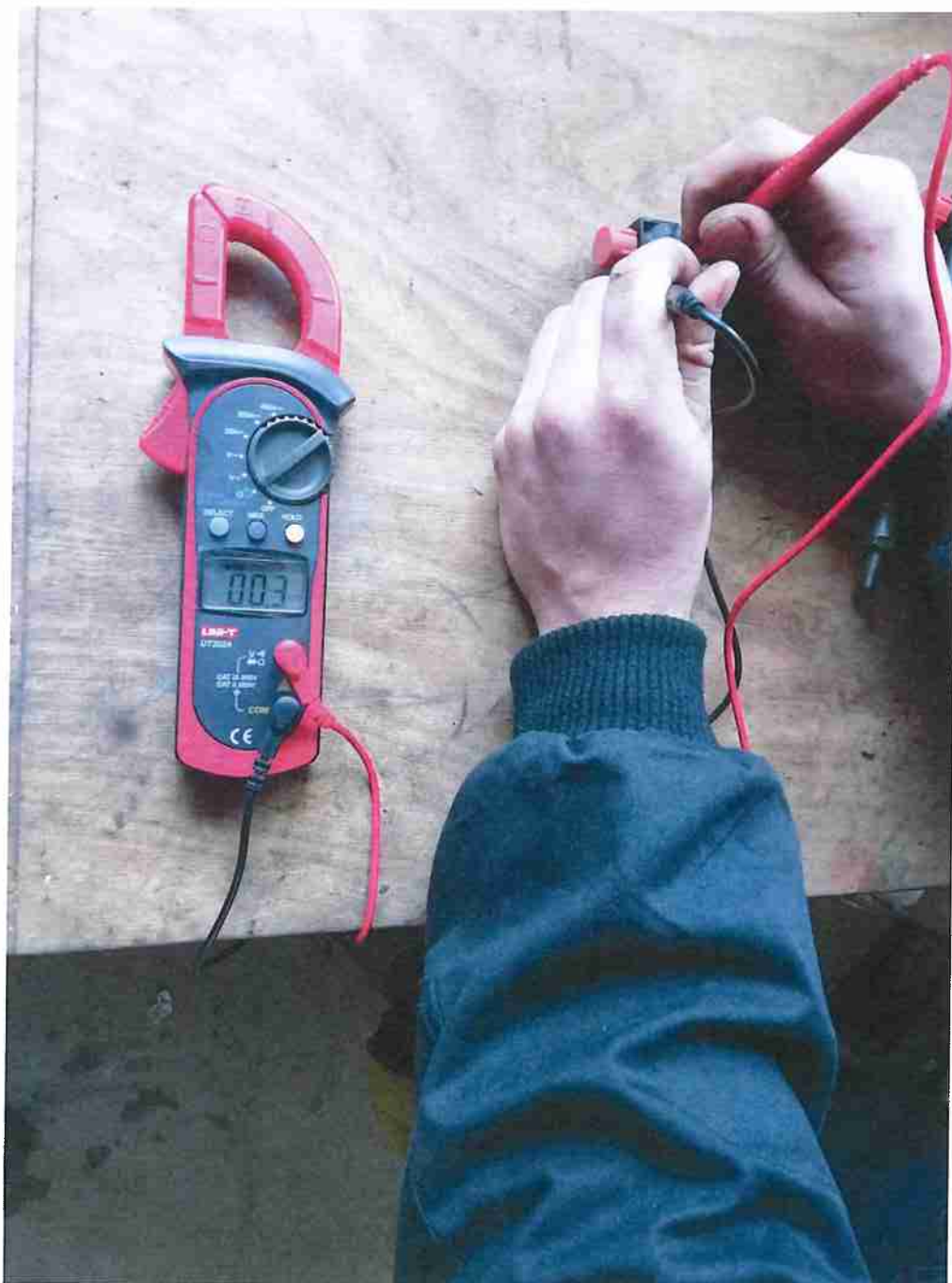
Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Zapalování v poloze VYPNUTO, motor vypnut.
3. Demontovat horní kryt motoru.
4. Demontovat víko ventilů.
5. Odpojit elektrické přípojky ke vstřikovačům.
6. Demontovat vstřikovače, lze měřit i na nedemontovaných vstřikovačích.
7. Na multimetru nastavit měření elektrického odporu.
8. Připojit hroty digitálního multimetru ke kontaktům vstřikovače.
9. Odečíst hodnotu (viz obrázek č. 21).

Odpor vstřikovače má být v rozmezí od 0,3 do 3,5 Ω , dle programu SA.



Obrázek č. 21 - Měření odporu vstřikovače

2.3.3.4 Měření vstupního napětí snímače tlaku v Rail

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Sejmout kryt Railu.

3. Na multimetru nastavit měření napětí.
4. Připojit kladnou svorku multimetru na pin č. 3 přívodního konektoru pomocí jehly, zápornou svorku připevnit na držák Railu, slouží jako ukostření.
5. Zapalování v poloze ZAPNUTO, motor vypnutý.
6. Odečíst hodnotu z multimetru.

2.3.3.5 Měření napětí snímače tlaku v Railu při volnoběžných otáčkách

Podmínky měření:

1. Akumulátor je v pořádku, napětí neklesne pod 12,2 V.

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.
2. Sériová diagnostika SA.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Sejmout kryt Railu.
3. Na multimetru nastavit měření napětí.
4. Připojit kladnou svorku multimetru na pin č. 2 přívodního konektoru pomocí jehly, zápornou svorku připevnit na držák Railu, slouží jako ukostření.
5. Zapalování v poloze ZAPNUTO, motor zapnutý.
6. Zahájit komunikaci s ŘJ pomocí SA, načíst blok skutečných hodnot – otáčky motoru, tlak ve vysokotlakém zásobníku.
7. Odečíst hodnotu z multimetru.

2.3.3.6 Měření el. napětí na přívodním konektoru měření hmotnosti nasávaného vzduchu

Měření napětí na snímači hmotnosti nasávaného vzduchu je nutno provést ve dvou krocích. V prvním je nutno změřit, zda je snímač napájen palubním napětím, pokud tak není, je nutno překontrolovat přívodní kabeláž. V druhém kroku je nutno zkontrolovat ovládací napětí snímače.

Podmínky měření:

1. Akumulátor je v pořádku, napětí neklesne pod 12,2 V.

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.

Postup měření:

1. Vozidlo zajistit proti pohybu.
2. Klíček v zapalování je v poloze ZAPNUTO, motor vypnutý.
3. Na multimetru nastavit měření napětí.
4. Odpojit 5pinový konektor na vzduchovém vedení mezi vzduchovým čističem a turbodmychadlem.
5. Připojit svorky multimetru na přívodní konektor, plusovou svorku na pin č. 2 (palubní napětí vozidla) a zápornou na pin č. 3 (ukostření, uzemnění).
6. Na multimetru odečíst hodnotu elektrického napětí.
7. Připojit kladnou svorku multimetru na pin č. 4 a zápornou na pin číslo 3.
8. Odečíst hodnotu z multimetru.

2.3.3.7 Měření odporu snímače teploty chladící kapaliny

S rostoucí teplotou klesá hodnota odporu snímače, pro potvrzení byly provedeny dvě měření při teplotách chladící kapaliny 65 °C a 85 °C. Hodnota teploty chladící kapaliny byla zjištěna ve skutečných hodnotách v diagnostickém programu SA.

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.
2. Teplota chladící kapaliny 65 °C, při druhém měření 85 °C.

Postup měření:

1. Vozidlo zabezpečit proti pohybu.
2. Klíček ve spínací skříňce je v poloze VYPNUTO.
3. Na multimetru nastavit měření el. odporu.
4. Odpojit 2pinový konektor snímače chladící kapaliny. Při demontáži snímače a jeho měření mimo vozidlo je nutno vypustit chladící kapalinu při splnění podmínky, že je motor studený, aby nedošlo k opaření chladící kapalinou.
5. Svorky multimetru připojit na pin č. 1 a 2 snímače teploty chladící kapaliny.
6. Odečíst naměřenou hodnotu z multimetru.

2.3.3.8 Měření odporu snímače otáček/polohy vačkového hřídele**Diagnostické nástroje:**

1. Digitální multimetr.

Postup měření

1. Vozidlo je zabezpečeno proti pohybu.
2. Klíček ve spínací skříňce je v poloze VYPNUTO.
3. Demontáž horního krytu motoru.
4. Na multimetru nastavit měření el. odporu.
5. Odpojit 3pinový konektor snímače polohy vačkového hřídele.
6. Připojit svorky multimetru na pin č. 1 a 3 snímače.
7. Na multimetru odečíst hodnotu el. odporu.

2.3.3.9 Měření vstupního napětí snímače vody v palivu

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.

Postup měření:

1. Odpojit 2pinového konektoru snímače.
2. Zapalování v poloze ZAPNUTO, motor vypnutý.
3. Na multimetru nastavit měření napětí.
4. Připojit kladnou svorku multimetru na pin č. 1 přívodního konektoru, zápornou svorku připevnit na vodivou část podvozku nebo držák čističe.
5. Odečíst hodnotu multimetru.

2.3.3.10 Měření odporu snímače množství nasávaného vzduchu

Diagnostické nástroje:

1. Digitální multimetr.

Postup měření:

1. Vozidlo zajištěno proti pohybu.
2. Klíč ve spínací skřínce v poloze VYPNUTO.
3. Odpojení 5pinového konektoru na vzduchovém vedení mezi vzduchovým čističem a turbodmyčadlem.
4. Na multimetru nastavit měření el. odporu.
5. Připojit konektory multimetru na pin č. 3 a 5.
6. Odečíst z multimetru hodnotu el. odporu.

2.3.3.11 Měření kompresního tlaku

Kompresní tlak je doporučeno měřit na studeném motoru. Zahřátý, nenastartovaný motor během testování chladne, proto by mohl být rozdíl v teplotách, a tudíž i v tlaku mezi prvním a šestým měřeným válcem.

Diagnostické nástroje:

1. Kompresimetr JDM-59.
2. Diagnostický program SA.

Postup měření:

1. Vozidlo je zabezpečeno proti pohybu.
2. Sejmutí krytu motoru.
3. Odpojení dodávky paliva.
4. Demontáž žhavicích svíček.
5. Vybrání vhodné propojky se shodným závitem jako na žhavicí svíčce.
6. Montáž tlakoměru na motor.
7. Protáčet motor po dobu, dokud ručička tlakoměru již nestoupá.
8. Odečíst maximální hodnotu tlaku v daném měření a porovnat ji s ostatními válci.

2.3.3.12 Příprava měření a měření na zkušební stolici

1. Vstřikovač je nutné upevnit do zkušební stolice. Vsunout do kolejnic, které zamezují jeho axiálnímu posuvu. Ze strany vstřikovací trysky je nasunout aretační věnec, který zamezuje vstřikovači v radiálním pohybu a odvádí vstřikované množství paliva.
2. Na přívod paliva na vstřikovači připevnit vysokotlakou trubku vedoucí z vysokotlakého zásobníku.
3. Na elektrickou přípojku připojit konektor. V případě testovaných vstřikovačů Delphi je nutná redukce.
4. Připevnit plastové trubky odvádějící přebytečné palivo na přepadu.
5. Uzavřít bezpečnostní kryt zkušební stolice.
6. V softwaru výběr testovaného vstřikovače.
7. Zvolení požadovaných testů (software nabízí obsluhu jednotlivé kroky).

Ke zjištění stavu vstřikovače budou provedeny tři testy na každém vstřikovači:

1. **VL Test** – tento test simuluje stav, kdy je vstřikovač v plném zatížení, doba otevření je dlouhá, větší než 1 400 μ s. Tlak ve vysokotlakém zásobníku je 160 MPa. Tolerance vstřikovaného množství paliva je v rozsahu 70,00 \pm 3,00 ml. Množství paliva vracející se přepadem zpět do nádrže je 30,00 \pm 20,00 ml. Hodnoty dle programu „MAGMAH PLUS“ na zkušební stolici.
2. **LL Test** – tento test se také označuje jako test „nečinného množství“, množství dávky paliva a doba vstřiku je nižší, než u volnoběžných otáček motoru. Doba otevření vstřikovací jehly je v rozmezí od 300 do 400 μ s. Tlak ve vysokotlakém zásobníku je 30 MPa. Předepsané vstřikované množství je 6,50 \pm 1,00 ml. Na přepadech je předepsáno 0,00 \pm 0,00 ml. Hodnoty dle programu „MAGMAH PLUS“ na zkušební stolici.
3. **VE Test** – tento test představuje test úvodního (pilotního) vstřiku. Je zde velmi krátká doba otevření, menší než 270 μ s. Ověřuje se tím schopnost vstřikovače důsledně dodávat palivo i v rychlých změnách provozních podmínek. Tlak ve vysokotlakém zásobníku je 80 MPa. Předepsané množství paliva v úvodním vstřiku 1,30 \pm 0,60 ml. Množství vracející se zpět do nízkotlaké části je 0,00 \pm 0,00 ml. Hodnoty dle programu „MAGMAH PLUS“ na zkušební stolici.

3. Cíl práce

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

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

V práci se zaměřím na:

1. Popis používaných diagnostických systémů pro palivové soustavy.
2. Provedení konkrétní diagnostiky.
3. Porovnání zjištěných a naměřené výsledky s doporučeními výrobce případně direktivou EU.
4. Odpovím na otázky z cíle této práce.
5. Výsledky vyhodnotím.
6. Uvedu závěry pro praxi.

4. Výsledky

4.1 Výsledky subjektivní kontroly

Subjektivní kontrolou, zhodnocením vizuální stránky palivové soustavy, nebyla zjištěna žádná závada. Na palivové nádrži nebylo shledáno žádné mechanické poškození ani mastné stopy po palivu. K rámu stroje byla nádrž připevněna originálním způsobem a pohmatem nebyla zjištěna žádná vůle, jež by mohla způsobit následné poškození nádrže. Na nízkotlakém palivovém potrubí nebyly zjištěny stopy po mechanickém poškození, ani únik ve spojích mezi palivovou nádrží a podávacím čerpadlem s palivovým čističem. Palivový čistič byl, na základě předchozích zkušeností a s blížícím se servisním intervalem, vyměněn za nový a zalit čerstvou naftou. Taktéž bylo vyměněno pryžové těsnění čističe. Vizuální kontrola vysokotlaké části palivového systému nezjistila žádný únik paliva. Z hlediska vizuální subjektivní kontroly je palivový systém v pořádku.

Při demontování krytu motoru a provádění objektivní diagnostiky byla slyšitelná netěsnost jednoho z válců kolem vstřikovače. Řešením byla výměna měděných podložek pod vstřikovači.

4.2 Výsledky sériové diagnostiky pomocí SA

Navázání komunikace s ŘJ stroje pro další diagnostické operace proběhlo v pořádku bez časových prodlev.

4.2.1 Vyčtení paměti závad

Vyčtením paměti závad byla zjištěna pouze jedna závada a to „sporadická“, jež se v paměti závad uložila z důvodu rozpojení konektoru snímače vody v palivu při výměně palivového čističe. Tato závada byla z paměti vymazána a po opětovném vyčtení se již nezobrazila.

Jelikož se závady ukládají do řídicí jednotky traktoru JD i po rozpojení konektoru, bylo nutno provést vyčtení paměti závad i po provedení paralelní diagnostiky, kde docházelo k rozpojení několika konektorů, a závady vymazat.

4.2.2 Výsledky elektronického testu komprese

Test komprese byl proveden celkem třikrát pro eliminaci možných odchylek. Vypočtené hodnoty testů jsou uvedeny v tabulce č. 3. Výsledek je v procentech a rozdíl by neměl být větší než 10 %. Hodnoty se však lišily v případě 1. a 4. válce až o 18 %. Výsledek je však pouze vypočtený a nelze se na něj plně spolehnout. Proto bylo rozhodnuto, pro ověření těchto hodnot, provést test testerem komprese, kde se na manometru objevily skutečné hodnoty a výsledek elektronického testu komprese byl vyvrácen (viz kapitola 4.3.13).

Tabulka č. 3 - Výsledek elektronického testu komprese

Válec č.	Relativní komprese [%]		
	Test č. 1	Test č. 2	Test č. 3
1	87	82	83
2	94	97	89
3	92	98	95
4	100	100	100
5	90	87	96
6	91	88	100

4.2.3 Test výpadku válce

Při odpojování jednotlivých válců docházelo ke změnám v otáčkách motoru. Při odpojení jednotlivých válců nebyl znatelný rozdíl v kultivovanosti chodu motoru. Tato funkce slouží pro subjektivní kontrolu projevu motoru.

4.2.4 Vyčtení skutečných hodnot tlaku z vysokotlakého zásobníku

Hodnota tlaku ve vysokotlakém zásobníku (viz obrázek č. 22) byla měřena při volnoběžných otáčkách 845 ot.min^{-1} , tlak činil 35,8 MPa a odpovídal tak tlaku požadovanému.

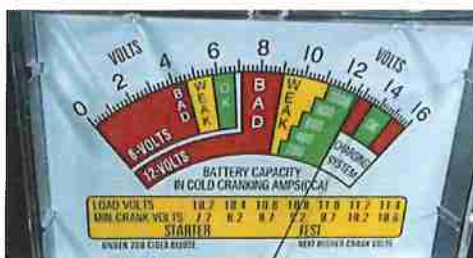
Name +	Value	Unit	Low	High	Controller
Tlak ve vysokotlakém zásobníku – pož...	36.0	MPa	30.0	120.6	ECU
Tlak ve vysokotlakém zásobníku – skut...	35.8	MPa	0.0	127.8	ECU
Zatížení motoru při okamžitých otáčkách	11.0	%	0.0	75.0	ECU

Obrázek č. 22 - Vyčtení skutečné hodnoty tlaku

4.3 Výsledky paralelní diagnostiky

4.3.1 Výsledek měření napětí na akumulátoru bez zátěže

Na akumulátoru bylo naměřeno napětí o velikosti 12,9 V (viz obrázek č. 23). Tato hodnota je v pořádku, akumulátor je v pořádku a není nutno ho dobíjet.



Obrázek č. 23 - Měření napětí na akumulátoru v klidu

4.3.2 Měření napětí na akumulátoru při zátěži

Při zátěži hodnota napětí neklesla pod 9 V (viz obrázek č. 24). Hodnota napětí akumulátoru se pohybovala v rozmezí 10,2–10,3 V. Akumulátor je v pořádku.



Obrázek č. 24 - Test akumulátoru při zátěži

4.3.3 Měření vstupního napětí snímače tlaku v Railu

Vstupní napětí na snímači tlaku ve vysokotlakém zásobníku bylo naměřeno 4,96 V. Dle manuálu v SA má být napájecí napětí o velikosti od 4,8 V do 5,2 V. Napětí je v pořádku.

4.3.4 Měření napětí snímače tlaku paliva při volnoběžných otáčkách

Volnoběžné otáčky kolísaly v rozmezí od 845 ot.min⁻¹ do 855 ot.min⁻¹, napětí při těchto otáčkách bylo naměřeno v rozmezí od 1,32 do 1,42 V. Dle předepsaných hodnot výrobce je tolerance při volnoběžných otáčkách od 1,1 do 1,5 V.

4.3.5 Měření el. napětí na přívodním konektoru měření hmotnosti nasávaného vzduchu

Při zapojení na 2. a 3. pin bylo na multimetru naměřeno napětí o velikosti 12,1 V, tolerance je v mezích od 11,5 až 14,5 V. Při měření ovládacího napětí na pinech č. 3 a 4 byla naměřena hodnota 5 V. Obě hodnoty jsou v pořádku.

4.3.6 Hodnota odporu elektromagnetického vstřikovače Delphi

Odpor by měřen na demontovaném vstřikovači. Odpor vstřikovačů při teplotě prostředí 16 °C je zaznamenán v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 - Odpor vstřikovačů

Vstřikovač č:	Odpor [Ω]
1.	0,7
2.	0,3
3.	0,3
4.	0,3
5.	0,4
6.	0,5

Odpor vstřikovačů má být v mezích od 0,3 Ω do 3,5 Ω , uvedené odpory jsou v pořádku.

4.3.7 Měření odporu snímače množství nasávaného vzduchu

Odpor snímače množství nasávaného vzduchu byl naměřen v hodnotě 2320 Ω . Tolerance je 2 500 $\Omega \pm 700 \Omega$. Hodnota odporu je v toleranci.

4.3.8 Výsledek měření odporu snímače teploty chladicí kapaliny

V tabulce č. 5 vidíme hodnoty elektrického odporu. Teplota chladicí kapaliny byla vyčtena ze skutečných hodnot sériové diagnostiky SA. Se vzrůstající teplotou klesá hodnota odporu.

Tabulka č. 5 - Hodnoty elektrického odporu

Teplota chladicí kapaliny [°C]	Odpor [Ω]
65	520
85	280

4.3.9 Měření odporu snímače otáček/polohy vačkového hřídele

Na snímači otáček vačkového hřídele byla naměřena hodnota 690 Ω , což splňuje toleranci 450 až 900 Ω .

4.3.10 Měření vstupního napětí snímače vody v palivu

Na snímači bylo naměřeno napětí o velikosti 4,99 V, dle manuálu je tato hodnota v pořádku. Tolerance je v mezích od 4,90 - 5,10 V.

4.3.11 Výsledek měření kompresního tlaku motoru

Test komprese (viz obrázek č. 25) neodhalil žádné rozdíly v tlacích mezi jednotlivými válci. Naměřená hodnota byla o velikosti 1,9 MPa. Rozdíl mezi jednotlivými válci byl max 0,2 MPa, přičemž maximální rozdíl udávaný výrobcem je 0,5 MPa. Předepsaná hodnota pro nový motor je 2,1 MPa, naměřená hodnota odpovídá opotřebení.



Obrázek č. 25 - Naměřený tlak na 1. válci

4.3.12 Testování vstřikovačů Delphi

Testováno bylo šest vstřikovačů, předepsané podmínky splnily pouze dva – viz tabulka č. 6, 7 a 8. Doporučeným postupem je repase čtyř vadných vstřikovačů.

Tabulka č. 6 - výsledky VL testu

Vstřikovač č.	Tlak v Railu [MPa]	Doba otevření vstřikovače [μs]	Vstřikované množství předepsané/skutečné [ml]	Množství na přepadech předepsané/skutečné [ml]
1	160	1000	70/67,99	30/15,11
2	160	1000	70/68,93	30/15,11
3	160	1000	70/68,92	30/15,11
4	160	1000	70/71,99	30/16,11
5	160	1000	70/71,85	30/16,11
6	160	1000	70/71,12	30/16,11

Tabulka č. 7 – výsledky LL testu

Vstřikovač č.	Tlak v Railu [MPa]	Doba otevření vstřikovače [μs]	Vstřikované množství předepsané/skutečné [ml]	Množství na přepadech předepsané/skutečné [ml]
1	30	750	6,50/7,00	0/0,10
2	30	750	6,50/6,57	0/0,10
3	30	750	6,50/6,95	0/0,10
4	30	750	6,50/6,55	0/0,10
5	30	750	6,50/5,95	0/0
6	30	750	6,50/6,21	0/0

Tabulka č. 8 - výsledek VE testu

Vstřikovač č.	Tlak v Railu [MPa]	Doba otevření vstřikovače [μs]	Vstřikované množství předepsané/skutečné [ml]	Množství na přepadech předepsané/skutečné [ml]
1	80	330	1,30/1,04	0/0,09
2	80	330	1,30/1,22	0/0,09
3	80	330	1,30/1,12	0/0,09
4	80	330	1,30/1,24	0/0,09
5	80	330	1,30/1,27	0/0,00
6	80	330	1,30/1,28	0/0,00

Z tabulek dále vyplývá, že při dvou měřeních bylo množství přebytečného paliva na přepadech větší než předepsané, a to v případě hned čtyř vstřikovačů. To je způsobeno opotřebením kuličkového ventilu, který je v sedle nedostatečně těsný. Díky tomu trvalo vysokotlakému čerpadlu systému CR déle, než vytvoří požadovaný tlak a startování motoru tak trvalo déle.

5. Diskuse

5.1 Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognóz?

Ano. Značková sériová diagnostika SA společnosti JD je v kombinaci s nástroji pro paralelní diagnostiku, pro jejichž použití obsahuje podrobné návody a předepsané hodnoty, dostačující kombinací pro určení prognóz.

SA poskytuje oproti neoriginálnímu diagnostickému systému, například od společnosti TEXA, řadu funkcí, jako např. přizpůsobení řídicí jednotky mechanickému stavu, čímž si výrobce zachovává dominantní postavení, neboť většinu složitějších oprav a diagnostických procesů zvládne pouze vyškolená obsluha v autorizovaném servisním středisku.

Pomocí sériové diagnostiky SA je proškolená obsluha schopna odhalit většinu běžných závad na strojích. Jedná se o prvotní, bezdemontážní kroky k odhalení závad. Lze tak posoudit možné chybové kódy uložené v paměti závad, vyloučit nesprávnou funkci čidel načtením bloku skutečných hodnot nebo ověřit správnou funkci akčních členů jejich testem. Tato kontrola závadu ne vždy odhalí úplně, ale alespoň navede k možné příčině, kdy následuje kontrola paralelní diagnostikou, kde je již nutné určité části motoru demontovat, aby bylo možné se připojit na testovanou součást například multimetrem.

Multimetrem lze přeměřit základní veličiny na čidlech nebo elektricky ovládaných akčních členech. Dle sdělení pana Matáska z Agrozet České Budějovice je multimetr pro posouzení stavu dostačující diagnostický nástroj a měření elektrických veličin v čase osciloskopem se v servisních střediscích JD neprovede. Časově a na obsluhu méně náročná je výměna čidla, kde je podezření na špatnou funkci, za čidlo funkční, čímž se ověří funkčnost původního čidla.

Při měření kompresních tlaků lze použít prakticky jakýkoli manometr s rozsahem pro tlak vznětového motoru. Zde je důležité těsné připojení do otvoru po žhavicí svíče, a tedy vhodná propojka.

Testovací stolice vstřikovačů Hartridge CRi-PC v kombinaci se softwarem „MAGMAH PLUS“ poskytne přesně naměřené hodnoty v různých režimech provozu vstřikovače a obsluze nabídne předepsané hodnoty pro porovnání.

5.2 Je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu?

Ano. V případě sériové diagnostiky se servisní středisko JD bez programu SA prakticky neobejde a nezajistilo by plnohodnotnou podporu pro stroje, které většinou samo prodalo. Náhradou, avšak s absencí některých diagnostických funkcí a servisních dat, je Navigator TXTs od společnosti TEXA, pro běžný servis a odhalení závad je dostačující. V tabulce č. 9 nalezneme pořizovací ceny pro porovnání originální a neoriginální diagnostiky. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Tabulka č. 9 - Pořizovací ceny diagnostických softwarů a příslušenství

Název:	Pořizovací cena [Kč]
SA licence	cca 250 000.rok ⁻¹
9pinová zástrčka JD	cca 55 920
TEXA Navigator TXTs	143 900
9pinová zástrčka JD – Sada pro zemědělské stroje	33 000
Licence TEXPACK AGRI	10 700

Zdroj: <https://www.autokelly.cz/Catalog/vse-pro-dilnu-servis-diagnostika-zemedelske-a-stavebni-stroje/39051195;40133824;43717476>, („staženo dne: 10. 2. 2019“) a

<https://www.epcatalogs.com/John-Deere-Diagnostic-Kit-EDL-EDL-v2-diagnostic-adapter/>, („staženo dne: 10. 2. 2019“)

Pořizovací cena digitálního multimetru a manometru pro měření komprese je v porovnání s dalšími diagnostickými přístroji zanedbatelná položka. Porovnání pořizovacích cen s dalšími výrobci těchto zařízení je v tabulce č. 10. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Tabulka č. 10 - Pořizovací ceny digitálních multimetrů

Název	Pořizovací cena [Kč]
UNI-T UT202A	640
Upínací multimetr LIMIT 20	1 042
FA 712A - KLEŠŤOVÝ MULTIMETR	13 312

Zdroj: <https://www.autokelly.cz/HomePage/Workshop>, („staženo dne: 12. 2. 2019“)

Tabulka č. 11 - Pořizovací ceny testerů kompresních tlaků

Název	Pořizovací cena [Kč]
JDM-59	3 588
QUATROS QS30196	1 206

Zdroj: https://www.mojedilna.cz/kompresiometr-tester-komprese-diesel-16-kusu-quatros-qs30196?gclid=CjwKCAjwm-fkBRBBEiwA966fZER_P5_0A53ePuKJExLOKeAUcfhCIP-ufD4rBCnIVdhY4HVjuRdolhoCg_MQAvD_BwE, („staženo dne: 12. 2. 2019“)

https://www.gciron.com/MultiQuip_Parts_JDM59_Gauge_Compression_p/jdm59.htm, („staženo dne: 12. 2. 2019“)

Tabulka č. 12 - Porovnání cen zkušebních stolic

Název	Pořizovací cena [Kč]
Hartridge CRI-PC 1-linka	1 188 000
1 LINE CABLE KIT - DELPHI DFI 1.5	10 371
Licence s daty	9 262.rok ⁻¹
BOSCH EPS 205	662 000
Test Data	7 800.rok ⁻¹
Příslušenství pro DELPHI	Nezjištěno

Zdroj: <https://www.autokelly.cz/Catalog/vse-pro-dilnu-servis-testovani-mereni-nabijeni-diesel-program/39051195;40133694;41851733>, („staženo dne: 15. 2. 2019“)

5.3 Vyhodnocení výsledků a stanovení prognózy

Diagnosticke úkony byly provedeny na traktoru JD 7830, který je provozován zemědělským družstvem v obci Temelín v Jihočeském kraji. Traktor je v celoročním provozu jak pro účely živočišné, tak rostlinné produkce.

Naměřené hodnoty a výsledky testů přímo na stroji byly s výjimkou elektronického testu komprese v pořádku dle předepsaných hodnot výrobce. Jelikož se v případě elektronického testu komprese jedná pouze o orientační hodnotu, kterou lze brát pouze jako vodítko, byl proveden skutečný test komprese, který žádný problém v těsnosti spalovacího prostoru neodhalil.

Závada byla odhalena na demontovaných vstřikovačích prostřednictvím zkušební stolice Hartridge CRi-PC, kdy ze šesti vstřikovačů odpovídaly předepsaným parametrům pouze dva vstřikovače.

5.3.1 Prognóza

Po repasi zmíněných vstřikovačů, výměně palivových čističů a tankování kvalitní motorové nafty lze předpokládat bezporuchovou činnost palivové soustavy CR minimálně po dobu 500 Mth provozu traktoru, kdy je naplánována preventivní servisní prohlídka, včetně výměny palivového čističe, dle plánu údržby v SA. Při tomto počtu vadných vstřikovačů v případě šestiválcového motoru doporučuji otestovat funkci vysokotlakého palivového čerpadla, které může vlivem opotřebení zanášet drobnými šponami vstřikovače, což zapříčiní opětovnou poruchu na vstřikovačích. V takovém případě se neuznává záruka na repasi vstřikovače.

Rizikem pro palivový systém je nekvalitní motorová nafta, případně mechanické poškození některé části vlivem opotřebení. Rizikové v tomto případě může být vysokotlaké palivové čerpadlo. Samozřejmě, vlivem určitého stáří stroje, nelze na 100 % vyloučit bezporuchový chod celého stroje.

Závěr

Tato práce popisovala problematiku vysokotlakého vstříkovacího systému s tlakovým zásobníkem CR na vznětovém motoru. V literární části byla nejprve detailně popsána celá soustava a princip činnosti jednotlivých akčních členů a snímačů. Závěrem této části byly zmíněny výhody tohoto systému zejména s ohledem na snižování hodnot emisí výfukových plynů. Pro představu čtenáře byly následně popsány jednotlivé emisní normy pro zemědělskou techniku a přepokládán výhled do budoucna. V další části byly popsány principy subjektivní a objektivní diagnostiky. Závěrem literární části byl popsán originální diagnostický software společnosti JD určený pro autorizovaná servisní střediska a jeho funkce a způsoby využití. V této části byl zmíněn i telekomunikační systém JDLink společnosti JD, který podává informace o provozu a režimech jízdy stroje a lze ho brát v úvahu při hledání dat pro určení prognóz. Dále navazoval popis diagnostických přístrojů pro účely paralelní diagnostiky.

Následovalo uvedení cílů práce a metodika provedení diagnostických operací. V první části kapitoly, jež se zabývala metodikou diagnostiky, bylo popsáno, jak postupovat při subjektivní kontrole soustavy palivového systému. Následovala metodika navázání komunikace s řídicí jednotkou a vybrané úkony, které umožňuje sériová diagnostika. Zde byla využita originální diagnostika SA, jež byla popsána v literární části. Následně byl popsán postup kontroly pomocí paralelních diagnostických přístrojů a závěrem metodický postup měření parametrů vstříkovacích jednotek CR na zkušební stolici Hartridge CRi-PC v Autoservisu Čížek v Českých Budějovicích.

V závěrečné části práce jsou popsány výsledky provedených diagnostických metod, porovnání naměřených údajů s předepsanými hodnotami. Z výsledků je patrné, že zvolený diagnostický postup je vhodný pro stanovení prognóz. V tomto případě lze říci, že v praxi by pro daný účel posloužil stejně dobře i neoriginální diagnostický program značky TEXA, který sice vychází z ekonomického pohledu výhodněji, ale nedisponuje pokročilými funkcemi pro zajištění komplexního servisu traktorů JD. Proto je odpověď na otázku z cíle práce, zda je použitý systém vhodný z ekonomického pohledu, kladná.

Přínosem této práce je podrobné seznámení čtenáře s vysokotlakým palivovým systémem CR a popis diagnostických metod a přístrojů, kdy i přes převratný vývoj vědy a techniky nelze předpokládat, že by došlo k hromadnému nahrazení vznětového motoru alternativním typem pohonu. Diagnostika poruch vznětového motoru a následné odstraňování zjištěných závad bude tudíž i nadále aktuální problematikou.

Přínosem této práce pro praxi je seznámení s vhodným diagnostickým postupem při využití účelných diagnostických přístrojů u reálné závady na traktoru JD. Dalším přínosem je vypracování návrhu na odstranění závady a doporučení pro zajištění bezporuchového provozu do budoucna, které by zamezilo možným finančním ztrátám při výpadku stroje z provozu.

Seznam použité literatury

- BAUER F. (2013). *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6
- JAN Z. a ŽDÁNSKÝ B. (2010). *Automobily IV – Příslušenství*. 3. vyd. Brno: Avid. 313 s. ISBN 978-80-87143-16-2
- BAUER H. (2004). *Diesel-engine management: [systems and components] : new: unit pump/unit injector*. 3. ed., completely rev. and extended.. Plochingen: Robert Bosch. Automotive technology. 499 s. ISBN 1-86058-435-7.
- BOSCH R. (2005). *Diesel-engine management*. 4th ed., completely rev. and extended. Chichester: Wiley. 504 s. ISBN 0470026898.
- ČUPERA J. a P. ŠTĚRBA (2007). *Automobily*. Brno: Avid. 195 s. ISBN 978-80-903671-9-7.
- DOLAN A. (2015): *Diagnostika a servis zemědělských strojů – interní učební text*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 65 s.
- GSCHEIDLE R. (2002). *Příručka pro automechanika*. 2. uprav. vyd. Praha: Sobotáles. 652 s. ISBN 80-85920-83-2.
- GAUDER B., ISENBURG R., KAISER J., KULL H. a ULRICH A. (1999). *Systém vstříkování nafty s tlakovým zásobníkem Common Rail*. Praha: Robert Bosch. Elektronické řízení vznětových motorů. 56 s. ISBN 80-902585-6-5.
- ČUPERA J., FAJMAN M. a ŠMERDA T. (2013). *Vznětové motory vozidel: biopaliva, emise, traktory*. Brno: Computer Press. 112 s. ISBN 978-80-264-0160-5.
- ŠTĚRBA P. (2013). *Elektronika a elektrotechnika motorových vozidel: seřizování, diagnostika závad a chybové kódy OBD*. Brno: CPress. 192 s. ISBN 978-80-264-0271-8.
- VLK F. (2006). *Diagnostika motorových vozidel: [diagnostické testery, motortestery, brzdové soustavy, geometrie řízení, tlumiče, kontrola podvozku, diagnostické linky]*. Brno: František Vlk. 444 s. ISBN 80-239-7064-X.
- VLK F. (2001). *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. Brno: Vlk. 576 s. ISBN 80-238-6573-0.

Internetové zdroje:

<https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>, „staženo dne: 21. 1. 2018“

http://www.danhel.cz/files/product/john_deere_8r_8rt_tieriv.pdf, „staženo dne: 11. 01. 2019“

<https://www.deere.com/en/engines-and-drivetrain/stage-v/>, „staženo dne: 20. 01. 2019“

<https://www.deere.com/en/engines-and-drivetrain/final-tier-4/>, „staženo dne: 02. 01. 2019“

<http://www.harvequip.com/new-products/john-deere/agriculture/precision-ag-technology/Data-Management/JDLink-Satellite-Modem>, „staženo dne: 21. 01. 2019“

<https://www.autokelly.cz/Catalog/vse-pro-dilnu-servis-dagnostika-zemedelske-a-stavebni-stroje/39051195;40133824;43717476>, „staženo dne: 10. 2. 2019“

<https://www.epcatalogs.com/John-Deere-Diagnostic-Kit-EDL-EDL-v2-diagnostic-adapter/>, „staženo dne: 10. 2. 2019“

<https://www.autokelly.cz/HomePage/Workshop>, „staženo dne: 12. 2. 2019“

https://www.mojedilna.cz/kompresiometr-tester-komprese-diesel-16-kusu-quatros-qs30196?gclid=CjwKCAjwm-fkBRBBEiwA966fZER_P5_0A53ePuKJExLOKeAUcfhCIP-ufD4rBCnIVdhY4HVjuRdolhoCg_MQAvD_BwE, „staženo dne: 12. 2. 2019“

https://www.gciron.com/MultiQuip_Parts_JDM59_Gauge_Compression_p/jdm59.htm, „staženo dne: 12. 2. 2019“

<https://www.autokelly.cz/Catalog/vse-pro-dilnu-servis-testovani-mereni-nabijeni-diesel-program/39051195;40133694;41851733>, „staženo dne: 15. 2. 2019“

Ostatní zdroje:

Magmah plus (MH-i-01AS) (software)

Prezentace JD – školení servisních techniků a obsluh (2017)

Service Advisor (04.2.006) (software)

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Palivový systém vstřikovacího systému Common Rail (Bosch).....	13
Obrázek č. 2 - Palivový čistič se snímačem obsahu vody v palivu.....	15
Obrázek č. 3 - Podélný řez vysokotlakým čerpadlem.....	17
Obrázek č. 4 - Příčný řez vysokotlakým čerpadlem	18
Obrázek č. 5 - Regulátor tlaku paliva.....	19
Obrázek č. 6 - Vysokotlaký zásobník paliva (Rail)	20
Obrázek č. 7 - Tlakový pojistný ventil.....	21
Obrázek č. 8 - Snímač tlaku paliva	21
Obrázek č. 9 - Omezovač průtoku.....	22
Obrázek č. 10 - Otevřený a uzavřený vstřikovač	24
Obrázek č.11 - Hardware seriové diagnostiky Service Advisor.....	31
Obrázek č. 12 - JDLink jednotka	35
Obrázek č. 13 - John Deere 7830	36
Obrázek č. 14 - Připojení vstřikovače na stoliici Hartridge CRi-PC	38
Obrázek č. 15 - Hartridge CRi-PC	39
Obrázek č. 16 - Klešťový multimetr UNI-T UT202A	40
Obrázek č. 17 - Zátěžový tester GYS TBP 100	41
Obrázek č. 18 - Diagnostická zásuvka JD.....	43
Obrázek č. 19 - Vyčtení paměti závad v programu SA.....	43
Obrázek č. 20 - Test výpadku válce	45
Obrázek č. 21 - Měření odporu vstřikovače.....	49
Obrázek č. 22 - Vyčtení skutečné hodnoty tlaku	59
Obrázek č. 23 - Měření napětí na akumulátoru v klidu.....	59
Obrázek č. 24 - Test akumulátoru při zátěži	59
Obrázek č. 25 - Naměřený tlak na 1. válci.....	61

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Evropské emisní hodnoty Stage.....	27
Tabulka č. 2 - Hodnocení akumulátoru bez zátěže	41
Tabulka č. 3 - Výsledek elektronického testu komprese.....	58
Tabulka č. 4 - Odpor vstříkovačů.....	60
Tabulka č. 5 - Hodnoty elektrického odporu	61
Tabulka č. 6 - výsledky VL testu	62
Tabulka č. 7 – výsledky LL testu	62
Tabulka č. 8 - výsledek VE testu	63
Tabulka č. 9 - Pořizovací ceny diagnostických softwarů a příslušenství.....	65
Tabulka č. 10 - Pořizovací ceny digitálních multimetrů	65
Tabulka č. 11 - Pořizovací ceny testerů kompresních tlaků.....	66
Tabulka č. 12 - Porovnání cen zkušebních stolic.....	66

Seznam zkratek

CR – Common Rail, palivový systém s vysokotlakým zásobníkem paliva

JD – John Deere

PM - Particulate matter, pevné částice

SRC - Selective Catalytic Reduction, Selektivní katalytická redukce

EGR – zpětný ventil recirkulace spalin

DPF – filtr pevných částic

SA – Service Advisor, diagnostický program

ECU – řídicí jednotka motoru

EDL – elektronický datový adaptér

ŘJ – řídicí jednotka

PD – sdružené vstřikovací jednotky

kW – kilowatt, jednotka výkonu

Ω – ohm, jednotka elektrického odporu

V – volt, jednotka elektrického napětí

MPa – megapascal

CO₂ - oxid uhličitý, chemická sloučenina

°C – stupně Celsia

HC - uhlovodíky, chemická sloučenina

CO - oxid uhelnatý, chemická sloučenina

CAN-BUS - Controller area network, sběrnice pro vnitřní komunikační síť
senzorů a funkčních jednotek v automobilu