



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

Diplomová práce

Vyhodnocení diagnostických signálů u traktorů Kubota

Autor práce: Bc. Jiří Bartoš

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

České Budějovice,
2023

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na diagnostiku traktorů značky Kubota. Zabývá se zjištěním konkrétní závady, její podrobnější diagnostikou a následnou opravou závad vzniklých při běžném používání těchto traktorů.

První část diplomové práce slouží k seznámení s různými diagnostickými systémy a historií diagnostiky. Druhá praktická část ukazuje konkrétní případy závad vzniklých ve firmách a u soukromých zemědělců zaměřených na různá odvětví.

Klíčová slova: Kubota, diagnostika, závady, traktor, oprava

Abstract

This thesis is focused on diagnostics of Kubota tractors. It deals with the detection of a specific defect, its more detailed diagnosis and the subsequent repair of defects arising during the normal use of these tractors.

The first part of the diploma thesis serves to familiarize with various diagnostic systems and the history of diagnostics. The second practical part shows specific cases of defects arising in companies and private farmers focused on various sectors.

Keywords: Kubota, diagnostics, defects, tractor, repair

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D., za odborné vedení mé diplomové práce, cenné připomínky a rady, jichž se mi dostalo.

Dále bych chtěl poděkovat firmě Liva Předslavice s.r.o., ve které byla praktická část této práce provedena.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Kubota corporation.....	8
1.2 Firma K.B.T. PROFTECH	8
1.3 Historie diagnostiky	8
1.4 Význam technické diagnostiky	8
1.5 Diagnostika motorových vozidel.....	10
1.6 Sériová diagnostika	10
1.6.1 Výhody komunikátorů s řídícími jednotkami	11
1.6.2 Nevýhody komunikátorů s řídícími jednotkami	12
1.7 Paralelní diagnostika	12
1.7.1 Metody paralelní diagnostiky.....	13
1.8 Diagnostika elektronických systémů motoru	13
1.9 Diagnostické metody	14
1.10 Subjektivní metody	14
1.11 Objektivní metody	15
1.12 Diagnostické systémy	15
1.13 Elektronické vybavení traktorů.....	15
1.14 Řídící jednotka.....	16
1.15 Vnitřní sériová diagnostika.....	16
2 Cíl práce	17
3 Metodika	18
4 Vlastní práce.....	24
4.1 Diagnostika brzdových čidel	24
4.2 Držák brzdových spínačů	25

4.3	Hydraulické čerpadlo	25
4.4	Snímače plnosti DPF filtru	27
4.5	Uložení svislých čepů.....	30
4.6	Solenoid na ovládání hydrauliky a uzávěrky diferenciálu	31
5	Diskuse.....	34
5.1	Diagnostika brzdových čidel	34
5.2	Držák brzdových spínačů	34
5.3	Hydraulické čerpadlo	35
5.4	Snímače plnosti DPF filtru	35
5.5	Uložení svislých čepů.....	35
5.6	Solenoid na ovládání hydrauliky a uzávěrky diferenciálu	36
	Závěr	37
	Seznam použité literatury.....	38
	Seznam obrázků	40
	Seznam tabulek	41

Úvod

V dnešní době je velmi diskutované téma zabývající se diagnostikou motorových vozidel. Dříve byla konstrukce traktorů řešena převážně mechanicky. Tudíž k diagnostice elektrických zařízení stačila většinou žárovková zkoušečka, případně multimetr a k mechanickým problémům zkušenosti techniků a jejich smysly.

S postupem času se do traktorů začaly montovat různé elektronické systémy například systém dopravy a vstřikování paliva, systém brzd vleků apod. Se stále přísnějšími emisními normami se do traktorů začaly montovat elektricky hlídané a ovládané filtry pevných částic a vstřikování AdBlue. Dbát se začalo také na komfort obsluhy traktoru a začaly se do traktorů montovat systémy zlepšující pohodlí.

V této době je nezbytnou výbavou každého zemědělského servisu počítačová diagnostika, která dokáže komunikovat s řídicími jednotkami traktoru, načíst paměť závad a umožňuje zobrazení požadovaných veličin, jako jsou například různé teploty, elektrické napětí apod.

Tato práce se zabývá diagnostikou traktorů značky Kubota, zjištěním závad při běžném používání těchto traktorů, způsobem přesnější diagnostiky a řešením těchto problémů.

1 Literární přehled

1.1 Kubota corporation

Společnost Kubota Corporation vznikla roku 1890 (Osaka, Japonsko). Nejprve se věnovala výrobě vodovodního potrubí, aby se zamezilo šíření infekčních nemocí. Nyní se Kubota Corporation zaměřuje hlavně na tyto 2 hlavní obchodní sektory: Sektor vody a životního prostředí (ventily, ponorné membránové filtry, ocelové trubky, čistírny odpadních vod, zařízení na zpracování a recyklaci pevných odpadů a odpadních vod atd.) a Sektor zemědělských a průmyslových strojů (stavební stroje, traktory, průmyslové dieselové motory, vybavení k úpravě terénu atd.). Ke společnosti Kubota Corporation patří také dceřiné a přidružené podniky vyrábějící nebo také uvádějící na trh výrobky, které lze koupit ve více jak 130 zemích světa (Kubota.cz, 2023a), (Kubota virtual museum, 2015).

Firma zahájila výrobu a dodávku kultivátorů pro zemědělce od roku 1947 (Strojní výroba pro zemědělství). Výroba samotných traktorů byla zahájena až v roce 1960, kdy si od této doby Kubota Corporation vytváří místo na vrcholu oboru a řadí se tak mezi hlavní světové dodavatele a výrobce zemědělské techniky. Nabídka společnosti se neustále rozšiřuje a inovuje. Do nabídky traktorů Kubota patří např. Traktory Kubota řady M7002, MGX-III, M5001, M5001N a M4002 (Agrocentrumzs, 2023a).

1.2 Firma K.B.T. PROFTECH

Firma K.B.T. PROFTECH byla založená v roce 2014 v Berouně. Tato firma se stala výhradním dovozcem zemědělských traktorů a komunální techniky japonské značky Kubota do České republiky. Díky vysoké kvalitě a spolehlivosti jsou produkty tohoto výrobce rozšířené po celém světě. Do Sortimentu firmy K.B.T PROFTECH jsou zahrnuty zemědělské traktory od 48,5 do 129 kW traktorové sekačky, univerzální sekačky, víceúčelová vozidla a od tohoto roku také nově i stroje pro setí, zpracování půdy, ochranu a výživu rostlin a sklizeň píce. Prodej a servis těchto strojů značky Kubota je zajišťován více než 30 dealery po celé České republice (Kubota.cz, 2023b).

1.3 Historie diagnostiky

Od doby, kdy se objevily první koňské povozy, po nichž následovala mechanická zařízení vyrobená z kovu, opraváři hledají nebo diagnostikují problémy. V té době i odborníci, kteří tyto stroje opravovali, občas narazili na problémy, jako bylo

přerušené parní vedení nebo poškozené kolo. Museli se tehdy spoléhat výhradně na své smysly. Když byly zkonstruovány první automobily se spalovacími motory, stalo se používání měřidel, přípravků nebo měřících přístrojů při opravách klíčovým, protože tyto stroje bylo třeba správně udržovat a seřizovat. Povinností mechanika je zajistit správnou funkci motoru automobilu, například kontrolou zapalovacích svíček a kontrolou předstihu, volnoběhu a vůle ventilů. Diagnostika historických automobilů a motocyklů byla mnohem jednodušší. Stačila trocha praxe, několik přípravků a nástrojů, a hlavně bystrý zrak a sluch. Tyto chyby se často týkaly rozvodu paliva, nabíjení nebo zapalování. Pokud mechanik objevil vadnou součástku, demontoval ji nebo vyměnil a vozidlo bylo opět provozuschopné. Postupem času vznikaly nové komponenty a automobily se zdokonalovaly. Například v roce 1887 představil Robert Bosch první magnetoelektrické zapalování. Výrazně zdokonalil konstrukci magnetoelektrického zapalování. Provedl důležitá vylepšení konstrukce magnetoelektrického zapalování. Opustil nízkonapěťovou magnetoelektrickou metodu zapalování ve prospěch dříve používaného způsobu s horkými trubicemi, který byl náchylný k explozivnímu požáru.

Princip Bochova magneta se stále používá v zapalovacích systémech spalovacích motorů. První analogové měřicí přístroje, které v podstatě představovaly odpor měřené cívky v ohmech na stupnici, začali opraváři používat. Technici pomocí těchto přístrojů lokalizovali problém a odstranili jej porovnáním odporu měřené součástky s hodnotou zdravé součástky. V této době byla většina oprav elektroinstalace čistě kosmetická. Ve většině případů stačila prohlídka elektroinstalace nebo v náročnějších situacích použití měřících přístrojů.

První vstřikovací zařízení pro vznětové motory, kterým bylo možné měnit rychlost vstřikování paliva a snižovat tak škodlivé emise, představil v roce 1927 také Robert Bosch. Pomocí různých čteček, testerů, multimetrů, osciloskopů nebo jiných diagnostických přístrojů se tyto elektronické pomůcky opravují dodnes. Rozhodujícími diagnostickými faktory se staly zejména vizuální a manuální kontrola stavu mechanických součástí, zkoumání elektrických a fyzikálních veličin (např. tlaku a teploty) a metody porovnávání s provozovaným strojem (např. spotřeba, porovnání naměřených hodnot, výkon, komprese atd.).

Další elektrické komponenty vytvořili inženýři společnosti Bosch pro spalovací motory, komfortní a bezpečnostní elektroniku a karoserie. Mezi vytvořené elektronické komponenty patřily Lambdasonda 1976, elektronická řídicí jednotka

motoru (Motronic) 1979, elektronický stabilizační systém (ESP) a systém ABS 1978. Tyto špičkové systémy lze diagnostikovat pomocí přístrojů připojených k palubnímu systému, který propojuje všechny řídicí jednotky v automobilu prostřednictvím diagnostického konektoru buď v motorovém prostoru, nebo pod přístrojovou deskou. To se provádí čtením chybových kódů, které byly uloženy do paměti. Tyto přístroje jsou dodávány s předinstalovaným poměrně drahým počítačovým softwarem a propojovacími kabely. Tento přístup pokrývá pouze zhruba 30 % všech zjištěných závad. Zbytek nahradí bližší měření provedená pomocí vícekanálového osciloskopu, voltmetru, digitálních testerů, ampérmetrů atd. Odborníci a znalí profesionálové využívají své mechanické a elektrotechnické znalosti. Autoservisy by měly nabízet informace o automobilech, jako jsou autodata (Workshop autodata). Pomocí těchto informací lze zjistit rozsah naměřených hodnot, hodnotu vadné součástky, jak otestovat správnou funkci součástky atd. kvalifikovaní odborníci na pracovišti, a také v katalogích (Bosch service, 2021).

1.4 Význam technické diagnostiky

Technická diagnostika patří mezi vědní obor zabývající se moderními postupy, které zjišťují vlastnosti, technický stav a parametry daného objektu. Diagnostika udává nestranné informace o provozním stavu zařízení, strojů, přístrojů a jiných systémů, eventuálně o nezbytnosti jejich údržby a průběhu doby života. Výsledky měření a zjištění mají za úkol porovnat hypotetické náklady na diagnostický systém spojený s jeho provozem a výši úspor, jež nastaly prodloužením doby života, snížením pravděpodobnosti havárie nebo snížením nákladů na náhradní díly. Tyto výsledky rozhodují o zařazení diagnostiky do běžného provozu. Technický stav zařízení se stále častěji zjišťuje bezdemontážními a nedestruktivními metodami, jelikož je kontrola stroje pomocí běžných montážních způsobů bez jeho odstavení z provozu v podstatě nemožná (Černohorský, 2003), (Machine dynamics, 2017).

1.5 Diagnostika motorových vozidel

Proces zjišťování funkčních nesprávností v systémech, komponentech nebo jejich příčin lze považovat za diagnostiku vozidla. Kontrolní technika, která umožňuje pohotově ověřit celkový technický stav vozidla, aniž by bylo nutné zkoumané prvky rozebírat a znovu montovat, je známá jako diagnostikos, což je řecký termín, který znamená "schopný zjistit". Opotřebením pohyblivých spojů a dílů, které již byly smontovány v montážním nebo výrobním závodě, se urychluje jakoukoli demontáž

a opětovnou montáží mechanických funkčních částí vozidla, které je třeba opravit. Vzhledem k tomu, že elektronická zařízení mají tak málo jiných diagnostických schopností, je to zásadní (Vémola, 2006).

1.6 Sériová diagnostika

Sériová diagnostika (interní) je postup připojení testeru k určité zásuvce ve vozidle za účelem komunikace s různými řídicími jednotkami (počítači) ve vozidle. Běžný automobil může mít třeba 60 elektronických součástí, jako jsou řídicí jednotky komfortních systémů, imobilizéry, řídicí jednotky motoru, AIRBAGy, ABS a řídicí jednotky. Je nezbytné mít na paměti, že řídicí jednotka nám poskytuje pouze informace, které se jí "nelíbí", a z předem naprogramovaných možností vybírá nejpravděpodobnější vysvětlení chyb. V důsledku toho je opět na autoelektrikáři nebo technikovi, aby se rozhodl, zda se bude problémem dále zabývat a přejde k paralelní diagnostice, nebo zda začne domněle vadné komponenty okamžitě opravovat (Čaboun, 2009).

Pokud je například problém s kabeláží, která spojuje řídicí jednotku se snímačem, nejsme schopni tuto závadu přesně zjistit pomocí zásuvky OBD. Přečtením paměti závad z diagnostického přístroje však můžeme přesněji identifikovat danou součástku. Proto se diagnostický tester obvykle nepoužívá pouze k přímému odstraňování závad nebo k identifikaci závad automobilu, protože často není úplným obrazem.

Základem sériové diagnostiky je představa, že sledovaný systém obsahuje samokontrolní obvody, které během provozu vozidla průběžně kontrolují jeho stav v souvislosti s použitím, pro které je určen. Nastavení intervalu výměny motorového oleje, vymazání paměti závad, zobrazení zapojení a umístění diagnostické zásuvky, testování akčních členů, nastavení pravidelné roční kontroly, zobrazení a současný záznam více reálných hodnot atd. jsou možné pomocí komunikace s řídicí jednotkou (Vlk, 2006).

Aby byla metoda čtení chybových zpráv účinná, musí být uvedená chyba skutečně příčinou selhání. Programové hlášení vypisuje pouze data, která byla předem naprogramována do řídicí jednotky. Je to důsledek jeho neschopnosti "myslet" sám za sebe. Zcela se proto spoléhá na tyto zadané hodnoty, které konstruktér stanovil jako hranice na základě zkušeností, testování, měření a výpočtů. Proto se zdá, že chybové hlášení je pouze definicí očekávaného stavu. Hodnoty, které řídicí jednotka měří

a zprostředkovává, se řídí stejnými pravidly. Řídicí jednotka používá své malé prostředky ke kontrole těchto hodnot před jejich převodem na text nebo třeba čísla (Polcar et al., 2012).

1.6.1 Výhody komunikátorů s řídicími jednotkami

Pokud nejsou hodnoty zkresleny problémem, poskytují komunikátory s řídicími jednotkami výhody, včetně rychlého monitorování poruch, které jsou zprostředkovány řídicí jednotkou. Také je možné programovat servisní intervaly, testovat akční členy (pouze v některých systémech), mazat naučené hodnoty nebo programovat varování týkající se opravených závad. Další výhodou je rychlá orientace, kterou zajišťují varování před chybami, pokud se právě teď odhalí nějaké počáteční chyby (Vlk, 2006).

1.6.2 Nevýhody komunikátorů s řídicími jednotkami

Komunikace s řídicími jednotkami má některé nevýhody, včetně nemožnosti zjistit problémy s mechanickou funkčností mnoha částí motoru a motoru samotného, kvalitu spalování jisker, netěsnosti sání nebo výfuku, kompresi, jakékoli zkreslené signály mechanického nebo elektrického původu, problémy se spojkou, nízký tlak paliva atd. Další nevýhodou je sledování údajů předávaných řídicí jednotce, které jsou poškozeny chybou nebo nesprávným pochopením chybových signálů v případě zjištění sekundárních poruch (Vlk, 2006).

1.7 Paralelní diagnostika

Elektrické vlastnosti různých součástí řídicího systému se v průběhu diagnostiky mění. Zpočátku ve statickém režimu, tj. neporušenost kabelů, odpor potenciometrů, snímačů a akumulátorů, ohmického odporu vinutí atd. Pokud jsou výsledky uspokojivé, lze provést dynamické ověření sledováním změn elektrických parametrů při změně výstupních veličin (u snímačů) a naopak změn výstupních veličin při změně vstupních elektrických signálů (u akumulátorů). Přezkoumání se provádí na základě informací poskytnutých výrobcem vozidla nebo konstrukční části. Pokud jsou tyto zkoušky úspěšné, je dosti pravděpodobné, že příčinou problému je elektrické zařízení. Přestože existují techniky a zařízení pro její posouzení, často a snadno se provádí výměna elektrické jednotky za správnou součástku. Další možností je problém s elektrickým svazkem vozidla. Nevhodně připájené kabely ke spojům, trvalé nebo dočasné poškození vodičů kabelového svazku, elektrické zkraty mezi vodiči nebo proti podvozku vozidla a nevhodná koroze vodičů způsobená izolací jsou několika příklady

těchto problémů. Paralelní nebo externí diagnostika se týká měření fyzikálních veličin převedených na elektrické signály. Tyto signály lze měřit například pomocí osciloskopu nebo multimetru. Tuto techniku lze použít k analýze signálů ze snímačů, které zajišťují správnou funkci motoru, včetně vstřikovacích ventilů, Hallova snímače a dalších snímačů. Lze tedy tvrdit, že kompletní test motoru, který se provádí pomocí snímačů připojených mimo motor, je zahrnut do paralelní diagnostiky. Zahrnuty jsou také standardní testy pro porovnání naměřených a předepsaných hodnot, diagnostika na základě příznaků poruchy, analýza napěťových proudových signálů, měření vícekanálovým osciloskopem, diagnostická měření emisí, analýza motoru s nápovědou příčiny poruchy motoru, diagnostická měření emisí a charakterizace a průběžné zaznamenávání naměřených hodnot v závislosti na otáčkách nebo čase (Vlk, 2006).

1.7.1 Metody paralelní diagnostiky

Jedním z přístupů paralelní diagnostiky může být měření a porovnávání odporu jednotlivých součástí a jejich vodičů s hodnotami doporučenými výrobcem. Pomocí čtyř nebo pětisložkového analyzátoru můžete například vyhodnotit emise, abyste zjistili, jak účinně hoří směs a jak účinně jsou sací a výfukový systém utěsněny. Kromě toho se software a digitální osciloskop s pamětí používají k dynamickým měřením fyzikálních veličin motoru, aby bylo možné vyhodnotit například kompresi, vstřikování, zapalování, netěsnosti sání, mechanické závady, účinnost jednoho válce a poškození katalyzátoru.

Alternativní strategií je výměna vadných součástí. Pokud se každý příznak týká jediné řídicí součásti systému a nelze získat žádné další informace, které by zúžily okruh podezřelých součástí, je nutná výměna.

(Vlk, 2006).

1.8 Diagnostika elektronických systémů motoru

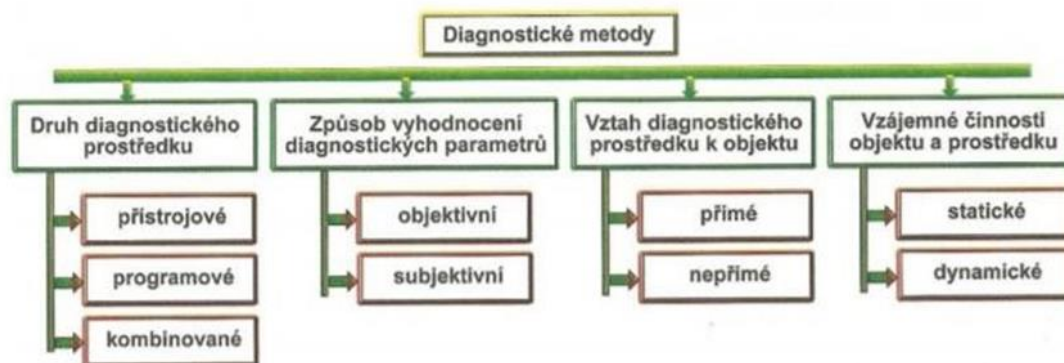
Diagnostika motoru se zaměřuje na zjištění rychlosti opotřebení součástí motoru, pravděpodobných zdrojů poruch a výchozích konfigurací různých funkčních prvků. Správné provádění diagnostiky vede k efektivnějšímu provozu motoru, odhalení možných problémů, jejich příčin a plánovaným opravám motoru. Výsledky komplexní diagnostiky, někdy označované jako test motoru, poskytují ucelený obraz o stavu motoru a jeho funkčních komponentech. Aby bylo možné co nejpřesněji vyhodnotit celkový stav motoru, musí být diagnostické zařízení schopno znovu vytvořit co

nejspolehlivější podmínky chodu motoru. Proto se doporučuje, aby diagnostika motoru vozidla byla prováděna pomocí přístrojů, které splňují tyto specifikace. Zkouška motoru zahrnuje kromě technického stavu motoru a jeho mechanického seřízení také diagnostiku palivového, mazacího, chladicího a napájecího systému. Zahrnuje také diagnostiku elektronického řídicího systému. Hlavním předmětem této diagnostiky je mechanické seřízení motoru. Před diagnostikou některých funkčních součástí motoru je zásadní vyloučit vliv parametrů, které budou při využití testeru motoru rozpoznány z jiného důvodu. Například nesprávně seřízené čističe vzduchu, zvýšené vůle rozvodového mechanismu, špatně seřízené ventilové vůle atd.

Před stanovením skutečné diagnózy je tedy třeba provést řadu postupů. Kromě nejlepších technologií, které lze dnes použít k rychlému a snadnému určení druhu a zdroje poruchy, jsou pro tuto diagnostiku motoru nezbytné také rozsáhlé znalosti a praxe (Vlk, 2006).

1.9 Diagnostické metody

Diagnostické přístroje umožňují kontrolu a přezkoumání výsledků a stanovení diagnózy. Zahrnují všechna technologická zařízení, metody nebo postupy používané k analýze a vyhodnocení. Rozdělení metod je zobrazeno na obrázku 1.1 (Čupera a Štěrba, 2010).



Obrázek 1.1: Diagnostické metody (Čupera a Štěrba, 2010)

1.10 Subjektivní metody

Základem subjektivní diagnózy je jedinečné zázemí a dovednosti pracovníků. Každý pracovník nebo opravář má jinak vyvinuté smysly, což mu občas umožňuje podle určitých signálů určit odchylku od normálního stavu. K těmto indiciím může patřit zrak, který umožňuje vizuálně rozpoznat nepravidelnosti (např. nerovnosti, přítomnost

cizích těles, chybějící díly, únik provozních kapalin, barvu apod.) Kromě toho můžeme pomocí hmatu vnímat nerovnosti povrchu, teplo, vibrace, ostrost, úniky kapalin, vůle v uložení atd. Dalším smyslem je čich, který lze využít k odhalení cizích a nepříjemných pachů (spáleniny, plísňe, provozní látky, přehřátí izolace atd.), (Pošta, 2012).

1.11 Objektivní metody

Pomocí objektivní diagnostiky jsou k dispozici přesné údaje z měření, které lze porovnat s doporučenými hodnotami. Kromě vhodných diagnostických nástrojů (od pravítek až po diagnostiku na počítači) vyžadují přesná měření také vyškolenou obsluhu. Příklady objektivní diagnostiky: termografie (analýza rozložení a přenosu tepla součástí a jejich okolí), tribodiagnostika (analýza maziv a olejů), měření geometrie (kolmost, hloubka, velikost, souosost, vzdálenost, rovinnost), vibrodiagnostika a akustika (měření vibrací, hluku, kmitů) (Černohorský, 2003).

1.12 Diagnostické systémy

Diagnostické systémy neprovádějí pouze diagnostiku a nezahrnují snímače, měřicí řetězec, fyzikální veličinu, kterou lze měřit, a displej, který zobrazuje naměřené hodnoty. Slouží především jako nástroj pro další procesy nebo systémy, které se využívají při provozu a správě technických zařízení. Základní diagnostický systém obvykle upozorňuje uživatele na problém s objektem, který ohrožuje jeho funkčnost. Stále dokonalejší diagnostické systémy mohou v případě hrozící nehody zastavit provoz zařízení tím, že vyhodnotí příčinu poruchy a stupeň nebezpečí. Pokud je porucha zjištěna změnou některé z fyzikálních veličin, jsou tyto diagnostické systémy voleny na základě typu sledovaného objektu a jeho funkce je kontrolována v určitých místech (Jancík a Vacátko, 2008).

1.13 Elektronické vybavení traktorů

Moderní zemědělské stroje se vyvíjely současně s nárůstem elektronické regulace, řízení a diagnostických zásahů. To je ovlivněno složitostí řídicích uzlů (převodovka, hydraulika, spalovací motor atd.) propojených datovou sítí CAN-bus a také rostoucími ekologickými požadavky na provoz zemědělských strojů. V důsledku rostoucí elektronizace se rozšiřuje oblast zvyšování výkonnosti, označovaná také jako chiptuning, souvratového managementu, řízení, automatické řazení atd. (Bauer et al., 2006).

1.14 Řídicí jednotka

Řídicí zásahy, díky kterým by obsluha ovlivňovala nastavení zemědělského stroje, jsou omezené z důvodu jak fyzických, tak i psychických schopností člověka. Pro ovládání částí stroje byla sestrojena řídicí jednotka, která dokáže okamžitě shromažďovat data ze senzorů, analyzovat je a upravovat akční členy. Dvoukanálová sběrnice CAN-Bus propojuje všechny řídicí jednotky stroje (převodovku, ovládací prvky, hydrauliku, monitor výkonnosti, odpružení, přístrojovou desku, spalovací motor atd.) a umožňuje rychlou komunikaci a odezvu. Řídicí jednotka provádí tyto činnosti:

- Regulaci - porovnávání skutečné hodnoty s předepsanou, když dojde k odchylce, provede se změna nastavení akčního členu.
- Řízení - přímá kontrola akčních členů na zvolené vstupní parametry
- Diagnostiku - ta kontroluje zvolené parametry, jež mají vliv na provozní spolehlivost stroje. Rozhoduje o tom, jestli se vstupní signál nachází mezi předepsanými hodnotami (Bauer et al., 2006).

1.15 Vnitřní sériová diagnostika

Diagnostické zařízení slouží k navázání komunikace s příslušnou řídicí jednotkou při sériové diagnostice (motortester nebo čtečka). Komunikace se vytvoří připojením komunikačního modulu diagnostického zařízení k diagnostické zásuvce vozidla a otočením klíčku do první polohy, zapnutím zapalování a pomocí Bluetooth (bezdrátově) nebo kabelu. K sériové diagnostice se dodává buď kompletní tester motoru, nebo software s nainstalovaným komunikačním modulem, například v notebooku.

Tyto softwary a zařízení lze rozdělit na:

- Originální, navržené výrobcem - podporují veškeré funkce řídicích jednotek
- Neoriginální - jsou cenově dostupnější, ale s omezenými funkcemi (Vlk, 2006)

2 Cíl práce

Cílem práce je provedení sériové a paralelní diagnostiky, vyhodnocení prognóz vývoje stavu a poruch sledovaného traktoru a odpovědět na otázky:

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

Dílčí cíle práce:

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

.

3 Metodika

V této práci se zaměřím na některé závady a poruchy na traktorech Kubota řady M5 a M7, vzniklé při běžném provozu těchto traktorů. Zaměřím se na samotnou závadu, způsob zjištění závady, její podrobnější diagnostiku, řešení závady a její opravu.

Traktory značky Kubota řady M5 se dále dělí na třídu M5001N a třídu M5002. M5001N je označení pro třídu se jménem Narrow. Což je traktor rozměry upravený pro sadařské využití. Oproti tomu třída M5002 je označení pro třídu běžných polních traktorů.

Řada Narrow viz tabulka 3.1. Hlavní převody je u těchto traktorů možné řadit ve třech jízdních rozsazích.

Tabulka 3.1: Kubota M5001N

Výkon [kW]	54	69	74
Objem motoru [cm³]	3 769		
Provedení	S Kabinou	Bez kabiny s ochranným rámem	
Počet válců	4		
Převodovka	18 stupňů vpřed a vzad	36 stupňů vpřed a vzad s dvoustupňovým násobičem	

Kubota M5002 viz tabulka 3.2.

Tabulka 3.2: Kubota M5002

Výkon [kW]	71	82
Objem motoru [cm ³]	3 769	
Převodovka	36 stupňů vpřed a vzad	

Kubota řady M7 s označením M7003 viz tabulka 3.3.

Tabulka 3.3: Kubota M7003

Výkon [kW]	110	125	129
Objem motoru [cm ³]	6 124		
Převodovka	KVT (Kubota – Variable Transmission)		Powershift

Tato řada je osazena KVT (Kubota – Variable Transmission) převodovkou. Tato převodovka poskytuje prakticky nekonečné množství rychlostí vpřed a vzad, což umožňuje pracovat optimální pojezdovou rychlostí s jakýmkoli přídatným zařízením. Vysoce citlivá a spolehlivá převodovka KVT má také schopnost dynamického brzdění motorem, udrží kontrolu nad traktorem a konstantní rychlost jízdy při sjíždění ze svahu. Další možností je Powershift převodovka, která je rozdělena do 5. skupin se 6. rychlostními stupni, tudíž obsahuje 30 rychlostních stupňů vpřed a 15 vzad. Kubota M7003 může být také vybavena plazivými rychlostmi, což rozšiřuje počet převodových stupňů na 54 vpřed a 27 vzad.

Seriová diagnostika

Seriová diagnostika bude provedena přístrojem KUBOTA DIAGNOSTICS viz obrázek 3.1, ve spojení s počítačovým programem Diagmaster. Tento diagnostický přístroj se skládá z Python Kabelu (16. kolíkový kabel na 4.kolíkový kabel) a USB kabelu. Tímto přístrojem bude provedena téměř každá základní diagnostika jakékoliv závady, týkající se elektronických zařízení traktoru.



Obrázek 3.1: KUBOTA DIAGNOSTICS

Funkce diagnostického přístroje:

- Načítání a vymazání chybových hlášení z řídicích jednotek,
- Změna konfigurace stroje a jeho nastavení,
- Monitorování spuštěných procesů (čtení skutečných hodnot),
- Testování akčních členů (spouštění el. spotřebičů),
- Programování řídicích jednotek a jejich parametrů,
- Zobrazuje umístění komponent na stroji, elektrická schémata a servisní postupy.

Paralelní diagnostika

Glycerinový manometr

Měření téměř všech tlaků vzduchu, olejů či vody bude provedeno hydraulickými manometry viz obrázek 3.2. Glycerinové manometry jsou otřesuvzdorné s vodotěsným pouzdem určené do těžších podmínek, kdy na manometr působí vibrace, vlhkost a jiné ztěžující podmínky. Glycerinová náplň usnadňuje odečtení měřeného tlaku z manometru.



Obrázek 3.2: Glycerinový manometr

Serviceman Plus

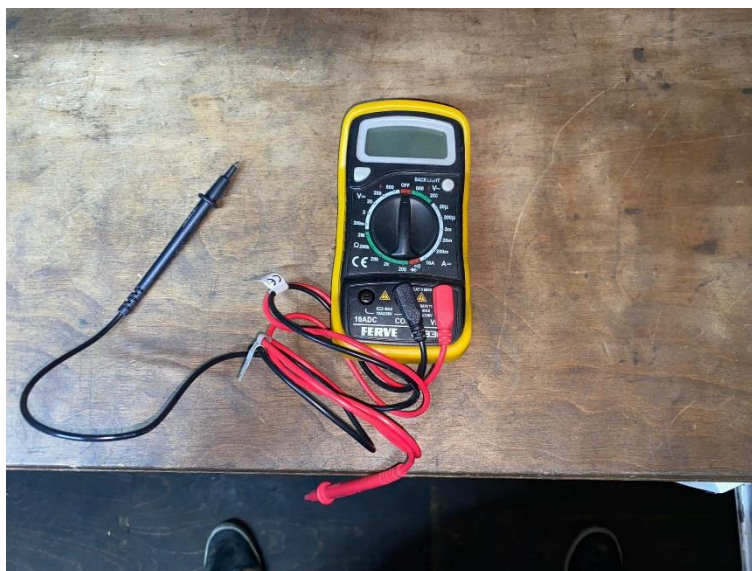
Serviceman Plus viz obrázek 3.3, slouží k měření velkého množství veličin týkajících se hydraulických zařízení. Díky automatickému rozpoznání senzorů lze měřící zařízení připojit a začít okamžitě měřit. V této práci bude zařízení použito pro měření tlaků hydraulického čerpadla.



Obrázek 3.3: Serviceman Plus

Multimetr

Paralelní měření elektrických veličin jako je například elektrické napětí, odpor atd. bude na elektronických zařízeních měřeno pomocí univerzálního multimetru viz obrázek 3.4. Pomocí multimetru bude v práci měřeno například napětí na svorkách solenoidů, a dále zdali solenoidem prochází proud či nikoliv.



Obrázek 3.4: Multimetr

V práci bude pro diagnostiku brzdových čidel použita přístrojová deska traktoru, na které je možnost sledovat jednotlivá napětí na různých elektrických zařízeních a lze přes ni i nastavit jednotlivá brzdová čidla.

K diagnostice držáku brzdových spínačů bude také použito sledování hodnot z přístrojové desky a dále budou použity lidské smysly, v tomto případě zrak, kterých bude sledován průhyb držáku těchto spínačů.

Diagnostika hydraulického čerpadla bude provedena pomocí glycerynových manometrů připojených do vnějšího okruhu hydrauliky a dále k přesnějšímu měření bude použit přístroj Serviceman pro připojení přímo na hydraulické čerpadlo.

K měření všech hodnot DPF filtru bude použit přístroj Kubota Diagnostics společně s počítačovým programem Diagmaster, který umí komunikovat s řídicími jednotkami stroje a číst z nich různé hodnoty.

Měření vůlí svislých čepů bude provedeno pomocí lidských smyslů, jako je sluch a zrak.

Dianostika špatných soleoidů bude provedena pomocí počítačové diagnostiky s přístrojem Kubota Diagnostics. K dalšímu měření bude použit univerzální multimetr připojený na svorky solenoidů.

4 Vlastní práce

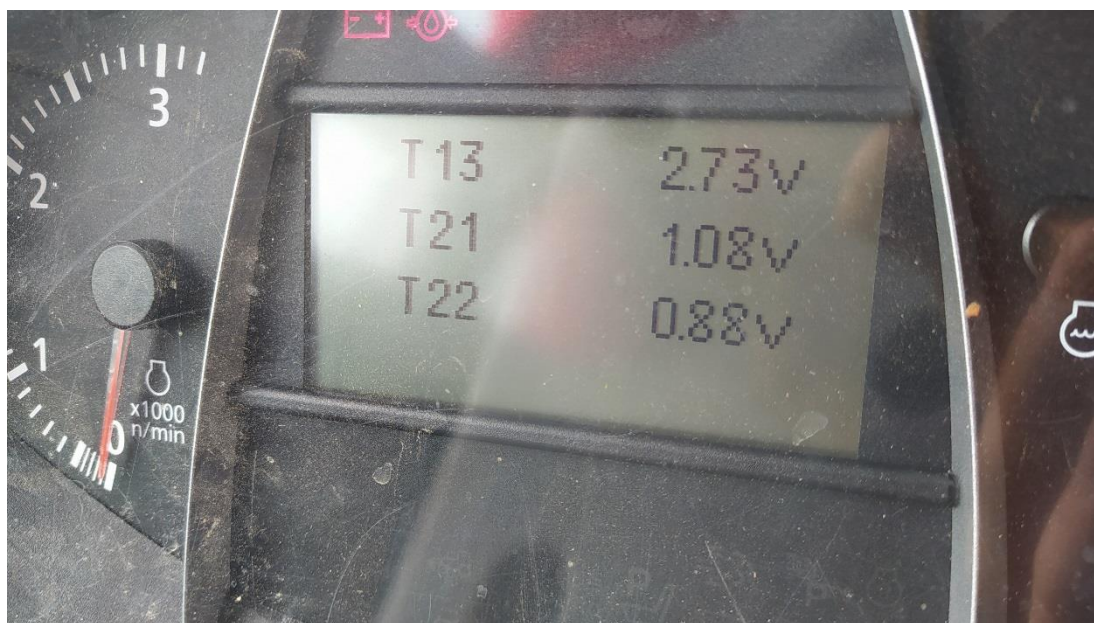
Kubota M5

4.1 Diagnostika brzdových čidel

Diagnostika brzdových čidel byla provedena například na traktoru Kubota M5091N patřící firmě Zemcheba s.r.o. sídlící v Chelčicích.

Důvod diagnostiky byl takový, že řídící jednotka hlásila chybový kód viditelný na přístrojové desce traktoru doprovázený zvukovým signálem při brzdění. Chybový kód měl označení „ERROR 35“ a druhý „ERROR 36“. Jelikož u traktorů lze rozdělit brzdový pedál na brždění levé a pravé strany traktoru, tak u tohoto chybového kódu označení 35 a 36 znamenalo levý brzdový a pravý brzdový pedál.

Pomocí přístrojové desky lze sledovat napětí na různých snímačích a čidlech na traktoru, například elektronické zapínání vývodového hřídele, elektronický reverzor, ale i právě zmíněné brzdové spínače a další. Pomocí této funkce (viz obrázek 4.1), bylo zjištěno napětí na brzdových spínačích mimo stanovené rozmezí. Stanovené rozmezí udává natočení potenciometru vůči poloze brzdového spínače umístěného na držáku brzdových pedálů a jeho sepnutí.



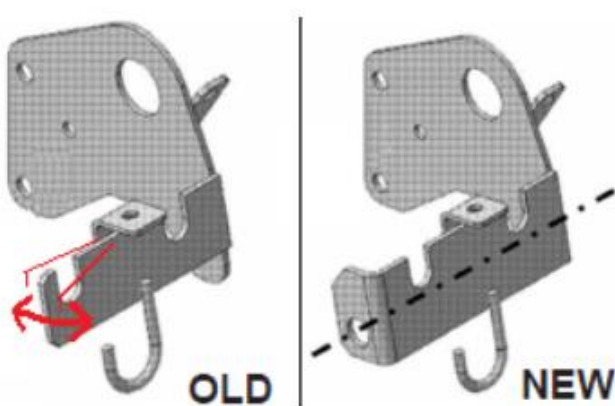
Obrázek 4.1: Napětí spínačů

Konkrétní diagnostika byla provedena právě přes palubní počítač, funkcí sledování různých napětí na elektrických zařízeních. Bylo zjištěno, že napětí na brzdových spínačích při sešlápnutém pedálu je 2,05 V a 2,48 V, což je oproti stanoveným hodnotám pod limitem. Rozmezí, ve kterém by brzdový spínač měl pracovat, je při

sešlápnutém pedálu 3,00 až 3,28 V. Závada na spínačích byla způsobena prachem a částčkami nečistot, které se dostaly do vodící dráhy spínače, vodící dráhu vydřely a spínač se začal zasekávat a občas zůstal sepnutý. Problém byl vyřešen výměnou a seřízením obou brzdových spínačů za nové.

4.2 Držák brzdových spínačů

Další problém s brzdovými spínači byl řešen na traktoru M5092 patřící firmě Kolowratovy sady s.r.o. sídlící ve Velkých Dvorcích. Stejně jako u výše uvedeného problému byl impulz pro řešení závady chybový kód, který se objevil na přístrojové desce s označením „ERROR 35“ a druhý „ERROR 36“. Stejně jako v již zmiňovaném případě, byly zjišťovány hodnoty napětí brzdových spínačů. V tomto případě bylo napětí při sešlápnutém brzdovém pedálu při každém testu jiné. Vizuálně bylo zjištěno, že při sešlápnutí brzdového pedálu se držák brzdových spínačů prohýbá, oddaluje brzdové spínače a mění napětí spínačů z předepsaných hodnot. Důvodem problému byl poddimenzovaná šířka materiálu již zmíněného držáku a jeho uchycení pouze na jedné straně viz obrázek 4.2.



Obrázek 4.2: Držák brzdových spínačů

Řešením tohoto problému byla výměna starého problémového modelu držáku brzdových spínačů za nový model viz foto 4.2.

4.3 Hydraulické čerpadlo

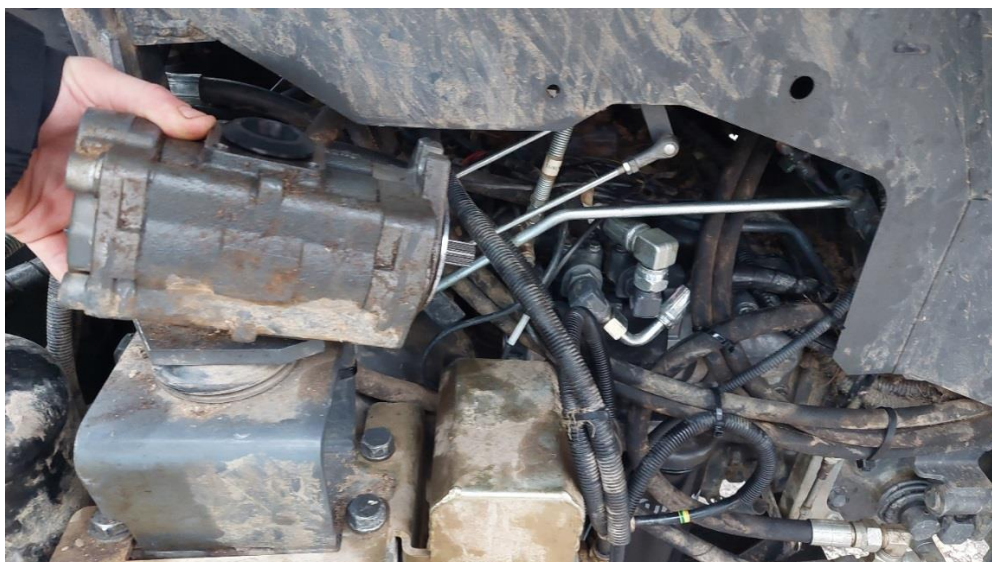
Diagnostika hydraulického čerpadla byla provedena na traktoru M5111 patřící obci Malenice.

Osoba obsluhující tento traktor si stěžovala na hučení čerpadla. Prvotní měření tlaků hydraulického čerpadla bylo měřeno pomocí glycerinového manometru, připojeného do vnějšího okruhu hydrauliky pomocí hydraulických rychlospojek. Po tomto měření byl zjištěn nízký tlak oleje, který hydraulické čerpadlo vytvářelo oproti předepsaným hodnotám. Pro přesnější měření bylo provedeno měření tlaků pomocí zařízení Serviceman Plus pro měření hydraulických veličin, připojené přímo na hydraulické čerpadlo. Po připojení měřicího zařízení na hydraulické čerpadlo se zjistilo, že tlak čerpadla opravdu nedosahuje hodnot předepsaných výrobcem. Naměřená hodnota byla 19,32 MPa viz obrázek 4.3. Jmenovitý tlak, kterého by mělo hydraulické čerpadlo dosáhnout je 20,5 MPa.



Obrázek 4.3: Hodnoty hydraulického čerpadla

Po vypuštění hydraulického oleje bylo zjištěno, že došlo ke smíchání olejů a také v něm byly vidět jemné kovové částičky. Příčina poklesu tlaku a hučení čerpadla byla způsobena postupným vydíráním čerpadla právě v důsledku smíchání olejů zapříčiněným používáním různých příslušenství, ve kterých nebyl měněn hydraulický olej. Při používání některého z příslušenství mohlo dojít ke smíchání s přepáleným olejem, a to způsobilo horší mazací schopnost čerpadla a následně jeho postupné vydírání. Problém byl vyřešen výměnou hydraulického čerpadla viz obrázek 4.4 z důvodu žádosti zákazníka o poslání čerpadla na reklamaci a dále byla provedena výměna hydraulického oleje.



Obrázek 4.4: Hydraulické čerpadlo

4.4 Snímače plnosti DPF filtru

Firma Zemcheba s.r.o. sídlící v Chelčicích přišla se stížností, že traktor M5111 neustále vypaluje DPF filtr. Po vypálení je chvíli vše v pořádku, ale po čase ukazuje indikátor plnosti např. 30 %, a dále třeba po opětovném nastartování hlásí třeba 80 %, po chvíli 100 % a opět DPF vypaluje. Hodnoty se pokaždé mění. A to vše se děje v rozmezí dvou dnů.

Pro diagnostiku tohoto problému byl použit přístroj KUBOTA DIAGNOSTICS, který umí číst z řídicích jednotek traktorů a elektrických zařízení umístěných v traktorech značky Kubota.

První krok, který byl proveden bylo připojení traktoru na KUBOTA DIAGNOSTICS, kvůli načtení chybových kódů. Z těchto kódů byla zjištěna závada na druhém snímači na DPF filtru. Tento snímač byl následně vyměněn za nový.

Jelikož se jednalo o zkreslenou závadu, problém přetrvával a po cca 2 dnech se objevil znovu. Po opětovném připojení diagnostického přístroje byly měřeny převážně tepelné hodnoty a další hodnot kvůli podrobnější diagnostice. Tímto měřením bylo diagnostikováno, že v pořadí první snímač od motoru, na kterém by měla být nejvyšší teplota, má ze všech tří snímačů umístěných na DPF filtru nejnižší tepelnou hodnotu a vykazoval teplotu například o 100 - 300°C méně než ostatní viz obrázek 4.5. Po tomto měření byl vyměněn i tento snímač.

Synchronous Monitor		
Signal	Value	Unit
✓ Engine Speed	824	/min(rp)
✓ Accelerator Pedal Position	0.0	%
✓ Boost Pressure	98	kPa
✓ Coolant Temperature	79	°C
✓ Atmospheric Pressure	96	kPa
✓ Target Rail Pressure	36	MPa
✓ Actual Rail Pressure	35.72	MPa
✓ Exhaust Gas Recirculation	13.6	%
✓ Exhaust Gas Recirculation	20.0	%
✓ Differential Pressure 1	0.69	kPa
✓ Exhaust Gas Temperature	312	°C
✓ Exhaust Gas Temperature	588	°C
✓ Exhaust Gas Temperature	539	°C
✓ Mass Air Flow for Intake 1	78.3	kg/h
✓ Intake Air Temperature	22	°C
✓ Target Intake Throttle Valve	75.0	%
✓ Intake Throttle Valve Lift	75.0	%
✓ PM Sedimentation Quantity	4000	mg
✓ PM Sedimentation Quantity	4844	mg
✓ Target Mass Air Flow at Re	82.8	kg/h
✓ Regeneration Progress	0	%
✓ Neutral Switch	ON	
✓ Parking Switch	ON	
✓ DPF Auto Regeneration Int	OFF	
✓ DPF Regeneration Control	0	

Obrázek 4.5: Teploty DPF filtru

Zhruba po týdnu se problém začal objevovat znovu. Jelikož firma potřebovala tento traktor nutně používat, tudíž se oprava ještě cca o týden odložila. Chybu tentokrát způsoboval poslední nevyměněný snímač, který byl zničen neustálým vypalováním a vysokými teplotami při vypalování DPF filtru viz obrázek 4.6. Došlo k výměně i posledního snímače, který je umístěn na DPF filtru a po jeho výměně již všechny tři snímače vykazovaly reálné hodnoty viz obrázek 4.7 a problém byl tímto vyřešen.

Příčina závady mohla být způsobena špatnou obsluhou traktoru, odkládáním regenerace DPF filtru, nedodržením podmínek pro regeneraci filtru či zastavením motoru při regeneraci tohoto filtru. Z těchto důvodů mohlo být čidlo zaneseno, tím na čidlo mohly být vyvinuty vysoké teploty a tím došlo k jeho poškození.



Obrázek 4.6: Snímač DPF filtru

☒	κ...	Signal	Value	Unit	
☒	EN.	Engine speed	825	rpm	●
☒	EN.	Final fuel quantity	8.44	mm...	●
☒	EN.	Coolant temperature	73	°C	●
☒	EN.	Intake air temperature	19	°C	●
☒	EN.	EGR valve actual position	17.8	%	●
☒	EN.	EGR valve target position	17.4	%	●
☒	EN.	Differential pressure 1	1.07	kPa	●
☒	EN.	Exhaust Gas Temperature 0	112	°C	●
☒	EN.	Exhaust Gas Temperature 1	113	°C	●
☒	EN.	Exhaust Gas Temperature 2	111	°C	●
☒	EN.	Air mass flow for intake throttle	77.2	kg/h	●
☒	EN.	Intake throttle valve lift	75.0	%	●
☒	EN.	PM sedimentation quantity 1	11532	mg	●
☒	EN.	PM sedimentation quantity 2	16354	mg	●
☒	EN.	Post injection Quantity	-50	mm...	●
☒	EN.	Parking switch	ON		●
☒	EN.	DPF regeneration inhibit switch	OFF		●
☒	EN.	DPF regeneration control level	0		●
☒	EN.	DPF regeneration control status	No Regenerat...		●
☒	EN.	Battery voltage	14.24	V	●
☒	EN.	Atmospheric pressure	95	kPa	●
☒	EN.	Neutral switch	ON		●

Obrázek 4.7: Hodnoty snímačů DPF filtru po opravě

4.5 Uložení svislých čepů

Při pravidelné údržbě traktoru Kubota M5112 ve firmě Jihozápadní dřevařská a.s. sídlící v Sušici jsme byli požádáni, abychom se podívali na problém s přední nápravou. Problém se projevoval cvakáním ozývajícím se od předních svislých čepů při houpání traktorem za přední kolo.

Pro zjištění této závady byly použity hlavně lidské smysly jako je sluch a zrak a také zkušenosti a vědomosti techniků.

Oprava začala rozebíráním koncového převodu, kde byla zjištěna vůle některých ložisek. Po výměně ložisek a opětovném složení cvakání přetrvávalo. V důsledku toho jsme sundali koncový převod, abychom se dostali k uložení svislých čepů. Jelikož se traktor používal převážně kvůli čelnímu nakladači, který byl při práci ve firmě dlouhodobě přetěžován, došlo k vymačkání kluzných pouzder, které slouží jako uložení svislého čepu viz obrázek 4.8. Závada byla vyřešena výměnou těchto pouzder.



Obrázek 4.8: Uložení svislého čepu

Kubota M7

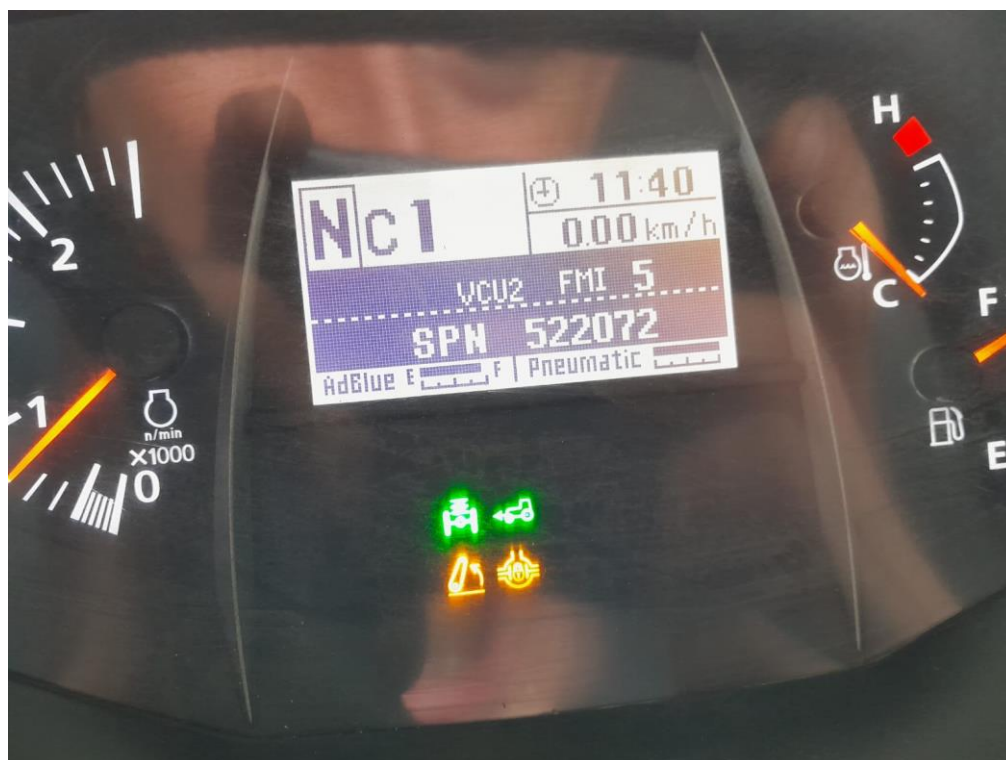
4.6 Solenoid na ovládání hydrauliky a uzávěrky diferenciálu

Od farmy U Miklasů přišla stížnost, že přestalo fungovat ovládání hydraulických ramen. Problém se projevil tím, že s hydraulickými rameny nešlo hýbat směrem vzhůru. Přístrojová deska hlásila chybový kód 2612 a objevila se oranžová kontrolka hydraulických ramen a uzávěrky diferenciálu viz obrázek 4.9.



Obrázek 4.9: Chybový kód solenoidu hydraulických ramen

Diagnostika u tohoto stroje byla provedena pomocí přístroje Kubota diagnostics. Počítačová diagnostika hlásila závadu solenoidu na ovládání hydraulických ramen umístěného na převodovce za pravým zadním kolem. Po vyndání solenoidu bylo multimetrem měřeno, zda solenoidem vede elektrický proud. Po přiložení kontaktů multimetru bylo zjištěno, že solenoidem proud nevede. Po tomto úkonu byl solenoid vyměněn za nový. Po výměně za nový na přístrojové desce stále svítila oranžová kontrolka hydraulických ramen a uzávěrky diferenciálu a hlásila chybový kód s číslem 522072 viz obrázek 4.10.



Obrázek 4.10: Chybový kód solenoidu uzávěrky diferenciálu

Počítačová diagnostika nám neukázala, o jaký druh závady se jedná, a proto jsme hledali v seznamu chybových kódů a zjistili jsme, že se jedná solenoid, který je určen na uzávěrku diferenciálu, umístěný z pravé strany diferenciálu. Po vyndání tohoto solenoidu byl multimetrem proměřen stejně jako první solenoid. Po proměření byla zjištěna stejná závada jako u prvního solenoidu, i tento byl vyměněn za nový. Po výměně druhého solenoidu a smazání chyb z paměti chybových kódů fungovalo vše, jak má.



Obrázek 4.11: Vadné solenoidy

5 Diskuse

5.1 Diagnostika brzdových čidel

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Zvolený diagnostický systém není pro určení prognózy dostačující. Pro tento účel neexistuje jiný diagnostický systém, kterým by šlo měření lépe provést a intervaly udané výrobcem pro tuto závadu neexistují z důvodu toho, že se sice jedná o často vyskytovanou závadu, ale také hodně individuální. Ovlivnit ji může prašnost prostředí, ve kterém je traktor provozován, nečistoty usazené v těsníci gumičky sloužící jako prachovka. Nečistoty a prach ovlivňují poškození spínače, a tudíž nelze určit prognózu této závady.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Z pohledu ekonomiky je pro běžného uživatele, který nemá s daným problémem žádné zkušenosti, nejvýhodnější zavolání odborného servisu. Závadu sice lze měřit a diagnostikovat pomocí přístrojové desky, ale neproškolená osoba tuto funkci neumí používat, jelikož se jedná o funkci určenou pro servis.

5.2 Držák brzdových spínačů

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Z důvodu velkého počtu stížností na tento problém, vydala společnost Kubota corporation prohlášení o výměně držáků spínačů způsobující tuto chybu za nový již fungující model, a tudíž je tento diagnostický systém pro určení prognózy vhodný. Prognóza je taková, že výměnou držáku se závada již opakovat nebude, a tudíž není opětovná diagnostika nutná.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Z ekonomického hlediska je tento diagnostický systém pro uživatele nejvhodnější a nejvýhodnější, jelikož náklady na opravu hradla společnost Kubota corporation.

5.3 Hydraulické čerpadlo

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

U této závady prognózu nelze určit, jelikož byla závada způsobena obsluhou traktoru, z důvodu míchání olejů. Prognóza by mohla být taková, že k závadě vůbec nedojde, pokud bude používán předepsaný olej.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Z ekonomického hlediska je použitý diagnostický systém nevhodný pro tento druh závady. Pokud by došlo k vypláchnutí hydraulického čerpadla a nalití nového hydraulického oleje, mohlo by na traktoru zůstat původní hydraulické čerpadlo, jelikož naměřené hodnoty nebyly špatné natolik, aby byla nutná jeho výměna.

5.4 Snímače plnosti DPF filtru

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Prognózu nelze určit, jelikož se jedná o ojedinělou závadu, jenž se u jiných traktorů servisovaných firmou, ve které byl pokus proveden, se neprojevila, a tudíž nelze ani porovnat.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Jelikož má společnost Kubota vlastní diagnostický systém včetně diagnostické zásuvky, nelze použít jiný systém, který by ho nahradil. Současně ale z ekonomického hlediska mohla být závada vyřešena levněji, kdyby se měření teplot snímačů provedlo hned, nemusel být možná vyměněn první snímač, který mohl ale nemusel být vadný a firma by traktor nepoužívala dál i přes opakující se chybu a neustálé vypalování DPF filtru.

5.5 Uložení svislých čepů

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Pro určení závady je použitý způsob diagnostiky dostačující.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Z ekonomického hlediska by se závada dala vyřešit levněji, jelikož se jedná o mechanickou závadu, kterou je majitel traktoru schopen ve většině případů opravit sám bez zavolání odborného servisu. Právě při zavolání tohoto servisu je nutné zaplatit jak cestu, tak i práci techniků.

5.6 Solenoid na ovládání hydrauliky a uzávěrky diferenciálu

Odpověď na otázky:

1. Je zvolený diagnostický systém dostačující pro určení prognózy?

Jelikož se jedná o ojedinělou závadu, u které není známá její příčina a nejedná se o závadu, která by se vyskytovala v pravidelných intervalech, prognózu nelze určit.

2. Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

Jelikož má společnost Kubota vlastní diagnostický systém včetně diagnostické zásuvky, nelze použít jiný systém, který by ho nahradil, a tudíž je zvolený diagnostický systém z ekonomického hlediska vhodný.

Závěr

Práce se zabývala diagnostikou závad, na traktorech Kubota, vzniklých při běžném užívání těchto traktorů. V první části této práce je popsáno několik základních pojmů týkajících se obecné diagnostiky. V části metodiky jsou popsány měřicí přístroje, použité při konkrétních případech, uvedených ve vlastní práci. Ve vlastní práci je uvedeno několik konkrétních případů z provozu od pracovníků z různých odvětví, ve kterých jsou traktory Kubota používány.

Z této práce je zřejmé, že jakoukoliv diagnostiku by měla provádět proškolená osoba, která danému tématu rozumí a nejlépe má nějaké zkušenosti z praxe. V této době, kdy se do traktorů montuje stále více elektronických zařízení, je nutné servisní techniky podrobovat různým školením, z důvodu znalosti těchto zařízení a jejich porozumění. Ať už se jedná o zařízení zlepšující komfort řidiče či různé systémy řízení chodu motoru, nebo třeba systémy na snížení emisí, je vždy lepší problémy konzultovat či se přímo obrátit na odborný servis, který se zabývá servisem dané značky a má k dispozici originální manuály, návody, diagnostické systémy a přístroje určené pro konkrétní značku, které umí nejlépe s řídicími jednotkami stroje komunikovat.

Z práce vyplývá, že traktory značky Kubota jsou kvalitně vyrobeny, protože závady těchto traktorů jsou prozatím drobnosti a nejedná se tedy většinou o závady většího rozsahu, které by způsobily poškození celého traktoru nebo jeho úplné zastavení.

Seznam použité literatury

Bauer et al., (2006). *Traktory*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 191 s. ISBN 80-867-2615-0.

Černohorský, J. (2003). Technická diagnostika. Kolín: *Automa*, č. 05. 48 s. ISSN 1210-9592

Čupera J. a Štěrbá, P. (2010). *Automobily 7: Diagnostika motorových vozidel I. 2*. Brno: Avid, 195 s. ISBN 9788087143179

Jancík, J. a Vacátko, J. (2008). Diagnostika v řídicích systémech. *Automa*, 2000-2021. č. 02. 48 s. (str. 1–5). ISSN 1210-9592.

Polcar A., Štěrbá P. a ČUPERA J., (2012). *Automobily 8: Diagnostika motorových vozidel II*. Brno: Avid, 182 s. ISBN 978-80-87143-19-3.

Vémola, A. (2006). *Diagnostika automobilů*. 1. vy. Brno: Littera, 128 s. ISBN 80-85763-31-1.

Vlk, F. (2006). *Diagnostika motorových vozidel*. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 444 s. ISBN 80-239-7064-X

Citace webových zdrojů

Agrocentrumzs.cz (2023). *Traktory Kubota* [online]. [cit. 12. 1. 2023] Dostupné z: <https://www.agrocentrumzs.cz/produkty/produkty/traktory/traktory-kubota>

Bosch service (2021): *History* [online]. [cit. 2022-12.-01]. Dostupné z: <https://ap.boschcarservice.com/in/en/about-us/history>

Čaboun, P. (2009). *AUTOELEKTRIKA ČABOUN, OSovec*, [online]. [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: <http://www.aditus.cz/ae/>

Kubota virtual museum [online], 2015. [cit. 14. 11. 2022]. Dostupné z: https://www.kubota.com/museum/history/1946_1960.html

Kubota.cz (2023b). *O nás* [Online]. [kubota.cz/kbtproftech](https://www.kubota.cz/kbtproftech) [cit. 14. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.kubota.cz/kbtproftech>

Kubota.cz. (2023a). *O nás*. [online]. [kubota.cz/kubota](https://www.kubota.cz/kubota) [cit. 14. 11. 2022]. Dostupné z: <https://www.kubota.cz/kubota>

Machine dynamics (2017): *Machinery diagnosis* [online]. [cit. 9. 1 2023]. Dostupné z: https://www.gunt.de/images/download/Machinery-diagnosis-basic-knowledge_english.pdf

Pošta, J. (2012). *Diagnosticke metody – základ preventivní údržby podle technického stavu* [online]. [cit. 22. 11. 2022] Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artikuly/artikul/article/diagnosticke-metody-zaklad-preventivni-udrzby-podle-technickeho-stavu/>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Diagnostické metody (Čupera a Štěrbá, 2010).....	14
Obrázek 3.1: KUBOTA DIAGNOSTICS.....	20
Obrázek 3.2: Glycerinový manometr.....	21
Obrázek 3.3: Serviceman Plus	21
Obrázek 3.4: Multimetr.....	22
Obrázek 4.1: Napětí spínačů	24
Obrázek 4.2: Držák brzdových spínačů	25
Obrázek 4.3: Hodnoty hydraulického čerpadla.....	26
Obrázek 4.4: Hydraulické čerpadlo.....	27
Obrázek 4.5: Teploty DPF filtru	28
Obrázek 4.6: Snímač DPF filtru.....	29
Obrázek 4.7: Hodnoty snímačů DPF filtru po opravě.....	29
Obrázek 4.8: Uložení svislého čepu.....	30
Obrázek 4.9: Chybový kód solenoidu hydraulických ramen	31
Obrázek 4.10: Chybový kód solenoidu uzávěrky diferenciálu	32
Obrázek 4.11: Vadné solenoidy	33

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Kubota M5001N	18
Tabulka 3.2: Kubota M5002	18
Tabulka 3.3: Kubota M7003	19