



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

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

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

## **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

### **Bakalářská práce**

#### **Diagnostika traktoru Case**

Vedoucí práce:

Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor práce:

David Doležal, DiS.,

České Budějovice,

2021

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne .....

Podpis

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se věnuje zejména traktorům Case IH (dále jen Case). Zaměřuje se na diagnostiku plynulé převodovky CVX jak paralelní, tak sériovou. Úvodní část je zaměřena na teorii v oboru diagnostika a její význam.

Následující část řeší konkrétní problematiku se zaměřením na plynulou převodovku CVX. V praktické části práce se nejdříve popisuje jednoduchá konstrukce převodovky a poté jsou provedena jednotlivá měření a porovnání s předepsanými hodnotami výrobcem.

**Klíčová slova:** Case, převodovka, CVX, diagnostika, zemědělská technika, závady, traktor

## **Abstract**

This bachelor thesis deals mainly with Case IH tractors (hereinafter Case). It focuses on the diagnostics of the CVX continuously variable transmission, both parallel and serial. The introductory part is aimed on the theory in the field of diagnostics and its importance.

The following section addresses a specific issue with a focus on the CVX continuously variable transmission. The practical part of the work first describes the simple construction of the gearbox and then the individual measurements are performed and comparisons with the prescribed values by the manufacturer.

**Keywords:** Case, transmission, CVX, diagnostics, agriculture machinery, defects, tractor

## **Poděkování**

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

# Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Historie technické diagnostiky .....	8
1.2 Význam technické diagnostiky.....	8
1.3 Diagnostické metody .....	9
1.3.1 Subjektivní metody.....	9
1.3.2 Objektivní diagnostika .....	9
1.4 Diagnostické systémy .....	10
1.5 Elektronické vybavení traktorů .....	10
1.5.1 Řídicí jednotka .....	10
1.6 Vnitřní sériová diagnostika .....	11
1.6.1 AFS Connect .....	11
1.7 Převodovky CVX .....	13
1.8 Konstrukce převodovky CVX.....	14
1.8.1 Hydrostatická jednotka .....	14
1.8.2 Slučovací planetový převod .....	15
1.8.3 Mechanická 4 - stupňová převodovka .....	15
1.8.4 Řídicí elektronika převodovky a pohonu.....	15
1.9 Popis a funkce CVX převodovky .....	16
1.9.1 Popis funkce převodovky.....	17
1.10 Účinnost.....	18
2 Cíl práce.....	19
3 Metodika.....	20
4 Vlastní práce .....	24

4.1	Sériová diagnostika.....	24
4.2	Paralelní diagnostika.....	27
4.3	Postup výměny krokového motoru hydrogenerátoru: .....	28
4.3.1	Měření elektromagnetických cívek s ovládacím ventilem.....	32
4.3.2	Měření indukčních snímačů otáček .....	33
4.3.3	Měření tlaku plynu v hydro-pneumatickém akumulátoru .....	34
4.3.4	Kalibrace převodovky.....	35
5	Diskuse .....	36
5.1.1	Vyhodnocení výsledků.....	38
5.1.2	Prognóza.....	38
	Závěr .....	40
	Seznam použité literatury.....	41
	Seznam obrázků.....	43
	Seznam tabulek.....	45

---

## Úvod

V dnešní digitální době zvyšujícího se podílu elektroniky v motorových vozidlech je potřeba stále komplexnějších zařízení pro diagnostiku jednotlivých komponent stroje. Dříve postačující žárovková zkoušečka či multimetr jsou dnes stále velkými pomocníky se zjišťováním závady, avšak pro stále více diagnostických úkolů je třeba speciálního diagnostického přístroje. Počítačová diagnostika je dnes nezbytná výbava každého zemědělského servisu zabývající se, byť i tak zdánlivě jednoduchými stroji, jako jsou například senážní vozy, či lisy na balíky. Z toho důvodu jsou kladeny stále větší nároky na odbornost servisních techniků a na servis jako takový, aby byli servisní technici vyškoleni a opatřeni potřebným zařízením pro servisní úkony.

Od roku 1850, kdy byl v Anglii vyroben první v praxi použitelný traktor na parní potrubí o výkonu v řádu jednotek kilowatt, jsou dnes moderní traktory dosahující výkonu přesahující 500 kW. Každá z komponent traktoru proběhla značným vývojem včetně převodových ústrojí. Již na počátku 90. let skupina CNH vyvinula plynulou převodovku CVX, která znamenala novou éru využití traktorů ve svém portfoliu. Plynulé převodovky znamenali především obrovský pokrok pro využití traktoru v dopravě ale i v polních pracích. Stále více strojů agregovaných za traktorem vyžadují stálou komunikaci s převodovkou přes datovou sběrnici CAN-Bus pro svou správnou činnost na poli.

---

# 1 Literární přehled

## 1.1 Historie technické diagnostiky

V případě historického vývoje technické diagnostiky a údržby lze zahrnout veškerá počínání, které mají za následek odhalení vznikající poruchy nebo prodloužení životnosti nejrůznějších technických nástrojů. Mezi prvopočáteční metody můžeme zahrnout nejrůznější subjektivní smyslové způsoby, např. detekce poslechem, hmatem, zrakem apod., které byly používány od pradávna, až k moderním způsobům diagnostiky využívajících měřicí a počítačové techniky. Slovo diagnóza má původ již v řečtině, kde DIA-GNOSIS znamená skrze poznání. Původně bylo využíváno pouze v lékařství, později bylo použito také ve spojitosti s technickými aplikacemi. Proto si v technických oborech můžeme pod pojmem DIAGNÓZA představit, že se jedná o okamžitou analýzu technického stavu strojních zařízení, resp. vyhodnocení provozuschopnosti objektu (Blata, Juraszek, 2013).

## 1.2 Význam technické diagnostiky

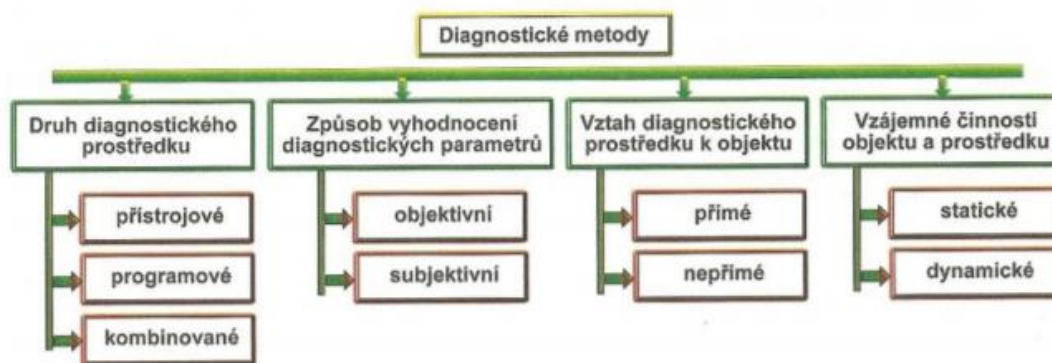
Technická diagnostika je vědní obor, který se zabývá moderními metodami zjišťování technického stavu, vlastností a parametrů sledovaného objektu. Diagnostika poskytuje objektivní informace o provozním stavu strojů, zařízení, přístrojů a jiných systémů, případně o potřebách jejich údržby a průběhu doby života. O zařazení diagnostiky do běžného provozu, rozhodují výsledky zjištění a měření, které mají za úkol porovnat předpokládané náklady na diagnostický systém a jeho provoz a výši úspor vzniklých snížením pravděpodobnosti havárie, prodloužením doby života objektu a snížením nákladů na náhradní díly. Kontrola stroje v provozu běžnými montážními způsoby bez jeho odstavení je prakticky nemožná, proto se technický stav zařízení stále častěji zjišťuje nedestruktivními a bezdemontážními metodami (Černohorský, 2003).



---

## 1.3 Diagnostické metody

Souborem technických zařízení a postupů či metod pro analýzu a vyhodnocení jsou diagnostické prostředky, které musí umožnit kontrolu a vyhodnocení výsledků, na jejichž základě je sestavena diagnóza. Rozdělení metod je na obrázku 1.1 (Čupera, Štěřba, 2010).



Obrázek 1.1 - Diagnostické metody (Čupera, Štěřba, 2010)

### 1.3.1 Subjektivní metody

Subjektivní diagnostika je založena na individuálních schopnostech a zkušenostech pracovníků. Každý opravář má jinak vyvinuté jednotlivé smysly, podle kterých dokáže někdy velice přesně identifikovat podle vykazujících znaků odchylku od normálu. K těmto znakům lze využít:

- Zrak, kterým dokážeme vizuálně poznat odchylky od normálu. Například unikání provozních hmot, drsnost, barvu, přítomnost cizích těles, lomy, chybějící součásti apod.,
- Sluch, kterým lze slyšet podivné a nepřírozené zvuky. Například bouchání, skřípění, vrzání, pískání apod.,
- Hmat, kterým lze cítit chvění, vůle v uložení, drsnost povrchu, teplotu, průsaky provozních kapalin, ostrost apod.,
- Čich, kterým lze sledovat zapáchající a nepřírozené pachy. Přehřívání izolací, spálenina, provozní látky, plíseň apod. (Pošta, 2012).

### 1.3.2 Objektivní diagnostika

Objektivní diagnostika nám dává přesné výsledky měření, které můžeme porovnat s předepsanou hodnotou. Pro objektivní měření potřebujeme správné diagnostické

---

přístroje (od pravítka až po PC diagnostiku), které potřebuje také školenou obsluhu pro správné používání přístrojů.

### **Oblasti objektivní diagnostiky**

**Měření geometrie** – rovinnost, kolmost, souosost, vzdálenost, hloubka, velikost,

**Vibrodiagnostika a akustika** – měření kmitání, chvění, hluk, ....

**Termografie** – analýza rozložení a prostupu tepla součástí a jeho okolí,

**Elektrodiagnostika** – sledování jevů v elektrických strojích a součástech,

**Tribodiagnostika** – analýza olejů a maziv (Černohorský, 2003).

## **1.4 Diagnostické systémy**

Diagnostické systémy nejsou určeny jen pro samotnou diagnostiku a neskládají se z pouhých čidel, měřené fyzikální veličiny, měřicího řetězce a zobrazovače naměřené hodnoty. Většinou fungují jako prostředek, využívaný dalšími systémy nebo procesy při provozu a správě technických zařízení. Jednoduchý diagnostický systém zpravidla signalizuje poruchu objektu ohrožující jeho provoz. Složitější systémy vyhodnocují stupeň nebezpečnosti poruchy, její příčinu a v případě hrozící havárie mohou zastavit provoz objektu. Tyto systémy se volí podle druhu sledovaného objektu a podle jeho funkce sledované ve vybraných místech, kde se porucha projeví změnou některé z fyzikálních veličin (Jancík, Vacátko, 2008).

## **1.5 Elektronické vybavení traktorů**

Rozvoj moderních zemědělských strojů je spojen s rostoucím stupněm řídicích, regulačních a diagnostických zásahů prováděných elektronikou. Je to podmíněno rostoucími aspekty na ekologické požadavky provozu zemědělských strojů a také složitostí řídicích uzlů (spalovací motor, převodovka, hydraulika apod.), vzájemně propojených datovou sběrnici CAN – Bus. Zvyšující se elektronizace přináší nové možnosti v oblasti navyšování výkonu tzv. chiptuning, automatiky řazení, souvratového managementu, ovládání apod. (Bauer et al., 2006).

### **1.5.1 Řídicí jednotka**

Řídicí zásahy, kterými by obsluha ovlivňovala nastavení zem. stroje jsou omezeny fyzickou a psychickou schopností člověka. Pro využití potenciálu komponent na stroji

---

byla vyrobena řídicí jednotka, která dokáže v mžiku přijímat informace od snímačů, vyhodnotit je a nastavit akční členy. Veškeré řídicí jednotky na stroji (spalovací motor, převodovka, hydraulika, přístrojová deska, odpružení, ovládání, výkonnostní monitor apod.) jsou spojeny dvoukanálovým vedením CAN-Bus, pro rychlou komunikaci a odezvu.

#### **Řídicí jednotka provádí:**

- Regulaci (porovnává skutečnou hodnotu s předepsanou, jakmile dojde k odchylce, provede se změna nastavení akčního členu),
- Řízení (přímá kontrola akčních členu na vybrané vstupní parametry),
- Diagnostiku (kontroluje vybrané parametry, které mají vliv na provozní spolehlivost stroje; rozhoduje o tom, zda vstupní signál leží mezi předepsanými hodnotami), (Bauer et al., 2006).

### **1.6 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. EST DIAGNOSTIC TOOLS pro stroje CASE IH), které podporují všechny funkce řídicích jednotek nebo diagnostiku neoriginální (např: BOSCH FSA, JALTEST, atd.) které jsou cenově dostupnější, mají však omezené funkce (Vlk, 2006).

#### **1.6.1 AFS Connect**

AFS Connect je založen na dvou systémových platformách. První z nich je portál MyCaseIH, který je ústředním centrem pro správu dat a přístup k dalším informacím, jako jsou například uživatelské příručky, návody, prospekty a názorná videa s pracovními postupy, jak například nastavit sklízecí mlátičku apod. Portál telematiky AFS Connect pak umožňuje automatické sledování, zobrazování, uložení a práci s daty o strojích, polích a farmě. Tento portál umožňuje uživatelům sledovat

---

a spravovat tyto data z počítače, tak i vzdáleně z chytrého telefonu nebo tabletu. Autorizovaní zástupci CASE IH mohou se svolením majitele strojů také monitorovat provozované stroje, aby mohli na základě získaných dat plánovat údržby nebo prostřednictvím hlášení chybových kódů provést vzdálenou servisní diagnostiku ještě před samotným výjezdem servisního mechanika.

Jednou z možností portálu AFS Connect je správa provozu strojů. Tato funkce umožňuje majitelům monitorovat provozní data o stroji, jako jsou motohodiny, teplota oleje, otáčky nebo zatížení motoru, spotřeba paliva a další informace, které jsou zobrazitelné na displeji traktoru. Tato data jsou neustále zaznamenávána a automaticky v reálném čase aktualizována.

Portál AFS Connect umožňuje okamžitý přenos a zaznamenávání dat prostřednictvím bezdrátového připojení bez nutnosti použití USB disku pro přenos dat mezi monitorem traktoru a počítačem. Díky tomuto systému jsou získána data okamžitě k dispozici, uživatelé mohou sledovat své stroje prostřednictvím počítače, tabletu nebo chytrého telefonu.

#### **Výhody pro servis:**

- Lepší efektivita práce mechanika a servisu,
- Snížení výjezdů ke stroji,
- Vzdálená diagnostika pomocí chybových kódů a provozních parametrů,
- Příprava na výjezd,
- Snížení ztrátových časů při nahodile opakujících se poruchách,
- Zlepšení ekonomiky garancí (úspora na cestovním a čase opravy),
- Přesné navádění ke stroji při opravě v terénu,
- Plánování oprav,
- Plánování objednávek náhradních dílů na údržby.

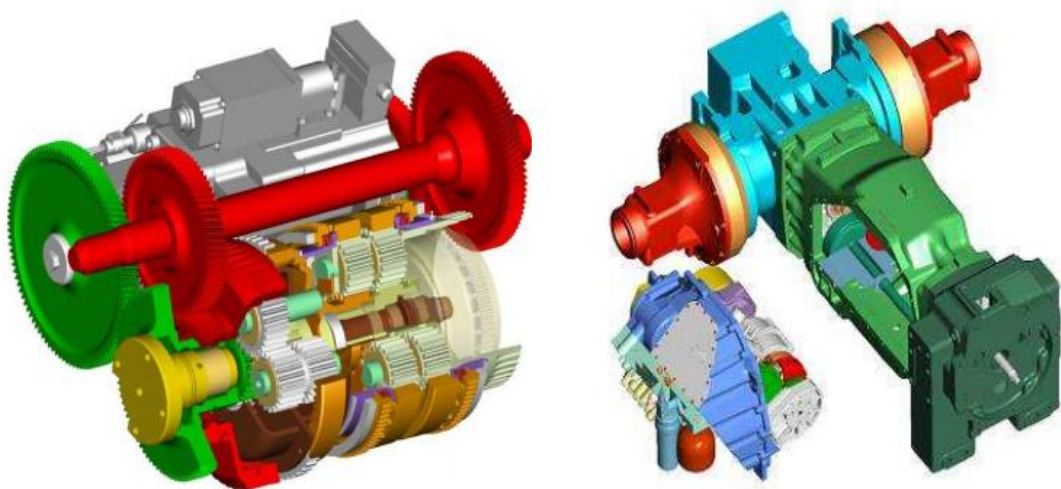
#### **Výhody pro zákazníka:**

- Ekonomika používání stroje (spotřeba a čas),
- Reporting na pozemek (čas strávený na poli, spotřeba strojů vykázaná na pozemek, jaké stroje na pozemku byly využity),
- Intuitivní ovládání v až 19 jazycích,

- 
- Sledování výkonnosti a spotřeby paliva při nasazení u traktoru a závěsné techniky,
  - Systém výstrah na polohu stroje a jeho provozní parametry,
  - Snížení nákladů na servis traktorů,
  - Snížení neefektivních prostojů (AgriCS.cz, 2021).

### 1.7 Převodovky CVX

Již na počátku 90. let 20. století se začala zkoušet nová konstrukce pojezdu, která v rámci koncernu CNH znamenala vytvoření modelové řady CVX (viz obrázek 1.2). Ta ve své konstrukci zahrnovala bezstupňovou převodovku, což přineslo široké možnosti pro nastavení traktoru jak z pohledu udržování konstantních otáček motoru, tak tempomatu rychlosti. Obsluha měla k dispozici tzv. potenciometr zátěže, kterým bylo možné ovlivnit režim práce spalovacího motoru a tím i spotřebu paliva. V podstatě se uvedeným potenciometrem nastavoval pokles otáček, než začal management převodovky měnit převodový poměr. Tím bylo možné udržovat dlouhodobě zatížení motoru v oblasti s nejvyšším točivým momentem, kde pracuje motor s nejnižší měrnou spotřebou paliva, a přitom obsluha nemusí provádět žádné řazení, vše probíhalo zcela automaticky. Samotné „jádro převodovky“ bylo řešeno jako výměnná jednotka, která se vkládala do skříně převodovky (Šmerda, Čupera, 2021).



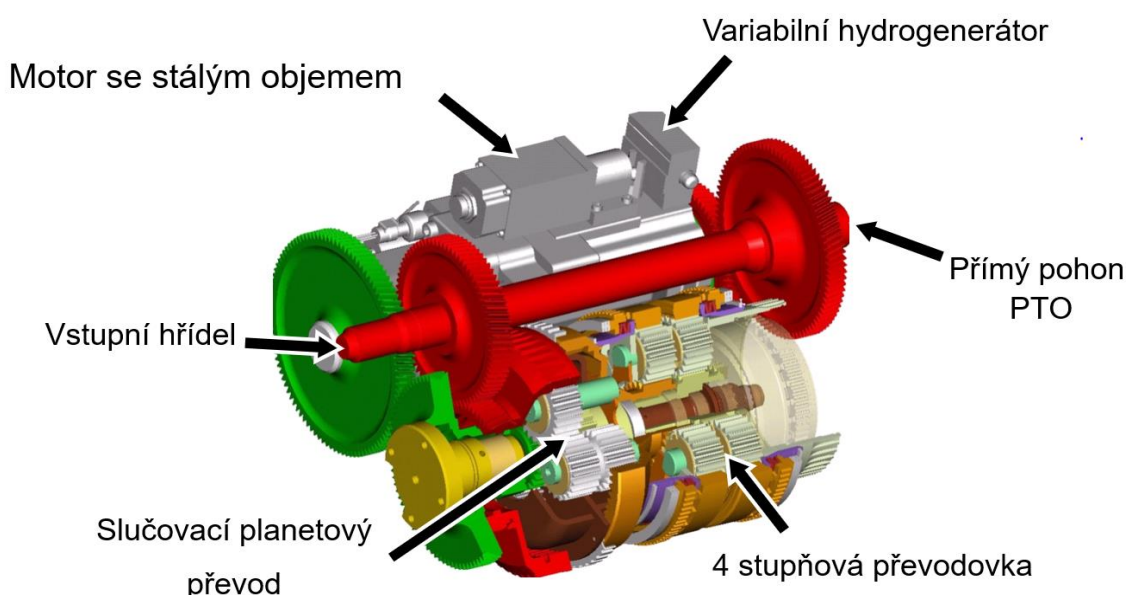
Obrázek 1.2 – CVX převodovka (Čupera, Šmerda, 2021)

---

## 1.8 Konstrukce převodovky CVX

Režim planetové převodovky obsahuje 4 mechanické převodové stupně, které pomáhají udržovat podíl hydrostatického výkonu na nejnižší možné úrovni. Mechanická a hydrostatická část je spojena ve slučovací planetovém převodu. To znamená, že CVX plynule mění rychlost od 0 do 50 km.h<sup>-1</sup> bez ztráty tažné síly. Změna z jednoho převodového stupně na jiný je provedena pomocí zubových spojek, které nepodléhají opotřebení a pracují bez třecích ztrát.

Převodovka CVX (viz obrázek 1.3) s plynulou změnou převodového poměru má celkem 6 zubových spojek, jednu pro každý ze čtyř režimů jízdy, 1 pro jízdu vpřed a 1 pro jízdu vzad. Za účelem snížení třecích ztrát, je konstrukce spojek zubová, na místo spojek lamelových. Zubové spojky jsou spínány pomocí tlaku oleje pístu válce a uvolněné jsou tlakem pružiny (Firemní literatura, 2003).



Obrázek 1.3 – Konstrukce CVX převodovky (Firemní literatura, 2003)

### 1.8.1 Hydrostatická jednotka

Motor se stálým objemem je umístěn vzadu za hydrogenerátorem s variabilním objemem. Tato konstrukce předchází prosakování a snižuje ztráty průtoku, zlepšuje spolehlivost a výkonost systému. Regulace desky je hydroelektrická.

Technické údaje hydrostatické jednotky:

- Úhel natočení +/- 20°,
- Objem  $V = 20 \text{ cm}^3$ ,
- Maximální tlak  $P_{\max} = 43 \text{ MPa}$  (Firemní literatura, 2003).

### 1.8.2 Slučovací planetový převod

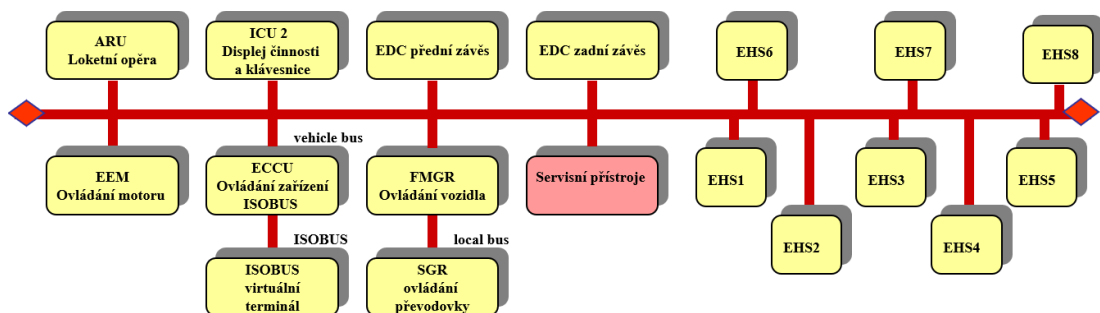
Planetový převod se skládá z 5 – hřídelové planetové převodovky se dvěma vstupními hřídelemi a třemi výstupními hřídelemi. To vytváří fyzický vzájemný vztah mezi mechanicky a hydrostaticky poháněnými prvky v tomto systému. Provedení poskytuje velmi vysokou mechanickou účinnost a pro vynikající výkonnost a nízkou spotřebu paliva (Firemní literatura, 2003).

### 1.8.3 Mechanická 4 - stupňová převodovka

Planetové sady jsou spojené ve slučovací planetové převodovce, ve které jsou k dispozici 4 převodové stupně. Změna mezi jednotlivými převodovými stupni se uskutečňuje pomocí speciálních zubových spojek, které do sebe vzájemně zapadají. K řazení dochází vyrovnání jejich rychlostí bez přerušení pohonu. Planetová jednotka je spojena s přímou jízdou v před a obrácení směru otáčená umožní jízdu vzad (Firemní literatura, 2003).

### 1.8.4 Řídící elektronika převodovky a pohonu

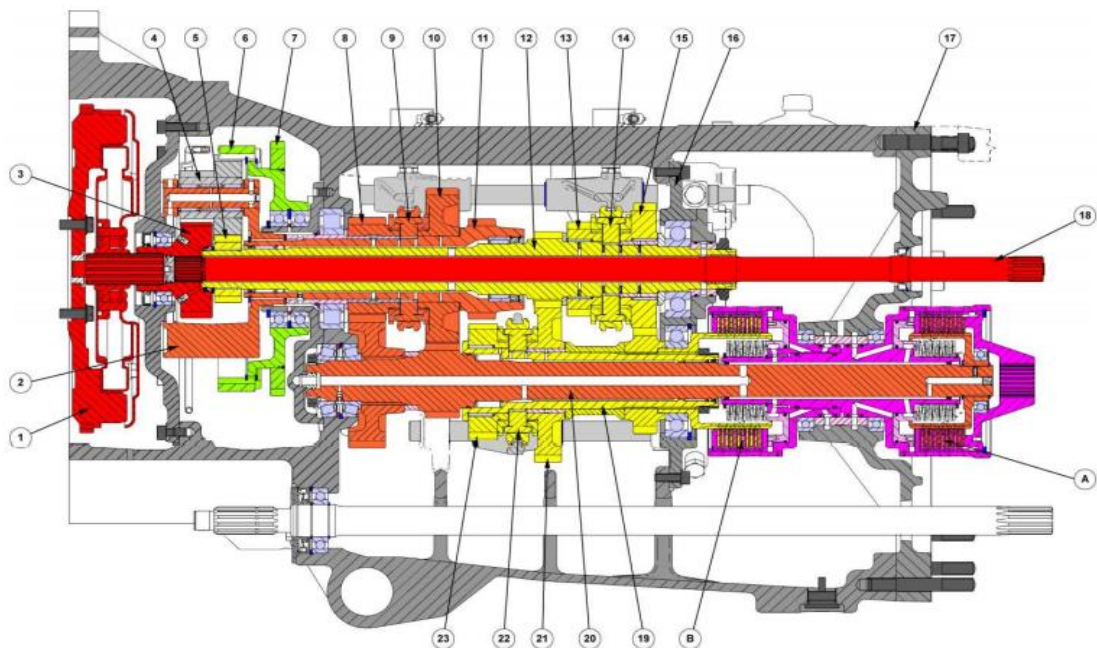
Technologie „Cutting edge“ LIN BUS (viz obrázek 1.4) dodá otevřenou programovou smyčku a řízení zpětné vazby. Úplné řízení a sledování všech pracovních režimů s jednoduchou a rychlou diagnostikou chyb (Firemní literatura, 2003).



Obrázek 1.4 – LIN BUS CVX převodovky (Firemní literatura, 2003)

## 1.9 Popis a funkce CVX převodovky

Mechanickou část tvoří stupňovitá, tříhřídelová převodovka s trojicí synchronizačních spojek pro řazení čtyř rozsahů pro jízdu vpřed a dvou rozsahů pro jízdu vzad. Řazení probíhá prostřednictvím řadicích vidliček, ovládaných elektrohydraulicky. Do mechanické části patří dále dvě lamelové spojky, kterými se zapne dané soukolí rozsahu do aktivního záběru. Hydrostatická část se skládá z regulačního pístového hydrogenerátoru a neregulačního pístového hydromotoru. Pohon hydrogenerátoru je řešen od průběžné hřídele, poháněné přímo od spalovacího motoru. Regulace geometrického objemu hydrogenerátoru je řešena sklonem desky, o kterou se opírá 9 pístků, které jsou schopny vytlačit až  $110 \text{ cm}^3$ . Sklon regulační desky lze měnit do obou směrů  $\pm 100^\circ$ . Hydromotor pracuje trvale s geometrickým objemem  $90 \text{ cm}^3$ . Konstrukce převodovky dovoluje rychlost až  $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , která je elektronicky omezena (sklon regulační desky hydrogenerátoru) na  $50$  nebo  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  při otáčkách  $1\ 550$  nebo  $1\ 450 \text{ min}^{-1}$  (viz obrázek 1.5), (Šmerda, Čupera, 2021).



Obrázek 1.5 - Popis převodovky (Čupera, Šmerda, 2021)

Pozice obrázku: A-spojka A, B-spojka B, 1-Setrvačnick s hydraulickým tlumičem torzních kmitů, 2-Unašeč satelitů, 3-Planetové kolo, 4-Satelit, 5-Planetové kolo, 6- Korunové kolo, 7-pohon korunového kola,, 8-Soukolí F1 (první převodový rozsah), 9-Synchronizační spojka (Převody F1/F3), 10-Soukolí F3 (Třetí převodový rozsah), (11,23)-Soukolí pro jízdu vzad R1, (12,21)-Soukolí F2 (druhý převodový rozsah),

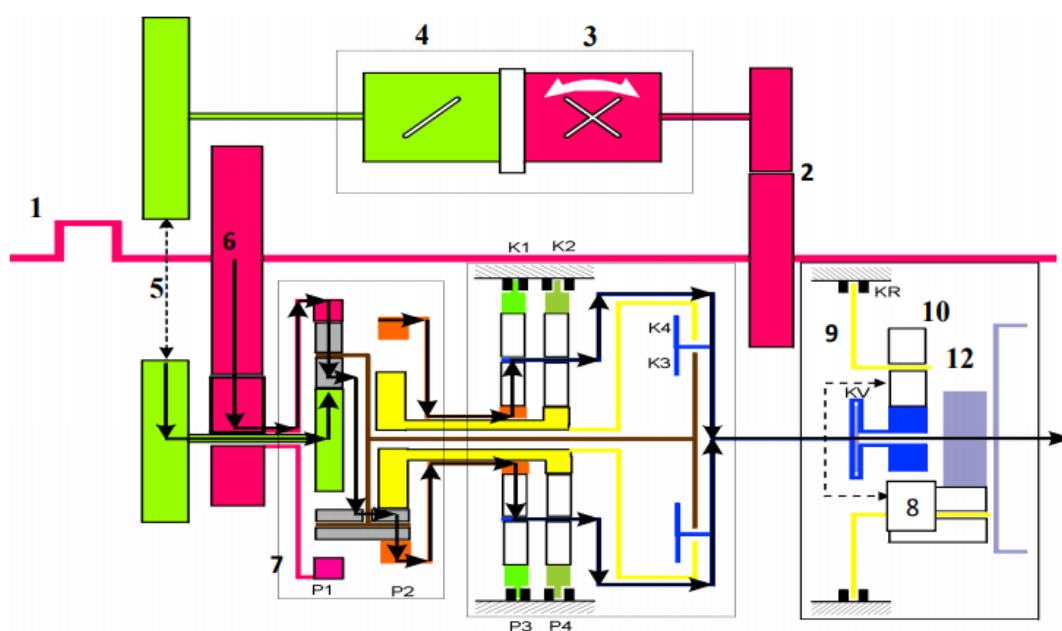


13- Soukolí R2 (druhý převodový stupeň pro jízdu vzad), 14-Synchronizační spojka (převody F4/R2), 15-Soukolí F4 (čtvrtý převodový rozsah), 16-Kryt, 17-Oddělovací deska, 18-Vývodový hřídel, 19-Hnaný hřídel (spojka B), 20-Hnaný hřídel (spojka A), 22-Synchronizační spojka F2/R1 (Čupera, Šmerda, 2021).

### 1.9.1 Popis funkce převodovky

Točivý moment motoru pohání hřídel (1), a tím současně soukolí (6) (mechanická část), prostřednictvím které, vstupuje na korunové kolo (P1), sčítacího planetového převodu (7) a také soukolí (2), kterým pohání hydrogenerátor (3) a zajišťuje tak příkon hydrostatické části. Současně se hřídelem (1) přenáší výkon na vývodový hřídel. Axiální hydrogenerátor pohání hydromotor (4) s ( $V_g = \text{konst}$ ). Točivý moment z hydrostatického převodníku je přenášen pomocí soukolí (5) na planetové kolo (P1) sčítacího převodu. Z části sčítacího převodu vystupuje moment do planetové převodovky (8), kde v závislosti na pojezdové rychlosti přechází z centrálních kol na unašeč této převodovky, nebo je přímo veden unašečem sčítacího převodu (7), aniž by procházel částí (8). Z planetové převodovky vystupuje do reverzační planetové převodovky, která určuje směr jízdy. Jestliže je sepnutá spojka (KV) traktor jede vpřed. Jízda vzad je při sepnuté spojce (KR).

Funkční schéma viz obrázek 1.6 (Šmerda, Čupera, 2021).



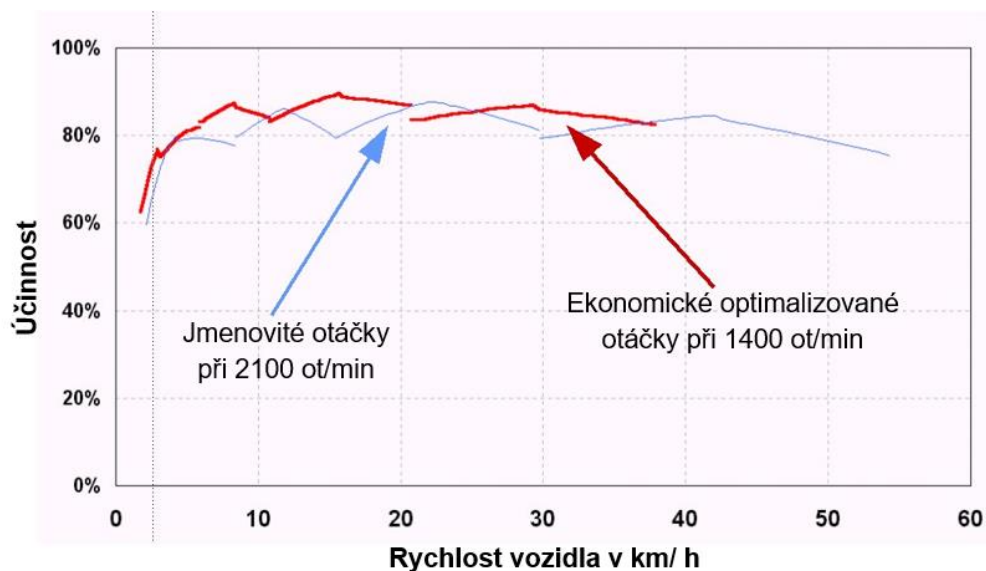
Obrázek 1.6 – Funkce převodovky CVX (Čupera, Šmerda, 2021)

## 1.10 Účinnost

Snížené otáčky motoru při nejvyšší rychlosti jízdy (při montáži největších dovolených pneumatik) Graf účinnosti v závislosti na rychlosti vozidla viz obrázek 1.7.

50 km·h<sup>-1</sup> při 1 890 ot · min<sup>-1</sup>,

40 km·h<sup>-1</sup> při 1 510 ot · min<sup>-1</sup>. (Firemní literatura, 2003)



Obrázek 1.7 – Grafické znázornění účinnosti v závislosti na rychlosti (Firemní literatura, 2003)

Rychlost vozidla v závislosti na zařazeném převodovém stupni (viz tabulka 1.1), (Firemní literatura, 2003).

Tabulka 1.1 – Rychlostní charakteristika v závislosti na otáčkách (Firemní literatura, 2003)

Otáčky motoru	2 100 ot · min <sup>-1</sup>	1 400 ot · min <sup>-1</sup>
<b>Převodový stupeň 1</b> [km·h <sup>-1</sup> ]	0 až 8	0 až 5
<b>Převodový stupeň 2</b> [km·h <sup>-1</sup> ]	9 až 14	6 až 10
<b>Převodový stupeň 3</b> [km·h <sup>-1</sup> ]	15 až 30	11 až 20
<b>Převodový stupeň 4</b> [km·h <sup>-1</sup> ]	31 až 55	21 až 32

---

## 2 Cíl práce

Cílem práce je provedení sériové a paralelní diagnostiky, vyhodnocení prognóz, vývoje stavu a poruch převodovky traktoru CASE CVX a odpovědět na tyto otázky:

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

V práci se zaměřím:

- Popis diagnostických systémů pro sledovaný traktor
- Provedení sériové diagnostiky
- Provedení paralelní diagnostiky
- Porovnání zjištěných a naměřených výsledků s doporučením výrobce a direktivou EU
- Odpověď na otázky z cíle této práce
- Zhodnocení výsledků a uvedení v praxi

---

### 3 Metodika

Diagnostika převodového ústrojí bude provedena na traktoru Case CVX vyrobeném v roce 2008. Specifikace traktoru jsou motor SISU o výkonu 121 kW o objemu 6,6 litru, vstřikováním Common rail a s plynulou převodovkou CVX.

Jako první bude provedena vizuální prohlídka okolí převodovky (detekce úniků provozních kapalin a tím následná ztráta pracovního tlaku oleje) a neporušenost systému.

#### Sériová diagnostika

Sériová diagnostika převodovky diagnostickým přístrojem EST DIAGNOSTIC TOOLS (viz obrázek 3.1). Sériová diagnostika je sestava 9-pinové diagnostické zástrčky, komunikačního modulu DPA 5, USB kabelu a běžným přenosným notebookem s nainstalovaným diagnostickým programem. Bude vyčtena paměť závad převodovky a dále bude provedena kontrola funkce krokového motorku pro úhel natočení olejového čerpadla.



Obrázek 3.1 – Komunikační modul CNH EST DIAGNOSTIC (balticdiag.com, 2021)

---

### **Funkce diagnostického přístroje:**

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

### **Podporované značky**

- CASE IH (zemědělské a stavební stroje),
- New Holland (zemědělské a stavební stroje),
- Steyr,
- Iveco (jiutechnet.com, 2021).

### **Paralelní diagnostika**

#### **Multimetr**

Paralelní diagnostika bude provedena pomocí univerzálního multimetru UT55 (viz obrázek 3.2) pro měření elektrického napětí a odporu na jednotlivých elektricky ovládaných zařízeních.

1. DC napětí: 200 mV / 2000 mV / 20 V / 200 V / 500 V (přesnost: +/-  
i. (0,5 % + 2),
2. AC napětí: 200 V / 500 V (přesnost: +/- 1,2 % + 10),
3. DC proud: 2000  $\mu$ A / 20 mA / 200 mA / 10 A (přesnost: +/- 1 % + 2),
4. Odpor: 200  $\Omega$  / 2000  $\Omega$  / 20 k $\Omega$  / 200 k $\Omega$  / 20 M $\Omega$  (přesnost: +/- 0,8 % + 2
5. Teplota: -40 až +1000°C, -40 až +1832°F (přesnost: +/- 1 % + 3 °C, +/- 1 % + 4°F), (uni-t.cz, 2021).



Obrázek 3.2 – Multimetr UNI-T UT55

### Měření v hydro-pneumatickém akumulátoru

Bude použit tlakoměr s manometrem OLAER (viz obrázek 3.3) pro měření tlaku v hydro-pneumatickém membránovém akumulátoru a seřízení na předepsanou hodnotu. K zařízení je připojena standartní dusíková tlaková láhev určená pro plnění hydro-pneumatických akumulátorů.



Obrázek 3.3 – Plnicí a kontrolní zařízení pro dusíkové akumulátory

- Maximální povolený tlak pro měření 40 MPa.

---

## Měření délek

Měření jednotlivých lamel v lamelových spojkách bude provedeno běžným posuvným měřítkem (viz obrázek č. 3.4) pro zjištění aktuálního opotřebení a porovnání s mezní hodnotou opotřebení udávanou výrobcem.

- Posuvné kovové provedení,
- Rozsah měření 0 - 150 mm,
- Přesnost 0,05 mm.



Obrázek 3.4 – Posuvné měřítko INOX

---

## 4 Vlastní práce

Měření a následná oprava plynulé převodovky bude provedena na traktoru CASE CVX 170 (viz obrázek 4.1). Nájezd tohoto traktoru činí 13 943 Mth. Traktor je využíván převážně v dopravě (cca 80 % využití) zbytek je využíván v lehkých polních pracích. V dopravě je agregován hlavně se senážním vozem a cisternou pro vývoz digestátu z bioplynové stanice. V poli je využíván pouze v případě výpadku jiného traktoru.

Závada se začala projevovat po zařazení zpětného chodu traktoru tím, že se zobrazil chybový kód a systém traktoru sepnul systém nouzového režimu. To znamená, že traktor mohl jet maximálně rychlostí  $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Tato rychlost slouží pouze pro nouzové dojetí.



Obrázek 4.1– Traktor Case CVX 170

### 4.1 Sériová diagnostika

Jako první je potřeba zjistit pomocí sériové diagnostiky chybu, která se zobrazuje na displeji palubního počítače traktoru. Připojí se proto EST DIAGNOSTIC TOOLS a načte se paměť chybových kódů, uložená v řídicí jednotce traktoru.



---

### Postup navázání komunikace s ŘJ:

1. Zajistit traktor proti pohybu,
2. Vyhledat na traktoru diagnostickou 9 - pinnovou zásuvku (viz obrázek 4.2).  
Ta se nachází většinou v kabině traktoru, avšak ne u každého traktoru na stejném místě,
3. Připojit diagnostický modul se zásuvkou,
4. Klíč v zapalování v první poloze zapnuto (ne nastartováno),
5. Spustit program EST DIAGNOSTIC SERVIS TOOLS v notebooku,
6. Vyhledat správný typ traktoru a zadat výrobní číslo,
7. Navázat spojení,
8. Načíst paměť chybových kódů (viz obrázek 4.3).



Obrázek 4.2 – Diagnostika 9 - pinnová zásuvka traktoru

Výpis chybových kódů z řídicí jednotky traktoru je na obrázku 4.3.

CONTROLLER	FAULT CODE	FAULT DESCRIPTION	STATUS	NUMBER OF OCCURRENCES	LAST OCCURRENCE (ENGINE HOURS)
SGR	147	Hydrostat electronics - starting problems	NOT ACTIVE	3	13942
SGR	48	Supply voltage (potential 30) too low	NOT ACTIVE	1	13941
SGR	85	Planet carrier 1-2 speed not plausible	NOT ACTIVE	13	13941
SGR	146	Hydrostat - index sensor does not supply a feedback signal	NOT ACTIVE	13	13941
SGR	60	Internal fault in the hydrostat	NOT ACTIVE	10	13941
SGR	84	Cartridge input speed not plausible	NOT ACTIVE	13	13941
SGR	53	Hydrostat, transmission ratio is not reached	NOT ACTIVE	2	13941
SGR	54	Maximum hydrostat high pressure reached	NOT ACTIVE	1	13936

Obrázek 4.3 – Paměť chybových kódů.

1-umístění, 2-číselné označení, 3-popis, 4-aktuální status, 5-počet opakování, 6- v kolika motohodinách se chybový kód objevil naposledy

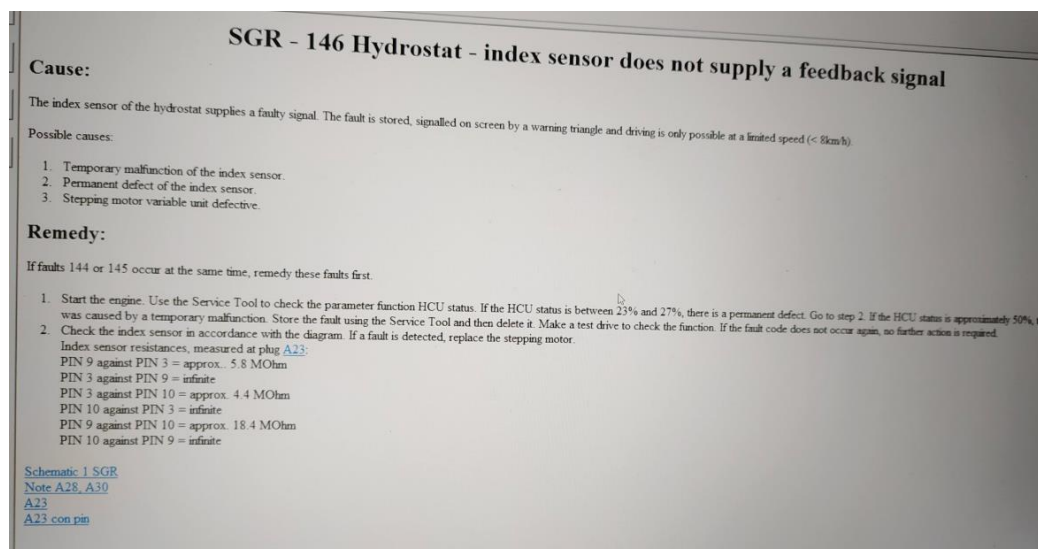
Všechny chyby, krom chyby č.48 se týkají převodového ústrojí traktoru.

#### Popis chybových kódů:

- 147 – Elektronika jednotky hydrogenerátoru hlásí problémy (tento chybový kód se často zobrazuje při nedostatečně ohřátém převodovém oleji a rychlým nárůstem zatížení převodového ústrojí),
- 85 – Otáčky planetového převodu 1-2 nesouhlasí,
- 146 – Index senzor nedodává zpětný signál řídicí jednotce. Chyba hydrogenerátoru,
- 60 – Vnitřní chyba hydrogenerátoru,
- 84 – Vstupní otáčky cartridge nesouhlasí. Cartridge je myšlena pracovní část převodovky (ozubená kola, zubové spojky, hydrogenerátor, hydromotor, ...),
- Není dosažen rozsah otáček hydrogenerátoru vůči převodovce,
- Byl dosažen maximální tlak hydrogenerátoru (sporadická chyba).

## 4.2 Paralelní diagnostika

Po konzultaci se zkušeným technikem jsem se zaměřil hlavně na chybu hydrogenerátoru. Chyba hydrogenerátoru bývá zejména chyba v krokovém motorku pro jeho ovládání. Dle servisního manuálu (viz obrázek 4.4) je třeba změřit HCU status, který ověřuje funkci krokového motorku. Hodnota HCU statusu by se měla pohybovat okolo 50 %. Tato hodnota byla splněna, avšak řídicí jednotka převodovky stále vykazovala chybový kód.



Obrázek 4.4 – Servisní postup řešení chybového kódu.

Dle servisního návodu jsem provedl měření elektrického odporu index sensoru (viz tabulka 4.1) a porovnal s předepsanými hodnotami.

Tabulka 4.1 – Měření odporů index sensoru na krokovém motorku hydrogenerátoru (Firemní literatura, 2003)

	Požadované hodnoty	Naměřené hodnoty
<b>Mezi PIN 9-3</b>	5.8 MΩ	Nekonečný Ω
<b>Mezi PIN 3-9</b>	Nekonečný Ω	Nekonečný Ω
<b>Mezi PIN 10-3</b>	4.4 MΩ	15.4 MΩ
<b>Mezi PIN 3-10</b>	Nekonečný Ω	Nekonečný Ω
<b>Mezi PIN 10-9</b>	18.4 MΩ	Nekonečný Ω
<b>Mezi PIN 9-10</b>	Nekonečný Ω	Nekonečný Ω

---

Z naměřených hodnot vyplývá, že **index sensor má chybnou funkci**, která je poté zapisována do řídicí jednotky převodovky jako chybový kód. Jelikož je index sensor zabudovanou součástí krokového motorku, musí se vyměnit celý. Pro výměnu krokového motorku je potřeba demontovat „cartridge“ převodovky.

### **4.3 Postup výměny krokového motorku hydrogenerátoru:**

1. Traktor zajistit proti pohybu,
2. Odpojit zdroj napětí (akumulátor),
3. Vypustit převodový olej do optimální nádoby (cca 50 l),
4. Hydraulickým zvedákem nadzdvihnout zadní část traktoru tak, aby bylo možné demontovat zadní pravé kolo,
5. Demontovat zadní kolo,
6. Provést vizuální prohlídku zařízení (kompletnost součástí, celistvost systému, poškození elektrického vedení, únik provozních kapalin),
7. Odpojit elektrické vedení k převodovce,
8. Demontovat vložky čističů převodového oleje (zároveň provést prohlídku přítomnosti případného znečištění oleje. Zejména ocelovými pilinami),
9. Opojit veškeré vedení oleje od převodovky (hadice, trubky),
10. Namontovat na cartridge převodovky přípravek pro její demontáž,
11. Demontovat všechny šrouby cartridge od převodové skříně,
12. Demontovat cartridge,
13. Odpojit elektrické vedení ke krokovému motorku,
14. Demontovat krokový motorek,
15. Namontovat nový krokový motorek,
16. Namontovat zpět cartridge na převodovou skříň,
17. Změřit elektrické veličiny ostatních elektrických zařízení převodovky.  
Zajištění bezproblémového chodu a prevence před budoucími komplikacemi chodu převodovky,
18. Změřit tlak na hydropneumatickém akumulátoru,
19. Namontovat nové převodové čističe oleje nalít nový převodový olej,
20. Vizuálně prohlédnout případné úniky,
21. Namontovat zpět zadní kolo, připojit akumulátor,
22. Nastartovat traktor a provést zkušební jízdu,

- 
23. Provést kalibraci převodovky pomocí EST DIAGNOSTIC TOOLS,
  24. Načíst paměť závad (pouze pro ověření správné funkce systému).

Vizuální prohlídka převodovky (viz obrázek 4.5) po demontáži zadního kola. Při prohlídce kontrolujeme celistvost systému kompletnost součástí, celistvost systému, poškození elektrického vedení, únik provozních kapalin.



**Obrázek 4.5 – Vizuální prohlídka převodovky**

---

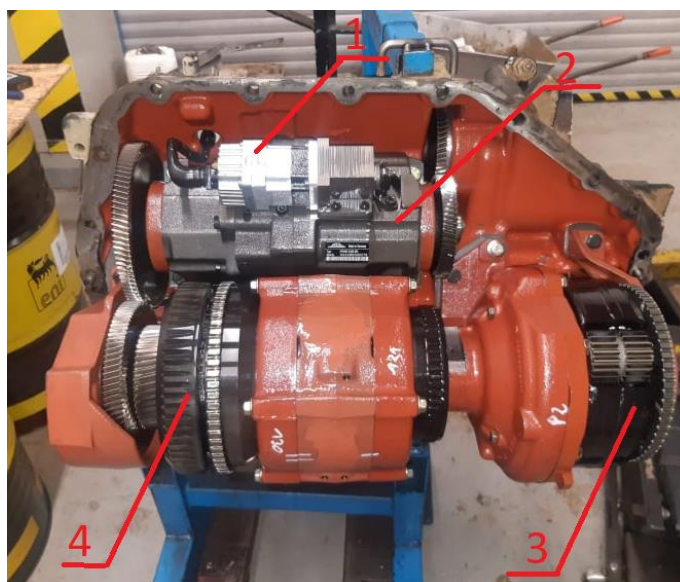
Po demontáži cartridge z boku převodovky traktoru nám zůstane skříň převodovky (viz obrázek 4.6) s dvěma hřídeli.



**Obrázek 4.6 – Skříň převodovky**

Pozice obrázku: 1 - vstupní hřídel a přímý pohon PTO, 2 - hřídel pro pohon 4x4

Demontovaná cartridge vnitřní části převodovky (viz obrázek 4.7). Zde je obsažena kompletní pracovní část převodovky. Demontáž krokového motoru spočívá pouze v odpojení kulatého konektorového spojení, odpojení táhla naklápění ovládací desky hydrogenerátoru a demontáž čtyř imbusových šroubů.



**Obrázek 4.7 – Cartridge převodovky**

Pozice obrázku: 1-krokový motorek hydrogenerátoru, 2-hydrogenerátor, 3-slučovací planetový převod, 4-čtyřstupňová převodovka

---

Po montáži nového krokového motorku byla provedena zpětná montáž cartridge do skříně převodovky. Poté bylo provedeno detailnější měření elektrických komponent převodovky pomocí měřicího zařízení (viz obrázek 4.8). Zejména elektrických odporů, pro zjištění stavu komponent převodovky. Měřeny byly elektromagnetické cívky (viz obrázek 4.9) pro řazení a spínání jednotlivých převodových stupňů a snímačů tlaku, teploty a otáček. Nakonec se změřil tlak plynu v hydro-pneumatickém akumulátoru převodovky.



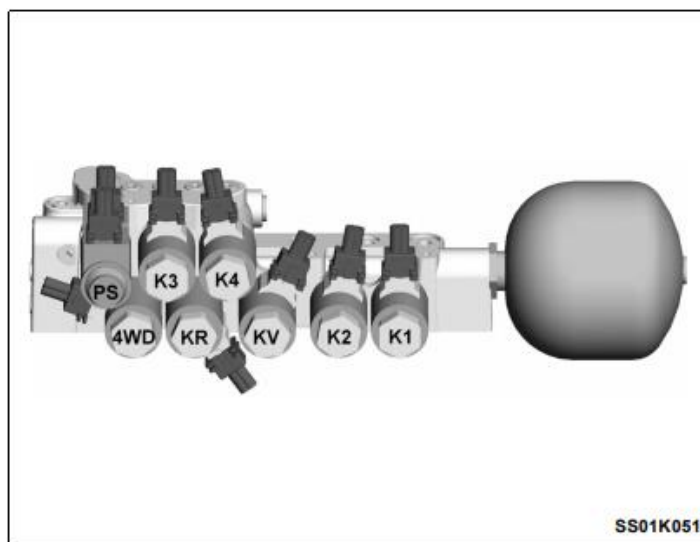
**Obrázek 4.8 – Multimetr s adaptérem pro měření snímačů a elektromagnetických cívek**



**Obrázek 4.9 Měření odporů elektromagnetických cívek**

### 4.3.1 Měření elektromagnetických cívek s ovládacím ventilem

Řazení elektromagnetických cívek na hydraulickém rozvaděči (viz obrázek 4.10). Součástí je i hydro-pneumatický akumulátor. Měřen byl elektrický odpor jednotlivých elektromagnetických cívek. Dle předpisu (Firemní literatura, 2003) by měl mezi 2,5 a 5  $\Omega$  (viz tabulka 4.2).



Obrázek 4.10 – Řazení elektromagnetických cívek s ovládacím ventilem

Pozice obrázku: PS-parkovací brzda, 4WD-pohon předních kol, KR-spojka vzad, KV-spojka vzad, K1234-spojky 1234 (Firemní literatura, 2003)

Tabulka 4.2 – Naměřený el. odpor elektromagnetických cívek

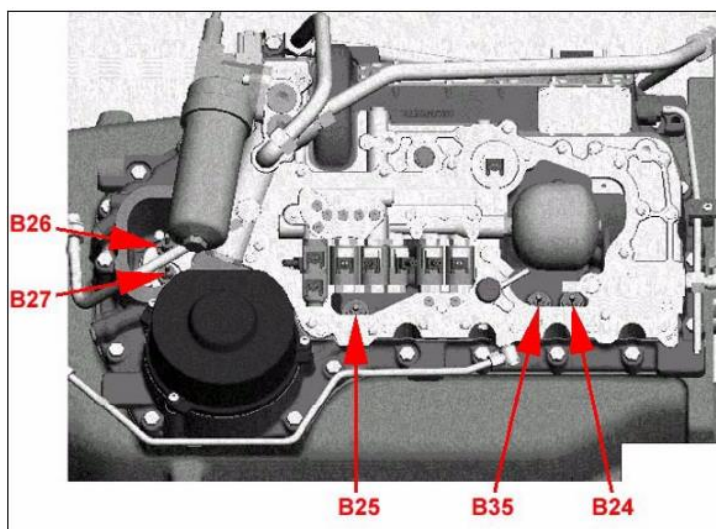
Označení	El. odpor v $\Omega$
PS	4.3
4WD	3.8
KR	2.7
KV	2.6
K1	2.8
K2	2.6
K3	5.1
K4	2.6



Dle tabulky 4.2 vyplývá, že elektromagnetická cívka K3 je **mírně nad maximální přípustnou hodnotou**. Překročení není nijak markantní a cívka bez problému plní svou funkci.

#### 4.3.2 Měření indukčních snímačů otáček

Jako další byl změřen odpor na jednotlivých indukčních snímačích otáček převodovky (viz obrázek 4.11). Snímače jsou připojené přímo k řídicí jednotce převodovky. Dle předpisu (Firemní literatura, 2003) by měřený odpor při 20°C měl být  $1\,050\ \Omega \pm 100\ \Omega$ . Naměřené hodnoty jsou znázorněny v tabulce 4.3.



Obrázek 4.11 – Snímače otáček převodovky (Firemní literatura, 2003)

Pozice obrázku: B26-výstupní otáčky vpřed, B27-výstupní otáčky vzad, B25-otáčky spojek P3/P4, B35-otáčky spojek P1/P2, B24-vstupní otáčky (Firemní literatura, 2003)

Tabulka 4.3 - Naměřený el. odpor indukčních snímačů otáček

Označení	El. odpor v $\Omega$
<b>B26</b>	1 029
<b>B27</b>	1 030
<b>B25</b>	1 029
<b>B35</b>	1 017
<b>B24</b>	1 030

---

Dle naměřených hodnot jsou snímače otáček v **pořádku**. V případě nesprávné funkce snímače by se uložil chybový kód do řídicí jednotky převodovky a byla by znemožněna kalibrace převodovky.

### 4.3.3 Měření tlaku plynu v hydro-pneumatickém akumulátoru

Hydro-pneumatický akumulátor slouží jako zásobník tlakové energie. V případě náhle ztráty tlaku oleje v převodovce dokáže rozdíl tlaku vyrovnat a zařadit převodový stupeň. Plnicím médiem je dusík, který se plní pomocí plnicího zařízení k tomu určenému. Předepsaný tlak hydro-pneumatického akumulátoru (viz obrázek 4.12) je dle výrobce (Firemní literatura, 2003) 2 MPa.



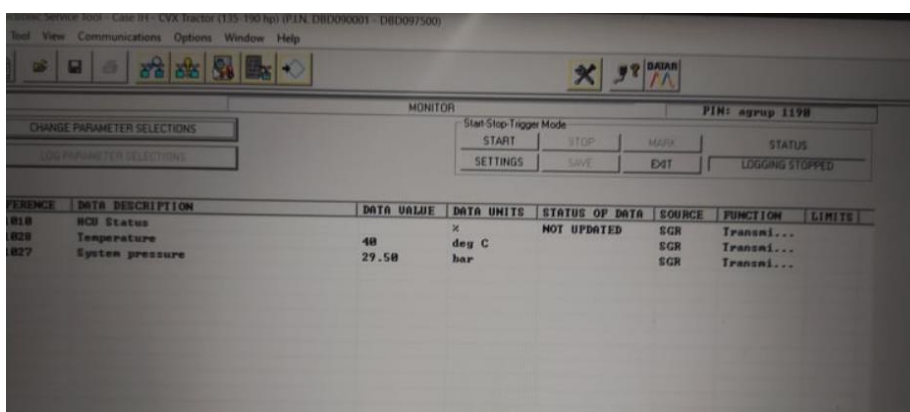
Obrázek 4.12 – Měření hydro-pneumatického akumulátoru

Naměřený tlak byl při měření o 0,4 MPa **nižší než předepsaný**. Pomocí plnicího tlakoměru s manometrem byl tlak naplněn na požadovanou hodnotu 2 MPa.

#### 4.3.4 Kalibrace převodovky

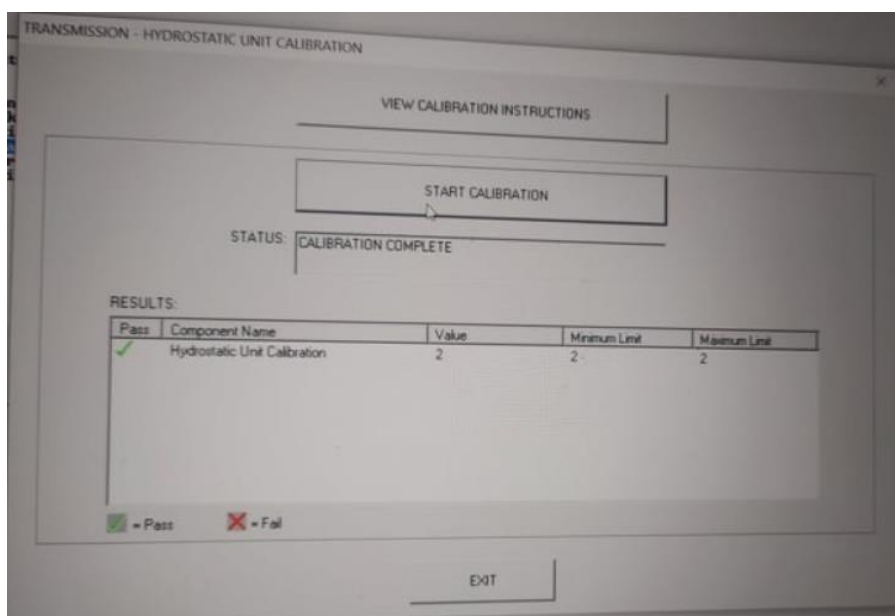
Při zkušební jízdě je nutnost uvést převodový olej na provozní teplotu pro možnost kalibrace převodovky. Požadovaná teplota pro kalibraci je mezi 25 – 80°C. Kalibrace převodovky se musí spustit přes EST DIAGNOSTIC TOOLS. Proces trvá přibližně 2 minuty.

Po zkušební jízdě ověříme aktuální teploty a tlak převodového oleje přes EST DIAGNOSTIC TOOLS (viz obrázek 4.13).



Obrázek 4.13 – Aktuální hodnoty teploty a tlaku převodového oleje

Kalibrace převodovky úspěšně proběhla (viz obrázek 4.14).



Obrázek 4.14 – Výsledek kalibrace převodovky

---

## 5 Diskuse

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

**Ano je.**

Pokud postupujeme přesně dle servisních pokynů stanovených výrobcem a použitím předepsaných diagnostických zařízení tak můžeme spolehlivě říct, že ano. Sériová diagnostika určená výrobcem s kombinací s nástroji paralelní diagnostiky jsou dostatečné pro spolehlivé určení prognóz případné závady. Václav Božka (in voice, 2021) vedoucí servisu společnosti Liva Předslavice říká, že je potřeba komunikace s obsluhou traktoru. Ten jako první zjistí, že je s traktorem něco v nepořádku. Poté kontaktuje mechanizátora podniku a ten následně servis, nebo v lepším případě obsluha zavolá přímo servisnímu technikovi. Servisnímu technikovi sdělí, co se mu zdá v nepořádku, případně jaký chybový kód se zobrazuje na displeji. Velice často se dá závada vyřešit přímo po telefonu, dle rad servisního technika. V případě že je závada komplexního charakteru, musí servisní technik přijet přímo k traktoru a osobně provést diagnostiku závady.

Na trhu lze najít široký sortiment univerzálních diagnostických přístrojů pro traktory nebo „na oko“ originální z Číny, (aliexpress, wish a jiné...) avšak jedná se vždy o laciné verze originální verze diagnostického přístroje. Tyto přístroje mají pouze omezenou možnost diagnostických úkonů. Dovedou načíst a smazat paměť chybových kódů ale nemají možnost například programování řídicích jednotek nebo test akčních členů či čtení skutečných hodnot snímačů apod. Další skutečností je, že pokud servis zakoupí originální diagnostický přístroj, umožní určenému technikovi školení obsluhy diagnostického přístroje v autorizovaném školicím středisku. Tím se značně sníží riziko poškození stroje neodborným zásahem a zároveň se zvýší efektivita práce servisu.

Zobrazení chybového kódu si lze dohledat číslo chybového kódu v servisní příručce ve které máme popis chyby a možnosti odstranění. V případě jednoduché závady jako je vadný snímač nebo chybná funkce potenciometru lze závadu odstranit jeho výměnou a doufat, že závada je odstraněna. V případě že problém dále přetrvává nebo je závada komplikovanější, musíme využít komplexnější zařízení v podobě paralelní diagnostiky či sériové diagnostiky.

---

## Je použitý diagnostický systém vhodný z ekonomického pohledu?

**Ano, je.**

Bez originální počítačové diagnostiky by dnes autorizovaný servis ani nemohl pracovat. Finančně je nákladná, avšak nepostradatelná. Pořízení počítačové diagnostiky se po nástupu traktorů s větším množstvím elektroniky se promítlo také do ceny servisních prací. Dá se využít univerzální diagnostika od společnosti Jaltest, která zastupuje většinu známých značek výrobců zemědělské techniky. Tento diagnostický přístroj je určitým kompromisem, pro servisy, které nejsou prodejcem či výhradním dovozcem dané značky ale pouze jí servisují. Pro základní servis je plně dostačující a pro odborné zákroky si pozvou vyškoleného servisního pracovníka s originálním diagnostickým přístrojem z autorizovaného servisního centra. Porovnání cen diagnostických přístrojů je porovnán v tabulce 5.1.

**Tabulka 5.1 – Ceny diagnostických přístrojů pro sériovou diagnostiku (Robeko.cz, 2021), (Balticdiag.com, 2021), (Aliexpress.com, 2021)**

Značka	Pořizovací cena s DPH [Kč]
<b>EST DIAGNOSTIC TOOLS</b>	58 500 + roční licence = ?
<b>Jaltest AVG1</b>	85 789 + 11 500 roční licence
<b>EST DIAGNOSTIC TOOLS</b> z portálu <a href="https://www.aliexpress.com/">https://www.aliexpress.com/</a>	8 800

Pro paralelní diagnostiku byli použity přístroje jako multimetr, plnicí a kontrolní zařízení pro dusíkové akumulátory a posuvné měřítko. Pořizovací ceny diagnostických přístrojů jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Tabulka 5.2 – Ceny přístrojů pro paralelní diagnostiku (Mikromarz.com, 2021), (Kovaz.cz, 2021), (Corping.cz, 2021)

Název	Pořizovací cena s DPH [Kč]
Multimetr UT55	870
Plnicí a kontrolní zařízení pro dusíkové akumulátory	11 629,48
Posuvné měřítko 0-150 mm	638

### 5.1.1 Vyhodnocení výsledků

Prvotní diagnostika traktoru byla provedena přímo u zákazníka v podniku, po opakovaném zobrazení chybového kódu a omezení rychlosti traktoru na nouzových  $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Již po prvním posouzení se zjistilo, že nejspíše bude chyba v krokovém motorku hydrogenerátoru, ale pro bližší diagnostiku se nechal traktor převést do servisního střediska na dílnu. Při bližším měření a zhodnocování výsledků bylo jasné, že krokový motorek hydrogenerátoru je vadný a bude se muset vyměnit. Po jeho výměně byl traktor opět uveden do funkčního stavu. Po následné kalibraci převodovky byl traktor předán zpět zákazníkovi.

### 5.1.2 Prognóza

Při dodržení servisních intervalů výměny převodového oleje, který je u tohoto typu traktoru 1 200 Mth se dá očekávat bezproblémový chod převodovky dalších několik tisíc Mth. Tento údaj se dá těžko prognostikovat, jelikož proběhla pouze střední oprava převodového ústrojí s tím, že se vyměnila pouze vadná část a zbytek mechanických dílů převodovky se vyhodnotil pouze subjektivní metodou servisního technika. Při vypouštění oleje nebyly nalezeny žádné ocelové piliny, tudíž nic nenavrhovalo mechanickému poškození převodového ústrojí. Elektrické komponenty byly změřeny a krom jedné elektromagnetické cívky, která je na hraně dovoleného rozmezí elektrického odporu nebyl nalezen žádný problém.

Jelikož traktor jezdí převážně v dopravě, je převodovka vysoce namáhaná. Proto musí obsluha pravidelně kontrolovat hladinu převodového oleje, aby nedošlo

---

k nadměrnému tření převodových soukolí a tím jejich opotřebením. Dále se musí počítat s tím, že traktor má nájezd 14 000 Mth. Při takovémto nájezdu se dají očekávat různé problémy jakýchkoliv částí traktoru, nejen převodovky.

---

## Závěr

V úvodní části práce jsem shrnul pár základních pojmů, patřících k diagnostice jako takové. Historie, význam, základní pojmy. Jsou to všechno pojmy, které je dobré znát pro pochopení zbytku práce. V další části teoretické části už jsem popisoval konstrukce CVX převodovky jako takové, její funkci, výhody a nevýhody. Převodovku jsem popsal jako celek a poté jednotlivé funkční celky. Zmínil jsem dnes již hojně rozšiřovaný systém AFS Connect, který pomáhá majiteli stroje šetřit čas a z části i peníze, pokud systém správně využívá. Pro servis znamená AFS Connect úsporu času servisního technika, jelikož si může na dálku načíst chybové kódy uložené v řídicích jednotkách a tím mít jisté vodítko pro řešení závady. Zároveň si sebou může vzít náhradní díly na konkrétní opravu a tím ušetří jednu cestu k zákazníkovi, kvůli zjištění problému. Pouze pokud se jedná o elektrickou závadu.

V další části jsem popsal potřebné cíle a metodiku pro jejich dosažení. V metodice jsem popsal jednotlivé měřicí zařízení, jejich charakteristiku a jak s nimi budu měřit.

Ve vlastní práci jsem provedl konkrétní diagnostiku na traktoru Case CVX 170, který byl přivezen se závadou převodovky, kterou jsem využil pro tvorbu této práce. Měření probíhalo v autorizovaném servisním centru pod dohledem vyškoleného servisního technika.

V konečné fázi práce jsem zhodnotil naměřené výsledky práce s předepsanými hodnotami výrobce. Krom závady krokového motorku hydrogenerátoru převodovky nebyl zjištěn žádný větší problém. Tyto typy převodovek mají velice dobrou pověst právě díky odolnosti proti poškození a zároveň spolehlivého chodu.

Přínosem této práce je bližší seznámení s konstrukcí těchto typů převodovek a diagnostikou jejich náhlých problémů. Na toto téma není moc vypracovaných jiných akademických prací, proto věřím, že tato práce bude mít přínos pro lidi, které problematika plynulých převodovek zajímá. V dnešní době je plynulá převodovka standart pro většinu známých značek vyráběných u nás na trhu.



---

## Seznam použité literatury

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

Blata, J., Juraszek, J. (2013). *Metody technické diagnostiky teorie a praxe*. Skriptum, VŠB Ostrava, 134 s. ISBN 978-80-248-2997-5

Černohorský, J. (2003). *Technická diagnostika*. Kolín: *Automa*, rok. 2000-2021. č. 05. 48 s. ISSN 1210-9592

Čupera J., 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*. Kolín *Automa*, rok. 2000-2021. č. 02. 48 s. (str. 1–5). ISSN 1210-9592.

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."

### **Firemní literatura:**

Firemní literatura (2003)

### **Internetové zdroje:**

Aliexpress.com (2021). *Agricultural tractor diagnostic New Holland for Case cnh est Electronic Service Tool CNH DPA5 kit diagnostic tool* [online]. [cit. 21. 03. 2021]

Dostupné z: <https://www.aliexpress.com/item/33048615484.html>

AgriCS.cz (2021). *Nové systémy pro správu provozu strojů* [online]. [cit. 31. 01. 2021]

Dostupné z: <https://www.agrics.cz/aktuality/nove-systemy-pro-spravu-provozu-stroju>

Balticdiag.com (2021). *CNH DIAGNOSTIC KIT DPA5 EST (LAPTOP INCL.)* [online].

[cit. 17. 02. 2021] Dostupné z: <https://www.balticdiag.com/agricultural-machinery-diagnostic-tools/cnh-dpa5-diagnostic-tool>

Corping.cz (2021). *Posuvné měřítko 0-150 mm* [online]. [cit. 21. 03. 2021] Dostupné z:

<https://www.corping.cz/katalog/vybaveni-dilen/mereni-delek/posuvna-meritka/produkt/posuvne-meritko-0-150-mm>

---

Mikromarz.com (2021). *Multimetr UNI-T UT55* [online]. [cit. 15. 02. 2021] Dostupné z: <https://www.mikromarz.com/www-mikromarz-cz/eshop/54-1-Multimetry/-4-/5/1000-Multimetr-UT55>

Kovaz.cz (2021). *Plnící a kontrolní zařízení pro dusíkové akumulátory VGU/F.25/250.8.TS3.3 - 250bar 20214122833* [online]. [cit. 21. 03. 2021] Dostupné z: <https://www.kovaz.cz/plnici-a-kontrolni-zarizeni-pro-dusikove-akumulatory-vgu-f-25-250-8-ts3-3-250bar-20214122833-640519/#gallery>

Jiutechnet.com (2021). *CNH EST DIAGNOSTIC KIT Electronic Service Tool EST for New Holland CASE Kobelco* [online]. [cit. 31. 01. 2021] Dostupné z: ([http://www.jiutechnet.com/sdp/863560/4/pd-4455529/123611452932525/CNH\\_EST\\_DIAGNOSTIC\\_KIT\\_Electronic\\_Service\\_Tool\\_EST.html](http://www.jiutechnet.com/sdp/863560/4/pd-4455529/123611452932525/CNH_EST_DIAGNOSTIC_KIT_Electronic_Service_Tool_EST.html))

Pošta, J. (2012). *Diagnostické metody – základ preventivní údržby podle technického stavu* [online]. [cit. 15. 01. 21] Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artikyly/artikul/article/diagnosticke-metody-zaklad-preventivni-udrzby-podle-technickeho-stavu/>

Robeko.cz (2021). *Diagnostika zemědělských strojů - agV* [online]. [cit. 21. 03. 21] Dostupné z: <https://www.robeko.cz/katalog/diagnostika-ostatni-346/zemedelska-technika-351/diagnostika-zemedelskych-stroju-agv-355/>

Šmerda, T., Čupera, J. (2021). *Bezestupňové převodovky ze St. Valentinu* [online]. [cit. 24. 01. 2021] Dostupné z: [https://docplayer.cz/2744077-Bezstupnove-prevodovky-ze-st-valentinu.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.cz/2744077-Bezstupnove-prevodovky-ze-st-valentinu.html#show_full_text)

### **Zdroje in voice:**

Václav Božka (2021) vedoucí servisu společnosti Liva Předslavice

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1 - Diagnostické metody (Čupera, Štěrba, 2010) .....	9
Obrázek 1.2 – CVX převodovka (Čupera, Šmerda, 2021) .....	13
Obrázek 1.3 – Konstrukce CVX převodovky (Firemní literatura, 2003) .....	14
Obrázek 1.4 – LIN BUS CVX převodovky (Firemní literatura, 2003) .....	15
Obrázek 1.5 - Popis převodovky (Čupera, Šmerda, 2021) .....	16
Obrázek 1.6 – Funkce převodovky CVX (Čupera, Šmerda, 2021) .....	17
Obrázek 1.7 – Grafické znázornění účinnosti v závislosti na rychlosti (Firemní literatura, 2003) .....	18
Obrázek 3.1 – Komunikační modul CNH EST DIAGNOSTIC (balticdiag.com, 2021) .....	20
Obrázek 3.2 – Multimetr UNI-T UT55.....	22
Obrázek 3.3 – Plnicí a kontrolní zařízení pro dusíkové akumulátory .....	22
Obrázek 3.4 – Posuvné měřítko INOX .....	23
Obrázek 4.1– Traktor Case CVX 170.....	24
Obrázek 4.2 – Diagnostika 9 - pinnová zásuvka traktoru .....	25
Obrázek 4.3 – Paměť chybových kódů.....	26
Obrázek 4.4 – Servisní postup řešení chybového kódů. ....	27
Obrázek 4.5 – Vizuální prohlídka převodovky .....	29
Obrázek 4.6 – Skříň převodovky.....	30
Obrázek 4.7 – Cartridge převodovky.....	30
Obrázek 4.8 – Multimetr s adaptérem pro měření snímačů a elektromagnetických cívek.....	31
Obrázek 4.9 Měření odporů elektromagnetických cívek.....	31
Obrázek 4.10 – Řazení elektromagnetických cívek s ovládacím ventilem.....	32
Obrázek 4.11 – Snímače otáček převodovky (Firemní literatura, 2003).....	33

---

Obrázek 4.12 – Měření hydro-pneumatického akumulátoru .....	34
Obrázek 4.13 – Aktuální hodnoty teploty a tlaku převodového oleje .....	35
Obrázek 4.14 – Výsledek kalibrace převodovky.....	35

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1 – Rychlostní charakteristika v závislosti na otáčkách (Firemní literatura, 2003) .....	18
Tabulka 4.1 – Měření odporů index sensoru na krokovém motoru hydrogenerátoru .....	27
Tabulka 4.2 – Naměřený el. odpor elektromagnetických cívek.....	32
Tabulka 4.3 - Naměřený el. odpor indukčních snímačů otáček .....	33
Tabulka 5.1 – Ceny diagnostických přístrojů pro sériovou diagnostiku.....	37
Tabulka 5.2 – Ceny přístrojů pro paralelní diagnostiku .....	38