

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW  
(John Deere, New Holland, Case IH, Fendt)**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Ondřej Šařec, CSc.

Autor práce: Zuzana Faltová

**PRAHA 2015**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra využití strojů

Technická fakulta

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Faltová Zuzana

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW (John Deere, New Holland, Case IH a Fendt)**

Anglický název

**Comparison of tractors of power range up to 200 kW (John Deere, New Holland, Case IH and Fendt)**

---

## **Cíle práce**

Porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW podle zvolených technických, ekonomických a exploatačních parametrů (porovnat zejména značky traktorů John Deere, New Holland, Case IH a Fendt).

## **Metodika**

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

## **Osnova práce**

1. Úvod.
2. Cíl práce a použité metody.
3. Přehled traktorů a jejich parametrů.
4. Porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW.
5. Závěry a doporučení.
6. Použitá literatura.

## Rozsah textové části

30-40 stran

## Klíčová slova

traktor, technické charakteristiky, otáčková charakteristika motoru, metody porovnání

---

## Doporučené zdroje informací

BAUER, F. - SEDLÁK, P. - ŠMERDA, T.: Traktory. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

BROŽOVÁ, H. - ŠUBRT, T. - HOUŠKA, M.: Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha: Credit, 2003. 172 s. ISBN 80-213-1019-7.

CET, M.: Traktory (encyklopedie). Čestlice: Rebo, 2010. 299 s. ISBN 978-80-7234-935-7.

KAVKA M. et al.: Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. ÚZPI, Praha, 2003, 376 s. ISBN 80-7271-164-4.

KUMHÁLA, F. a kol. Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.

PÍCHA, V.: Katalog traktorů 2013. Agromachinery, 2013. 344 s. ISBN 978-80-904879-2-5.

ŠAŘEC P., ŠAŘEC, O.: Využití mobilních strojů- podklady k přednáškám a cvičením. ČZU, Praha, 2007, 99 s. ISBN 978-80-213-1681-2.

Firemní prospekty.

---

## Vedoucí práce

Šařec Ondřej, prof. Ing., CSc.

## Konzultant práce

Doc. Petr Šařec

## Termín zadání

listopad 2013

## Termín odevzdání

duben 2015

  
prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Vedoucí katedry



  
prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 3.2.2014

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW (John Deere, New Holland, Case IH a Fendt)“ vypracovala sama pod vedením prof. Ing. Ondřeje Šařce, CSc. a že veškeré použité prameny a publikace cituji a uvádím v příloženém seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

Podpis: .....

## Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce za poskytnutí rad a odbornou pomoc při její tvorbě. Dále bych chtěla poděkovat distributorům vybraných značek za poskytnutí potřebných materiálů.

# Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW. V úvodu je krátce charakterizována historie vývoje traktorů, dále pak obecný popis konstrukce. V druhé polovině jsou přiblíženy vybrané traktory a následně jejich jednotlivé parametry, jejich porovnání a vyhodnocení. Porovnání je provedeno metodou váženého součtu z vícekritériální analýzy variant, váhy kritérií jsou určeny pomocí Saatyho matice. V závěru jsou shrnuty získané vědomosti.

**Klíčová slova:** traktor, technické charakteristiky, otáčková charakteristika motoru, metody porovnání

# Abstract

The target of this bachelor thesis is to compare the tractors of performance category up to 200 kW. In the introduction of thesis there is briefly characterized history of tractors development as well as general description of construction. In the second half of thesis are described selected tractors and subsequently their individual parameters their comparison and evaluation. Comparison is made by using weighted sum of multi-criteria variation analysis. Criteria weights are determined by using Saaty matrix. The conclusion summarizes the gained learnings.

**Keywords:** tractor, technical characteristics, the speed characteristics of the engine, comparison methods

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce a metodika .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Konstrukce traktorů .....</b>	<b>2</b>
3.1	Motor .....	2
3.1.1	<i>Požadavky na traktorový motor.....</i>	<i>3</i>
3.1.2	<i>Palivová soustava vznětového motoru .....</i>	<i>3</i>
3.1.3	<i>Tvorba směsi a spalování.....</i>	<i>4</i>
3.1.4	<i>Způsoby vstřikování.....</i>	<i>4</i>
3.1.5	<i>Přepřňování .....</i>	<i>4</i>
3.1.6	<i>Chlazení.....</i>	<i>5</i>
3.2	Převodová ústrojí.....	6
3.2.1	<i>Pojzdové spojky .....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Traktorové převodovky .....</i>	<i>7</i>
3.2.3	<i>Rozvodovky .....</i>	<i>8</i>
3.2.4	<i>Vývodové hřídele .....</i>	<i>8</i>
3.3	Podvozky .....	9
3.3.1	<i>Odpružení přední hnací nápravy.....</i>	<i>9</i>
3.3.2	<i>Nezávisle odpružená přední hnací náprava .....</i>	<i>9</i>
3.3.3	<i>Řízení kolových traktorů.....</i>	<i>10</i>
3.3.4	<i>Brzdové ústrojí .....</i>	<i>10</i>

3.3.5	<i>Pneumatiky</i> .....	10
3.4	<i>Kabiny</i> .....	11
3.5	<i>Elektrohydraulické systémy (EHS)</i> .....	12
3.5.1	<i>Regulační hydraulika</i> .....	12
3.5.2	<i>Vnější okruhy hydrauliky traktorů</i> .....	13
3.5.3	<i>Závěsná zařízení</i> .....	13
3.6	<i>Elektronické vybavení traktorů</i> .....	13
3.6.1	<i>Řídící jednotka</i> .....	13
3.6.2	<i>Digitální sběrnice CAN-Bus</i> .....	14
3.6.3	<i>Funkce ISO-Bus systému</i> .....	14
3.6.4	<i>Paralelní navádění traktorových soustav</i> .....	15
<b>4</b>	<b>Charakteristiky vybraných traktorů</b> .....	<b>16</b>
4.1	<i>John Deere 7230R</i> .....	16
4.1.1	<i>Motor</i> .....	16
4.1.2	<i>Převodovka</i> .....	18
4.1.3	<i>Hydraulika</i> .....	18
4.1.4	<i>Kabina a vybavení</i> .....	19
4.2	<i>Fendt 826 Vario SCR</i> .....	19
4.2.1	<i>Motor</i> .....	20
4.2.2	<i>Převodovka</i> .....	20
4.2.3	<i>Hydraulika</i> .....	21



4.2.4	<i>Kabina a vybavení</i> .....	21
4.3	Case IH Puma 215 CVX .....	22
4.3.1	<i>Motor</i> .....	23
4.3.2	<i>Převodovka</i> .....	24
4.3.3	<i>Hydraulika</i> .....	24
4.3.4	<i>Kabina a vybavení</i> .....	24
4.4	New Holland T7.260.....	25
4.4.1	<i>Motor</i> .....	26
4.4.2	<i>Převodovka</i> .....	26
4.4.3	<i>Hydraulika</i> .....	27
4.4.4	<i>Kabina a vybavení</i> .....	27
<b>5</b>	<b>Vlastní porovnání vybraných traktorů</b> .....	<b>28</b>
5.1	Saatyho metoda .....	28
5.1.1	<i>Zvolená kritéria a jejich preference</i> .....	29
5.1.2	<i>Saatyho matice</i> .....	29
5.2	Metoda váženého součtu .....	30
<b>6</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>32</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>33</b>
	<b>Seznam zkratk</b> .....	<b>35</b>
	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>36</b>
	<b>Seznam vzorců, tabulek</b> .....	<b>37</b>

# 1 Úvod

Traktory sehrály důležitou roli již na začátku 19. století. První traktory nevypadaly tak, jak je známe dnes, ale byly to spíše samojízdné pluhy nebo speciální zemědělské tahače. Předchůdcem traktoru je kromě dobytka též parní lokomobila, což je mobilní komplet parního kotle a parního stroje. První prakticky použitelný traktor pochází z USA a byl sestaven v roce 1901. V první polovině dvacátých let se začal rozmáhat traktorový průmysl i u nás. Byl inspirovaný především zahraničními stroji. Průkopníkem traktorů v tehdejší Československu se staly firmy Českomoravská – Kolben – Daněk a továrna Wichterle – Kovařík v Prostějově. Později se přidali i výrobci Praga, Škoda, Wikov a Svoboda. [6]

Podle institutu World Resources Institute je v dnešní době na Zemi přes 25 milionů traktorů, v průměru 175 tisíc na každou zemi (96 tisíc v Českých zemích). Nabídka je velice rozsáhlá a výrobci se vzájemně přebíhají ve výrobě nových a ekonomičtějších konstrukcí. [6]

Obr. 1 - Vývoj traktorů



Dostupné z: <http://www.agromex.cz/pdf/fendt1.jpg>

## 2 Cíl práce a metodika

Cílem této práce je porovnání traktorů výkonové třídy do 200 kW podle mnou zvolených kritérií vycházejících z volně dostupných technických parametrů.

Většina technických parametrů je čerpána z prospektů nebo brožur jednotlivých výrobců. Specifičtější parametry (jako např. měrná spotřeba paliva) jsou získány z otáčkové charakteristiky motoru z protokolů německé testovací laboratoře DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, která testuje dle norem OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development), prodejní cena je z ceníků poskytnutých od českých distributorů jednotlivých značek. Pro vzájemné srovnání traktorů je použita metoda váženého součtu z vícekritériální analýzy.

## 3 Konstrukce traktorů

Traktory jsou univerzální stroje vhodné pro dopravu, tažení, tlačení i nesení zemědělských strojů. Právě jejich univerzálnost je činí potřebnými. Jsou určeny pro práci i dopravu zejména v zemědělství, na poli, v lese nebo jiném nerovném či nezpevněném terénu. Pojezdová rychlost dosahuje 30 až 40 km/h a při splnění dalších požadavků dle platných vyhlášek i 60 km/h. Mohou být kolové nebo pásové. Pásové traktory mají větší prokluz, nízký měrný tlak na půdu, ale jejich provoz je nákladnější. Pro práci, kdy se využívá hlavně tažná síla, jsou výhodné traktory s pohonem na všechna čtyři kola. [2]

### 3.1 Motor

Spalovací motory jsou již od jejich objevení předmětem stálého zájmu konstruktérů. Nová technická řešení u traktorových motorů vycházejí z velké části z vývoje motorů u automobilů. Největší modernizace se dnes objevuje zejména v oblasti přípravy palivové směsi a v oblasti aplikace elektroniky v řízení a ovládání motoru. Cílem prováděných změn je snížení spotřeby paliva, opotřebení, tepelného namáhání, ztrátových výkonů, emisí a náročnosti na údržbu. [1]

U traktorů se v dnešní době používají především čtyřdobé vznětové motory, výjimku tvoří pouze některé malotraktory s dvoudobými vznětovými popř. zážehovými motory. Čtyřdobé vznětové motory jsou pístové motory s vnitřním spalováním, ve kterých se energie přenáší přes píst a ojnici na klikový hřídel. [2]

### 3.1.1 Požadavky na traktorový motor

Dle současného světového trendu jsou na traktorový motor kromě obecných požadavků (jako jsou např. výfukové emise, spotřeba paliva, hluk, výkon atp.) kladeny také speciální požadavky vycházející z provozu motoru, zejména vysoké převýšení točivého momentu, trvalý provoz při maximálním výkonu, provoz při velkém kolísání zatížení, práce motoru v širokém rozmezí otáček s konstantním výkonem, nízká spotřeba paliva v provozní oblasti motoru, startovatelnost při nízkých teplotách, snadná a rychlá diagnostika poruch, dlouhé servisní intervaly a vysoká životnost motoru. Dále motor musí plnit předpisy EHK a směrnic ES/EHS a jejich aplikace na kategorie vozidel T dle požadavků zákonů a vyhlášek Ministerstva dopravy, jako jsou emise výfukových plynů, kouřivost vznětových motorů, hladina vnějšího hluku traktoru atd. [1]

### 3.1.2 Palivová soustava vznětového motoru

Její účelem je dopravit vyčištěné a vody zbavené palivo z nádrže do spalovacího prostoru, vstříkovat palivo ve správném okamžiku, množství a pod správným tlakem, palivo ve spalovacím prostoru správně rozdělit a rozprášit a zabránit tak klepání, řídit pořadí vstřikování do jednotlivých válců podle konstrukce motoru, řídit množství paliva podle režimu motoru u všech válců. [1]

Palivová soustava je tvořena nízkotlakou a vysokotlakou částí. V nízkotlaké části se nasává palivo z nádrže a přes palivové čističe se dopravuje do sacího kanálu vstřikovacího čerpadla. Na konci sacího kanálu je přetlakový ventil, který udržuje v nízkotlaké části mírný přetlak. Vysokotlaká část zajišťuje dopravu paliva ke vstřikovačům. U traktorových motorů se nejčastěji používají palivové soustavy s rotačním vstřikovacím čerpadlem, s řadovým vstřikovacím čerpadlem, samostatná jednoválcová vstřikovací čerpadla a vstřikovací systém s tlakovým zásobníkem Comonnn Rail. [1] [4]

### 3.1.3 Tvorba směsi a spalování

Příprava palivové směsi přímo ovlivňuje velikost a průběh parametrů charakterizujících činnost spalovacího motoru, jako jsou užitečný výkon, krouticí moment, hluk spalování motoru a spotřeba paliva. Cílem je vytvořit ve spalovacím prostoru co nejideálnější podmínky pro vznícení a uvolnění tepelné energie, která je následně přeměněna na mechanickou práci klikového mechanismu při udržení maximální energetické účinnosti.

Vstřikování paliva u vznětových motorů se dělí na vstřikování přímé a vstřikování nepřímé. V současné době se u traktorů používají téměř výhradně motory s přímým vstřikem – do spalovacího prostoru vytvořeného v pístu. Nejčastěji se používají spalovací prostory Hesselmann, Man, Saurer a polokulový. [1]

### 3.1.4 Způsoby vstřikování

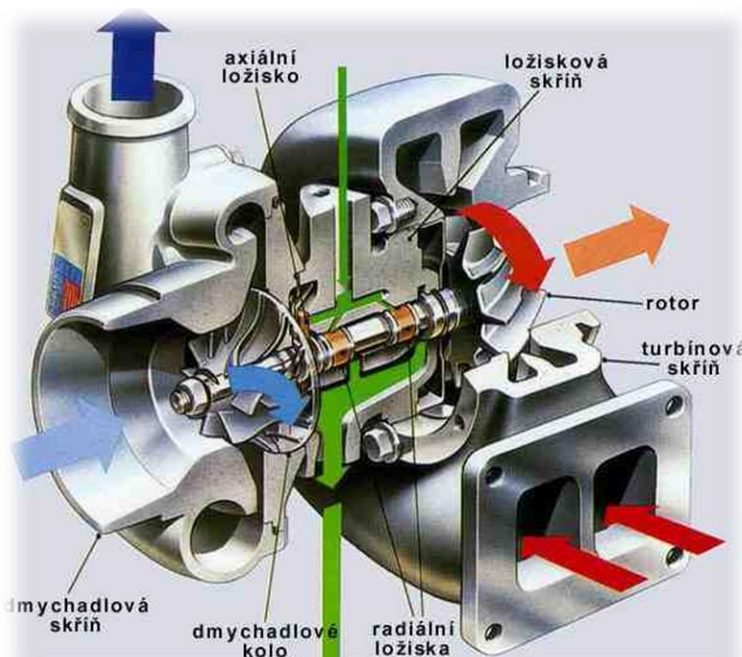
U konvenčních vstřikovacích systémů jsou tvoření tlaku a příprava vstřikované dávky spojeny s vačkou a pístem. Vstřikovací tlak tak roste s rostoucími otáčkami a vstřikovanou dávkou, ale ke konci vstřikování klesá na zavírací tlak trysky. U systémů s tlakovým zásobníkem je ovšem tlak vytvářen nezávisle na otáčkách motoru a velikost vstřikované dávky ovlivňuje doba sepnutí elektromagnetického ventilu. Následnými výhodami jsou snížení hluku spalování, spotřeby paliva a také snížení emisí. [1]

### 3.1.5 Přepřňování

Přepřňování je pro motory dnes nezbytné, neboť dopravení větší hmotnosti vzduchu do spalovacího prostoru je nejefektivnější řešení ke zvýšení výkonu, u kterého nemusí docházet ke změně charakteristických parametrů motorů. V dnešní době je možné přepřňování realizovat pomocí dmychadel (mechanicky poháněná, turbodmychadla), dále pak pomocí tlakových vln (laděná sací potrubí, rotační rozdělovač Compres) nebo náporu vzduchu - při rychlostech jízdy vyšších než 100 km/h. [1]

U traktorových motorů se používají zejména turbodmychadla s mezichladičem vzduchu a natáčecími lopatkami. Jsou složena z turbíny a dmychadla spojených s hřídelem uloženým v ložiscích v tělese turbíny. Část energie spalin se využívá k roztočení turbíny, dmychadlo pak zajišťuje plnění válců čerstvým vzduchem. To vede ke snížení hmotnosti, ceny motoru, hospodárnějšímu chodu motoru, příznivějším parametrům výfukových emisí a působí jako tlumič. [1] [2]

Obr. 2 - Princip turbodmychadla



Zdroj: <http://brickweb.wz.cz/technika/turbo.htm>

### 3.1.6 Chlazení

Chladicí soustava zajišťuje stabilní teplotu motoru odvodem přebytečného tepla z nejvíce namáhaných částí, jako jsou hlavy válců, písty, ventily, atd. Dále má za úkol zajistit rychlý ohřev motoru na provozní teplotu a odvádět teplo z plnicího vzduchu u přeplňovaných motorů, mazacího oleje, paliva, hydraulického oleje, chladicí kapaliny apod. K tomu se používají např. chladič motoru, vyrovnávací nádoba chladicí kapaliny, chladič kapaliny pro chlazení plnicího vzduchu a převodového oleje, chladič paliva, výměník chladicí kapalina-vzduch a výměník chladicí kapalina-olej. [1] [4]

## 3.2 Převodová ústrojí

Pod tímto pojmem se rozumí všechna ústrojí spojující spalovací motor s koly hnacích náprav a koly vývodovým hřídelem traktoru, a dále ta, která umožňují přenos nebo přerušení točivého momentu, změnu velikosti nebo smyslu otáčení.

Moderní převodová ústrojí je možné zařadit mezi automatizované systémy komunikující digitální sběrnici CAN-Bus s ostatními funkčními uzly traktoru. Současným trendem je aplikace řídicí elektroniky na převodová ústrojí. Tím se vytváří podmínky pro společné řízení převodových ústrojí a spalovacího motoru a vylepšují se tak ekonomické a výkonnostní parametry. Převodovky mohou být stupňovité, bezstupňové nebo reverzační. Stupňovité umožňují pouze omezený počet převodových poměrů, bezstupňové umožňují v daném rozsahu nekonečně mnoho převodových poměrů a reverzační slouží ke změně směru jízdy. Dále podle druhu přenosu energie mohou být převodovky mechanické, hydrostatické, hydrodynamické, nebo s výkonovým dělením, které kombinují více druhů přenosu energie. [1]

### 3.2.1 Pojezdové spojky

Základní princip pojezdových spojek spočívá v rychlém přerušení a opětovném spojení hnané spojkové hřídeli a hnací hřídeli motoru, přitom jejich spojení probíhá prokluzováním jako důsledek vyrovnání jejich rozdílných otáček. Tento princip zajišťuje plynulé rozjíždění a řazení převodových stupňů bez přenosu rázů. [1] [2]

#### 3.2.1.1 *Kotoučové spojky*

Nejčastějším umístěním kotoučové spojky bývá těleso setrvačníku spojené s klikovým hřídelem. Setrvačnick snižuje nerovnoměrnost otáčení klikového hřídele, jeho součástí je ozubený věnec, který slouží ke spouštění motoru. Kotouč spojky je z ocelového plechu s drážkovým nábojem, a bývá často odpružen vinutými pružinami, aby se snížil přenos vibrací mezi motorem a převody. Velmi důležitá je tepelná vodivost kotouče, neboť má vliv na odvádění tepla během zapínání spojky. Zahříváním obložení dochází k poklesu součinitele tření a současně točivého momentu, jež je schopna spojka přenést. [1]

### 3.2.1.2 *Lamelové spojky*

Lamelovou spojku tvoří několik lamel, které jsou řazeny za sebou a jsou střídavě spojené s hnanou a hnací částí prostřednictvím ozubení. Při jejich stlačení dochází ke spojení hnací a hnané části. Uspořádání a konstrukce spojky dovolují použití v omezeném prostoru, přenos velkých točivých momentů a také zapojování do automatických uzlů. K ovládání se využívá proporcionálních hydraulických prvků ovládaných impulsy řídicí jednotky. [1]

### 3.2.1.3 *Hydrodynamické spojky*

Hydrodynamická spojka je nejjednodušší formou hydraulického převodu, tvoří jí čerpadlové a turbínové lopatkové kolo. Obě kola jsou si tvarově podobná, s radiálně uspořádanými lopatkami a jsou zaplněna kapalinou (olejem). Turbínové kolo je spojeno s hnacím hřídelem převodovky, čerpadlo s klikovým hřídelem. S rostoucími otáčkami turbíny se zvyšuje účinnost spojky. Hydraulické spojky pracují se stálým skluzem, to znamená, že přenáší výkon motoru se ztrátou. [1]

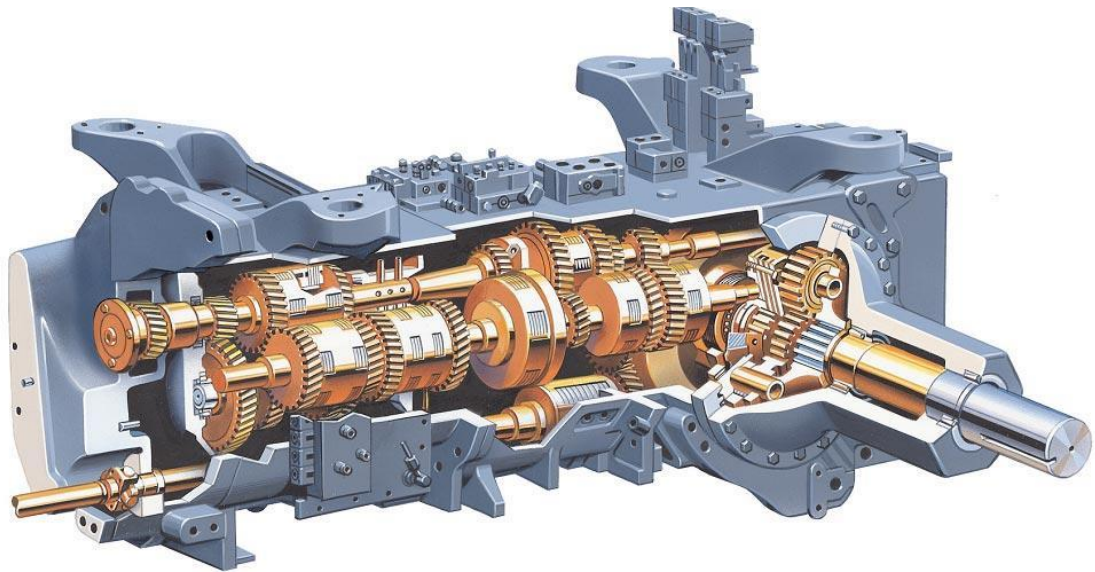
## 3.2.2 *Traktorové převodovky*

Traktory pracují v rozmanitých podmínkách, které vyžadují změnu tahové síly a pojezdové rychlosti pro dosažení ekonomických a výkonnostních parametrů. Pokud by měl spalovací motor ideální otáčkovou charakteristiku, pak by převodovka u traktoru nebyla potřebná. Tak tomu ale není, takže zařazení převodovek do převodového ústrojí je nezbytné proto, aby bylo možné docílit změny převodového poměru k lepšímu využití vlastností motoru a zároveň traktoru jako celku. [1]

Nejrozšířenějším způsobem přenosu výkonu motoru je mechanický převod, hydraulické převodovky se u současných traktorů využívají jen velmi málo. Traktory využívající diferenciální hydrostatickou převodovku používají kombinaci hydraulického a mechanického přenosu točivého momentu. [1]



Obr. 3 - Převodovka New Holland



Zdroj: [http://www.strojeslovakia.sk/images/ufullsize/detail/0000\\_0281\\_4.jpg](http://www.strojeslovakia.sk/images/ufullsize/detail/0000_0281_4.jpg)

### 3.2.3 Rozvodovky

Rozvodovka se skládá ze stálého převodu a diferenciálu, která jsou uložena ve skříni rozvodovky. U traktorů se využívají dva stále převody přední a zadní hnací nápravy. Diferenciální planetové soukolí nemění velikost převodového poměru, ale umožňuje rozdílné otáčení hnacích kol nápravy při odvalování po odlišných poloměrech otáčení. [1]

### 3.2.4 Vývodové hřídele

Převodovým ústrojím se nepřenáší točivý moment jen na hnací nápravu, ale i na vývodové hřídele. Ty slouží k pohonu strojů, které vyžadují mechanizmy točivého momentu. Traktory jsou standardně vybaveny zadním vývodovým hřídelem, na přání může být však vyveden i v přední části. Převodové strojí vývodového hřídele je složeno z redukčních soukolí a lamelové spojky pro zapínání vývodového hřídele. [1]

## 3.3 Podvozky

Podvozky jsou nosnou částí traktoru. Mezi jejich součásti patří všechny mechanismy, které umožňují řízení a jízdu traktoru. Některé části musí zajišťovat ještě další funkce jako např. změnu rozchodu kol, změnu světlé výšky při zachování stability a říditelnosti nebo nést pracovní nářadí a stroje. [1]

Podvozky jsou různé podle výkonových tříd motorů, např. u traktorů s nižším výkonem se používá bezrámový podvozek, protože zde není tak velké namáhání, tudíž rám není za potřebí. Stále častěji se u kolových traktorů využívají podvozky rámové. Tzv. celorámová konstrukce činí traktor silnějším a odolnějším. Rám na sebe bere veškerou námahu a zátěž a tím umožňuje zdvihat a převážet těžší náklady. Přechod mezi konstrukcí rámovou a bezrámovou tvoří podvozky polorámové. [1] [4]

### 3.3.1 Odpružení přední hnací nápravy

Reakcí na požadavky z praxe je právě odpružená přední náprava. V dnešní době je snaha čím dál více zvyšovat pracovní rychlosti traktorů a to vede výrobce k řešení odpružení přední nápravy, protože při jízdě po nerovném terénu zajišťuje stálý kontakt předních kol s podložkou, čímž se zvyšují tahové vlastnosti traktoru a zároveň se jízda stává pro obsluhu pohodlnější. [1]

### 3.3.2 Nezávisle odpružená přední hnací náprava

Na rozdíl od odpružení celé přední nápravy nabízí tento systém odpružení jednotlivých kol. Kola jsou zavěšena pomocí čtyř kyvných pák a mechanické konstrukční díly pro pravé a levé kolo pracují nezávisle. To zvyšuje jízdní komfort a také umožňuje zvýšení dynamického přenosu výkonu motoru na podložku. Velká výhoda této nápravy je ve zlepšení poměru neodpružené hmoty k odpružené a v minimalizaci zatížení kmity, které působí na traktor a obsluhu. [1]

### 3.3.3 Řízení kolových traktorů

U většiny kolových traktorů se využívá řízení hydrostatické. To je tvořeno hydrostatickou jednotkou, která je ovládaná volantem. Zdrojem tlakového oleje, který je veden k hydromotoru u řídicích kol, je zubové čerpadlo. V hydromotoru je umístěn rozvaděč, který je ovládán přes pákový mechanismus od volantu. Po natočení volantu se rozvaděč přestaví a tím se usměrní proud tlakového oleje do hydromotoru. Tento proud posiluje účinek síly od volantu na kola a natáčí je. [1]

Zvláštním případem je řízení obou náprav u speciálních traktorů. Zde je řízení vybaveno rozvaděčem, který má tři polohy, kde každá poloha zajišťuje jiný způsob řízení. První poloha zajišťuje řízení přední i zadní nápravy nesouhlasně, druhá řízení přední nápravy a poloha třetí zajišťuje řízení obou náprav souhlasně. [5]

### 3.3.4 Brzdové ústrojí

V dnešní době se u traktorů používají nejrůznější brzdové konstrukce. U moderních traktorů jsou nejpoužívanějšími brzdami brzdy třecí, hydraulické, dvouokruhové, mokré a kotoučové s kotouči a s třecím obložením. Tyto systémy jsou dále vybaveny brzdnými hydraulickými posilovači. Pro parkovací brzdy se používají mechanické provozní brzdy kotoučové nebo lamelové brzdy. [1]

### 3.3.5 Pneumatiky

Pneumatiky přenášejí hmotnost traktoru a připojeného nářadí, hnací a brzdící momenty a boční síly na podložku a současně jsou důležitým členem v pružící soustavě. Pneumatikou se rozumí plášť, který tvoří vnější část pneumatiky, případně plášť s duší. Pneumatiku tvoří až z 85% pryž, dále 2 - 3% připadají na ocelový drát a zbytek je tvořen různými vlákny. Dalšími přísadami jsou saze, oleje, různé chemikálie a další suroviny. [1]

Pneumatika se skládá z běhounu, kostry, bočnic, patky a nárazníkové vrstvy. Běhoun vytváří kontakt s podložkou a odvádí teplo vzniklé v pneumatice. Vzor záběrových figur je šípový s žebry tvarovanými do oblouku. Nejvíce vlastnosti pneumatiky (jako jsou např. styčná plocha, nosnost, valivý odpor...) ovlivňuje konstrukce kostry. Podle této konstrukce lze pláště rozdělit na diagonální a radiální. [1]

## 3.4 Kabiny

Kabina tvoří pracovní prostředí obsluhy, proto při návrhu a konstrukci kabin se výrobci musí řídit řadou směrnic a celosvětových předpisů, jejichž cílem je zvýšit bezpečnost práce a omezit nepříznivé vlivy na řidiče. Základem kabiny je ocelový svařovaný rám se šesti nebo čtyřmi sloupky, které spojují horní a dolní část konstrukce. Z pohledu bezpečnosti má za úkol kabina chránit posádku před nárazem nebo před převrácením. Dobrý výhled z kabiny zajišťuje prosklená plocha, která může dosahovat až 6 m<sup>2</sup>. Další výrazný prvek ovlivňující konstrukci kabin je hluk. Jeho velikost je dána předpisy, které rozeznávají vnitřní a vnější hlučnost. [1]

Kabina je uložena na podvozku prostřednictvím pryžových segmentů zajišťujících tlumení vibrací. Pro lepší tlumení vibrací se využívá také odpružení kabiny kombinací pneumatik nebo hydraulických pružících prvků s pryžovou či ocelovou pružinou. Pro snadnější údržbu a servis musí být kabiny buď demontovatelné, nebo se používají výklopné systémy, které zajišťují částečné odklopení kabiny pro lepší přístup k převodovce a hydraulice traktoru. [2]

V kabinách se nachází přístrojová deska, která informuje řidiče o provozu a činnosti jednotlivých ústrojí traktoru, a ostatní integrované digitální panely, které jsou ergonomicky rozmístěny vůči sedadlu obsluhy tak, aby obsluha měla absolutní přehled o tom co se děje. Další ovládací prvky, které jsou určeny zejména pro nastavení traktoru při práci, jsou umístěny na konzole. Standardem u vyšších výkonových tříd se stal LCD displej umístěný na pravém sloupku kabiny, který zobrazuje informace o aktuální spotřebě, výkonnosti, prokluzu atd. [1]

Jedním z nejdůležitějších článků kabiny je sedadlo řidiče. Konstrukce v této oblasti je opravdu na vysoké úrovni. Sedadlo má svoji elektronickou jednotku a je vybaveno až devíti ovládacími prvky pro nastavení sklonu sedáku, opěradla, výškového nastavení atd. Dnešní konstrukce sedaček dokáží automaticky přizpůsobovat odpružení rychlosti traktoru a hmotnosti řidiče. [1]

## 3.5 Elektrohydraulické systémy (EHS)

V současné době jsou tyto systémy nejrozšířenějším prostředkem pro ovládání tříbodových závěsů (k jejich ovládání slouží vnitřní okruh hydrauliky) a vnějších okruhů hydrauliky traktorů, které slouží pro pohon hydraulickým motorům. Tříbodový závěs se ovládá ovládacím panelem z místa řidiče, spouštění a zvedání může být ovládáno pomocí tlačítek umístěných na zadní části traktoru. [3]

### 3.5.1 Regulační hydraulika

Je určena právě pro ovládání a regulaci tříbodového závěsu a významným způsobem ovlivňuje tahové vlastnosti traktoru. Téměř všechny traktory jsou vybaveny základními regulačními systémy, a to polohovým, silovým a smíšeným. Polohový systém slouží pro regulaci na konstantní polohu, silový pro regulaci na konstantní sílu a smíšený je kombinací předchozích dvou. Správné použití těchto systémů (společně s nastavením dalších regulačních prvků) podstatně ovlivňuje spotřebu nafty, výkonnost a kvalitu prováděné práce. Elektrohydraulické regulační systémy umožňují nastavit polohovou regulaci, silovou regulaci, smíšenou regulaci, tlakovou regulaci a regulaci na mezní prokluz. [1]

### 3.5.2 Vnější okruhy hydrauliky traktorů

Tyto okruhy jsou určené k ovládní přímočarých nebo rotačních hydraulických motorů. Traktory mohou být vybaveny různým počtem samostatných hydraulických okruhů, jejichž počet roste s výkonem traktoru. Každý okruh je samostatně ovládn jednou pákou, nebo se používá ovládní pomocí křížového ovladače. Hydraulické okruhy jsou vybavovány systémy automatického řízení výkonu, aby nebyl motoru ubírán výkon na pohon čerpadla. Nejčastějšími používanými systémy v dnešní době jsou Load sensing s axiálním hydrogenerátorem anebo s konstantním hydrogenerátorem. [1]

### 3.5.3 Závěsná zařízení

Mezi závěsná zařízení se řadí tříbodový závěs, který už se používá řadu desítek let, dalšími jsou přední tříbodový závěs a spodní závěsy - výkyvný, válečkový, pevný závěsný čep (Piton Fix), automatický agrozávěs kombinovaný se spodním výkyvným závěsem a etážový závěs. [1]

## 3.6 Elektronické vybavení traktorů

Zvyšující se elektronizace u traktorů přináší nové možnosti v podobě automatiky řízení, souvraťového managementu, navýšení výkonu, ovládní atd. Elektronika také snižuje riziko poškození ústrojí traktoru nevhodným provozem, tím se ale také zvyšuje užitná hodnota traktoru. [1]

### 3.6.1 Řídící jednotka

Řídící jednotka (ECU) je schopna přijímat informace od soustavy snímačů, vyhodnocovat je a nastavovat akční členy. Řídící, diagnostické a regulační úkony provádí ECU v rámci jednoho uzavřeného obvodu. Na traktoru to může být spalovací motor, převodovka, vstřikovací čerpadlo, vnější hydraulika, regulační hydraulika, přístrojová deska, výkonnostní monitor a další. [1]

Základem řídicí jednotky je integrovaná základní deska uložená v kovovém pouzdru, na které jsou umístěny paměti, mikrokontroler, napájení, modul sledování a další prvky s precizně provedenou mikroelektronikou. Většina elektronických součástí je k základní desce připevněna technologií SMD, tzn. pájené nebo lepené součásti. Spolehlivost činnosti řídicí jednotky musí být zajištěna i v případě napěťových výkyvů, otřesů, těsnosti, vysoké teploty a nesmí být ovlivněna zdroji elektromagnetického rušení. [1]

### 3.6.2 Digitální sběrnice CAN-Bus

Bus-systém znamená, že je na jedno vedení napojeno současně několik řídicích jednotek, takové vedení lze označit jako datovou sběrnici. Prvky systému CAN jsou integrovány do řídicích jednotek a ty pak mohou vysílat i přijímat informace v digitální podobě. Přenos zpráv funguje tak, že řídicí jednotka pošle informace do společné sítě a na základě jejího identifikátoru poznají ostatní řídicí jednotky, o jakou zprávu se jedná. [3]

Pro zemědělské a lesnické stroje upravuje systém CAN-Bus norma ISO 117 83. U traktorů se většinou používá dvou CAN-Bus sítí navzájem propojených můstkem. Vedení tvoří dva měděné kabely, které přenášejí data v obou směrech. Na koncích vedení jsou rezistory zabraňující nežádoucí reflexi, která by mohla zkreslit přenášené údaje. Obě vedení jsou mezi sebou „propletena“, aby se snížilo nebezpečí snížení signálu. [1]

### 3.6.3 Funkce ISO-Bus systému

ISO-Bus systém slouží ke komunikaci mezi traktorem a připojenými stroji. Požadované úkony řidiče se posílají datovým vedením z ovládacího terminálu na řídicí jednotku stroje, která je vyhodnotí a provede. Řídicí jednotka je umístěna přímo na stroji, terminál slouží pouze jako ukazatel a ovládací část. [1]

### 3.6.4 Paralelní navádění traktorových soustav

Možnost využívat určování polohy satelitním navigačním systémem GPS znamená u zemědělské techniky zvýšení efektivity jejího provozu a získávání hodnotných informací, které lze spojit s polohou stroje. U traktorů se především jedná o paralelní navádění k základní linii, což je vhodné zejména při agregaci s širokozáběrovými stroji nebo při špatné viditelnosti. [1]

Obr. 4 - Technologie GPS navigace



Obr. 5 - GPS Leica Mojo 3D



Zdroj:[14]

Zdroj: <http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/fons2-2b4b2e.jpg>

Dochází k úsporám pracovního času a paliva tím, že se redukuje překrývání záběrů, dále také na straně aplikovaných prostředků jako osivo, hnojivo či pesticidy. K určení souřadnic traktoru se využívají družice GPS, které vysílají tzv. navigační signály. Přijímač umístěný na traktoru je schopen z těchto signálů určit čas odvyšování, současně si z interních hodin odečte čas příchodu signálu a vynásobením výsledného rozdílu času signálu a rychlostí světla zjistí svou vzdálenost k jednotlivým družicím. [1]



## 4 Charakteristiky vybraných traktorů

### 4.1 John Deere 7230R

Patří do řady traktorů John Deere 7R modelový rok 2014, která zahrnuje 5 modelů s výkony od 155 do 213 kW (210 - 290 koní), s navýšením Intelligent Power Management má John Deere 7230R maximální výkon 194 kW. [7]

*Obr. 6 - Traktor John Deere 7230R*



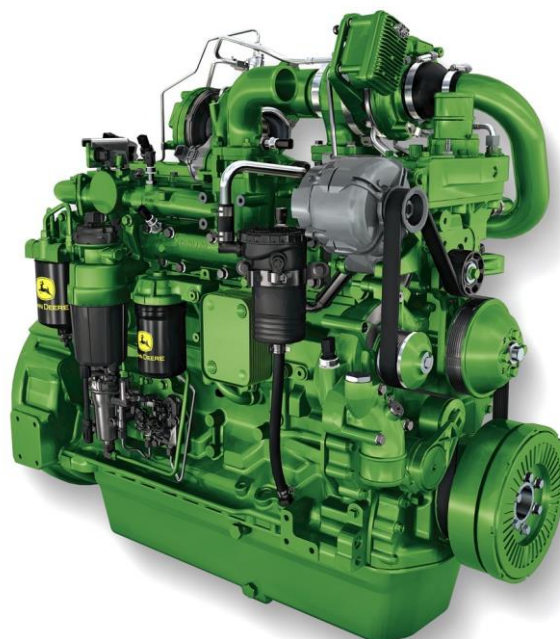
*Zdroj: <http://www.strompraha.cz/assets/gallery/76/37.jpg>*

#### 4.1.1 Motor

Jedná se o šestiválcový motor PowerTech PVX o objemu 9.0 L s technologií „pouze nafta“. Tyto motory mají turbodmychadlo s variabilní geometrií (VGT), které mění tlak výfukových plynů na základě zatížení a rychlosti k zajištění chlazené recirkulaci spalin (EGR). Technologie EGR umožňuje snížit emise výfukových plynů vznětových motorů na úroveň norem Euro IV a vyšší. [8]

Principem je, že část výfukových plynů prochází výměníkem tepla (chladičem, tzv. vnější recirkulace) a je nasávána zpět do motoru, kde se znovu účastní procesu spalování. Tímto se omezuje vznik dalšího NOx - v nasávaném vzduchu je menší podíl kyslíku, výsledkem jsou nižší teploty v průběhu spalování a tím i nižší produkce oxidů dusíku, vznikajících především za vysokých teplot. Tyto motory rovněž využívají katalyzátor spalin vznětového motoru (Diesel Oxidation Catalyst) pro přeměnu CO a uhlovodíků na kysličník uhličitý a vodu, a filtr pevných částic (DPF). [8]

*Obr. 7 - Motor PowerTech PVX*



*Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/assets/gallery/76/10.jpg>*

Traktor je vybaven vysokotlakým systémem Common Rail s plně elektronickým řízením a elektrickým palivovým podávacím čerpadlem. High Pressure Common Rail je systém vstřikování paliva, který umožňuje monitorovat všechny důležité parametry, jako např. tlak, polohu klikového hřídele, dobu vstřiku nebo dělené vstřikování, a to i při nízkých otáčkách motoru, za účelem zvýšení pružnosti a pro rychlejší odezvu na měnící se zatížení. [9]

Chladicí soustava Vistronic Fan, kterou je traktor také vybaven, zvyšuje provozní účinnost. Automaticky upravuje otáčky ventilátoru, aby byla zachována optimální provozní teplota, a pomáhá motoru rychle reagovat na měnící se zatížení. Systém tlačného ventilátoru je součástí nové konstrukce kapoty s plně pokrytým oddílem pod kapotou. Vzduch je přes sestavu chladičů tlačěn místo tradičního tažení, do oddílu motoru se tak dostane minimální množství nečistot a chladič zůstává i v náročnějších podmínkách čistý. [8]

#### 4.1.2 Převodovka

Standardně jsou traktory vybaveny převodovkou AutoQuad s dvaceti rychlostmi vpřed a dvaceti rychlostmi vzad. S funkcí EcoShift lze dosáhnout úspory paliva i při vysokých přepravních rychlostech. Ovládání spojky z řadicí páky umožňuje hladší, rychlejší a pohodlnější řazení. Převodovku lze však zvolit v závislosti na použití stroje. Na výběr je ještě bezstupňová převodovka AutoPowr, která umožňuje hladkou změnu od nulové po maximální rychlost bez nutnosti použití spojky. Další výhody jsou nejvyšší úroveň komfortu obsluhy, nízké otáčky motoru při maximálních přepravních rychlostech, lepší hospodárnost, snadná regulace otáček motoru, hladká změna rychlosti při zatížení a během dopravy atd. [7]

#### 4.1.3 Hydraulika

Všechny traktory řady 7R jsou vybaveny hydraulickým systémem Load Sensing s kompenzací tlaku a průtoku s jedním axiálním pístovým čerpadlem. Výhodou této soustavy je menší počet součástí, méně hydraulických spojů a kratší hydraulická vedení, výsledkem je vyšší výkonnost a spolehlivost. Hydraulické čerpadlo má maximální průtok 222 l/min při 20 MPa. Celkem nabízí hydraulika čtyři elektronicky ovládané vnější okruhy, dva středové okruhy (jeden ovládající čelní tříbodový závěs, druhý vyvedení k čelnímu závěsu). Pomocí CommandCenter lze monitorovat průtok, čas a nastavovat hydraulickou soustavu celého traktoru. [8] [9]

#### 4.1.4 Kabina a vybavení

Kabina CommandView III je ve specifikaci Premium s odpruženým sedadlem Active Seat a sedačkou spolujezdce s výrazně nižší hlučností (pouhých 68 dB), díky vrstvenému čelnímu sklu a novému odhlučnění podlahy. Možnost natočení sedala až o 40° a opravdová chladnička to jsou jen další drobnosti zvyšující komfort obsluhy. Nabízí se zde možnost volitelně odpružené kabina, dalším vybavením jsou automatická klimatizace, stěrače s ostřikovači, vpředu, vzadu a vpravo a elektricky stavitelná vnější zrcátka. [8]

Ergonomicky a moderně řešená konzola CommandArm na pravé straně, do které je integrován panel GreenStar 4 CommandCenter, s 7" nebo 10" dotykovým monitorem pro nastavení a zobrazení všech funkcí traktoru. Navíc lze prostřednictvím tohoto panelu ovládat i aplikace pro přesné zemědělství (AMS), nebo nářadí připojené sběrníci ISOBus. Nachází se zde i systém souvratové automatiky iTEC a příprava AutoTrac. [8]

## 4.2 Fendt 826 Vario SCR

*Obr. 8 - Fendt 826 Vario*

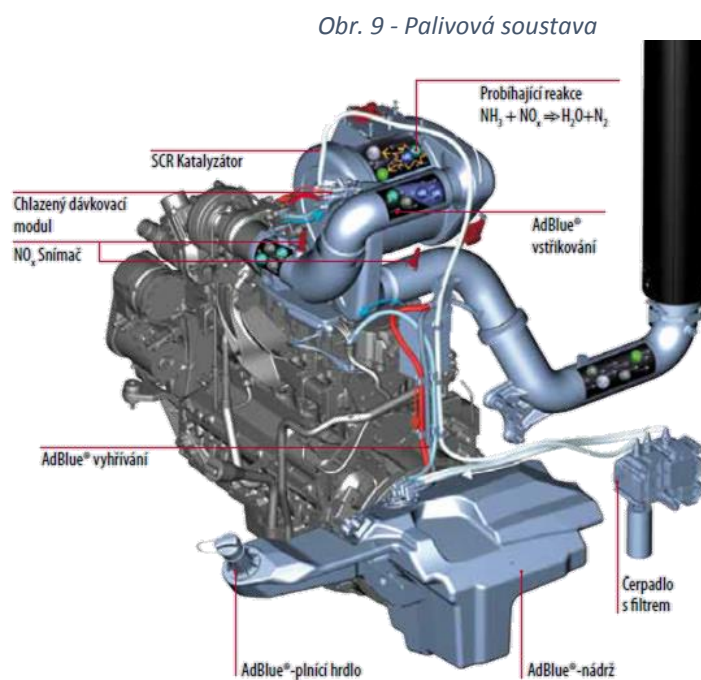


*Zdroj: [http://www.agromex.cz/pdf/\\_1306906s.jpeg](http://www.agromex.cz/pdf/_1306906s.jpeg)*

V současné době jedna z novějších a modernějších výrobních řad traktorů Fendt je reprezentována vloženou řadou 800 Vario, do které vybraný model s maximálním výkonem 191 kW patří. Modely této řady v sobě spojují ty nejmodernější poznatky z pohonu a ovládání traktoru částečně převzaté z větší řady 900 Vario. [10]

#### 4.2.1 Motor

Pod kapotou se nachází přepracovaný šestiválcový motor Deutz s vysokotlakým vstřikováním paliva o zdvihovém objemu 6,06 l s maximálním výkonem 191 kW. Pro splnění emisní normy stupně IV / Tier 4Final platné od ledna 2014 je poprvé v historii u traktorů Fendt použita technologie snížení NOx a pevných částí pomocí technologie SCR využívající roztok močoviny AdBlue, která je vstřikována speciální tryskou do katalyzátoru, kde se oxidy dusíku změňjí v dusík a vodní páru, které jsou přirozenou součástí atmosféry. Je zde i pasivní filtr částic a externí recirkulace spalin. [11]



Zdroj: [http://fendt.wz.cz/800vario\\_cz\\_neu.pdf](http://fendt.wz.cz/800vario_cz_neu.pdf)

#### 4.2.2 Převodovka

Traktor je vybaven bezstupňovou převodovkou ML-220. Převodovka hravě pokrývá myslitelné jízdní rozsahy od integrované „superplazivé“ rychlosti od 20 m/h až po maximální rychlosti používané v dopravě po silnici. Ve standardní výbavě je traktor vybaven systémem TMS, který podstatně zvyšuje již tak jednoduché ovládání. Obsluha určí jen směr jízdy a požadovanou rychlost. Elektronika traktoru zařídí vše potřebné tak, aby traktor zrychlil

v zadaném směru s nejnižší spotřebou paliva - zvýší otáčky motoru a změní nastavení převodovky. Obsluha si vybírá ze dvou možností ovládání: pojezdovou pákou nebo nožním plynem. [11]

Dalšími vlastnostmi jsou jemnější rozjíždění pomocí ventilu turbospojky, plynulá a okamžitá reverzace a funkce Stop-and-Go, válečková ložiska na hřídeli hydrogenerátoru z Formule 1. Nachází se zde i výměník tepla, který umožňuje ve spojení s výkonnějším chladičem oleje převodovky optimální pokles provozní teploty s nejlepší schopností mazání a prodloužením životnosti. Ušetřený čas a rychlejší dostupnost provozu jsou získány s novým modulem dálkové diagnostiky na pravé straně traktoru. Při rychlejší měření důležitých parametrů převodovky tím odpadá nákladná demontáž a montáž kol a traktor je dříve připraven k provozu. [12]

#### 4.2.3 Hydraulika

Hydraulická soustava traktoru pracuje s axiálním pístovým čerpadlem s maximálním výkonem 109 l/min (152, 192 l/min na přání) s regulací LoadSensing. Pro ekonomické používání těchto strojů je důležitý rychlý zdvih předních nebo zadních ramen a také dostatečné množství hydraulického oleje, jehož maximální odebíratelné množství je 80 litrů. Traktor je vybaven až 8 elektronickými ventily (šest vzadu, dva vpředu) pro pohodlnou a maximálně jednoduchou obsluhu, sériovou křížovou pákou, oddělenou hydraulickou nádrží, dvojčinnými zadními rameny a integrovanými předními rameny s tlumením kmitů a externím ovládáním. [12]

#### 4.2.4 Kabina a vybavení

Odpružená kabina (na přání pneumaticky) je převzatá a mírně upravená z vyšší výkonové řady 900 Vario. Nese označení x<sub>5</sub> a obsluze umožňuje 320° horizontálního zorného pole a 145° vertikálního zorného pole, nízkou hladinu vnikajícího hluku a plně otočné řízení (na přání). Zařízení se ovládá pomocí systému ISO-Bus. Všechny ovládací prvky jsou přehledně uspořádány na multifunkční opěrci a pro kontrolu a nastavení traktoru slouží Varioterminál s dotykovou obrazovkou, který slouží i jako zobrazovací plocha pro nový systém navádění VarioGuide. [11]

System VarioGuide je integrován do společného Varioterminálu s dotykovou obrazovkou. Přispívá ke snížení překryvů, z čehož plyne úspora nafty, času, hnojiva, osiva atd., dále zajišťuje vyšší plošnou výkonnost, plynulou změnu směru pomocí proporcionálního ventilu řízení a možnost otáčení soupravy i na souvrati. [12]

Od roku 2014 je zde na přání k dostání i plně do traktoru integrovaný systém regulace tlaku v pneumatikách VarioGrip. S tím je spojena vyšší trakce, menší valivý odpor, menší spotřeba paliva i zřetelně vyšší jízdní bezpečnost na silnici. Tato chráněná a patentovaná konstrukce slibuje krátkou dobu plnění pneumatik díky vysoce výkonnému kompresoru, garantuje delší životnost, stejně jako jistotu použití a zabraňuje přerušení vzduchotlakové soustavy. [11]

*Obr. 10 - VarioGrip*



*Dostupné z: [http://www.fendt.fr/images/800Vario\\_2014\\_Auszeichnungen3.jpg](http://www.fendt.fr/images/800Vario_2014_Auszeichnungen3.jpg)*

### 4.3 Case IH Puma 215 CVX

Modely traktorů PUMA CVX jsou vyvíjené, testované a vyráběné v evropském výrobním závodě a centrále CASE IH v St. Valentině (Rakousko). Vybraný model, který do této třídy patří, má maximální výkon s Power Manegementem 191 kW. [15]

Obr. 11 - Case IH Puma 215 CVX



Zdroj: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/h10m30c047rr1-f18be.jpg>

#### 4.3.1 Motor

U traktoru PUMA 215 CVX je výkonný a úsporný šestiválcový motor FPT s objemem 6,7 litru, 4 ventily na válec a technologií Common Rail. Je zde technologie zpracování výfukových plynů Efficient Power (Efektivní výkon), která snižuje spotřebu paliva o dalších 10 % ve srovnání s předchozími modely, což bylo potvrzeno testem DLG-PowerMix. Další výhodou jsou skvělé výkonnostní parametry motoru jako větší točivý moment, vysoká záloha točivého momentu a široká oblast konstantního výkonu motoru. V praxi se to projevuje tím, že motor je pružnější, dokáže pracovat se stejným výkonem při nižších otáčkách paliva a tím se šetří palivo. [15] [16]

System navýšování výkonu motoru EPM navýší výkon o dalších 38 koní. Řidič má možnost pomocí dvojitého ručního plynu ECO Drive snadno nastavit pásmo použitelných otáček motoru. APM pak samočinně funguje v tomto přednastaveném pásmu. Velkou výhodou pro dopravní práce je dosažení max. rychlosti 43 km/h již při 1450 ot/min motoru. Navíc motor s technologií SCR dosahuje výrazně nižší spotřeby paliva než při použití technologie EGR a DPF. [16]



### 4.3.2 Převodovka

Plynulé převodovky CASE IH CVX mají pro vyšší účinnost a nižší spotřebu paliva až čtyři mechanické rozsahy vpřed a dva vzad. Podle pracovní rychlosti se samočinně mění tak, aby převodovka dosahovala v každém pásmu otáček vyšší mechanické účinnosti. V rozsahu rychlostí od 0 do maxima dosáhne přenosu výkonu mechanickou cestou. Při změnu rozsahů se používá dvojitá spojka DKT. Řidič má možnost pomocí dvojitého ručního plynu ECO Drive snadno nastavit pásmo použitelných otáček motoru, APM pak samočinně funguje v tomto přednastaveném pásmu. Lze si nastavit až tři tempomaty pro jízdu vpřed a vzad. Na výběr jsou ještě další dva typy převodovek - Full Powershift, Semi Powershift. [16]

Obr. 12 - DKT



Zdroj: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/prospekt-puma-cvx-ep-8b494.pdf?redir>

### 4.3.3 Hydraulika

Hydraulický systém PUMY CVX je vybaven axiálním pístovým čerpadlem s proměnným průtokem a systémem Load Sensing. Dodává až 170 litrů za minutu a umožňuje pohánět extrémně náročné stroje. Může sloužit až 9 hydraulických okruhů s nezávislým nastavením průtoku a časováním. [16]

### 4.3.4 Kabina a vybavení

Postorná kabina Surround Vision má zaoblená skla se necelými šesti metry čtverečnými prosklené plochy, pouze čtyři sloupky a velké prosklení 360° kolem dokola, a tím poskytuje ničím nerušený výhledem kolem dokola. Kabina vyniká nízkou hladinou hluku (nižší než 69 dB). Je kompletně odpružená s aktivním pružením přední nápravy Smart Suspension a je vybavena komfortní sedačkou s nízkofrekvenčním tlumením kmitů a vyhříváním s loketní opěrkou Multicontroller. [15]

Loketní opěrka Multicontroller zahrnuje kromě samotné páky zejména ICP panel s intuitivním ovládáním a monitor AFS 300 integrovaný přímo do loketní opěrky. Všechny tři prvky spolu tvoří jedinečného pomocníka, díky kterému máte možnost ovládat veškeré práce jedním malým pohybem ruky. Vše naprosto přehledně na jednom místě – změna rychlosti a směru jízdy, ruční plyn, souvratový management, ovládání elektronických okruhů hydrauliky, ovládání předního i zadního tříbodového závěsu a mnoho dalšího. [16]

Obr. 13 - Kabina Surround Vision



Zdroj: h8m25c010r\_tier4\_newts-d68ff.jpg

#### 4.4 New Holland T7.260

Traktory New Holland řady T7 s technologií SCR dosáhly ve své kategorii historicky nejlepších výsledků při měření spotřeby paliva „PowerMix“ test německým institutem DLG. Konkrétně traktor T7.260 s maximálním výkonem 191 kW dosahuje nejnižší spotřeby paliva ve sledovaném segmentu a plní normu Tier 4A. [18]



Dostupné z: [http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/h8m25c010r\\_tier4\\_newts-d68ff.jpg](http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/h8m25c010r_tier4_newts-d68ff.jpg)

#### 4.4.1 Motor

Motor byl zkonstruován a vyroben v italských továrnách FPT v Turíně u největšího výrobce motorů v Evropě, s využitím zkušeností z formule F1. Nové 6,7 litrové motory NEF (New Engine Family) jsou vybavené technologií SCR, díky které efektivně splňují limity normy splňující požadavky Tier 4A. Traktory T7 teď nabízejí až o 19 koní vyšší výkon a o 139 Nm vyšší moment oproti stávající sérii T7000. Se systémem navyšování výkonu Engine Power Management (EPM) je k dispozici o 51 koní navíc pro optimální produktivitu. Selektivní katalytická redukce (SCR) zaručuje výkon a vysokou produktivitu bez ohledu na kvalitu paliva a obsah síry, bez nutnosti používat nákladná aditiva pro dieselová paliva. [19]

#### 4.4.2 Převodovka

Plynulá dvojspojková CVT převodovka Auto Command je navržena a zkonstruována společností New Holland tak, aby dokázala využít schopnost motoru s nízkými provozními otáčkami a vysokým momentem. Umožňuje také řidiči nastavit cílovou rychlost od 20 m/h až do 40 km/h. Při zastavení udrží převodovka traktor na jednom místě i s plně naloženým přívěsem, což umožňuje funkce Active Stop/Start. [19]

Obr. 15 - Převodovka Auto Command



Dostupné z: <http://www.eagrotec.cz/clanky/T7.pdf>

#### 4.4.3 Hydraulika

Účinný hydraulický systém významně přispívá k celkovému výkonu traktoru. Model T7.260 je vybaven hydraulickým čerpadlem o výkonu 120 až 150 litrů za minutu. Převodovky Auto Command mají prioritní ventil, který zaručuje optimální reakci řízení při náročných hydraulických aplikacích. Pro vnější okruhy hydrauliky a tříbodový závěs je k dispozici plný hydraulický výkon. Axiální pístové čerpadlo s proměnlivým průtokem pracuje pouze tehdy, když je hydraulický výkon potřeba, čímž se tak snižuje spotřeba paliva. Na výběr je mechanické nebo elektronické ovládání okruhů hydrauliky. Elektronicky řízené vnější okruhy hydrauliky mají individuální ovládání průtoku, které lze nastavovat na dotykovém displeji IntelliView III. [19]

#### 4.4.4 Kabina a vybavení

Kabina Horizon se vyznačuje panoramatickým neomezeným výhledem 360 na všechny strany, dopředu i dozadu. Klasická přístrojová deska je nahrazena informačním panelem umístěným v pravém sloupku kabiny. Řidič tak má všechny potřebné údaje přehledně zobrazené ve výšce svých očí. Volant je jednoduše stranově i výškově seřiditelný. Rozhodující ovládací prvky jsou soustředěny do pravé loketní opěrky sedadla řidiče a jsou chytře ergonomicky uspořádány. [18]

K dosažení příjemného pracovního prostředí významně přispívá pohodlné sedadlo řidiče, které může být dodáno ve třech variantách: standardní nebo luxusní, které je výborně polohovatelné, nebo sedadlo s elektronicky řízeným tlumením kmitů, které přizpůsobuje charakteristiku tlumení aktuálním podmínkám terénu. Vybavení kabiny samozřejmě zahrnuje automatickou klimatizaci, bluetooth, HTS, stěrače s cyklovačem a směrovky s automatickým vypínáním. Systém HTS (automatizace souvratových operací) umožňuje řidiči zaznamenat a uložit pořadí činností na souvrati pouze jejich provedením. Takto uložené činnosti se pak automaticky „přehrají“, když se HTS aktivuje. [18] [19]

## 5 Vlastní porovnání vybraných traktorů

Hodnocení parametrů vybraných traktorů je provedeno metodou vícekriteriální analýzy variant, kde výchozím krokem pro tuto analýzu bývá vždy stanovení vah kritérií. V tomto konkrétním případě je využito stanovení vah z kardinální informace o preferencích kritérií, které předpokládá, že je uživatel schopen a ochoten určit nejen pořadí důležitosti kritérií, ale také poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Nejpoužívanějšími metodami této oblasti jsou metoda bodovací, která se pro výpočet vah používá tehdy, hodnotí-li kritéria více expertů, a Saatyho metoda, která slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li je pouze jednatel. Pro konečné porovnání je pak použita metoda váženého součtu. [3]

### 5.1 Saatyho metoda

Jde o metodu kvantitativního párového porovnání kritérií, kde se pro ohodnocení používá stupnice rozsahu devíti bodů na základě jejich preferencí. Jelikož jde čtvercovou maticí, je u hodnoceného páru v druhém směru udělena převrácená hodnota přiřazených bodů ve směru prvním. Stejná kritéria před sebou nemají preference žádné, proto je diagonála matice vyplněna hodnotou jedna. Dále je nutné spočítat hodnoty  $b_i$  jako geometrický průměr řádků Saatyho matice, váhy  $v_i$  se pak vypočtou normalizací hodnot  $b_i$ . [3]

*Vzorec 1 – Váha kritéria [3]*

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

### 5.1.1 Zvolená kritéria a jejich preference

Tabulka 1 – Označení kritérií

Kritérium	Jednotky	Označení	Povaha
<i>Jmenovitý výkon</i>	kW	$X_1$	MAX
<i>Max. točivý moment</i>	Nm	$X_2$	MAX
<i>Měrná spotřeba paliva</i>	g/kWh	$X_3$	MIN
<i>Cena 1kWh</i>	€	$X_4$	MIN
<i>Hlučnost</i>	dB	$X_5$	MIN
<i>Objem palivové nádrže</i>	l	$X_6$	MAX
<i>Max. pojzdová rychlost</i>	km/h	$X_7$	MAX
<i>Prodejní cena bez DPH</i>	€	$X_8$	MIN

$$X_4 > X_1 > X_3 > X_8 > X_2 > X_5 > X_7 > X_6$$

### 5.1.2 Saatyho matice

Tabulka 2 - Saatyho matice (výpočet vah kritérií)

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$b_i$	$v_i$
$X_1$	1	5	2	0,5	6	8	7	3	2,90	0,24
$X_2$	0,2	1	0,33	0,2	3	7	5	0,5	0,96	0,08
$X_3$	0,5	3	1	0,33	4	7	5	2	1,85	0,16
$X_4$	2	5	3	1	6	9	7	4	3,82	0,32
$X_5$	0,17	0,33	0,25	0,17	1	3	2	0,33	0,51	0,04
$X_6$	0,13	0,14	0,14	0,11	0,33	1	0,5	0,2	0,24	0,02
$X_7$	0,14	0,2	0,20	0,14	0,5	2	1	0,25	0,35	0,03
$X_8$	0,33	2	0,5	0,25	3	5	4	1	1,22	0,10
	$\Sigma =$								11,85	1,00

## 5.2 Metoda váženého součtu

Tato metoda vyžaduje kardinální informace, kriteriální matici  $Y$  a vektor vah kritérií  $v_i$ . Lze ji použít jak pro hledání jedné nejuvhodnější varianty, tak pro uspořádání variant od nejlepší po nejhorší. Metoda váženého součtu je speciálním případem metody funkce užitku a vychází z jeho maximalizace. [3]

Tabulka 3 - Kriteriální matice  $Y$

$Y$	$X_1$ (kW)	$X_2$ (Nm)	$X_3$ (g/kWh)	$X_4$ (€/kWh)	$X_5$ (dB)	$X_6$ (l)	$X_7$ (km/h)	$X_8$ (€)
<b>John Deere</b> 7230R	191	1077	248	0,391	74	524	40	164 953
<b>Fendt 826</b> Vario SCR	188	1120	237	0,389	75	500	60	165 243
<b>Case IH</b> Puma 215 CVX	181	1120	227	0,412	69	395	50	161 421
<b>New Holland</b> T7.260	181	1120	227	0,412	68	395	50	162 934
Váhy $v_i$	0,24	0,08	0,16	0,32	0,04	0,02	0,03	0,10
Povaha kritéria	MAX	MAX	MIN	MIN	MIN	MAX	MAX	MIN

Dále je třeba sestavit ideální variantu  $h$  a bazální variantu  $d$ , dle kterých se vypočítají hodnoty standardizované kriteriální matice  $R$ , jejíž prvky jsou získané ze vzorce

Vzorec 2 – Prvek matice  $R$  [3]

$$r_y = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Tabulka 4 - Kriteriační matice R

<b>R</b>	<b>X<sub>1</sub></b> (kW)	<b>X<sub>2</sub></b> (Nm)	<b>X<sub>3</sub></b> (g/kWh)	<b>X<sub>4</sub></b> (€/kWh)	<b>X<sub>5</sub></b> (dB)	<b>X<sub>6</sub></b> (l)	<b>X<sub>7</sub></b> (km/h)	<b>X<sub>8</sub></b> (€)
<b>John Deere</b> 7230R	1	0	0	0,91	0,14	1	0	0,1
<b>Fendt</b> 826 Vario SCR	0,7	1	0,52	1	0	0,81	1	0,03
<b>Case IH</b> Puma 215 CVX	0	1	1	0	0,86	0	0,5	1
<b>New Holland</b> T7.260	0	1	1	0	1	0	0,5	0,61
<i>h</i>	191	1120	227	0,389	68	524	60	161 421
<i>d</i>	181	1077	248	0,412	75	395	40	165 343

Na konec je nutné pro každou variantu stanovit hodnotu agregované funkce užitku, což je podkladem k určení pořadí variant. Varianty se řadí sestupně dle hodnot  $u(a_i)$  a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami užitku se považuje za řešení problému. [3]

Vzorec 3 - Funkce užitku [3]

$$u(a_i) = \sum_{i=1}^n v_i r_y$$

Tabulka 5 – Hodnota agregované funkce užitku, určení pořadí

	<b>Užitek</b>	<b>Pořadí</b>
<b>John Deere 7230R</b>	0,57	2
<b>Fendt 826 Vario SCR</b>	0,69	1
<b>Case IH Puma 215 CVX</b>	0,39	3
<b>New Holland T7.260</b>	0,36	4



## 6 Závěr

Cílem této práce bylo porovnat vybrané traktory s výkonem do 200 kW. První část stručně popisuje historii vývoje traktorů, dále konstrukční prvky současných traktorů. Druhá polovina se zabývá popisem vybraných traktorů a následně jejich porovnáním a vyhodnocením. Porovnání je provedeno metodou váženého součtu z vícekritériální analýzy variant, váhy kritérií jsou určeny pomocí Saatyho matice.

Přehled o jednotlivých značkách traktorů a jejich technických a konstrukčních parametrech byl získán zejména prostudováním prospektů výrobců. Specifičtější parametry (např. měrnou spotřebu paliva nebo cenu za 1 kWh) výrobci neuvádějí, proto bylo potřeba je zjistit z protokolů německé testovací laboratoře DLG. V některých případech se parametry uváděné od výrobce a parametry naměřené ve zkušebně lehce lišily, což mohlo způsobit drobné odchylky v porovnání.

Z uvedených traktorů je vyhodnocen jako nejlepší zástupce značky Fendt, který vyniká nad ostatními traktory zejména cenou na 1 kWh, nízkou spotřebou paliva a vysokou pojezdovou rychlostí. V těsném závěsu pak je John Deere. Jako nejhorší byl vyhodnocen traktor značky New Holland, kterého ale Case IH předčil v podstatě pouze pořizovací cenou.

Na závěr je třeba si uvědomit, že porovnání z hlediska mnou zvolených kritérií není objektivní. Pro objektivní porovnání by bylo vhodnější volit kritéria podle jednotlivých konkrétních podmínek daného podniku (velikost pozemků, kopcovitost terénu, typ půdy atp.), dále by bylo nutné porovnávat traktory ve stejné zkušebně za stejných podmínek a hodnocení by muselo provést více expertů.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BAUER, František, Prof. Ing. CSc., a kolektiv. *Traktory*. Praha: Profi Press, 2006. str. 192. ISBN 80-86726-15-0
- [2] KUMHÁLA, František, Doc. Dr. Ing., a kolektiv. *Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: Powerprint s.r.o., 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [3] Brožová, Helena-Houška Milan-Šubrt Tomáš. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. 2009. ISBN: 978-80-213-1019-3
- [4] CET, M. *Traktory (encyklopedie)*. Čestlice: Rebo. 2010. ISBN 978-80-7234-935-7
- [5] PÍCHA, V. *Katalog traktorů 2013*. Agromachinery. 2013. ISBN 978-80-904879-2-5
- [6] Mitrenga, Alois. *Historie výroby traktorů v českých zemích* [online]. Publikováno 22.06.2010 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z: <http://www.nasetraktory.cz/>
- [7] Deere & Company. *TRAKTORY JOHN DEERE 7R* [online]. Publikováno 12.01.2013 [cit. 2015-01-30]. Dostupné z: <http://johndeeredistributor.cz/Zemedelska-technika/Produkty/Traktory/Rada-7R>
- [8] Deere & Company. *TRAKTORY JOHN DEERE 7R* [online]. Publikováno 12.01.2013 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z: <http://johndeeredistributor.cz/content/download.pdf>
- [9] STROM PRAHA a. s.. *Traktory John Deere řady 7R* [online]. Publikováno 06.02.2014 [cit. 2015-01-23]. Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-7r/>
- [10] AGROMEX - zemědělská technika. *Fendt 800 Vario S4* [online]. Publikováno 15.08.2014 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: <http://www.agromex.cz/d133-fendt-800-vario-s4.html>

- [11] FENDT. *Fendt 800 Vario* [online]. Publikováno 24.11.2013 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: <http://fendt.wz.cz/fendt-800-vario.html>
- [12] FENDT. *Fendt 800 Vario* [online]. Publikováno 24.11.2013 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: <http://fendt.wz.cz/800vario-cz.pdf>
- [13] FENDT. *Základní technická data řady Fendt 800 Vario* [online]. Publikováno 24.11.2013 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: [http://fendt.wz.cz/technicka\\_data\\_fendt\\_800.pdf](http://fendt.wz.cz/technicka_data_fendt_800.pdf)
- [14] Oilpress. *Leica Mojo* [online]. 2014. Dostupné z: [http://www.oilpress.com/Leica%20Mojo3D%20Screen%20QFQJ\\_3724](http://www.oilpress.com/Leica%20Mojo3D%20Screen%20QFQJ_3724)
- [15] Agri CS. *PUMA Efficient Power* [online]. Publikováno 03.10.2011 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/puma-ep-novinka>
- [16] Agri CS. *PUMA CVX* [online]. Publikováno 03.10.2011 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/prospekt-puma-cvx-ep-8b494.pdf>
- [17] Agri CS. *Dostupné pouze v červené* [online]. Publikováno 03.10.2011 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/brozura-dostupne-pouze-v-cervene-6d525.pdf>
- [18] AGROTEC. *AGROTEC a New Holland Agriculture* [online]. Publikováno 13.07.2013 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.eagrotec.cz/t7-tier-4a>
- [19] AGROTEC. *Clean Energy Leader* [online]. Publikováno 13.07.2013 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/cleanenergyleader-43a853.pdf?redir>
- [20] AGROTEC. *T7 - Tier 4A* [online]. Publikováno 26.08.2014 [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.flashknihy.cz/agrotec/t7/>

# Seznam zkratek

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

OECD - Organisation for Economic Co-Operation and Development

EHK - Evropská hospodářská komise

ES/EHS - Evropská společenství/Evropské hospodářské společenství

ECU - Electronic Control Unit

SMD - Surface mount device

VGT - Variable-geometry turbochargers

EGR - Exhaust Gas Recirculation

DPF - Diesel Particulate Filter

SCR - Selective Catalytic Reduction

FPT - Fiat Powertrain Technologies

EPM - Engine Power Management

APM - Automatic Productivity Management

NEF - New Engine Family)

CVT - Continuously variable transmission

HTS - Harmonized Tariff Schedule

# Seznam obrázků

Obr. 1 - Vývoj traktorů

Obr. 2 - Princip turbodmychadla

Obr. 3 - Převodovka New Holland

Obr. 4 - Technologie GPS navigace

Obr. 5 - GPS Leica Mojo 3D

Obr. 6 - Traktor John Deere 7230R

Obr. 7 - Motor PowerTech PVX

Obr. 8 - Fendt 826 Vario

Obr. 9 - Palivová soustava

Obr. 10 - VarioGrip

Obr. 11 - Case IH Puma 215 CVX

Obr. 12 - DKT

Obr. 13 - Kabina Surround Vision

Obr. 14 - New Holland T7.260

Obr. 15 - Převodovka Auto Command

## Seznam vzorců

Vzorec 1 – Váha kritéria

Vzorec 2 – Prvek matice R

Vzorec 3 - Funkce užitku

## Seznam tabulek

Tabulka 6 – Označení kritérií

Tabulka 7 - Saatyho matice (výpočet vah kritérií)

Tabulka 8 - Kriteriaální matice Y

Tabulka 9 - Kriteriaální matice R

Tabulka 10 – Hodnota agregované funkce užitku, určení pořadí