

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Technická fakulta**



**Porovnání traktorů výkonové třídy do 150 kW  
(New holland, Deutz-fahr, Fendt a Massey Ferguson)**

Bakalářská práce

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

Autor práce: Vojtěch Wehrsinger

**PRAHA 2015**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra využití strojů

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Wehrsinger Vojtěch

Inženýrství údržby

Název práce

**Porovnání traktorů výkonové třídy do 150 kW (New Holland, Deutz-Fahr, Fendt a Massey Ferguson)**

Anglický název

**Comparison of tractors of power range up to 150 kW (New Holland, Deutz-Fahr, Fendt and Massey Ferguson)**

### Cíle práce

Porovnání traktorů výkonové třídy do 150 kW podle zvolených technických, ekonomických a exploatačních parametrů (porovnat zejména značky traktorů New Holland, Deutz-Fahr, Fendt a Massey Ferguson).

### 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 150 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

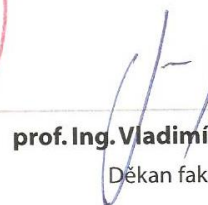
## Termín odevzdání

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 „Porovnávání traktorů výkonové řady do 150 kW (New holland, Deutz-Fahr, Fendt a Massey Ferguson)“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Ondřeje Šarce, CSc. a že veškeré použité prameny a publikace cituji a uvádím v příloženém seznamu použité literatury.

V Praze dne 2.4.2015

.....  
podpis studenta

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. Ing. Ondřeji Šařci, CSc. za odbornou pomoc při psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Jaroslavu Haškovci za možnost si prakticky vyzkoušet obsluhování porovnávaných traktorů a dík patří i jednotlivým zástupcům společností, které se zabývají prodejem traktorů za poskytnutí důležitých informací pro psaní mé bakalářské práce.

## **Abstrakt:**

Podstatou této bakalářské práce je porovnání čtyřech vybraných traktorů o výkonu do 150 kW. Úvodem se práce krátce zabývá historií a metodami, které velmi přispěly k modernizaci zemědělství. Na úvod navazuje rozsáhlá část zaměřená na možnosti technických konstrukcí traktorů. Po technické konstrukci následuje vlastní porovnání vybraných zástupců traktorů, které je zakončené výpočtem pomocí zvolené metody s výsledným určením pořadí. V závěru je probrána objektivnost výsledku porovnávání a problematika výběru traktoru.

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

## **Confrontation of the tractors within the power range to 150 kW**

### **Summary:**

The essence of this work is to compare the four selected tractors up to 150 kW. At the outset, the work deals briefly with the history and methods that greatly contributed to the modernization of agriculture. At the beginning followed by a large part focused on the technical possibilities of the tractor. After the technical design followed by the comparison of selected representatives of tractors, culminating in the calculation using the selected method of determining the final order. In conclusion, the results of the comparison discussed objectivity and issue selection tractor.

**Key words:** tractor, technical characteristics, speed characteristic of the engine, comparison method

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce a metodika .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>2</b>
2.2.1	Metoda váženého součtu .....	2
<b>3</b>	<b>Technická konstrukce traktorů .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>MOTOR.....</b>	<b>4</b>
3.1.1	Požadavky na motor .....	4
3.1.2	Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů .....	4
3.1.3	Typy palivových soustav .....	5
3.1.3.1	Řadová vstřikovací čerpadla.....	5
3.1.3.2	Rotační vstřikovací čerpadla .....	5
3.1.3.3	Jednoválcová vstřikovací čerpadla.....	5
3.1.4	Vstřikovače .....	6
3.1.5	Způsoby vstřikování .....	6
3.1.6	Nasávání a čištění vzduchu.....	6
3.1.7	Přepřínování.....	7
3.1.8	Chlazení .....	8
3.1.9	Emise traktorových motorů .....	8
3.1.10	Charakteristiky motorů .....	8
<b>3.2</b>	<b>PŘEVODOVÁ ÚSTROJÍ .....</b>	<b>10</b>
3.2.1	Pojezdové spojky .....	10
3.2.2	Reverzace převodovek.....	10
3.2.3	Typy převodových ústrojí.....	10
3.2.3.1	Mechanické převodovky.....	10
3.2.3.2	Hydrodynamické převodovky.....	11
3.2.4	Rozvodovka.....	11
3.2.5	Vývodové hřídele .....	12
3.2.6	Automatizace převodových ústrojí.....	12
<b>3.3</b>	<b>PODVOZKY .....</b>	<b>12</b>
3.3.1	Odpružení předních náprav .....	13
3.3.2	Řízení kolových traktorů .....	13
<b>3.4</b>	<b>BRZDY .....</b>	<b>14</b>
3.4.1	Základní rozdělení brzd .....	15
3.4.2	Konstrukce traktorových brzd .....	15
3.4.3	Brzdy traktorových přípojných vozidel.....	16
<b>3.5</b>	<b>KABINY .....</b>	<b>16</b>
<b>3.6</b>	<b>ELEKTROHYDRAULICKÉ VYBAVENÍ TRAKTORŮ .....</b>	<b>17</b>
3.6.1	Regulační hydraulika traktorů .....	18
<b>3.7</b>	<b>ELEKTROHYDRAULICKÉ REGULAČNÍ SYSTÉMY .....</b>	<b>18</b>
3.7.1	Polohová regulace.....	19
3.7.2	Silová regulace .....	19
3.7.3	Smíšená regulace .....	20
3.7.4	Regulace na mezní prokluz.....	20
3.7.5	Tlaková regulace.....	20

<b>3.8 ELEKTRONICKÉ VYBAVENÍ TRAKTORŮ .....</b>	<b>21</b>
<b>4 Porovnání traktorů do 150 kW .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 NEW HOLLAND T7 (210) (AUTOCOMMAND).....</b>	<b>22</b>
4.1.1 Motor .....	22
4.1.2 Převodové ústrojí.....	23
4.1.3 Servis a údržba .....	23
4.1.4 Hydraulický systém .....	23
<b>4.2 DEUTZ-FAHR AGROTRON 6190 .....</b>	<b>24</b>
4.2.1 Motor .....	24
4.2.2 Převodové ústrojí.....	24
4.2.3 Servis a údržba .....	25
4.2.4 Hydraulický systém .....	25
<b>4.3 FENDT 720 VARIO .....</b>	<b>26</b>
4.3.1 Motor .....	26
4.3.2 Převodové ústrojí.....	27
4.3.3 Servis a údržba .....	27
4.3.4 Hydraulický systém .....	27
<b>4.4 MASSEY FERGUSSON 7620 .....</b>	<b>28</b>
4.4.1 Motor .....	28
4.4.2 Převodové ústrojí.....	28
4.4.3 Servis a údržba .....	29
4.4.4 Hydraulický systém .....	29
<b>4.5 VLASTNÍ POROVNÁNÍ VYBRANÝCH TRAKTORŮ.....</b>	<b>29</b>
4.5.1 Označení kritérií a jejich povahy.....	30
4.5.2 Saatyho matice (stanovení vah zvolených kritérií) .....	30
4.5.3 Hodnoty kritériální matice.....	31
4.5.4 Bazální (D) a Ideální (H) varianta .....	31
4.5.5 Kritériální matice (výpočet funkce užítku).....	31
4.5.6 Výsledek vlastního porovnání .....	32
<b>5 Závěr a doporučení .....</b>	<b>32</b>
<b>6 Použitá literatura .....</b>	<b>34</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>34</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>35</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>36</b>
<b>SEZNAM VZORCŮ .....</b>	<b>36</b>



# 1 Úvod

Počátky vývoje traktorů sahají až do 19. století. Jelikož bylo zrušeno nevolnictví i robota, muselo zemědělství čelit náhlému odlivu pracovních sil. Stále větší poptávka po potravinách zapříčinila potřebu po lepších a výkonnějších metodách. Což mělo za následek, že zemědělské odvětví bylo nuceno nahradit lidskou a zvířecí sílu jinou silou. První počátky vývoje stroje, který dokázal vyvinout mnohonásobně větší mechanickou sílu, se datují v roce 1784. Skotský mechanik James Watt sestrojil první parní vahadlový stroj s převodem na rotační pohyb. Dalším pokračovatelem vývoje zemědělské techniky byl John Heatcoat. V roce 1832 předvedl první parní pluh. Pluh se skládal z lokomobily, pohánějících bubnů, na které se navinovalo lano, které táhlo pluh po poli. Během 19. stol. technici parní stroje vylepšovali, ale i přes to se od nich muselo upustit kvůli velikým nedostatkům. Mezi nedostatky patřila zejména velká hmotnost, omezená manipulovatelnost, neustálé doplňování provozních látek a vysoké náklady provozu. Všechny tyto nevýhody vedly k přechodu k efektivnějším spalovacím motorům. [1]

V dnešní době jsou traktory nepostradatelnou součástí zemědělství. Jejich universálnost spočívá ve velké škále využití. Traktor lze použít k tažení, tlačení, převozu a pohonu externích připojitelných zařízení vývodovým hřídelem nebo hydraulickým okruhem. Také veliké rozpětí možnosti připojit přípojné zařízení v háku, závěsu nebo do tříbodového závěsu, který se nachází u některých traktorů i v přední části. Poněvadž se v posledních letech klade důraz na co nejmenší znečištění životního prostředí a snížení nákladovosti ve spotřebě paliva, mají traktory zabudované elektronické systémy, které zajišťují efektivní vstřikování paliva do motoru a současně maximální využití momentu vycházejícího z převodovky. Další nezbytnou výbavou traktoru je systém add-blue, který výrazně snižuje počet škodlivin ve výfukových plynech. Mezi novinky v zemědělství patří signál GPS. Tento signál dokáže s dokonalou přesností navádět traktor tak, aby došlo k minimálnímu překrývání taženého náradí. Avšak veliký pokrok nastal v pohodlí pro obsluhu traktoru. Přispěly k tomu odhlučněné kabiny, které jsou schopny absorbovat hluk při práci traktoru. Nově vynalezené odpružené systémy kabin a předních náprav minimalizovaly množství přenesených vibrací k obsluze. Také tepelná regulovatelnost v kabině velmi přispěla k pohodlí.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Cílem této práce je porovnání traktorů výkonové třídy do 150 kW dle zvolených kritérií, které vycházejí z technických parametrů poskytnutých výrobcem.

### 2.2 Metodika

Výběr porovnávaných traktorových zástupců byl zvolen po konzultaci s vedoucím bakalářské práce. Byli vybráni nejčastěji používaní zástupci výrobců a to: Fendt, Massey Ferguson, Newh holland, Deutz-fahr. Krátký úvod zaměřený na historii a modernizaci zemědělské techniky byl čerpán z odborné literatury uvedené v seznamu zdrojů. V navazující části je obsažen obecný technický popis běžných traktorových konstrukcí, do kterých patří motory, převodová ústrojí, elektrohydraulické vybavení, kabiny, elektronické vybavení, mechanika, podvozky. Tento obecný technický popis byl čerpán z knižní literatury nebo internetových zdrojů. Na obecný popis navazuje vlastní porovnání vybraných traktorů. Porovnání bylo uskutečněno pomocí ekonomicko-matematické metody “váženého součtu“, která je blíže specifikována v kapitole 2.2.1. Pozorovatel subjektivně zvolil kritéria, kterými porovnával jednotlivé traktorové zástupce. Poté byly vypočteny s pomocí Saatyho matice jednotlivé váhy kritérií. Následně byla vyplněna kritériální matice pomocí informací od prodejců nebo z technických prospektů traktorů. Práce dále pokračuje výpočtem, ve které bylo určeno pořadí zástupců od nejhoršího po nejlepší. V závěru bylo pozorovatelem subjektivně zhodnocena problematika a objektivita výsledku porovnání.

#### 2.2.1 Metoda váženého součtu

Tato metoda používá kardinální informace, matici kritérií  $Y$  a kritériální vektor vah  $v$ . Její konstrukce obsahuje řešení každé varianty, čímž je možno vyhledat nejvýhodnější variantu nebo jejich seřazení od nejlepší po nejhorší. Metoda se řadí mezi speciální případ funkce užitku založený na principu maximalizace. [4]

Jestliže varianta ( $a_i$ ) dle kritéria  $j$  dosáhne určité hodnoty ( $y_{ij}$ ), přináší uživateli užitek. Tento užitek je lehce vyjádřitelný váženým součtem jednotlivých hodnot funkcí užítku ( $u_j$ ) a vah kritérií ( $v_j$ ). [4]

**Vzorec 1 - Výpočet užítku [4]**

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_j(y_{ij})$$

Základem výpočtu je určení ideální  $\mathbf{H}$  ( $h_1, \dots, h_m$ ) a bazální  $\mathbf{D}$  ( $d_1, \dots, d_m$ ) varianty s ohodnocením. Dále pak vytvoření kritériální matice  $\mathbf{R}$ , která představuje hodnoty funkce užítku  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria, jejíž hodnoty dostaneme ze vzorce [4]

**Vzorec 2 - Výpočet ideální a bazální varianty [4]**

$$u(a_i) = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Konečným krokem je vypočtení hodnot agregované funkce, čímž dostaneme hodnoty užítku, které lze vzestupně seřadit. Za nejlepší variantu je považovaná nejvyšší hodnota. Agregovaná funkce se vyjadřuje podle vzorce [4]

**Vzorec 3 - Výpočet agregované funkce [4]**

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$$

## 3 Technická konstrukce traktorů

### 3.1 Motor

U traktorů jsou v dnešní době nejčastěji používané čtyřdobé dieselové motory. U těchto motorů dochází k vnitřnímu spalování, kde vytvořená energie spalováním se přenese na klikový hřídel přes píst a ojnici. Na tyto motory je kladen velký nárok z důvodů vlivu na životní prostředí a spotřebu paliva. Díky těmto požadavkům konstruktéři byli nuceni hledat vyhovující řešení, a proto bylo vynalezeno elektronické řízení motoru a systém redukce škodlivých spalin. Nicméně každoroční zvyšující se nárok emisní normy a snížení spotřeby paliva zapříčiňuje, že motory jsou předmětem stálého zájmu techniků. [2]

#### 3.1.1 Požadavky na motor

- Trvalý provoz při maximálním výkonu a velkém kolísání zatížení
- Schopnost pracovat v širokém rozmezí otáček s konstantním výkonem
- Vysoké převýšení točivého momentu
- Dlouhé servisní intervaly s rychlou diagnostikou poruch
- Splňovat kouřivost, emise a hladinu vnějšího hluku [2]

#### 3.1.2 Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů

Tvorba směsi je jedna z nejdůležitějších rolí spalovacího motoru. Od tvorby směsi se dále odvíjí charakteristická činnost motoru. U vznětového motoru dochází regulace otáček kvalitativně. Kvalitativně znamená, že je pouze měněn obsah paliva ve směsi. Množství vzduchu se nemění. Směs se vytvoří vstříkem paliva ve formě elementárních kapiček a aktivním vířením vzduchu ve spalovacím prostoru. Směs se následně při kompresi (800-900 °C) sama vznítí. K teoreticky dokonalému spalování je potřeba 1 kg nafty na 14,3-14,5 kg vzduchu. Pro dokonalé spalování je nezbytná rychlost vznícení, která při velké prodlevě zvyšuje dynamické namáhání klikového hřídele. Důležitá je i poloha pístu při vstřikování paliva. Maximální tlak by měl ve válci nastat 10° za horní úvratí pístu. Dalšími velkými činiteli, které ovlivňují motorový výkon, spotřebu paliva, emisní plyny a hlučnost jsou: začátek dodávky paliva a začátek vstříku, vstřikovací tlak, doba a průběh vstříku, přebytek vzduchu, rozvíření vzduchu.

V těchto motorech se vstřikování dělí na přímé a nepřímé. V dnešní době se požívají výhradně motory s přímým vstřikem. [2]

### **3.1.3 Typy palivových soustav**

Hlavním úkolem palivové soustavy je zajištění rovnoměrného vstřikování paliva v daném okamžiku do všech válců. Palivový systém je tvořen nízkotlakou a vysokotlakou částí. Nízkotlaká část palivového systému zajišťuje dopravu paliva přes čistící filtr, u některých motorů i přes chladič paliva, do vysokotlaké části. Vysokotlaká část vytvoří nárůst tlaku paliva a dopraví jej do vstřikovače. [2]

#### ***3.1.3.1 Řadová vstřikovací čerpadla***

Palivová soustava s řadovým vstřikovacím čerpadlem nasává palivo z nádrže přes čistící filtr do nízkotlaké části soustavy pomocí dopravního čerpadla, které je vybavené mechanickým ovládáním. Nasáté palivo je dopraveno do vstřikovacího čerpadla a následně vstříknuto do motoru. Přebytek paliva protéká zpět do nádrže přepadovým potrubím, čímž dochází k chlazení čerpadla. Řadová čerpadla se rozdělují na standartní vstřikovací a se zdvihovými šoupátky. [2]

#### ***3.1.3.2 Rotační vstřikovací čerpadla***

Rotační vstřikovací čerpadla mají dvě palivová dopravní čerpadla. První je elektrické zubové a druhé lopátkové, umístěné na čerpadle. Rotační čerpadla jsou vybavena pouze jedním výtlačným elementem. O řízení vstřikování se stará elektronická řídicí jednotka s rozdělovačem. Čerpadla se člení do dvou hlavních skupin a to: s axiálním pístem a s radiálními písty. [2] [10]

#### ***3.1.3.3 Jednoválcová vstřikovací čerpadla***

Motory vybaveny jednoválcovým vstřikovacím zařízením mají na každém válci umístěnou vlastní vstřikovací jednotku. Pracovními fázemi se neliší od řadových čerpadel, ale podstatným rozdílem je, že hnací vačky čerpadel se nacházejí na vačkovém hřídeli pohánějící ventily motoru. Mezi jednoválcová čerpadla patří sdružená vstřikovací jednotka UIS (Unit injektor System), ve které je tryska a čerpadlo umístěna v bloku pro každý válec motoru. Za zmínku stojí také vstřikovací systém Common Rail. Tento vstřikovací systém je vybaven

vysokotlakým zásobníkem (Railem). Zásobník umožňuje vytváření vysokého tlaku paliva nezávisle na otáčkách motoru. Vstřikovaná dávka paliva je určena pouze polohou plynového pedálu. Systém (CR) nabízí široký rozsah použití pro motory nákladní, tak i osobní, umožňuje proměnný předvstřík a vysoký vstříkovací tlak. [2] [10]

### **3.1.4 Vstříkovače**

Vstříkovače se nacházejí v koncové části vstříkovacího systému vznětových motorů. U motorů se vstříkovacím čerpadlem se používají standardní vstříkovače. Pro motory s řadovými nebo rotačními čerpadly se používají dvoupružinové vstříkovače se snímačem pohybu jehly. Pomocí snímače vyhodnocuje řídicí jednotka počátek vstříku podle zatížení a otáček. Motory s tlakovým zásobníkem Common Rail jsou opatřeny vstříkovačem s elektromagnetickým ventilem. [10]

### **3.1.5 Způsoby vstříkování**

První uvedený způsob vstříkování je konvenční způsob, kde velikost tlaku a příprava vstříkované dávky je dána vačkou a pístem. To má za příčinu, že vstříkovací tlak roste s rostoucími otáčkami. Systémy vstříkování s tlakovým zásobníkem vytváří tlak nezávisle na otáčkách a velikost dávky je ovlivněna časem sepnutí elektromagnetického ventilu. Tento systém díky přidání tlakového zásobníku má výhody v tišším chodu motoru, menší spotřebě paliva a tím i menších emisích. [2]

### **3.1.6 Nasávání a čištění vzduchu**

Nasávaný vzduch do válce je využit k vypláchnutí předešlých spalin a druhá část pro vytvoření zápalné směsi. Motor může dosáhnout nasátí vzduchu přirozeným nasáváním, kdy píst vytvoří při sání tlak nižší než je atmosférický ve válci a následně jej nasaje. Další možností je přeplňováním dmychadlem, které vyvine větší tlak než je atmosférický a dopraví vzduch do válce. Jelikož traktory pracují ve velmi znečištěném prostředí je sací vzduchové potrubí vybaveno čistícími filtry. Pokud by sací potrubí neobsahovalo čistící filtry, mohlo by dojít ke značnému porušení vnitřních součástí motoru a tím i ke snížení životnosti. [2]

### 3.1.7 Přepřňování

Dlouhodobou otázkou je, jak zvýšit výkon motoru tak, aby se nemusely měnit charakteristické parametry motoru a nedošlo ke zvýšení spotřeby pohonných hmot. Možnosti zvýšení výkonu lze vyjádřit vzorcem efektivního výkonu ( $P_e$ ) [2]

#### *Vzorec 4 - Výpočet středního efektivního tlaku [2]*

$$P_e = \frac{p_e \cdot V_z \cdot 2 \cdot n \cdot i}{z} \quad [\text{W}]$$

kde:  $p_e$  – střední efektivní tlak [Pa]  
 $i$  – počet válců motoru [-]  
 $z$  – počet dob  
 $n$  – otáčky motoru [1/s]  
 $V_z$  – zdvihový objem válce [ $\text{m}^3$ ]

Z dané rovnice vyplývá, že výkon lze navýšit otáčkami. Se stoupajícími otáčkami roste i střední rychlost pístu, která má negativní vliv na spotřebu paliva. Další možností je zvýšení objemu motoru nebo počtu válců. Pokud navýšíme objem válce, snížíme velikost indikovaného tlaku a při zvýšení počtu válců stoupne hmotnost. Nejeefektivnější metodou je tedy změna středního efektivního tlaku (přepřňováním). Zvýšení  $p_e$  docílíme dopravováním vzduchu s větším tlakem, než je atmosférický. Přepřňování lze realizovat pomocí dmychadel (mechanicky poháněných nebo turbodmychadel), tlakových vln (laděná sací potrubí, rotační rozdělovač Comparex) a náporu vzduchu při vyšších rychlostech než je 100 km/h. [2]

**Tab. 1 Druhy přepřňování podle tlaku [2]**

	Plnicí přetlak [Mpa]	Zvýšení výkonu [%]
Nízkotlaké	do 0,1	Méně než 50
Středotlaké	0,1 – 0,18	50 - 75
Vysokotlaké	Nad 0,18	Nad 75

### 3.1.8 Chlazení

Chladicí soustava je z nejdůležitějších částí systému traktoru. Zajišťuje stabilitu teploty motoru a provozních tekutin odvodem přebytečného tepla. Mezi hlavní úkoly chladicího systému patří udržení přípustné teploty u nejvíce teplotně namáhaných částí (hlava válců, vložky válců atd...) a zajištění rychlého ohřevu motoru. Další místa, ze kterých systém odvádí teplo, jsou mazacího oleje, hydraulického oleje, paliva, chladicí kapaliny apod... [2]

### 3.1.9 Emise traktorových motorů

V posledních letech se klade velký důraz na obsah škodlivých látek ve spalinách spalovacích motorů a proto byly zavedeny tyto normy

- **Euro:** platí pro členy EU – pro osobní a užitková vozidla.
- **Tier:** platí v USA a Severní Americe.
- **EuroMOT:** u vznětových motorů provozovaných v Evropě.
- **Off Highway:** pro vozidla, která nejezdí po dálnici a silnici.
- **EurEST:** vychází z normy Off Highway a upravuje traktory a zemědělské stroje.

[2]

### 3.1.10 Charakteristiky motorů

Charakteristiky jsou jedna z nejdůležitějších vlastností motorů pro posouzení jejich vlastností. Jsou to graficky znázorněné závislosti výkonu  $P$ , točivého momentu  $M_t$ , hodinové spotřeby  $M_h$ , měrné spotřeby paliva  $m_p$ , otáček motoru  $n$ . Charakteristiky se dělí podle zvolených nezávislých proměnných veličin

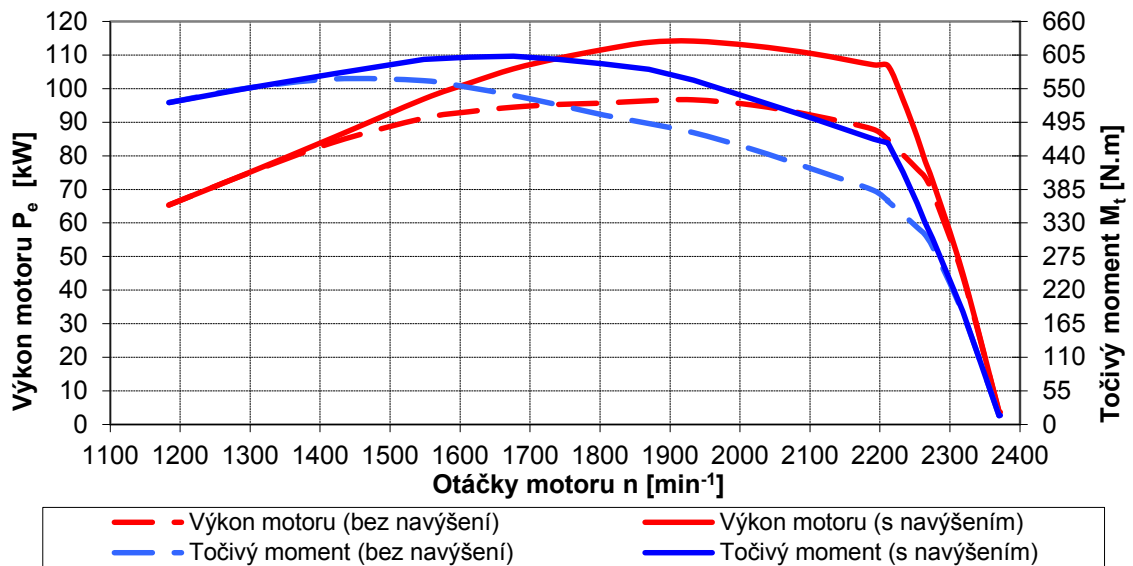
1. Otáčkové (znázorňují závislost výkonů)
2. Zatěžovací (znázorňují závislost měrné spotřeby  $m_p$ )
3. Regulační (seřizovací)
4. Úplné (soustavy konstantních křivek v závislosti na dvou jiných veličinách)
5. Zvláštní (popisují vlastnosti motoru z jiných hledisek)

Jmenovitá otáčková charakteristika vznětového motoru je dána normou ČSN 09 0851. Je definována jako charakteristika, která přísluší takovému nastavení dodávky paliva, při němž se při jmenovitých otáčkách dosahuje trvale přetížitelného výkonu, jakožto výkonu jmenovitého. Uvedená závislost zobrazuje závislost výkonu a točivého momentu na otáčkách.

[2]



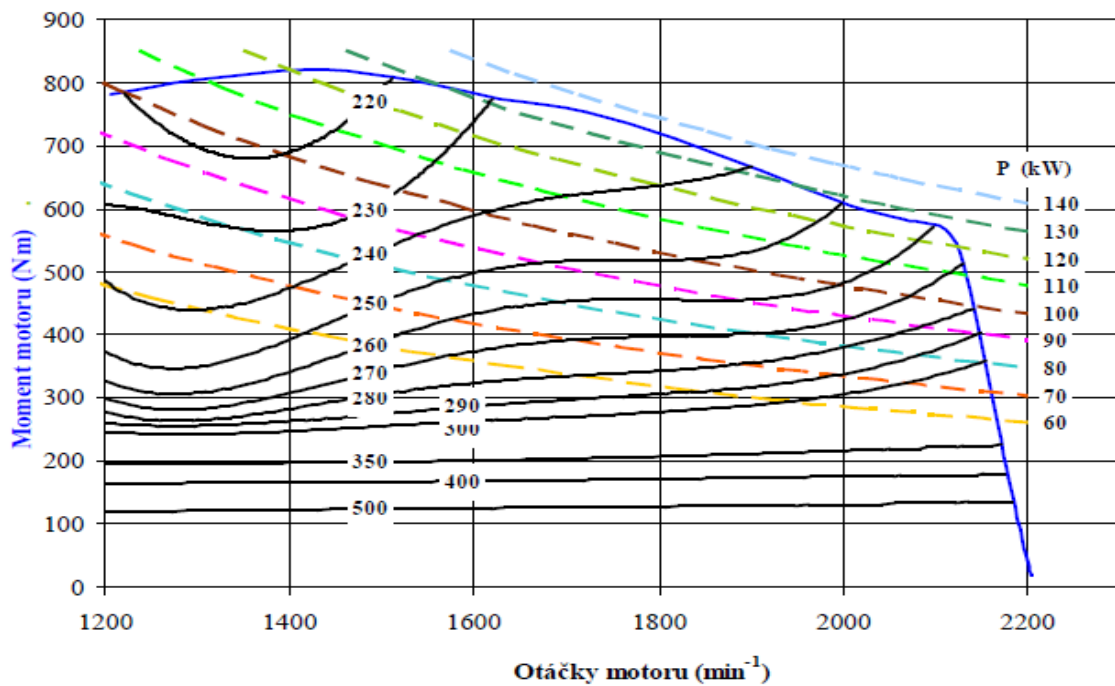
**Obr. 1 Jmenovitá otáčková charakteristika motoru**



Zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/2020374/>

Úplná otáčková charakteristika je diagram soustavy křivek sledující závislosti provozních veličin na dvou veličinách základních. Tato charakteristika se používá pro posouzení ekonomiky práce spalovacího motoru. [2]

**Obr. 2 Úplná charakteristika motoru**



Zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/2020374/>

## 3.2 Převodová ústrojí

Pojem převodové ústrojí pokrývá všechny strojní součásti traktoru, která spojují motor s koly hnacích náprav a vývodovým hřídelem. Hlavním úkolem převodového ústrojí je přenášení, přerušování, změna směru nebo velikosti točivého momentu motoru přeneseného na kola traktoru. Převodová ústrojí se dělí podle typu přenosu točivého momentu na spojky, spojovací a kloubové hřídele, převodovky, rozvodovky, diferenciál a koncové převody. [2]

### 3.2.1 Pojezdové spojky

Pojezdové spojky jsou důležitou součástí převodového ústrojí. Slouží především ke krátkodobému přerušování točivého momentu mezi motorem a převodovkou. Při opětovném spojení prokluzuje mezi hnacím a hnaným hřídelem, čímž dochází k postupnému vyrovnání rozdílných momentů. Spojky dále umožňují plynulé řazení převodových stupňů. Tlumí torozní kmity přenášené z motoru a chrání proti přetížení motor a převodové ústrojí. Spojky se rozdělují na kotoučové, lamelové, hydrodynamické (hydraulické). [2]

### 3.2.2 Reverzace převodovek

Reverzace probíhá pokud chceme změnit směr otáčení výstupního hřídele převodovky. Způsoby reverzace se dělí na mechanické (vloženým ozubeným kolem, planetovým soukolím) nebo hydrostatické (reverzací hydrostatického převodníku). Reverzace se ovládá mechanicky nebo lamelovou spojkou řazenou při zatížení. [2]

### 3.2.3 Typy převodových ústrojí

#### 3.2.3.1 Mechanické převodovky

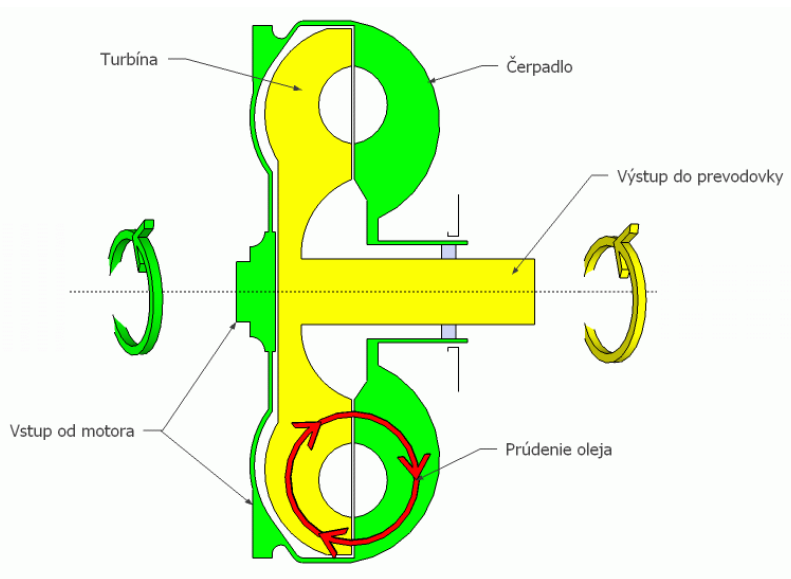
Mechanické převody jsou stále nejrozšířenějším typem převodu pro přenos výkonu motoru. Vyznačují se svou vysokou účinností a spolehlivostí při nízké výrobní ceně. Jejich největší nevýhoda spočívá v omezených možnostech využití výkonu motoru. Převody lze dělit na

- převodovky bez řazení pod zatížením (Shuttle Command)
- převodovky s omezeným počtem stupňů řazených pod zátěží (násobiče  $M_t$ )
- převodovky řazené se všemi stupni pod zatížením (Full Power shift) [2]

### 3.2.3.2 Hydrodynamické převodovky

Tyto převodovky kombinují spojení hydrodynamické spojky nebo hydrodynamického měniče s mechanickými převody. Největší výhodou těchto ústrojí je hydrodynamický měnič, který umožňuje s rostoucím zatížením zařadit zvyšující se moment turbínového kola. Dále pak mezi výhody řadíme i schopnost plynulého rozjezdu a tlumení vibrací. [11]

Obr. 3 Hydrodynamická spojka



Zdroj:

[http://sk.wikipedia.org/wiki/Hydrodynamick%C3%A1\\_spojka#mediaviewer/File:Hydrodynamicka\\_spojka.gif](http://sk.wikipedia.org/wiki/Hydrodynamick%C3%A1_spojka#mediaviewer/File:Hydrodynamicka_spojka.gif)

### 3.2.4 Rozvodovka

Dvěma hlavními částmi rozvodovky jsou diferenciál a stálý převod. Stálý převod zajišťuje rozvádění točivého momentu do kolmého směru, zvýšení točivého momentu na kolech, snížení otáček hnacích hřídelů kol. Při provozu musí zabezpečit plynulý chod bez rázů, nesmí být hlučný a zajistit vysokou funkční spolehlivost a dlouhou životnost. [2]

Diferenciál slouží k rozdělení točivého momentu hnacího hřídele převodovky na hnané hřídele kol. Hlavní úkol diferenciálu je umožnit rozdílné otáčky kol na hnací nápravě tak, aby nedošlo k prokluzu nebo smýkání. Diferenciály se dělí podle konstrukce na kuželová a čelní. Dále pak na samosvorné a nesamosvorné. [2]

### **3.2.5 Vývodové hřídele**

Složí k pohonu přípojných zařízení, která potřebují k výkonu práce točivý moment. Na vývodové hřídele je nejčastěji přiveden točivý moment přímo od spalovacího motoru. Vypínání a změnu převodu hřídele zajišťuje redukční soukolí a lamelová spojka. Vývodní otáčky jsou standardně 540 ot/min nebo 1000 ot/min. Pro každé otáčky se používá jiný vývodní drážkový hřídel. Velikost otáček vývodového hřídele lze regulovat v závislosti na otáčkách motoru nebo pojezdové rychlosti traktoru. [2]

### **3.2.6 Automatizace převodových ústrojí**

Potřeba automatizace se projevila při neustálém vypínání a zapínání opakujících se funkcí. Nejčastěji to byly funkce spojené s vypínáním/zapínáním vývodových hřídelů, uzávěrek diferenciálu a pohonu přední nápravy. Nicméně se automatizace ujala i v řazení převodových stupňů. Řazení s kontrolou řídicí jednotky přineslo větší efektivitu práce. Nedochozí proto k nadměrnému přetěžování spalovacího motoru a převodového ústrojí. Moderní systémy řazení nabízejí režimy pro provoz v oblasti nízké spotřeby, PTO režim (udržení konstantních otáček motoru), individuální režim (řidič může libovolně nastavovat pásmo otáček motoru) atd...[2]

## **3.3 Podvozky**

Podvozek tvoří nosnou část traktoru. Má na sobě přimontované všechny mechanismy potřebné k jízdě a řízení traktoru. Část podvozku musí zajistit nesení pracovního nářadí a stroje. Podvozky nižších výkonových tříd traktorů jsou bezrámové. Jednotlivé části jsou k sobě smontovány. Komponenty podvozku musí být dimenzovány tak, aby snesly nerovnoměrné namáhání při jízdě traktoru v nerovném terénu. Dimenzování má za následek růst hmotností jednotlivých částí s často nevhodným rozložením hmotnosti. Tuto nevýhodu bezrámové konstrukce odstraňuje z části polorámová konstrukce. Rám nese jen některé komponenty. Většinou má na sobě zavěšenou převodovku s motorem. Rám je zároveň připevněn k zadní nápravě. Takováto konstrukce podstatně snižuje hmotnost. Největší výhodou polorámu je možnost vhodného rozložení váhy a tím lze ovlivnit trakční vlastnosti traktoru. [2]

### 3.3.1 Odpružení předních náprav

Řešení vývoje odpružení předních náprav je záležitostí několika posledních let. Jelikož se stále zvyšuje výkonnost a rychlost traktorových souprav, bylo za potřebí snížit množství přenášených vibrací přední nápravy do stroje. Druhů odpružení celých náprav existuje mnoho. Velmi používané jsou hydropneumatické systémy. Hlavními částmi systému jsou dvoučinné hydraulické válce, řídicí jednotka, panhardská tyč a akumulátory tlaku. Odpružení je ovládáno automaticky řídicí jednotkou nebo jej lze zapínat a vypínat manuálně pomocí elektroniky z kabiny traktoru. [2]

*Obr. 4 Odpružení přední nápravy John Deere*

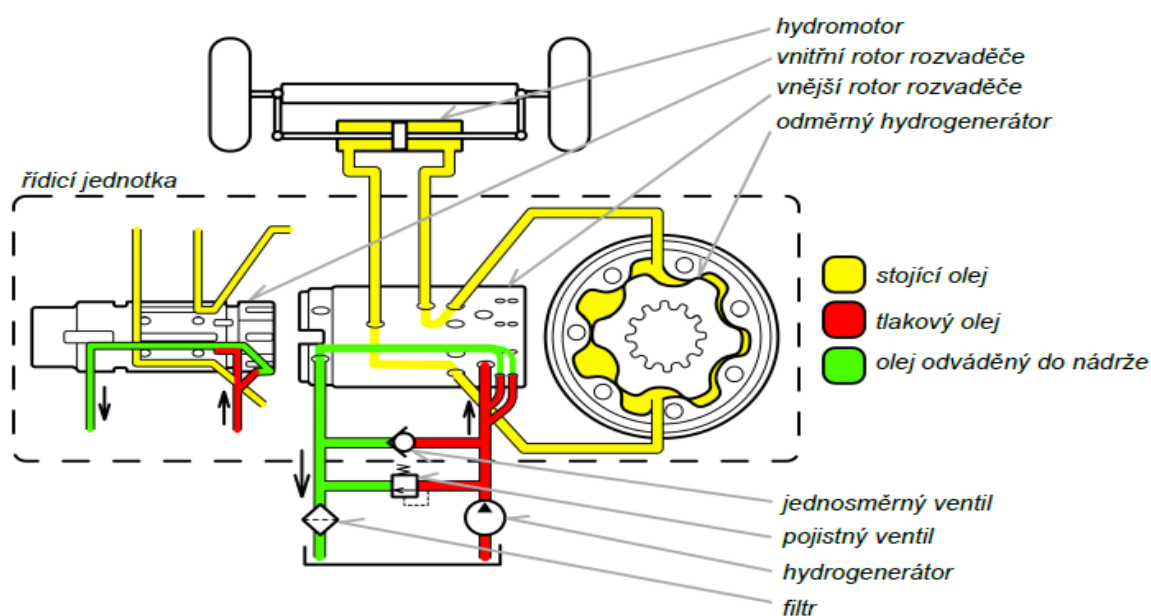


*Zdroj: [http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/rada\\_8020/rada\\_8020.htm](http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/rada_8020/rada_8020.htm)*

### 3.3.2 Řízení kolových traktorů

Kolové traktory požívají hydrostatické řízení. Řízení tvoří hydrostatická jednotka ovládaná volantem. Otáčení kol zajišťuje dvojčinný přímočarý hydromotor řízený hlavní jednotkou. Hydromotor pomocí tlaku oleje otáčí pomocí řídicích tyčí koly. Natáčení kol se provádí pomocí volantu, který je spojen s tělesem odměrného generátoru přes rotační rozvaděč. Hydrogenerátor dodává olej do rotačního rozvaděče. Pokud nedochází k otáčení volantem, olej protéká zpět do olejové nádrže. Při pootočení volantu rotační rozvaděč propustí olej k odměrnému hydrogenerátoru, který dávkuje olej do přímočarého hydromotoru a současně propojí rozvaděč cestu oleji z druhé strany pístu zpět do olejové nádrže. [2]

**Obr. 5 Schéma řízení traktoru**



Zdroj: [2]

### 3.4 Brzdy

Brzdový mechanismus spadá do povinné výbavy všech traktorů. Má za úkol zajistit bezpečnost provozu stroje při jízdě v polních podmínkách, ale i na pozemních komunikacích. Účel brzd spočívá v zajištění snižování rychlosti nebo úplného zastavení stroje ve všech provozních podmínkách. Brzdy nesmí ovlivnit směr jízdy při brždění. Slouží také k zajištění proti samovolnému rozjetí traktoru. Většina traktorů je z velké části vybavena odděleným ovládáním brzdového systému, které může posloužit k otáčení traktoru s dosažením minimálního poloměru zatáčení. Jelikož je brzdový mechanismus jeden z nejdůležitějších bezpečnostních prvků, podléhá přesně stanoveným požadavkům, které jsou dané zákonem. [2]

### 3.4.1 Základní rozdělení brzd

Podle způsobu použití se dělí na

- I. Provozní (požité při pohybu stroje)
  - a) přímočinné - mechanické
    - hydraulické
  - b) strojní - hydraulické
    - pneumatické
  - c) polostrojní - s hydraulickým posilovačem
    - s pneumatickým posilovačem
- II. Parkovací (zajišťují stroj proti rozjetí)
- III. Nouzové (zajišťuje zastavení vozidla při selhání provozní brzdy)
- IV. Zpomalovací (udržuje rychlost vozidla)

Podle konstrukce se dělí

- I. Bubnové (čelistové nebo pásové)
- II. Kotoučové (třmenové nebo kotoučem s třecím obložením)
- III. Lamelové (s více kotouči bez obložení a s obložením)

Dělení dle pracovního prostředí

- I. Mokrý (pracují v olejové lázni)
- II. Suchý (pracují v suchém prostředí) [2]

### 3.4.2 Konstrukce traktorových brzd

V dnešní době se u kolových traktorů používají různé typy brzdového ústrojí. Mezi nejpoužívanější se řadí brzdy třecí, hydraulické, mokré, kotoučové, dvouokruhové, s kotouči s třecím obložením. Nezbytným vybavením brzd je hydraulický posilovač, pomocí kterého dosáhneme vyšších brzdících sil. Parkovací brzdy se z větší části ovládají mechanicky. Traktory určené pro silniční dopravu mohou být vybaveny motorovou brzdou. Nižší výkonové třídy traktorů mají převážně bržděnou pouze zadní nápravu. Ke zvýšení účinnosti brzd u traktorů s pohonem přední nápravy se při brždění automaticky spíná přední náprava. Soustavu brzd umožňuje pomocí přidavných součástí na traktoru připojení pneumatických nebo hydraulických brzd přívěsů. [2]

Dvouokruhové kapalinové brzdy s hydraulickým posilovačem využívají tlak oleje pro posilovač z nízkotlakého hydraulického systému traktoru. Oba brzdící okruhy jsou opatřeny brzdovým válcem s hydraulickým posilovačem. Při sešlápnutí brzdového pedálu se v hlavním

brzdovém válci vytvoří tlak, který je potrubím dopraven k hydraulickým válcům brzd. Hydraulické válce vytvoří silový účinek na mechanismus brzd a tím dojde k brždění. Poněvadž je potřeba vyvinutí velké brzdné síly, které by obsluha traktoru velmi těžce dosahovala, jsou brzdy vybaveny posilovačem. [2]

### **3.4.3 Brzdy traktorových přípojných vozidel**

Traktor je prostředek určený také k dopravě po pozemních komunikacích. Musí nezbytně zajišťovat ovladatelnost a dodávání energie brzděmu systému přípojných zařízení. Pro brždění se používají jednohadicové, dvouhadicové a tříhadicové brzděné systémy. Jednohadicové a dvouhadicové systémy se používají u jednookruhových brzd. Tříhadicové systémy se řadí k brzdám dvouokruhovým. [2]

Jednohadicové brzdy mají jedno spojovací potrubí, které slouží k dodávání tlakového vzduchu a ovládání systému. Spojovacím potrubím je přiváděn vzduch do vzduchojemu přívěsu. Při sešlápnutí brzdového pedálu dojde k přerušení přívodu vzduchu a jeho vypuštění ze spojovacího potrubí. Následně brzdový systém přívěsu zabrzdí kola. Velikou nevýhodou tohoto systému je, že při brždění nedochází k doplňování vzduchu do vzduchojemu. Tato nevýhoda se projeví při častém brždění. Dochází ke snížení tlaku ve vzduchojemu, čímž dochází ke snižování účinnosti brzd. [2]

Nevýhodu jednookruhových systémů odstraňují systémy dvouokruhové. Dvouokruhové mají jedno spojovací potrubí jen pro doplňování vzduchu do vzduchojemů. Zbylé spojovací potrubí slouží k ovládání brzd přívěsu. [2]

## **3.5 Kabiny**

Konstrukční návrh traktorových kabin podléhá řadě směrnic a předpisů. Cílem směrnic je zvýšit bezpečnost práce a minimalizovat nepříznivé vlivy působící na řidiče při práci. Jejich zaměřením je také ergonomie pracovního prostředí. Kabiny výrazně ovlivňují zdraví a pracovní nasazení obsluhy traktoru. Hlavní částí kabiny je rám. Rám spojuje vrchní část kabiny a dolní část kabiny, které jsou spojeny šesti nebo čtyřmi sloupky. Kabina musí z bezpečnostního



hlediska chránit obsluhu před nárazem nebo převrácením. Zaručení dobrého výhledu z kabiny zajišťuje velká prosklená plocha dosahující až 6 m<sup>2</sup>. Dalším výrazným prvkem, který upravuje konstrukci kabin je hluk. Nejvyšší povolená hodnota hluku v kabině by neměla přesáhnout 86 dB. Traktory nad 1,5 tuny mají omezenou vnější hlučnost na 89 dB. Otvírání dveří usnadňují plynové vzpěry. Kabiny jsou na podvozku uchyceny pomocí pryžových segmentů, které tlumí vibrace a rázy. O odpružení kabin se starají hydraulické a pneumatické tlumící prvky s ocelovou nebo pryžovou pružinou. Kabiny musí být kvůli údržbě snadno demontovatelné. Některé kabiny mají zabudované výklopné systémy, které umožňují snadnější údržbu. Mezi vnitřní vybavení patří přístrojové desky a ostatní integrované digitální panely, které musí být přehledně a ergonomicky rozmístěny vůči sedadlu obsluhy tak, aby obsluha měla ideální výhled. V dnešní době se hodně ovladače objevují na loketní opěrce, která je už standardem a obsluha má tak ovládání traktoru hned u ruky. U nových traktorů se stal standardem LCD displej umístěný na pravém sloupku kabiny nebo pravé straně přístrojové desky připevněné k sedadlu. Na displayji lze zobrazovat informace o aktuální spotřebě, prokluzu, výkonu atd. Nejdůležitějších částí kabiny pro obsluhu je sedadlo řidiče. Konstrukce v této oblasti je opravdu na vysoké úrovni. Sedadlo má svou elektronickou jednotku a disponuje až devíti ovládacími prvky pro nastavení sklonu sedáku, sklonu opěradla, natáčení sedadla, výškového nastavení atd. Pro optimální teplotu v kabině a prostředí bez prachu se používá klimatizace a ventilační soustava. [2][3]

### **3.6 Elektrohydraulické vybavení traktorů**

V posledních letech prošla automatizace traktorů velmi kupředu a stále se zvyšuje. Velké požadavky zákazníků na výkonnost, spolehlivost a přesnost donutily výrobce zavádět do traktorů elektrohydraulické systémy. Hydraulické systémy traktorů s nižšími výkony většinou pracují s mechanickým ovládním. Oproti tomu traktory se středními a vyššími výkony jsou vybaveny elektronickým ovládním. Systémy (EHS) jsou v dnešní době nezbytným vybavením. Používají se pro ovládní třibodového závěsu a vnějších hydraulických okruhů. Hlavní výbavou hydraulických okruhů jsou regulační pístové generátory dosahující průtoku až 150 l/min. Hydraulické okruhy se dělí na vnější a vnitřní. Vnitřním okruhem se ovládá třibodový závěs. Vnější okruhy slouží k ovládní hydraulických zařízení na přípojních traktorových zařízeních. Hydraulické systémy jsou ovládní z místa řidiče.

U nových traktorů je ovládání vnitřního hydraulického okruhu a vývodového hřídele pomocí tlačítek v zadní části traktoru. [2]

### **3.6.1 Regulační hydraulika traktorů**

Regulace hydrauliky se především používá k ovládání tříbodového závěsu traktoru. Regulační komponenty vnitřního hydraulického okruhu přinesly výrazné zlepšení ovládání zemědělských strojů přípojných v tříbodovém závěsu. Tato technika umožňuje nejen zvedání a spouštění tříbodového závěsu, ale i také regulovaně ovládat činnost připojeného zařízení. Hydraulické regulační systémy velmi ovlivňují tahové vlastnosti traktorů. Základní regulační systémy jsou polohový, silový a smíšený. Správné použití těchto regulačních systémů snižuje spotřebu nafty, zvyšuje výkonnost a kvalitu práce. Traktory nižších výkonových tříd z velké části využívají mechanický regulační systém, který používá změnu polohy nebo síly jako vstupní hodnoty při regulaci. Z pravidla využívají změnu síly v horním bodě závěsného zařízení. Řízení regulace zastává pákový převod ovládající šoupátkový rozvaděč, který řídí zdvih a spouštění ramen. Traktory vyšších výkonových tříd používají pro silovou regulaci změnu sil v dolních táhlech tříbodového závěsu traktoru. [2]

## **3.7 Elektrohydraulické regulační systémy**

Elektrohydraulické regulační systémy patří do regulační hydrauliky traktorů. Regulační systémy prošly velkým vývojem. Největšího zdokonalení bylo dosaženo při zavedení elektroniky do systémů. Toto ovládání dokáže regulovaně dotěžovat hnací kola traktoru bez ovlivnění funkčnosti připojeného zařízení v tříbodovém závěsu. Ovládání (EHS) se provádí na ovládacím panelu umístěném nejčastěji na pracovní přístrojové desce v kabině traktoru. Práce regulačního systému je velmi důležitá z ekonomického hlediska. Jelikož tyto systémy dokáží ovlivňovat jak dotížení traktoru, tak i tahové vlastnosti, které mají velký vliv na spotřebu a efektivnost práce. Mezi základní typy regulace patří [2]

- polohová regulace (udržuje konstantní polohu nářadí)
- silová regulace (udržuje konstantní sílu mezi traktorem a přípojným zařízením)
- smíšená regulace (polohová a silová regulace pracuje současně)
- regulace na mezní prokluz (při prokluzu přizvedává přípojně zařízení)
- tlaková regulace (nářadí je trvale nadlehčováno konstantní silou)

**Obr. 6 Panel ovládání (EHS) traktoru Deutz-fahr**



*Zdroj: <http://www.garnea-as.cz/deutz-fahr/traktory/kolove-traktory/agrotron-6-6150-4-6190/hydraulicky-system>*

### **3.7.1 Polohová regulace**

Při polohové regulaci je pomocí snímače zaznamenávána poloha ramen tříbodového závěsu. Snímač silové regulace je při polohové regulaci vypnut. Nastane-li pohyb závěsného ústrojí směrem dolů, snímač vyšle signál do řídicí jednotky. Řídicí jednotka následně vyhodnotí impuls snímače a vyšle signál do elektronického olejového rozvaděče, který pomocí tlaku oleje vyvinutého hydrogenerátorem vyrovná polohu ramen závěsu do polohy nastavené řidičem traktoru. Regulace polohy se tedy využívá k udržení připojeného pracovního stroje nad zemí v poloze určené obsluhou. Např. pokud by došlo k poklesu tříbodového závěsu při připojení rozmetadla na umělá hnojiva, automaticky vyrovná nastavenou výšku. [2]

### **3.7.2 Silová regulace**

Regulace pomocí síly jak vyplývá z názvu, pracuje s konstantním silovým zatížením tříbodového závěsu. Při použití silové regulace je snímač polohy vypnut. Silová regulace se například používá při orbě. Hlavním cílem regulace při orbě je udržet silový účinek působící na tříbodový závěs traktoru v konstantní hodnotě. Jelikož je odpor půdy při orbě proměnlivý, udržení konstantního silového účinku dosahuje regulace vyhlubováním a zahlubováním pluhu, tedy pohybem ramen směrem nahoru nebo dolů. Silová regulace je řízena silovými čepy, které uchycují spodní táhla závěsu. Silové čepy obsahují elektronické zařízení. Toto zařízení

vyhodnocuje silový účinek na táhla pomocí změny magnetického toku. Snímač následně převede změnu magnetického toku na elektrický signál. Signál se vyšle do řídicí jednotky a ta následně pošle signál do elektronického hydraulického rozvaděče, který tlakem oleje hydromotoru změní polohu táhel dle potřeby. U silové regulace lze nastavovat citlivost pohybu táhel. [2]

### **3.7.3 Smíšená regulace**

Smíšená regulace využívá dva regulační systémy současně. Vzájemně propojuje silovou a polohovou regulaci. Např. při podrývání dojde-li zvýšení odporu nástroje začne, silová regulace vyhlubovat podrývák, ale současně polohová regulace koriguje činnost silové regulace. Vzájemným propojením se vlastně dosáhne menšího pohybu táhel, než u oddělených regulací. [2]

### **3.7.4 Regulace na mezní prokluz**

Regulace na mezní prokluz je propojena s radarovým snímačem a snímačem pozice traktoru. Tyto snímače měří skutečnou a teoretickou rychlost traktorové soupravy. Poté z těchto hodnot řídicí jednotka vyhodnocuje prokluz. Prokluz je vlastně ztráta rychlosti, což má za příčinu ztrátu výkonu v tahu. Někdy ve vlhkých pracovních podmínkách může nastat situace, že traktor ztratí rychlost při stejné tahové síle na táhla tříbodového závěsu, čímž by silová regulace nereagovala. Funkce mezního prokluzu funguje následovně: obsluha nastaví požadovanou velikost prokluzu na řídicím panelu. Pokud dojde k překročení této hodnoty, tříbodový závěs se přizvedne. Po poklesu prokluzu pod nastavenou úroveň se tříbodový závěs opětovně vrátí do počáteční polohy. Regulaci prokluzem lze kombinovat s dalšími regulačními systémy. [2]

### **3.7.5 Tlaková regulace**

Tlaková regulace se nejvíce používá při zapřažení strojů vybavených opěrnými koly. Opěrné kola nástroje přenášejí jeho hmotnost a vertikální složku odporu půdy. To má za příčinu, že tříbodový závěs je ve volné poloze. V tomto případě jsou traktorové tahové vlastnosti pouze závislé na vlastní tíze traktoru, části tíhy nástroje a stavu půdy. V praxi, důsledkem menších deštných srážek vlhne pouze vrchní část půdy, což má za příčinu velké snížení přenosu síly

motoru na tahový výkon. Použitím tlakové regulace získáme přenos některých sil připojeného nástroje na traktor. Tím zvýšíme adhezi a tahový výkon. Tlakové regulace dosáhneme tak, že nastavíme v prostoru zvedací pístnice konstantní tlak oleje. Tlak oleje se nastavuje z řídicího panelu v kabině traktoru. [2]

### **3.8 Elektronické vybavení traktorů**

Hlavní částí elektronického vybavení je řídicí jednotka. Tato jednotka nahrazuje omezené schopnosti obsluhy k řízení jednotlivých akčních řídicích členů traktoru. Mezi řízené členy zejména patří spalovací motor, převodové ústrojí, vstřikování, ovládání hydraulických okruhů a další. Aby mohla jednotka analyzovat jednotlivé hodnoty akčních členů je propojená uzly pomocí digitální sběrnice CAN-bus. Sběrnice nemusí komunikovat jen s akčními členy traktoru, ale i s přípojným zařízením, které obsahuje dané elektronické obvody s řídicími jednotkami. Propojení probíhá většinou z důvodu, že některé přípojné stroje potřebují hodnoty akčních členů traktoru pro správné fungování. [2]

Mezi nejmodernější elektronickou techniku traktoru patří satelitní GPS (Global Position System) navigace. Podstatou technologie je paralelní navádění stroje do předem navolené linie. Tato inovativní metoda snížila překryv přípojných zařízení při práci na poli, což kladně ovlivňuje efektivnost spotřeby paliva, pracovního času a využití aplikačních prostředků. Další výhodou je snížení vytíženosti řidiče dodržet rovnou stopu jízdy traktoru. Navigace se dělí na manuální a automatické. U manuálního navádění obsluha pomocí světelné lišty, která ukazuje směr jízdy, řídí traktor a udržuje ho v rovné stopě. Automatické navádění je realizováno pomocí elektronického nebo jiného zařízení připojeného na tyč řízení. Obsluha pouze zasahuje při otáčení na souvrati nebo pokud se vyhýbá nějaké překážce. [3]

## 4 Porovnání traktorů do 150 kW

### 4.1 New holland T7 (210) (Autocommand)

*Obr. 7 Traktor New Holland*



*Zdroj: [http://agriculture.newholland.com/benelux/be/Products/Tractors/T7/Pages/Therange\\_details.aspx](http://agriculture.newholland.com/benelux/be/Products/Tractors/T7/Pages/Therange_details.aspx)*

#### 4.1.1 Motor

Tento traktor využívá motor od společnosti FIAT POWERTRAIN Technologies. Tato společnost vynalezla technologii Common Rail, která je také obsahem výbavy tohoto traktoru. Společně s technologií (SRC) tato technologie poskytla New hollandu podstatný náskok ve snížení emisí výfukových plynů, čímž splňuje emisní normu Tier 4a . Motor obsahuje 6 válců s 24 ventily. Při zdvihovém objemu 6728 cm<sup>3</sup> a jmenovitém výkonu 143 kW, dosahuje maximálního kroutícího momentu 766 Nm/ot/min. [5]

### **4.1.2 Převodové ústrojí**

Traktor T7 je vybaven převodovkou AUTO COMMAND™. Jde o novou generaci plynulé dvouspojkové převodovky CVT zkonstruovanou společností New Holland. Podstatná výhoda je v plynulosti řazení. Žádné změny rozsahů s nutností zastavení, pouze plynulé řazení rychlostí dle potřeby obsluhy. Převodovka nabízí 4 jízdní režimy. Prvním (Auto) režimem navolí obsluha požadovanou rychlost a převodovka s motorem se postarají o udržení požadované hodnoty rychlosti. Druhý režim se nazývá „Cruise“. Jedná se o režim, který udržuje stálou nastavenou rychlost při úsporném provozu. Třetí „Manual“ režim umožňuje nastavení vlastních otáček motoru a rychlosti pojezdu. Čtvrtým režimem „PTO“ se sepne vývodový hřídel s konstantním udržováním otáček motoru. Klíčovým prvkem převodovky je funkce activ start/stop. Pokud obsluha traktor zastaví, převodovka zabrání jakémukoli rozjezdu traktoru. Jestliže obsluha dá povel k opětovnému rozjetí, traktor se plynule rozjede a to i s připojenou zátěží. [5] [12]

### **4.1.3 Servis a údržba**

Konstrukce traktoru T7 je navržena tak, aby trávil co nejvíce času v pracovních podmínkách a co nejméně na servisním pracovišti. Výrazně k tomu přispívají dlouhé 600tisíc hodinové intervaly servisu a jednoduchost provedení každodenní údržby stroje. [5]

### **4.1.4 Hydraulický systém**

Hydraulické okruhy traktoru pohání olejové čerpadlo o výkonu 113 až 125 litrů za minutu. Tento model disponuje prioritním ventilem, který zaručuje jejich optimální řízení při náročných operacích. Ovládání olejových okruhů může být realizováno pomocí mechanických nebo elektronických ovladačů dle požadavků zákazníka. Nejčastěji je používáno elektronické ovládání pomocí loketní opěrky SiderWinder™ II s regulací průtoku a časovačem ventilů na dotykovém displeji IntelliView™ III. [5]

## 4.2 Deutz-fahr agrotron 6190

*Obr. 8 Traktor Deutz-fahr*



*Zdroj: <http://www.zvagro.cz/katalog-zemedelske-techniky/traktor-deutz-fahr-agrotron-6-ttv.php>*

### 4.2.1 Motor

Německý výrobce Deutz používá motory vlastní výroby. Modelová řada 6190 využívá 6ti válcový typ TCD 6.1 L06 4V se systémem vstřikování DCR/1600 barů, které umožňuje spalovat běžnou motorovou naftu nebo bionaftu (B100). Oblast konstantního výkonu se pohybuje v rozptýlu 1600-2100 ot/min. Maximální dosažitelný výkon je 143 kW. Díky velkému inovativnímu vybavení, jako je SRC, elektronicky řízené turbodmychadlo nebo Deutz Common Rail, se motory pyšní nízkou spotřebou, splněním emisní normy (Euro 3B) při zachování vysokého výkonu. [6] [7]

### 4.2.2 Převodové ústrojí

Nová řada 6 je vybavena převodovými stupni pro každou práci. Pomocí 4 stupňů řaditelných při zatížení, které si volí program sám podle zatížení motoru, stačí jen navolit



vhodný převod pro danou práci. Výrobce běžně dodává převodovku s 24 rychlostními stupni vpřed a vzad, ale je i možnost dodání převodovky s 48 nebo 40ti rychlostními stupni vpřed a vzad. Při provozu na pozemních komunikacích lehce dosahuje 40 Km/hod při nízkých otáčkách motoru, což vede ke snížení spotřeby, hluku a vibrací. Reverzace pojezdu je realizována pomocí elektrohydraulické reverzace s nastavitelnou citlivostí. [6]

### **4.2.3 Servis a údržba**

Firma Deutz-fahr nabízí kvalitu servisu na vysoké úrovni. Díky několika ročním školením svých pracovníků, možností pracovat s nejmodernějšími diagnostickými nástroji a speciálními přípravky zaručují správný provoz traktoru. Velmi k tomu přispívají dlouhé servisní intervaly a užívání originálních dílů Deutz, které jsou charakteristické svou kvalitou.

Každodenní údržbu, kterou provádí obsluha, je možné snadno a rychle provést bez použití náradí. Snadno vyklopitelné chladiče umožňují snadné a rychlé vyčištění. Všechny kontrolní, údržbové a mazací body jsou lehce přístupné ze země. [6] [7]

### **4.2.4 Hydraulický systém**

Hydraulický systém se skládá ze dvou čerpadel. První čerpadlo o průtoku 42 l/min slouží k řízení a druhé čerpadlo o průtoku 83 l/min k pohonu ostatních hydraulických systémů. Na přání zákazníka je možné traktor vybavit Load Sensing čerpadlem s průtokem oleje až 120 l/min. Výhoda tohoto čerpadla spočívá v tom, že dodává pouze požadované množství oleje, čímž klesnou výkonové ztráty a dojde k podstatnému šetření komponentů systému. K připojení přídatných hydraulických zařízení jsou traktory vybaveny čtyřmi mechanicky ovládanými dvojčinnými olejovými okruhy s časovým a průtokovým nastavením. [6]

## 4.3 Fendt 720 Vario

*Obr. 9 Traktor Fendt*



*Zdroj: <http://www.mechanisatiemarienberg.nl/nieuws.html>*

### 4.3.1 Motor

Traktor pohání šestiválcový motor Deutz se zdvihovým objemem 6,06 litrů, který pracuje s technologií SRC. Díky technologii SRC motor dosahuje nižší spotřeby o 10% a emisní normy Euro Tier 3b. Používá vstřikování Common Rail. Maximální výkon 147 kW vyvine při 1800 ot/min. Při 1450 ot/min dosahuje maximálního točivého momentu 897 Nm s 39% rezervou točivého momentu. Pro pohon lze používat nejen motorovou naftu, ale i neomezeně MEŘO. [8]

### **4.3.2 Převodové ústrojí**

O plynulý přenos točivého momentu od motoru ke kolům se stará převodovka Vario ML 180. Jde o hydrostaticko-mechanickou převodovku řízenou programem TMS (tractor-managment-system). Převodovka disponuje extrémně plazivými rychlosti od 30 m/h. Nejvyšší dosahovanou rychlostí je 50 Km/h. Převodovku lze ovládat pojezdovou pákou nebo nožním plynem s plynulou a okamžitou reverzací. Významnou výhodou je funkce Stop and Go a dlouhý interval výměny oleje, který trvá 2000 provozních hodin. [8]

### **4.3.3 Servis a údržba**

Údržba traktoru Fendt je díky terminálu Vario terminal a uspořádání údržbových bodů pro obsluhu velmi jednoduchá. Vario terminal zaznamenává jednotlivé malé i velké údržby a po uplynutí výrobcem dané doby motohodin obsluhu upozorní na potřebu provedení jednotlivé údržbové operace. Při jakékoli poruše některé součásti na stroji servisní pracovník pomocí elektronické diagnostiky snadno a rychle určí závadu, čímž se neprodlužuje zbytečně doba zjištění závady. [8]

### **4.3.4 Hydraulický systém**

Řada 700 Vario umožňuje více než 22 kombinací připojení hydraulického příslušenství v přední i zadní části traktoru. Hydraulické okruhy pracují na principu LoadSensing s výkonným čerpadlem od 109 až 152 l/min. Traktor je vybaven pěti dvoučinnými ventily vzadu a dvěma dvoučinnými ventily vepředu. Nastavení tlaků, časování průtoku a navolení způsobu ovládání u jednotlivých okruhů se nastavuje na dotykovém displayji Varioterminalu. Všechny okruhy jsou vybaveny regulací EHR s tlumením kmitů jak u předních ,tak i zadních ramen. [8]

## 4.4 Massey Ferguson 7620

*Obr. 10 Traktor Massey Ferguson*



*Zdroj: <http://www.used-massey-tractors.com/tractors/massey-ferguson-7620-dyna-6-ef-year-2013-ma185512>*

### 4.4.1 Motor

Pohon traktoru zajišťuje šestiválcový motor s 24 ventily od společnosti AGCO SISU POWER. Motor obsahuje turbodmychadlo s chlazením plnicího vzduchu. Společně s využitím vstřikování Common Rail a selektivní katalitické redukce splňuje emisní normu podle Stage 3b. Maximální výkon 147 kW dosahuje při 1950 otáčkách za minutu. Společnost SISU vybavuje standardně motory systémem EMM. Tato technologie umožňuje plynulé nastavování a časování vstřikování paliva podle otáček a zatížení motoru, což má kladný vliv na hospodárnost využití paliva. [9]

### 4.4.2 Převodové ústrojí

Převodovka Dyna-6 má 24 převodových stupňů vpřed i vzad s částečným řazením pod zatížením. Má k dispozici šest rychlostních stupňů řazených pod zatížením ke každému ze čtyř převodových rozsahů. Standartní výbavou převodovky je funkce Eco, která umožňuje snížení

otáček motoru při vysokých jezdových rychlostech. Maximální rychlost 50 Km/h dosahuje při 1900 ot/min. Ovládání převodovky se uskutečňuje obsluha pákou POWER Control, jenž umožňuje vypínání spojky, změnu směru pohybu traktoru a řazení vyšších a nižších rychlostních stupňů. [9]

### **4.4.3 Servis a údržba**

Přístup k provedení kompletní údržby motoru velmi usnadňuje jednodílná kapota motoru s velkým úhlem otevření. Panel chladičů má vhodné uspořádání a rozměry pro snadný přístup při čištění a údržbě. Spousta prostoru pro přístup k motoru umožňuje nejen komfortní přístup k filtrům a měrce motorového oleje, ale i rovněž jednoduché vyjmutí a vyčištění filtru sání. Prodloužené servisní intervaly na 500 hodin výrazně snížily čas potřebný k údržbě. [9]

### **4.4.4 Hydraulický systém**

Hydraulické okruhy traktoru Massey pohání hydraulické čerpadlo o průtoku 150 l/min. Standartně má namontované dva až čtyři elektrohydraulicky ovládané ventily s možností namontování pátého hydraulického ventilu. Ovládání hydraulických okruhů se standartně uskutečňuje tlačítky z místa obsluhy, což umožňuje snadně a přesně ovládat veškeré hydraulické zařízení. Velkou výhodou systému jsou dekompresní přípojky, které umožňují připojení a odpojení nářadí pod tlakem. [9]

## **4.5 Vlastní porovnání vybraných traktorů**

V této kapitole se snažím vyhodnotit nejideálnější traktor ke koupi, ze čtyř výše zvolených traktorů. V porovnávání jsem se zaměřil na nejpodstatnější traktorové parametry a zvolil je za kritéria. Mezi kritéria, která jsem vybral, patří prodejní cena (Kč), maximální výkon (kW), točivý moment (Nm), spotřeba (g/Kwh), objem palivové nádrže (l), objem nádrže na ad-blue (l), maximální průtok oleje (l/min), transportní rychlost traktoru (Km/h). Pro porovnání použiji ekonomicko-matematickou metodu váženého součtu. Tuto metodu jsem zvolil z důvodu její objektivnosti a efektivnosti zohlednění jednotlivých vah kritérií daného řešení.

#### 4.5.1 Označení kritérií a jejich povahy

<b>K<sub>1</sub></b> – prodejní cena (Kč) → <b>Min</b>	<b>K<sub>5</sub></b> – objem pal. nádrže (l) → <b>Max</b>
<b>K<sub>2</sub></b> – maximální výkon (kW) → <b>Max</b>	<b>K<sub>6</sub></b> – objem nádrže Ad-Blue (l) → <b>Max</b>
<b>K<sub>3</sub></b> – točivý moment (Nm) → <b>Max</b>	<b>K<sub>7</sub></b> – max. průtok oleje (l/min) → <b>Max</b>
<b>K<sub>4</sub></b> – spotřeba paliva (g/Kwh) → <b>Min</b>	<b>K<sub>8</sub></b> – transportní rychlost (g/Kwh) → <b>Max</b>

Zvolené pořadí od nejvíce preferovaného po nejméně preferované kritérium

$$K_1 > K_3 > K_4 > K_2 > K_8 > K_7 > K_6 > K_5$$

#### 4.5.2 Saatyho matice (stanovení vah zvolených kritérií)

Tato matice slouží ke stanovení jednotlivých vah kritérií, která jsou nezbytně nutná pro výpočet metodou pořadí s váhami. Saatyho matice je založena na kvantitativním porovnání párových kritérií. Jednotlivá kritéria se ohodnocují stupnicí v rozsahu devíti bodů. Pozorovatel přiřazuje k jednotlivým párům kritérií body podle velikosti jejich preferencí a jelikož je matice čtvercová, musí být u porovnávaného páru v druhém směru udělena převrácená hodnota přiřazených bodů v prvním směru. Diagonála matice je vyplněna hodnotou jedna, protože stejná kritéria nemají mezi sebou žádné preference. Poté se vytvoří geometrický průměr každého řádku, který se vydělí celkovou sumou geometrických průměrů, čímž dostaneme k jednotlivým kritériím jejich váhy. [4]

*Tab. 2 Saatyho matice*

	<b>K<sub>1</sub></b>	<b>K<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>4</sub></b>	<b>K<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>6</sub></b>	<b>K<sub>7</sub></b>	<b>K<sub>8</sub></b>	<b>Geom. Průměr</b>	<b>Váhy</b>
<b>K<sub>1</sub></b>	1	3	2	2	9	8	6	5	3,56	0,32
<b>K<sub>2</sub></b>	0,33	1	0,50	0,50	4	3	3	2	1,25	0,11
<b>K<sub>3</sub></b>	0,50	2	1	2	7	5	4	4	2,41	0,22
<b>K<sub>4</sub></b>	0,50	2	0,50	1	6	4	3	2	1,71	0,16
<b>K<sub>5</sub></b>	0,11	0,25	0,14	0,17	1	0,50	0,50	0,25	0,28	0,03
<b>K<sub>6</sub></b>	0,13	0,33	0,20	0,25	2	1	0,50	0,33	0,40	0,04
<b>K<sub>7</sub></b>	0,17	0,33	0,14	0,33	2	2	1	0,50	0,52	0,05
<b>K<sub>8</sub></b>	0,20	0,50	0,25	0,50	4	3	2	1	0,86	0,08
								<b>SUMA</b>	<b>10,99</b>	<b>1</b>

### 4.5.3 Hodnoty kritériální matice

Matice kritériálních hodnot obsahuje hodnoty vybraných kritérií pro jednotlivé traktory. Ve spodní části jsou uvedeny autorovi zvolené povahy kritérií a hodnoty vah, které byly vypočteny pomocí Saatyho matice, jak je uvedeno v Tab. 2. Jednotlivé hodnoty v tabulce jsou zjištěny od prodejců nebo z technických prospektů traktorů.

**Tab. 3 Matice kritériálních hodnot**

	<b>K<sub>1</sub></b> <b>(Kč)</b>	<b>K<sub>2</sub></b> <b>(kW)</b>	<b>K<sub>3</sub></b> <b>(Nm)</b>	<b>K<sub>4</sub></b> <b>(g/kWh)</b>	<b>K<sub>5</sub></b> <b>(l)</b>	<b>K<sub>6</sub></b> <b>(l)</b>	<b>K<sub>7</sub></b> <b>(l/min)</b>	<b>K<sub>8</sub></b> <b>(Km/h)</b>
<b>New Holland</b>	2 820 132	156	912	199	330	48	125	40
<b>Fendt</b>	3 455 000	147	897	192	400	38	152	50
<b>Deutz fahr</b>	2 996 000	143	820	201	280	28	120	50
<b>Massey Fergusson</b>	2 903 000	147	880	192	430	40	150	50
<b>Váhy</b>	0,32	0,11	0,22	0,16	0,03	0,04	0,05	0,08
<b>Povaha kritéria</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>	<b>MAX</b>

### 4.5.4 Bazální (D) a Ideální (H) varianta

Tabulka bazální a ideální varianty je podstatnou součástí dalších výpočtů metody váženého součtu. Slouží k vybrání nejideálnějších (H) a nejhorších (D) variant z každého sloupce kritérií. Tyto jednotlivé hodnoty se podle vzorce propočítávají s hodnotami kritériální matice, čímž dostaneme číselné podklady pro výslednou kritériální matici.

**Tab. 4 Hodnoty bazální a ideální varianty**

	<b>(Kč)</b>	<b>(kW)</b>	<b>(Nm)</b>	<b>(g/kWh)</b>	<b>(l)</b>	<b>(l)</b>	<b>(l/min)</b>	<b>(Km/h)</b>
<b>H</b>	2 820 132	156	912	192	400	48	150	50
<b>D</b>	3 455 000	143	820	201	280	28	120	40

### 4.5.5 Kritériální matice (výpočet funkce užitku)

Kritériální matice slouží ke konečnému výpočtu funkce užitku, ze které se následně podle velikosti hodnoty této funkce určí jednotlivé pořadí.

**Tab. 5 Kriteriaální matice funkce užítku**

R	K <sub>1</sub> (Kč)	K <sub>2</sub> (kW)	K <sub>3</sub> (Nm)	K <sub>4</sub> (g/kWh)	K <sub>5</sub> (l)	K <sub>6</sub> (l)	K <sub>7</sub> (l/min)	K <sub>8</sub> (Km/h)	FU	Pořadí
New Holland	1	1	1	0,22	0,42	1	0,17	0	0,75	2
Fendt	0	0,31	0,84	1	1	0,50	1,07	1	0,55	3
Deutz fahr	0,72	0	0	0	0	0	0	1	0,31	4
Massey Fergusson	0,87	0,31	0,65	1	1,25	0,60	1	1	0,79	1
Váhy	0,32	0,11	0,22	0,16	0,03	0,04	0,05	0,08		

#### 4.5.6 Výsledek vlastního porovnání

Porovnání dle autorových kritérií vyšlo následovně v tab. 6 .

**Tab. 6 Výsledek porovnávání**

1.	Massey Fergusson
2.	New Holland
3.	Fendt
4.	Deutz-fahr

## 5 Závěr a doporučení

Hlavním cílem této práce je porovnání a vyhodnocení pořadí traktorů ve zvolené výkonové třídě do 150 kW.

V úvodu jsem v krátkosti uvedl důvody vývoje traktorů a jejich historii. I nové inovativní konstrukce a metody, které přispěly k modernizaci těchto strojů. Na tuto velmi rozsáhlou část zabývající se možnostmi technických konstrukcí traktorů. Na tuto část navazuje výběr čtyř zvolených traktorových zástupců. Obsahující jejich bližší technické charakteristiky, které jsou následně metodou váženého součtu porovnávány a vyhodnoceny od nejlepšího po nejhorší.



Z uvedených traktorů je nejlépe ohodnocen zástupce značky Massey Ferguson, ale s těsným závěsem traktoru New Holland. Traktor Massey převyšoval ostatní zástupce především ve výkonu, průtoku hydraulického oleje a měrné spotřebě paliva. Ale je nutné podotknout, že zvolená kritéria byla vybrána mnou, tedy jedním pozorovatelem. Je tedy možné, pokud by výběr kritérií a jejich váhu volil jiný pozorovatel, že by výsledné pořadí odlišně. Také je nutné zohlednit i to, že porovnávané parametry byly pouze zjištěny od prodejců a z prodejních prospektů, což je velmi neobjektivní. Aby bylo dosaženo objektivního porovnání, musel bych provést vlastní měření vybraných parametrů. Dlouhodobě pozorovat a shromažďovat data více uživatelů o jejich spolehlivosti, jízdních vlastnostech a servisním zázemí.

Závěrem bych chtěl říct, že porovnání a doporučení k výběru traktoru je velmi složité. Z dlouhodobé praxe vím, že neexistuje traktor, který by vyhovoval každému spotřebiteli. Každý traktor je pouze stroj, který má své klady a zápory. Záleží jen na obsluze jak ke stroji přistupuje a dodržuje pravidelnou údržbu, na které velmi záleží.

## 6 Použitá literatura

- [1] Novotný, František, Muzeum starých strojů [online]. Publikováno 10/2009, [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <<http://www.starestroje.cz/historie/zavadeni.traktoru.php>>
- [2] Bauer, František, Prof. Ing. CSc., a kolektiv. *Traktory*. 1 Vydání Praha: Profi Press, 2006. str. 192. ISBN 80-86726
- [3] KUMHÁLA, František, Doc. Dr. Ing., a kolektiv. *Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: Powerprint s.r.o., 2007. str. 438. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [4] ŠUBRT, Tomáš et al. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň : Aleš Čeněk, 2011.351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [5] AGROTEC a.s., *New Holland T7*, (Firemní prospekt). 27 s.
- [6] Deutz-Fahr, *Agrotron 6*, (Firemní prospekt). 31 s.
- [7] Deutz-Fahr, *Produktový katalog*, (Firemní prospekt). 62 s.
- [8] Agromex s.r.o., *Fendt 700 Vario*, (Firemní prospekt). 34 s.
- [9] Austro Diesel, Podklady k traktoru Massey Ferguson MF 7600 [online]. Publikováno 2012, [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <<http://www.agrocentrumzs.cz/produkty/produkty/traktory/massey-ferguson/mf-7600>>.
- [10] Ing. Jan Hromádka, Ph.D., a kolektiv. *Spalovací motory*. 1 Vydání Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. str. 296. ISBN 978-80-247-3475-0
- [11] Mauricio, W.: *Hydraulické spojky a měniče*. SNTL Praha, 1962
- [12] Agrotec a.s., CVT pro New Holland [online]. Publikováno 2012, [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <<http://www.eagrotec.cz/fotogalerie/CVT.pdf>>.

## Seznam zkratk

CAN-Bus – Control Area Network

UIS – Unit injector system

CR – Common Rail

LCD – Liquid Crystal Display

GPS – Global Position System

PTO – Please turn over

SCR – Selective Catalytic Reduction

TMS – Tractor management system

MEŘO – Methyl-ester řepkového oleje

CVT – Continuously Variable Transmission

EHS – Elektronický hydraulický systém

EHR – Elektrohydraulické regulační systémy

## **Seznam obrázků**

Obr. 1 Jmenovitá otáčková charakteristika motoru

Obr. 2 Úplná charakteristika motoru

Obr. 3 Hydrodynamická spojka

Obr. 4 Odpružení přední nápravy John Deere

Obr. 5 Schéma řízení traktoru

Obr. 6 Panel ovládání (EHS) traktoru Deutz-fahr

Obr. 7 Traktor New Holland

Obr. 8 Traktor Deutz-fahr

Obr. 9 Traktor Fendt

Obr. 10 Traktor Massey Ferguson

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Druhy přeplňování podle tlaku

Tab. 2 Saatyho matice

Tab. 3 Matice kritériálních hodnot

Tab. 4 Hodnoty bazální a ideální varianty

Tab. 5 Kritériální matice funkce užítku

Tab. 6 Výsledek porovnávání

## **Seznam vzorců**

Vzorec 1 - Výpočet užítku

Vzorec 2 - Výpočet ideální a bazální varianty

Vzorec 3 - Výpočet agregované funkce

Vzorec 4 - Výpočet středního efektivního tlaku