

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra využití strojů



Bakalářská práce

Porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW

Jan Slanec

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Slanec

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW

Název anglicky

Comparison of tractors of power range 150 to 200 kW

Cíle práce

Porovnání traktorů výkonové třídy od 150 do 200 kW podle zvolených technických a exploatačních parametrů.

Metodika

Metody analýzy současného stavu. Metody porovnání z hlediska technických, ekonomických a exploatačních ukazatelů (spotřeby paliva, výkonnosti, spotřeby práce atp.).

Doporučený rozsah práce

cca 35 str.

Klíčová slova

traktor, technické charakteristiky, metody porovnání

Doporučené zdroje informací

- ABRHAM, Z. *Náklady na provoz zemědělských strojů : traktory a samojízdné stroje*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-116-0.
- BAUER, F. – SEDLÁK, P. – ŠMERDA, T. *Traktory*. V Brně: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-15-0.
- BROŽOVÁ, H. – HOUŠKA, M. – ŠUBRT, T. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA, – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA OPERAČNÍ A SYSTÉMOVÉ ANALÝZY. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha: Credit, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.
- DE CET, M. *Traktory : encyklopedie*. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-80-7234-801-5.
Firemní prospekty.
- KUMHÁLA, F. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ. *Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- PÍCHA, V.: *Katalog traktorů 2016*. Agromachinery, 2016. 400 s. ISBN 978-80-904879-6-3.
- ŠAŘEC, P. – ŠAŘEC, O. *Využití mobilních strojů : podklady k přednáškám a cvičením [elektronický zdroj]*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007.

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2021

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2022

Jan Slanec

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Ing. Petrovi Šařci, Ph.D., za odborné vedení této práce a za poskytnutí důležitých rad. Dále bych také rád poděkoval obchodním zástupcům zmíněných výrobců za poskytnutí informací o vybraných traktorech.

Porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW

Abstrakt

Úkolem této práce je porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW dle autorem subjektivně zvolené metody porovnávání. Práce nejdříve pojednává o historii traktorů a o vzniku a vývoji výrobců zvolených traktorů. Nejvíce obsáhlou a velice důležitou částí této práce je popis jednotlivých konstrukčních komponent a funkcí traktoru. Popisován je zde například motor, převodové ústrojí, hydraulické ústrojí, podvozek, kabina nebo elektrohydraulické systémy traktoru. Důvodem detailního popisu těchto částí je přiblížení a rozšíření problematiky čtenáři. V praktické části práce je představeno a popsáno pět vybraných traktorů od výrobců John Deere, Claas, New Holland, Fendt a Case. Porovnávání probíhá pomocí bodovací metody, která byla vybrána z modelů pro vícekritériální rozhodování. Tato metoda spočívá v ohodnocení důležitosti kritérií pomocí bodovací stupnice. Konečné pořadí vzniklo z dopočtení získaných bodů pěti zastoupených traktorů. V závěru jsou výsledky porovnány a celá práce je zde shrnuta.

Klíčová slova: Traktor, technické charakteristiky, metody porovnání

Comparison of tractors of power range 150 to 200 kW

Abstract

The task of this work is to compare tractors of power class 150 to 200 kW according to the author's subjectively chosen method of comparison. The work first deals with the history of tractors and the origin and development of manufacturers of selected tractors. The most comprehensive and very important part of this work is a description of the individual components and functions of the tractor. It describes, for example, an engine, a transmission, a hydraulic system, a chassis, a cab or the electrohydraulic systems of a tractor. The reason for the detailed description of these parts is to bring the issue closer to the reader. The practical part of the work presents and describes five selected tractors from the manufacturers John Deere, Claas, New Holland, Fendt and Case. The comparison is performed using the scoring method, which was selected from the models for multicriteria decision making. This method consists in evaluating the importance of the criteria using a scoring scale. The final ranking arose from the calculation of the points obtained by the five tractors represented. In the end, the results are compared and the whole work is summarized here.

Keywords: tractor, technical characteristics, comparison methods

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Cíl a metodika práce	2
2.1	Cíl práce.....	2
2.2	Metodika práce	2
3	Historie a konstrukce traktorů.....	3
3.1	Historie traktorů.....	3
3.1.1	John Deere.....	3
3.1.2	Claas.....	4
3.1.3	New Holland	4
3.1.4	Case.....	4
3.1.5	Fendt.....	4
3.2	Motor	5
3.2.1	Požadavky na traktorový motor	6
3.2.2	Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů.....	6
3.2.3	Palivová soustava vznětových motorů.....	7
3.2.4	Vstřikovače	7
3.2.5	Přeplňování	8
3.2.6	Chlazení.....	9
3.2.7	Charakteristiky motorů.....	9
3.3	Převodová ústrojí.....	10
3.3.1	Pojezdové spojky	10
3.3.2	Traktorové převodovky	12
3.3.3	Rozvodovka.....	13
3.3.4	Koncové převody	14
3.3.5	Vývodové hřídele	14
3.4	Podvozky	15

3.4.1	Odpružení přední hnací nápravy	15
3.4.2	Nezávisle odpružená přední hnací náprava	16
3.4.3	Brzdové ústrojí	16
3.4.4	Pneumatiky	16
3.4.5	Závěsná zařízení	17
3.5	Kabiny	17
3.6	Elektrohydraulické systémy traktorů (EHS)	18
4	Charakteristika vybraných traktorů a jejich porovnání	19
4.1	John Deere 6R 250	19
4.1.1	Motor	19
4.1.2	Převodovka	20
4.1.3	Hydraulika	20
4.1.4	Kabina	20
4.2	Claas Axion 850	21
4.2.1	Motor	21
4.2.2	Převodovka	22
4.2.3	Hydraulika	22
4.2.4	Kabina	22
4.3	New Holland T7.260	23
4.3.1	Motor	23
4.3.2	Převodovka	24
4.3.3	Hydraulika	24
4.3.4	Kabina	24
4.4	Fendt 824 Vario	25
4.4.1	Motor	25
4.4.2	Převodovka	26
4.4.3	Hydraulika	26

4.4.4	Kabina	26
4.5	Case Puma 240	27
4.5.1	Motor.....	27
4.5.2	Převodovka.....	28
4.5.3	Hydraulika.....	28
4.5.4	Kabina	28
4.6	Porovnání traktorů.....	29
4.6.1	Vybrané parametry	29
4.6.2	Vyhodnocení výsledků	32
5	Závěr	34

1 Úvod

Název traktor vznikl z latinského slova „trahere“, což vypovídá i o jeho hlavní funkci. Tou je tažení, jak zní doslovný překlad. Základní činností kolového nebo pásového traktoru ale není jen tažení, nýbrž jej lze použít též k nesení, tlačení, či například pohonu přídatných strojů. Všechny tyto činnosti umožňují traktorům velký rozsah využití nejen v zemědělství, ale i v komunálním prostředí, v lesním hospodářství nebo například ve stavebnictví.

V první části této práce jsou popsány základní funkce traktoru a jeho konstrukce. Popisovány budou základní části traktoru jako je například motor, převodové ústrojí, kabina, či podvozek. Dále tato část krátce pojednává o historii traktorů obecně a zároveň o historii a vývoji výrobců porovnávaných značek v této práci.

V druhé části se práce zabývá konkrétním porovnáním traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW. Traktory této kategorie jsou velmi využívané, zvláště v posledních letech, vzhledem k současnému trendu maximalizace výkonů. Díky své vysoké tahové síle najdou zástupci výkonové třídy 150 až 200 kW uplatnění v každé větší zemědělské společnosti. V této práci jsou k porovnání a představení konkrétních modelů vybrány světové značky: John Deere, Claas, New Holland, Case a Fendt. Cílem práce je porovnat zástupce těchto pěti značek se středním stupněm výbavy a bez příplatkových doplňků. Porovnání zvolených zástupců této kategorie proběhne pomocí bodovací metody pro vícekritériální rozhodování, do které budou dosazeny některé autorem zvolené důležité aspekty. Výsledné pořadí vybraných modelů vznikne z výsledků bodovací metody.

V závěru je zhodnocen výsledek a jsou podrobněji vyzdvíženy hlavní pozitiva a negativa každého konkrétního modelu. Též je zde odůvodněno jejich konečné umístění. Je zde také uveden a objasněn subjektivní názor autora.

2 Cíl a metodika práce

2.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW a následné vyhodnocení výsledků. Porovnání probíhá bodovací metodou vícekriteriálního hodnocení autorem vybraných parametrů.

2.2 Metodika práce

V první části se práce věnuje historii traktorů obecně a také krátce historii a vývoji pěti zvolených značek. Poté následuje rozbor jednotlivých komponentů traktoru a systém moderních traktorů, konkrétně zde práce představuje motor, převodové ústrojí, podvozek a další důležité komponenty. Zdrojem informací v této části práce jsou odborné literatury a brožury prodejců konkrétních značek, či informace získané při osobních schůzkách s prodejci.

Druhá část této práce se věnuje konkrétnímu porovnání traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW vybraných značek. Vybráno bylo pět světových výrobců na základě jejich tradice a historie, zároveň z důvodu jejich široké prodejní sítě v České Republice. Vybranými značkami jsou John Deere, Claas, New Holland, Case a Fendt. Každý z těchto traktorů je detailně představen a popsán a poté dle vybraných parametrů porovnán s ostatními na základě modelu pro vícekriteriální rozhodování. Je použita nejběžnější metoda, tedy bodovací. Každý parametr, který je porovnáván dostal subjektivně přidělenou bodovou preferenci a maximální nebo minimální povahu. Poté se dopočetla váha každého parametru, čehož bylo dosaženo poměrem celkové sumy s jednotlivými body. Celkové hodnocení získáme ze součtu součinů vypočtených vah s přidělenými body. Vítězem se stává traktor s nejvyšším konečným součtem bodů.

3 Historie a konstrukce traktorů

3.1 Historie traktorů

Než jsme se dopracovali k dnešním moderním výkonným traktorům, vybaveným elektronikou, počítači a navigacemi, předcházet tomu více než dvě století trvající vývoj. Jako první náhrada tažné síly, kterou byla od prvopočátku hospodářská zvířata, začaly vznikat první parní stroje pro práci na poli, bohužel se ale kvůli nízké spolehlivosti a vysoké ceně neuplatnily. Velká změna v zemědělské technice nastala počátkem 19. století, kdy byl vynalezen spalovací motor. Konkrétně největším milníkem byl rok 1897, kdy byl Rudolfem Dieselem představen naftový spalovací motor, jenž se v traktorech užívá dodnes. Největšími výrobci samojízdných zemědělských strojů byli zástupci ze Spojených Států Amerických, a to například Ford, McCormick, John Deere či Case. První sériově dostupnou pásovou výrobu traktorů, které byly cenově dostupné a zároveň sloužily jako univerzální tahový a pohonný stroj, vynalezl Henry Ford. Pohon dalších strojů byl umožněn použitím řemenice. Velký vliv na celkový vývoj traktorů měly také obě světové války. Během té první se zájem o traktory zvýšil, naopak během druhé světové války se vývoj traktorů přibrzdil. Při porovnání dnešních traktorů s těmi prvními je vidět enormní rozdíl v technologiích a celkový pokrok, který udělali vývojáři všech světových značek. Tento pokrok očekáváme i v následujících letech, kdy se již dnešní technika blíží k vyvinutí autonomních traktorů. [3]

3.1.1 John Deere

Historie značky John Deere se píše již více než 180 let. Vše začalo, když se v 30. letech 19. století, tehdy ještě kovář John Deere, rozhodl pomoci místním hospodářům a usnadnit jim obdělávání půdy. Také tak učinil, a to vynalezením orebního tělesa, čímž odstartoval revoluci ve výrobě pluhů. V roce 1849 vyráběl již přes 2000 pluhů ročně. Přes pluchy se Deere dostal až k traktorů a prvním vyrobeným traktorem byl Waterloo Boy N v roce 1918. Tento model se vyráběl do roku 1924 a poté následovaly modely D a B. Do Evropy se John Deere dostal roku 1956, kdy byla převzata fabrika John Deere v německém Mannheimu, kde se dříve vyráběly traktory Lanz-Bulldog., Dodnes slouží k výrobě traktorů řady 6R a 6M. [8]

3.1.2 Claas

Rodinná firma Claas byla založena roku 1913 čtyřmi bratry. Vše začalo s uzlovačem, na který získal August Claas patent. Následovaly další patenty na lepší a robustnější vazače slámy, po kterých velmi rostla poptávka. To pomohlo nově založené společnosti se rychle zabezpečit a položit základy pro další růst. V roce 1936 firma představila svou první sklízecí mlátičku a postupně se stala jednou z největších světových výrobců sklízecích mlátiček. V roce 1969 převzal Claas společnost Bautz v Slagau a tím vstoupil do segmentu zpracování píce. Poslední získanou akvizicí byly dřívější traktory Renault, které získal Claas pod svá křídla roku 2003. [5]

3.1.3 New Holland

Firma New Holland byla založena roku 1895 v Pensylvánii Abe Zimmermanem. První traktor této značky byl představen jako Ford v roce 1917. Po úspěchu s Fordem New Holland spustil nový model Fiat 702, jenž se stal nejvíce žádaným traktorem té doby. V minulosti se značka jmenovala Sperry New Holland nebo Ford New Holland, ale nakonec stejně vrátila ke svému původnímu názvu. Značka New Holland dodnes patří k jedné z nejžádanějších světových značek vyrábějících traktory. [4]

3.1.4 Case

Firma Case je jedním z lídrů na trhu se zemědělskou technikou již od roku 1842, kdy ji založil Jerome Increase Case. Ve městě Racine založil továrnu, která se v té době věnovala hlavně výrobě sklízecích mlátiček. V roce 1869 byl představen první traktor značky Case na parní pohon. O více než století poté představil Case revoluční koncept sklízecí mlátičky Axial Flow, kdy jediný rotor dokázal obilí, jak vymlátit, tak následně separovat od plev a jiných nečistot. Svou sílu značka ukázala v roce 1997 představením čtyř pásového traktor Quadtrac. [7]

3.1.5 Fendt

Historie značky Fendt začíná rokem 1928, kdy tehdy osmnáctiletý Herman Fendt vyrobil svůj první traktor. Jednalo se tedy spíše o motorovou sekačku s bočně nesenou

žací lištou a motorem Deutz o výkonu 2,9 kW. Motory značky Deutz používá firma Fendt do svých traktorů dodnes, ale již s výkony přesahujícími 300 koní. Po celou dobu své existence si Fendt vyráběl převodovky do svých traktorů sám. V roce 1996 představil ve světě zemědělské techniky velmi známou převodovku Vario s plynulým pojezdem. Tuto převodovku dnes vyrábí Fendt ve třech provedení a montuje ji do čtyř řad svých traktorů.[6]



Obrázek 1: Historický traktor Fendt [9]

3.2 Motor

Již od svého objevení jsou spalovací motory předmětem stálého zájmu konstruktérů, kteří mají za cíl vyrobit výkonný, ale zároveň energeticky přijatelný motor, jenž sníží vliv na ovzduší a životní prostředí. V dnešní době probíhají největší úpravy v oblasti přípravy palivové směsi, elektronice řízení a ovládání motoru. Cílem většiny těchto úprav je snížení ztrátových výkonů, emisí a hlavně spotřeby paliva.

V dnešní době jsou u traktorů využívány převážně čtyřdobé vznětové motory, kromě výjimek, které tvoří pouze některé malotraktory. Čtyřdobé vznětové motory jsou pístové motory s vnitřním spalováním, kde se energie přenáší přes píst a ojnici na klikový hřídel. [1]



Obrázek 2: Motor John Deere [11]

3.2.1 Požadavky na traktorový motor

Na motor jsou dle současného světového trendu kladeny požadavky obecné a požadavky speciální. Požadavky obecné jsou takové, jaké požaduje zákazník, legislativa a výrobce. Zákazníci požadují nízkou spotřebu paliva, dlouhou životnost a vysoký výkon a zároveň spolehlivost. Z hlediska výrobců jsou nejdůležitějšími ukazateli nízké výrobní náklady, nenáročnost a sériovost výroby a samozřejmě zisk. Ze strany legislativy pak jde nejvíce o výfukové emise, spotřebu paliva a emise CO₂ a také hluk a bezpečnost. Motor musí ale splňovat i speciální požadavky vycházející z podmínek provozu traktoru. Sem patří nízká spotřeba paliva v provozní oblasti motoru, provoz při velkém kolísání zatížení, práce motoru v širokém rozmezí otáček s konstantním výkonem nebo například trvalý provoz při maximálním výkonu. Dále musí motor také splňovat předpisy Evropské hospodářské komise a směrnic Evropského společenství a jejich aplikace na kategorie vozidel T dle požadavků zákonů a vyhlášek Ministerstva dopravy, jako je emise výfukových plynů, kouřivost vznětových motorů a regulátor otáček. [1]

3.2.2 Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů

Velmi důležitou roli u každého spalovacího motoru hraje příprava palivové směsi, jelikož přímo ovlivňuje velikost a průběh parametrů, které charakterizují jeho činnost.

Cílem je přivést palivo společně se vzduchem do spalovacího prostoru ve správný okamžik a v požadovaném stavu a množství tak, aby bylo umožněno vznícení a uvolnění tepelné energie. Tato energie je poté přeměněna na mechanickou práci klikového mechanismu při udržení energetické účinnosti na nejvyšších hodnotách. U vznětového motoru dochází k regulaci výkonu kvalitativně – mění se obsah paliva ve směsi se vzduchem, přičemž jeho množství se nemění. [1]

Vstřikování paliva u vznětových motorů se dle spalovacích prostorů dělí na přímé a nepřímé. V současnosti se ale používají téměř výhradně motory s přímým vstřikováním, které mají díky tvaru spalovacího prostoru a uspořádání sacího kanálu dokonalejší spalování. Nejčastěji používanými spalovacími prostory jsou Hesselman, Saurer či MAN. [1]

3.2.3 Palivová soustava vznětových motorů

Úkolem palivové soustavy je zajistit dodávku stejného množství paliva do všech válců v daný okamžik a v daném množství. Množství dodávaného paliva musí odpovídat požadovanému průběhu točivého momentu motoru a její regulace musí být plynulá a snadná. Palivo je do válce dodávané s vysokou přesností v jednom nebo více samostatných vstřicích. Palivová soustava vznětového motoru je rozdělena na nízkotlakou a vysokotlakou část. Nízkotlaká část dopravuje palivo z nádrže přes čistič až k vysokotlaké části a také zajišťuje chlazení vstřikovacího čerpadla. Vysokotlaká část vytváří vysoký tlak paliva, jeho dopravu ke vstřikovačům a dávkování paliva tryskou do spalovacího prostoru. U traktorových motorů se nejvíce užívá palivová soustava se sdruženým vstřikovacím systémem a tlakovým zásobníkem nebo sdružená vstřikovací jednotka nazývaná také čerpadlo-tryska. [1] [2]

3.2.4 Vstřikovače

Vstřikovače jsou umístěny na konci palivové soustavy vznětových motorů. Palivo je u palivové soustavy se vstřikovacím čerpadlem dopravováno do tělesa vstřikovače přes výtláčny ventil a vysokotlaké potrubí, kdy délka vysokotlakého potrubí k jednotlivým válcům musí být stejná. To zajistí stejné podmínky pro dopravu paliva k jednotlivým vstřikovačům. U motorů se vstřikovacím čerpadlem se používá standardní vstřikovač. U

motorů s řadovými nebo rotačními čerpadly používáme dvoupružinové vstřikovače se snímačem pohybu jehly, kdy optimální provoz tohoto motoru je zajištěn počátkem vstřiku. U motorů s elektronickým řízením umožňuje snímání prvního vstřiku přestavování podle zatížení a otáček v uzavřeném regulačním okruhu. U motorů se systémem vstřikování Common Rail se užívá vstřikovač s elektromagnetickým ventilem. [1]

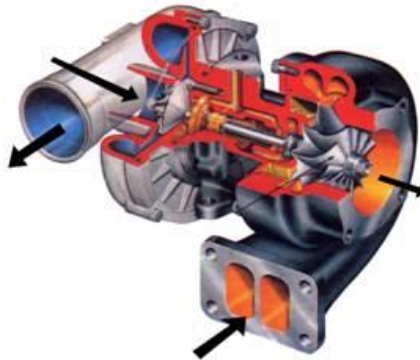
3.2.5 Přeplňování

V současnosti se většina konstruktérů zabývá otázkou zvyšování výkonu motoru a jeho průběhu. Snaží se najít cesty, kterými lze zvýšit výkon motoru a zároveň udržet přijatelnou spotřebu paliva a současně neměnit charakteristické parametry motoru. U motorů určených pro traktory se nejvíce užívá přeplňování turbodmychadlem.[1] [2]

Výkon čtyřdobého motoru lze zvýšit:

- Otáčkami – zvýšení střední pístové rychlosti, což způsobí zvýšení spotřeby paliva, zvýšené požadavky na mazání či zkrácením intervalu výměny oleje
- Zdvihovým objemem motoru – jelikož souvisí s velikostí středního indikovaného tlaku, tak se úměrného nárůstu výkonu motoru nedosáhne jeho zvýšením
- Počet válců motoru – výkon můžeme zvyšovat přidáváním počtu válců motoru, ale má to za následek zvýšení hmotnosti a velikosti motoru, jeho výrobní náročnosti a nákladů na opravy

- Středním efektivním tlakem – tím můžeme dosáhnout zvýšení hmotnosti vzduchu dopraveného do válce, což umožní vstřikování vyšší dávky paliva při stejné kvalitě spalování [2]



Obrázek 3: Turbodmychadlo [10]

3.2.6 Chlazení

Chladicí soustava je nezbytná součást každého motoru. Jejím úkolem je odvádět z motoru teplo vznikající spalováním paliva, které by mohlo způsobit přehřátí určitých částí motoru a tím by mohlo dojít k jejich destrukci. Chladicí soustava tedy udržuje optimální provozní teplotu motoru – u kapalinou chlazených motorů je to v rozmezí cca 115–125 °C a u motorů chlazených vzduchem 140–230 °C.[2]

Chladicí kapalina se pohybuje v uzavřeném obvodu a pomocí čerpadla proudí od chladiče do motoru, kde omývá vnitřní plochy motoru, ohřívá se zde a pokračuje do termostatu. Odtud je kapalina vedena zpět do chladiče. Pokud je motor teprve v zahřívacím stádiu a nedosahuje již provozní teploty, zavře termostat cestu do chladiče a kapalina je vedena přímo do sání čerpadla, čímž je zajištěno rychlejšího dosažení provozní teploty. [2]

3.2.7 Charakteristiky motorů

Pro přesnější porovnávání vlastností spalovacích motorů je důležitá znalost jejich charakteristik. Otáčková charakteristika je grafické vyjádření průběhu jednotlivých veličin v závislosti na otáčkách motoru. K této charakteristice se používají veličiny jako je výkon (P), točivý moment (M_t), měrná spotřeba paliva (m_p), hodinová spotřeba paliva (M_h), otáčky motoru (n), či další veličiny jako nezávisle proměnné. [1] [2]

Dle zvolené nezávisle proměnné veličiny se charakteristiky dělí na otáčkové, zatěžovací, regulační (seřizovací), úplné (celkové) a zvláštní. V praxi je nevyužívanější jmenovitá otáčková charakteristika a úplná charakteristika. [1]

3.3 Převodová ústrojí

Ústrojí pro přenos výkonu motoru dosáhla za poslední roky velkého rozvoje, jehož výsledkem je několik nových konceptů přizpůsobených praktickým požadavkům. Moderní převodová ústrojí můžeme řadit mezi automatizované systémy komunikující pomocí digitální sběrnice CAN – Bus. Jak velký vliv na provozní a pracovní parametry traktoru má tato část si výrobci začali uvědomovat v 90. letech 20. století a díky tomu prošlo převodové ústrojí velkými změnami. [1]

„Pod pojmem převodová ústrojí se rozumí všechna ústrojí spojující spalovací motor s koly hnacích náprav a vývodovým hřídelem traktoru. Dále ta, která uskutečňují přenos točivého momentu nebo jeho přerušování, změnu velikosti nebo smyslu. Spalovací motor a převodová ústrojí tvoří společně hnací ústrojí. [1]“

Převodová ústrojí lze rozdělit dle způsobu přenosu točivého momentu motoru:

- Pro krátkodobé přerušování točivého momentu (spojky)
- Pro stálé spojení (kloubové a spojovací hřídele)
- Pro změnu velikosti a smyslu točivého momentu (převodovky)
- Pro rozdělení hnacího momentu na levé a pravé kole (rozvodovka, diferenciál)
- Pro zvýšení převodového poměru na hnacím kole (koncové převody) [1]

3.3.1 Pojezdové spojky

Pojezdová spojka byla zařazena do převodových ústrojí proto, aby bylo možné krátkodobě přerušit točivý moment mezi převodovkou a motorem. Mezi jejich další přednosti patří funkce, které se pojí s řazením převodových stupňů, tlumením torzních kmitů přenášených od motoru a ochrana motoru a převodovky před nadměrným

zatížením. Princip pojezdových spojek spočívá v rychlém odpojení a následném opětovném připojení hnané spojkové hřídeli a hnací hřídeli motoru. Aby bylo zajištěno plynulé rozjíždění a řazení převodových stupňů bez přenosu rázů, musí jejich spojení probíhat prokluzováním, jakožto důsledek vyrovnávání rozdílných otáček hnací a hnané části. [1]

3.3.1.1 Kotoučové spojky

Nejčastějším místem, kde najdeme kotoučovou spojku je těleso setrvačnicku spojeného s klikovým hřídelem motoru. Setrvačnick, jehož součástí je ozubený věnec pomáhající spouštění motoru, vytváří třecí plochu a vede teplo, které vzniká při prokluzu mezi hnanou a hnací částí. Aby se kotouč pohyboval v ose hnaného hřídele, je vyroben z ocelového plechu s drážkovým nábojem a často bývá odpružen vinutými pružinami, které snižují přenos vibrací mezi motorem a převody. [1]

3.3.1.2 Lamelové spojky

Lamelová spojka je tvořena několika lamelami, které jsou řazeny za sebou a jsou střídavě spojené s hnací hnanou částí prostřednictvím ozubení. Drážkové vedení lamel umožňuje osový pohyb. Ke spojení částí dochází při stlačení lamel k sobě, což způsobuje tlak oleje na píst, jenž přitlačuje lamely na opěrnou plochu a jejich zpětný pohyb zajišťuje pružina. Lamelová spojka umožňuje použití v omezeném prostoru a přenos velkých točivých momentů. Největší uplatnění najde v reverzačních, hlavních a skupinových převodovkách, násobičích a například zapínání vývodového hřídele a pohonu přední nápravy. [1]

3.3.1.3 Hydrodynamické (hydraulické) spojky

Hydrodynamická spojka je nejjednodušší forma hydraulického převodu. Tato spojka se skládá z čerpadlového a turbínového lopatkového kola, jež jsou ponořena v oleji. Obě kola mají radiálně uspořádané lopatky a jsou si tvarově podobná. Od čerpadlového kola, které je spojeno s klikovým hřídelem, je kapalina odstředivou silou přenášena do turbínového kola, které je spojeno s hnacím hřídelem. Po vstupu do turbínového kola ho kapalina uvádí do pohybu nebo v pohybu udržuje a následně se vrací zpět do

čerpádlového kola. Pokud má motor nízké otáčky funguje tento celek jako rozpojená spojka, pokud se otáčky zvýší, traktor se rozjede. [1] [2]

3.3.2 Traktorové převodovky

V současné době pracují traktory v rozmanitých podmínkách, a tak je třeba brát zřetel na změnu jezdových rychlostí a tahové síly, aby bylo dosaženo kvalitních výkonnostních a ekonomických parametrů. Je tedy důležité použít do převodových ústrojí převodovky, které umožní změnou převodového poměru lepší využití traktoru a přenesení točivého momentu pro pohon vývodového hřídele a přední nápravy. Traktor by převodovku vůbec nepotřeboval, pokud by měl spalovací motor ideální otáčkovou charakteristiku. Točivý moment se ale od ideálu odlišuje, tudíž je nutné, aby byl traktor opatřen převodovkou a bylo umožněno využít maximální výkon motoru v celém rozsahu požadovaných rychlostí. [1]

3.3.2.1 Mechanické převodovky

Nejrozšířenějším a stále nejvyužívanějším způsobem přenosu výkonu motoru je mechanický převod. Je to hlavně z důvodu vysoké spolehlivosti, účinnosti a nízkých pořizovacích nákladů. Jejich nevýhodou je naopak v tom, že nedokáží naplno využít potenciál výkonu motoru. Většinou jsou sestaveny z hlavní, skupinové a reverzační převodovky a jsou doplněny o násobič točivého momentu, který umožňuje řazení při zatížení. Mechanické převodovky rozdělujeme do tří skupin – ty, které nemají žádný stupeň řazený pod zatížením, převodovky s omezeným počtem stupňů řazených pod zatížením a nakonec převodovky, kde jsou všechny stupně řazené pod zatížením (PowerShift). [1]

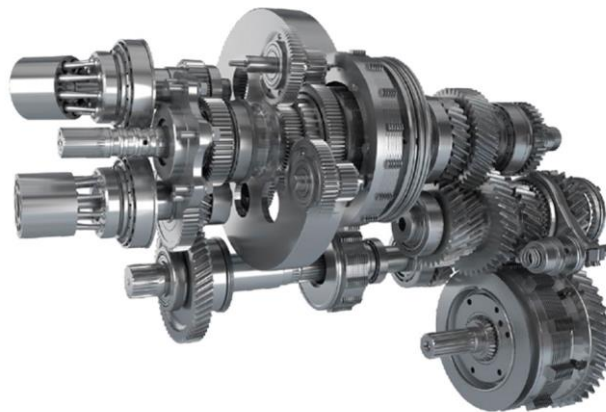
3.3.2.2 Hydrodynamické převodovky

Hydrodynamické převodovky v dnešních traktorech mají velmi malé zastoupení. Největšího rozvoje dosáhly tyto převodovky v 80. a 90. letech 20. století, kdy nebyly převodovky tolik závislé na vývoji řídicí elektroniky a dosáhly určité automatizace. Hydrodynamická převodovka funguje na principu spojení hydrodynamické převodovky a hydrodynamické spojky nebo hydrodynamického měniče, jehož největší výhodou je

možnost zvýšení točivého momentu při rostoucím zatížení, dále taky plynulý rozjezd a tlumení vibrací. Hydrodynamický měnič se nachází mezi motorem a mechanickou částí převodovky, zastává funkci převodovky i spojky a mění točivý moment i frekvenci. [1] [2]

3.3.2.3 Hydromechanické převodovky

Tyto převodovky nejsou žádnou novinkou na trhu jejich historie sahá až do roku 1942, kdy byly poháněny elektrickým pohonem. Jejich využití je ale vysoké i dnešní době, zvláště u zde uvedených zástupců výkonové třídy 150–200 kW. Hydromechanické převodovky nám umožňují plynulou změnu rychlosti pojezdu traktoru v několika možných řešeních – např. hydrostatickým převodníkem, řemenovým variátorem, elektrickým pohonem nebo diferenciální hydrostatickou převodovkou. V traktorech se nejvíce využívá diferenciální hydrostatická převodovka založena na kombinaci mechanického a hydraulického přenosu točivého momentu. Pokud se spojí tato převodovka s elektrickým řízením, dosáhne velmi komfortního ovládní, kdy je možné zvláště regulovat otáčky motoru a zvláště pojezdovou rychlost. [1]



Obrázek 4: Převodovka AutoPowr [12]

3.3.3 Rozvodovka

Skládá se ze dvou částí uložených ve skříni rozvodovky – stálého převodu a diferenciálu. Tato skříň je součástí mostu hnací nápravy nebo se připevňuje na rám. [1]

3.3.3.1 Stálý převod

Stálý převod má za úkol rozvod točivého momentu z podélné na příčnou osu, snížit otáčky hnacích hřídelů kol a např. zvětšit točivý moment na hnacích kolech. Zároveň ale také musí splňovat určité požadavky, jako např. plynulý chod bez rázů, nízká hluchnost, vysokou mechanickou účinnost či vysokou spolehlivost a živostnost. Nejčastější je užití převodu s jedním párem kuželových převodových kol – skládá se z pastorku a talířového kola. [1]

3.3.3.2 Diferenciál

Zkrácený název pro diferenciální planetové soukolí se dvěma stupni volnosti. Diferenciál je převodové ústrojí, kde se nemění velikost převodového poměru, umožňuje rozdílné otáčení hnacích kol nápravy při odvalování po různých poloměrech otáčení. Jeho úkolem je rozdělovat točivý moment v daném poměru z jednoho hnacího hřídele na dva hnané a zároveň umožnit rozdílné otáčení hnacích kol nápravy v případě potřeby. Pokud by traktor neměl diferenciál v hnací nápravě, docházelo by k smýkání, prokluzu či vysokému opotřebení běhounu pneumatik. [1]

3.3.4 Koncové převody

Z diferenciálu vystupuje točivý moment, který je před hnacími koly zvýšen pomocí koncových převodů, což velmi snižuje namáhání ostatní částí převodového ústrojí umístěných před koncovým převodem. Koncové převody tvoří převodové ústrojí se stálým převodovým poměrem a dle konstrukce je lze dělit na čelní a planetové. [1]

3.3.5 Vývodové hřídele

Mimo přenosu na hnací kola náprav přenáší převodová ústrojí točivý moment též na stroje, které to vyžadují pro pohon svých mechanismů. Tento přenos probíhá prostřednictvím vývodového hřídele, na který je točivý moment přenášen pomocí ozubených kol přímo ze spalovacího motoru, aby se zamezilo mechanickým ztrátám. Standardně je vývodový hřídel složen z redukčního soukolí a lamelové spojky, která nám umožňuje jeho zapínání. Traktory jsou obecně vybaveny zadním vývodovým hřídelem a

předním vývodový hřídel je součástí výbavy na přání. Standardně jsou otáčky vývodového hřídele 540 a 1000 n/min nebo lze použít ekonomické otáčky 540E a 1000E, které dokáží držet stejné otáčky hřídele při nižších otáčkách motoru, a to vede k úspoře paliva. Pro 540 n/min se využívá hřídel s šesti drážkami a pro 1000 n/min s 20 nebo 21 drážkami. [1]

3.4 Podvozky

Podvozek, jehož součástí jsou všechny mechanismy umožňující jízdu a řízení traktoru, je nosnou částí traktoru. Některé z částí podvozku musí ještě nést pracovní nářadí a stoje, umožňovat změnu rozchodu kol nebo měnit světlou výšku při zachování říditelnosti a stability. [1]

Konstrukce podvozků obecně můžeme rozdělit do tří skupin. Bezrámové konstrukce se využívají převážně u traktorů nižších výkonových tříd. Všechny součásti, jako motor, převodovka a skříň koncových převodů, jsou zde sešroubovány v jeden celek a tvoří společně nosnou konstrukci traktoru. Polorámová konstrukce nese pouze některé strojní skupiny, většinou je to motor a převodovka. Tento polorám je připevněn k zadní nápravě s rozvodovkou a je vhodný pro připevnění předního tříbodového závěsu s větší nosností. Dnes je ale nejvyužívanější rámová konstrukce podvozku, kdy nosnou funkci neplní motor ani převodovka, ale samotný rám. Vyvinutí této konstrukce způsobilo neustálé zvyšování zatížení nářadí na přední a zadní tříbodový závěs.

3.4.1 Odpružení přední hnací nápravy

Neustále se zvyšující výkonnosti traktorových souprav mají velký vliv na zvyšování nejen pracovních záběrů, ale též na pracovní rychlost těchto souprav. Právě zvyšující se rychlost byla důvodem k řešení odpružení přední nápravy, což má za následek neustálý kontakt s podložkou a zvýšení tahových vlastností traktoru. Zároveň jízda s odpruženou přední nápravou je mnohem pohodlnější i pro samotnou obsluhu. Pravděpodobně v reakci na tyto aspekty a požadavky jsou dnes traktory téměř od všech světových výrobců vybaveny odpruženou přední nápravou. [1]

3.4.2 Nezávisle odpružená přední hnací náprava

Oproti systému odpružení celé přední nápravy umožňuje tato soustava nezávislé odpružení jednotlivých kol zavěšených pomocí čtyř kyvných pák. Toto řešení přináší lepší poměr neodpružené k odpružené hmotě a minimum zatížení kmitů, jenž působí na traktor a řidiče. Stejně jako u předchozího systému odpružení celé nápravy, i zde je hlavní výhodou dynamický přenos výkonu na podložku a zlepšení komfortu v kabině řidiče. Zároveň toto řešení vytváří předpoklady pro vysokou bezpečnost jízdy na silnici. Pravé a levé kolo a jejich mechanické konstrukční díly zde pracují nezávisle na sobě. [1]

3.4.3 Brzdové ústrojí

Brzdové ústrojí je povinnou součástí výbavy traktoru pro zajištění jejich bezpečnosti při práci na poli i jízdě po silnici. Hlavní funkcí brzd je snížení rychlosti během jízdy, zastavení traktoru či soupravy a zabránění samovolnému rozjetí traktoru zejména na svahu. Brzdy mohou být u traktorů použity také k zatáčení – umožňuje to oddělené ovládání brzdy kola na pravé nebo levé straně zvlášť, čímž je dosaženo minimálního poloměru otáčení. Dnes jsou brzdy traktoru i na přední nápravě oproti minulosti, kdy bývaly pouze na zadní nápravě. I přes mnoho vynalezených konstrukcí jsou nejpoužívanější brzdy třecí, dvouokruhové, hydraulické mokré či kotoučové. [1] [2]

3.4.4 Pneumatiky

Pneumatiky jsou spojkou mezi podložkou a traktoem – přenáší hmotnost traktoru a zároveň připojeného náradí, hnací a brzdící momenty a boční síly na podložku. Volba pneumatiky je velice důležitá z hlediska tahových vlastností, které může silný traktor snadno ztratit jejím špatným výběrem. Hlavní tři složky pneumatiky jsou pryž (80-85 %), různá vlákna (12-16%) a ocelový drát (2-3%), ostatní přísady jsou saze, textilie, různé chemikálie nebo například oleje. Pneumatiky se podle konstrukce kostry dělí na radiální a diagonální, kdy radiální pneumatiky mají zpravidla lepší tahové vlastnosti a nižší prokluz. Dnes jsou často využívány pneumatiky nízkotlaké, obzvlášť technologie Ultraflex patentovaná firmou Michelin. Tyto pneumatiky se dostanou na hodnotu tlaku při práci až pod 100kPa. [1] [2]

3.4.5 Závěsná zařízení

První skupinou jsou tříbodové závěsy (přední a zadní), které slouží k připojení nesených a návěsných nářadí. Tříbodový závěs se skládá z horního táhla, ramen zvedacího ústrojí, zvedacích táhel a dolních táhel. Přední tříbodový závěs je tvořen horním táhlem a párem sklopných ramen, je určen k připojení čelně nesených nebo návěsných strojů.

Druhou skupinou závěsných zařízení jsou spodní závěsy, mezi které patří výkyvný závěs, válečkový výkyvný závěs, pevný závěsný čep (Piton Fix), automatický agrozávěs a etážový závěs. Dnes nejvyužívanější je etážový závěs s automatickou hubicí a Piton Fix (nejčastěji tvořen koulí). [1]



Obrázek 5: Piton Fix (koule) [13]

3.5 Kabiny

Ergonomičnost v kabině řidiče je velmi důležitá, jelikož přímo působí na obsluhu traktoru, která ovlivňuje jeho výkonnost. Hlavními atributy moderní kabiny jsou velká prosklená okna, ergonomicky uspořádané ovládací prvky, a například vzduchem odpružená sedačka. Sedačky dnes mohou být na přání i kožené s vyhříváním či odvětráváním, dokonce některé značky nabízí i masážní funkce. Kabina je tvořena ocelovým rámem, jenž je uložen na pryžových segmentech, které jsou připevněny k rámu a slouží k tlumení menších vibrací. K celkovému odpružení kabiny slouží též pneumatické nebo hydraulické pružící prvky. Dalším důležitým faktorem je hluk, proto se také výrobci traktorů zaměřují na snižování jeho hladiny v kabině. Hladina hluku by

neměla přesáhnout hranici 86 dB, avšak v dnešních traktorech se pohybuje okolo 80 dB.
[1] [2]

Velkým rozmach zaznamenaly v poslední době palubní počítače traktoru. Na terminálu umístěném v kabině je možno regulovat nastavení hydraulických okruhů, tříbodového závěsu a ostatních hodnot. Rovněž se na počítači ukazují data z motoru či převodovky, která jsou měřena pomocí mikropočítačů a čidel. Zároveň mohou být v terminálu zobrazeny informace například z připojeného nářadí. To probíhá pomocí systému datové sběrnice ISOBUS, který umožňuje zároveň navzájem komunikovat mezi stroji, a i mezi strojem a podnikovým informačním centrem. [2]

3.6 Elektrohydraulické systémy traktorů (EHS)

EHS zabírají důležité místo při konstrukci určitých funkčních skupin traktoru. Pro ovládání jednotlivých funkčních skupin a zemědělských strojů se používá stále novějších konstrukčních uzlů, které jsou na velkém vzestupu. EHS jsou zaváděny z důvodu zvyšování požadavků na výkonnost, spolehlivost, stupeň automatizace traktorů a jejich přesnost. [1]

U traktorů nižších tříd dochází ke spolupráci hydraulických systémů s mechanickou vazbou, kdežto traktory středních a vyšších tříd jsou vybaveny elektrohydraulickými systémy. V dnešní době jsou tyto systémy nejpoužívanějším způsobem pro ovládání vnějších okruhů hydrauliky a tříbodových závěsů traktorů. V této hydraulice se používají pístové hydrogenerátory, jenž dosahují maximálních průtoků kolem 150 l/min. U traktorů používané hydraulické okruhy rozdělujeme na vnitřní a vnější. Jako regulační hydraulika je označen vnitřní hydraulický okruh a slouží k ovládání tříbodového závěsu. Pro pohon hydraulických motorů nacházejících se na připojeném nářadí slouží vnější hydraulické okruhy. [1]

4 Charakteristika vybraných traktorů a jejich porovnání

4.1 John Deere 6R 250



Obrázek 6: John Deere 6R250 [14]

John Deere 6R 250 je nejsilnějším modelem nově představené řady 6R, která disponuje čtrnácti modely v rozsahu od 110 do 250 k jmenovitého výkonu. Zároveň tento model spadá do kategorie s extra velkým rámem, společně s modelem 6R 230. [14]

4.1.1 Motor

Model 6R 250 je vybaven šestiválcovým motorem o objemu 6,8 litru. Tyto motory jsou konstruovány s čtyř ventilovou hlavou válců, Common Rail systémem vstřikování paliva s tlakou vstřikování až 250 MPa. Motor využívá systému dvoustupňového přeplňování, kdy je jedním turbodmychadlem s pevnou geometrií vytvářen tlak, který druhé turbodmychadlo tvořené proměnnou geometrií lopatek ještě znásobuje. Pro snížení

spotřeby paliva, snížení emisí a zlepšení spalování je součástí motoru DPF filtr, EGR ventil a katalyzátor SCR. [14]

4.1.2 Převodovka

Tento model je u prodejců dostupný bez možnosti volby mezi více převodovkami. U traktoru 6R 250 je agregována pouze převodovka s plynulým nastavováním rychlosti. AutoPowr je hydromechanická převodovka, která dokáže přenášet výkon při rychlosti až 50 km/h. Pokud traktor dosáhne maximální rychlosti, otáčky motoru se automaticky sníží na minimální úroveň potřebnou k jejímu udržení, čímž dochází k vysoké úspoře paliva— při rychlosti 50 km/h je to 1630 ot/min a při rychlosti 40 km/h dokonce jen 1300 ot/min. Zároveň je tato převodovka pohodlná pro obsluhu traktoru, jelikož udržuje zvolenou rychlost a automaticky reaguje na změnu zatížení. [14]

4.1.3 Hydraulika

Tento model traktoru je vybaven velmi silným hydrogenerátorem s maximálním průtokem až 160 l/min při pouhých 1500 ot/min motoru. K dispozici je až 6 vnějších hydraulických okruhů, kdy jeden je většinou obsazen hydraulickým ovládním třetího bodu. Rychlost a čas průtoku těchto okruhů lze nastavovat z počítače traktoru v kabině. Traktory mohou být vybaveny koncovkami hydrauliky Power Beyond, které se používají u nářadí s vlastním řízením či pro rotační hydromotory – skládá se z neřízeného tlaku, zpětné větve, beztlaké zpětné větve a řízení LS. Traktor samozřejmě lze vybavit předním vývodovým hřídelem a předním tříbodovým závěsem. [14]

4.1.4 Kabina

Kabina traktoru řady 6R nabízí velký prostor (3,33m³) a velmi nízkou hladinu hluku (71 dB). Všechna sedadla jsou dodávána s nízkofrekvenčním tlumením a s možností otočení až o 30°, na přání lze dodat kožené sedadlo s vyhříváním, odvětráváním nebo dokonce s masážními prvky v sedadle. Traktor je vybaven dotykovým displejem čtvrté generace o úhlopříčce 8,4“ nebo 10,4“ a volitelně joystickem CommandPro s jedenácti volitelnými tlačítky, na které si lze libovolně navolit jakékoli funkce traktoru, díky tomu lze ovládat traktor a popřípadě připojené nářadí pouze pomocí tohoto joysticku. [14]

4.2 Claas Axion 850



Obrázek 7: Claas Axion 850 [15]

Tento traktor spadá společně s dalšími čtyřmi modely do řady Axion 800, kam patří traktory výkonové třídy od 194 k do 270 k jmenovitého výkonu. Modely s výkonem nad 270 k již spadají do silnější řady Axion 900. [15]

4.2.1 Motor

Model Axion 850 je vybaven šestiválcovým motorem o objemu 6,7 litru. Motor je vybaven čtyřventilovou technologií vstřikování Common-Rail, chladičem plnicího vzduchu a turbodmychadlem s variabilní geometrií nastavení lopatek. Toto VGT turbodmychadlo zajišťuje optimální plnicí tlak při jakýchkoliv otáčkách motoru, což dává motoru schopnost dodat až 70 % maximálního kroutícího momentu i při volnoběžných otáčkách. Nízkou spotřebu motoru a nejlepší výkon zajišťuje optimalizované spalování. Zároveň motor splňuje podmínky emisní normy Stage V. díky užití technologie SCR. [15]

4.2.2 Převodovka

Claas dodává traktory řady Axion 800 s možností volby mezi dvěma druhy převodovky. První možností je převodovka s plynulým nastavováním rychlosti CMATIC. Je to bezstupňová převodovka s větvením výkonu, která využívá čtyři mechanické rozsahy řazené za pomoci vícelamelových spojek. Vysoký mechanický přenos přináší při jakékoliv rychlosti vysokou účinnost a nízkou spotřebu paliva. Vysoký tahový výkon je zajištěn při rychlostním rozsahu od 0,05 km/h do 50 km/h a to při různých otáčkách motoru. Druhou možností volby je převodovka HEXASHIFT. Tato převodovka nabízí čtyři rychlostní skupiny, kdy v každé skupině je šest rychlostních stupňů řazených pod zatížením. Převodovku HEXASHIFT lze též užívat v plně automatickém režimu, kdy v rámci skupiny řadí dle předem nastavených hodnot. [15]

4.2.3 Hydraulika

U modelů Axion je možnost vybavení až pěti vnějšími hydraulickými okruhy vzadu a dvěma vpředu, kdy všechny zadní jsou vybaveny přípojkami power beyond. Traktor disponuje kromě standardního vedení tlaku též zpětným beztlakým vedením, zpátečkou a systémem load-sensing. Pro připojení pracovního nářadí je mnoho možností závěsů jako například agrohák, etážové závěsy či připojení Piton Fix. Zároveň velká zvedací síla zadního zvedacího závěsu, která dosahuje až deseti tun, což nebrání připojení téměř jakéhokoliv nářadí. Traktory Axion lze vybavit předním zvedacím závěsem o zvedací síle až 5,8 tuny a čelním vývodovým hřídelem, zároveň jsou vpředu integrovány dva hydraulické okruhy, zpátečka, napájecí zásuvka a zásuvka ISOBUS. [15]

4.2.4 Kabina

Claas zde nabízí velmi prostornou, pohodlnou a velkoobjemově prosklenou kabinu s kompletním odpružením. Tato kabina je čtyř sloupková, což nabízí volný rozhled na celý pracovní záběr a přehled okolo sebe. V nejvyšší výbavě CEBIS je kabina vybavena dvanácti palcovou dotykovou obrazovkou s ovládáním souvratové automatiky CSM, ISOBUS ovládáním rozvaděčů. Většinu funkcí včetně elektronicky ovládaných rozvaděčů lze ovládat přes multifunkční ovládací páku CMOTION. [15]

4.3 New Holland T7.260



Obrázek 8: New Holland T7.260 [16]

Řada traktorů New Holland T7 je rozdělena ještě do tří podskupin, kdy autorem vybraný model T7.260 spolu s dalšími pěti modely spadá do skupiny s dlouhým rozvorem. Do této řady spadají traktory výkonu od 190 k do 160 k. [16]

4.3.1 Motor

U traktoru New Holland T7.260 je agregován šestiválcový motor NEF o objemu 6,7 litru se systémem vstřikování Common Rail. Maximální výkon tohoto motoru je 191 kW/260 k. Součástí tohoto motoru není EGR ventil ani filtr pevných částic DPF. Tyto součásti jsou nahrazeny technologií Hi-e SCR 2, která plní přísnou emisní normu Stage V. a snižuje povolené množství sazí ve výfukových plynech. Tomu přispívá i užití diesellového oxidačního katalyzátoru DOC. Tyto aspekty a technologie společně přispívají k snížení emisních plynů, lepšímu spalování motoru a zároveň nižší spotřebě provozních kapalin – nafty i AdBlue. [16]

4.3.2 Převodovka

New Holland v této řadě T7 s dlouhým rozvorem nabízí dvě možnosti výběru převodovky. Tou první je převodovka Power Command, která má všechny převodové stupně řazené pod zatížením. Jelikož všechny převodové stupně lze řadit bez použití spojkové pedálu, jedná se o plný Powershift. New Holland zde nabízí čtyři možnosti výběru převodovky podle počtu převodových stupňů vpřed a vzad, kdy nejvyšší varianta je 29x12 (29 rychlostí vpřed a 12 rychlostí vzad). Druhou možností je převodovka Auto Command. Jedná se o převodovku s plynulou změnou převodového poměru s pokrokovou dvojspojkovou technologií. Tato plynulá převodovka má několik bodů, při kterých dochází ke 100 % přenosu mechanické účinnosti – tyto body jsou vybrány tak, aby odpovídaly nejčastějším pracovním činnostem jako je orba, příprava půdy, setí či těžká doprava. [16]

4.3.3 Hydraulika

Hydraulický systém traktorů T7 je klasicky vybaven hydraulickým čerpadlem o průtoku až 170 l/min. Traktory mohou být vybaveny maximálně pěti zadními vnějšími hydraulickými okruhy, s možností vybavení rozvaděči power beyond, a třemi středními vnějšími hydraulickými okruhy. Hydraulické okruhy mohou být ovládány buď mechanicky nebo elektronicky, záleží to na výběru typu loketní opěrky. Traktor je vybaven zadním tříbodovým závěsem s vysokou maximální zvedací silou až 10 463 kg, zároveň lze traktor vybavit předním tříbodovým závěsem i vývodovým hřídelem. [16]

4.3.4 Kabina

Velkou výhodou kabin Horizon značky New Holland je velký výhled dokola, čemuž pomáhá jednodílné čelní sklo. Zároveň je kabina velmi tichá s nízkou hladinou hluku, která dosahuje pouhých 69 dB. Důležitým prvkem je určitě sedadlo řidiče, které je zde nabízeno v nejvyšší výbavě s koženým čalouněním, vyhříváním a odvětráváním. Velkým pomocníkem pro obsluhu je určitě loketní opěrka Side Winder II. [16]

4.4 Fendt 824 Vario



Obrázek 9: Fendt 824 Vario [17]

Tento model spadá společně s dalšími třemi do řady Fendt Vario 800, kam patří modely výkonové třídy od 226 k do 287 k jmenovitého výkonu. Traktory vyššího výkonu již spadají do řady 900 Vario nebo ty největší do řady 1000 Vario. [17]

4.4.1 Motor

Traktor dosahuje vysokého tahového výkonu ve spojení s šestiválcovým motorem se zdvihovým objemem 6,06 litru, jenž je vyráběn značkou Deutz. O jemné rozptýlení paliva a jeho dokonalé spalování v prostoru motoru se starají vysoké vstřikovací tlaky, které dosahují hodnoty až 2000 barů. Vysoký výkon motoru umožňuje traktoru snížení otáček na 2100 ot/min, což přispívá k nižší spotřebě pohonných kapalin a taky nižší vnější úrovni hluku. Vyšší výkonnosti a hoření paliva přispívá také druhý mezichladič, jenž ochlazuje vzduch, který je předtlačován v turbodmychadle, ještě předtím, než je dále stlačen ve

vysokotlakém turbodmychadle. Motor též splňuje přísné emisní normy Stage IV, kterých je dosahováno díky systému následné úpravy výfukových plynů. [17]

4.4.2 Převodovka

Traktory řady Fendt 800 jsou vybaveny převodovkou s plynulou regulací rychlosti Vario ML 220, kdy si obsluha může zvolit zvlášť pojezdovou rychlost a zvlášť pracovní otáčky motoru. Jedná se o hydrostaticko-mechanické hnací ústrojí s děleným výkonem. Jednou z nejdůležitějších funkcí této převodovky je automatická regulace mezního zatížení 2.0, kdy je regulován poměr převodů v závislosti na rychlosti a požadavky na výkon za účelem udržení motoru ve stálých otáčkách a tím zajišťování nižší spotřeby paliva. Hodnota mezního tlaku zatížení má různé optimální hodnoty při různých pracích, například těžké práce na poli, práce s vývodovým hřídelem či doprava. Tu to hodnotu si traktor nastavuje sám automaticky, avšak je možné z pozice obsluhy si tuto hodnotu nastavit i ručně. [17]

4.4.3 Hydraulika

Hydraulický systém řady Fendt 800 je klasicky vybaven systémem Load Sensing s axiálním pístovým čerpadlem o maximálním průtoku 152 l/min, avšak na přání je možnost vybavit traktor čerpadlem o maximálním průtoku až 205 l/min. Na zadní tříbodový závěs lze připojit téměř jakékoliv nářadí, jelikož má vysokou zvedací sílu 11 319 kg. To samé platí o předním tříbodovém závěsu, jenž má maximální zvedací sílu 5 139 kg. Fendt nabízí dva elektrohydraulické okruhy vpředu a šest elektrohydraulických okruhů vzadu společně se systémem power beyond. Traktor lze též vybavit předním vývodovým hřídelem. [17]

4.4.4 Kabina

Kabina Fendt X5 nabízí velké pracovní místo o ploše 3,5 m² a panoramatický výhled do všech stran. Veškeré vibrace přenášené na kabinu jsou eliminovány pomocí vzduchových pružných prvků. V nejvyšší výbavě je nabízeno pneumaticky odpružené sedadlo s elektrickým nastavováním a vyhříváním, sedadlo může být potaženo kůží i společně s volantem. [17]

4.5 Case Puma 240



Obrázek 10: Case Puma 240 [18]

Řada Case Puma zahrnuje celkem devět modelů, které jsou rozděleny do dvou kategorií. Do kategorie „malá“ Puma (140–175 k) a do kategorie „velká“ Puma (185–240 k), kam spadá i autorem vybraným model, který je zároveň v této kategorii nejsilnější. [18]

4.5.1 Motor

Modely traktorů Case Puma jsou vybaveny šestiválcovými FPT motory o zdvihovém objemu 6,7 litru. O vstřikování paliva do prostoru motoru se zde starají vysokotlaké vstřikovače Common Rail. Hospodárnost motoru zajišťuje motorová brzda šetřící opotřebení brzd na traktoru, elektronický ventilátor s viskózní spojkou a reverzibilní ventilátor zvyšující úspory paliva. Motor splňuje velmi přísné emisní normy Stage V, a to díky inovativnímu řešení SCR. Plnit přísné normy emisí umožňuje modelům puma

vysoce účinná selektivní katalytická redukce Hi-e SCR2, díky níž nemusí traktor využívat recirkulaci výfukových plynů s externím chlazením EGR, filtr pevných částic PDF a stačí pouze jedno turbodmychadlo. [18]

4.5.2 Převodovka

Traktory řady „velká“ Puma jsou standardně dodávány s možností výběru mezi powershiftovou převodovkou Power Drive a plynulou převodovkou CVX Drive. Až na jediný model a tím je autorem vybraný Puma 240, jenž je dodáván pouze s plynulou převodovkou CVX Drive. Jedná se o hydromechanickou konstrukci se čtyřmi rozsahy, kdy v rozsahu jízdních rychlostí dosáhne převodovka čtyřikrát 100 % mechanického přenosu a tím maximálního tahového výkonu. Rychlostní rozsah je od 0,02 km/h až do 50 km/h, kterých je dosaženo při pouhých 1550 ot/min motoru, čímž se zvyšuje úspora paliva. Převodovka je opatřena systémem aktivní klidové regulace Active Hold Control, který brání ujetí traktoru na svahu bez nutnosti aktivovat brzdu. [18]

4.5.3 Hydraulika

Traktory Case Puma jsou standardně vybaveny výkonnými hydrogenerátory s maximálním průtokem až 170 l/min. Hydrauliku lze vybavit až pěti zadními vnějšími hydraulickými okruhy se systémem power beyond a load sensing, vpředu lze vybavit třemi vnějšími hydraulickými okruhy. Zároveň má traktor vysokou zvedací kapacitu – u zadního tříbodové závěsu je to 10 463 kg a u předního 5 129 kg. Traktor samozřejmě lze vybavit i předním vývodovým hřídelem. [18]

4.5.4 Kabina

Velkou předností kabiny traktorů Puma je vysoká viditelnost do všech stran a její prostornost. Lze si vybrat ze čtyř různých provedení kabiny, kdy nejvyšším stupněm je aktivní kožený komfort paket. Tato výbava obsahuje kožené sedadlo Grammer, aktivní pružení sedadla, natáčení do stran, vyhřívání a aktivní ventilaci, elektrické ovládání nebo kožený volant a koberec na podlaze. Velkým komfortem pro obsluhu je též multifunkční loketní opěrka Multicontroller, dotykovým displej AFS Pro 700 nebo digitální panel na pravém předním sloupku kabiny. v

4.6 Porovnání traktorů

V této části práce jsou porovnávány jednotlivé traktory dle předem zvolených parametrů. Cílem je získat výsledné pořadí traktorů od nejlepšího po nejhorší, a to dle získaných bodů určené metody. Tou je bodovací metoda, jenž byla vybrána z modelů pro vícekritériální rozhodování. Tato metoda byla vybrána, jelikož je velmi přehledná a jednoduchá.

Hlavním principem této metody je výběr technických parametrů daných traktorů, které jsou následně ohodnoceny určeným počtem bodů na stupnici od 1 do 10, kdy je číslem 0 ohodnocen nejméně preferovaný parametr a ten nejvíce preferovaný je ohodnocen číslem 10. Ale ne vždy to tak musí platit. Rozdělujeme totiž parametry dle povahy, ta může být minimální (nejvhodnější je kritérium s nejnižší hodnotou) a maximální (nejvhodnější je kritérium s nejvyšší hodnotou). Dalším a možná nejdůležitějším krokem je určení vah pro jednotlivá kritéria, ale zde se ukazuje jistá subjektivita této metody, jelikož každý autor má jiný názor na důležitost jistých parametrů. Váhy určitých parametrů jsou vypočteny dle níže zobrazené rovnice (b_j – součet všech bodů, jenž byl j -tému kritériu přidělen). [19]

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, 2, \dots, n$$

Zdroj: [19]

4.6.1 Vybrané parametry

Určitě není jednoduché vybrat ty správné parametry, aby hodnocení bylo co nejlepší a výsledky relevantní, proto se autor snažil vybrat dle jeho názoru nejdůležitější parametry pro porovnání vybraných traktorů. Nakonec bylo vybráno těchto 8 parametrů:

- Jmenovitý výkon (kW)
- Převýšení kroutícího momentu (%)
- Měrná spotřeba paliva (g/kWh)
- Maximální točivý moment (Nm)
- Poloměr otáčení (m)

- Maximální průtok hydraulického čerpadla (l/min)
- Nosnost zadního tříbodového závěsu (kg)
- Cena bez DPH (Kč)

Parametr	Povaha	Body preference	Váha
Jmenovitý výkon	max	8	0,15
Převýšení kroutícího momentu	max	8	0,15
Měrná spotřeba paliva	min	9	0,17
Maximální točivý moment	max	7	0,13
Poloměr otáčení	min	5	0,11
Maximální průtok hydraulického čerpadla	max	6	0,09
Nosnost zadního tříbodového závěsu	max	6	0,09
Cena bez DPH	min	5	0,11
Celkem		54	1

Tabulka 1: Parametr, povaha, body preference, váha

V tabulce číslo 1 je každému parametru, který je zkoumaný přiřazena jeho povaha. To lze vidět právě ve sloupci povaha, zda je parametr preferován jako maximální nebo minimální. V třetím sloupci tabulky jsou zobrazeny preference, to je údaj, který je subjektivně určen autorem. Jako parametr s nejvyšší preferencí je zvolena měrná spotřeba paliva, což je určitě důležitý ukazatel pro kohokoliv při koupi nového traktoru. Jelikož se pohybujeme ve výkonové kategorii, kde je velmi důležitý tahový výkon a těžká práce na poli, tak jsou určitě dalšími důležitými parametry jmenovitý výkon a převýšení kroutícího momentu traktoru, proto tyto parametry získaly 8 bodů preference. Další parametr, maximální točivý moment, úzce souvisí s tím, co bylo vysvětleno u předchozích dvou, a tudíž získal téměř shodné body – konkrétně 7 bodů preference. U dalších parametrů jako je nosnost zadního tříbodového závěsu a výkon hydraulického čerpadla byly sníženy bodové preference z důvodu, že se pohybujeme v třídě traktorů s vysokým výkonem a je předpokládáno, že každý traktor v této kategorii splňuje obecné nároky pro připojení a provoz jemu úměrného nářadí. Poloměr otáčení získal snížené preference, jelikož

traktory této kategorie se většinou pohybují v dopravě či těžších takových prací a z toho důvodu není nutnost se často otáčet na malém prostoru. Parametr cena má též nízké body preference, a to z důvodu stupně výbavy jednotlivých traktorů, jelikož nikdy nelze dosáhnout naprosté shody v jejich výbavě.

Parametr	Jednotka	John Deere	Claas	New Holland	Fendt	Case
Jmenovitý výkon	kW	184	184	177	181	177
Převýšení kroutícího momentu	Nm	48,5	41,2	44	37,3	38
Měrná spotřeba paliva	g/kWh	231	226	236	243	252
Maximální točivý moment	Nm	1 212	1 132	1 100	1 054	1 100
Poloměr otáčení	m	6,32	5,31	6,1	5,4	6,1
Maximální průtok hydraulického čerpadla	l/min	160	205	170	205	170
Nosnost zadního třibodového závěsu	kg	10 400	10 200	10 463	11 319	10 463
Cena bez DPH	tis. Kč	4 950	4 350	4 125	5 130	4 872

Tabulka 2: Parametry vybraných traktorů [14] [15] [16] [17] [18] [20] [21]

Druhá tabulka nám již ukazuje souhrn všech vyplněných hodnot zkoumaných parametrů daných zástupců. Hodnoty byly čerpány webových stránek výrobců, popřípadě zastupujících prodejců, kde jsou volně zpřístupněny brožury ke konkrétním traktorům. Kvůli některým hodnotám však bylo nutné kontaktovat prodejce osobně, jelikož jsou sdělovány pouze na dotaz. Konkrétně jde o cenu traktoru, kdy bylo zapotřebí se domluvit na konkrétní výbavě a konfiguraci traktoru, aby bylo možno určit cenu.

Parametr	John Deere	Claas	New Holland	Fendt	Case	Váha
Jmenovitý výkon	10	10	8	9	8	0,15
Převýšení kroučícího momentu	10	8	9	6	7	0,15
Měrná spotřeba paliva	9	10	8	7	6	0,17
Maximální točivý moment	10	9	8	7	8	0,13
Poloměr otáčení	7	10	8	9	8	0,11
Maximální průtok hydraulického čerpadla	8	10	9	10	9	0,09
Nosnost zadního třibodového závěsu	9	8	9	10	9	0,09
Cena bez DPH	7	9	10	6	8	0,11
Celkové body	8,9	9,28	8,55	7,8	7,69	1
Pořadí	2	1	3	4	5	

Tabulka 3: Celkové body, výsledné pořadí

4.6.2 Vyhodnocení výsledků

Z tabulky číslo 3 nám vzešly konečné výsledky a pořadí porovnávaných traktorů. Vliv na hodnocení má určitě i autorův subjektivní názor, který zde musíme vzít v potaz. Ač se může výsledek zdát kontroverzní, tak postup i přiřazení bodů a jejich vah proběhlo dle nejlepšího uvážení autora. Je téměř jisté, že pokud by tuto práci vytvořil jiný autor, výsledky by byly jiné. Avšak také každá společnost, či soukromý kupující traktoru má jiné požadavky a preference na parametry. Zároveň nepřesnost výsledku může být ovlivněna nepřesností hodnot některých parametrů získaných od prodejců či dohledaných na webových stránkách. Příkladem může být pořizovací cena, kdy je téměř nemožné se u všech prodejců sejít s naprosto jednotnou výbavu tak, aby mělo porovnání jednotlivých cen co nejvíce vypovídající hodnotu.

Výsledného počtu bodů u jednotlivých traktorů bylo dosaženo součinem bodů každého parametru s jeho váhou. Zde pro příklad názorný výpočet bodů traktoru John Deere 6R 250:

$$10 * 0,15 + 10 * 0,15 + 9 * 0,17 + 10 * 0,13 + 7 * 0,11 + 8 * 0,09 + 9 * 0,09 + 7 * 0,11 \\ = 8,9$$

První místo obsadil traktor Claas Axion 850, jenž získal 9,28 bodu. Základem úspěchu tohoto traktoru bylo hlavně to, že u žádného parametru nedosáhl méně než osm bodů a zároveň získal maximální počet bodů u dvou ze tří parametrů s nejvyšší váhou. Těmi byla měrná spotřeba paliva, jakožto parametr s nejvyšší váhou, a jmenovitý výkon traktoru. Zároveň získal maximální počet bodů s dalšími svými parametry s nižší váhou.

Na druhé pozici se umístil traktor John Deere 6R 250 se ziskem 8,9 bodu. Tento traktor získal nejvyšší možný počet bodů za parametry jmenovitého výkonu, převýšení krouticího momentu a maximálního krouticího momentu. Naopak nízké bodové hodnoty za parametry poloměru otáčení a pořizovací ceny.

Třetí místo obsadil New Holland T7.260 s výslednou hodnotou 8,55 bodu, jenž získal nejvyšší možný počet bodů za pořizovací cenu. Vysoký počet získal též za parametr převýšení krouticího momentu, naopak nižší body získal za poloměr otáčení či maximální točivý moment.

Následuje Fendt 824 Vario s počtem 7,8 bodu. Tento traktor získal nejvyšší body za maximální průtok hydraulického čerpadla a za nosnost zadního třibodového závěsu, avšak bohužel to jsou dva parametry s nejnižší váhou. Naopak nízké bodové hodnoty dosáhl v parametrech pořizovací ceny a převýšení krouticího momentu.

Poslední místo připadlo traktoru Case Puma 240, jenž získal 7,69 bodu. Hlavním důvodem jeho neúspěchu a špatného umístění je to, že nedokázal v žádném parametru získat maximální počet bodů. Nejvyšších bodů dosáhl bohužel u parametrů s nejnižší váhou (maximální průtok hydraulického čerpadla a nosnost zadního třibodového závěsu). Nejnižší známku získal za měrnou spotřebu paliva, což byl parametr s nejvyšší váhou.

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat pět autorem vybraných traktorů výkonové třídy 150 až 200 kW od různých výrobců dle subjektivně zvolených parametrů. Pro zvolení nejvíce vyhovujícího traktoru byla autorem vybrána metoda pro vícekriteriální rozhodování, konkrétně v tomto případě bodovací metoda. V první části práce pojednává o historii traktoru jako takového, ale i o historii a vývoji konkrétních značek obsažených v této práci. Poté jsou představeny konkrétní komponenty traktoru, popsány jejich konstrukce a funkce. Popsán byl motor, převodová ústrojí, podvozek, kabina či elektrohydraulické systémy traktoru. Po seznámení se s touto základní problematikou moderních traktorů se práce ubírá k druhé části. V té jsou čtenáři představeni jednotliví zástupci vybraných firem – John Deere, Claas, New Holland, Fendt a Case. Po jejich představení jsou autorem vybrány parametry, jejich povaha, váha důležitosti či bodová preference. Na základě těchto parametrů jsou mezi sebou traktory porovnány a vzejde jejich výsledné pořadí.

Po výsledném porovnání získal nejvíce bodů, a tudíž první místo mezi pěti porovnávanými traktory Claas Axion 850. Největší příčinou tohoto vítězství Claasu je získání nejvyššího možného počtu bodů ve čtyřech z osmi celkových parametrů. Jedním z nejdůležitějších ukazatelů u tohoto traktoru je rozhodně nejnižší měrná spotřeba paliva. Druhé místo obsadil John Deere 6R 250, který nejvíce vynikal výkonem a maximálním točivým momentem. Třetí příčku obsadil New Holland T7.260, jenž sice má ze všech modelů nejnižší pořizovací cenu, avšak v ostatních parametrech se drží v průměru. Dalším traktorem je Fendt 824 Vario, který vyniká vysokým průtokem hydraulického čerpadla a nosností zadního tříbodového závěsu, ale naopak je nejdražším ze všech porovnávaných traktorů. Poslední místo patří traktoru Case Puma 240, jelikož získal nejvíce bodů v parametrech s nejnižší vahou. Navíc získal nemenší možný počet bodů u měrné spotřeby paliva, což je parametr s nejvyšší vahou.

Seznam použité literatury

- [1] BAUER, František. *Traktory a jejich využití*. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [2] KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [3] 1000 traktorů: dějiny, klasika, technika. V Praze: Knižní klub, 2006. ISBN 80-242-1601-9.
- [4] *Historie New Holland* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.tractorjunction.com/blog/new-holland-tractor-history-since-1895-infographic/>
- [5] *Historie Claas* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: [4] <https://www.claas-group.com/the-group/history/company-history/company-history>
- [6] *Historie Fendt* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/za-traktory-fendt/>
- [7] *Historie Case* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <http://www.agrisystem.cz/o-nas-o-znacce-case-ih>
- [8] *Historie John Deere* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <http://rozhledy2010.blogspot.com/2018/03/pred-100-lety-zacala-historie-traktoru.html>
- [9] *Historie Fendt* [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://www.fendt.com/int/fendt-company/history>
- [10] *Turbodmychadlo* [online]. [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: http://www.omska.cz/Soubory/termodynamika/2_TD_zakon.html
- [11] *Motor John Deere* [online]. [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.deere.com/en/industrial-engines/final-tier-4-stage-v/6068ci550/>
- [12] *Převodovka Autopowr* [online]. [cit. 2022-03-17]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-7r-2021-d94504.html>
- [13] *Piton fix - K80* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.agrozet.cz/e-shop/zaves-posuvny-k80-na-cepy-nizky-w-330-32-25-s-4000kg-d58449.html?gclid=CjwKCAjwxOCRBhA8EiwA0X8hi6xd8vEpXgILO1C-3d0HQgMkqa3l-5LFISVyQM-uVAyqCTyLqMa9cRoC-k4QAvD_BwE

- [14] *John Deere 6R 250* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z:
<https://www.deere.cz/cs/traktory/stredni/rada-6r/>
- [15] *Claas Axion 850* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z:
<https://www.claas.cz/produkty/traktory/axion800>
- [16] *New Holland T7.260* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z:
<https://www.eagrotec.cz/products/traktory/t7-heavy-duty-tier4b>
- [17] *Fendt 824 Vario* [online]. [cit. 2022-03-21]. Dostupné z:
<https://www.agromex.cz/stroje/fendt>
- [18] *Case Puma 240* [online]. [cit. 2022-03-22]. Dostupné z:
<https://www.agrics.cz/produkty/traktory-case-ih/puma-afs-connect>
- [19] BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [20] *Zkušebna DLG* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z:
<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/suche-nach-pruefberichten/?page=1>
- [21] *Zkušebna Nebraska* [online]. [cit. 2022-03-23]. Dostupné z:
<https://tractortestlab.unl.edu/test-page-nttl>

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Historický traktor Fendt	5
Obrázek 2: Motor John Deere	6
Obrázek 3: Turbodmychadlo	9
Obrázek 4: Převodovka AutoPowr.....	13
Obrázek 5: Piton Fix (koule).....	17
Obrázek 6: John Deere 6R250	19
Obrázek 7: Claas Axion 850	21
Obrázek 8: New Holland T7.260	23
Obrázek 9: Fendt 824 Vario	25
Obrázek 10: Case Puma 240.....	27

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Parametr, povaha, body preference, váha	30
Tabulka 2: Parametry vybraných traktorů.....	31
Tabulka 3: Celkové body, výsledné pořadí	32