

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Převodovky u moderních traktorů

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

Autor diplomové práce: Bc. Jakub Štěpka

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub ŠTĚPKA**
Osobní číslo: **Z17112**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Název tématu: **Převodovky u moderních traktorů**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

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

Cílem práce je vyhledání a vyhodnocení parametrů traktorů na trhu v ČR a odpovědět na otázky:

1. Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska používaných převodovek?
2. Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska pojzdových rychlostí a měrné spotřeby paliva motorů?

V práci se zaměřte:

1. Zjistěte rozhodující ukazatele u traktorů na trhu v České republice.
2. Přehledně ukazatele zpracujte.
3. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnoťte a uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BAUER F., SEDLÁK P. a ŠMERDA T. (2006): Traktory, 1. vyd. Praha: Profi Press, 192 s. ISBN 80-867-2615-0; BAUER F. (2013): Traktory a jejich využití. Praha: Profi Press, 2. vydání, 223 s., ISBN 978-80-86726-52-6; ČERMÁKOVÁ A., STŘELEČEK, F. (1995). Statistika I. 1. vyd. JU v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 167 s. ISBN 80-7040-126-5; De CET, M. (2008). Traktory od A do Z. Editory byli Quentin Daniel a Marie Lorimer; z angl. orig. přel. Karel Kopička. 4. vyd. [s.l.] : Levné knihy KMa s.r.o., 299 s. ISBN 978-80-255-0122-1; EDWARDS W. (2001). Replacement Strategies for Farm Machinery. PM 1860, Iowa State University; SAILER J., KAVKA M., KAVKA P., KAVKA P. (2008): Influence of using time of selected agricultural machines and tractors on residual market price, repair costs, and annual utilisation. Research in Agricultural Engineering, roč. 54: s. 199-207. ISSN 1212-9151; SINGH K., MEHTA C. R. (2015): Decision Support System for Estimating Operating Costs and Break-Even Units of Farm Machinery. Ama-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America, Publisher: Farm Machinery Industrial Research Corp., 1-12-3 Dai-Ichi Amai BUILDING 2F, Kanda Nishikicho, Chiyoda-Ku, Tokyo, 101-0054, Japan, 46 (1), p. 35-42, ISSN: 0084-5841; ŠMERDA T., BAUER F. (2005): Plynulé převodovky současných traktorů. Mechanizace zemědělství, Praha: Profi Press, roč. 42, č. 7. s. 32 - 36, ISSN 0373-6776; VLK F. (2006): Převody motorových vozidel. Brno: Vlk, 1. vydání, 371 s., ISBN 80-239-6463-1.

Omezeně internetové zdroje: <https://scholar.google.cz/>;

https://books.google.com/advanced_book_search;


<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>; www.agronormativy.cz;
www.vuzt.cz.

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


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **18. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 43
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův náměstí 1522, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 28. března 2018

Prohlášení, souhlas s uveřejněním práce

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole seznam použité literatury.

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

V Českých Budějovicích dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení mé práce.

Dále bych rád poděkoval společnostem Agromex s.r.o, Fastagri s.r.o. a Uniagra a.s. za ochotu a spolupráci při získávání informací pro vypracování této diplomové práce.

Abstrakt

V diplomové práci se zabývám současným stavem traktorových převodovek. V první části se seznámíme s historií traktorů. Dále je vysvětlen pojem převodové ústrojí a rozdělení traktorových převodovek, ke každé převodovce je popsána konstrukce. U jednotlivých převodovek je vysvětlen princip funkce, jejich použití a většina je doplněna obrázky, pro lepší představu. Další část práce se zabývá porovnáním různých výkonových tříd traktorů z hlediska převodovek, jezdových rychlostí a měrnou spotřebou paliva. V závěru je vše zhodnoceno a výsledky shrnuty.

Klíčová slova: traktor; převodová ústrojí; převodovka; Fendt; New Holland; John Deere

Abstract

The thesis deals with the current state of tractor gearboxes. The first part introduces the history of tractors. Furthermore, the concept of powertrain and the distribution of tractor transmissions are explained, followed by a structure description of each of them. Beyond that, the principle of the gearbox function is described as well as its use and for better understanding most of the explanations are complemented with images. The next part deals with comparing the different power classes of tractors in terms of transmissions, speeds and specific fuel consumption. All aspects and results are summarized in conclusion.

Keywords: tractor; transmission system; transmission; Fendt; New Holland; John Deere

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 9 |
| 1. Literární přehled | 11 |
| 1.1 Historie a vývoj traktorů | 11 |
| 1.2 Rozdělení traktorů | 14 |
| 1.2.1 Rozdělení traktorů podle konstrukce podvozku | 16 |
| 2.3.4 Rozdělení traktorů podle energetického zdroje | 17 |
| 2.3.5 Rozdělení podle účelnosti | 18 |
| 1.3 Převodová ústrojí | 21 |
| 2. Cíl | 23 |
| 3. Metodika | 24 |
| Charakteristika pozorovaných traktorů | 24 |
| 4. Vlastní práce | 25 |
| 4.1 Převodovky traktorů | 25 |
| 4.1.1 Převodovky mechanické | 25 |
| 4.1.1.1 Převodovky mechanické bez možnosti řazení při zatížení | 26 |
| 4.1.1.2 Mechanické převodovky s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením | 27 |
| 4.1.1.3 Mechanické převodovky se všemi stupni řazenými pod zatížením | 33 |
| 4.1.1.3 Hydrodynamické převodovky | 36 |
| 4.1.1.4 Diferenciální hydrostatické převodovky | 38 |
| 4.1.1.5 Převodovky reverzační | 50 |
| 4.2 Analýza vybraných převodovek | 51 |
| 4.2.1 Deutz- fahr 6120- 6140 s převodovkou TTV | 51 |
| 4.2.2 JCB Fastrac – 3000, převodovka P- TRONIC | 53 |
| 4.2.3 Case MAXXUM 115- 150 | 56 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3 Claas AXION 800- 870, převodovky CMATIC, HEXASHIFT ... | 58 |
| 4.2.4 Massey Ferguson 5708 S- 5711, převodovka DYNA4, DYNA6 . | 62 |
| 4.3 Porovnání traktorů s CVT převodovkami v praxi | 64 |
| 4.3.1 Porovnávané traktory z hlediska efektivní účinnosti v určitých rychlostech | 66 |
| 4.4.1 Traktory vyšší výkonové třídy | 69 |
| 4.4.2 Traktory střední výkonové třídy | 73 |
| 4.4.3 Traktory nižší výkonové třídy | 77 |
| 5. Diskuse | 82 |
| Závěr..... | 86 |
| Seznam použité literatury | 87 |
| Seznam použitých internetových zdrojů | 89 |
| Seznam použitých obrázků..... | 91 |
| Seznam grafů..... | 93 |
| Seznam tabulek | 94 |

Úvod

V diplomové práci navazuji na svoji bakalářskou práci.

Hlavním účelem traktoru v zemědělské výrobě se jeví tahové práce včetně dopravy. Univerzální traktor je v moderní době a na celém světě důležitým a nenahraditelným mobilním energetickým prostředkem pro všechny zemědělské farmy. Toto je poplatné hlavně pro malé a střední farmy. U velkých farem a u kontraktorů (práce na smlouvu) se za jistých podmínek uplatní ekonomičtější výkonné jednoúčelové samojízdné respektive systémové pracovní stroje. S jistotou nelze ani vyloučit konstrukci dalších mezitypů základních mobilních energetických prostředků, současně se zlepšováním technické úrovně jednotlivých funkčních prvků a pracovních uzlů klasických traktorů. Většina expertů usuzuje, že nové mechanizační prostředky včetně traktorů budou komfortnější pro obsluhu, výkonnější, ale energeticky úspornější a provozně spolehlivější (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).

Provedení a konstrukce traktorů se výrazně liší v dnešní době než dříve. Jedna z důležitých částí, která dosáhla výrazných změn je převodové ústrojí a je jedním z nejdůležitějších mechanismů v traktoru.

Převodové ústrojí traktoru je využíváno k hlavnímu přenosu točivého momentu motoru na poháněné nápravy traktoru a k pohonu koncového vývodového hřídele. Převodové ústrojí motoru pro přenos výkonu, zaznamenala v posledních letech velký skok v oblasti rozvoje, jehož následkem je několik koncepcí, které jsou přizpůsobené požadavkům pro praxi. S ohledem na vlastnosti většiny motorů traktorů musí převodová ústrojí umožnit krátkodobé i trvalé přerušování přenosu výkonu na hnací nápravu nebo připojený stroj.

Zároveň má za úkol umožnit změnu převodových poměrů tak, aby se dokázali využít při rozmanitých provozních situacích, při spojení rychlostních a silových režimů motoru a traktoru. Důležitou vlastností je měnit v poměrně širokém rozsahu hnací sílu na nápravy a rychlost jízdy traktoru při relativně drobné změně točivého momentu a otáček motoru. Převodovky jsou rozděleny na mechanické, které zajišťují řazení převodových stupňů pod zatížením – Power Shift,

hydromechanické převodovky, které se vyznačují plynulou změnou převodových stupňů, automatické převodovky, které vyjadřují vysoký potenciál pro ovlivnění režimu jízdy.

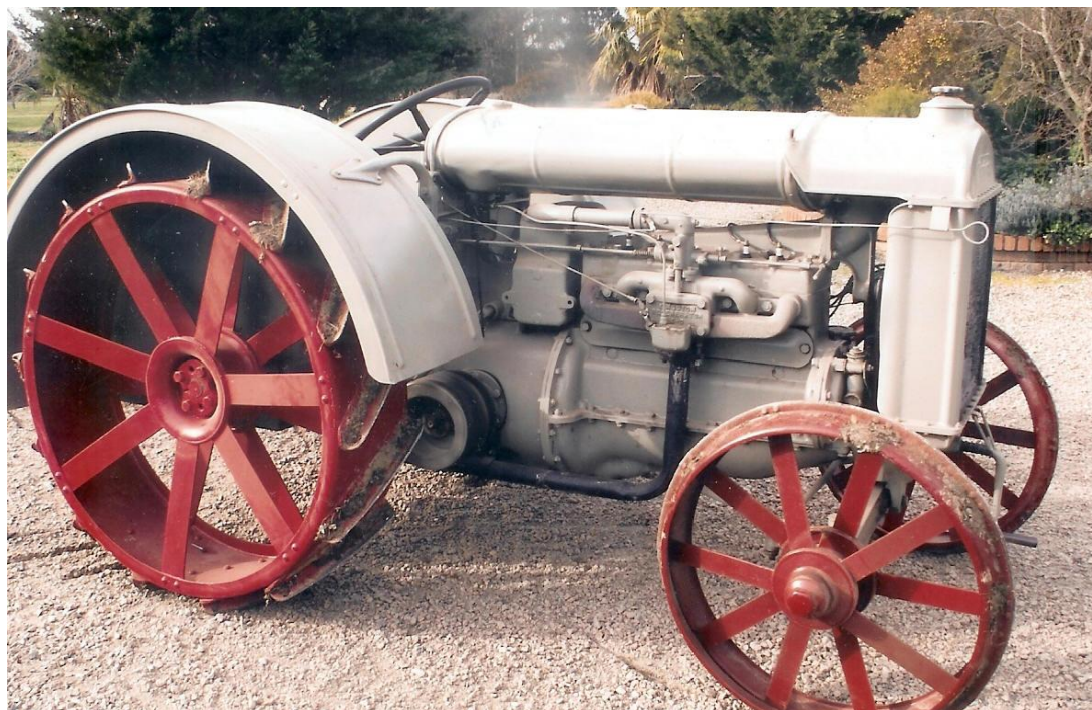
1. Literární přehled

1.1 Historie a vývoj traktorů

Slovo traktor pochází z latinského výrazu "*trahere*", což znamená v překladu táhnout. Toto pojmenování bylo prvně použito v roce 1901, ačkoli dříve byly používány trakční motory, které je možno někdy zahlédnout na výstavách historických strojů. Pro využití v zemědělství se vyvíjely již od roku 1850, byly poháněné parními motory, které od začátku 19. století dopomáhaly pohánět zemědělskou mechanizaci.

První použitelný traktor v praxi byl poháněn benzínovým motorem, sestavil ho John Froelich z městečka Clayton Country v Iowě v roce 1892. Bohužel byly sestrojeny pouze jen dva kusy. Už o osm let později, začátkem roku 1900 společnost Hart- Parr, také z Iowy, zkonstruovala a vyrobila traktor využívaný na farmách při orbě, setí, přípravě a podmítce. V Británii byl první traktor navrhnout již o tři roky dříve Hornsby-Ackroydem a tříkolový model poté v roce 1902 Danem Albonem. Ovšem první úspěšný traktor na trhu vznikl v továrně Saundersons v Bedfordu v roce 1908. Traktory na začátku století produkovala také společnost Traction Engine v Twin City v USA, která zaznamenala největší úspěch s traktorem poháněným benzínovým motorem od roku 1911. Prvním masově vyráběným traktorem se stal v roce 1917 Fordson, jejímž konstruktérem a výrobcem je Henry Ford. Byl mnohem menší a pro většinu zemědělců více dostupnější, takže trh s traktory brzy v Americe začal růst. Traktory začaly stále více ovlivňovat i britské zemědělství, neboť v souvislosti s první světovou válkou se zvýšila potřeba výroby potravin. Ihned rok poté, se v roce 1918, společnost John Deere, jejíž logo jelena ve skoku je znám už skoro 120 let, přišla na trh s výrobou Waterloo Boy Tractors. Tím to pokračovala cesta začínající v kovářské dílně v roce 1837 k vzniku globálního koncernu, jak jej známe v dnešní době. V roce 1923 se výroba Fordsonu přesunula ze Spojených států i do Irska, Anglie a Ruska. Na americkém trhu dosahoval 77procentního podílu a ani v ostatním světě si vedl velmi úspěšně. V průběhu dvacátých let byl celosvětovým standardem benzínový motor. Levnější metody pro výrobu a neustálé zlepšování konstrukce umožnily stále více farmářům vybavit se novou mechanizací. Nejvíce ve třicátých letech, kdy Harry Ferguson vynalezl hydraulickou soustavu pro připojení nářadí, se traktor

stal moderním víceúčelovým strojem (viz obrázek č. 1) (<http://traktory-info.blog.cz/1006/historie-traktoru/> „staženo dne: 3. 11. 2018“).



Obrázek č.1 – Fordson Model (1917-1928) zdroj:

http://www.fordsonaustralia.com/Tractor_ID.htm/, („staženo dne: 3. 11. 2018“)

Moderní traktory (viz obrázek č. 2) jsou dnes nepostradatelnými pomocníky na polích i na statkách farem, jsou schopny pracovat s velkým množstvím mechanizace a vybavení. Jediný člověk dokáže z jejich pomoci za jediný den zorat desítky hektarů a je běžné, že traktory dokáží pracovat bez poruch až osm tisíc hodin. V klasické moderní výbavě technologie traktorů jsou součástí turbodmychadla, většina pracuje s pohonem všech čtyř kol, vpředu i vzadu pověšeným nářadí. Velmi pokročila výroba pneumatik, podvozky jsou mnohem pevnější a v kabině najdeme mnohem více komfortu. Do traktorů se dostala cesta vesmírná technologie v podobně satelitní navigace, která napomáhá při technologii přesného zemědělství. Od svých začátků ušly traktory neuvěřitelný kus cesty a začali se stávat nepostradatelným pomocníkem každého farmáře (<http://traktory-info.blog.cz/1006/historie-traktoru/> „staženo dne: 3. 11. 2018“).



Obrázek č. 2 – JCB FASTRAC 8000, zdroj: <https://www.jcb-agro.cz/predstavujeme-novy-tractor-jcb-fastrac-8000/>, („staženo dne: 3. 11. 2018“)

Až do roku 1784 tvořila hlavní zdroj tažné síly v zemědělství zvířata. V tomto roce skotský mechanik James Watt zkonstruoval první klasický dvou-činný vahadlový parní stroj s převodem na pohyb rotační. Tím byl vývoj traktorů velmi úzce propojen s vývojem motorů, které se začaly nejdříve používat v motorových vozidlech a později v traktorech. Watt nejdříve experimentoval s nápadem použití parního stroje při orbě a navrhl jako první parní pluh. Byl složen z parní lokomobily, která poháněla bubny, na které se navinulo lano, jímž byl pluh posouván po poli. Parní pluh byl po poli tažen potahem, její výkonnost byla až 12 ha za 14 hodin a na obsluhu bylo potřeba 15 až 17 pracovníků.

Vlastní spalovací čtyřtákní motor s vnitřním spalováním poháněným svítí plynem o výkonu 3kW vyvinul Nikolas Augustin Otto v roce 1876. Německý vynálezce Gotlieb Daimler spolu s W. Maybachem zkonstruoval v roce 1883 první rychloběžný spalovací benzinový motor s vysokou kompresí o výkonu 1 kW při 800 ot.min⁻¹.

Kolem roku 1907 bylo zahájeno období motorových pluhů, které v našich zemích reprezentovaly především motorové pluhy Viléma Michla, Excelsior, Praga a další. Prvním světovým traktorem byl Ivelův model z roku 1902 s dvouválcovým motorem o výkonu 18 kW. Kolem roku 1909 bylo známo již 31 výrobců traktorů, kteří zásobovali trh kolem 2 000 traktorů ročně. Světově prvním hromadně vyráběným kolovým traktorem byl Fordův model F v roce 1917. Začátkem dvacátých let se do Československa importovaly traktory hlavně

výrobních značek Fordson, John Deere, Case a Mc Cormick. Prvními výrobci traktorů v naší republice byly Škodovy (viz obrázek č. 3) závody v Plzni, Českomoravská-Kolben – Daněk v Praze a pod s názvem Praga, Wichterle a Kovařík v Prostějově (Wikov) a Svoboda v Kosmonosech. Po roce 1945 to byly traktory Škoda 30, Zetor 15, 25 a unifikované řady (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).



Obrázek č. 3 – Škoda 30, zdroj: http://www.skoda30.cz/fotoalbum/skoda-30-porenovaci/kdyz-se-dodelala_-pekne-za-cerstva____/p6231631.jpg.html/, („staženo dne: 12. 11. 2018“)

1.2 Rozdělení traktorů

Podle druhu traktory dělíme: na kolové, kolo pásové, pásové a polopásové.

1) Kolový traktor

Kolové traktory se pohybují a tahovou sílu vyvíjí spojením hnacích kol s podkladem. Má čtyři kola s pneumatikami. Zadní náprava bývá většinou hnací a přední náprava je řízena. U traktoru tohoto typu je potřeba využívat co největšího podílu vlastní hmotnosti k získání adhezní hmotnosti na hnacích kolech. Jednu z výhod kolových traktorů je hlavně jednoduchost, levnější výroba, náklady na servis jsou nižší a jejich použití je univerzálnější. Jednou z nevýhod kolových traktorů je hlavně větší měrný tlak na půdu (asi $1,5 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) a větší prokluz hnacích kol. Celková účinnost kolového traktoru (poměr tahového výkonu v poměru k výkonu motoru) je přibližně 50 – 60 %.

Díky účelu pro zlepšení vlastností při práci kolových traktorů (snížení měrného tlaku na půdu, menší prokluz kol a vyšší celková účinnost) byly zkonstruovány traktory polopásové a traktory s pohonem všech kol.

Kolové traktory mohou být dvounápravové čtyřkolové, dvounápravové trojkolové (s jedním jednoduchým nebo dvojitým kolem k řízení vpředu a se dvěmi hnacími koly vzadu – kultivační traktory) a jednonápravové (jen se dvěma koly na jedné nápravě, které mohou většinou fungovat jen ve spojení s pracovním strojem nebo jiným dopravním prostředkem; obvykle jsou to menší zahradní traktory).

Kolové traktory se dále rozdělují na následující typy traktorů:

Kultivační traktor je traktor s nižší hmotností s užšími hnacími koly, se světlou výškou nejméně 40 cm, určený na obdělávání půdy mezi řádky. Nářadí se za traktor umisťují většinou na zadní část, ale i na přední část či mezi nápravami.

Nosič nářadí bývá většinou menší kolový traktor s menším výkonem motoru, s velkou světlou výškou až 70 cm a s možností připevnění pracovního nářadí také na rám vozidla mezi nápravy. Tímto způsobem může řidič traktoru dobře sledovat práci upevněného nářadí, což je jednou z výhod hlavně při meziřádkové kultivaci plodin.

Jednonápravový traktor je menší kolový traktor s jednou nápravou, řízený řidičem za pomoci prodloužených trubkových řídítek. Obsluha při práci chodí za traktorem nebo sedí na stroji či nářadí, které je upevněné za traktorem. Jednonápravový traktor se obvykle využívá především pro práci v zelinářství, sadovnictví, lesnictví apod. Traktor je převážně dvojkolový, někdy také jednostopý (jednokolový).

Traktor s pohonem všech kol je traktor s pohonem kol na všech nápravách (má čtyři kola, přední kola jsou malá a zadní jsou větší nebo stejně velká). Schopnost tohoto traktoru je vyvinout větší tahovou sílu, neboť na přenesení výkonu může využít celou hmotnost traktoru. Konstrukčně je nejsložitější pohánění kol a řízení přední nápravy (jako se dnes využívá pro osobní automobily s pohonem přední, popř. všech náprav, resp. u užitkových vozidel s pohonem všech náprav). Řízení traktorů s pohonem všech náprav je také řešeno:

„zlomením“ rámu okolo kloubu – tento mechanismus je využit většinou u moderních malotraktorů a velkých kolových traktorů

Kolopásový traktor je kolový traktor s pohonem zadní nápravy a s řízením změnou obvodové rychlosti kol jedné strany traktoru proti obvodové rychlosti kol druhé strany. Dvojice kol na každé straně traktoru je opásána nosným gumovým pásem, který podstatně snižuje tlak na půdu a zároveň prokluz kol.

Pásový traktor se pohybuje a tahovou sílu vyvine za pomoci nosných článkových pásů, které jsou napé přes hnací kolo a napínací, pojezdové a nosné kladky na každé z obou stran traktoru. Řízení traktoru je prováděno za pomoci změny rychlosti pásu na jedné straně traktoru vůči rychlosti pásu na opačné straně traktoru. Pásový traktor je vyznačován snížením měrného tlaku na půdu (okolo $0,5 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$), malým prokluzem a zvýšením celkové účinnosti traktoru o 70 až 80 %. Pojezdové ústrojí pásových traktorů (ocelové, gumové nebo umělohmotné pásy) ústrojí je více namáháno a tak dochází k většímu opotřebením než u klasických kolových traktorů. Konstrukce těchto traktorů je složitější s rámovým podvozkem a náročnější údržba omezuje používání pásových traktorů pouze na určité druhy polních prací.

Polopásový traktor se pohybuje pomocí kol a zároveň používá pryžové pásy s kovovými příčkami, natáhnutými přes hnací kola na zadní nápravě a napínací kola na obou stranách traktoru. Traktor je řízen přední nápravou a zároveň přibrzdováním levého nebo pravého hnacího kola. Polopásový traktor snižuje měrný tlak na půdu, zároveň dochází ke zmenšení prokluzu a lehce se pohybuje v těžkých terénech (ŠUMAN, 2011).

1.2.1 Rozdělení traktorů podle konstrukce podvozku

Rámový traktor – jeho hlavním nosným prvkem je rám, který spolu s nápravami a dalším příslušenstvím vytváří podvozek. Motor a další prvky jsou na rámu připevněny samostatně a mohou se vymontovat bez narušení do nosného systému. Tato konstrukce bývá obvykle u pásových traktorů, jejichž hlavním ústrojím je motor, hlavní spojka, převodovka, ostatní převody, směrové spojky a brzdy, podvozek, vybavení (vývodové hřídele, řemenice, hydraulické zdvihací mechanismy apod.) a elektrická výstroj.

Polorámový traktor má nejvíce používá vidlici na upevnění motoru, napojenou na převodovku. Takto je možné vymontovat motor bez zásahu do nosné konstrukce traktoru. Používá se však zřídka.

Bezrámový traktor je nejvíce používaná konstrukce pro kolové traktory. Nosný systém je tvořen spojením motoru, převodovky a skříně zadní nápravy. Žádný prvek není možné demontovat bez narušení nosného systému. Kolový traktor bezrámové konstrukce má zpravidla složen z těchto hlavních ústrojí: motor, pojezdovou spojku, převodovku, převody, podvozek a vybavení (vývodové hřídele, řemenice, hydraulické zdvihací ústrojí apod.) a elektrickou výstroj (ŠUMAN, 2011).

2.3.4 Rozdělení traktorů podle energetického zdroje

- a) s parním motorem
- b) s benzinovým (zážehovým) motorem
- c) s plynovým motorem
- d) s naftovým motorem (viz obrázek č. 4) (přepřehovaným nebo nepřepřehovaným)
- e) s elektrickým motorem
- f) kombinované
- g) alternativní (PASTOREK, 2001)

V dnešní době jsou využívány spíše naftové motory. Benzinové a plynové motory jsou používány u traktorů s menším výkonem například zahradní traktory. Navyšování výkonu se dosahuje za pomoci přepřehování turbodmychadly a použití vysokých tlaků paliva.



Obrázek č. 4 – motor traktoru Fendt 900 vario, zdroj:

<https://www.fendt.com/pl/900-vario-technologie.html>, („staženo dne: 15. 3. 2019“)

2.3.5 Rozdělení podle účelnosti

Zemědělské traktory

Traktory jsou určeny k práci na polích a mají speciální pneumatiky s hrubým šípovým vzorkem. Mohou být různé (univerzální) konstrukce nebo speciální, určené pro určitý druh zemědělské činnosti např. kultivační traktory, traktory k nesení nářadí apod. Jsou vyznačovány malým rychlostním rozsahem jízdy. Univerzální traktory jsou podobná z pohledu konstrukce jako zemědělské traktory.

Univerzální traktory

Traktor je konstruován tak, aby vyhověl více účelům, např. se může jednat o orební traktor s možností výměny kol velkého průměru s úzkými koly a zvýšenou světlou výškou, vhodný jak pro orební činnost, tak i pro obdělávání půdy mezi řádky. Většinou jsou dnes používány traktory univerzálního typu; mají větší rychlostní rozsah rychlosti a jsou přizpůsobeny pro silniční dopravu.

Speciální traktory

Jsou speciálně konstruované a upravené k určitému druhu zemních, stavebních, zemědělských, lesních anebo jiných prací, k tahání těžkých přívěsů anebo návěsů (ŠUMAN, 2011).

Traktory s úzkým rozchodem kol

Jsou využívány nejvíce pro práce v sadařství a vinařství (viz obrázek č. 5) o výkonu 25 až 50 kW. Vyznačují se malou šířkou do 100 cm a značnou manévrovatelností s poloměrem otáčení 2,9 m. Nižší těžiště zaručuje ve spojení s čtyřkolovým brzdovým systémem bezpečnost také při práci na svazích při možnosti elektromagnetického zapojení pohonu všech kol a uzávěry diferenciálu přední nápravy. Přední a zadní hydraulický třibodový závěs za pomoci vývodové hřídele umožňuje připojení řady zemědělských strojů s využitím během celého roku např. průklest, postřiky, hnojení atd. (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).



Obrázek č. 5 – Traktor s úzkým rozchodem kol Claas Nexus, zdroj: <https://www.special.claas.com/cl-pw-no/>, („staženo dne: 15. 3. 2019“)

Traktory pro práci na svahu:

Systémové traktory

Traktory jsou ve své podstatě hlavně nosiče nářadí s vysokým výkonem motoru 300 kW. Vyznačují se pohonem na všechny čtyři kola, předním a zadním hydraulickým třibodovým závěsem a vývodovým hřídelem, plošinou za kabinou, kde je možnost namontovat zásobník osiva, hnojiv, postřikovaných látek pro doplnění strojů během operace, otočným sedadlem obsluhy o 180 stupňů, mají velký rozsah pojzdových rychlostí od 0,9 až 60 km.h⁻¹. Tyto modely traktorů jsou ve světě označovány slovem TRAC (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).

Těžké tahače

Tahače jsou těžké zemědělské traktory a v dnešní době se v zahraničních státech zvyšuje jejich využívání. Je to způsobeno zvýšením průměrné výměry zemědělských podniků, snahou o intenzifikaci polní práce, zvýšení produktivity živé práce i nutností zabezpečit průběh pracovních operací v optimálních agrotechnických termínech. Díky elektronice je možno podstatně lépe využít tahové schopnosti při minimalizaci specifické spotřeby paliva. Kvůli univerzálnosti těchto traktorů je možnost zajištění celoročního využití k zemědělským i jiným pracím. U těchto těžších traktorů s narůstajícím výkonem roste i hmotnost traktoru, případně hmotnost i celého agregátu se strojem. Tím to způsobem je dále nežádoucí zvyšování specifického tlaku na půdu. Firmy při výrobě těžkých traktorů to řeší zdvojením kol na přední i zadní nápravě. Většina zahraničních značek vyrábí tyto typy traktorů s výkonem motoru větším než 200 kW (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).

Tříkolové traktory

Tento typ traktorů má tři kola s hodně širokými flotačními pneumatikami, které jsou méně nahuštěné a zároveň stopou zabírají celou vnější šířku rozchodu kol. Vždy je vedeno jen jedno kolo v jedné stopě. Tříkolová konstrukce se dokáže otočit na malém prostoru a má velmi malý poloměr otáčení, neboť u předního kola je poloměr otáčení až 170 stupňů a je ovládáno hydrostatickým pohonem. Jednou z hlavních výhod je přednost systému přenést nižší měrný tlak na půdu, jednoduchá, robustní, a zároveň zcela lehká konstrukce, skoro nedochází k žádnému prokluzu kol vzhledem k velké styčné ploše, je možné plynule měnit rychlosti podle operací, velký rozsah využití upevněného nářadí za traktorem a zásobníků na traktoru, traktory je možné využívat celý rok. Jeden z modelů provedení tohoto traktoru je Terra-Trac 250 od firmy Horsch (viz obrázek č. 6), (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).



Obrázek č. 6 – Tříkolový traktor Horsch Terra Trac 250, zdroj:
<http://www.doingit.info/page/horsch-terratrach/default.html/>, („staženo dne: 15. 3.
2019“)

Portálové traktory

Traktory mají více provedení, z nichž se nejlépe upravují klasické kolového traktory pro operace např. v lesních školkách při plečkování, pro vyoraní výpěstků, na postřiky atd. Jsou vyznačovány větší světlou výškou, a také jedním řízeným kolem pod traktorem a nastavitelným rozchodem zadní nápravy. Jedno z dalších řešení je speciální konstrukce, kdy prvky motoru a celá kabina je ve výšce 200 až 250 cm na portálovém nosném rámu, na kterém jsou čtyři kola v provedení 4x2 nebo 4x4. Mezi portály je nevyužitý prostor, který je využíván při pracích ve vysokém porostu. Může to být například u silážování kukuřice, při jejím hnojení postřikem, při pracích na vinných révách, slunečnice, malin, rybízu a atd. Při práci na svazích využívají korektor vychýlení pravých kol a sklonoměr.

Další řešení může být portálový nosič nářadí se šesti až dvanácti metrovým záběrem pro velkoplošné řádkové kultury. Pracovní nářadí je upevňováno k nosnému rámu, který je 150 až 170 cm vysoko nad zemí a nářadí je možno pomocí hydrauliky zvedat nebo pokládat směrem dolů. Všechna čtyři kola bývají stejně velká a jsou poháněna hydrostatickým pohonem a dají se potáčet v obou směrech o 180 stupňů. Tímto typem je možné vykonat všechnu práci na poli s výjimkou orby (FROLÍK, SVATOŠ, 2000).

1.3 Převodová ústrojí

Převodové ústrojí traktoru slouží k přenosu točivého momentu motoru na hnané nápravy a k pohonu zadního vývodového hřídele. Převodová ústrojí pro přenos výkonu motoru zaznamenala v několika posledních letech velký pokrok v oblasti rozvoje, jehož výsledkem je několik koncepcí přizpůsobených požadavkům praxe. S ohledem na vlastnosti většiny traktorových motorů musí příslušná ústrojí umožňovat krátkodobě i trvale přerušit přenos výkonu na hnací kola nebo připojený stroj.

Zároveň musí umožnit změnu převodových poměrů tak, aby se uvedly při rozmanitých provozních situacích do souladu rychlostní a silové režimy motoru a traktoru. Musí tedy měnit v poměrně širokém rozsahu hnací sílu na kolech a rychlost jízdy traktoru při relativně malé změně točivého momentu a otáček motoru. Spalovací motor a převodová ústrojí tvoří společně hnací ústrojí. Převodová ústrojí lze rozdělit podle přenosu točivého momentu:

- na krátkodobé přerušování točivého momentu (spojky),

- na stálé spojení (kloubové hřídele, spojovací hřídele),
- na změnu velikosti točivého momentu (převodovky),
- na rozdělení hnacích momentů na kola (rozvodovka, diferenciál),
- na zvýšení převodového poměru na hnacím kole (koncový převod).

Převodová ústrojí se navzájem spojují do společných celků, které mohou být samostatné konstrukce, nebo uloženy v rámu podvozkové skupiny traktoru. Bloková koncepce odpovídá požadavkům sériové výroby. Současný trend je ve znamení aplikace řídicí elektroniky na převodová ústrojí. Vytváří se tak podmínky pro společné řízení spalovacího motoru a převodových ústrojí, směřující ke zlepšení ekonomických a výkonnostních parametrů traktorových souprav.

Ovládání jednotlivých členů převodových ústrojí probíhá mechanicky (lanovody, táhly), nebo častěji elektrohydraulicky pomocí proporčních ventilů. V některých případech jsou navzájem propojeny skříně spojky, převodovky i hydrauliky a mají tak společnou olejovou náplň. Ovládání podléhá ergonomickým požadavkům, které nutí výrobce ke slučování ovladačů do jednoho nebo dvou míst, umístěných v přirozeném dosahu rukou řidiče. Cílem je zjednodušit ovládání jednotlivých skupin a zejména pak 11 těch, které obsluha používá nejčastěji. Zavedením elektrohydraulického ovládání dochází i ke snížení fyzické námahy přináší možnost snížit náklady na pohonné hmoty.

V mnoha případech se již používají automatické řadící systémy, umožňující např. měnit převodový poměr v závislosti na zatížení dle výrobcem nastavených řadících diagramů, nebo podle požadavků obsluhy. Převodová ústrojí jsou potřebná také k přenosu točivého momentu k hydrogenerátorům (hydraulika, mazání) zabezpečujícím spolehlivou činnost traktoru (PASTOREK, 2001).

2. Cíl

Cílem práce je vyhledání a vyhodnocení parametrů traktorů na trhu v ČR a odpovědět na otázky:

1. Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska používaných převodovek?
2. Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska pojezdových rychlostí a měrné spotřeby paliva motorů?

V práci se zaměřím na:

1. Zjištění rozhodujících ukazatelů u traktorů na trhu v ČR.
2. Přehledně ukazatele zpracuji.
3. Odpovím na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnotím a uvedu závěry pro praxi.

3. Metodika

K vlastní diplomové práci budou použity publikace autorů BAUER (2006), BAUER (2013), FROLÍK, SVATOŠ (2000), ŠUMAN (2011), VLK (2000), VLK (2006), PASTOREK (2001), PERNIS (2012), které jsem vyhledal v akademické knihovně.

Dále budu čerpat z internetových zdrojů a z propagačních materiálů různých firem, které se zabývají výrobou traktorů. Tyto zdroje jsou uvedeny v přehledu použitých literárních zdrojů na konci této práce.

Charakteristika pozorovaných traktorů

U vybraných traktorů na českém trhu bude nutné zjistit základní technické údaje a popis těchto strojů. Informace budou získány od prodejců vybrané techniky a od vedoucích pracovníků. Hlavními zjištěnými údaji budou:

- jmenovitý výkon traktoru,
- typ převodovky a počet rychlostních stupňů,
- rychlostní rozsah,
- měrná spotřeba paliva.

4. Vlastní práce

4.1 Převodovky traktorů

Převodovky jsou určeny ke změně točivého momentu (zpravidla zvětšování) k jeho dlouhodobému přerušení (neutrál) nebo ke změně smyslu (zpětný chod – couvání). Tyto změny získáme pomocí převodů, což jsou ústrojí, které poskytují plynule nebo stupňovitě změnit rychlostní poměr.

Hlavním účelem převodovky je poskytnout změnu převodu mezi motorem a hnacími koly tak, aby udržoval motor bez ohledu na rychlost jízdy stále vysoké otáčky, při kterých dosahuje plného výkonu. Mimo to plní převodovka další úkoly, například dává možnost couvání pomocí zpětného chodu nebo volný chod při sepnuté spojce a stojícím vozidle (VLK, 2000).

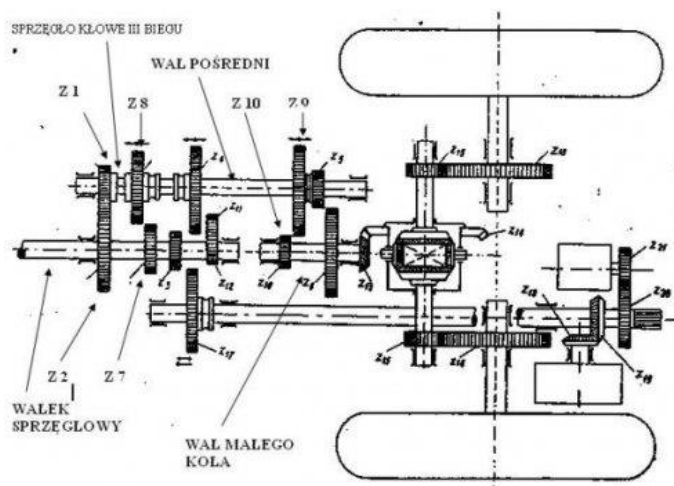
Traktorové převodovky rozdělujeme na:

- Mechanické převodovky
 - Mechanické převodovky - bez možnosti řazení pod zatížením
 - Mechanické převodovky - s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením
 - Mechanické převodovky - se všemi stupni řazenými pod zatížením
- Hydrodynamické převodovky
- Hydromechanické převodovky

4.1.1 Převodovky mechanické

Mechanický převod u traktorů zůstává stále nejrozšířenější pro přenos výkonu motoru. Aplikují se pro svoji vysokou účinnost, spolehlivost a většinou nízkou cenu. Problémem u mechanických převodovek se jeví jejich omezená možnost využití potenciačních vlastností traktoru jako celku.

Konstrukční řešení mechanické převodovky (viz obrázek č. 7) se zpravidla přizpůsobuje vysokému počtu rychlostních převodových stupňů. Obvykle jsou uspořádány z hlavní převodovky s přídatnou převodovkou, kterou většinou označujeme jako skupinovou převodovku a reverzační převodovku, která je doplněná o násobič točivého momentu, který umožňuje řazení při zatížení.



Obrázek č. 7 – Mechanická převodovka Zetor 25A, zdroj:

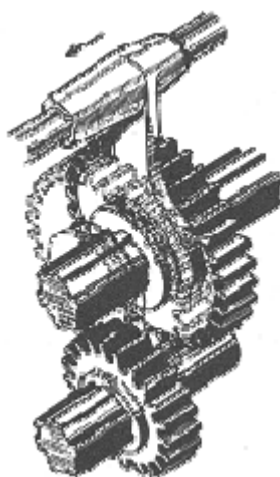
<http://www.zetor25.websnadno.cz/TECHN-PARAMETRY.html?flash=ne/>, („staženo dne: 19. 12. 2018“)

Podle možností řazení pod zatížením dělí mechanické převodovky na:

- převodovky, bez stupňů řazených pod zatížením,
- převodovky, s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením,
- převodovky, které umožňují řadit všechny stupně pod zatížením (BAUER, 2013).

4.1.1.1 Převodovky mechanické bez možnosti řazení při zatížení

Nejstarším a nejjednodušším způsobem řazení je řazení přesunem ozubeného kola (viz obrázek č. 8). Ozubená kola nejsou ve stálém záběru respektive v záběru jsou vždy pouze ty dvojice ozubených kol, přes které je přenášen točivý moment. Vždy jedno z dvojice ozubených kol je axiálně posuvné po své hřídeli a druhé kolo je pevné. Samotné řazení pak probíhá tak, že posuvné kolo je mechanicky přemístěno do záběru pevného kola. Vlivem často velmi rozdílných obvodových rychlostí ozubených kol je tento způsob řazení poměrně složitý. Obsluha musí pomocí meziplynu a dvojího vyšlápnutí spojky mezi vyřazením jednoho a zařazením nového převodového stupně nejprve srovnat obvodové rychlosti obou kol, jinak se přeřazení nepodaří a ozubená kola se zbytečně opotřebovávají. Tento způsob řazení navíc nedovoluje, aby ozubená kola měla šikmé ozubení, které má lepší účinnost a nižší hlučnost. Z těchto důvodů se tento způsob v dnešní době téměř nepoužívá. Výjimkou může být například zpátečka, ale i od toho se spíše ustupuje (BAUER, 2013).



Obrázek č. 8 – Řazení pomocí přesunu ozubeného kola, zdroj:
<https://slideplayer.cz/slide/11193191/>, („staženo dne: 26. 12. 2018“)

Převodovka Shuttle Command 12/12 je reverzační a plně synchronizovaná převodovka, která bývá používána u traktorů firmy New Holland. Konstrukčně je řešena z reverzační, hlavní a skupinové převodovky. Má dvanáct převodových stupňů vpřed a 12 stupňů vzad. Stupně řazené do skupin odpovídají silničnímu, střednímu a polnímu rozsahu. Které se označují H, L, M. Reverzační převodovka je umístěna hned za pojezdovou spojkou. Opačné otáčení výstupního hřídele zajišťuje vložené kolo (BAUER, 2013).

Další možností řazení je pomocí zubové spojky. Všechna ozubená kola jsou ve neustálém záběru. Na hřídeli, na které probíhá řazení, jsou kola volně otočná. Zubová spojka je axiálně posouvána po drážkovém hřídeli a má objímku s vnitřním ozubením, která se při řazení přesune přes vnější ozubení na náboji ozubeného kola. Stálý záběr všech kol zajišťuje použití šikmého ozubení a vlivem menšího průměru ozubení zubové spojky je menší i její obvodová rychlost a proto je i přeřazení snazší (VLK, 2000).

4.1.1.2 Mechanické převodovky s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením

Mechanické převodovky s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením patří k největší skupině mechanických převodovek. Jsou využívány u traktorů všech výkonnostních tříd. Nejvíce se však používají u traktorů nižších až středních výkonových tříd. Při využití 4^o stupňového násobiče a synchronizované převodovky můžeme řadit pod zatížením až čtyři rychlostní stupně. Další převodové

stupně jsou plně synchronizované a jsou řazeny v hlavní převodovce. Reverzační převodovku je možno ovládat jak při zatížení, tak prostřednictvím synchronizačních zubových spojek.

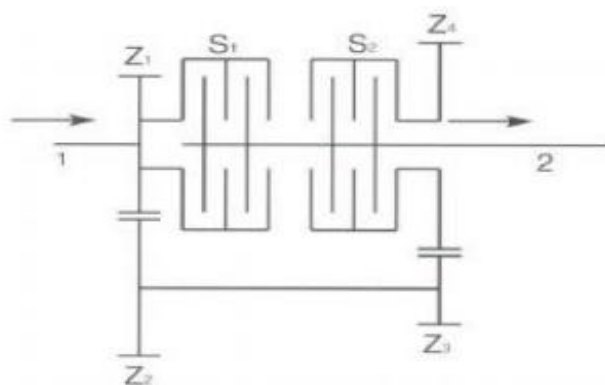
Převodovky tohoto typu patří do nejrozšířenější skupinu mechanických převodovek. Jsou k dostání všechny výkonové třídy. Nejvyšší počet převodových stupňů řazených pod zatížením dosahuje osmi, pomocí čtyřnásobného násobiče a skupinové převodovky se dvěma stupni řazenými pod zatížením (želva- zajič).

Násobič točivého momentu je potřeba použít, jestliže v podmínkách, kdy narazíme v pracovním prostředí na odpor dochází ke zvýšení točivého momentu, a pokud se následně zatížení neustále zvětšuje, je potřeba podřadit. To znamená, že při práci na polích nemusíme traktor při orbě zastavit, protože by to bylo při plném zatížení, což klade vysoké nároky na dimenzování převodu a spojky. Násobič zařadí převod, kterým dochází ke zvýšení celkového převodového poměru, z čeho plyne vyšší hnací síla na obvodu kola.

Násobič točivého momentu umožní měnit velikost převodového poměru, a tím i velikost točivého momentu pod zatížením. Násobič zařadí převod, tím se zvýší celkový převodový poměr, což ve výsledku udává vyšší hnací sílu na obvodovém kole. Násobiče se nejvíce konstruovány mezi pojezdovou spojku a hlavní převodovku. Pro řazení stupňů násobiče jsou používány lamelové spojky a pásové nebo lamelové brzdy.

Ovládání násobiče je možné elektrohydraulicky, mechanicko-hydraulicky nebo elektropneumaticky. Po odbrzdění se vrací zpět do polohy pružinami. Ovládá se nejčastěji tlačítky na řadící páce, opěrce sedačky nebo páčkou pod volantem .

Dvoustupňový předlokový (viz obrázek č. 9) násobič je složen ze vstupní a výstupní hřídele, 2 lamelových spojek a 4 ozubených kol. Pracuje tak, že výkon motoru se přivádí přes vstupní hřídel, je-li zařazen přímý záběr, spojí lamelová spojka hřídele 1 a 2. Je-li zařazen násobič 1, sepne se lamelová spojka S2 a výkon se přenesne přes ozubená kola (Z1, Z2, Z3, Z4) na výstupní hřídel (BAUER, 2006).



Obrázek č. 9 – Dvoustupňový předlohový násobič, zdroj:

https://www.google.com/search?q=Dvoustup%C5%88ov%C3%BD+p%C5%99edlohov%C3%BD+n%C3%A1sobi%C4%8D&rlz=1C1HIJB_enCZ660CZ660&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBo7Cgy__fAhWGsqQKHc9_BYoQ_AUIDigB&biw=1366&bih=608#imgsrc=JhmwwHzW20UwSM/, („staženo dne: 26. 12.

2018“)

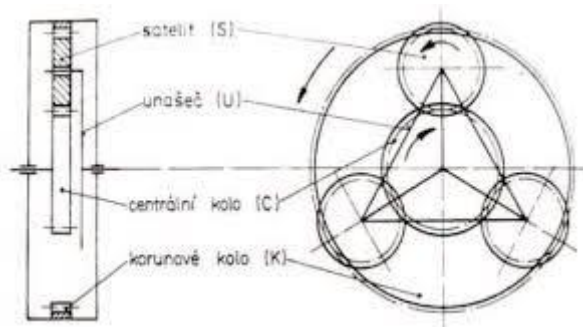
Planetové soukolí je složeno z korunového kola (s vnitřním ozubením), centrálního nebo tzv. planetového kola (s vnějším ozubením) a satelitů s vnějším ozubením. Satelity jsou vloženy mezi korunovým a planetovým kolem a jsou propojeny unašečem satelitů. Členy planetového soukolí se mohou vzájemně pohybovat. Dle konstrukce může být točivý moment přiváděn na kterýkoli člen a na kterémkoli ze zbývajících dvou členů může být výstup.

Samotný násobič pracuje tak, že buď jsou pomocí lamelové spojky dva členy sepnuty, jejich vzájemný pohyb je znemožněn a celé soukolí se otáčí stejným směrem (otáčkami) nebo je jeden ze členů zabrzděn pomocí pásové brzdy a převodový poměr mezi dalšími dvěma členy se tím změní.

Planetové násobiče jsou konstruovány jako planetové převody, které umožňují řazení převodových stupňů pod zatížením, to znamená, že při řazení nedochází k přerušení momentového toku. Základ je tvořen jednoduchým planetovým soukolím se dvěma stupni volnosti. Při zastavení jednoho ze členů vznikne převod. Nejčastěji výkon motoru vstupuje na korunové nebo planetové kolo a výstup jde přes unašeč satelitů. Nejvíce jsou používány sdružené satelity. Planetové násobiče jsou používány dvou až čtyřstupňové (BAUER, 2013).

Nejvíce se uplatňují dvou až třístupňové planetové násobiče, které umožňují zpětný chod, který pracuje s hydrodynamickou spojkou nebo s hydrodynamickým měničem. Řazení je možno ovládat buď poloautomaticky nebo automaticky. Jednou z výhodou planetového násobiče (viz obrázek č. 10) je jeho účinnost, prostor ve kterém je uloženo planetové soukolí je velmi dobře využito. Dokáží se kvalitně přenášet i vysoké otáčky. Nevýhodou je velká náročnost na konstrukci a velký počet součástí při větším počtu převodových stupňů.

Tří a čtyřstupňové násobiče jsou konstruovány pomocí sdružených satelitů. U těchto konkrétních případů je točivý moment od motoru přiváděn na korunová kola, brzděna jsou kola planetová a výstupy jsou na unašečích satelitů (VLK, 2006).

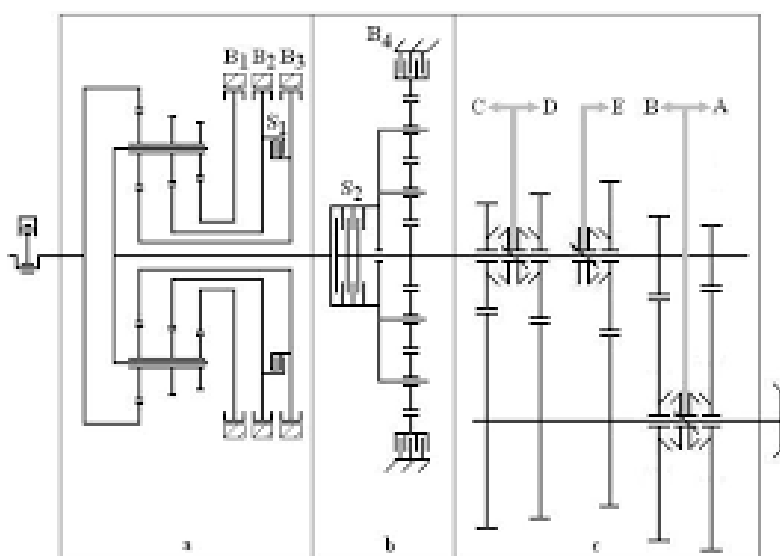


Obrázek č. 10 –Planetový převod, zdroj:

<https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/65595/F2-BP-2016-Kotrc-Jiri-PREHLED%20A%20TRENDY%20VE%20VYVOJI%20PREVODOVEK%20OSOB NICH%20AUTOMOBILU.pdf?sequence=-1/>, („staženo dne: 26. 12. 2018“)

Převodovka AutoQuad 20/20 traktoru John Deere je reverzační mechanická převodovka s dvaceti převodovými stupni vpřed a dvaceti převodovými stupni vzad. Je složena ze tří částí. Dvě z částí jsou řešeny jako planetový převod (násobič točivého momentu a reverzační převodovka) a třetí část je složena jako dvouhřídelová převodovka. Za násobičem točivého momentu se nachází reverzační převodovka, se dvěma řady satelitů. Na jízdu vpřed je sepnutá lamelová spojka S2. Při zabrzdění planetového kola lamelovou brzdou B4 při vypnuté lamelové spojce (S2) se změni směr otáčení planetového kola. Hlavní převodovka navazuje na reverzační převod.

Převodovka (viz obrázek č. 11) je tvořena pěti soukolími (A, B, C, D, E), z nichž každý znamená jeden z rychlostních stupňů. K řazení jsou využívány synchronizační spojky. Jednotlivá soukolí jsou vhodná k jiné pracovní činnosti (např. A – práce při orbě s vývodovým hřídelem, B – orba, C – tažení různého nářadí, D, E – doprava). Násobič momentu je možno ovládat např. tlačítkem na řadičí páce nebo kolébkovým ovladačem. K řazení reverzace je využívána páčka, která se nachází vlevo pod volantem. Převodové stupně v hlavní převodovce jsou řazeny řadičí pákou při sešlápnutí spojkového pedálu (BAUER, 2013).



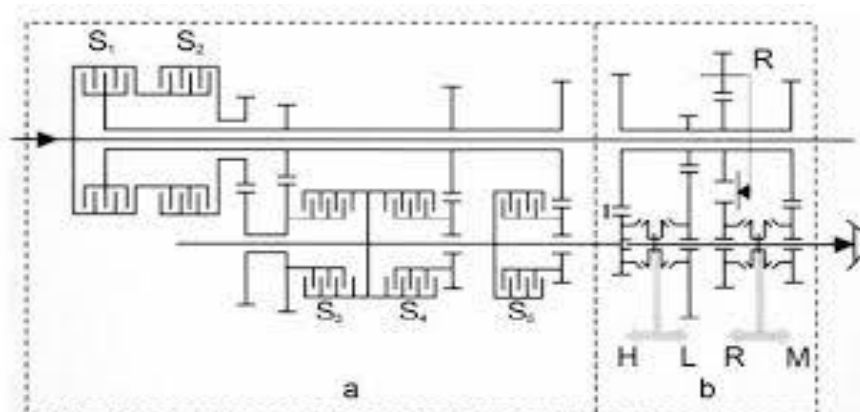
Obrázek č. 11 –Schéma převodovky AutoQuad 20/20, zdroj: BAUER (2013)

Case IH Full PowerShift je mechanická převodovka se všemi stupni řazenými při zatížení. 18 stupňů vpřed a 6 vzad. Všechny stupně jsou řazeny zapínáním lamelových spoje. Ovládání je umístěno do páky ručního akcelérátoru. Na hlavici páky je umístěný kolébkový přepínač, kterým jsou řazeny všechny převodové stupně. Reverzace je ovládána elektrohydraulicky páčkou pod volantem. Převodovky Power Shift pracují proti klasické mechanické převodovce s nižší pracovní účinností, také je podstatně dražší pořizovací cena a její údržba je finančně náročnější (BAUER, 2013).

Převodovka Range Command 18/6 (viz. obrázek č. 12) v traktorech New Holland, jsou mechanické převodovky, které mají 18 převodových stupňů vpřed a 6 převodových stupňů vzad. Konstrukčně se skládají z hlavní šestistupňové převodovky řazené lamelovými spojkami (S1 až S5) a třístupňovými skupinovými převodovkami řazené synchronizačními spojkami. Všechny převodové stupně jsou řízeny elektrohydraulicky.

V hlavní převodovce jsou jednotlivé převodové stupně řazeny dvojicí lamelových spojek. První převodový stupeň je zařazen sepnutím lamelové spojky (S1, S3), kterými je přiveden točivý moment na hnací hřídel v hlavní převodovce. Přes soukolí stálého záběru (1) a se sepnou synchronizační spojkou (L) je zařazena skupina želva. Při zařazení osmnáctého převodového stupně se sepnou lamelová spojka (S2, S5) v hlavní převodovce a synchronizační spojka (H) ve skupinové převodovce, vznikne tak přímý záběr. Celkový převodový poměr je tak nejnižší a traktor může jet maximální pojezdovou rychlostí. Změna směru jízdy je řazena synchronizační spojkou (R), která se nachází ve skupinové převodovce. Převodovka má 6 stupňů vzad a jsou řazeny lamelovými spojkami, které odpovídají prvním šesti převodovým stupňům vpřed.

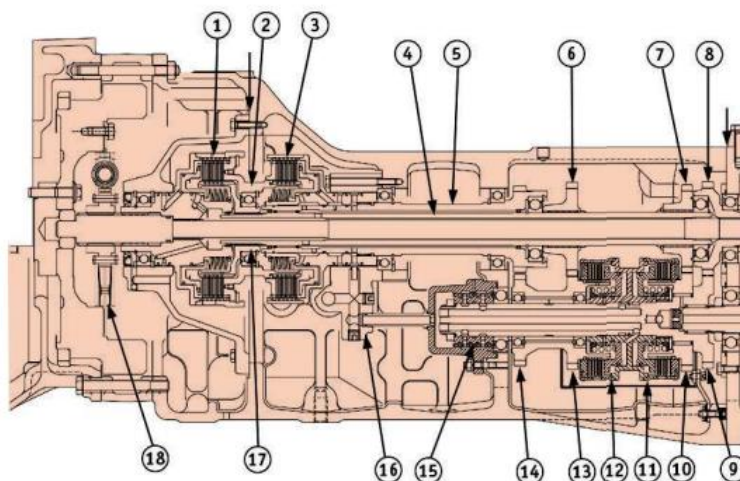
Řazení je ovládáno jedinou pákou, kterou se ovládají všechny převodové stupně jak v hlavní, tak ve skupinové převodovce. Na řadící páce jsou dvě tlačítka (želva, zajíc) pro řazení pod zatížením. V případě řazení převodového stupně ve skupinové převodovce, je potřeba spoužit pedál spojky nebo stisknout tlačítko, které je umístěno z boku na řadící páce. Reverzace je ovládána elektrohydraulicky páčkou pod volantem (BAUER, 2013).



Obrázek č. 12 –Schéma převodovky Range Command 18/6, zdroj: BAUER, (2013)

Převodovka DualCommand je používána v traktorech New Holland řady T6000 (74 - 104 kW) a traktorech značky Case řady JXU (56 až 83 kW). Převodovka Dual Command je téměř naprosto stejná jako převodovka Power Shuttle. Jedním z rozdílů je přidání předložený dvoustupňový násobič točivého momentu

s dvěma elektrohydraulicky ovládanými spojkami. Princip funkce násobiče je vidět a (viz obrázek č. 13). Pro jízdu vpřed je sepnutá spojka A, přes hřídel čtyři, ozubená kola sedm a deset je výkon přiváděn ke spojce D. Dále je přes hřídel devět a ozubené kolo osm přiváděn do hlavní převodovky (<https://www.eagrotec.cz/cs/products/Traktory/Traktory-vyssi-stredni-tridy-T6/>, „staženo dne: 20.12. 11. 2018“).



Obrázek č. 13 –Schéma převodovky DualCommand, zdroj:

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0042_jarmurendszerek_iranyitasa_angol/ch07s06.html/, („staženo dne: 21. 3. 2019“)

4.1.1.3 Mechanické převodovky se všemi stupni řazenými pod zatížením

Tento typ převodovek dovoluje řazení všech převodových stupňů pod zatížením. Používají se především u traktorů vyšších výkonových tříd, kde by při řazení s použitím klasické spojky při vyšších točivých momentech docházelo k velkému přehřívání a opotřebením spojkových kotoučů. Elektrohydraulické ovládání všech převodových stupňů umožňuje plnou automatizaci řazení, čímž se dosahuje nejen vyššího komfortu ovládání, ale hlavně lepšího udržování otáček motoru v požadovaném rozmezí. Dva nejpoužívanější typy převodovek řazené plně pod zatížením jsou převodovky Powershift a DSG.

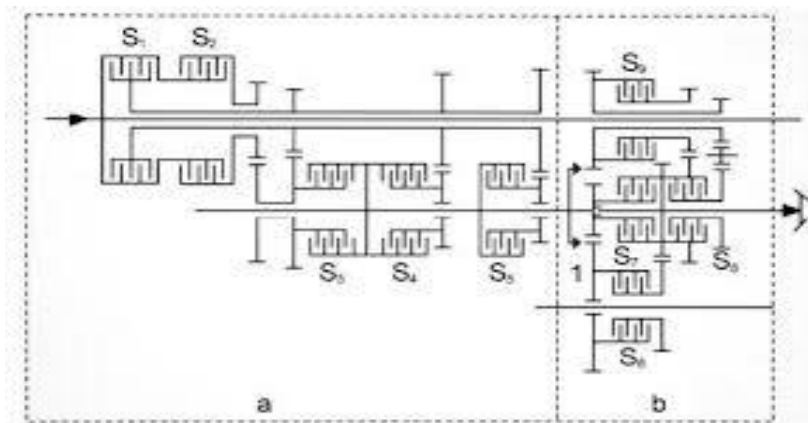
Převodovky mechanické se všemi stupni řazenými pod zatížením se liší od převodovek s násobičem točivého momentu v tom, že dokáží řadit jak v hlavní, tak ve skupinové převodovce pod zatížením. Při řazení pod zatížením nedochází ke snižování rychlosti za důsledku vykonání řadící činnosti spojeného s přesunem

synchronizační spojky. Převodové stupně vpřed se pohybují v rozmezí od 16 do 26 a vzad od čtyř do osmi.

Powershift převodovky jsou vyznačovány tím, že jednotlivý převodový stupeň má svoji lamelovou spojku. Ozubená soukolí jsou pořád v záběru a přeřazování probíhá pomocí přesměrování tlaku oleje z jedné lamelové spojky do druhé. V jedné lamelové spojce je tlak snižován, je zároveň zvyšován ve druhé, takže je rozdělen od mechanického řazení stále přenášena menší část točivého momentu (BAUER, 2013).

Převodovka Full PowerShift 18/4 (viz obrázek č. 14) je mechanická převodovka, která má všechny stupně řazené pod zatížením. Převodovka má 18 převodových stupňů vpřed a 6 vzad. Konstrukčně se skládá z hlavní a skupinové převodovky. Tyto obě předloňové převodovky jsou řazené pomocí hydraulicky ovládanými lamelovými spojkami. V převodovce může být namontován plazivý převod, který je taktéž řazen pod zatížením (PASTOREK, 2001).

Všechny převodové stupně jsou řazeny zapínáním lamelových spojek S1 až S9. Lamelové spojky S8, S6 a S7 jsou součástí skupiny polní, střední a silniční. Součástí těchto skupin je reverzační soukolí, které je ovládáno lamelovou spojkou S9. V hlavní převodovce jsou jednotlivé převody řazeny pomocí dvojicí lamelových spojek. Při zařazení prvního převodového stupně jsou v hlavní převodovce zapnuté spojky S1, S3, přes které je přiveden točivý moment na soukolí stálého záběru 1. Zapnutou spojkou S8 je uzavírán silový okruh a dále točivý moment vstupuje do rozvodovky. Při řazení osmnáctého převodového stupně, se zapne lamelová spojka S2, S5 v hlavní převodovce a ve skupinové převodovce se zapne lamelová spojka S7 – což je přímý záběr. Celkový převodový poměr je tak nejnižší a traktor může dosáhnout nejvyšší pojezdové rychlosti. Změna směru jízdy je řazena při zatížení lamelové spojky S9 ve skupinové převodovce. Pro jízdu vzad, je šest stupňů řazeno lamelovými spojkami, které odpovídají prvním šesti převodových stupňů jízdě vpřed (BAUER, 2013).



Obrázek č. 14 – Schéma převodovky Full PowerShift 18/6, zdroj: BAUER (2013)

Převodovka Steiger 16/4 Case (viz obrázek č. 15), nám umožňuje řadit šestnáct rychlostních stupňů vpřed a čtyři vzad. Jeho maximální naměřená rychlost jízdy v před je 40 km.h^{-1} . V konstrukci traktoru je vložena do první poloviny podvozku. Výkon motoru je přenášen přes tlumič torzních kmitů. Tlumiče torzních kmitů jsou buď pryžové nebo pružinové. Výkon je dále přenášen přes kloubový hřídel na vstup do převodovky. Výkon který vystupuje z převodovky je dále veden ke každé polovině podvozku na nápravy pásových jednotek, a pokud je traktor vybaven o pohon PTO (pomocný pohon), pak také pokračuje na převodovku pohonu PTO. Z hřídele převodovky je poháněno některé příslušenství jako je například hlavní hydrogenerátor.

Převodovka je konstruována jako pětihřídelová s trojicí předlokových hřídelů. Pro zařazení všech rychlostních stupňů je využíváno devět lamelových spojek, pro každý převodový stupeň se sepnou dohromady tři spojky (<http://www.caseih.com/emea/sksk/products/tractors/steiger-quadtrac> „staženo dne: 4. 1. 2019“).



Obrázek č. 15 – Traktor Case s převodovkou Steiger 16/4, zdroj: BAUER (2013)

Převodovka DSG se vyznačuje tím, že soukolí lichých převodových stupňů je na jedné hřídeli a naopak soukolí sudých převodových stupňů je na druhé. Každá hřídel má svoji lamelovou spojku, která umožňuje řazení při zatížení. Na každé hřídeli jsou synchronizační spojky, díky kterým je možno řadit mezi převodovými stupni, které jsou na daném hřídeli jsou. Přenášení točivého momentu je vždy jenom jednou, z těchto hřídelí. Funkce řazení probíhá tak, že elektronika vyhodnotí v závislosti na zrychlení nebo zpomalení traktoru, předradí na hřídeli, přes kterou zrovna neprochází točivý moment nejbližší vyšší nebo nižší převodový stupeň. Když dojde k momentu přeřazení pak stejně jako u převodovky Powershift dochází k rozpojení jedné a vzájemnému sepnutí druhé lamelové spojky. Tato možnost řazení skýtá všechny výhody řazení pod zatížením tak jako je to u převodovky Powershift, ale má jen dvě lamelové spojky, z čeho plyne úspora výrobních nákladů, zástavbového prostoru i nákladů na servis (PERNIS, 2012).

4.1.1.3 Hydrodynamické převodovky

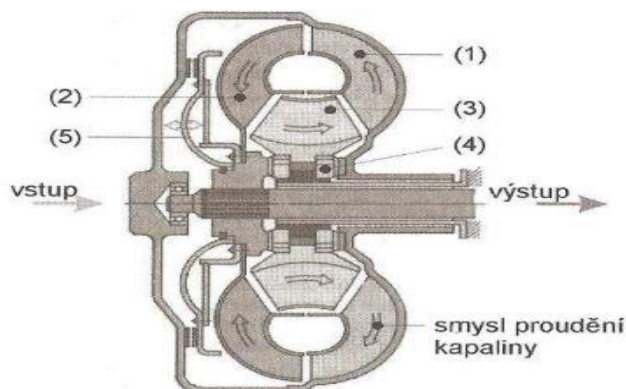
U bezstupňových převodovek je možnost provést plynulou změnu převodového poměru neboli nekonečno počtů převodových poměrů v určitém rozmezí. V důsledku toho zde nejsou žádné ztrátové plochy. Jednou z významných předností plynulých převodovek je schopnost udržet otáčky motoru na potřebné hodnotě, což traktorům umožňuje pracovat v oblasti nejvyšších točivých momentů, kde dochází k nejmenší spotřebě paliva. Plynulé převodovky narozdíl od stupňovitých převodovek nemají ztrátu výkonu vlivem urychlování a brzdění setrvačných hmot při přeřazování.

V traktorech jsou nejvíce využívány bezstupňové převodovky což je hydrodynamický měnič momentu a diferenciální hydrostatická převodovka.

Hydrodynamické převodovky je sestava mechanické převodovky s převodem hydrodynamickým, což je buď hydrodynamická spojka, nebo hydrodynamický měnič točivého momentu. Do hlavních výhod patří to, že hydrodynamický měnič dokáže zvýšit točivý moment s rostoucím zatížením. U moderních traktorů se už s nimi téměř nesetkáme (PASTOREK, 2001).

Hydrodynamický měnič

Hydrodynamický měnič (viz obrázek č. 16) se využívá k přenosu momentu kinetické energie proudící kapaliny. Je složen z turbínového kola, čerpadlového kola, statoru (reaktoru) a speciální olejové náplně. Z motoru je poháněno čerpadlové kolo, který svým vlivem tvaru lopatek a odstředivé síly dává kapalině kinetickou energii a posouvá ji k vnějšímu okraji lopatek. Kapalina zde vstupuje do turbínového kola, které předá svoji kinetickou energii a turbínové kolo roztáčí. Na vnitřním okraji lopatek vstupuje kapalina do reaktoru, který je na pevně spojen se skříní měniče a z kterého je kapalina přiváděna zpět k čerpadlovému kolu. Na reaktoru vzniká reakční moment M_R (VLK, 2006).



Obrázek č. 16 –Hydrodynamický měnič, zdroj: ŽĎÁNSKÝ (2006)

Jednou z výhod hydrodynamického měniče je především to, že moment se přeměňuje sám v závislosti na zatížení. Když dochází k největšímu zatížení turbínové kolo stojí a měnič zároveň přenáší největší točivý moment.

Otáčková charakteristika je svým tvarem blízko ideální otáčkové charakteristice (hyperbole). Další z výhod je snížení rázů jdoucích do motoru.

Jednou z nevýhodou je vyšší výrobní cena a hlavně nižší účinnost. Nejvyšší účinnost se pohybuje v rozmezí mezi 80 až 85%. Mezi dalšími problémy je hyperbolický průběh účinnosti, díky kterému je efektivní využití měniče omezeno pouze na určité rozmezí otáček. Z tohoto důvodu je měnič doplněn o mechanickou převodovku. Reaktor bývá vybaven volnoběžnou spojkou, která umožní jeho otáčení ve stejném směru jako turbínové a čerpadlové kolo. V takovém to případě se v určité chvíli začne měnič chovat jako hydrodynamická spojka, která sice nedokáže měnit točivý moment, ale její účinnost s vyššími otáčkami roste. Další ze zlepšení účinnosti je pak dosaženo, pokud je stator rozdělen na tři části se samostatnými volnoběžkami. Jednou z dalších možností, je blokovácí spojka, která umožňuje spojení čerpadlového a turbínového kola a při vysokých otáčkách vyřadí měnič z činnosti (BAUER, 2006).

Převodovka Turbomatik 44/44

Převodovka Turbomatik 44/44 (Fendt) je jednou z hydrodynamických převodovek. Je variantou hydrodynamické spojky a mechanické převodovky, která má 44 převodových stupňů vpřed a 44 převodových stupňů vzad. Je konstruována z hydrodynamické spojky, čtyřstupňového násobiče, pojezdové spojky skupinové a hlavní šestistupňové převodovky. Pojezdová spojka slouží k odstranění nevýhody hydrodynamické spojky. Hydrodynamická spojka neumožní přerušit výkon mezi motorem a převodovkou při přeřazení převodových stupňů. Pojezdovou spojkou nalezneme až za násobičem točivého momentu, nikoliv není součástí hydrodynamické spojky, jak tomu většinou bývá. Převodové stupně jsou řazeny pod zatížením a nepotřebují přerušit točivý moment (BAUER, 2013).

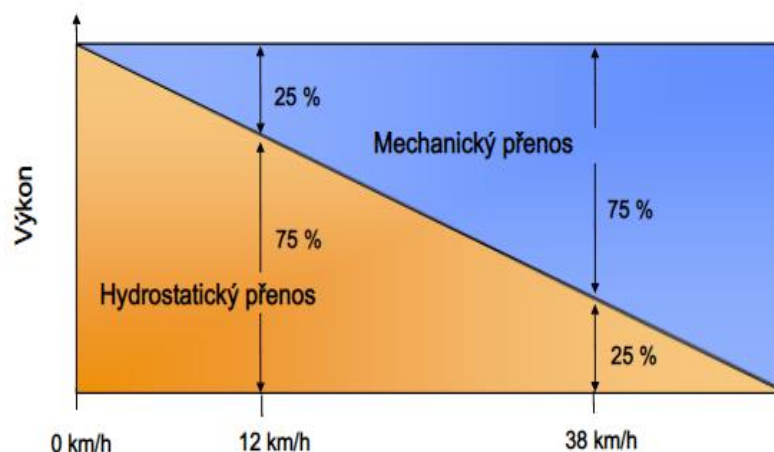
4.1.1.4 Diferenciální hydrostatické převodovky

Hydrostatický převod funguje na způsob přenosu výkonu pomocí tlakové kapaliny. Konstrukčně je složen ze systému konstantních a regulačních hydrostatických převodníků, které zaskakují funkci hydrogenerátorů a hydromotorů. Při změně geometrického objemu se plynule změní hodnoty jak momentového, tak i otáčkového převodového poměru. Jejich výhodou je jednoduchá přeměna

pojezdové rychlosti, která je ovládána i s reverzací, pomocí jedné páky. Odstraněním mechanických vazeb dochází k velké variabilitě v konstrukci. Hydrostatická převodovka umožňuje snadno přenášet velké síly a kroutící momenty. Lehce se udržují. Největší z výhod je však nízká spotřeba paliva, oproti převodovkám s řazením při zatížení. Do nevýhod se řadí nižší účinnost, vyšší náklady na výrobu a citlivost na nečistoty v kapalině. Hydrostatické převodovky jsou v dnešní době nejpoužívanější převodovky u traktorů, a to zejména u vyšších výkonnostních řad (VLK, 2000).

Princip funkce a konstrukce převodovky Vario

Vychází z výkonového dělení, při kterém jde jedna část výkonu přes hydrostatickou větev a část výkonu jde přes větev mechanickou v (viz obrázek č. 17). Tyto větve se dále slučují v planetovém soukolí. Hydraulická část převodovky se skládá z hydrostatického převodníku, který zajišťuje funkci transformátoru energie. Transformuje vstupní mechanickou energii na energii tlakovou (hydrogenerátor), která se dále transformuje na výstupní mechanickou energii (hydromotor), která vstupuje do slučovacího planetového převodu. Hydrostatický převodník tvoří axiální pístový hydrogenerátor, hydromotor a doplňující regulační prvky. Regulace otáček je řízena změnou objemu geometrického hydrogenerátoru (popřípadě i hydromotoru) naklápěním regulační desky nebo celého bloku. Točivý moment je přenášen pomocí ojnic spojených s hnací přírubou. Geometrický objem je jeden ze základních parametrů hydrostatického převodníku. Planetový převod má mechanickou část a dochází tak ke zvyšování celkové účinnosti přenosu točivého momentu. Může být konstruován z jednoho nebo i více jednoduchých planetových soukolí, které jsou sériově řazené. Jedno z planetových soukolí umožní sloučení výkonových větví a tím měnit plynule úhlovou rychlost výstupního členu (BAUER, 2013).

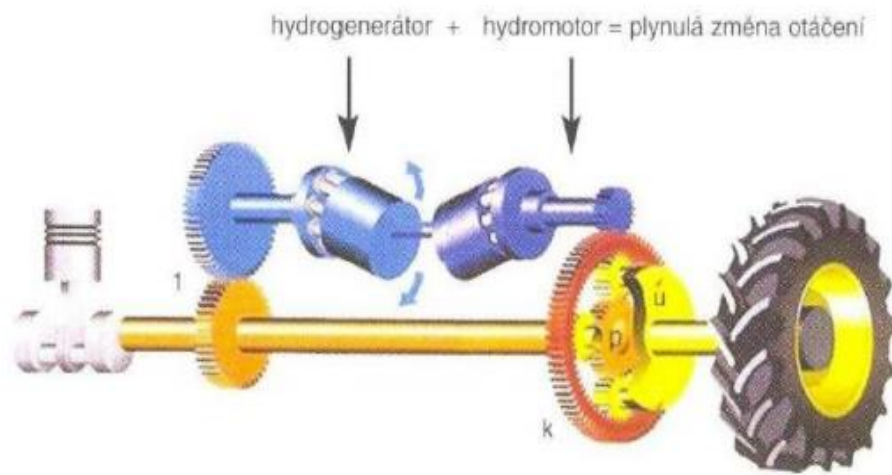


Obrázek č. 17 – Vario převodovka a její rozdělení výkonu, zdroj:
<http://slideplayer.cz/slide/1967475/>, („staženo dne: 17. 3. 2019“)

Konstrukce převodovky si zakládá na kombinaci mechanické a hydraulické části, jejichž výstupní členy jsou přivedeny do slučovacího planetového převodu. Mechanická část je tvořena stupňovitou, tříhřídelovou převodovkou s trojicí synchronizačních spojek pro možnost řazení čtyř variant pro jízdu vpřed a dvou variant pro jízdu vzad. Řazení funguje prostřednictvím řadících vidliček, ovládaných elektrohydraulicky. Součástí mechanické části jsou dvě lamelové spojky, kterými se zapíná dané soukolí rozsahu do aktivního záběru. Hydrostatická část je složena z regulačního pístového hydrogenerátoru a neregulačního pístového hydromotoru. Hydrogenerátor a jeho pohon je řešen od průběžného hřídele, poháněné rovnou od spalovacího motoru. Hydrogenerátor a hydromotor jsou uloženy dohromady v společné skříni tzv. Back to Back, kdy je spojovací potrubí mezi oběma prvky nejkratší, což eliminuje tlakové ztráty a snížení výkonu. Regulace geometrického objemu hydrogenerátoru je řešena náklonem desky, o kterou se opírá devět pístků, které dokáží vytlačit až 110 cm^3 . Regulační deska dokáže měnit sklon do obou směrů. Hydromotor pracuje pevně s geometrickým objemem 90 cm^3 . Konstrukce převodovky umožňuje maximální rychlost až 70 km.h^{-1} , která je elektronicky kvůli předpisům omezena (sklon regulační desky hydrogenerátoru) na 50 nebo 40 km.h^{-1} při otáčkách 1550 nebo 1450 1.min^{-1} (<http://www.vobosystem.cz/editor/filestore/File/bezstupnove-prevodovky.pdf/> „staženo dne: 26. 2. 2019“).

Neutrál

Točivý moment motoru je soukolím (1) dodáván k hydrogenerátoru, regulační blok je skloněn pod úhlem $-\alpha < 0$. Hydrogenerátor předává kapalině tlakovou energii, která je hydrogenerátorem transformována na výstupní točivý moment a otáčky. Hydromotor otáčí korunovým kolem (k). Planetové kolo (p) je poháněno od motoru. Unášeč (u) je ve fázi zastavení, protože obvodová rychlost planetového a korunového kola je stejná, ale má opačný smysl (viz obrázek č. 18).



Obrázek č. 18 – Konstrukce a popis Vario převodovky, zdroj: BAUER (2013)

Jízda dopředu

Snižování sklonu regulačního bloku hydrogenerátoru ve směru $\alpha \rightarrow 0$ se snižuje geometrický objem, z čehož vzniká za následek pokles otáček hydromotoru a snížení obvodové rychlosti korunového kola. Vlivem různé obvodové rychlosti korunového a planetového kola se začíná pomalu otáčet unášeč satelitů a traktor se pomalou rychlostí začne rozjíždět. Při dosažení nulového sklonu regulačního bloku ($\alpha = 0$), korunové kolo (k) se zastaví a výkon motoru se přenáší pouze přes mechanickou část převodovky. Další zrychlení traktoru vznikne pohybem regulačního bloku hydrogenerátoru ve směru $+\alpha > 0$, při kterém se přemění smysl otáčení korunového kola (k). Při maximálním náklonu bloku $+\alpha_{\max} > 0$, traktor vytvoří maximální pojzdovou rychlost, protože obvodová rychlost korunového kola (k) dosáhla maximální hodnoty (viz obrázek č. 19), (BAUER, 2013).

Jízda dozadu

U jízdy vzad se vyjde z nastavení regulačního bloku hydrogenerátoru při neutrálu. Traktor se rozjede dozadu, pokud dojde ke zvýšení obvodové rychlosti korunového kola (k) ve směru modré šipky. Unášec (u) se začíná otáčet stejným způsobem jako korunové kolo (k). Toho se dosáhne zvýšením sklonu regulačního bloku hydrogenerátoru ($-\alpha < 0$). Při maximálním sklonu ($-\alpha_{\max} < 0$) dosáhne traktor nejvyšší pojezdové rychlosti vzad, protože obvodová rychlost korunového kola dosáhne svého maxima (BAUER, 2013).



Obrázek č. 19 –Planetový převod Vario převodovky, zdroj: BAUER (2013)

Vario převodovka

S první bezstupňovou převodovkou přišla na trh firma Fendt s Vario převodovkou. Převodovka je složena z axiálního regulačního pístového hydromotoru a regulačního hydrogenerátoru. Regulační rozsah, velikost úhlu naklonění ke 0° až 45° , u hydrogenerátoru -30° až 45° . Mechanická část je tvořena planetovým soukolím. Při rozjezdu se blok hydrogenerátoru začíná sklánět k maximálnímu vyklonění 45° a tím se mění geometrický objem, hydromotor je v maximální poloze vyklonění a začíná se točit. Planetové soukolí se začíná otáčet a dochází k pohybu traktoru. Při zvyšování rychlosti se hydrogenerátor vykloní až do maximální polohy 45° a hydromotor se přesouvá po polohy 0° . Dosažením polohy hydromotoru 0° nastává vyřazení hydrostatického převodníku, výkon je veden jenom přes mechanickou větev od motoru na unášec, satelity, planetové kolo (BAUER, 2006).

Jde o hydrostatickou diferenciální převodovku, kde se část výkonu přenáší hydrostaticky a část mechanicky. U převodovky Vario (viz obrázek č. 20) se od motoru pohání unášec satelitů. Hydrogenerátor je poháněn pomocí korunového kola.

Planetové kolo je přes ozubené kolo spojeno se skupinovou převodovkou (VLK, 2000).



Obrázek č. 20 –Konstrukce převodovky Vario, zdroj:

<https://www.agroportal24h.cz/aktuality/250-000-vyrobenych-prevodovek-vario-cech-dal-smer-vyvoji/>, („staženo dne: 19. 3. 2019“)

Převodovku můžeme rozčlenit do čtyř základních stavů: neutrál, rozjezd a zrychlování, maximální rychlost, jízda vzad.

Neutrál

Točivý moment je z motoru přiváděn na unašeč satelitů (5). Částí výstupní planetového převodu je kolo planetové (4), které je zastavené. Satelity jsou odvalovány po planetovém kole a roztáčí korunové kolo, které následovně přes převod otáčí hydrogenerátorem. Hydromotor je seřízen na maximální geometrický objem. Jelikož hydrogenerátor nevytváří žádný tlak oleje, hydromotor se neotáčí, a tím nedochází k otáčení planetového kola (viz obrázek č. 21).

Zrychlení a rozjezd

Od motoru je přiváděn točivý moment na unašeč (5) je to stejné jako u neutrálu. Jednou ze změn nastává u hydrostatického převodníku. Regulační blok hydrogenerátoru se začíná pohybovat (naklánět) a začne měnit svůj úhel (α)

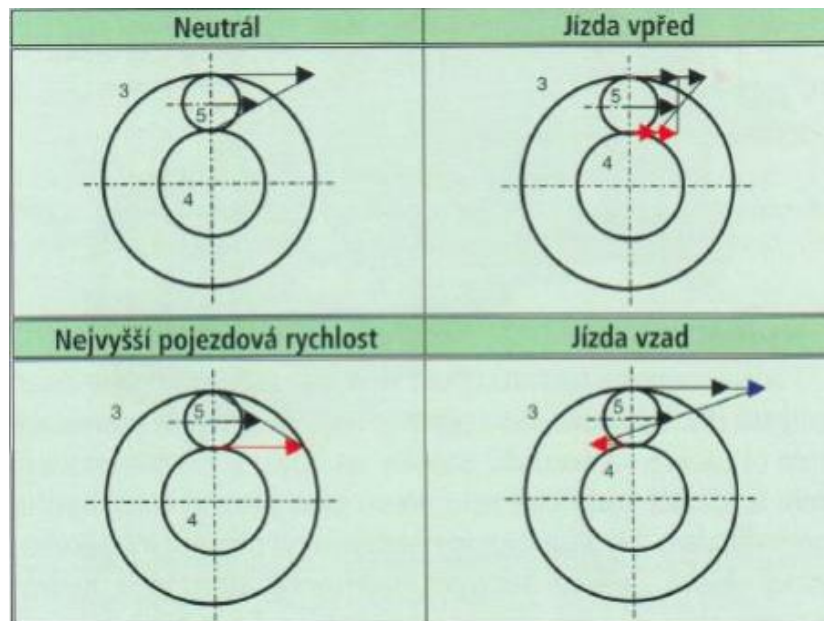
k maximálnímu naklonění ($\alpha = 45^\circ$). Jakmile dojde k naklonění začíná hydrogenerátor dodávat tlak oleje do hydromotoru. Regulační blok zůstává v největším sklonu, ale hydromotor se začne pootáčet. V planetovém soukolí se začíná otáčet planetové kolo (4) a traktor se dostane do pohybu. Hydrogenerátor stále zvětšuje svůj sklon, až dosáhne sklonu $\alpha = 45^\circ$. Pokud se nezvětšuje zatížení, začne se regulační blok hydromotoru pohybovat směrem k úhlu $\alpha \rightarrow 0^\circ$. Traktor stále zvyšuje svoji rychlost, se snižující se úhlové rychlosti korunového kola (viz obrázek č. 21).

Maximální rychlost

Maximální rychlosti traktor dosáhne v okamžiku, kdy hydromotor dosáhne polohy $\alpha = 0^\circ$. Tím dojde k vyřazení hydrostatické části převodovky a výkon je veden pouze přes mechanickou větev od motoru na unášec, satelity a planetové kolo (4). Za těchto podmínek dosáhne planetové kolo (4) nejvyšší úhlové rychlosti (BAUER, 2013).

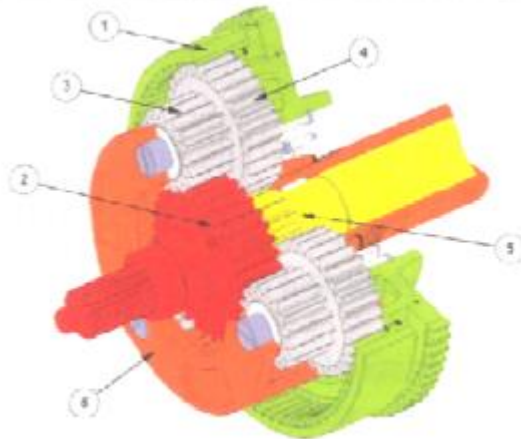
Jízda vzad

Jízdy vzad se dosáhne tak, že hydrogenerátor změní náklon z polohy $\alpha = 0^\circ$ na opačnou stranu než pro jízdu dopředu. Moment z motoru je odváděn stejnou cestou jako v předchozích případech. Hydromotor má na začátku geometrický objem $V_g = 0$. Jelikož je hydrostatický převodník reverzační, nastává změna pracovního režimu. Hydromotor začne fungovat jako hydrogenerátor a nebo naopak. Po změně začne hydrogenerátor zvětšovat svůj geometrický objem a hydromotor se začíná pootáčet. Úhlová rychlost korunového kola se začne zvětšovat planetové kolo změní smysl otáčení (viz obrázek č. 21) (BAUER, 2013).



Obrázek č. 21 –Pohyb planetového převodu Vario, zdroj: BAUER, (2006)

Aby bylo dosaženo zvětšení účinnosti, může být mechanická větev dodávána s převodovkou řazenou pod zatížením. To umožňuje menší náklon hydrogenerátorů a hydromotorů. Jestliže jsou méně nakloněné, tím se zvětšuje účinnost. Slučovací planetový převod (viz obrázek č. 22) je konstruován před převodovkou a je složen ze dvou centrálních kol, dvojitých sdružených satelitů a jednoho korunového kola. Točivý moment od motoru je přiváděn na první (červené) centrální kolo, hydraulická větev slouží k ovládnání korunového (zelené) kola a výstupy do Direct Shift Gearbox převodovky jsou na unašeči satelitů (oranžový) a druhém centrálním kole (žluté) (ŠMERDA, 2010).



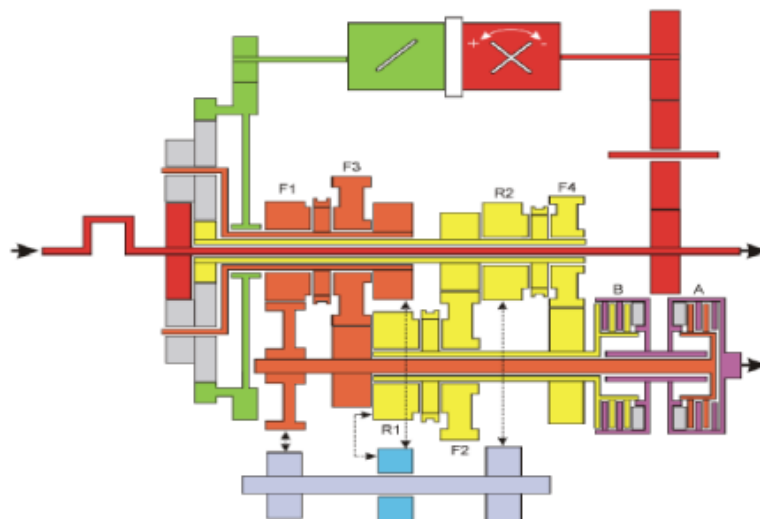
Obrázek č. 22 – Slučovací planetový převod, zdroj:

<http://www.vobosystem.cz/editor/filestore/File/bezstupnove-prevodovky.pdf/>,

(„staženo dne: 20.3. 2019“)

AutoCommand převodovka

Základním mechanismem převodovky (viz obrázek č. 23) jsou dvě mokré vícelamelové spojky, čtyři mechanické předřazované převodové stupně, hydrostatická větev přenosu výkonu a dvojitý sumarizační planetový převod. Hydrostatická větev má pístový axiální hydrogenerátor, se zdvihovým objemem 110 cm^3 a s náklonem $\pm 10^\circ$ a dále má hydromotor, který má konstantní objem 90 cm^3 . Točivý moment je od motoru rovnou přenášén na centrální kolo planetového převodu a dále probíhá dutým hřídelem k pohonu PTO, odtud přes ozubená kola na hydrogenerátor a hydromotor hydrostatické větve. Hydromotorem je přenášén točivý moment přes ozubená kola na korunové kolo sumarizačního převodu a následovně přes unášeč satelitů je točivý moment veden dál. První rychlostní stupeň (F1) je zařazen za pomoci elektrohydraulické řídicí vidličky, točivý moment je přenášén přes pár ozubených kol na druhý hřídel převodovky, a jelikož je spojka A sepnutá, může být točivý moment přenášén do rozvodovky (STEHNO, 2010).



Obrázek č. 23 –Popis převodovky AutoCommand, zdroj:

<https://docplayer.cz/106054924-Traktory-a-dopravni-prostredky-i-i.html/>, („staženo dne: 20.3. 2019“)

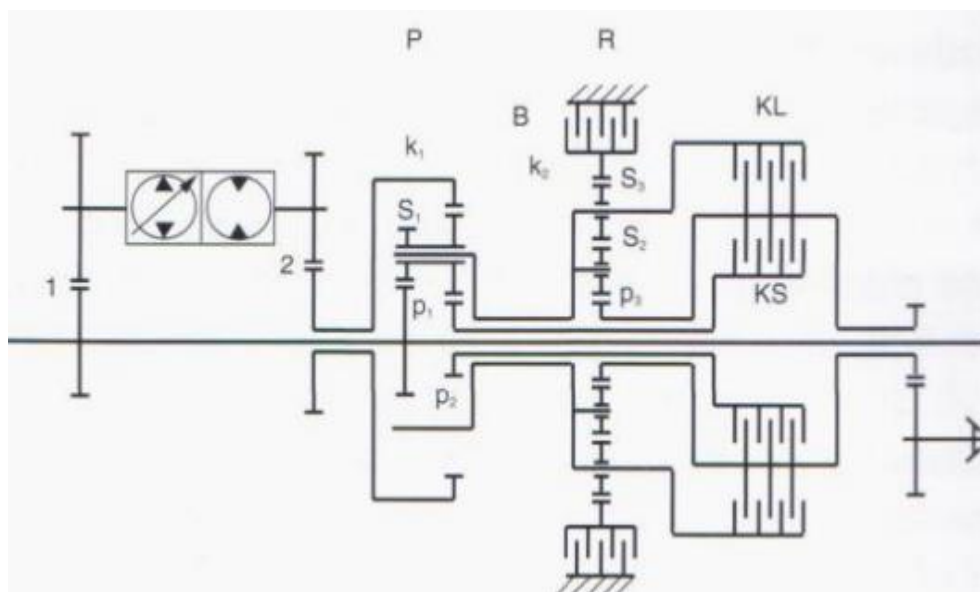
Jakmile je vyčerpán rychlostní rozsah prvního stupně, dochází k rozpojení spojky A, a k sepnutí spojky B, tedy k zařazení rychlostního stupně F2, který byl za pomoci řadící vidličky předřazen již v průběhu zrychlení traktoru při jízdě na převodový stupeň F1. Dále vše pracuje obdobně pouze se změnou, že točivý moment se odebírá z doplněného centrálního kola zdvojeného sumarizačního převodu nikoliv z unašeče satelitů. Výhoda této převodovky je, že následující převodový stupeň je vždy řazen v době, kdy daná spojka není seplá pro přenos točivého momentu. Tedy vše je odehráváno s časovým předstihem. Pro spojku A jsou vybrány liché převodové stupně, což jsou stupně F1 a F3 a reverzační R2. Spojka B má na starost sudé převodové stupně F2, F4 a reverzační R1. Použití dvou spojek v převodovce umožňuje jednoduchou reverzaci, která je řazena pouze pomocí synchronů a elektrohydraulických řízených řadících vidliček.

Převodovka AutoCommand je řízená plně elektronicky a proto umožňuje různé režimy nastavení a používání. Jedny z nejvíce používaných jsou tři základní: tempomat, plně automatická a manuální (STEHNO, 2010).

AutoPowr převodovka

Převodovka AutoPowr je konstrukčně sestavená ze dvou planetových převodů, které zajišťují funkci slučovacího a reverzačního převodu. Řazení probíhá za

pomocí dvou lamelových spojek a jednou lamelovou brzdou. Hydrostatický převodník tvoří regulační hydrogenerátor (regulace geometrického objemu nakláněného celého bloku v obou směrech pod úhlem $\alpha_{max} = 45^\circ$) a pístový hydromotor, u kterého je konstantní geometrický objem (viz obrázek č. 24). Převodovka AutoPowr má čtyři základní režimy: neutrál, rozjezd a zrychlování, maximální rychlost a jízda vzad (BAUER, 2013).



Obrázek č. 24 –Popis převodovky AutoPowr, zdroj: BAUER (2013)

Neutrál

Do hydrostatického převodníku je točivý moment přiváděn soukolím (1) a také je veden do slučovacího planetového převodu (P) a tím je poháněno planetové kolo (p). Úhlová rychlost je regulována hydrostatickým převodníkem přes soukolí (2). Blok regulačního hydrogenerátoru je nakloněn pod úhlem $\alpha = -45^\circ$ a korunové kolo (k1) tak dosahuje nejvyšší obvodové rychlosti, ale v opačném směru, než jak se otáčí planetové kolo (p2). Protože jsou obvodové rychlosti korunového kola (k1) a planetového kola (p2) stejné, ale smysl otáčení mají opačný, unášeč (u) se zastaví. Přes spojku (KL) je tento stav přenášen na další převodová ústrojí.

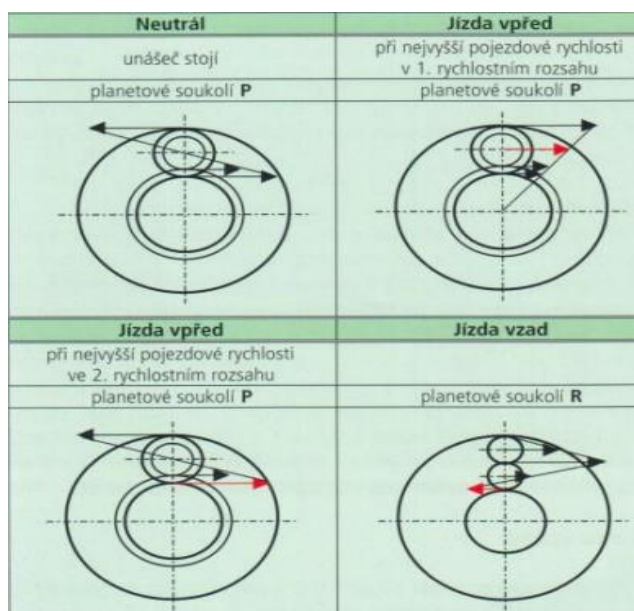
Jízda dopředu

1. Rychlostní rozsah (0 až 15,2 km.h⁻¹ , spojka KL zapnutá)

U jízdy vpřed a neutrálu je nastavení hydrostatického převodníku stejné. Při zmenšení úhlové rychlosti korunového kola (k1) se sepne do pohybu unášeč (u), a tím i traktor. Když dojde ke snižování úhlové rychlosti korunového kola dochází tak k přiblížení bloku hydrogenerátoru k poloze $\alpha = 0^\circ$ a jeho dalšímu naklonění až k poloze $\alpha = +45^\circ$. Při maximální pojzdové rychlosti se korunové kolo (k1) otáčí stejným směrem jako planetové kolo (p1,2) a unášeč (viz obrázek č. 25).

1. Rychlostní rozsah (15,2 až 63 km.h⁻¹ , spojka KS zapnutá)

V určitou chvíli, kdy úhlová rychlost unášeče (u) dosáhne maxima, dochází k rozepnutí spojky KL a zapne se spojka KS. Následkem toho to se stane výstupní částí planetového kola (p2). Při snížení geometrického objemu hydrogenerátoru se začnou snižovat otáčky korunového kola (k1). Jakmile regulační blok dosáhne hodnoty $\alpha = 0^\circ$ korunové kolo (k1) se zabrzdí. Pojezdová rychlost v tomto případě je 38 km.h⁻¹ . Dalšího zrychlení planetového kola (p2) dosáhneme nakloněním regulačního bloku až do polohy $\alpha = -45^\circ$. Maximální pojzdová rychlost traktoru tak může přesáhnout až 50 km.h⁻¹ (BAUER, 2013).



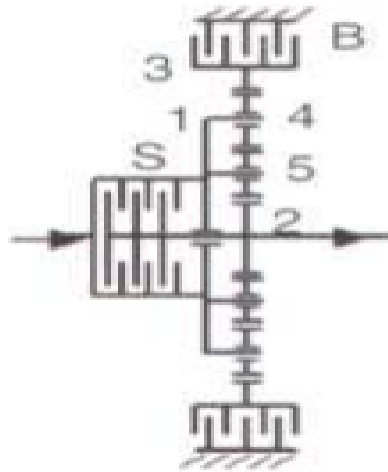
Obrázek č. 25 – Pohyb planetového převodu převodovky AutoPowr, zdroj: BAUER (2013)

Jízda dozadu (0 až 18 km.h⁻¹ , brzda B zapnutá)

Ke změně směru jízdy, dojde při zabrzdění lamelové brzdy (B), která zabrzdí korunové kolo (k2). Regulační blok hydrogenerátoru má sklon $\alpha = -45^\circ$. Jakmile se náklon začne snižovat a přibližovat k $\alpha = 0^\circ$, korunové kolo (k1) začne snižovat rychlost a unášec (u) naopak zvětšovat rychlost. Díky pohybu unášeče se začne přenášet na planetový převod (R). Důsledkem zastaveného korunového kola (k2) a pohybu satelitů (s2, s3) se začne pootáčet planetové kolo (p3) v opačném směru než unášec (BAUER, 2013).

4.1.1.5 Převodovky reverzační

Jízda vzad tzv. reverzace může být složena z přídavného vloženého ozubeného kola, planetovým soukolím (viz obrázek č. 26) nebo reverzačí hydrostatického převodníku. Reverzace pomocí hydrostatického převodníku již byla popisována v části zaměřující se na diferenciální hydrostatické převodovky. Planetové soukolí je složeno z korunového kola, centrálního kola a dvěma řadami satelitů. Výkon motoru je dodáván na unášec a výstup výkonu je na centrálním kole. Při jízdě dopředu je sepnuta lamelová spojka S2 a celé soukolí má stejné otáčky. Při jízdě vzad se spojka S2 rozpojí a brzdou B4 se zastaví korunové kolo. Následkem toho se planetové kolo začne otáčet na opačnou stranu. Jestliže je reverzace vyřešena pomocí vloženého ozubeného kola, pak toto ozubené kolo mění pouze směr otáčení ale ne převodový poměr. Ozubené kolo může být vloženo buď k jednomu z převodů, nebo do soukolí, které mění směr pohybu celé převodovky. Záleží na tom, jestli mají být reverzovány všechny nebo jen jeden převodový stupeň. Reverzace za pomoci vloženého ozubeného kola je možno řadit buď mechanicky nebo pod zatížením pomocí lamelové spojky (BAUER, 2006).



Obrázek č. 26 –Planetové soukolí převodovky AutoQuad, zdroj: BAUER (2006)

4.2 Analýza vybraných převodovek

4.2.1 Deutz- fahr 6120- 6140 s převodovkou TTV

Vedle plynulých převodovek TTV jsou traktory Deutz- fahr šesté řady vyráběny s robustní převodovkou PowerShift. Jsou dodávány ve dvou variantách. Klasická verze sestává ze dvou skupin, pěti hlavních převodů a tří proporcionálně řazených stupňů pod zátěží. Pro specifické aplikace vyžadující velmi pomalou jízdu, dodává převodovka s celkem 60 převody vpřed i vzad s minimální rychlostí téměř 100 m.h^{-1} . Samozřejmostí je u všech typů traktorů této řady, dodávaná standardně elektrohydraulická reverzace, která umožňuje díky dvouspojkové konstrukci, nastavení agresivity náběhu v pěti stupních a plynulou změnu směru jízdy až do 12 km/h . Velmi jednoduše ovládaný systém Stop&Go usnadňuje časté popojíždění a přesné manévrování zcela bez nutnosti použití pedálu spojky. Díky tlačítku komfortní spojky je možné řadit všechny hlavní převody bez použití spojkového pedálu. U celé šesté řady je maximální rychlost všech modelů 50 km.h^{-1} nebo 40 km.h^{-1} při snížených otáčkách motoru. Převodovka PowerShift je výbornou volbou pro většinu zákazníků, kteří upřednostňují manuální ovládání, ale přitom vyžadují špičkový komfort, úsporu a maximální kontrolu nad strojem (FIREMNÍ LITERATURA DEUTZ- FAHR, 2018).

V tabulce č. 1 jsou uvedené technické údaje traktorů šesté řady Deutz- fahr

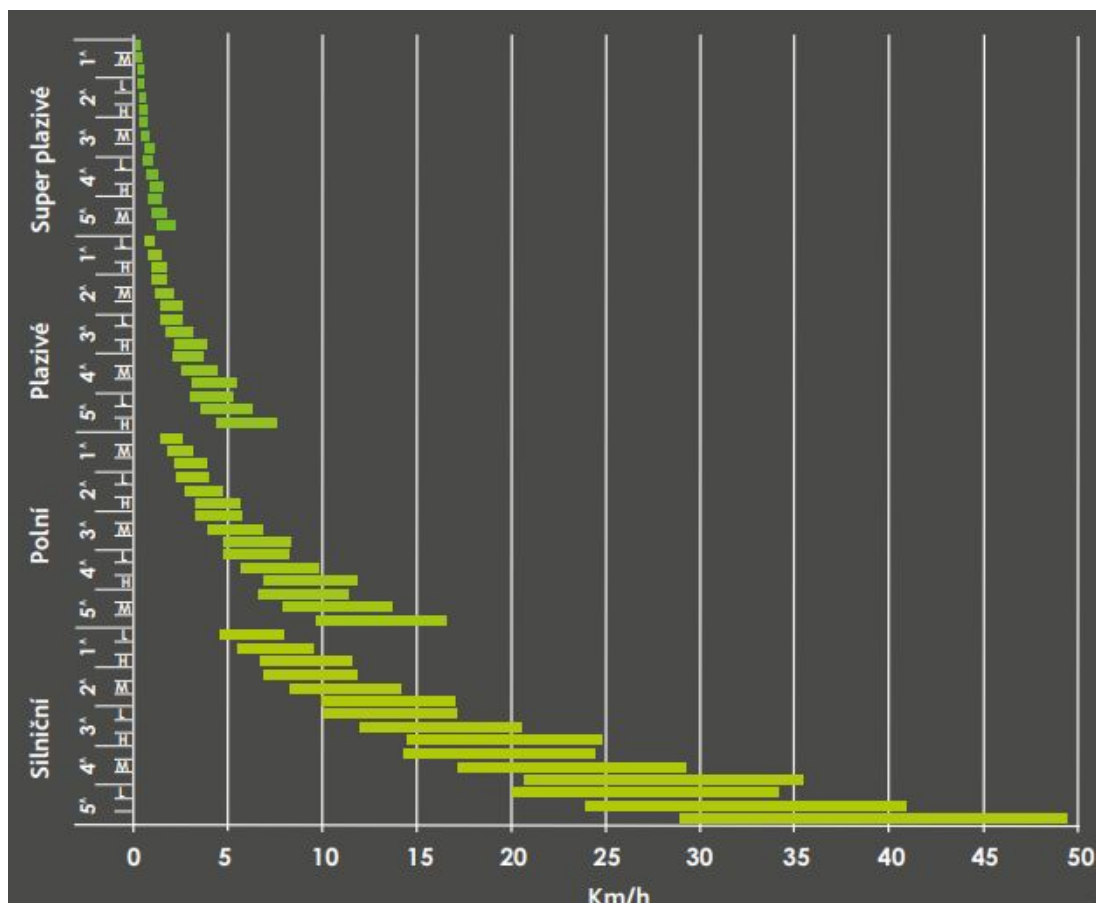
Tabulka č. 1 – Technické údaje traktorů Deutz- fahr 6120- 6140

| Model | 6120 PS/TTV | 6130 PS/TTV | 6140 PS/TTV |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| Maximální výkon [kW, PH] | 92,8/ 126 | 99,2/ 135 | 105/ 143 |
| Početválců/ objem | 4/ 3620 | 4/3620 | 4/3620 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 500 | 526 | 544 |
| Objem palivové nádrže [l] | 185 | 185 | 185 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 50 | 50 | 50 |
| Rychlost zadního PTO [ot.min⁻¹] | 1000 | 1000 | 1000 |

Porovnání jednotlivých pojezdových rychlostí v závislosti na převodových stupních je znázorněno v grafu č. 1

Výhody převodovky TTV

- Účinná a velmi robustní pětirychlostní převodovka
- 2 varianty se 30 nebo 60 převody a třemi stupni řazenými pod zátěží
- Systém Stop&Go pro přesné řízení bez použití spojkového pedálu
- SenseClutch a ComfortClutch ve standardní výbavě



Graf č. 1- Porovnání jednotlivých převodových stupňů, zdroj: firemní literatura DEUTZ- FAHR (2018).

4.2.2 JCB Fastrac – 3000, převodovka P- TRONIC

P-TRONIC převodovka je vyvinutá a vyráběná společností JCB pro stroje řady 3000 (viz obrázek č. 27), je 24stupňová převodovka řazená částečně pod zatížením. Široký rozsah pracovních rychlostních stupňů pro vás při práci na poli znamená, že pro každý druh práce máte k dispozici vhodný rychlostní stupeň, který vám pomůže dosáhnout nejúčinnějšího, plně produktivního výkonu. Na silnici jezdí stroj jako vozidlo s automatickou převodovkou rychlostí až 80 km.h⁻¹. Systém Hill Hold navíc zaručí snadné zastavení či rozjezd ve svahu a režim Efficient Transport pracuje ve vyšších rychlostech s nižšími otáčkami motoru a snižuje tak spotřebu paliva.



Obrázek č. 27 –JCB Fastrac 3200, zdroj: <https://www.stokker.com/traktor-jcb-fastrac-3200-jcb/-314532414/>, („staženo dne: 28.3. 2019“)

Převodovka P-TRONIC je vybavena vícelamelovou mokrou spojkou v olejové lázni, která zaručuje jemné, plynulé řazení bez použití spojkového pedálu. Na ni navazují šestirychlostní stupně pod zatížením, které v každém rozsahu nabízejí široké možnosti rychlostních stupňů.

Kompaktní převodovka snižuje hmotnost a šetří místo a technologie CAN-BUS zajišťující komunikaci mezi motorem a převodovkou umožňuje traktoru zvolit nejvhodnější rychlostní stupeň s ohledem na zatížení motoru a prováděnou operaci.

V tabulce č. 2 jsou uvedené technické údaje traktorů JCB Fastrac řady 3000

Tabulka č. 2 – Technické údaje traktorů JCB Fastrac řady 3000

| Model | 3200 | 3230 |
|---|----------|----------|
| Maximální výkon [kW, PH] | 145/ 195 | 172/ 230 |
| Počet válců/ objem | 6/ 7365 | 6/7365 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 1500 | 1500 |
| Objem palivové nádrže [l] | 400 | 400 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 69 | 69 |
| Rychlost zadního PTO [ot.min⁻¹] | 1000 | 1000 |

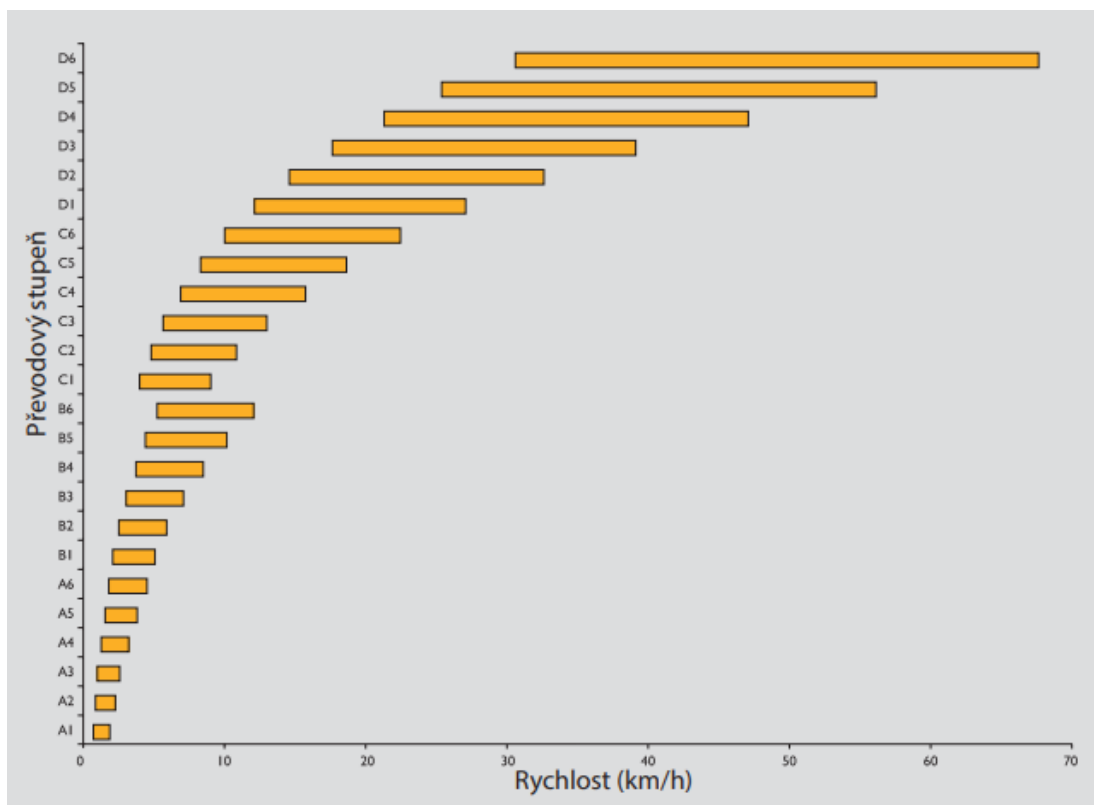
Převodovka P-TRONIC je také velmi jednoduše ovladatelná – na plně barevném dotykovém displeji můžete volit ze tří režimů převodovky tak, aby stroj dosahoval optimálního výkonu:

Powershift – plně ruční ovládání, rychlostní stupně a rozsahy se nastavují pomocí joysticku namontovaného v sedadle řidiče.

Autoshift – stačí nastavit požadované rychlostní stupně a traktor automaticky řadí na vyšší nebo nižší stupeň v závislosti na podmínkách a zatížení motoru tak, aby dosáhl co nejnižší spotřeby paliva a co nejvyšší produktivity.

Při jízdě v rozsahu C a D je neustále vyhodnocováno zatížení motoru, rychlost, stav převodovky a poloha pedálu a je volen nejvyšší možný rychlostní stupeň s ohledem na optimální spotřebu paliva, dokud systém podle polohy plynového pedálu nerozpozná, že potřebujete více výkonu (FIREMNÍ LITERATURA JCB, 2009).

Porovnání jednotlivých pojzdových rychlostí v závislosti na převodových stupních je znázorněno v grafu č. 2



Graf č. 2- Porovnání jednotlivých převodových stupňů JCB Fastrac 3200,
zdroj: firemní literatura JCB (2009)

4.2.3 Case MAXXUM 115- 150

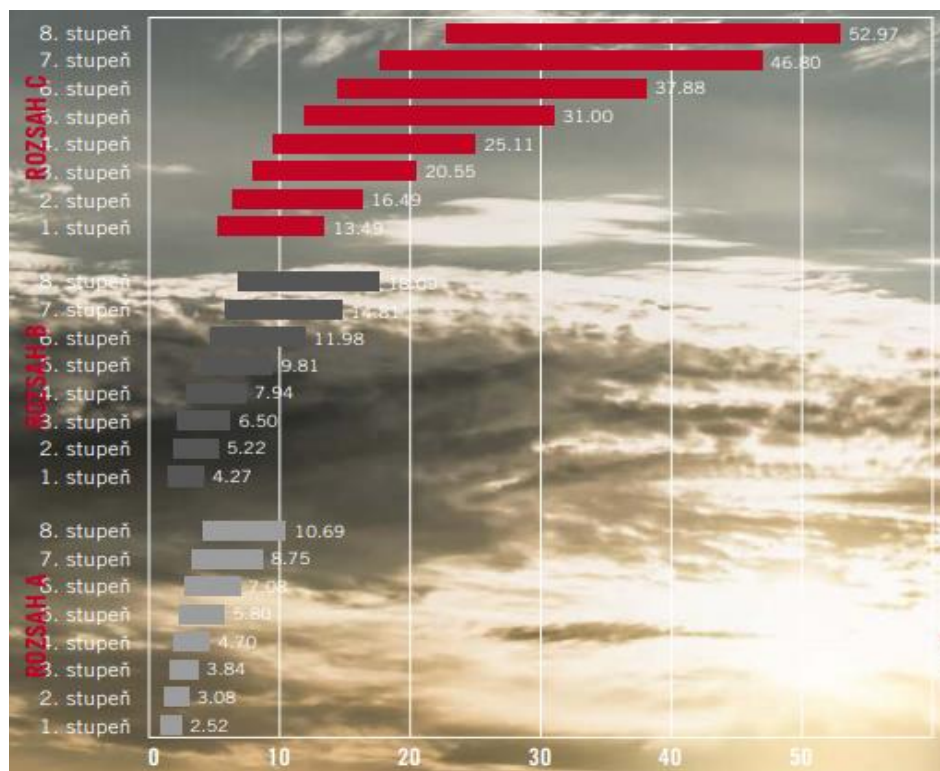
Společnost Case IH patřila mezi první společnosti, kteří v polovině devadesátých let minulého století zavedli plynulé převodovky i do traktorů. Stejně jako jejich větší bratři v sortimentu traktorů Case IH jsou traktory Maxxum k dispozici s převodovým ústrojím s plynulou změnou převodového poměru CVXDrive, poskytují tak nepřerušovanou jízdu z klidového stavu až do 50 km.h⁻¹ a této rychlosti mohou dosáhnout již při úsporných 1700 ot.min⁻¹. Převodovky CVXDrive využívají dvojspojkovou technologii DKT pro dosažení optimální funkce. Technologie CVXDrive ovšem znamená více než jen výkonnost; jedná se o snadné používání, což je důvod, proč jsme traktory Maxxum CVX vybavili neuvěřitelně snadným ovládním, takže jsou vhodné pro všechny typy pracovníků a všechny druhy činností. Plazivé převody jsou přitom plně integrované a převodovka CVXDrive nabízí také možnost Active Stop, která umožňuje úplné zastavení a rozjezd jen za pomoci plynového pedálu, a to dokonce na svazích, aniž by bylo nutné použít spojku nebo brzdy (FIREMNÍ LITERATURA CASE, 2018).

V tabulce č. 3 najdeme technické údaje traktorů Case

Tabulka č. 3 – Technické údaje traktorů Case

| Model | 115 | 135 | 150 |
|---|------------|------------|------------|
| Maximální výkon [kW, PH] | 107/145 | 124/169 | 129/175 |
| Počet válců/ objem | 4/ 4485 | 4/4485 | 4/4485 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 528 | 605 | 650 |
| Objem palivové nádrže [l] | 250 | 250 | 250 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 50 | 50 | 50 |
| Rychlost zadního PTO [ot.min⁻¹] | 1000 | 1000 | 1000 |

Porovnání jednotlivých jezdových rychlostí v závislosti na převodových stupních je znázorněno v grafu č. 3



Graf č. 3- Porovnání jednotlivých převodových stupňů Case MAXXUM 150, zdroj: FIREMNÍ LITERATURA CASE, (2018)

4.2.3 Claas AXION 800- 870, převodovky CMATIC, HEXASHIFT

Převodovka CMATIC disponuje třemi způsoby obsluhy: plynový pedál, jízdni páka a manuální režim.

U dvou prvních režimů lze pojezdovou rychlost měnit plynovým pedálem nebo pomocí jízdni páky. Otáčky motoru a převodový stupeň se nastavují automaticky - pro optimální účinnost a nízkou spotřebu. V manuálním režimu určuje řidič počet otáček motoru a převodový stupeň. Automatická regulace motoru a převodovky není aktivní.

V tabulce č. 4 jsou uvedené technické údaje traktorů Class Axion

Tabulka č. 4 – Technické údaje traktorů Claas Axion 800, 850 a 870

| Model | 800 | 850 | 870 |
|---|------------|------------|------------|
| Maximální výkon [kW, PH] | 150/205 | 194/264 | 217/295 |
| Počet válců/ objem | 6/ 6728 | 6/6728 | 6/6728 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 896 | 1132 | 1276 |
| Objem palivové nádrže [l] | 455 | 455 | 455 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 50 | 50 | 50 |
| Rychlost zadního PTO [ot.min⁻¹] | 1000 | 1000 | 1000 |

CMATIC umožňuje v obou směrech tři volně nastavitelné rychlostní rozsahy. Daný aktivní rychlostní rozsah je vyobrazen v systému CEBIS nebo CIS a je za jízdy měnitelný dvěma tlačítky. Čím nižší je nastavená maximální hodnota rychlostního rozsahu, tím přesněji může být rychlost dávkována. Každý řidič má možnost nastavení svého vlastního profilu dle daného pracovního nasazení. S technologií převodovky CMATIC je využit plný výkon traktoru hospodárně a produktivně – a to při optimálním komfortu obsluhy.

Převodovka Claas HEXASHIFT

HEXASHIFT dokáže řadit všech šest stupňů pod zatížením a čtyři automatizované skupiny konečky svých prstů nebo automaticky automatickým řazením HEXACTIV.

HEXASHIFT (viz obrázek č. 28) je k dispozici ve dvou různých provedeních: – ECO 40 km.h⁻¹ při 1.950 ot.min⁻¹ – ECO 50 km.h⁻¹ při 1.950 ot.min⁻¹ Pomocí přesahu převodových stupňů řazených pod zatížením lze využít plný výkonnostní potenciál motoru. Přesahem rychlostních stupňů je rovněž umožněna bezproblémová

změna rychlostních skupin. Aby nebylo nutné každý rychlostní stupeň přeřazovat (jako je tomu v případě běžných převodovek), volí převodovka HEXASHIFT při změně rychlostních skupin v závislosti na rychlosti a zatížení automaticky odpovídající převodový stupeň – ať už jedete v režimu automatickém či manuálním. Je-li ve skupině D sešlápnut spojkový pedál, přiřadí převodovka při dalším sešlápnutí automaticky další stupeň. To může být velmi užitečné např. při blížící se dopravní křižovatce.



Obrázek č. 28 –Převodovka HEXASHIFT, zdroj: FIREMNÍ MATERIÁL
AGRAL- CLAAS, (2018)

Při používání reverzace pojezdu je možné také automaticky měnit převodový stupeň, pokud má být rychlost vpřed jiná než vzad. Stejně tak je možné na souvrati stiskem tlačítka zařadit předem předvolený převodový stupeň. Díky tomu se jede na souvrati vždy stejnou rychlostí. Agresivitu změny směru jízdy REVERSHIFT lze navíc nastavit v devíti stupních (- 4 až + 4) a nabízí tak ve všech situacích ten nejlepší jízdní komfort.

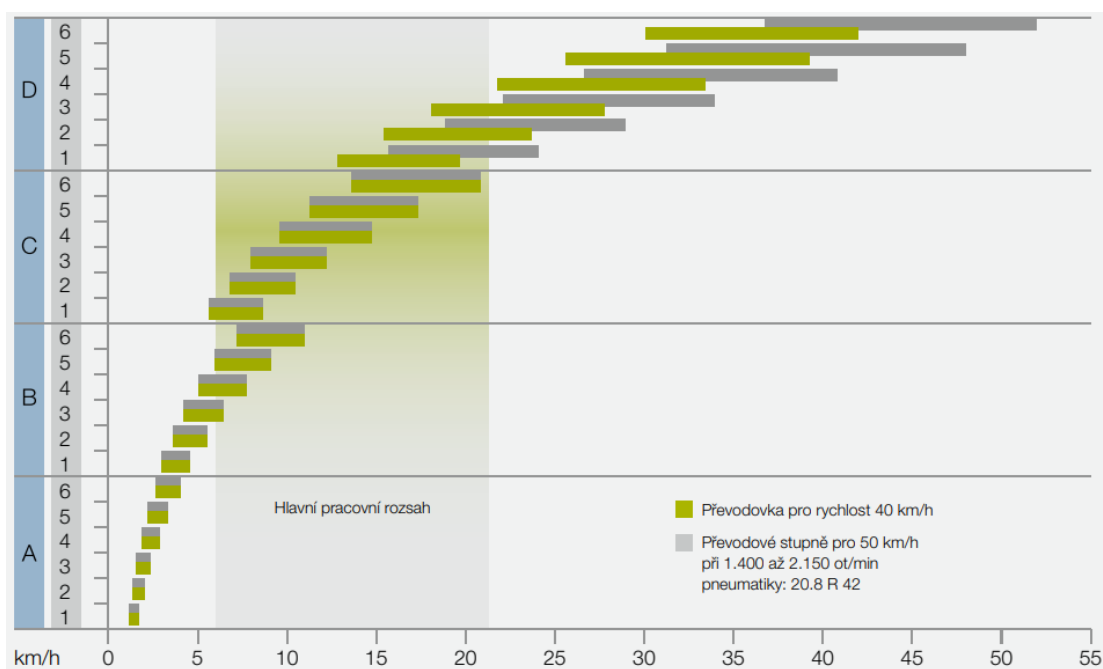
Startovací převodový stupeň při nastartování motoru může být volen mezi A1 a D1. Při každém novém startování bude zařazen nastavený startovací převodový stupeň. Pro provoz s aktivovanou automatikou řazení HEXACTIV může být rovněž

zvolen zvláštní rozjížděcí převodový stupeň. Tento je okamžitě zařazen, jakmile zůstane traktor stát.

Výhody

- Řazení rychlostních skupin bez použití spojky
- Dobré odstupňování pojezdových rychlostí všech rozsahů
- Dvanáct převodových stupňů v hlavním pracovním rozsahu
- Plně automatizované řazení s automatikou řazení HEXACTIV
- Vysoká účinnost na poli i na pozemních komunikacích pro nízkou spotřebu paliva
- Volitelně plazivé rychlosti až 450 m.h^{-1}
- Komfortní možnosti nastavení s CIS nebo CEBIS (FIREMNÍ LITERATURA CLAAS, 2018).

Porovnání jednotlivých pojezdových rychlostí v závislosti na převodových stupních u převodovky HEXASHIFT je znázorněno v grafu č. 4



Graf č. 4- Porovnání jednotlivých převodových stupňů traktoru Claas Axion, zdroj: FIREMNÍ MATERIÁL AGRAL- CLAAS, (2018)

4.2.4 Massey Ferguson 5708 S- 5711, převodovka DYNA4, DYNA6

Převodovka DYNA4

Všechny modely řady MF 5700 S mohou být vybaveny převodovkou Dyna-4 - každá z nich je vyvinuta speciálně pro přenos výkonu traktorů řady MF 5700 S. Tyto převodovky jsou napěchovány pokročilými automatickými funkcemi, a přesto se bezpečně snadno ovládají.

Dyna-4 umožňuje jednoduchou a pohodlnou kontrolu, nejlepší ve své třídě, buďto pomocí vlevo umístěné páky Power Control, vpravo umístěné T-páky nebo joysticku. Na výběr je rovněž řada joysticků pro ovládání čelního nakladače, kterými lze také měnit směr jízdy a rychlostní stupně.

Převodovka Dyna-4 nabízí čtyři rychlostní stupně Dynashift v každém ze čtyř rozsahů převodů, s vynikajícím přesahem v rozsahu pro polní práce, takže můžete zvolit tu správnou rychlost pro jakýkoliv úkol v libovolných podmínkách. Maximální pojezdová rychlost 40 km.h⁻¹ zvyšuje efektivitu přepravy na pozemních komunikacích.

V tabulce č. 5 jsou uvedené technické údaje traktorů Massey Ferguson řady MF 8700 S

Tabulka č. 5 – Technické údaje traktorů Massey Ferguson 5708, 5710 a 5711,
 zdroj: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/009/9/1/9915-massey-ferguson-5712sl.html> / „staženo dne: 1. 4. 2019“).

| Model | MF 5708 S | MF 5710 S | MF 5711 S |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Maximální výkon [PH] | 85 | 100 | 110 |
| Počet válců/ objem | 4/ 3300 | 4/3300 | 4/4400 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 405 | 420 | 467 |
| Objem palivové nádrže [l] | 180 | 180 | 180 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 40 | 40 | 40 |
| Rychlost zadního PTO [ot.min⁻¹] | 1000 | 1000 | 1000 |

Převodovka DYNA6

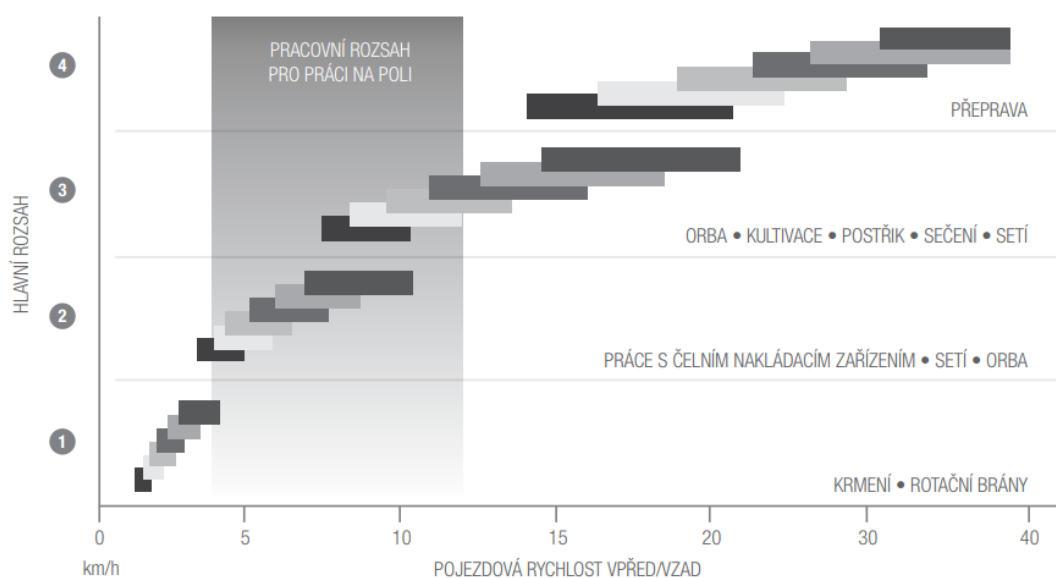
Převodovka je vyvinuta speciálně pro tyto traktory s výkonem 95 - 130 HP (70 - 96 kW) a ideálně se hodí pro mimořádnou všestrannost těchto traktorů s delším rozvorem náprav, poháněných čtyřválcovým motorem. Kromě dokonalých funkcí ovládání pro efektivní práci s čelním nakladačem nabízí i vynikající funkce pro práce na poli.

Převodovka Dyna-6 nabízí devět převodových stupňů v režimu práce na poli a vynikající přesah pro špičkovou flexibilitu při jakýchkoliv pracích. Šest rychlostních stupňů powershift se řadí se spojkou pod zatížením. Funkce AutoDrive umožňuje automatické řazení. Maximální pojezdová rychlost 40 km.h⁻¹ umožňuje rychlou a efektivní přepravu.

Převodovka Dyna-6 nabízí šest rychlostních stupňů Dynashift v každém ze čtyř rozsahů převodů, s vynikajícím přesahem a celkem 9 převodovými stupni

v rozsahu pro práci na poli (<https://gordex.cz/traktory-mf/39-rada-mf-5700/> „staženo dne: 1. 4. 2019“).

Porovnání jednotlivých pojezdových rychlostí v závislosti na převodových stupních u převodovky DYNA6 je znázorněno v grafu č. 5



Graf č. 5- Porovnání jednotlivých převodových stupňů traktorů Massey Ferguson u řady 5700 s převodovkou DYNA6, zdroj: <https://gordex.cz/traktory-mf/39-rada-mf-5700/>, („staženo dne: 1.4. 2019“)

4.3 Porovnání traktorů s CVT převodovkami v praxi

Převodovka CVT umožňuje lehký běh motoru při různém otáčkovém rozsahu při jakýchkoliv rychlostí. Zvládne udržet rychlost traktoru stejnou, zatímco dochází ke změně počtu otáček motoru, a to vše v provedení, které je menší a levnější než převodovky mnohastupňové. Jedním z problémů je v přenášení vyšších točivých momentů a nižší účinnosti. Zatímco hydrostatické převodovky dokáží plynulé operace, jejich nižší účinnost omezuje pracovní operace při používání, kde jednou z výhod převyšuje nad ztrátami výkonu mezi motorem a poháněnými nápravami. Účinnost je zvýšena v případě kombinace hydrostatického a mechanického pohonu, což se odehrává u moderních převodovek CVT.

CVT systémy používají jak mechanickou část, tak hydrostatickou část. Hydrostatická část má za úkol ovládat rychlost jízdy pomocí regulačního čerpadla a hydromotoru, které pracují společně. Planetová sestava převodovky je nejdůležitější v systému, který přenáší točivý moment motoru přes jednu nebo druhou část. Jestliže traktor stojí a motor běží naprázdno, regulační systém uzavírá hydromotor, ale nechává čerpadlo ve volnoběhu. Unášec a hřídel jsou drženy uzavřeným motorem, takže ozubená kola otáčejí korunovým kolem. Při rozjíždění traktoru se čerpadlo uvede v činnost. Olej protéká a hřídel se začne otáčet. Většina točivého momentu je přenášena po červené sekci s rotujícím unášečem a část se přenáší po modré sekci (mechanické). Jakmile se zvýší výkon čerpadla, zvýší se i rychlost traktoru. Unášec se otáčí rychleji a ozubená kola rotují stejně rychleji relativně ke korunovému kolu a modrý okruh tak přebere větší část točivého momentu. Pohon z hydrostatického přechází na mechanický. V konečné fázi regulační systém uvádí motor do volnoběhu a zastavuje čerpadlo, hydrostatický výkon přechází do nuly a uzavírá se korunové kolo. Ozubená kola se otáčejí uvnitř zastaveného korunového kola a veškerý točivý moment je přenášen na modrou cestu. Pohon je nyní na 100% mechanický. Při použití reverzace pohybu traktoru se používají dvě varianty. Buď se mění počet otáček hydromotoru nebo se používá zvláštní ozubený převod. Toto jednoduché uspořádání ovládá pouze omezené pásmo rychlostí. Aby se pokrylo celé spektrum, používají se dva přístupy. Čerpadlo Fendt a dva hydromotory pracují ve velkém pásmu a pokrývají rozsah od 0 do 50 km.h⁻¹. Protože ale účinnost systému je nižší směrem ke spodní části tohoto pásma, nabízí se konvenční redukční krok k oddělenému, vysoce účinnému sektoru polních prací s rozsahem od 0 do 32 km.h⁻¹. ZF a Steyr používají konvenční čerpadla a motory. K vytvoření širšího rychlostního pásma uvnitř základní jednotky používají ucelenější planetovou převodovku než Fendt. Aby rozšířili pásmo rychlostí ještě dále, připojili čtyři automaticky řazené rozsahy před vývodový hřídel. V každém rozsahu se používá rozdělení 50/50 % (hydrostatický/mechanický pohon) s možností rozdělení až na 100 % mechanického pohonu a nulového hydrostatického. Čtyři rozsahy umožní dosáhnout rychlostního rozsahu od 0 do 50 km.h⁻¹ (KULOVANÁ, 2002).

4.3.1 Porovnávané traktory z hlediska efektivní účinnosti v určitých rychlostech

Fendt 714 Vario

Tabulka č. 6 – Technické údaje traktoru Fendt 714

| Model | Fendt 714 |
|---|------------------|
| Maximální výkon [kW] | 110- 150 |
| Počet válců/ objem [cm³] | 6/ 6056 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 650 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 50 |

John Deere 6910 Autopowr

Tabulka č. 7 – Technické údaje traktoru John Deere 6910

| Model | John Deere 6910 |
|---|------------------------|
| Maximální výkon [kW] | 115- 150 |
| Počet válců/ objem [cm³] | 6/ 6800 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 702 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 40/ 50 |

Case IH CVX 150

Tabulka č. 8 – Technické údaje traktoru Case IH CVX 150

| Model | Case CVX 150 |
|---|--------------|
| Maximální výkon [kW] | 150 |
| Počet válců/ objem [cm ³] | 6/ 6728 |
| Maximální točivý moment [Nm] | 740 |
| Pojzdová rychlost [km.h ⁻¹] | 50 |

Porovnání traktorů Fendt, John Deere, Case s převodovkami CVT z hlediska pojzdových rychlostí a účinnosti. Převodovky jsou porovnávány s převodovkou řazenou pod zatížením od firmy Steyer

Účinnosti převodovek CVT byly porovnávány na těchto vybraných traktorech Case IH, John Deere a Fendt.

V porovnání převodovek bylo zjištěno, že jednu z nejvyšších účinností 81 % měla převodovka s řazením pod zatížením v rychlostním rozsahu 4 až 19 km.h⁻¹, ve středních rychlostech tohoto rozsahu 8,5 až 12 km.h⁻¹ měly traktory s CVT převodovkami o 4 % nižší účinnost s tím, že traktor Fendt měl o něco lepší účinnost než ostatní traktory. V rychlostním rozmezí pod 8 km.h⁻¹ traktor Case už ztrácel 25 % výkonu motoru a traktor John Deere o 3% více než Case. V rychlosti 12 km.h⁻¹ účinnost traktoru u převodovky Case drobně klesla, ale převodovka John Deere držela stejné hodnoty.

U traktoru Case se zkusil upravit software a porovnání traktoru se zkusilo znovu. Účinnost traktoru se zlepšila v celém rychlostním rozsahu. Ve středním rozsahu byl lepší Fendt, ale převodovka Steyr s řazením pod zatížením dosahovala stále nejlepších hodnot. U rychlostí využívané na poli 5 až 8 km.h⁻¹ byly nejnižší hodnoty účinnosti naměřeny u Case 77 %, kolem rychlosti 15 km.h⁻¹ klesla účinnost na 75 %, ale tuto hodnotu měl i Fendt (<https://www.dlg.org/en/agriculture/tests-agriculture/query-for-test-reports/#!/p/1/1?filter=CVT&locale=en/> „staženo dne: 2. 4. 2019“).

4.4 Porovnání traktorů podle typů převodovek, měrné spotřeby paliva a pojezdových rychlostí.

4.4.1 Traktory vyšší výkonové třídy

V tabulce č. 9 nalezneme technické údaje traktorů

Tabulka č. 9- Technické údaje traktorů vyšší výkonové třídy

| Traktor | John Deere 8345 | Fendt 936 | MF 8690 | New Holland T8. 350 | Case Magnum 310 CVX | Claas Axion 930 |
|---|----------------------------|------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Maximální výkon [kW] | 257/345 | 291/396 | 253/340 | 258/351 | 255/347 | 257/350 |
| Objem [cm³] | 9000 | 7750 | 8400 | 8700 | 8700 | 8710 |
| Měrná spotřeba paliva [g.kW⁻¹.h⁻¹] | 255 | 268 | 256 | 261 | 264 | 259 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 0,05- 50 | 0,02- 60 | 0,03- 50 | 0,97- 40 | 0,3- 50 | 0,05- 50 |
| Převodovka | AutoPowr | Vario | DynaVT | Ultra Command | CVX | Cmatic |

Převodovky

U traktorů vyšších výkonových tříd se využívají většinou převodovky plynule řazené. U traktoru John Deere 8345 je plynulá převodovka AutoPowr s elektronickým řízením, umožňuje přepravní rychlost 50 km.h⁻¹ při úspoře otáček 1700 ot.min⁻¹. Nebo 40 km.h⁻¹ při 1 200 ot.min⁻¹.

Traktor Fendt 936 využívá převodovku Vario, která také bezstupňová. S rostoucí rychlostí se zvyšuje podíl mechanického přenosu výkonu prostřednictvím planetárního soukolí. Hydromotory jdou sklopit o 45 stupňů a dosáhnout vyšší hodnoty provozního tlaku (max. 550 MPa), což zajišťuje výjimečnou účinnost.

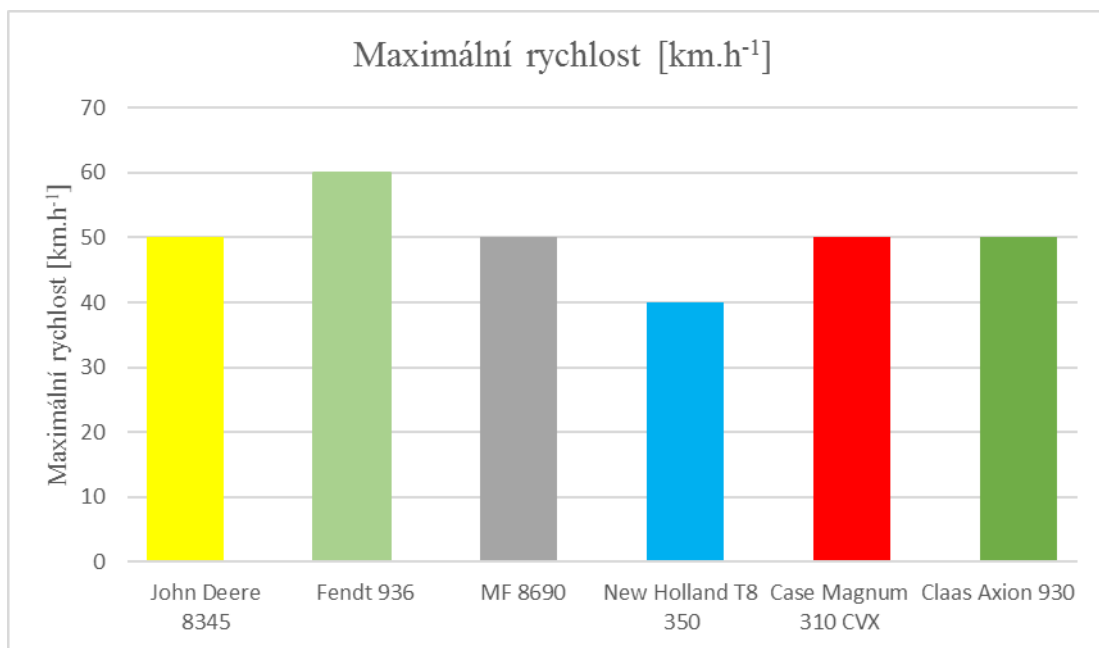
V traktoru Massey Ferguson 8690 je konstruována převodovka DynaVT. Převodovka je vyznačována jednoduchým ovládním a snadno zvládá práce při měnících se podmínkách. Není potřeba řadit převodové stupně, nedochází k zadržování pohybů, přerušení tahové síly nebo přenosu výkonu.

Dalším traktorem ve skupině je New Holland T8, která využívá převodovku Ultra Command, jedná se o nejúčinnější převodovku mezi převodovkami powershift plně řazené pod zatížením, které jsou v současné době k dispozici. Převodovka dosáhne maximální pojzdové rychlosti 40 km.h⁻¹ při snížených otáčkách. Převodovka 18 × 4, 23 × 6 s plazivými převody, je ovládána pomocí ovládací páky CommanGrip.

Traktor Case Magnum 310 vlastní převodovku CVX, která dosahuje rychlosti 50 km.h⁻¹ při otáčkách motoru 1400 ot.min⁻¹. Převodovka nepotřebuje žádnou přídatnou převodovku na plazivé rychlosti všechno je to zahrnuté v převodovce CVX. Díky systému APM, dokáže traktor pracovat při nižších otáčkách motoru s maximální produktivností.

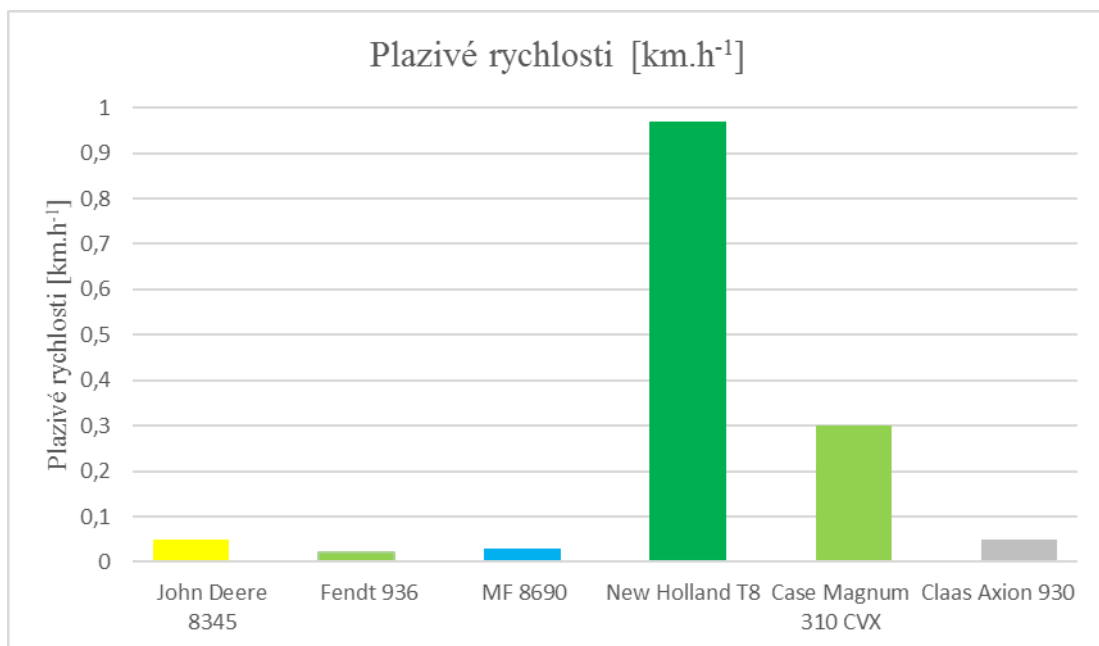
U traktoru Claas Axion 930 je využívána převodovka Cmatic. Jedná se o bezstupňovou převodovku s větvením výkonu, která využívá čtyři mechanické rozsahy řazené automaticky, pomocí vícemelových spojek. Každý převod je možné použít při různých otáčkách motoru. Při otáčkách 1600 ot.min⁻¹ dosahuje traktor maximální rychlosti 50 km.h⁻¹ a při otáčkách 1400 ot.min⁻¹ 40 km.h⁻¹.

V grafu č. 6 najdeme porovnání maximálních pojzdových rychlostí.



Graf č. 6 – Maximální pojezdové rychlosti

V grafu č. 7 najdeme porovnání plazivých rychlostí.



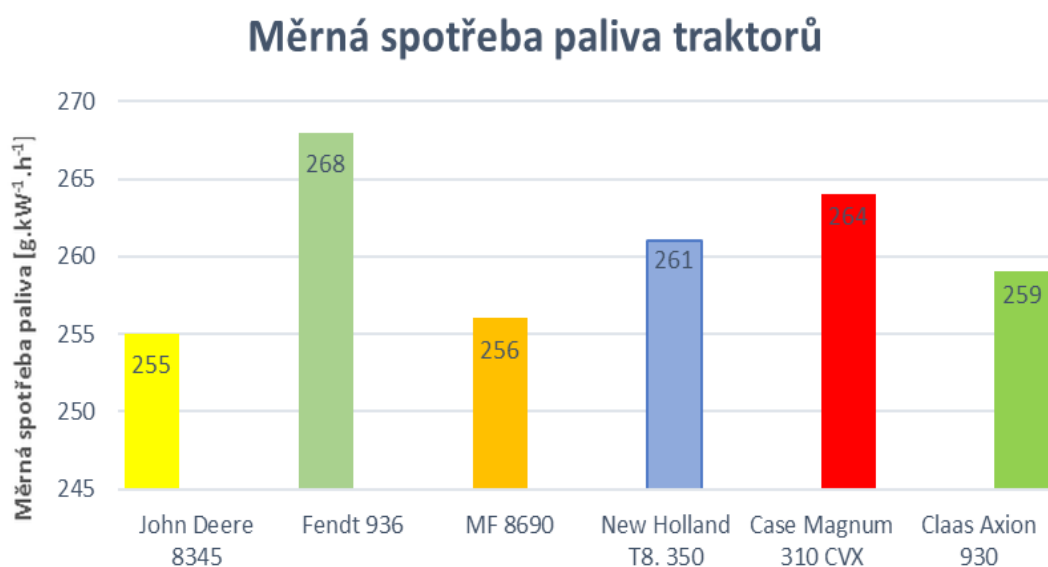
Graf č. 7 – Plazivé rychlosti

Pojezdové rychlosti

Traktor John Deere 8354 se vyznačuje rychlostmi od 0,05 až 50 km.h⁻¹. Stejných pojezdových rychlostí dosahuje traktor Claas Axion 930. Nejlépe je na tom traktor Fendt 936 s převodovkou Vario, který dokáže v plazivých rychlostech jet

nejméně $0,02 \text{ km.h}^{-1}$, což je pro lepší představu 20 m.h^{-1} . Převodovka u Fendtu je rozdělena do dvou rychlostních rozsahů vpřed a dvěma rozsahy vzad. První rozsah vpřed je $0,02$ až 28 km.h^{-1} a vzad je $0,02$ až 17 km.h^{-1} . V druhém rychlostním rozsahu vpřed má traktor Fendt rozmezí $0,02$ až 50 km.h^{-1} a pro jízdu vzad $0,02$ až 40 km.h^{-1} . Massey Ferguson 8690, který se řadí v této skupině na prostřední místo v porovnání rychlostního rozsahu. MF 8690 má v rozsahu prací na poli rychlost vpřed od $0,03$ až 28 km.h^{-1} a pro jízdu vzad $0,03$ až 16 km.h^{-1} . Pro jízdu po komunikacích je rychlostní rozsah vpřed $0,03$ až 50 km.h^{-1} a pro jízdu vzad $0,03$ až 38 km.h^{-1} . Traktor Case Magnum 310 CVX má stejné hodnoty v plazivých rychlostech a maximální pojezdovou rychlost 50 km.h^{-1} . Nejhůře z hlediska porovnání plazivých rychlostí je traktor New Holland T8. 350, který dokáže jet rychlostí $0,97 \text{ km.h}^{-1}$, ani maximální rychlost v této skupině nedosahuje průměru. Jeho maximální dosažená rychlost je 40 km.h^{-1} .

V grafu č. 8 najdeme měrnou spotřebu paliva traktorů vyšší výkonové třídy.



Graf .č 8 – Měrná spotřeba paliva traktorů vyšší výkonové třídy

Měrná spotřeba paliva

V porovnání traktorů podle průměrné měrné spotřeby paliva ve vyšší výkonové třídě, dopadl nejlépe traktor John Deere 8345, u kterého byla naměřena nejmenší hodnota $255 \text{ [g. kW}^{-1}. \text{ h}^{-1}]$ v porovnání těchto šesti traktorů. Nejhůře v této

skupině dopadl Fendt 936, kterému bylo naměřeno 268 [g. kW⁻¹. h⁻¹], traktor Case Magnum dosáhl v této skupině druhé nejhorší hodnoty. U traktoru Massey Ferguson 8690 byla naměřena hodnota 256 [g. kW⁻¹. h⁻¹], což se blíží naměřené hodnotě u John Deeru. New Holland a Claas mají přibližně stejné hodnoty, zároveň mají stejný maximální výkon.

4.4.2 Traktory střední výkonové třídy

V tabulce č. 10 najdeme technické údaje traktorů střední výkonové třídy

Tabulka č. 10 - Technické údaje traktorů střední výkonové třídy

| Traktor | John Deere 7210 | Fendt 714 | New Holland T6 150 | Claas Arion 630 | Case Puma 150 | MF 6715 S |
|--|----------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| Maximální výkon [kW] | 155/210 | 121/165 | 114/155 | 114/155 | 121/165 | 110/150 |
| Objem [cm³] | 6800 | 6057 | 4500 | 6788 | 6700 | 4900 |
| Měrná spotřeba paliva [g.kW¹.h⁻¹] | 249 | 254 | 251 | 255 | 258 | 260 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 0,05- 40 | 0,02- 50 | 2,27- 40 0,19- 40 | 0,40- 50 0,11- 50 | 40 | 0,08- 40 |
| Převodovka | e23 PowerShift | Vario | Electro Command | HexaShift | Powershift 18x6 | Dyna6 48x48 |

Převodovky

U traktorů střední výkonové třídy nacházíme většinou převodovky powershift, ale samozřejmě se vyskytují i jiné. Převodovka e23 má nové řešení s 23 rychlostmi vpřed a 11 vzad pro plynulé řazení. Převodovka se snaží dosáhnout maximální účinnosti a produktivity za jakýchkoliv podmínek.. Spojuje výhody mechanické převodovky PowerShift a jednoduché ovládání převodovky AutoPowr, která byla zmíněna u vyšší výkonové třídy. Převodovka e23 dokáže fungovat ve

třech provozních režimech: plně automatický, uživatelský a ruční. Reverzor, který je umístěn na levé nebo pravé straně lze řadit bez nutnosti použití spojky.

Traktory Fendt 714 má stejnou převodovku jako zmiňovaný traktor ve vyšší výkonové třídě Fendt 936. Traktor dokáže plynule měnit rychlost od 30 m.h⁻¹ až po 50 km.h⁻¹. S touto převodovkou je možné využít rezervy v mezistupních.

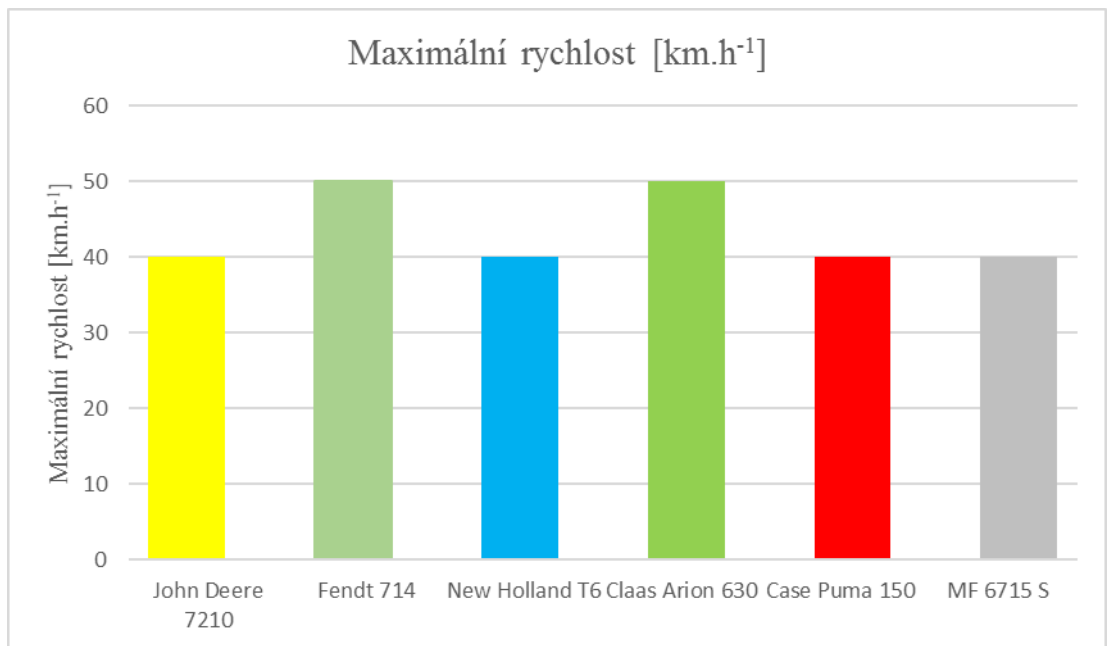
Dalším porovnávaným traktorem je New Holland T6 s převodovkou Electro Command. Jedná se o převodovku, která je částečně řazena pod zatížením. Převodovka dokáže řadit až osm stupňů pomocí elektrohydraulicky ovládaných tlačítek. U převodovky nalezneme užitečný prvek (paměť pro reverzaci), zrychlí práci při časté změně směru jízdy.

Traktor Claas Arion 630 s převodovkou HexaShift má šest převodových stupňů řazených pod zatížením oproti převodovce Electro Command, která má osm. U převodovky HexaShift dokážeme volit plazivé rychlosti až 110 m.h⁻¹. Aby nebylo třeba jednotlivý řadící stupeň přeřazovat, jak tomu bývá u běžných převodovek, volí převodovka HexaShift automaticky odpovídající převodový stupeň, při změně rychlostních skupin v závislosti na zatížení a rychlosti.

Case Puma 150 s převodovkou Semi- PowerShift má šest převodových stupňů řazených pod zatížením jako u traktoru HexaShift. Traktor Case Puma má 18 převodových stupňů vpřed a šest vzad. K této převodovce je možné přidat plazivé stupně, z čehož vzniká převodovka 26F x 6R. U této převodovky jsou pak plazivé stupně od 200 m.h⁻¹.

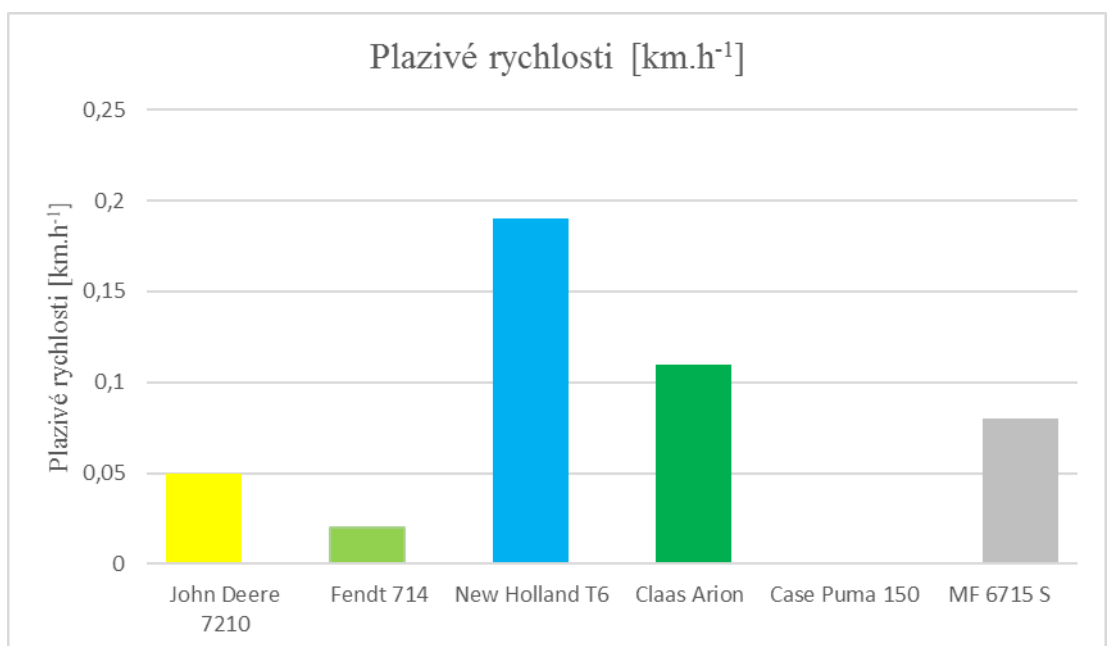
Traktor Massey Ferguson 6715 S disponuje převodovkou Dyna6, která má čtyři rozsahové převody a opět šest převodových stupňů řazené pod zatížením jako již zmiňované převodovky. Má celkem 48 převodu vpřed a 48 vzad, které je možné řadit bez použití spojkového pedálu. Převodovka vlastní funkci neutrálu, při sešlápnutí brzdového pedálu.

V grafu č. 9 najde porovnání maximálních pojezdových rychlostí



Graf č. 9 – Maximální pojzdové rychlosti

V grafu č. 10 najdeme porovnání plazivých rychlostí



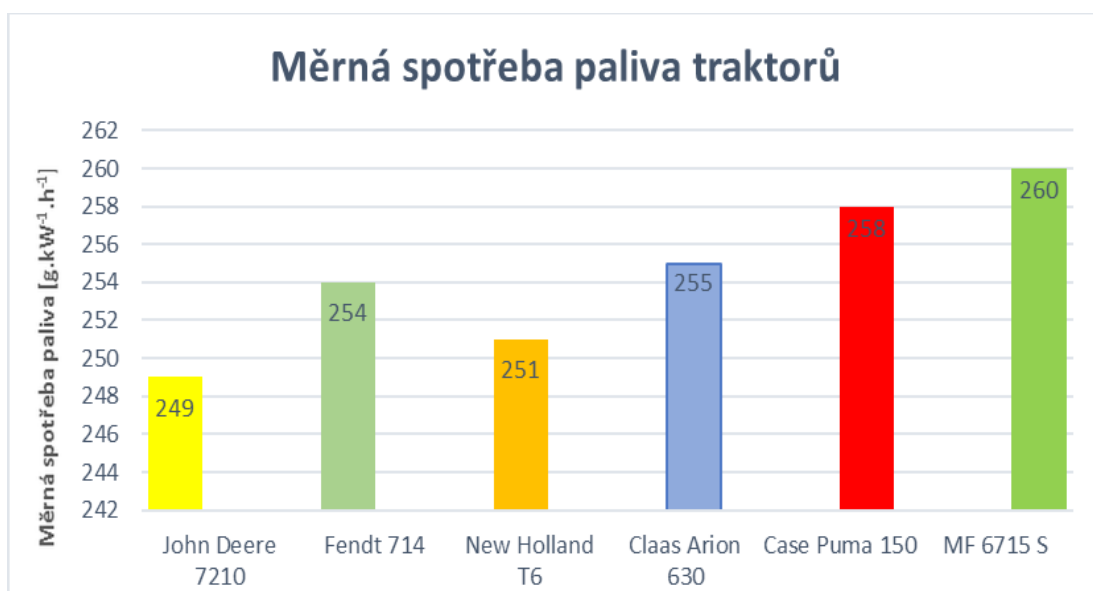
Graf č. 10 – Plazivé rychlosti

Pojzdové rychlosti

U prvního porovnávaného traktoru John Deere 7210 je rozsah od plazivých rychlostí 0,05 km.h⁻¹ až po maximální rychlost 40 km.h⁻¹. Nejmenší plazivou rychlost v této skupině podle dodaných technických údajů vyvine traktor Fendt 0,02 km/h a zároveň se řadí na nejvyšší příčky co se týče maximální rychlosti

50 km.h⁻¹. Dalším traktorem, který má nízké plazivé rychlosti je Massey Ferguson 6715 S, jeho rychlostní rozsah je 0,08 až 40 km.h⁻¹, ale naopak má zase o 10 km.h⁻¹ menší maximální rychlost vůči Fendtu. Traktor New Holland T6 má rychlostní rozsahy bez plazivých rychlostí 2,27 až 40 km.h⁻¹ a s plazivými rychlostmi 0,19 až 40 km.h⁻¹. Rychlosti u traktoru Claas Arion 630 s plazivými rychlostmi se řadí na poslední příčky v mé tabulce, protože jeho nejmenší rychlost je 0,4 až 50 km.h⁻¹. Výhoda traktoru je vyšší maximální rychlost, kterou má jako Fendt. Traktor je možné dodat se superplazivými rychlostmi, kde je pak rozsah 0,11 až 50 km.h⁻¹. U traktoru Case nebyly údaje o plazivých rychlostech, pouze maximální rychlost 40 km.h⁻¹.

V grafu č. 11 – Nalezneme porovnání měrné spotřeby paliva



Graf č. 11 – Měrná spotřeba paliva traktorů střední výkonové třídy

Měrná spotřeba paliva

U této skupiny traktorů nejlépe dopadl traktor John Deere 7210, který svou průměrnou měrnou spotřebou paliva dosahuje pouhých 249 [g.kW⁻¹.h⁻¹]. Jako druhý traktor s přibližnou hodnou jako John Deere je New Holland, který má hodnotu 251 [g.kW⁻¹.h⁻¹]. Průměrnou hodnotu z těchto šesti traktorů dosahuje Fendt 714, kde byla naměřena hodnota 254 [g.kW⁻¹.h⁻¹]. Dále traktory Claas Arion a Case Puma měli naměřené podobné hodnoty, Claas 255 [g.kW⁻¹.h⁻¹] a Case 258 [g.kW⁻¹.h⁻¹]. Nejhorší v této skupině dopadl traktor Massey Ferguson, který dosahoval nejvyšší hodnoty 260 [g.kW⁻¹.h⁻¹].

4.4.3 Traktory nižší výkonové třídy

V tabulce č. 11 nalezneme technické údaje traktorů nižší výkonové třídy

Tabulka č. 11 - Technické údaje traktorů nižší výkonové třídy

| Traktor | Zetor Proxima | Zetor Major | John Deere 5090 | Case Farmall 95 | Claas Nexos 240 F-VL | New Holland T4. 75 |
|---|----------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Maximální výkon [kW] | 70/96 | 55/75 | 67/90 | 73/99 | 76/103 | 55/75 |
| Objem [cm³] | 4156 | 2925 | 4500 | 3400 | 3400 | 3400 |
| Měrná spotřeba paliva [g.kW⁻¹.h⁻¹] | 253 | 239 | 231 | 248 | 255 | 243 |
| Pojezdová rychlost [km.h⁻¹] | 0,22- 40 | 30 | 0,3- 40 | 30 | 0,5- 30 | 0,8- 40 0,108- 40 |
| Převodovka | 24x24 | Mech. 12/12 | PowerQuad F16/R16 | 12x12 mech. reverzace | 24x24 | 12x12 power shuttle |

Převodovky

V traktoru Zetor Proxima je konstruována stupňovitá mechanická převodovka s částečným řazením pod zatížením. Je konstruována ze třístupňového násobiče točivého momentu, dvou lamelových spojek, reverzační převodovky, hlavní čtyřstupňové převodovky, redukční převodovky a převodovky zadního vývodového hřídele. Díky třístupňovému násobiči točivého momentu je možné řazení pod zatížením. Lamelové spojky slouží k použití reverzace pod zatížením a dále umožňuje řazení převodových stupňů bez sešlápnutí spojkového pedálu. V hlavní převodovce se řadí za pomoci synchronizačních spojek. Převodovka disponuje 24 rychlostními stupni vpřed a 24 vzad.

Traktor Zetor Major, je jeden ze základních modelů značky Zetor oproti modelu Proxima má méně převodových stupňů a není možné řadit kvalty pod zatížením. Traktor využívá reverzační, čtyřstupňovou plně synchronizovanou a třístupňovou redukční převodovku s 12 převodovými stupni vpřed a 12 stupni vzad. Převodovka využívá k změně směru reverzaci mechanickou.

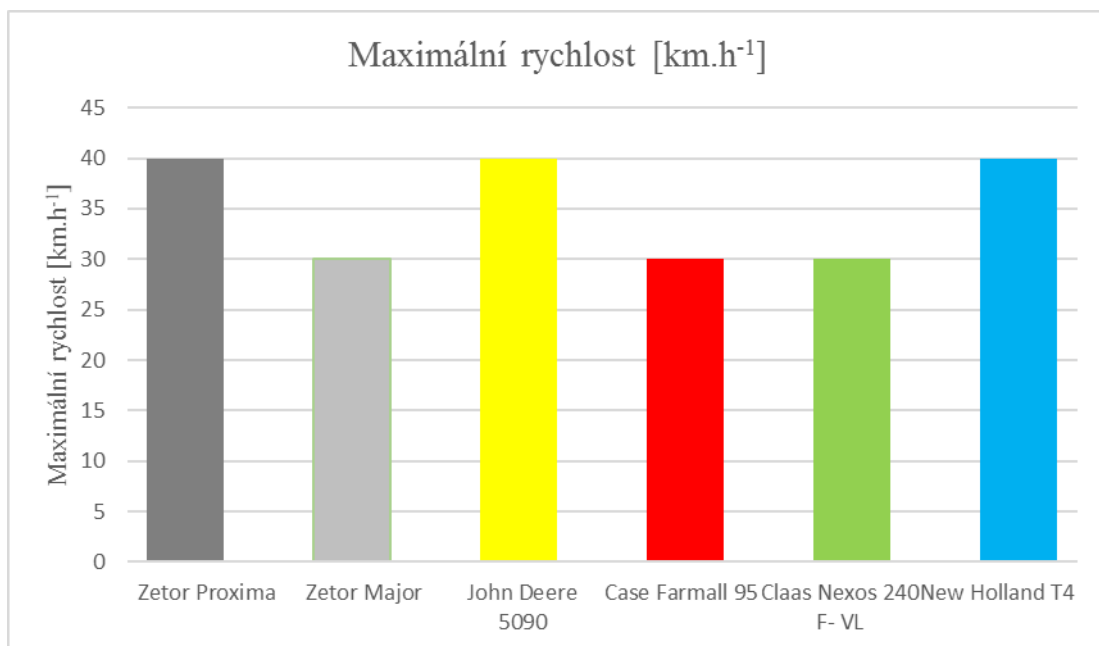
John Deere 5090 disponuje převodovkou s 16 převodovými stupni vpřed a 16 stupni vzad. Má 4 převodové stupně a další 4 stupně v každé kategorii řazené pod zatížením, na rozdíl od traktoru Zetor Major. Modulace reverzoru umožňuje přesně nastavit záběr převodovky v závislosti na povrchu a typu práce. Převodovka funguje ve spolupráci s elektricky ovládanou vícemelovou spojkou.

Další ze skupiny traktorů nižší výkonové třídy je traktor Case Farmall 95. Traktor Case má převodovku o 12 převodových stupňů vpřed a 12 vzad. Řazení pod zatížením je řazeno mechanicky, u této převodovky je možnost také hydraulického řazení pod zatížením. U traktoru je využívána elektronická reverzace, ne jako u traktoru Zetor Major, kde je použita mechanická reverzace.

Traktor Claas Nexos 240 využívá převodovku s 24 převodovými stupni vpřed a 24 vzad. Převodovka používá mechanickou redukci a hydraulickou reverzaci ReverShift, umožňuje rychlé a pohodlné manévry.

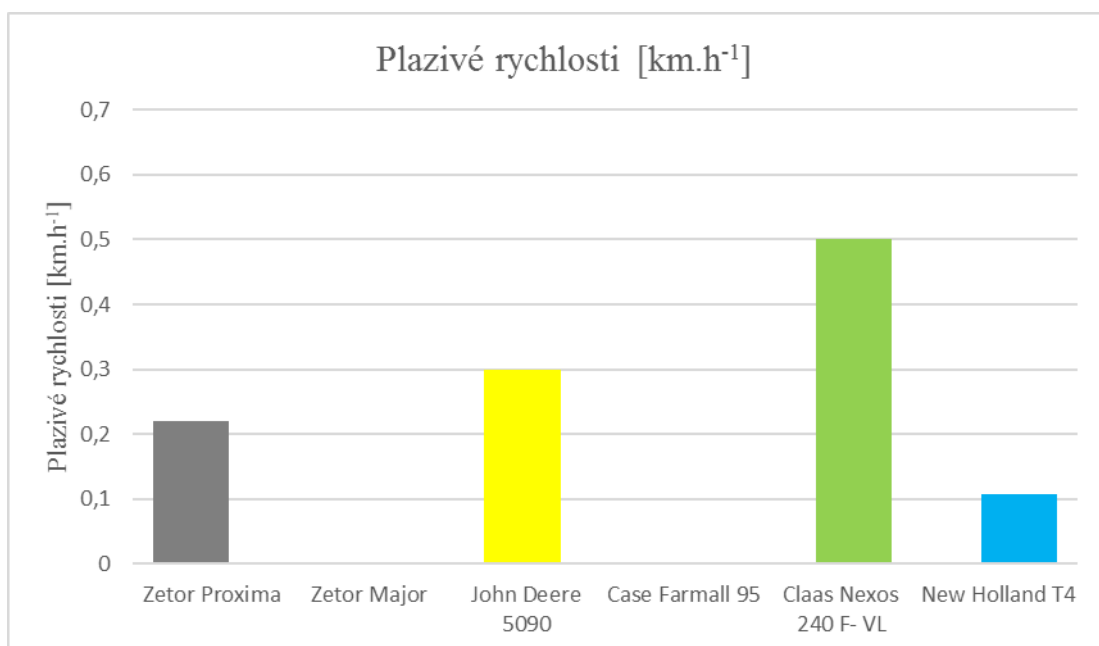
Poslední traktor ve skupině je New Holland T4, který má převodovku 12F/ 12R PowerShuttle. Je podobná převodovce Zetor Major akorát je v hydraulickém provedení místo mechanického. Převodovka může být vybavena čtyřmi nebo osmi plazivými rychlostmi. U převodovky je využívána mechanická západka, která zajistí zajištění traktoru, aby nemohl jet vpřed nebo vzad.

V grafu č. 12 najdeme porovnání maximálních jezdových rychlostí



Graf č. 12 – Maximální pojzdové rychlosti

Graf č. 13 poslouží k porovnání plazivých rychlostí



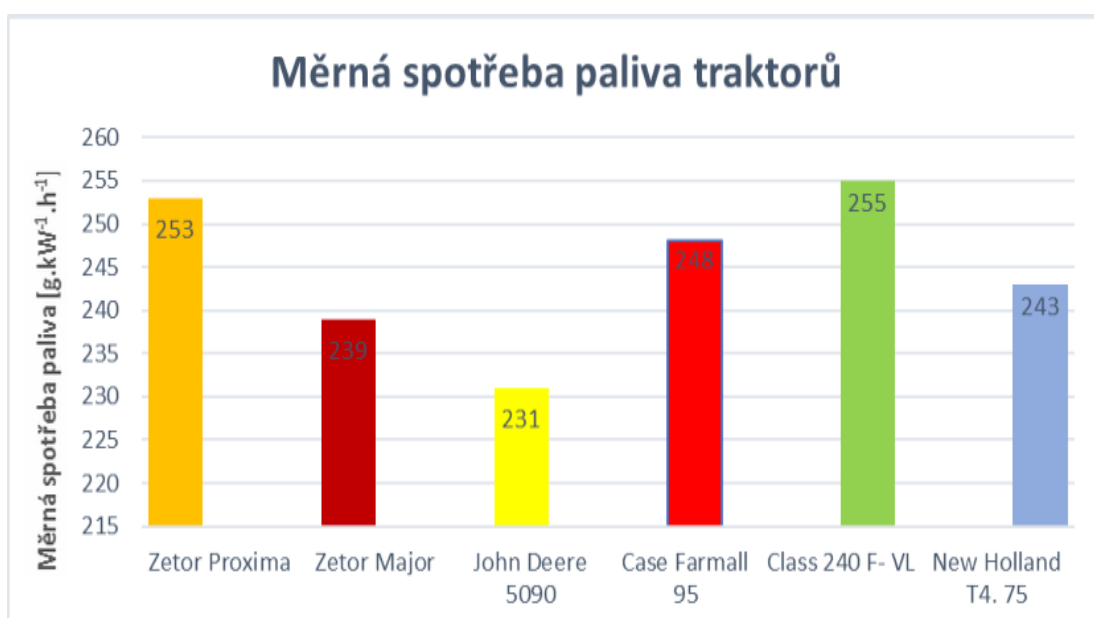
Graf č. 13 – Plazivé rychlosti

Pojzdové rychlosti

V porovnání pojzdových rychlostí nižší výkonové skupiny dopadl nejlépe traktor New Holland, který bez plazivých rychlostí má rozsah 0,8 až 40 km.h⁻¹ a s plazivými rychlostmi 0,108 až 40 km.h⁻¹, to v této skupině vybraných traktorů nemá žádný. Tento traktor s plazivými rychlostmi je možné použít při ručním sázení

nebo sklizení zeleniny. Podobné hodnoty jako New Holland má traktor Zetor proxima, který v plazivých rychlostech začíná na 0,22 km.h⁻¹ a maximální rychlost je 40 km.h⁻¹, která je stejná jako u traktoru New Holland a John Deere. John Deere má rychlostní rozsah od 0,3 až po 40 km.h⁻¹. Claas Nexos má nejmenší plazivou rychlost 0,5 km.h⁻¹, ale jeho maximální rychlost dosahuje pouhých 30 km.h⁻¹, což je rozdíl oproti New Hollandu, John Deeru a Zetoru Proxima. Zetor Major s převodovkou 12/12 nemá plazivé rychlosti a ani maximální rychlost není nijak vysoká 30 km.h⁻¹ jako má traktor Claas. U traktoru Case je použita převodovka bez plazivých stupňů a jeho maximální rychlost je také nižší 30 km.h⁻¹ jako u předešlých dvou traktorů.

V grafu č. 14 – Nalezneme porovnání měrné spotřeby paliva



Graf .č 14 – Měrná spotřeba paliva traktorů nižší výkonové třídy

Měrná spotřeba paliva

Nejlépe v této kategorii dopadl opět traktor John Deere 5090 s hodnotou 231 [g. kW⁻¹.h⁻¹], který měl i v ostatních výkonových třídách nejmenší měrnou spotřebu. Jako druhý traktor s nejmenší hodnotou 239 [g. kW⁻¹.h⁻¹] je Zetor Major. U traktoru New Holland T4 byla naměřena měrná spotřeba 243 [g. Kw⁻¹.h⁻¹]. Dále hodnoty traktorů Case, Zetor a Claas jsou o něco v

ětší než u prvních tří. Case Farmall má hodnotu 248 [g. kW⁻¹.h⁻¹], Zetor Proxima 253 [g. kW⁻¹.h⁻¹] a Claas 255 [g. kW⁻¹.h⁻¹]. Tyto tři traktory mají nejvyšší hodnoty a také jsou nejvýkonější z této skupiny.

5. Diskuse

Podle sledovaných a porovnávaných dat je možno odpovídat na cíle, ke kterým je práce směřována.

Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska používaných převodovek?

Traktory, které se řadí do vyšší výkonové třídy je možno rozdělit podle pojezdu na traktory s plynulou či s mechanickou převodovkou, ale i podle jejich konstrukce. Jestliže bude traktor na poli pracovat při maximálním výkonu, byla by varianta s mechanickou převodovkou úspornější než s plynulou. Naopak tomu bude, jestliže traktor bude využit v dopravě nebo za jízdy s částečným zatížením. Pro tuto operaci je lepší použít plynulou převodovku, protože se dokáže mnohem rychleji a pružněji přizpůsobovat proměnlivým situacím.

U traktorů vyšší výkonové skupiny, které jsem zvolil, mají všichni plynulé převodovky. Největším rozdílem je jejich složení. Oproti převodovce Vario, se ostatní převodovky skládají z ozubených kol a spojek. Jednotlivé rychlosti se řadí skrze spojky a předřazují se. Dále se pak spínají automaticky spojky.

Skupina traktorů střední výkonové třídy používá většinou převodovky Powershift, ale také plynulou převodovku Vario, kterou má v mé skupině traktor Fendt 714. Největším rozdílem mezi těmito převodovkami je, že převodovka PowerShift má různý počet převodových stupňů, Vario převodovka má neomezený počet převodových stupňů a je konstruována z planetového převodu, hydromotoru a hydrogenerátoru. Dalším rozdílem mezi těmito převodovkami je řazení převodových stupňů, kde u PowerShiftu je přeřazení znatelné, i když je řazení jemnější než to bylo dříve u těchto převodovek. Za to u Vario převodovky není znatelné přeřazení. Výhodou převodovek PowerShift je jejich mechanická účinnost, která se pozitivně projevuje zejména při tahových pracích s ustálenou pracovní rychlostí a rovnoměrným zatížením. Pokud se však zatížení a pojezdová rychlosti při polních pracích často mění, je efektivnější pracovat s Vario převodovkou, která dokáže rychleji reagovat na měnící se podmínky a umožňuje udržovat motor v oblasti optimální měrné spotřeby paliva.

Podle článku od pana Ing. Pavel Novák, Ph.D. se dá se konstatovat, že traktor s plynulou převodovkou dokázal pracovat s o něco menší spotřebou paliva, traktor s mechanickou PowerShift převodovkou měl o něco vyšší přepravní

výkonnost. Rozdíly mezi traktory byly z provozního hlediska poměrně nízké. Komfort jízdy byl vyšší u traktoru s plynulou převodovkou. Když hodnotíme náklady na údržbu, výměna olejů a filtrů má pořád ještě mechanická převodovka o něco nižší náklady. I když už tyto problémy dokázali konstruktéři u moderních převodovek CVT vylepšit tím, že se již nepoužívá oddělená olejová náplň převodového a hydraulického oleje. Jednotná náplň snižuje servisní náklady a na životnost převodovky toto nemá vliv. Převodovky a hydrostatické členy pracují u nynějších převodovek s nižšími pracovními tlaky, než to mu bylo v minulosti (STEHNO, 2015).

Traktory nižší výkonové řady používají mechanické převodovky a jeden z hlavních rozdílů je v reverzaci. U traktoru Zetor Major je v tomto modelu použita reverzace mechanická naopak traktor Zetor Proxima má reverzaci elektrohydraulickou a disponuje oproti Majoru, automatickým třístupňovým násobičem převodových stupňů. Traktor Claas Nexos využívá hydraulickou reverzaci na rozdíl od traktoru Zetor Proxima, který má elektrohydraulickou.

Jaké jsou největší rozdíly v porovnatelných výkonových třídách traktorů z hlediska pojzdových rychlostí a měrné spotřeby paliva motorů?

Největší rozdíly z hlediska pojzdových rychlostí jsou u plazivých rychlostí. U všech porovnávaných výkonových skupin mají traktory v dané třídě podobné maximální rychlosti, ale největší rozdíly jsou v rychlostech plazivých. U nižší výkonové třídy jsem zaznamenal největší rozdíly. Traktor Zetor Major 12/12 nemá žádné plazivé rychlosti s touto použitou převodovkou. Za to traktor New Holland T4 má plazivé rychlosti od 0,108 km.h⁻¹. Ostatní traktory této třídy je možné pomocí plazivé převodovky doplnit o plazivé převodové stupně. Traktory značky Fendt mají nejmenší plazivou rychlost ze všech sledovaných traktorů ve vyšší a střední výkonové třídě, tak zároveň i v nižší výkonové třídě. Díky převodovce Vario je nejmenší plazivá rychlost 0,02 km.h⁻¹.

Pro vyhodnocení měrné spotřeby paliva jsem použil hodnoty z prospektů a dalších materiálů dodaných od výrobců. Dále jsem zjišťoval informace u prodejců. Hodnota spotřeby paliva závisí na výběru zvolené práce, kterou bude daný traktor konat. Může se jednat o práce např: v chlévech, ve stájích, přeprava po silničních komunikacích a práce na polích. Práce na polích je nejvíce energeticky náročná, např: podmítka, orba. Dále závisí na mnoha faktorech, jako jsou vlastnosti a druhy

půd, stav traktoru po technické stránce, zda je správně nastaven stroj, zda je nafoukán správný tlak v pneumatikách.

BENEŠ (2013) uvádí, že abychom dosáhli co nižší spotřeby paliva, je potřeba mít v pneumatikách správný tlak. Je důležité, jestli je traktor využíván k přepravě po komunikacích nebo k polním pracím. U jízdy po silničních komunikacích je potřeba mít vyšší tlak, naopak při polních pracích je potřeba nižšího tlaku. To dokazuje i prováděný praktický test pneumatik, který provedla německá zkušebna Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft. Předvedli, jak je důležité mít správný tlak v pneumatikách při práci na poli. Byly testovány dva traktory: John Deere 6210R a John Deere J7290R. John Deere 6210R měl pneumatiky značky Michelin a typ MachXBib a druhý John Deere 7290R Michelin AxioBib. Změnu tlaku v pneumatikách lze změnit pomocí centrální regulace tlaku v pneumatikách, který je ovládaný z kabiny. Centrální regulace byl použita u traktoru John Deere 6210R. Plán testu byl rozložen do dvou jízd soupravy. Při první jízdě byl použit tlak vzduchu pro jízdu na silnici nahuštěním na 1,8 MPa. Traktory se rozjeli a s viditelným prokluzem prvního z nich dojely na konec dráhy, která měřila 70 m. Z prvního odměrného válce bylo možné odečíst spotřebu paliva. Dále byl u traktoru John Deere 6210R snížen tlak vzduchu na hodnotu 0,8 MPa. Při druhé testovací jízdě byl výrazně nižší prokluz kol. Traktor dorazil do cíle o něco dříve a měření ukázalo, že k ujetí stejné vzdálenosti potřebovala poháněná kola menší počet otáček. Při první jízdě to bylo osm otáček a v druhé o dvě méně šest. Došlo k tomu tak, že snížením tlaku v pneumatikách se zmenšil valivý odpor pneumatik, snížil se prokluz kol (z 30 na 8 %) a pojezdová rychlost byla vyšší než u první jízdy. Zároveň došlo i k poklesu spotřeby paliva, což bylo zřetelné v druhém odměrném válci, kde byla hladina o několik centimetrů vyšší.

Skutečná spotřeba od udávané je vždy rozdílná. Pro přesné porovnávání měrné spotřeby paliva u traktorů různých typu by bylo lepší traktory sledovat při polních pracích nebo ze strany jízdních vlastností.

Můj výsledek při vyhodnocení se shoduje s článkem ČUPERA a FAJMAN (2014). S jejich výsledky sledování, je rozdíl mezi skutečnou a tabulkovou spotřebou. Může to způsobit opotřebení stroje nebo fyzikální či chemické vlastnosti paliva. Největším problémem je podle autorů nastavení elektronické řídicí jednotky systémovým inženýrem, které nemusí být vždy správné, a samozřejmě i měření spotřeby paliva v laboratoři není jednoduché.

Podle zjištěných hodnot uvedených v tabulkách a grafech jsou největší rozdíly mezi nižší výkonovou řadou, kde nejnižší hodnotu má traktor John Deere 5090 a nejvyšší měrnou spotřebou má Zetor Major. Rozdíl mezi traktory je [24 g.kW⁻¹.h⁻¹]. Nejmenší rozdíl byl u střední výkonové řady, kde traktor John Deere 7210 měl nejnižší hodnotu a nejvyšší traktor Massey Ferguson 6715, kde byl rozdíl [11 g.kW⁻¹ .h⁻¹]. U vyšší výkonové řady zaznamenala nejnižší hodnotu opět značka John Deere, která ve všech porovnávaných výkonových třídách vykazovala nejmenší hodnoty spotřeby paliva.

Závěr

Cílem této práce bylo vyhledání a vyhodnocení rozhodujících ukazatelů převodovek traktorů ve třech výkonových skupinách a porovnání měrné spotřeby paliva. V práci jsou uvedeny různé typy převodovek a popsány jejich funkce. U vybraných převodovek jsou přidána schémata pro lepší představu, jak daná převodovka pracuje.

Podle porovnávaných skupin je možné si všimnout, že traktory v určité výkonové skupině (např. vyšší výkonové) mají z mechanické části převodovky velice podobné i když se jedná o odlišné značky traktorů. Tyto převodovky se mohou lišit jak v maximální pojezdové rychlosti, tak v rychlostech plazivých. Každá firma má pro svou převodovku vlastní název i když se může jednat o totožnou převodovku.

Tato práce může být ukazatelem pro zemědělce nebo přímo pro výrobce. Čtenáři v této práci mohou vidět porovnání převodovek podle pojezdových rychlostí, způsobu reverzace, počtu převodových stupňů a podle plazivých převodů. Zemědělci si mohou podle této práce zvolit traktor s určitou převodovkou, která jim bude vyhovovat pro danou operaci. Např. pro ruční sázení a sklizeň zeleniny je vhodný traktor New Holland T4, u kterého je možné přidání superplazivých rychlostí od 0,108 km.h⁻¹.

U některých uživatelů, mohou různá porovnání převodovek a měrné spotřeby paliva ovlivnit koupi nového nebo staršího stroje.

Seznam použité literatury

BAUER, F., SEDLÁK P. a T. ŠMERDA (2006). *Traktory*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 192 s. ISBN 80-867-2615-0.

BAUER, F. (2013). *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.

BENEŠ, P. (2013). Praktický test DLG nahuštění pneumatik. *Mechanizace zemědělství*,. Profi Press, Praha, roč 62, č. 5 s.134. ISSN 0373-6776.

ČUPERA J., FAJMAN M. (2014). Indikovaná a skutečná spotřeba paliva. *Magazín pro moderní farmu: Farmář*. Praha: Profi Press s. r. o., roč. 20, č. 4, s. 72-74. ISSN 1210-9789

FROLÍK J., SVATOŠ J. (2000). *Základy zemědělské techniky. I*. 1. vyd. České Budějovice: Zemědělská fakulta JU., 189 s. ISBN 80-7040-464-7

PASTOREK, Z. (2001). *Traktory*. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 356 s

PERNIS, P. (2012). PowerShift versus AutoPower. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press, Praha, roč. 61, č.7 s. 30-36. ISSN 0373-6776

STEHNO, L. (2010). AutoCommnad – moderní převodovka. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press, Praha, roč. 59, č. 3, s.70. ISSN 0373-6776.

ŠUMAN-HREBLAY M. (2016). *Encyklopedie českých traktorů: od r. 1912 do současnosti. I*. vyd. Brno: Computer Press. Autosalon (Computer Press), 210 s. ISBN 978-80-251-2685-1.

ŠMERDA, T. (2010). Plynulé převodovky ze St. Valentinu. *Mechanizace zemědělství*. Profi Press, Praha, roč. 59, č. 9, s. 14-21. ISSN 0373-6776

VLK, F. (2000). *Převodová ústrojí motorových vozidel: spojky, převodovky, rozvodovky, diferenciály, hnací hřídele, klouby*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 312 s. ISBN 80-238-5275-2.

VLK, F. (2006). *Převody motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: nakladatelství a vydavatelství Vlk, 371 s. ISBN 80-239-6463-1

FIREMNÍ LITERATURA ZETOR (2018).

FIREMNÍ LITERATURA CASE (2018).

FIREMNÍ LITERATURA DEUTZ-FAHR (2018).

FIREMNÍ LITERATURA FENDT (2018).

FIREMNÍ LITERATURA JCB (2009).

FIREMNÍ LITERATURA JOHN DEERE (2018).

FIREMNÍ LITERATURA MASSEY FERGUSON (2018).

FIREMNÍ LITERATURA NEW HOLLAND AGRICULTURE (2018).

Seznam použitých internetových zdrojů

(<http://traktory-info.blog.cz/1006/historie-traktoru/> „staženo dne: 3. 11. 2018“)

(<https://www.eagrotec.cz/cs/products/Traktory/Traktory-vyssi-stredni-tridy-T6/>, „staženo dne: 12. 11. 2018“)

(<http://www.caseih.com/emea/sksk/products/tractors/steiger-quadtrac> „staženo dne: 4. 1. 2019“)

(<http://www.vobosystem.cz/editor/filestore/File/bezstupnove-prevodovky.pdf/> „staženo dne: 26. 2. 2019“)

(<http://www.vobosystem.cz/editor/filestore/File/bezstupnove-prevodovky.pdf/> „staženo dne: 26. 2. 2019“)

(http://www.fordsonaustralia.com/Tractor_ID.htm/, „staženo dne: 3. 11. 2018“)

(<http://www.tractordata.com/farm-tractors/009/9/1/9915-massey-ferguson-5712sl.html> / „staženo dne: 1. 4. 2019“)

(<https://gordex.cz/traktory-mf/39-rada-mf-5700/> „staženo dne: 1. 4. 2019“)

(<https://www.dlg.org/en/agriculture/tests-agriculture/query-for-test-reports/#!/p/1/1?filter=CVT&locale=en/> „staženo dne: 2. 4. 2019“)

(http://www.fordsonaustralia.com/Tractor_ID.htm/, „staženo dne: 3. 11. 2018“)

(<https://www.jcb-agro.cz/predstavujeme-novy-traktor-jcb-fastrac-8000/>, „staženo dne: 3. 11. 2018“)

(http://www.skoda30.cz/fotoalbum/skoda-30-po-renovaci/kdyz-se-dodelala-pekne-za-cerstva_____/p6231631.jpg.html/, „staženo dne: 12. 11. 2018“)

(<https://www.fendt.com/pl/900-vario-technologie.html>, „staženo dne: 15. 3. 2019“)

(<https://www.special.claas.com/cl-pw-no/>, „staženo dne: 15. 3. 2019“)

(<http://www.doingit.info/page/horsch-terratrac/default.html/>, „staženo dne: 15. 3. 2019“)

(<http://www.zetor25.websnadno.cz/TECHN-PARAMETRY.html?flash=ne/>, „staženo dne: 19. 12. 2018“)

(<https://slideplayer.cz/slide/11193191/>, „staženo dne: 26. 12. 2018“)

(https://www.google.com/search?q=Dvoustup%C5%88ov%C3%BD+p%C5%99edlohov%C3%BD+n%C3%A1sobi%C4%8D&rlz=1C1HIJB_enCZ660CZ660&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiBo7Cgy__fAhWGsQKHc9_BYoQ_AUIDigB&biw=1366&bih=608#imgcr=JhmwwHzW20UwSM/, „staženo dne: 26. 12. 2018“)

(<https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/65595/F2-BP-2016-Kotrc-Jiri-PREHLED%20A%20TRENDY%20VE%20VYVOJI%20PREVODOVEK%20OSOBNICH%20AUTOMOBILU.pdf?sequence=-1/>, „staženo dne: 26. 12. 2018“)

(https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0042_jarmurendszerek_iranyitasa_angol/ch07s06.html/, („staženo dne: 21. 3. 2019“)

(<http://slideplayer.cz/slide/1967475/>, „staženo dne: 17. 3. 2019“)

(<https://www.agroportal24h.cz/aktuality/250-000-vyrobenych-prevodovek-vario-cech-dal-smer-vyvoji/>, „staženo dne: 19. 3. 2019“)

(<http://www.vobosystem.cz/editor/filestore/File/bezstupnove-prevodovky.pdf/>, „staženo dne: 20.3. 2019“)

(<https://docplayer.cz/106054924-Traktory-a-dopravni-prostredky-i-i.html/>, „staženo dne: 20.3. 2019“)

(<https://www.stokker.com/traktor-jcb-fastrac-3200-jcb/-314532414/>, „staženo dne: 28.3. 2019“)

Seznam použitých obrázků

Obrázek č. 1 – Fordson Model (1917-1928)

Obrázek č. 2 – JCB FASTRAC 8000

Obrázek č. 3 – Škoda 30

Obrázek č. 4 – motor traktoru Fendt 900 vario

Obrázek č. 5 – Traktor s úzkým rozchodem kol Claas Nexos

Obrázek č. 6 – Tříkolový traktor Horsch Terra Trac 250

Obrázek č. 7 – Mechanická převodovka Zetor 25A

Obrázek č. 8 – Řazení pomocí přesunu ozubeného kola

Obrázek č. 9 – Dvoustupňový předlohový násobič

Obrázek č. 10 – Planetový převod

Obrázek č. 11 – Schéma převodovky AutoQuad 20/20

Obrázek č. 12 – Schéma převodovky Range Command 18/6

Obrázek č. 13 – Schéma převodovky DualCommand

Obrázek č. 14 – Schéma převodovky Full PowerShift 18/6

Obrázek č. 15 – Traktor Case s převodovkou Steiger 16/4

Obrázek č. 16 – Hydrodynamický měnič

Obrázek č. 17 – Vario převodovka a její rozdělení výkonu

Obrázek č. 18 – Konstrukce a popis Vario převodovky

Obrázek č. 19 – Planetový převod Vario převodovky

Obrázek č. 20 – Konstrukce převodovky Vario

Obrázek č. 21 – Pohyb planetového převodu Vario

Obrázek č. 22 – Slučovací planetový převod

Obrázek č. 23 – Popis převodovky AutoCommand

Obrázek č. 24 –Popis převodovky AutoPowr

Obrázek č. 25 – Pohyb planetového převodu převodovky AutoPowr

Obrázek č. 26 –Planetové soukolí převodovky AutoQuad

Obrázek č. 27 –JCB Fastrac 3200

Obrázek č. 28 –Převodovka HEXASHIFT

Seznam grafů

Graf č. 1- Porovnání jednotlivých převodových stupňů

Graf č. 2- Porovnání jednotlivých převodových stupňů JCB Fastrac 3200

Graf č. 3- Porovnání jednotlivých převodových stupňů Case MAXXUM 150

Graf č. 4- Porovnání jednotlivých převodových stupňů traktoru Claas Axion

Graf č. 5- Porovnání jednotlivých převodových stupňů traktorů Massey Ferguson u řady 5700 s převodovkou DYNA6

Graf č. 6 – maximální pojzdové rychlosti

Graf č. 7 – plazivé rychlosti

Graf .č 8 – Měrná spotřeba paliva traktorů vyšší výkonové třídy

Graf č. 9 – maximální pojzdové rychlosti

Graf č. 10 – plazivé rychlosti

Graf .č 11 – Měrná spotřeba paliva traktorů střední výkonové třídy

Graf č. 12 – maximální pojzdové rychlosti

Graf č. 13 – plazivé rychlosti

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Technické údaje traktorů Deutz- fahr 6120- 6140

Tabulka č. 2 – Technické údaje traktorů JCB Fastrac řady 3000

Tabulka č. 3 – Technické údaje traktorů Case

Tabulka č. 4 – Technické údaje traktorů Claas Axion 800, 850 a 870

Tabulka č. 5 – Technické údaje traktorů Massey Ferguson 5708, 5710 a 5711

Tabulka č. 6 – Technické údaje traktoru Fendt 714

Tabulka č. 7 – Technické údaje traktoru John Deere 6910

Tabulka č. 8 – Technické údaje traktoru Case IH CVX 150

Tabulka č. 9- Technické údaje traktorů vyšší výkonové třídy

Tabulka č. 10 - Technické údaje traktorů střední výkonové třídy

Tabulka č. 11 - Technické údaje traktorů nižší výkonové třídy