

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra využití strojů**



**Bakalářská práce**

**Porovnání traktorů výkonové třídy nad 200 kW**

**Michal Dvořák**

© 2022 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## Zadání bakalářské práce

Michal Dvořák

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

### **Porovnání traktorů výkonové třídy nad 200 kW**

Název anglicky

### **Comparison of tractors of power range over 200 kW**

---

#### **Cíle práce**

Porovnání traktorů výkonové třídy nad 200 kW (např. JD Deere, Deutz, New Holland a Case), podle zvolených technických, ekonomických a exploatačních parametrů.

#### **Metodika**

Metody analýzy současného stavu. Metody porovnání z hlediska technických, ekonomických a exploatačních ukazatelů (měrná spotřeba paliva, převýšení točivého momentu, tahová účinnost atp.).

# Doporučený rozsah práce

cca. 35 stran

## Klíčová slova

technické parametry, traktor, metody porovnání

---

## Doporučené zdroje informací

- ABRHAM, Z. *Náklady na provoz zemědělských strojů*. V Praze: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1998. ISBN 80-7105-169-1.
- BAUER, F. *Traktory*. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- 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.
- 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.
- 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

## Konzultant

Ing. Václav Novák

Elektronicky schváleno dne 7. 12. 2020

**doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Porovnání traktorů výkonové třídy nad 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 26.3.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Petru Šařci, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, dále Ing. Václavu Novákovi za cenné rady a konzultace a v neposlední řadě mé rodině, blízkým a přátelům, kteří mi byli oporou.

# Porovnání traktorů výkonové třídy nad 200 kW

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá srovnáním traktorů aktuální tržní nabídky v České republice dle určených parametrů a skládá se z teoretické části, praktické části a konečného shrnutí. První část práce je krátce věnována historii traktorů jako takových a popisu konstrukcí a technologií, které se využívají při výrobním procesu traktorů. Druhá, praktická část, je určena pro bližší specifikaci celkově pěti kolových traktorů nacházejících se ve výkonové třídě nad 200 kW, které autor srovnává dle stanovených parametrů. Součástí praktické části je také specifikace podniku, pro který autor traktory porovnává. V poslední části se nachází celkové shrnutí výsledků a závěr.

**Klíčová slova:** technické parametry; traktor; metody porovnání; převodovka; hydraulika; kabina; motor

# **Comparison of tractors of power range over 200 kW**

## **Abstract**

The aim of this bachelor's thesis is to compare actual market supply of tractors in Czech republic in accordance with selected parameters. The thesis consists of theoretical knowledge part, practical part and final summary. The first part of the thesis revolves briefly around history of tractors and a description of its framework and technologies used while manufacturing them. The second, practical part, specifies more closely five wheel type tractors with engine power exceeding 200 kW, which the author compares in conformity with predetermined parameters. Further specification of the company, for which the comparison of tractors is made, belongs to the practical part as well. Final part consists of overall outcome summary and thesis conclusion.

**Keywords:** technical parameters; tractor; comparison methods; transmission; hydraulics; cab; engine



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
2.1 Použité metody.....	2
<b>3 Traktory.....</b>	<b>3</b>
3.1 Historie traktorů.....	3
<b>4 Konstrukce podvozku.....</b>	<b>4</b>
4.1 Bezrámová konstrukce.....	4
4.2 Polo-rámová konstrukce.....	5
4.3 Rámová konstrukce.....	5
<b>5 Motor.....</b>	<b>6</b>
5.1 Požadavky na traktorový motor.....	8
5.2 Palivová soustava u vznětových motorů.....	8
5.3 Typy palivových soustav.....	8
5.3.1 Common Rail.....	9
5.4 Přepínání vznětového motoru.....	10
5.5 Chladicí soustava.....	10
5.6 Měření parametrů traktorových motorů.....	12
5.7 Navyšování výkonu motoru.....	12
5.8 Emise traktorových motorů.....	12
5.8.1 Filtry pevných částic.....	13
5.8.2 Selektivní katalýza.....	13
5.9 Charakteristika motorů.....	14
5.9.1 Jmenovitá otáčková charakteristika.....	15
5.9.2 Celková otáčková charakteristika.....	15
<b>6 Převodová ústrojí.....</b>	<b>15</b>
6.1 Pojezdové spojky.....	15
6.2 Hydrodynamická spojka.....	16
6.3 Lamelová spojka.....	16
6.4 Reverzace traktorových převodovek.....	16
6.5 Mechanické převody.....	17
6.6 Hydrodynamické převodovky.....	17
6.7 Hydrostatické převodovky.....	17
<b>7 Porovnávání traktory.....</b>	<b>18</b>
7.1 New Holland T8 410 AC Elite.....	18

7.1.1	Motor.....	18
7.1.2	Převodovka.....	19
7.1.3	Hydraulika.....	19
7.1.4	Kabina .....	19
7.2	John Deere 8340R .....	20
7.2.1	Motor.....	21
7.2.2	Převodovka.....	21
7.2.3	Hydraulika.....	21
7.2.4	Kabina .....	22
7.3	Massey Ferguson MF 8737 .....	23
7.3.1	Motor.....	23
7.3.2	Převodovka.....	24
7.3.3	Hydraulika.....	24
7.3.4	Kabina .....	24
7.4	Fendt 936 Vario.....	25
7.4.1	Motor.....	26
7.4.2	Převodovka.....	26
7.4.3	Hydraulika.....	26
7.4.4	Kabina .....	26
7.5	Claas Axion 940 .....	28
7.5.1	Motor.....	28
7.5.2	Převodovka.....	28
7.5.3	Hydraulika.....	29
7.5.4	Kabina .....	29
<b>8</b>	<b>Vlastní porovnání .....</b>	<b>30</b>
8.1	Získání informací.....	30
8.2	Specifikace podniku .....	31
8.3	Hodnocení parametrů .....	32
<b>9</b>	<b>Shrnutí a závěr.....</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>36</b>

# 1 Úvod

Současná doba dává možnost výběru z nepřehledného množství typů, druhů, barev a provedení výrobků. Ať už se jedná o drobné zboží každodenní potřeby anebo o velké nákladné věci, které si člověk pořizuje za účelem podnikání na mnoho let. V některých případech se může zdát, že výběr z mnoha variant je spíše na škodu, avšak u traktorů to tak být nemusí. Požadavky zákazníků, v tomto případě hlavně zemědělců, jsou velmi podobné a zároveň specifické. Většina výrobců má proto snahu nastavit svou nabídku tak, aby u nich každý potenciální zákazník mohl najít přesně to, co hledá.

Aktuální nabídka na trhu traktorů nejen v České republice ale i v Evropě a ve světě je velmi rozsáhlá, tudíž je zřejmé, že vybrat mezi všemi možnostmi tu ideální variantu není jednoduché. Autor se dané problematice rozhodl věnovat v této bakalářské práci a zaměřil se na užší skupinu traktorů, a to ve výkonové třídě nad 200 kW.

Prvotní plán byl porovnat pět nejprodávanějších značek traktorů v České republice a vytvořit tím obecný přehled o tom, jakým způsobem a s jakým účinkem jednotlivé značky vyrábí své produkty. V průběhu psaní této práce oslovil autor zemědělský podnik, s nímž se domluvil na pěti modelech traktorů, u kterých podnik zvažuje jejich pořízení. Konečné srovnání tedy může posloužit zmíněnému podniku jako pomůcka při rozhodování.

Začátek této práce je věnován konstrukčnímu řešení traktorů a jednotlivým technologiím, které jsou při výrobě traktorů používány, aby si i člověk, který se o podobná témata nezajímá, dokázal vytvořit určitý obraz.

Další část je věnována představení pěti značek a jejich modelů, které byly pro porovnání vybrány, informacím o tom, jakým způsobem byly získávány jednotlivé údaje a pro jaký zemědělský podnik jsou traktory porovnávány. Následuje samotné porovnání jednotlivých modelů pomocí bodovací metody s váhami jednotlivých kritérií, díky níž bylo možné zohlednit kritéria, která zemědělský podnik preferuje více a která méně.

Nákup takto výkonného stroje není levná záležitost, a proto je velice žádoucí, si pečlivě promyslet nejen finanční možnosti vzhledem k návratnosti a údržbě, ale také způsob a četnost používání stroje. Autor pevně věří, že výše zmíněný podnik všechny podobné faktory zvážil a tato práce mu pomůže ke správnému rozhodnutí

## 2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je porovnat kolové traktory výkonové třídy nad 200 kW podle předem stanovených kritérií, které odpovídají jednotlivým technickým parametrům.

### 2.1 Použité metody

V rámci této práce bylo rozhodnuto pro bodovací metodu s váhami jednotlivých kritérií z důvodu její univerzálnosti a přizpůsobivosti jednotlivým aspektům porovnávaných strojů. Každý může při rozhodování nastavit vlastní bodovou škálu, podle které se bude na konci srovnání řídit a stanovit váhu kritérií. Metoda je v jádru jednoduchá, avšak vypovídající, a proto ji může použít víceméně každý, kdo se potřebuje rozhodnout podle více kritérií, z nichž každé je jinak důležité. Pro tuto práci bude použita bodová škála od 1 do 100. Dle významnosti se oboduje každé kritérium příslušným počtem bodů (více bodů = lepší hodnota). Poté se u každé varianty vynásobí udělený počet bodů váhou daného kritéria. Po sečtení těchto násobků vyjdou hodnoty, které ukáží, celkový počet získaných bodů srovnávaných strojů [1].

Porovnávaná kritéria a jejich samotná důležitost byla stanovena pomocí dotazníku, který byl předložen k vyplnění majiteli zemědělského podniku, který se aktuálně rozhoduje o nákupu jednoho z porovnávaných strojů. Kritéria jsou bodově ohodnocena dle maximalizačního či minimalizačního charakteru podle toho, co je u každého z nich žádoucí.

To znamená:

- Cena = minimalizační
- Servisní zastoupení v ČR = maximalizační
- Měrná spotřeba paliva = minimalizační
- Záruka = maximalizační
- Maximální výkon = maximalizační
- Průtok čerpadla = maximalizační
- Hmotnost = minimalizační
- Pracovní tlak = maximalizační
- Palivová nádrž = maximalizační
- Maximální rychlost = maximalizační
- Cena servisní hodiny = minimalizační

## 3 Traktory

Traktory jsou univerzální motorové stroje vybavené koly nebo pásy, jejichž konstrukce umožňuje tahat, tlačit či pohánět určité nářadí nebo připojená vozidla [2]. Právě všestranná možnost využití staví traktory mezi téměř nepostradatelné prvky každého zemědělského podniku, a právě tam se ve velké míře objevují traktory kolové[3].

V současné době dokážou kolové traktory při velkoobjemové přepravě dosáhnout jezdové rychlosti 30 až 40 km·h<sup>-1</sup>. Pokud jsou splněny další požadavky na odpružení, tlumení, brzdění, říditelnost a stabilitu, může být rychlost i 60 km·h<sup>-1</sup> [4].

### 3.1 Historie traktorů

Jedním ze základních prvků motorizované mechanizace byl, podobně jako v jiných průmyslových sektorech, vynález parního stroje [5].

S počátkem vývoje mobilních motorů se objevily snahy o sestavení stroje s vlastním pohonem. Tyto pokusy se ovšem ne vždy setkaly s úspěchem. V roce 1859 upravil britský inženýr Thomas Aveling do samohybné verze namísto tažení koňmi stroj Clayton & Shuttleworth. Konstrukce tohoto stroje alespoň vzdáleně připomínala traktory dnešní doby [5]. Vůbec první stroj, který byl opatřen spalovacím motorem se zrodil v USA. Stalo se tak v roce 1892 a konstruktérem tohoto vozidla byl John Froelich. Stroj osadil benzinovým motorem od firmy Van Duzen Gas and Gasoline Engine Co. Ze společnosti Waterloo Gasoline Traction Engine Company, která patřila výše zmíněnému Johnu Froelichovi se později stává firma John Deere Tractor Company [6].

S ohledem na současný stav poznání a technologického vývoje lze u traktorů v současné době pozorovat nejen mnoho moderních technologií, zajímavých konstrukčních řešení, ale také dochází k značnému zvyšování výkonů těchto strojů. Bakalářská práce reaguje na tuto skutečnost a zabývá se stroji ve výkonové kategorii nad 200 kW, která se řadí mezi jedny z nejvýkonnějších.

## 4 Konstrukce podvozku

Jako hlavní a nosnou část traktoru je třeba zmínit podvozek [7]. Většina dříve vyrobených traktorů používá bezrámovou konstrukci, u níž je každý jednotlivý díl celek, který se montuje pouze k sobě, bez použití nosného rámu [3].

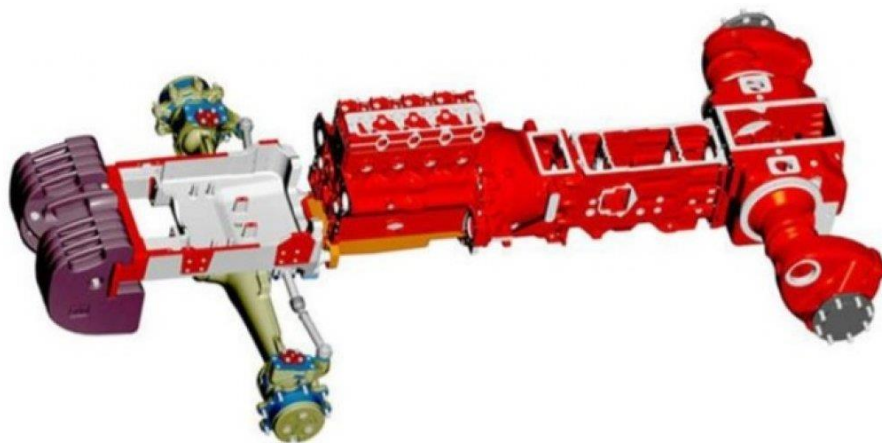
Vzhledem k novým technologiím a k tendenci zvýšit pohodlí při řízení nyní používají některé firmy pro výrobu traktorů podvozek polo-rámový. Ovšem největší zastoupení má mezi kolovými traktory konstrukce rámová [5].

### 4.1 Bezrámová konstrukce

Samonosné bezrámové konstrukce tvoří podvozky zejména u traktorů nižšího výkonu. Jednotlivé prvky (motor, převodovka, skříň koncových převodů) jsou spojeny v jeden celek a vzniká tak nosná konstrukce traktoru. Dostatečným dimenzováním každé části strojní skupiny se předchází možné deformaci při jízdě v terénu a při zatížení přípojným nářadím [3].

Výhodou tohoto řešení je nižší pořizovací cena, kterou má za následek absence rámu [7]. Mezi nevýhody této konstrukce se řadí velká hmotnost každé skupiny, špatné rozložení hmotnosti či nesnadný přístup k ostatním prvkům při opravách [3]. Detail konstrukce níže na Obrázku 1.

*Obrázek 1 Vizualizace bezrámové konstrukce*

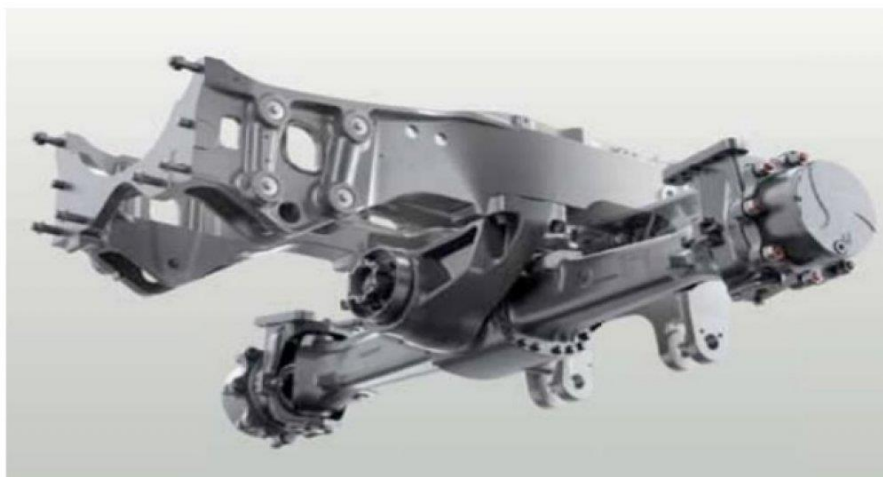


Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/04/1024x800-fit/bezramova-konstrukce-zetor.jpg>

## 4.2 Polo-rámová konstrukce

Částečně řeší nedostatky bezrámové konstrukce polo-rámová konstrukce. U té je rám nesoucí několik strojních skupin (motor a převodovku) upevněn k zadní nápravě s rozvodovkou. To má za následek snížení hmotnosti, jelikož převodovka a skříň motoru nemusí být dimenzovány pro nosnou funkci [3]. Vzhledem k požadovanému rozložení hmotnosti je možné zvolit vhodné umístění v rámu, čímž se kladně ovlivní trakční vlastnosti traktoru. Polo-rám také umožňuje upevnění předního hydraulického závěsu, který disponuje větší nosností [7]. Vizualizace konstrukce na Obrázku 2.

*Obrázek 2 Vizualizace polo-rámové konstrukce*



Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/04/1024x800-fit/poloramova-konstrukce-fendt.jpg>

## 4.3 Rámová konstrukce

Rámové konstrukce podvozku se stále častěji používají u kolových traktorů vyšších výkonové třídy. Použití této konstrukce zvyšuje zatížení, kterým působí nářadí na přední a zadní hydraulické závěsy [3]. Skříň motorů a převodů již nefungují jako nosné části. Tuto funkci přebírá rám, který je většinou svařen ze „Z“ profilů, díky kterým lépe odolává kroucení [8].

Jiné umístění, dříve nosných součástí, v rámu má za následek lepší rozložení hmotnosti a kladný vliv na trakční vlastnosti traktoru [3]. Viz Obrázek 3.

*Obrázek 3 Vizualizace rámové konstrukce*



Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/04/1024x800-fit/ramova-konstrukce-fastrac.jpg>

## 5 Motor

Od svého objevu jsou spalovací motory v hledáčku konstruktérů, což jim umožňuje přizpůsobit se novým trendům vyplývajícím z rostoucích požadavků uživatelů a mezinárodních norem, které omezují negativní dopad provozu motoru na životní prostředí [8].

Aktuálně se u traktorů nejčastěji používá čtyřdobý vznětový motor, vodou chlazený [4]. Hlavní snahou výrobců vznětových motorů, které jsou používány ve všech moderních traktorech, je vyrobit výkonný a zároveň energeticky úsporný motor, který bude možné použít nejenom na jeden typ, ale rovnou na celé modelové řadě [9]. V ideálním případě se může stát základním stavebním kamenem koncepce výrobního programu i pro jiné mobilní energetické prostředky [8].



Co se modernizace týče, je největší snaha hlavně v části pro přípravu palivové směsi, aplikaci elektroniky a také v řízení a ovládání motoru. Díky elektronickým snímačům a akčním členům lze docílit stálé kontroly a regulace motoru a zároveň propojit řízení motoru s dalšími skupinami, např. s podvozkem, převodovým ústrojím a připojenými stroji. Změny jsou zaměřeny na snížení spotřeby paliva, příkonu, tepelného namáhání, opotřebení, emisí a požadavků na údržbu [8].

V palivové soustavě se, díky zavedení elektroniky do motorů, začal používat vstříkovací systém paliva s tlakovým zásobníkem Common Rail (CR) [9]. Na Obrázku 4 je možné vidět průřez vznětového motoru, který používá ve svých traktorech firma John Deere.

*Obrázek 4 Vizualizace motor PowerTech plus 9.0L (John Deere)*



**Zdroj:** [http://salesmanual.deere.com/sales/salesmanual/images/NA/tractors/8030/133614\\_9l\\_engine1.jpg](http://salesmanual.deere.com/sales/salesmanual/images/NA/tractors/8030/133614_9l_engine1.jpg)

## 5.1 Požadavky na traktorový motor

V Tabulce 1 je možné vidět obecné požadavky dle světového trendu. Kromě nich existují ještě požadavky speciální, které vycházejí z podmínek pro provoz motoru [8].

*Tabulka 1 Obecné požadavky na spalovací motor podle různých hledisek*

<b>Legislativa</b>	<b>Zákazník</b>	<b>Výrobce</b>
výfukové emise	spotřeba paliva	nenáročnost výroby
spotřeba paliva a emise CO <sub>2</sub>	životnost	kvalita
hluk	výkon	výrobní náklady
recyklovatelnost	spolehlivost	zisk
bezpečnost	údržba	trh a konkurence
	cena	sériovost výroby

**Zdroj:** František Bauer a kolektiv. Traktory a jejich využití

## 5.2 Palivová soustava u vznětových motorů

Palivová soustava je složena z nízkotlaké a vysokotlaké sekce. Nízkotlaká sekce má na starost dopravu z nádrže skrz čistič k vysokotlaké sekci. Vedle dopravy paliva je další funkcí nízkotlaké části chlazení vstřikovacího čerpadla. Vytvoření vysokého tlaku paliva, jeho dopravu ke vstřikovačům a dávkování pomocí trysky do prostoru spalování zajišťuje vysokotlaká část. Díky palivové soustavě je možné zajistit dodávku shodného stejného paliva do všech válců v určitém okamžiku a v určitém množství. Do válce je potřeba dodat palivo s velkou přesností a v některých situacích to může být i prostřednictvím několika samostatných vstřiků. Průběh spalování ve válci je závislý právě na funkci palivové soustavy. Podle toho jsou také určeny dosahované parametry a s tím související ekonomika práce motoru [8].

## 5.3 Typy palivových soustav

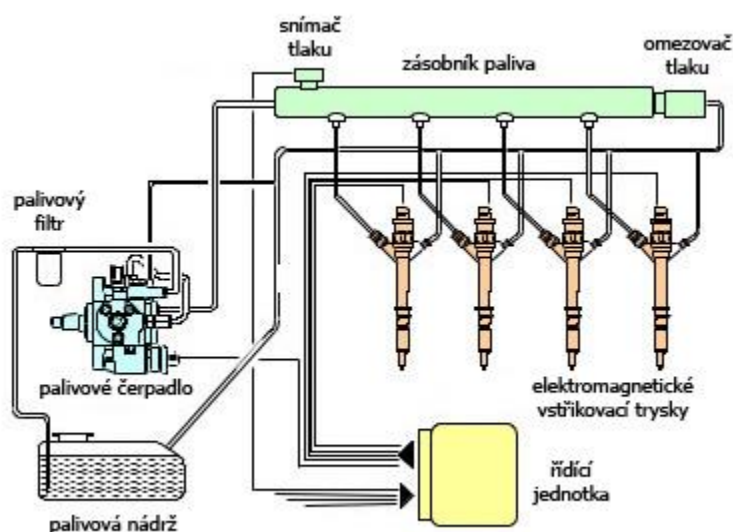
- Palivová soustava s řadovým vstřikovacím čerpadlem
- Palivová soustava s rotačním vstřikovacím čerpadlem
- Palivová soustava se sdruženou vstřikovací jednotkou (čerpadlo – tryska)
- Palivová soustava se sdruženým vstřikovacím systémem (čerpadlo – potrubí – tryska)
- Palivová soustava s tlakovým zásobníkem

### 5.3.1 Common Rail

System Common Rail (Obrázek 5), je aktuálně jeden z nejvíce používaných systémů přímého vysokotlakého vstřikování paliva u vznětových motorů [10].

U tohoto vstřikovacího systému je hlavním rozdílem oproti ostatním typům vstřikování fakt, že vytváření tlaku je odděleno od vstřikování paliva a palivové potrubí, je společné pro všechny válce [8, 10]. Pomocí vysokotlakého čerpadla je palivo dopravováno do zásobníku, tlak uvnitř závisí na typu a provedení, ale přibližná hodnota je 200 MPa. Ze zásobníku se palivo rozvede ke každému vstřikovači a celý proces vstřikování je závislý na elektromagnetických ventilech ve vstřikovačích. Díky programu řídicí jednotky je poté palivo přesně dávkováno dle zatížení motoru. Před hlavním vstřikem paliva proběhne ještě tzv. „předvstřik“ malého množství paliva [10].

Obrázek 5 Schéma systému Common-Rail

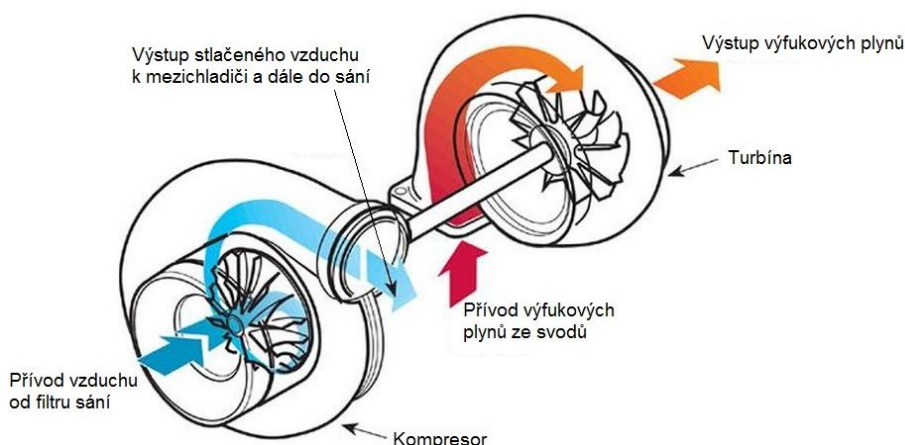


Zdroj: [https://www.autolexicon.net/obr\\_clanky/cs\\_common\\_rail\\_002.jpg](https://www.autolexicon.net/obr_clanky/cs_common_rail_002.jpg)

## 5.4 Přepřívání vznětového motoru

Nejčastější způsob přepřívání u traktorových motorů je pomocí turbodmychadla. To je složeno z turbíny a dmychadla a tyto části jsou spojeny hřídelem, který je uložený v ložiscích uvnitř tělesa turbíny, schéma a princip turbodmychadla je vidět na Obrázku 6. Energie, která opouští spalovací prostor válce, je částečně využita pro roztočení turbíny a dmychadlo poskytuje čerstvý vzduch pro plnění válců. Hodnota otáček turbodmychadla dosahuje až  $120\,000\text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$  [8].

Obrázek 6 Schéma proudění vzduchu v turbodmychadle



Zdroj: [https://www.autoforum.cz/tmp/magazin/pt/proc\\_dochlazovat\\_turbo\\_ilu\\_02.jpg](https://www.autoforum.cz/tmp/magazin/pt/proc_dochlazovat_turbo_ilu_02.jpg)

## 5.5 Chladicí soustava

Této kapitole je věnována větší část práce, jelikož chladicí soustava je pro vývoj moderních motorů pro traktory přinejmenším stejně důležitá, jako soustava palivová [11]. Pro efektivní využití traktorů v provozu je nutné udržovat teplotu na určité hodnotě v řadě funkčních systémů, ve kterých hraje důležitou roli chladič [12]. Chlazení je ve spalovacím motoru zajištěno z mnoha důvodů a jedním z nich je extrémně vysoká teplota spalujících se plynů, která ve válci dosahuje  $1500$  až  $2000^{\circ}\text{C}$ .

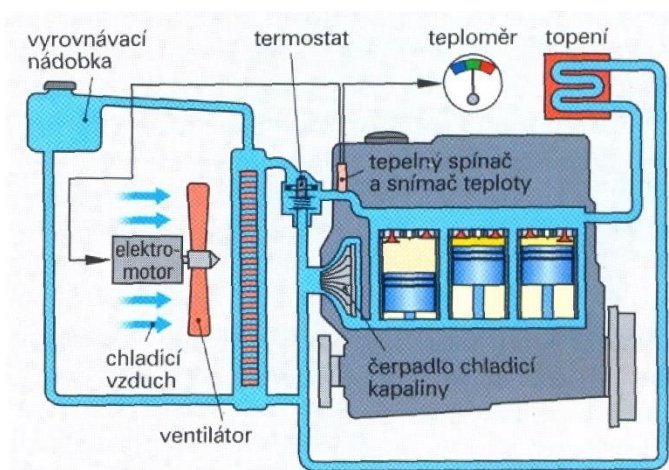
Hlavním úkolem chladicí soustavy je tedy především:

- udržování přípustné teploty v místech s nejvyšším tepelným namáháním (vločky válců, písty, hlava válců, ventily),
- odvod tepla z plnicího vzduchu u přepřňovaných motorů, hydraulického oleje, mazacího oleje, paliva, chladicí kapaliny apod.,
- rychlé zajištění provozní teploty při ohřevu motoru [8].

Důležitým kritériem, které je třeba vzít v úvahu při návrhu chladicího systému, je proudění vzduchu pod kapotou skrz chladicí komponenty, což případně ovlivňuje výkon celého systému v případě omezení nebo recirkulace kvůli geometrii a umístění komponent a vzhledem k neustále se zvyšující energetické náročnosti traktorů je problém s chlazením rok od roku stále naléhavější [11].

Chlazení obecně, v tomto případě chlazení pod kapotou, je velice náročné zejména pro těžká terénní vozidla, jimiž traktory bezpochyby jsou, zejména kvůli nedostatku náporového vzduchu, který většinou bývá dostatečný u osobních vozidel jedoucích konkrétními rychlostmi [12]. Chladicí systém traktorů využívá značné množství energie generované v motoru, proto se očekává, že optimalizace chladicího systému sníží výkon motoru a tím i spotřebu paliva a emise skleníkových plynů [11]. Pro představu je schéma chladicího systému motoru zobrazeno na Obrázku 7 níže.

**Obrázek 7 Schéma chladicí systém motoru**



**Zdroj: Gscheidle, R. a kolektiv, Příručka pro automechanika**

## 5.6 Měření parametrů traktorových motorů

Mezi nejdůležitější parametry při posuzování vlastností traktorů se řadí výkon motoru. U traktorů lze měření výkonu uskutečnit více způsoby. Prvním z nich je změřit výkon motoru na klikovém hřídeli a druhým je změření výkonu na vývodovém hřídeli traktoru [8].

## 5.7 Navyšování výkonu motoru

Traktorové motory jsou dle standardů charakterizovány jednou výkonovou křivkou. Ta musí pokrýt nejen požadavky příkonu strojů pro zajištění kvality práce, ale i výkonnosti traktorových souprav. Možnost pro nastavení dalších výkonových charakteristik se naskytla po zavedení moderních palivových systémů. Na tyto charakteristiky by motor mohl přecházet za přesně stanovených podmínek (například při kombinovaném odběru výkonu motoru přes vývodový hřídel a kola hnacích náprav, při používání vnější hydrauliky, nebo při dopravě) [8].

## 5.8 Emise traktorových motorů

*„Hoření ve válci motoru je složitý fyzikálně-chemický proces oxidačních, ale i redukčních reakcí, při nichž dochází ke spalování paliva za účasti kyslíku obsaženého ve vzduchu, a to za rychle se měnících teplota tlaků“ [8].*

Současné motory musí splňovat nejpřísnější emisní normy, a proto se používají všechny nástroje potřebné pro snižování škodlivých složek výfukových plynů. Trnem v patě uživatelům nejen traktorů ale i automobilů, je zejména systém EGR (Exhaust Gas Recirculation). Tento systém pro regulaci emisí se objevil jako první hlavně proto, že je technicky nejjednodušším řešením. Podstatou systému EGR je zpětné vedení výfukových plynů do sání [13].

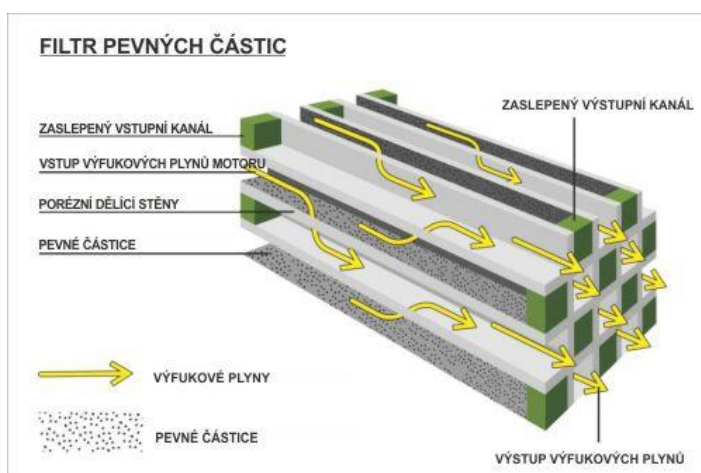
### 5.8.1 Filtry pevných částic

Za účelem snižování limitů pevných částic musí výrobci spalovacích motorů využít filtr pevných částic – DPF (Diesel Particulate Filter) [8].

Funkcí filtru pevných částic je odstraňovat pevné částice z výfukových plynů vznětového motoru pomocí fyzické filtrace. K dispozici je nyní mnoho typů filtrů, ale nejběžnějším je keramický monolit (kordierit nebo karbid křemíku) se strukturou včelího plástu [14].

Důležitým měřítkem výkonu DPF je jeho filtrační účinnost, která obecně popisuje jeho účinnost. Účinnost filtrace je měřítkem toho, jak dobře DPF zadržuje částice. Proto jej lze definovat jako poměr mezi částicemi zadrženými v DPF a množstvím, které vstupuje do DPF. Funkce filtru je znázorněna na Obrázku 8 [15].

Obrázek 8 Funkce filtru pevných částic



Zdroj: <https://www.otomatic.cz/wp-content/uploads/2019/08/tech4.jpg>

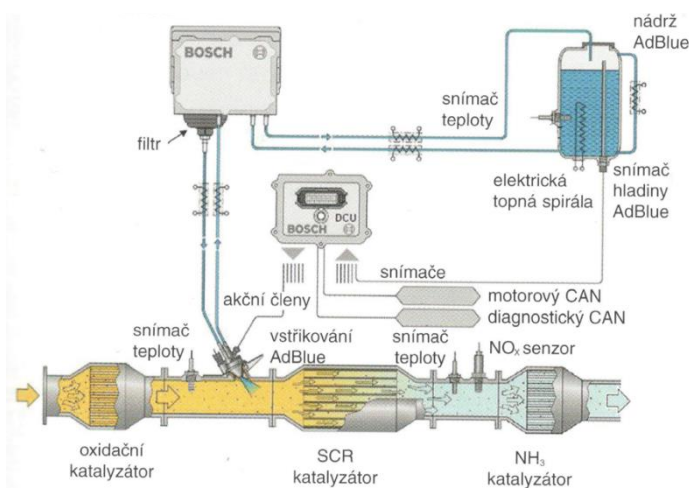
### 5.8.2 Selektivní katalýza

Zařízení určené ke snižování produkce  $\text{NO}_x$  ve výfukových plynech se nazývá SCR katalyzátor (SCR – Selective Catalytic Reduction) [8].

Díky tomuto zařízení je možné snižovat množství  $\text{NO}_x$  ve výfukových plynech a provozovat tak motor v oblasti, kde je vyšší množství produkce  $\text{NO}_x$ .

Ve zkratce lze tohoto stavu docílit tak, že v katalyzátoru dochází pomocí amoniaku k reakci s oxidy dusíku, které se následně přemění na dusík a vodní páru. Amoniak se jakožto toxická látka až chemickou cestou po vstříknutí kapaliny AdBlue do výfukového potrubí. AdBlue se skládá z močoviny, která tvoří 32,5 % a ostatních 67,5 % je demineralizovaná voda. Jedním z problémů, které museli výrobci řešit byl fakt, že pokud teplota klesla pod  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , začala kapalina AdBlue krystalizovat. To se však vyřešilo ohřevem a schéma celého systému je na Obrázku 9 níže [16].

**Obrázek 9 Schéma SCR systému Denoxtronic 2 od firmy BOSCH**



Zdroj: František Bauer a kolektiv. Traktory a jejich využití

## 5.9 Charakteristika motorů

Při posuzování vlastností spalovacích motorů, je důležité znát jejich charakteristiku. V podstatě se jedná o grafické znázornění závislosti parametrů na dalším parametru, který je nezávisle proměnný [8]. Znázorněny bývají závislosti mezi základními veličinami, jako jsou výkon ( $P_e$ ), točivý moment ( $M_k$ ), střední efektivní tlak ( $p_e$ ) a mnoho dalších [17]. Charakteristiky se dělí podle zvolené nezávisle proměnné veličiny. Dále jsou vybrány jedny z nejdůležitějších charakteristik, které se dají prakticky využít při provozu motoru [8].



### **5.9.1 Jmenovitá otáčková charakteristika**

Pomocí této charakteristiky lze zobrazit důležité provozní veličiny motoru v závislosti na otáčkách motoru při stálé dodávce paliva, která musí odpovídat jmenovité dodávce. Dle ČSN 09 0851 jde o charakteristiku, která přísluší právě takovému nastavení množství paliva, u kterého se při jmenovitých otáčkách dosahuje trvale přetížitelného výkonu, jakožto výkonu jmenovitého [8].

### **5.9.2 Celková otáčková charakteristika**

Je využívána zejména pro posouzení ekonomiky práce spalovacího motoru. Na diagramu této charakteristiky je soustava křivek, která zobrazuje závislost námi sledované provozní veličiny na dvou základních veličinách. Ty jsou vyneseny na souřadnicových osách. Při prohlédnutí diagramu je možné vidět, že ke každé z jednotlivých křivek připadá určitá stálá hodnota sledované veličiny, a tudíž je jejím parametrem. Přímým měřením nelze této charakteristiky dosáhnout, a proto se sestavuje ze soustavy otáčkových charakteristik, které jsou získávány právě měřením při různých dodávkách paliva [8].

## **6 Převodová ústrojí**

Ústrojí pro přenos výkonu, jak se dá také převodové ústrojí nazývat, prošlo v průběhu let velkým rozvojem. Výsledek tohoto procesu je několik koncepcí, které se přizpůsobují požadavkům praxe. Jedná se o všechna ústrojí, která spojují spalovací motor s koly hnacích náprav a s vývodovým hřídelem. Další ústrojí spadající pod tento pojem jsou ta, která realizují přenos točivého momentu nebo jeho přerušování, ale také změnu velikosti nebo změnu smyslu [8].

### **6.1 Pojezdové spojky**

Principem pojezdových spojek tkví v rychlém přerušování a následném opětovném spojení hnací a hnané části. Přičemž jejich spojení je umožněno prokluzováním, což je důsledek vyrovnávání otáček mezi hnacím hřídelem a hnaným spojkovým hřídelem. Tím je zajištěno plynulé rozjíždění a řazení jednotlivých převodových stupňů bez citelných rázů [8].

## 6.2 Hydrodynamická spojka

Nejjednodušší forma hydraulického převodu je hydrodynamická (hydraulická) spojka. Skládá se z čerpadlového a lopatkového kola, která jsou naplněna olejem. Tato kola jsou tvarově velice podobná a mají radiálně uspořádané lopatky. Turbínové kolo je spojeno s hnacím hřídelem a čerpadlové s klikovým hřídelem. Kapalina (olej) je od čerpadlového kola uváděna do pohybu pomocí odstředivé síly a je usměrňována po obvodu ve směru relativní rychlosti. Pohybem kapaliny se tak zvyšuje unášivá složka rychlosti. Kapalina tím vstupuje do turbínového kola, které následkem toho uvádí do pohybu, nebo jej v pohybu udržuje. Poté se vrací zpět do čerpadlového kola [8].

## 6.3 Lamelová spojka

Lamelová spojka je tvořena několika lamelami. Ty jsou řazeny za sebou a střídavě spojené s hnací částí a s hnanou částí pomocí ozubení. Dojde-li ke stlačení lamel, spojí se hnací a hnaná část soustavy. Osový pohyb uskutečňuje drážkové vedení lamel. Pomocí tlaku oleje na píst dochází k přitlačení lamely na opěrnou plochu. Pohyb zpět obstarává vratná pružina. Celková konstrukce a uspořádání spojky umožňují přenos velkého točivého momentu., využití ve stísněném prostoru a v neposlední řadě zapojování do automatických uzlů. Díky olejové náplni spojky se snižuje součinitel tření [8].

## 6.4 Reverzace traktorových převodovek

Reverzační převody mají za úkol změnit smysl otáčení výstupního hřídele převodovky.

Nejčastější rozdělení druhů reverzace je dle způsobu přenosu výkonu motoru: [8]

1. mechanicky
  - vložení ozubeného kola,
  - planetové soukolí
2. hydrostaticky
  - reverzace hydrostatického převodníku

## **6.5 Mechanické převody**

Mezi nejrozšířenější způsoby přenosu výkonu motoru patří stále mechanický převod. Vysoká účinnost, provozní spolehlivost a přijatelná cena mechanických převodovek jsou hlavními důvody jejich hojného používání. Hlavní nedostatek těchto převodovek spočívá v omezených možnostech využití výkonu motoru.

Mechanické převodovky se dají rozdělit do několika skupin: [8]

- převodovky bez stupňů řazených při zatížení,
- převodovky, které mají omezený počet stupňů řazených při zatížení,
- převodovky, které mají všechny stupně řazené při zatížení

## **6.6 Hydrodynamické převodovky**

Dobou největšího rozvoje pro hydrodynamické převodovky byla 80. a 90. léta minulého století. Začal být patrný určitý stupeň automatizace, který byl v té době téměř nezávislý na vývoji řídicí elektroniky. Pozdější vývoj mechanických převodů a rostoucí počet stupňů řazených při zatížení především zjednodušil přenos výkonu motoru. U současných moderních traktorů je výše zmíněné řešení převodů používáno jen velmi málo [8].

## **6.7 Hydrostatické převodovky**

Tento mechanismus je často používán zejména u speciálních traktorů, které se nachází např. v komunálních sférách. Hydrostatické převodovky totiž umožňují plynulou změnu rychlosti. Ta je prováděna způsobem naklopení bloku hydrogenerátoru, změnou naklopení desky, nebo hydromotoru [8].

## 7 Porovnávané traktory

### 7.1 New Holland T8 410 AC Elite

Firma New Holland je původem americký výrobce zemědělských strojů a v současné době působí již ve 170 zemích po celém světě a spojuje v sobě značky Ford, Claes, Braud a Fiat. Značka spadá pod koncern CNH Industrial a jak už z názvu plyne, jde o spojení značek Case a New Holland. V České republice je největším dodavatelem strojů New Holland a zemědělské techniky vůbec společnost AGROTEC a.s. Do této práce byl vybrán, díky svým parametrům, traktor modelové řady T8, ve které je k dostání ve čtyřech výkonových variantách [18]. Kolová verze tohoto modelu je na Obrázku 10 níže.

*Obrázek 10 Fotografie traktoru New Holland T8 410*



Zdroj: [https://www.eagrotec.cz/getattachment/content/gallery/T8/T8\\_Genesis35.jpg.aspx](https://www.eagrotec.cz/getattachment/content/gallery/T8/T8_Genesis35.jpg.aspx)

#### 7.1.1 Motor

Model T8 410 je vybaven šestiválcovým motorem o zdvihovém objemu 8,7 litrů se čtyřmi ventily na válec a s mezichladičem stlačeného vzduchu. Výrobce uvádí jmenovitý výkon motoru 250 kW a maximální výkon dosahuje hodnot 301 kW. Dalším aspektem je přeplňování, které zajišťuje turbodmychadlo eVGT (Variable-geometry turbocharger). Palivo se do válců dostává prostřednictvím systému Common Rail. Motor splňuje emisní normu Stage 5 i přesto, že se zde nenachází systém EGR a filtr pevných částic a důvodem je selektivní katalytické redukce v druhé generaci technologie HI-eSCR 2 [18].

### 7.1.2 Převodovka

Tento traktor má k dispozici převodovku s plynulou změnou převodového poměru pod zatížením, nesoucí název Auto Command ECO CVT. Převodovka umožňuje nastavení pojezdové rychlosti od 0,3 do 40 km·h<sup>-1</sup> při 1550 ot·min<sup>-1</sup>. Mimo jiné má obsluha možnost nastavit agresivitu řazení, a to do tří základních režimů. První, měkký režim, je určen zejména pro jízdu po silnici a na lehké změny směru. Druhý, standardní režim, je nastavený pro běžné polní práce a třetí, super-rychlé nastavení, je vhodné časté náhlé změny směru jízdy [18].

### 7.1.3 Hydraulika

Typ hydraulického čerpadla, použitého u celé modelové řady T8, je axiální pístové čerpadlo LOAD SENSING s průtokem 262 litrů za minutu. Traktor je vybaven pěti elektronicky ovládanými vnějšími okruhy, které lze ovládat pěti nastavitelnými páčkovými přepínači uvnitř kabiny. Tlak jednotlivých okruhů, lze nastavit na dotykovém displeji u loketní opěrky [18].

### 7.1.4 Kabina

Největší změnou prošla podle výrobce právě kabina. Tento model je vybaven kabinou s označením DELUXE TECH, která zajišťuje komfort obsluhy, díky semi-aktivnímu hydraulickému odpružení s dalším nastavením tuhosti. Změna proběhla také u odhlučnění kabiny a výrobce udává maximální vnitřní hlučnost 68 dB. Za zmínku stojí také kožené sedačky pro řidiče a spolujezdece. Hlavním prvkem interiéru je loketní opěrka SideWinder Ultra s dotykovým displejem po pravé ruce pro ovládání funkcí stroje a také integrovaný kontrolní panel ICP vpředu před volantem, detail interiéru je možné vidět na Obrázku 11 [18].

Obrázek 11 Fotografie kabiny DELUXE TECH



Zdroj:

[https://www.eagrotec.cz/getattachment/content/gallery/T8/T8\\_Genesis27.jpg.aspx](https://www.eagrotec.cz/getattachment/content/gallery/T8/T8_Genesis27.jpg.aspx)

Tabulka 2 Vybrané parametry traktoru New Holland T8 410

Motor	
Objem válců (cm <sup>3</sup> )	8 700
Maximální výkon (hp/kW)	375/280
Jmenovitý výkon (hp/kW)	340/250
Palivová nádrž (l)	609
Měrná spotřeba paliva (kg·kW <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,222
Převodovka	
Maximální rychlost (vpřed) (km·h <sup>-1</sup> )	40
Hydraulika	
Průtok čerpadla (l·min <sup>-1</sup> )	262
Pracovní tlak (MPa)	20
Ostatní	
Hmotnost (kg)	11 440
Servisní zastoupení v ČR (počet ks)	23
Záruka (měsíce)	36
Cena za servisní hodinu (Kč)	900
Cena (Kč bez DPH)	6 099 000

Zdroj: Cenová nabídka od firmy ZZN Polabí a.s., University of Nebraska – Lincoln, upravil Dvořák (2022)

## 7.2 John Deere 8340R

V současné době působí John Deere prakticky po celém světě. Celkem má 34 výrobních a vývojových podniků, z toho 16 z nich vyrábí zemědělskou techniku, 9 podniků vyrábí komunální, golfovou a zahradní techniku, 3 továrny se zabývají výrobou stavebních strojů a 6 závodů má na starost výrobou komponentů [19].

Řada 8R byla vyvinuta pro nejtěžší tahové polní práce, to ovšem nebrání jejímu využití v dopravě. Firma John Deere již tradičně avizuje, že se zákazníci mohou spolehnout na robustní konstrukci, silné a úsporné motory objemu 9,0 litrů, převodovky s maximální tahovou účinností až 94 %. V této řadě je na výběr 5 kolových modelů, jeden je na Obrázku 12, 4 modely osazené dvěma pásy 8RT. Kromě toho také zcela nově vyvinuté modely 8RX se 4 pásovými jednotkami [20].

Obrázek 12 Fotografie traktoru John Deere 8340R



Zdroj: [https://www.deere.cz/assets/images/region-2/products/tractors/large/8r410\\_r2f000189\\_lsc\\_large\\_17941ec1bad19d03e8c96fdcc54d75d57803c2d2.jpg](https://www.deere.cz/assets/images/region-2/products/tractors/large/8r410_r2f000189_lsc_large_17941ec1bad19d03e8c96fdcc54d75d57803c2d2.jpg)

### **7.2.1 Motor**

Tento stroj je osazen vlastním motorem značky John Deere PowerTech, který odpovídá emisní normě Stage V. Skládá se ze šesti válců o celkovém objemu 9,0 litrů a na každý válec připadají 4 ventily, které mají na starost bezchybný průchod vzduchu, čímž přispívají ke zlepšení chodu motoru a při nižších otáčkách zvyšují točivý moment [19]. Součástí motoru je také turbodmychadlo VGT, což znamená turbodmychadlo s variabilní geometrií lopatek, jako u předchozího modelu. Nechybí tu ani systém vnější recirkulace spalin EGR, filtr pevných částic DPF a také systém SCR. Vstřikování paliva do motoru zajišťuje systém Common Rail [20].

### **7.2.2 Převodovka**

V traktorech John Deere řady 8R je možné se setkat s dvěma rozdílnými převodovkami a zákazníci si tak mohou zvolit jednu nebo druhou variantu. První varianta s hydromechanickým přenosem výkonu IVT, která nese obchodní název AutoPowr a druhá plně mechanická řazená při zatížení PowerShift e23. Obě převodovky jsou vybaveny funkcí Eco, která má na starost optimalizaci řazení a snižování otáček motoru na minimální možnou hranici. Cílem této funkce je maximální úspora paliva [20].

### **7.2.3 Hydraulika**

U tohoto traktoru má hydraulický systém na starost axiální pístové čerpadlo s celkovým tlakem 20 MPa a celkovým objemem 227 litrů. Výrobce také nabízí možnost šesti vnějších hydraulických okruhů vzadu a dva okruhy vpředu. Objem hydraulického oleje je pro vnější okruhy standardně 40 litrů a s volitelnou nádrží 90 litrů. Díky vysokému průtoku o průměru  $\frac{3}{4}$  palce je možný průtok až  $160 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  pro jednu koncovku [20].

## 7.2.4 Kabina

Jako téměř každý nový model prošel i tento celou řadou změn. Jednou z nich je zcela nová kabina CommandView III viz Obrázek 13. Ta je vybavena vzduchem odpruženou sedačkou, která umožňuje otáčení o 40° vpravo a o 25° vlevo a součástí je také pneumatická bederní opěra. Dnes už je neodmyslitelnou součástí také automatická klimatizace, bez které by se, hlavně v teplých letních dnech, téměř nedalo existovat. S tím souvisí také lednička, která je ovšem v nadstandardní výbavě. V interiéru je samozřejmě nejdůležitější ovládání funkcí traktoru, a to se nachází, jako již tradičně na pravé loketní opěrce, prostřednictvím Command Center s barevným dotykovým displejem. Součástí je také výkonnostní monitor a ISO Bus, systém souvratové automatiky iTEC, příprava AutoTrac a rádio s dotykovým displejem. Na vnějšku kabiny jsou samozřejmě stěrače s ostříkovači vpředu, vzadu a vpravo. Další výbavou jsou elektricky stavitelná vnější zrcátka a tři majáky [20].

Obrázek 13 Fotografie kabiny CommandViewIII



Zdroj:

[https://www.strompraha.cz/getattachment/content/gallery/8R-2020/r4f082099\\_rrd-1.jpg.aspx](https://www.strompraha.cz/getattachment/content/gallery/8R-2020/r4f082099_rrd-1.jpg.aspx)

Tabulka 3 Vybrané parametry traktoru John Deere 8R 340

Motor	
Objem válců (cm <sup>3</sup> )	9 000
Maximální výkon (hp/kW)	374/275
Jmenovitý výkon (hp/kW)	340/250
Palivová nádrž (l)	727
Měrná spotřeba paliva (kg·kW <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,229
Převodovka	
Maximální rychlost vpřed (km·h <sup>-1</sup> )	42
Hydraulika	
Průtok čerpadla (l·min <sup>-1</sup> )	227
Pracovní tlak (MPa)	20
Ostatní	
Hmotnost (kg)	13 800
Servisní zastoupení v ČR (počet ks)	30
Záruka (měsíce)	48
Cena za servisní hodinu (Kč)	1 150
Cena bez DPH (Kč)	6 748 983

Zdroj: Cenová nabídka od firmy STROM PRAHA a.s., University of Nebraska – Lincoln, upravil Dvořák (2022)



### 7.3 Massey Ferguson MF 8737

Vznik firmy se současným názvem Massey Ferguson se datuje k roku 1958, kdy se zkrátilo jméno Massey-Harris-Ferguson. To vzniklo již o 5 let dříve spojením severoamerického výrobce traktorů a kombajnů s názvem Massey-Harris a anglické továrny Harry Ferguson. A právě majitel této britské firmy vynalezl třibodový závěs, jenž byl patentován v roce 1926. Díky tomuto vynálezu bylo možné spojit traktor a nářadí do integrované jednotky. Dnes už je prakticky nemožné si traktor bez tohoto mechanismu představit [21]. Aktuálně zajišťuje dodávky strojů Massey Ferguson pro střední a východní Evropu firma Austro Diesel, která sídlí v Rakousku ve městě Schwechat. Série MF 8700 (viz Obrázek 14) je jednou z nejvýkonnějších řad traktorů, které firma nabízí a dle výrobce představuje špičku technických úspěchů společnosti [22].

*Obrázek 14 Vizualizace traktoru MF 8737*



Zdroj: <https://www.lectura-specs.cz/models/renamed/orig/traktory-4wd-mf-8727-massey-ferguson.jpg>

#### 7.3.1 Motor

Jelikož se jedná o nejvýkonnější modelovou řadu, má tento model pod kapotou přeplňovaný šestiválcový motor s názvem AGCO SISU POWER o objemu 8,4 litrů s technologií SCR. Tento agregát splňuje, tak jako většina nových traktorů, emisní normu Stage 5. Maximální výkon motoru činí 370 koní, ovšem díky systému řízení výkonu motoru (EPM) je možné navýšit výkon na 400 koní. Součástí je také systém pro recirkulaci spalin EGR [22].

### 7.3.2 Převodovka

Model MF 8737 je vybaven převodovkou typu Dyna-VT s plynulou změnou převodu, která je určena pro maximalizaci produktivity stroje. Ve spojení se systémem DTM (Dynamic Tractor Management), který řídí automaticky převodovku a motor tak, aby minimalizoval otáčky, zachoval požadovaný výkon spolu s požadovanou rychlostí a díky tomu šetřil palivo. Ovládání rychlosti je díky převodovce Dyna-VT jednoduché a umožňuje regulovat či zvyšovat pojezdovou rychlost od  $0,03 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  až do  $50 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  [22].

### 7.3.3 Hydraulika

Všechny modely řady 8700 používají hydraulický systém snímání zátěže s uzavřeným okruhem (CCLS), který zajišťuje rychlou odezvu bez ohledu na zatížení. Hlavním prvkem hydraulické soustavy je čerpadlo LOAD SENSING o výkonu  $205 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  s pracovním tlakem 200 Bar. Celkově se hydraulika skládá ze šesti vnějších okruhů. K jejich ovládání slouží dvě tlačítka na joysticku uvnitř kabiny a čtyři tzv. „fingertipy“ (páčky) na loketní opěrce. Dnes jsou již samozřejmostí také bezúkapové ISO koncovky [22].

### 7.3.4 Kabina

Už od počátečních návrhů moderních traktorových kabin je ta od firmy Massey Ferguson brána jako jedna z komfortnějších. Firma dává velký důraz na pohodlí řidiče, jelikož je to jeden z nejdůležitějších faktorů ve výbavě traktoru. Když řidič v kabině tráví několik dní, je dobré mít prostor, komfort, snadné a přehledné ovládání a kvalitní zpracování. Nejlepší kabinou ve své třídě je „Panorama“, viz Obrázek 15, která je tvořena čtyřmi sloupky a umožňuje tak obsluze pracovat v pohodlí s rozhledem a ovládáním. Součástí kabiny je také nový Multipad-Joystick a vylepšené uspořádání ovládacích prvků. Po pravé ruce řidiče se nachází terminál Datatronic 5 s devítipalcovým dotykovým displejem. Ten umožňuje ovládání při nastavení traktoru a funkcí ISOBUS [22].

Obrázek 15 Vizualizace kabiny MF Panorama



Zdroj: <https://docplayer.cz/docs-images/91/107397312/images/19-0.jpg>

Tabulka 4 Vybrané parametry traktoru MF 8737

Motor	
Objem válců (cm <sup>3</sup> )	8 400
Maximální výkon (hp/kW)	370/276
Jmenovitý výkon (hp/kW)	336/251
Palivová nádrž (l)	630
Měrná spotřeba paliva (kg·kW <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,243
Převodovka	
Maximální rychlost vpřed (km·h <sup>-1</sup> )	50
Hydraulika	
Průtok čerpadla (l·min <sup>-1</sup> )	205
Pracovní tlak (MPa)	20
Ostatní	
Hmotnost (kg)	12 500
Servisní zastoupení v ČR (počet poboček)	15
Záruka (měsíce)	12
Cena za servisní hodinu (Kč)	950
Cena (Kč bez DPH)	5 049 000

Zdroj: Cenová nabídka od firmy AGROOBCHOD Nové Strašecí, University of Nebraska – Lincoln, upravil Dvořák (2022)

## 7.4 Fendt 936 Vario

Značka Fendt, nesoucí jméno po svém zakladateli Xaveru Fendtovi, pochází původem z Německa. Nyní je součástí americké společnosti AGCO Corporation, která společnost Fendt odkoupila v roce 1997. Fendt však není pouze výrobcem traktorů, jako tomu bylo dříve, jelikož nyní nabízí kompletní řadu produktů zemědělské techniky. Podle výrobce je modelová řada traktorů 900 jednou z nejnákladnějších, které firma nabízí. Model 936 Vario, který je na Obrázku 16 níže, by měl být všestranně vybavený a použitelný se všemi přídatnými zařízeními [23].

Obrázek 16 Vizualizace traktoru Fendt 936



Zdroj: <https://www.lectura-specs.cz/models/renamed/orig/traktory-4wd-936-vario-powerplus-fendt.png>

#### **7.4.1 Motor**

Výše zmíněný model má pod kapotou šestiválcový motor MAN o celkovém objemu 9 litrů, splňující emisní normu Stage V. Dalším aspektem je také čtyřventilová technologie s hydraulickými zdvihátky. Díky technologii Fendt iD je rozsah otáček od 650 ot·min<sup>-1</sup> (volnoběh) do 1700 ot·min<sup>-1</sup> (jmenovitá rychlost). O přeplňování motoru se stará VGT turbodmychadlo [24].

#### **7.4.2 Převodovka**

Je známo, že firma Fendt už jiné traktory, než s převodovkou Vario nevyrábí. S tímto systémem převodů je možné se setkat také pod označením CVT neboli převodovka s plynule měnitelným převodem či převodovka s rozdělením hnací síly. Ve zkratce kombinuje převodovka Vario hydrostatický a mechanický pohon. Rozjezd má na starosti pouze hydrostatika a při zvyšující se pojezdové rychlosti jí doplní pohon mechanický [23].

#### **7.4.3 Hydraulika**

Důležitý je zde fakt, že hydraulický olej je oddělený od převodového. Což má velký vliv, jelikož se oleje nepromíchávají, tudíž nevnikají do objemu žádné nečistoty. Celkově jsou zde dvě čerpadla. První čerpadlo dokáže vytlačit 220 l·min<sup>-1</sup> a druhé 210 l·min<sup>-1</sup>, což v celkovém součtu dává 430 l·min<sup>-1</sup>. Výrobce uvádí servisní interval výměny oleje až 2000 MTH nebo 2 roky, což vede ke snížení nákladů. V maximu se dá tento model vybavit celkem osmi okruhy, z nichž šest se nachází vzadu a dva vpředu [23].

#### **7.4.4 Kabina**

Tak jako u všech moderních traktorů proběhla změna v oblasti kabiny i u této modelové řady. Do kabiny s označením Fendt Life Cab (Obrázek 17) vedou široké schody s bočním osvětlením. Vnitřek kabiny je obložen měkkým povrchem, který je zároveň odolný vůči nečistotám a je uzpůsoben pro tlumení zvuků.

Velkou inovací je také integrovaná kamera umístěná v kapotě. Ta přenáší obraz do Varioterminálu uvnitř kabiny a umožňuje tak sledovat spodní táhla předního nářadí. Součástí je také vysokokapacitní automatická klimatizace, která dokáže udržet chladno uvnitř i při teplotách do 45°C. Kabina je mechanicky odpružená pomocí dvou kuželových ložisek vpředu a dvou mechanicky pružících prvcích vzadu [23].

Obrázek 17 Fotografie kabiny Fendt Life Cab



Zdroj:

[https://www.fendt.com/int/images/5df9f1d07b2606049e70d2a6\\_1576661457\\_web\\_en.jpg](https://www.fendt.com/int/images/5df9f1d07b2606049e70d2a6_1576661457_web_en.jpg)

Tabulka 5 Vybrané parametry traktoru Fendt 936 Vario

Motor	
Objem válců (cm <sup>3</sup> )	9 037
Maximální výkon (hp/kW)	366/269
Jmenovitý výkon (hp/kW)	366/269
Palivová nádrž (l)	625
Měrná spotřeba paliva (kg·kW <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,213
Převodovka	
Maximální rychlost vpřed (km·h <sup>-1</sup> )	60
Hydraulika	
Průtok čerpadla (l·min <sup>-1</sup> )	220
Pracovní tlak (MPa)	20
Ostatní	
Hmotnost (kg)	11 400
Servisní zastoupení v ČR (počet ks)	10
Záruka (měsíce)	12
Cena za servisní hodinu (Kč)	990
Cena (Kč bez DPH)	8 647 400

Zdroj: Cenová nabídka od firmy AGROMEX s.r.o., Unversity of Nebraska – Lincoln, upravil Dvořák (2022)

## 7.5 Claas Axion 940

Hlavní sídlo společnosti Claas se nachází v německém městě Harsenwinkel. Firma je lídrem na trhu v oblasti sklízecích mlátiček a samojízdných sklízecích řezaček. Portfolio výrobků Claas nezahrnuje pouze tyto stroje, ale také stroje pro sklizeň píce, lisy a v neposlední řadě také traktory. Pro tuto práci byl vzhledem k parametrům vybrán model Axion 940, který je možné vidět na Obrázku 18 níže [25].

*Obrázek 18 Fotografie traktoru Claas Axion 940*



Zdroj: [https://www.lectura-specs.cz/models/renamed/orig/traktory-4wd-axion-940-claas\(9\).jpg](https://www.lectura-specs.cz/models/renamed/orig/traktory-4wd-axion-940-claas(9).jpg)

### 7.5.1 Motor

Všechny modely Axion 900 používají osvědčený motor Cursor 9 se šesti válci a zdvihovým objemem 8,7 litrů od společnosti FPT. Motor stejně jako u ostatních výrobců splňuje emisní normu Stage 5. Systém SCRoF (SCR na filtru) zajišťuje regulaci emisí s AdBlue vstřikováním a větším filtrem. Na rozdíl od ostatních strojů zde není nutná recirkulace výfukových plynů, což může pro mnohé potenciální zákazníky znamenat výhodu [25].

### 7.5.2 Převodovka

Traktor je vybaven plynulou převodovkou s označením ZF MATIC. Jedná se o koncept využívající hydrostatickou a mechanickou část, která je také doplněna čtyřmi převodovými stupni řazenými pod zatížením. Jednotlivé přechody mezi stupni jsou jen těžko postřehnutelné, tudíž se navenek chová převodovka naprosto plynule [25].

### 7.5.3 Hydraulika

Tato modelová řada systémem Load-sensing, což znamená, že průtok oleje je řízen dle požadavku jednotlivých spotřebičů, jako jsou například hydraulické válce a hydromotory. Samotné řízení je tak řešeno mechanickou cestou, díky hydraulické sklopné regulační desky čerpadla. Samotné čerpadlo dokáže vyvinout průtok 150 nebo 220 l·min<sup>-1</sup>. Traktor má v maximální výbavě CEBIS až osm hydraulických okruhů, z nichž dva se nachází vpředu a šest vzadu. Ovládací prvky pro jednotlivé okruhy jsou poskládány vedle sebe na loketní opěrce a zajišťují tak plynulé ovládání každého z nich. Kromě vedení tlaku standardním způsobem je model vybaven zpětným beztlakým vedením (tzv. zpátečkou), díky které je možné pohánět hydraulické motory s oddělenou zpátečkou i přesto, že jsou všechny přípojky obsazeny [26].

### 7.5.4 Kabina

Vnitřní výbava traktoru je možná dvěma způsoby. Jak už bylo v předchozí části řečeno, lze si zvolit buď výbavu CIS+, anebo maximální možnou CEBIS, kterou je možné vidět na Obrázku 19. V tomto případě se počítá s druhou variantou, tedy CEBIS. Kabina je v klasickém „čtyřsloupkovém“ s jednodílným čelním sklem. Interiér je vybaven terminálem CEBIS s dotykovým displejem, který nahrazuje, oproti výbavě CIS+, barevný displej umístěný v tzv. A sloupku (vpravo vpředu z pohledu řidiče). Další výbavou je také systém ISOBUS, který slouží pro ovládání připojeného nářadí [26].

*Obrázek 19 Vizualizace kabiny Claas ve výbavě CEBIS*



Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2020/01/1024x800-fit/claas-axion-arion-2020-traktor-novinky-6.jpg>

Tabulka 6 Vybrané parametry traktoru Claas Axion 940

Motor	
Objem válců (cm <sup>3</sup> )	8 710
Maximální výkon (hp/kW)	385/283
Jmenovitý výkon (hp/kW)	380/280
Palivová nádrž (l)	640
Měrná spotřeba paliva (kg·kW <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> )	0,239
Převodovka	
Maximální rychlost vpřed (km·h <sup>-1</sup> )	50
Hydraulika	
Průtok čerpadla (l·min <sup>-1</sup> )	220
Pracovní tlak (MPa)	20
Ostatní	
Hmotnost (kg)	13 060
Servisní zastoupení v ČR (počet ks)	11
Záruka (měsíce)	12
Cena za servisní hodinu (Kč)	1 000
Cena (Kč bez DPH)	7 125 000

Zdroj: Cenová nabídka od firmy AGRALL zemědělská technika a.s., University of Nebraska – Lincoln, upravil

Dvořák (2022)

## 8 Vlastní porovnání

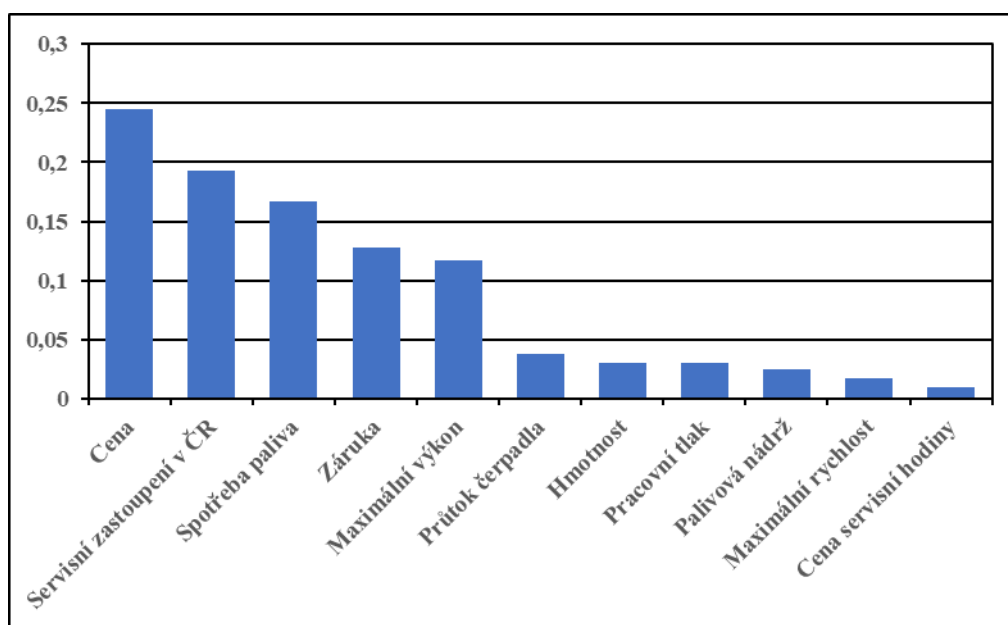
### 8.1 Získání informací

V této části práce jsou porovnávány údaje z předchozích kapitol, které autor získal z cenových nabídek a specifikací jednotlivých traktorů od výrobců a prodejců zemědělské techniky. Některé informace jsou volně dostupné na internetu či v katalogích jednotlivých firem. Vzhledem k široké škále nabízených výbav bylo nutné určité požadavky specifikovat a vyžádat si tak přesnou konfiguraci včetně ocenění. Právě s cenou vybraných modelů byl největší problém, jelikož výrobci udávají většinou cenu katalogovou, která se mnohdy ani z daleka nepřibližuje ceně reálné, za kterou se nakonec uskuteční prodej. Prodejci mají téměř vždy určitý prostor na to, aby s cenou mohli hýbat a také se přihlíží k aktuálním akcím, které mají výrobci v různých obdobích. I přesto se podařilo získat alespoň přibližné částky, za které by se mohl konečný prodej realizovat.



Váhy jednotlivých kritérií, jež jsou znázorněny na Obrázku 20 níže, získal autor pomocí dotazníku, který předložil majiteli zemědělského podniku, který se nachází ve Středočeském kraji v malé vesnici Třebíz zhruba čtyřicet kilometrů od Prahy směrem na Louny.

Obrázek 20 Graf zvolené váhy jednotlivých kritérií



Zdroj: autor

## 8.2 Specifikace podniku

Tento zemědělský podnik se zabývá z velké části rostlinnou výrobou, ovšem nachází se zde i výroba živočišná, která čítá odhadem 30 kusů hovězího dobytka, 25 ovcí a 15 prasat. Celková výměra, kterou podnik obdělává je zhruba 550 hektarů, z nichž 350 hektarů má ve vlastnictví a zbylých 200 hektarů v nájmu. Firma má dlouholetou tradici, kterou ovšem překazilo znárodnění, díky bývalému režimu, během něhož obdělávalo tamní polnosti Jednotné zemědělské družstvo.

Po revoluci byla část zabaveného majetku navracena majiteli, bohužel ne ve stavu, ve kterém by bylo možné znovu hospodařit. Postupem času se začalo vybavení obnovovat, výměra zvětšovat a podnik se dostal do aktuální fáze, kdy by rád rozšířil své strojní zázemí.

V současnosti se v podniku nachází celkem osm traktorů, z nichž pouze jeden dosahuje výkonu nad 200 kW a ten samý je také jediný, jehož rok výroby je po roce 2005 a jedná se o stroj John Deere, ostatní jsou traktory značky Zetor staré více než 25 let a využívají se převážně pro přepravu plodin z pole na čištění během žní a na nenáročné práce

na poli, jako je například hnojení, či ostatní úkony spojené s živočišnou výrobou (sečení pícnin, obracení, nahrabování). Pro sklizeň hlavních plodin, které tento podnik pěstuje, se využívají dvě sklízecí mlátičky značky New Holland, přesněji se jedná o modely CX840 a CR960. Obě tyto sklízecí mlátičky jsou vyrobeny v roce 2003, a proto je, dle slov majitele podniku, na místě uvažovat o zakoupení nového stroje pro sklizeň plodin v horizontu dvou až tří let. Co se týče chemické ochrany rostlin, využívá podnik samojízdný postřikovač značky AKP Mazzotti s objemem nádrže 3500 litrů.

Mezi hlavní plodiny, pěstované v tomto podniku, se řadí zejména pšenice ozimá, řepka olejná, ječmen jarní, hrách setý rolní (peluška), kukuřice (na siláž) a v posledních letech se obnovila produkce cukrové řepy.

Jak už bylo zmíněno v předchozím textu, nyní má podnik zájem o koupi dalšího traktoru ve výkonové třídě nad 200 kW, a proto se autor pokusil uvést tuto bakalářskou práci do praxe a pomoci s porovnáním vybraných modelů traktorů pro výše zmíněný zemědělský podnik. Vzhledem k lokaci podniku, je dobré zmínit, že se nachází v dešťovém stínu Krušných hor a z tohoto důvodu využívá při pěstování rostlin minimalizačních technologií, což je důležité pro představu o tom, s jakým přípojným nářadím bude traktor pracovat.

### **8.3 Hodnocení parametrů**

V následující tabulce jsou ohodnoceny vybrané parametry porovnávaných strojů společně s váhami jednotlivých kritérií. Body jsou rozděleny dle technických parametrů porovnávaných traktorů tím způsobem, že se u každého kritéria najde optimální hodnota a té se udělí maximální počet 100 bodů. Podle toho se poté poměrově udělí počet bodů ostatním hodnotám téhož kritéria.

Příklad pro vysvětlení: Model A má největší objem palivové nádrže mezi všemi modely 300 litrů, tomu se udělí 100 bodů a model B má objem palivové nádrže 150 litrů, což je v porovnání s modelem A o polovinu méně, tudíž hodnocení je pouze 50 bodů.


Na další stránce se nachází Tabulky 7 a 8 ve kterých jsou shromážděny jednotlivé hodnoty vybraných kritérií a jejich bodové ohodnocení.

**Tabulka 8 Hodnoty porovnávaných parametrů**

<b>Hodnocené parametry</b>	<b>New Holland T8 410</b>	<b>John Deere 8340R</b>	<b>Massey Ferguson 8737</b>	<b>Fendt 936 Vario</b>	<b>Claas Axion 940</b>
Cena bez DPH (Kč)	6 099 000	6 748 983	5 049 000	8 647 400	7 125 000
Servisní zastoupení v ČR (počet servisů)	23	30	15	10	11
Měrná spotřeba paliva ( $\text{kg}\cdot\text{kW}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ )	0,222	0,229	0,243	0,213	0,239
Záruka (měsíce)	36	48	12	12	12
Maximální výkon (kW)	280	275	276	269	283
Průtok čerpadla ( $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ )	262	227	205	220	220
Vlastní hmotnost (kg)	11 440	13 800	12 500	11 400	13 060
Pracovní tlak (MPa)	20	20	20	20	20
Palivová nádrž (l)	609	727	630	625	640
Maximální rychlost ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	40	42	50	60	50
Cena servisní hodiny bez DPH (Kč)	900	1 150	950	990	1 000

Zdroj: Cenové nabídky jednotlivých firem, University of Nebraska – Lincoln, upravil Dvořák (2022)

**Tabulka 7 Bodové hodnocení porovnávaných parametrů**

<b>Bodové hodnocení</b>	<b>New Holland T8 410</b>	<b>John Deere 8340R</b>	<b>Massey Ferguson 8737</b>	<b>Fendt 936 Vario</b>	<b>Claas Axion 940</b>	<b>Váhy kritérií</b>
Cena	79,2	66,3	100	28,7	58,9	0,245
Servisní zastoupení v ČR	76,6	100	50	33,3	36,6	0,193
Měrná spotřeba paliva	93,8	92,5	86	100	87,8	0,167
Záruka	75	100	25	25	25	0,128
Maximální výkon	98,9	97,2	97,5	95	100	0,117
Průtok čerpadla	100	86,6	78,2	84	84	0,038
Vlastní hmotnost	99,6	79,9	90,4	100	85,5	0,03
Pracovní tlak	100	100	100	100	100	0,03
Palivová nádrž	83,7	100	86,6	86	88	0,025
Maximální rychlost	66,6	70	83,3	100	83,3	0,017
Cena servisní hodiny	100	72,2	88,9	90	88,9	0,01
<b>Výsledné hodnocení</b>	<b>85,0364</b>	<b>88,2632</b>	<b>76,2732</b>	<b>58,4154</b>	<b>64,319</b>	

Zdroj: autor

V posledním řádku Tabulky 8 se nachází výsledné bodové ohodnocení, z něhož plyne, že s nejvyšším počtem bodů, při hodnocení zvolených kritérií, vyšel John Deere 8340R. V celkovém součtu získal po zaokrouhlení 88,26 bodů ze 100 možných. Za ním velice těsně a v celkovém součtu získal po zaokrouhlení 85,04 bodů New Holland T8.410. Bližší prozkoumání tabulky naznačuje, že méně bodů obdržel tento model zejména kvůli aktuálně nabízené záruce, jelikož v tomto ohledu dostal New Holland oproti modelu John Deere o 25 bodů méně. Massey Ferguson s označením 8737 získal po zaokrouhlení 76,27 bodů. Dále je vidět počet bodů, který získal stroj firmy Claas s modelovým označením Axion 940, jenž

obdržel po zaokrouhlení 64,32 bodů. A Fendt 936 Vario, po ohodnocení parametrů získal po zaokrouhlení 58,42 bodů. Celkový počet bodů traktoru Fendt 936 Vario je následkem příliš vysoké ceny, která je, jak již bylo řečeno, pouze orientační. Prodejci dávají cenové nabídky velice individuální v závislosti na různých věrnostních programech a aktuálních akcích. Dále je dobré zmínit, že firma Fendt má již dlouholetou tradici a v povědomí uživatelů jejich produktů je, dle ohlasů, zapsána jako výrobce kvalitních a spolehlivých strojů, tudíž je pochopitelné, že za výrobek od firmy s velmi dobrým renomé a s dobrými výsledky si musí zákazník také připlatit.

A nutno dodat, že porovnávané parametry a váhy v tomto srovnání, jsou zvolené přímo pro jeden zemědělský podnik, jak již bylo uvedeno v předchozím textu. Ostatní zákazníci či uživatelé mohou mít jiné priority, jiné požadavky a taky jiné možnosti.

## 9 Shrnutí a závěr

Smyslem této bakalářské práce bylo srovnání traktorů výkonové třídy nad 200 kW. První, teoretická část je napsána tak, aby čtenářům vytvořila určitou představu o konstrukcích a technologiích, které se používají u kolových traktorů. V praktické části této práce autor představuje celkem pět kolových traktorů, které splňují technické parametry a spadají tak do zvolené výkonové třídy.

Část práce, určená pro porovnání zvolených traktorů, přinesla největší počet bodů pro stroj od firmy John Deere, přesněji se jednalo o model 8340R. Tento stroj získal v porovnání nejvíce bodů ze všech, nicméně bodový rozdíl není velký, jelikož jde pouze o tři body, tudíž druhý nejvyšší počet bodů získal stroj společnosti New Holland s typovým označením T8.410. Důležité je zmínit, že u vlastní hmotnosti, která je jedním z porovnávaných parametrů, byl zvolen minimalizační charakter z důvodu, že podnik využije traktor při minimalizační technologii pro tažení strojů na mělkou podmítku talířovými, či dlátovými kypřiči a druhým důvodem je plánované využití traktoru pro přepravu sklizených plodin. Při případné změně používané technologie v podniku se nabízí možnost pozdějšího zatížení pomocí přidavného závaží.

Nutno připomenout, že toto porovnávání je postavené na míru jednoho zákazníka, jelikož hodnocené parametry a váhy jednotlivých kritérií byly zvoleny na základě dotazníku, který byl předložen majiteli zemědělského podniku v obci Třebíz ve Středočeském kraji. Důvod, proč se autor práce rozhodl pro tento způsob získání informací je fakt, že zmíněný

podnik má aktuálně zájem o pořízení jednoho z kolových traktorů, jenž jsou v této práci porovnávány a má do podniku dobrý přístup. Výsledek testu, dle názoru zákazníka, poskytl požadované informace o technických a ekonomických parametrech, podle kterých se bude rozhodovat při dalším jednání o koupi stroje.

Jedním z důležitých aspektů při koupi stroje je také image a celkové jednání s prodejci. Pro získání cenových nabídek a bližších informací o modelech traktorů musel autor kontaktovat jednotlivé firmy s žádostí o zaslání nabídek v určitých konfiguracích s tím, že nemá zájem přímo stroj koupit, ale pouze porovnat s ostatními a použít informace k akademickým účelům, což bude mít vliv na rozhodování podniku při výběru a pořizování stroje. I přesto by autor rád vyzdvihl přístup prodejního zastoupení firmy Fendt, dále John Deere, Claas, Massey Ferguson a nakonec New Holland. V případě poslední zmíněné značky musel autor oslovit dva prodejní zástupce, jelikož od prvního osloveného nebyla bohužel žádná reakce.

V závěru práce by autor rád zmínil, že v případě takto nákladné investice je potřeba velmi dobře zvážit celkovou návratnost, která určitě není v krátkodobém časovém horizontu. Dále je dobré uvědomit si, do jaké oblasti se stroj pořizuje, jaká technologie se používá například při rostlinné produkci, za jakým účelem bude využíván a jaké jsou k dispozici stroje, s nimiž bude traktor spřažený. Pokud se všechny požadavky zohlední a dojde například i ke zvýšení rychlosti pracovních úkonů, díky pořízení stroje, či ke snížení nákladů po pořízení stroje. Bude investice jistě ta správná volba.

## 10 Seznam použitých zdrojů

- [1] DOC RNDR. HELENA BROŽOVÁ, CSc., Ph.D. ING. MILAN HOUŠKA and Ph.D. DOC. ING. TOMÁŠ ŠUBRT. *MODELY PRO VÍCEKRITERIÁLNÍ ROZHODOVÁNÍ*. první. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009.
- [2] ARNOŠT JÍLEK. *Zemědělec.cz* [online]. 27. May 2011 [citováno. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/traktory-a-jejich-specificke-vyuziti/>
- [3] ING. FRANTIŠEK ROUČKA. *Agroportal24h.cz* [online]. 20.dubna 2019 [citováno. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/podvozky-kolovych-a-pasovych-traktoru-jejich-odpruzeni-a-rizeni>
- [4] DOC. DR. ING. FRANTIŠEK KUMHÁLA ET.AL. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1.vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007.
- [5] JIŘÍ HEJHÁLEK. *Agrojournal.cz* [online]. 2015 [citováno. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/historie-traktoru-v-zemedelstvi-parni-stroje-30>
- [6] MICRO DE CET. *Traktory: encyklopedie*. 3.vydání. Čestlice: Rebo Productions CZ, spol. s. r. o., 2006.
- [7] FRANTIŠEK BAUER, PAVEL SEDLÁK and TOMÁŠ ŠMERDA. *Traktory*. B.m.: Mendelova Zemědělská a Lesnická Univerzita v Brně, 2006. ISBN 8086726150.
- [8] PROF. ING. FRANTIŠEK BAUER, CSc. et.al. *Traktory a jejich využití*. 2.vydání. Praha: Profi Press s. r. o., 2013.
- [9] MILAN ŠŤASTNÝ. *Trendy v zemědělské technice – RV*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací Praha, 2006. ISBN 978-80-7271-183-3.
- [10] ING. JAN SAJDL, Ph.D. *Autolexicon.net* [online]. 2011 [citováno. 2022-02-01]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/common-rail/>
- [11] ÖZTÜRK, İLHAN, ATAYIL KOYUNCU, KAĞAN PENEKLİOĞLU and ERTAN KARAİSMAİL. EFFECT OF RADIATOR COOLING PACKAGE ALIGNMENT ON UNDERHOOD COOLING PERFORMANCE OF AN AGRICULTURAL TRACTOR. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCES ON AUTOMOTIVE AND TECHNOLOGY* [online]. 2018. Dostupné z: doi:10.15659/ijaat.18.09.538

- [12] UMIROV, N. and Sh ABDUROKHMUNOV. Algorithm for calculating finned plate radiators for the cooling system of automobile and tractor engines. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. B.m.: IOP Publishing Ltd, 2021. ISSN 17551315. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/868/1/012002
- [13] LUBOŠ STEHNO. *Traktorové motory a emise* [online]. 4. August 2020 [citováno. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/traktorove-motory-a-emise/>
- [14] OTOMATIC. *OTOMATIC.CZ* [online]. 2020 [citováno. 2022-02-26]. Dostupné z: [https://www.otomatic.cz/konstrukce-a-pracovni-princip-dpf/?gclid=Cj0KCQiAmeKQBhDvARIsAHJ7mF4iv9-5rAWDvFHLQQGsBl0D6SGsRKq9fTdHTPP3aC35z2mUYsTKzQAaAu5vEALw\\_wcB](https://www.otomatic.cz/konstrukce-a-pracovni-princip-dpf/?gclid=Cj0KCQiAmeKQBhDvARIsAHJ7mF4iv9-5rAWDvFHLQQGsBl0D6SGsRKq9fTdHTPP3aC35z2mUYsTKzQAaAu5vEALw_wcB)
- [15] KHAIR, Magdi K. *A Review of Diesel Particulate Filter Technologies*. 2003.
- [16] TOMÁŠ ŠMERDA A KOLEKTIV. *Vznětové motory vozidel – biopaliva, emise, traktory*. 1.vydání. Brno: Albatros Media a.s., 2013. ISBN 978-80-264-0160-5.
- [17] DOC. ING. JIŘÍ ČUPERA, Ph.D. Druhy měření charakteristik spalovacích motorů. *Ústav techniky a automobilové dopravy* [online]. [citováno. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://web2.mendelu.cz/autozkusebna/html/charakter.htm>
- [18] AGROTEC A.S. *New Holland Agriculture* [online]. [citováno. 2022-03-17]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/products/traktory/polni-tahace-t8>
- [19] DAÑHEL AGRO A.S. *Zemědělská technika John Deere* [online]. [citováno. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://danhel.cz/technika/zemedelska-technika-john-deere/>
- [20] STROM PRAHA A.S. *STROM, Zemědělská technika* [online]. [citováno. 2022-02-27]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/rada8r-2020>
- [21] AGROCENTRUM ZS S.R.O. *Traktory Massey Ferguson* [online]. [citováno. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.agrocentrumzs.cz/produkty/produkty/traktory/massey-ferguson>
- [22] AUSTRO DIESEL GMBH. *Austro Diesel* [online]. [citováno. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.austrodiesel.at/cz/firma/austro-diesel/>
- [23] AGCO GMBH. *Fendt.com* [online]. 2022 [citováno. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.fendt.com/int/tractors/900-vario-highlights>
- [24] AGCO GMBH. *Fendt 900 Vario*. 2022.

- [25] CLAAS KGAA MBH. *CLAAS* [online]. [citováno. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/o-nas>
- [26] AGRALL ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA A.S. *Agrall.cz* [online]. [citováno. 2022-03-13]. Dostupné at: <https://www.agrall.cz/cs/chytrejsi-a-efektivnejsi-nez-kdy-drive-prijizdi-novy-claas-axion-900-stage-v>



## Seznam obrázků

Obrázek 1 Vizualizace bezrámové konstrukce .....	4
Obrázek 2 Vizualizace polo-rámové konstrukce .....	5
Obrázek 3 Vizualizace rámové konstrukce.....	6
Obrázek 4 Vizualizace motor PowerTech plus 9.0L (John Deere).....	7
Obrázek 5 Schéma systému Common-Rail .....	9
Obrázek 6 Schéma proudění vzduchu v turbodmychadle.....	10
Obrázek 7 Schéma chladič systému motoru.....	11
Obrázek 8 Funkce filtru pevných částic.....	13
Obrázek 9 Schéma SCR systému Denoxtronic 2 od firmy BOSCH.....	14
Obrázek 10 Fotografie traktoru New Holland T8 410.....	18
Obrázek 11 Fotografie kabiny DELUXE TECH .....	19
Obrázek 12 Fotografie traktoru John Deere 8340R.....	20
Obrázek 13 Fotografie kabiny CommandViewIII .....	22
Obrázek 14 Vizualizace traktoru MF 8737.....	23
Obrázek 15 Vizualizace kabiny MF Panorama.....	24
Obrázek 16 Vizualizace traktoru Fendt 936 Vario .....	25
Obrázek 17 Fotografie kabiny Fendt Life Cab .....	27
Obrázek 18 Fotografie traktoru Claas Axion 940.....	28
Obrázek 19 Vizualizace kabiny Claas ve výbavě CEBIS .....	29
Obrázek 20 Graf zvolené váhy jednotlivých kritérií.....	31

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Obecné požadavky na spalovací motor podle různých hledisek.....	8
Tabulka 2 Vybrané parametry traktoru New Holland T8 410.....	20
Tabulka 3 Vybrané parametry traktoru John Deere 8R 340 .....	22
Tabulka 4 Vybrané parametry traktoru MF 8737 .....	25
Tabulka 5 Vybrané parametry traktoru Fendt 936 Vario.....	27
Tabulka 6 Vybrané parametry traktoru Claas Axion 940 .....	30
Tabulka 8 Bodové hodnocení porovnávaných parametrů.....	33
Tabulka 7 Hodnoty porovnávaných parametrů.....	33