

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Porovnání technických parametrů kolových traktorů výkonové třídy do 80 kW

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Petr Novák, Ph.D.

Autor: Tony Pavel

Praha 2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tony Pavel

Zemědělská technika

Název práce

Porovnání technických parametrů kolových traktorů výkonové třídy do 80 kW.

Název anglicky

Comparison of technical parameters tractors with power up 80 kW.

Cíle práce

Cílem práce je vytvořit literární rešerži zabývající se soudobým technickým řešením kolových traktorů a jejich vzájemným porovnáním.

Metodika

Na základě studia soudobé domácí i cizojazyčné literatury vytvořit souhrnou práci zabývající se porovnáním kolových traktorů výkonové třídy do 80 kW. Porovnání bude provedeno objektivním hodnocením technických parametrů traktorů. Výsledky budou náležitě zpracovány s doplněním vhodných komentářů.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

Hydraulika, motor, převodovka, výkonové parametry.

Doporučené zdroje informací

Bauer, F., a kol.: Traktory a jejich využití , ProfiPrees, Praha, 2013, 224 s.

Bauer, F., Sedlák, P., Šmerda, T. :Traktory.Profi Press, Praha, 2006, 192 s. ISBN 80-86726-15-0.

Odborné a vědecké články: ProfiPress, databáze SCOPUS a WoS

Reinius,K.T.: Traktoren-Technik und ihre Anwendung.

Wong , J.Y.: Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering. Elsevier 2009. pp.488. ISBN:
978-0-7506-8561-0

Zdroje ostatní: firemní literatura, internet



Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Petr Novák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Porovnání technických parametrů kolových traktorů výkonové třídy do 80 kW“ vypracoval samostatně na základě vlastních poznatků a materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Praze dne 31. března 2018

.....

Tony Pavel

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Petru Novákovi, Ph.D., vedoucímu mojí bakalářské práce za jeho odborné rady, vstřícnost, pomoc a čas, který mi věnoval při zpracování této práce.

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíl bakalářské práce a metodika.....	10
2.1. Cíl bakalářské práce.....	10
2.2. Metodika.....	10
3. Historie traktorů.....	11
4. Konstrukce traktorů.....	12
4.1. Motor.....	12
4.2. Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů.....	13
4.3. Palivová soustava.....	13
4.4. Přepřňování.....	15
4.5. Chlazení.....	15
4.6. Emise traktorových motorů.....	15
4.7. Převodový mechanismus.....	17
4.8. Spojky.....	18
4.9. Převodovky.....	20
4.10. Rozvodovka.....	21
4.11. Diferenciál.....	21
4.12. Koncové převody.....	21
4.13. Vývodové hřídele.....	21
4.14. Podvozky.....	22
4.15. Odpružení přední hnané nápravy.....	22
4.16. Brzdové ústrojí.....	22
4.17. Pásové podvozky.....	23
4.18. Pneumatiky.....	23
4.19. Závěsná zařízení.....	24
4.20. Kabiny.....	24
4.21. Hydraulika.....	25
4.22. Elektronické vybavení traktorů.....	26
5. Porovnávání typy traktorů do 80 kW.....	28
5.1. Zetor Proxima CL 100.....	28
5.2. John Deere 5090 M.....	30
5.3. Claas Atos 240.....	33
5.4. Steyr 4095 Kompakt ecotech.....	37

6. Porovnávání parametry	41
6.1. Cena	42
6.2. Dostupnost servisu – počet servisních středisek na území České republiky	42
6.3. Doba dodání náhradních dílů	43
6.4. Maximální zvedací síla zadního tříbodového závěsu	43
6.5. Maximální průtok čerpadla	43
6.6. Poloměr otáčení	44
6.7. Převýšení točivého momentu	44
6.8. Minimální pojzdová rychlost	44
7. Komplexní hodnocení porovnávaných traktorů	45
8. Závěr.....	48
9. Seznam použité literatury	49
Seznam obrázků.....	50
Seznam tabulek.....	50

Abstrakt: Cílem této práce bylo porovnat technické parametry kolových traktorů do výkonu 80 kW. Na začátku této práce je stručná historie traktorů, následuje popis technických částí traktorů. Dále jsou popisovány vybrané traktory a jejich důležité části. V poslední části jsou porovnávány technické parametry, které jsou následně bodově ohodnoceny. Na základě hodnocení je vybrán nejlepší traktor.

Klíčová slova: hydraulika, motor, převodovka, výkonové parametry

Comparison of technical parameters tractors with power up 80 kW

Summary: The objective of this work is to compare the technical parameters of wheeled tractors up to 80 kW power. The brief history of tractors is presented at the beginning of this work and it followed by the description of the technical parts of tractors. The next part of the work deals with the selected tractors and their important parts. The last part compares the technical parameters, which are evaluated there as well. The best tractor is chosen according to the evaluation.

Keywords: hydraulic system, engine, gearbox, performance parameters

1. Úvod

Zvířecí síla byla nahrazena traktory, které našly uplatnění v lesnictví, v menší míře ve stavebnictví a v neposlední řadě v zemědělství. Traktory menší výkonové třídy, jimž je tato práce věnována, najdou uplatnění především na menších a středních farmách. Zejména pro svoji velikost, poloměr otáčení a obratnost jsou využívány ve zmenšených prostorech a při manipulaci s balíky sena nebo slámy.

V první části této práce jsou popsány základní technické součásti celosvětově známých značek traktorů (Zetor, John Deere, Claas a Steyr), tzn. motor, převodovka, hydraulika apod. V další části uvádím popis jednotlivých traktorů, shrnuji stručnou historii značek, představuji modelové řady a následně popisuji důležité části. Pokračování této práce spočívá v představení porovnávaných parametrů traktorů do 80 kW, bodového hodnocení jednotlivých parametrů a vyhodnocení nejlepšího a nejhoršího traktoru.

V poslední části jsou shrnuty výsledky bodového hodnocení dílčích parametrů traktorů, a následné srovnání uvedených traktorů.

2. Cíl bakalářské práce a metodika

2.1.Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je porovnání jednotlivých technických parametrů traktorů známých značek do výkonu 80 kW, bodové hodnocení těchto parametrů a vytvoření konečného hodnocení jednotlivých traktorů.

2.2.Metodika

K porovnávání byly zvoleny zemědělské společnosti, které se zabývají výrobou traktorů. Společnost Zetor byla vybrána jako zástupce traktorů z České republiky, společnost John Deere jako zástupce jednoho z největších výrobců zemědělské techniky a společnost Steyr autor vybral z důvodu, že patří do největšího zemědělského koncernu CNH (Case New Holland). Společnost Claas autor zařadil z důvodu, že firma Claas začala s výrobou traktorů v 90. letech 20. století strojem Xerion, nicméně po převzetí Renault Agriculture se domnívám, že bude rovnocenným soupeřem. Jednotlivé technické parametry byly převážně získány z firemních prospektů, internetových stránek jednotlivých výrobců, od dealerů a po konzultaci s produktovými managery jednotlivých značek.

V první části práce jsou čtenáři seznámeni nejdříve se stručnou historií traktorů a následuje definice jednotlivých částí traktorů. Dále autor popisuje čtyři vybrané traktory, které se rozhodl porovnávat, přibližuje historii dané značky, důležité části traktoru, jako je motor, převodovka, hydraulika a kabina. Druhá část práce se věnuje porovnání jednotlivých vybraných kritérií. V závěru předkládá celkové vyhodnocení jednotlivých traktorů.

3. Historie traktorů

Lidská a zvířecí práce byla na konci 18. století nahrazena parním strojem.

Postupným vývojem začaly vznikat na začátku 19. století první zemědělské stroje – lokomobily. Lokomobila je mobilní komplet parního kotle a parního stroje. Lokomobily byly stroje, které sloužily v zemědělství k pohánění mlátičky, lisu na slámu a k orbě. [1] [2]

Na konci 19. století sestavil Nikolaus August Otto čtyřtaktní benzinový motor.

V roce 1897 vynalezl Rudolf Diesel Dieselův motor, jenž se dnes využívá ve všech traktorech a tahačích. [1]

V roce 1906 vyvinul Henry Ford malý traktor, jehož přední část byla z automobilu a zadní část ze žacího stroje, z toho vznikl lehký tažný stroj.

V roce 1917 byla vyrobena velkosérie traktorů Fordson. Tyto traktory byly vybaveny karburátorovými motory a třístupňovými převodovkami se zpětným chodem. S tímto opravdu levným traktorem z pásové výroby mohli zemědělci nejen orat, ale také vykonávat všechny ostatní polní práce. [1]

Velký rozmach ve stavbě traktorů přišel kolem roku 1930, a to v Německu a USA. Výjimečné konstrukční řešení měl malý a levný traktor s jednoválcovým motorem od firmy Deutz. Tyto traktory byly velmi oblíbené u malých zemědělců a dosahovaly výkonu 22 koní. [1]

Po válce vyvstala poptávka po malých traktorech následována druhou motorizační vlnou, která dopomohla k jejich celoplošnému uplatnění. Počátkem 60. let 20. století nastala změna v nákupní politice traktorů. Začal být zájem o větší traktory s vyššími výkonnostními parametry. Vzešel požadavek na vybavení traktorů vývodovými hřídeli, širším rozsahem rychlostí, hydraulikou, otáčkami vývodového hřídele s otáčkami motoru. [1]

Představitelé traktorového průmyslu v Čechách před 2. světovou válkou byly především továrny Laurin & Klement a Škoda Plzeň, kde byla ale výroba traktorů po 2. světové válce na ústupu, takže jediným výrobcem traktorů v Čechách v té době byla Zbrojovka Brno, která vyráběla traktory pod značkou Zetor. Prvním vyrobeným traktorem se stal v roce 1946 Zetor 25. Traktory značky Zetor se vyrábějí dodnes. [1]

4. Konstrukce traktorů

4.1. Motor

Snahou výrobců vznětových traktorových motorů je vyrobit výkonný, ale i přijatelně energetický motor. Největší modernizace v motorech se objevuje v přípravě palivové směsi a aplikaci elektroniky k ovládní motoru. Elektronika v motoru dokáže na základě akčních členů a snímačů provádět stálou kontrolu a regulaci motoru. S tím souvisí cíl snížit spotřebu paliva, opotřebení a emisní náročnost. [3]

Pístový spalovací motor je tepelný stroj, u něhož se získává mechanická energie termomechanickým uvolňováním energie z přivedeného paliva, která se projeví zvýšením teploty a tlaků plynů ve spalovacím prostoru. Zvýšený tlak ve válci působí na píst při expanzi a koná práci. Spalování v motorech je v podstatě přeměna tepelné energie na mechanickou. Činnost čtyřdobého spalovacího motoru probíhá během dvou otáček klikového hřídele a je tvořen ze čtyř fází: sání – komprese – expanze – výfuk. [3]

Nároky na traktorový motor

Dle světového trendu jsou kromě obecných požadavků (viz tab. 1) také kladeny speciální požadavky na motor. Mezi konkrétní požadavky na motor patří: trvalý provoz při maximálním výkonu, vysoké převýšení točivého momentu, nízká spotřeba paliva v provozní oblasti motoru, hladina vnějšího hluku v traktoru, možnost automatické regulace výkonu v závislosti na provozních parametrech traktorů, vysoká spolehlivost, snadná a rychlá diagnostika poruch, dlouhé servisní intervaly, vysoká životnost motoru. [3]

Tab. 1 Obecné požadavky na spalovací motor podle různých hledisek [3]

Legislativa	Zákazník	Výrobce
výfukové emise	spotřeba paliva	náročnost výroby
spotřeba paliva a emise CO ₂	životnost	kvalita
Hluk	výkon	výrobní náklady
Recyklovatelnost	spolehlivost	zisk
Bezpečnost	údržba	trh a konkurence
	cena	sériovost výroby

4.2. Tvorba směsi a spalování u vznětových motorů

Palivová směs ovlivňuje průběh a parametry charakterizující činnost motoru. Cílem je přivést ve správný okamžik v požadovaném stavu a množství palivo se vzduchem umožňující vznícení a uvolnění tepelné energie, která je následně přeměněna na mechanickou energii a posléze na práci klikového mechanismu. Příprava směsi slouží k regulaci motoru. U vznětových motorů je výkon regulován kvalitativně, což znamená, že je měněn obsah paliva a vzduchu. V důsledku vysoké teploty stlačeného vzduchu při kompresi se vstříkované palivo odpaří a po vytvoření hořlavé směsi se vzduchem se samo vznítí. Spalování je chemický proces, kdy se hořlavá složka paliva spojí se vzdušným kyslíkem a uvolní se tepelná energie. Rychlost vznícení a hoření je 20 – 50 m/s. Teoreticky k dokonalému spálení 1 kg nafty je potřeba 14,3 – 14,5 kg vzduchu, čas mezi vstříknutím a vznícením paliva je zhruba 0,002 – 0,005 s v závislosti na podmínkách. Tvorbu směsi ovlivňuje několik činitelů: začátek dodávky paliva a začátek vstříku, doba a průběh vstříku, vstříkovací tlak, počet vstříkovacích paprsků, rozvíření a přebytek vzduchu. Motory s přímým vstříkem se v dnešní době používají nejčastěji. Mezi výhody motorů s přímým vstříkáváním patří jednoduchý a kompaktní spalovací prostor spolu s uspořádáním sacího kanálu, což napomáhá dobrému víření vzduchu, jež vede i k lepšímu přístupu vzduchu k hořlavým složkám, a k lepšímu spalování paliva. Další výhodou jsou nízké tepelné ztráty, které umožňují nastartování motoru během nízkých teplot. Mezi nevýhody můžeme zařadit vyšší hlučnost a vibrace, což vede k vyššímu nárůstu tlaku nad pístem. Na vstříkovací zařízení jsou kladeny vysoké nároky zejména kvůli nejjemnějšímu rozprášení vstříkovaného paliva. A proto se používají víceotvorové vstříkovací trysky s malým průměrem vstříkovacích otvorů. [3]

4.3. Palivová soustava

Zajištění stejné dodávky paliva do všech válců ve stanovenou chvíli a ve stanoveném množství zajišťuje palivová soustava. Množství dodávaného paliva musí odpovídat průběhu točivého momentu a její regulace musí být plynulá a snadná. Palivo musí být dodáváno s velkou přesností i v některých případech v několika samostatných vstřících. Palivový systém je tvořen nízkotlakou a vysokotlakou částí. Nízkotlaká část obstarává přepravu paliva z nádrže přes čistič k vysokotlaké části. Některé traktorové motory mají v nízkotlaké části zařazen chladič paliva. Vysokotlaká část zajišťuje vytvoření vysokého tlaku paliva, jeho přepravu k vstříkovačům a dávkování paliva přes trysku do spalovacího prostoru.[3]

Palivové soustavy - rozdělení:

1. soustava s řadovým vstřikovacím čerpadlem a elektronickou regulací
2. soustava s rotačním pohybem pístu a elektronickou regulací
 - a) jednopístová s axiálním pohybem pístu a elektronickou regulací
 - b) vícepístová s radiálním pohybem pístu a elektronickou regulací
3. soustava se samostatnými vstřikovacími jednotkami pro každý válec – systém PDE s elektronickou regulací
4. zásobníkový systém Common Rail s elektronickou regulací [4]

Vstřikovací systém Common Rail

U traktorů, které jsem si zvolil a porovnávám, se používá především vstřikovací systém Common Rail. U tohoto systému je odděleno vytváření tlaku a vstřikování paliva. Vysokotlakým čerpadlem je vytvořen vstřikovací tlak nezávisle na otáčkách motoru a vstřikovací dávce. Palivo pro vstřikování je připraveno ve vysokotlakém zásobníku, tzv. Rail. Vstříknutí dávky je určeno polohou pedálu řidiče, okamžik vstřiku a vstřikovací tlak je určen v elektronické řídicí jednotce. Vstřikování je realizováno vstřikovačem na každém válci prostřednictvím elektromagneticky řízeného ventilu. [3]

Vstřikovací systém Common Rail nabízí větší flexibilitu při řešení vstřikování než konvenční vačkou poháněné systémy:

- široký rozsah použití,
- vysoký vstřikovací tlak (až 140 MPa),
- proměnný prostřik,
- možnost rozdělení dávky na úvodní, hlavní a následný vstřik,
- přízpusobení vstřikovacího tlaku provoznímu stavu motoru. [3]

Mezi hlavní části palivového systému Common Rail patří: podávací čerpadlo, palivový filtr, vysokotlaké potrubí, vysokotlaké čerpadlo, tlakový akumulátor, vstřikovače a řídicí jednotka. [3]

Podávací čerpadlo může být kupříkladu zubové, lamelové a další s mechanickým nebo elektrickým pohonem. Podávací čerpadlo saje palivo z nádrže a dopravuje ho přes filtr do vysokotlakého čerpadla, které vytlačuje palivo do tlakového akumulátoru, kde je udržován stejný tlak paliva. Proto musí čerpadlo stále pracovat. Nejčastěji se jedná o radiální čerpadlo se třemi písty, které vykonávají stejný zdvih a jsou mazány palivem. Nad každým pístem je

talířový sací ventil, jenž se otevírá podle tlakových poměrů paliva nad a pod ním. Pístem je palivo dopravováno do regulátoru tlaku a odtud do tlakového akumulátoru. V tlakovém akumulátoru je stálý tlak udržován regulačním ventilem v závislosti na zatížení motoru. Na akumulátor je napojeno vysokotlaké potrubí, které vede ke vstřikovačům. Na vysokotlaké potrubí je napojen snímač tlaku a pojistný ventil. Vstřikovače jsou elektromagneticky ovládány z řídicí jednotky, která rozhoduje o množství vstříknutí paliva. Vstřikovače jsou koncovou částí palivové soustavy. Komunikaci mezi řídicí jednotkou a Common Railu zajišťuje sběrnice CAN – Bus. [3]

4.4. Přepřňování

V současné době se ke zvýšení výkonu motoru využívá přepřňování. Přepřňování je technické řešení, kde se zvyšuje výkon motoru takovým způsobem, že se vhání vzduch nebo směs s tlakem, který je vyšší než atmosférický, a tím se může ve větším množství vzduchu spálit i více paliva. Vhánění vzduchu nebo směsi se provádí pomocí dmychadel. U traktorových motorů se nejčastěji k přepřňování používá turbodmychadlo, které se skládá z turbíny a dmychadla. Spaliny, které opouštějí spalovací prostor, roztáčejí turbínu. Plnění válců zajišťuje dmychadlo. [3][5]

4.5. Chlazení

O zajištění stability motoru se stará chladicí soustava, která odvádí přebytečné teplo z prostoru motoru. Dále odvádí teplo z používaných provozních kapalin, zajišťuje rychlý ohřev motoru na provozní teplotu, udržuje povolenou teplotu na namáhaných místech (hlava válců, vložky válců, písty, ventily). [3]

4.6. Emise traktorových motorů

Při hoření vzniká ve válci složitý fyzikálně chemický proces redukčních a oxidačních reakcí. Při těchto reakcích dochází ke spalování paliva za přítomnosti kyslíku, který je ve vzduchu, a to za měnící se teploty a tlaku. Vliv na průběh spalování má tvarování, tepelná a vírová vlastnosti spalovacího prostoru, přesnost a kvalita vstřikování. Při spalování paliva v motoru dochází i k vytvoření škodlivých látek, které znečišťují životní prostředí. [3]

Tyto látky můžeme rozdělit na:

- chemické – tyto škodliviny jsou obsaženy hlavně ve výfukových plynech
- mechanické – působením vibrací a hlukem
- tepelné – termoemise, které vznikají nízkou účinností spalovacího motoru

K omezení vypouštění škodlivých látek nás vedou emisní předpisy. Tyto emisní limity jsou stanovovány příslušnými vládami. Největší vliv na stanovení limitů má Evropská hospodářská komise. Tyto předpisy musí splňovat každý spalovací motor, k dodržení předpisů máme řešení ke snížení emisí spalovacího motoru. [3]

Řešení snížení škodlivých látek:

Recirkulace výfukových plynů – EGR

Vnitřní recirkulace – zde dochází k časování ventilů v průběhu výfukového zdvihu pístu. Při výfuku dochází na malou chvíli k pootevření sacího ventilu a částečnému vniknutí spalin do sacího kanálu. Během sání se spaliny dostávají do spalovacího prostoru spolu s čerstvým vzduchem. [3]

Vnější recirkulace – zde dochází k odcházení spalin přes EGR ventil zpět do sání motoru. Tuto modifikaci můžeme rozdělit do tří skupin:

- EGR bez ochlazování – výfukové plyny nepřecházejí přes výměník tepla a zvyšují tak teplotu nasávaného vzduchu, což způsobí rychlý přechod paliva z kapalného stavu do plynného.
- EGR s plným ochlazením – výfukové plyny procházejí přes výměník tepla, přitom může docházet ke kondenzaci vody a její dopravě do spalovacího prostoru.
- EGR s částečným ochlazením – pouze část výfukových plynů bude procházet přes výměník, aby se zabránilo vnikání vody do spalovacího prostoru. [3]

Filtr pevných částic – DPF

Filtr s vysokou účinností zachycuje pevné částice a je umístěn ve výfukovém potrubí v tělese katalyzátoru. Má voštinovou nebo vláknovou podobu a je vyroben ze silikátů dotovaných hliníkem. Výfukové plyny při vstupu do filtru se rozdělují do mnoha komor, tloušťka stěn je 300 – 400 mikrometrů. Časem dochází k zaplnění stěn a je třeba filtr vyměnit nebo regenerovat. [3]

Oxidační katalyzátor – DOC

Umožňuje regeneraci filtru i při nízkých teplotách, než je teplota vznícení sazí. Vytváří podmínky k přeměně škodlivých látek CO, C_xH_y a NO s kyslíkem na méně škodlivé látky CO₂, CO₂ + H₂O a NO₂. [3]

Selektivní analýza

SCR katalyzátor je zařízení, které je určeno ke snížení produkce NO_x ve výfukových plynech. Pomocí amoniaku NH₃ dochází k reakci s oxidy dusíku a jejich změny na dusík N₂ a vodní páru H₂O. Protože je amoniak toxická látka, tak se teprve získává až po vstříknutí kapaliny AdBlue do výfukového potrubí. AdBlue je složeno z 32,5% močovinou CO(NH₂)₂ a zbylou část tvoří voda, která se následně odpaří a využije se dále při dalších chemických reakcích. [3]

4.7. Převodový mechanismus

Převodový mechanismus představuje ústrojí, které spojuje spalovací motor s koly hnacích náprav a vývodovým hřídelem traktoru. Uskutečňuje přenos nebo přerušení točivého momentu, změnu velikosti nebo smyslu. Převodový mechanismus se spalovacím motorem tvoří hnací ústrojí. [3]

Převodové mechanismy lze rozdělit podle přenosu točivého momentu:

- pro krátkodobé přerušování točivého momentu,
- pro stálé spojení (spojovací a kloubové hřídele),
- pro změnu velikosti smyslu točivého momentu,
- pro rozdělení hnacího momentu na levé a pravé kolo (rozvodovka, diferenciál),
- pro zvýšení převodového poměru na hnacím kole. [3]

Převodové mechanismy jsou vzájemně spojovány do společných celků, které jsou součástí samostatné konstrukce nebo uložené v rámu podvozkové skupiny traktoru. V současné době je ve znamení řídicí elektroniky, která je v převodovém ústrojí. Vytvářejí se podmínky pro společné řízení spalovacího motoru a převodového mechanismu, jež vedou ke zlepšení ekonomických a traktorových soustav. Ovládání jednotlivých členů je mechanicky a elektrohydraulicky pomocí proporciálních ventilů. [3]

4.8. Spojky

Pojezdové spojky

Pojezdové spojky mají za úkol krátkodobě přerušit točivý moment mezi motorem a převodovkou. [3]

Pojezdové spojky mají i další funkce:

- řazení převodových stupňů,
- tlumení torzních kmitů přenášených od motoru,
- ochranou motoru, respektive převodovky proti nadměrnému zatížení. [3]

Principem pojezdové spojky je rychlé přerušování a spojení hnané a hnací části. Spojení probíhá prokluzováním jako důsledek vyrovnání rozdílných otáček mezi hnacím hřídelem motoru a hnaným spojkovým hřídelem. [3]

Hydrodynamická spojka

Hydrodynamická spojka je nejjednodušší formou hydraulického převodu. Je tvořena čerpadlovým a turbínovým kolem, která jsou zaplněna olejem. S klikovým hřídelem je spojeno čerpadlové kolo, s hnacím hřídelem je spojeno turbínové kolo. Kapalina od čerpadlového kola je odstředivou silou uváděna do pohybu a poté vstupuje do turbínového kola, které uvádí nebo udržuje v pohybu. Následně se kapalina vrací zpět do čerpadlového kola. [3]

Lamelová spojka

Lamelovou spojku tvoří několik lamel, které jsou řazeny za sebou střídatě spojené s hnací a hnanou částí zprostředkováním ozubením. Stlačením lamel dochází ke spojení hnané a hnací části. Přítlak stlačení je vytvořen tlakem oleje na píst, který přitlačuje lamely k opěrné ploše. Vratná pružina zajišťuje pohyb zpět. Lamelová spojka umožňuje přenos velkých točivých momentů v omezeném prostoru. Díky olejové náplni spojky se snižuje tření. [3]

Kotoučová spojka

V tělese setrvačnicku se nachází kotoučová spojka, která je spojena se setrvačnickem. Setrvačnick snižuje nerovnoměrnost klikového hřídele. Součástí setrvačnicku je ozubený věnec, který slouží pro spouštění motoru, zároveň tvoří jednu z třecích ploch, která odvádí teplo, jež vzniká prokluzem. Přenos vibrací mezi motorem a převody je omezen pomocí odpružení vinutých pružin. Spojkový kotouč je sevřen mezi přítlačný kotouč a těleso setrvačnicku. Velikost síly vyvozuje vinutá, válcová nebo talířová pružina. [3]

Reverzace traktorových převodovek

Cílem reverzačních převodů je změnit smysl výstupního hřídele převodovky.

Nejčastější způsoby reverzace jsou:

- 1 – mechanicky
 - vloženým ozubeným kolem
 - planetovým soukolím
- 2 – hydrostaticky
 - reverzačí hydrostatického převodníku

Řazení mechanické synchronizační nebo zubovou spojkou, přesunem ozubeného kola, nebo častěji lamelovou spojkou řazenou při zatížení. Poslední způsob ovládání umožňuje plynulý rozjezd vpřed nebo vzad. Ovladač reverzace je nejčastěji umístěn pod volantem. [3]

Reverzace neznamena pouze zvýšení počtu převodových stupňů pro jízdu vzad, ale také usnadnění práce například s čelním nakladačem. [3]

4.9. Převodovky

Traktory pracují v různých podmínkách, proto potřebujeme změnu tahové síly pro dosažení dobrých výkonnostních a ekonomických parametrů. Je nutné do převodových ústrojí zařadit převodovky, které změní převodový poměr a tím lépe využijeme sílu motoru. Zároveň přenáší točivý moment na vývodový hřídel, popřípadě na přední hnanou nápravu. [3]

Mechanické převodovky

Mechanický převod je nejrozšířenějším přenosem výkonu motoru. Mechanické převodovky se používají, protože mají největší účinnost, provozní spolehlivost a přijatelnou cenu. Nejčastěji jsou uspořádány z hlavní, skupinové a reverzační převodovky doplněné o násobič točivého momentu pro řazení pod zatížením. Dělení mechanických převodovek:

- převodovky nemající žádný ze stupňů řazení při zatížení,
- převodovky s omezeným počtem stupňů řazených při zatížení,
- převodovky se všemi stupni řazenými pod zatížením. [3]

Hydrodynamické převodovky

V současné době se využívají jen výjimečně. Hydrodynamická převodovka je kombinace hydrodynamické spojky nebo hydrodynamického měniče s mechanickou převodovkou. Největší výhodou hydrodynamického měniče je, že dokáže zvýšit točivý moment se zvyšujícím se zatížením. [3]

Hydromechanické převodovky

Převodovky umožňují plynulou změnu rychlosti CVT. Přenos točivého momentu je u traktorů realizován pomocí diferenciální hydrostatické převodovky, která je založena na kombinaci hydraulického a mechanického přenosu točivého momentu. Konstrukce diferenciální hydrostatické převodovky vychází z výkonového dělení. Část výkonu je vedena přes hydrostatickou převodovku a část výkonu je vedena přes mechanickou převodovku. Hydraulická část tvoří hydrostatický převodník, který přeměňuje vstupní mechanickou energii na tlakovou a vystupuje jako mechanická energie. Mechanický převodník je tvořen hydrogenerátorem a hydromotorem. V mechanické části je převodový poměr konstantní nebo se mění v rozsahu pojezdové rychlosti. Spojení mechanické a hydrostatické převodovky dochází v planetovém převodu, který zajišťuje plynulou změnu pojezdové rychlosti. [3]

4.10. Rozvodovka

Rozvodovka se skládá ze stálého převodu a diferenciálu. Stálý převod a diferenciál jsou uloženy ve skříni rozvodovky, která je připevněna na rám nebo je součástí hnací nápravy. U traktorů se nejčastěji používá převod s jedním párem kuželových převodových soukolí. Skládá se z pastorku a talířového kola. [3]

4.11. Diferenciál

Diferenciál je převodové ústrojí, kde se nemění převodový poměr, ale je umožněno rozdílné otáčení hnacích kol nápravy při odvalování při odlišných poloměrech otáčení. Cílem diferenciálu je:

- rozdělovat točivý moment v požadovaném poměru z hnacího hřídele na dva hnané hřídele,
- umožnění rozdílného otáčení hnacích náprav. [3]

4.12. Koncové převody

Z diferenciálu vystupuje točivý moment, který je ještě před hnacími koly zvýšen pomocí koncových převodů, jež se nacházejí v hnací nápravě. Dle konstrukce se dělí koncové převody na čelní a planetové. U čelních koncových převodů je výhoda, že se může měnit světlá výška traktoru. [3]

4.13. Vývodové hřídele

Točivý moment k vývodovému hřídeli je přenášen od spalovacího motoru, přes jeden nebo dva páry ozubených kol, aby se snížily mechanické ztráty. Traktor je vybaven zadním vývodovým hřídelem, ale může být vybaven i předním vývodovým hřídelem. Převodové ústrojí vývodového hřídele se skládá z redukčních soukolí a lamelové spojky pro zapínání vývodového hřídele. Otáčky vývodového hřídele jsou 540, 1000 min^{-1} nebo 540E, 1000E. Ekonomické otáčky nastávají při nízkých otáčkách spalovacího motoru (šetření paliva). Pro 540 min^{-1} se používá 6 drážková hřídel a pro 1000 min^{-1} se používá 20 drážkový nebo 21 drážkový hřídel. [3]

4.14. Podvozky

Nosnou částí traktoru je podvozek. Slouží k nesení různých částí traktoru a pracovního nářadí. Používá se ke změně rozchodu kol, řiditelnosti a stability. U traktorů, které mají nižší výkon, se můžeme setkat s bezrámovou konstrukcí. Podvozky lze rozdělit na:

Bezrámové – všechny části (motor, převodovky, skříň koncových převodů) jsou spojeny pomocí šroubů v jeden celek, tento celek představuje nosnou konstrukci. Vzhledem k velkému namáhání, které je vyvíjeno na traktor, musí být jednotlivé konstrukční prvky dostatečně dimenzovány a z toho plyne nevýhoda bezrámových podvozků, a to je velká hmotnost. [3]

Polorámové – motor a převodovku nese rám a z toho plyne, že nemusí plnit nosnou funkci a nemusejí být tak dimenzovány. Rám je společně s rozvodovkou přimontován k zadní nápravě. Další výhodou je lepší rozložení hmotnosti, což pozitivně ovlivní trakční vlastnosti traktoru. Přední tříbodový závěs je upevněn na polorám a může nést větší zatížení. [3]

Rámové – rám zde plní nosnou část, tím je menší hmotnost strojních součástí. Lepší rozložení strojních součástí na rámu vede ke zlepšení trakčních vlastností traktoru. Rámová konstrukce umožňuje větší zatížení na přední a zadní tříbodový závěs. [3]

4.15. Odpružení přední hnané nápravy

Zvyšující se rychlost traktorových souprav vede výrobce k většímu komfortu řidiče. Většina výrobců nabízí odpružené nápravy. Odpružení celé nápravy může být pomocí hydropneumatického systému. Tento systém se většinou automaticky zapne při zvyšující se rychlosti a při nízké rychlosti se systém vypne. Pro lepší odpružení se používá nezávislé odpružení jednotlivých kol, která jsou zavěšena pomocí čtyř kyvných pák. Tato konstrukce umožňuje zvýšit dynamický přenos výkonu motoru na podložku a současně zlepšuje jízdní komfort. Mechanické díly pro pravé a levé kolo pracují nezávisle. [3]

4.16. Brzdové ústrojí

Pro zajištění bezpečnosti jak na pozemní komunikaci, tak při polních pracích musí být traktor vybaven brzdovým ústrojím. Brzdného účinku se dosáhne přeměnou kinetické energie na energii tepelnou třením přenášejícím se na rotující a pevné části brzd. Ke zvýšení účinku brzd musí být jejich obložení z vysoce otěruvzdorného materiálu. Brzdy musí být spolehlivé, mít dlouhou životnost a jednoduchou obsluhu při údržbě. Brzdy se dělí dle účelu

na provozní, parkovací, nouzové a zpomalovací. V traktoru jsou dělené brzdy, které nám zmenší poloměr otáčení. Brzdové ústrojí traktoru dodává energii na ovládání brzd návěsu. Brždění je zajištěno brzdami pneumatickými nebo hydraulickými. [3]

4.17. Pásové podvozky

Pásové podvozky vznikly z důvodu zvětšování hmotnosti traktorů a sníženou průchodností terénem. U pásového podvozku dochází k menšímu přenosu hmotnosti traktoru na půdu. Čím větší plocha pásu, tím se přenáší menší hmotnost traktoru na půdu a tím dochází k menšímu utužení půdy. Koncepce pásového podvozku lze konstruovat se dvěma nebo čtyřmi pásovými jednotkami. Pásová jednotka se skládá z centrálního nosníku, napínacího a hnacího kola, střední vodící kladky a napínacího mechanismu. [3]

Pásové podvozky jsou poháněny:

- třením mezi pásem a hnacím kolem o velkém průměru, aby se zvětšila účinná třecí plocha, dle užití může výrobce dodat různé typy hnacích kol,
- pomocí zubů, které zapadají do výřezů na hnacím kole. [3]

Pásové podvozky se skládají z pryžových a ocelových vláken. Pásové podvozky na vnější straně jsou opatřeny šípovým dezénem. Uprostřed vnitřní strany jsou pryžové bloky, které zdokonalují lepší vedení pásu. Plocha pásu je v rozmezí 1,9 – 3,8 m². Diferenciální a kloubové řízení pásového traktoru. Diferenciální řízení používá diferenciální planetový převod. Konstrukce kloubového řízení je založena na natáčení rámu vůči sobě pomocí přímočarých hydromotorů. [3]

4.18. Pneumatiky

Pneumatiky přenáší hmotnost traktoru, přivěsných zařízení brzdící momenty na silnici, popřípadě povrch, po kterém jede traktor. Zároveň jsou pneumatiky součástí pružící soustavy. Pneumatiky tvoří komponenty z pryže, vlákna a ocelového drátu a skládají se z běhounu, kostry, bočnic, patky a nárazové vrstvy. Pneumatiky se mohou rozdělit na bezdušové nebo s dušou, pláště pak na radiální a axiální. [3]

4.19. Závěsná zařízení

Tříbodový závěs – slouží k agregaci traktoru s nesenými nebo návěsnými stroji. Tříbodové závěsy můžeme rozdělit do kategorií 1 - 4 dle výkonu motoru od 48 kW do 350 kW. Tříbodový závěs je tvořen horním táhlem a rameny zvedacího zařízení. Dolní a horní táhlo má automatické háky, které umožní zapojení a odpojení strojů přímo z kabiny. Do háků se umísťují normalizované koule s přesazením. Horním táhlem lze seřídít nesený stroj.[3]

Přední tříbodový závěs – slouží k připojení čelně nesených a návěsných strojů. Konstrukčně je stejný jako zadní tříbodový závěs. [3]

Automatický agrozávěs kombinovaný se spodním výkyvným závěsem – agrozávěs se zvedá a spouští díky hydraulické soustavě traktoru. Hák agrozávěsu lze otočit, na druhém konci je vidlice výkyvného táhla. Zasunutím dvou čepů lze stanovit polohu výkyvného táhla. [3]

Etážový závěs – etážové závěsy traktorů jsou schopny přenést maximální tahovou sílu. Maximální tahová síla je ve vertikálním směru omezena a uvedena v technické dokumentaci. [3]

4.20. Kabiny

Kabina se skládá z bezpečnostního svařovaného rámu, se čtyřmi nebo šesti sloupky, které chrání obsluhu stroje při nehodě nebo převrácení. Kabina je vybavena velkou prosklenou plochou, aby byl zajištěn co nejlepší výhled z kabiny. V kabině jsou ergonomicky uspořádané ovládací prvky k příjemnému ovládání obsluhy traktoru. Součástí kabiny traktoru je vzduchem odpružená sedačka s aktivním povrchem. Konstrukce kabiny musí splňovat mezinárodní předpisy EHK (Evropská hospodářská komise OSN) a předpisy ES (Evropské společenství/ Evropská unie). Cílem je zamezit zranění a působení nepříznivých vlivů na obsluhu stroje, jako jsou hluk v kabině a vibrace. Kabiny jsou vybaveny ochrannými konstrukcemi: ROPS/ FOPS bezpečnost. [3]

Ovládací prvky v kabině jsou většinou umístěné v loketní opěrce, jedná se o ovládání PTO, hydraulických okruhů, ovládání tříbodového závěsu. Nastavení systému je v moderních traktorech pomocí LCD terminálu. LCD terminál obsluhu traktoru informuje o hektarové výkonnosti, činnosti souvrat'ových systémů, nastavení průtoků hydraulických systémů. [3]

Přístrojová deska informuje obsluhu traktoru o aktuálním stavu traktoru, jako je rychlost, teplota motoru, stav paliva, stav motohodin. Ve středovém panelu je umístěn volant a po stranách páčka na reverzaci a páčky na ukazatele směru jízdy. [3]

4.21. Hydraulika

Elektrohydraulické systémy (EHS)

S postupným vývojem traktorů se zvyšuje stupeň automatizace, zvyšují se požadavky na výkonnost a spolehlivost. Ke splnění těchto zvyšujících se stupňů vede zásadní změna v konstrukci traktorů. U traktorů nižších výkonových tříd pracují hydraulické systémy s mechanickou vazbou. Traktory středních a vyšších výkonových tříd mají zpravidla ovládání elektrohydraulickými systémy, těmito systémy je ovládán tříbodový závěs a vnější okruh hydrauliky. Ve větší míře se u traktorů využívají pístové regulační hydrogenerátory, kde je maximální průtok 150 l/min a při maximálním zatížení je tlak 22 MPa. Traktor má dva okruhy hydrauliky. Vnitřní okruh slouží k ovládání tříbodového závěsu a vnější okruh slouží k ovládání hydraulických motorů, které se nacházejí na přípojných strojích. [3]

Regulační hydraulika

K ovládání a regulaci tříbodového závěsu slouží regulační hydraulika. Neplní funkci jen zvedání a spouštění strojů, ale regulovaně ovládá činnost připojených strojů. Regulační hydraulika působí na tahové vlastnosti traktoru. [3]

Můžeme ji rozdělit na: polohovou – regulace na konstantní polohu,

silovou – regulace na konstantní sílu,

smíšenou – kombinace silové a polohové regulace. [3]

Dobré použití regulačních systémů s nastavením dalších regulačních prvků ovlivňuje spotřebu nafty, výkonnost a dobře provedenou práci. Traktory nižších výkonových tříd jsou opatřeny mechanickými regulačními systémy, které snímají změnu síly nebo polohy, jako vstupní veličinu k nastavení tříbodového závěsu. [3]

Vnější okruhy hydrauliky

Slouží pro ovládání přímočarých nebo rotačních motorů, které jsou použity na strojích, které jsou připojeny k traktorům. Traktory jsou standardně vybaveny třemi samostatnými okruhy hydrauliky uloženými na zadním mostu traktoru. Každý okruh se ovládá samostatně z kabiny traktoru a jednotlivé okruhy jsou barevně rozděleny (ovládací páka, rychlospojka). Moderní traktory používají funkci Loadsensing s konstantním nebo axiálním hydrogenerátorem. Tato funkce slouží k regulování výstupních parametrů hydrauliky, což znamená, že když traktor například nepotřebuje výkon v hydraulice, tak se sníží průtok oleje na minimum. [3]

4.22. Elektronické vybavení traktorů

Senzory snímají fyzikální, chemické a biologické veličiny a jejich časový průběh. Tyto veličiny převádějí na jinou veličinu, převážně elektrickou. Snímače se rozdělují podle druhu měřené veličiny (dráha, rychlost, proud, teplota, síla, tlak), podle potřeby energie k činnosti (vyžadují zdroj energie, nevyžadují zdroj energie) a podle kontaktu snímače a měřené veličiny (dotykové, bezdotykové). Mimo jednoduchých senzorů existují inteligentní senzory, které se skládají ze vstupní části (zpracování vstupní veličiny na elektrickou) a výstupní části (zprostředkovávají získanou informaci a posílají ji dál po sběrnici). [3]

Elektronické řídicí jednotky

Traktor je vybaven elektronickou řídicí jednotkou, která je součástí elektronického vybavení traktoru. Obsluha traktoru má omezené schopnosti využít potenciál snímačů, tyto omezené schopnosti nahrazuje řídicí jednotka. Jednotka je schopná přijímat informace od snímačů a následně nastavit a regulovat akční členy. Mezi tyto řízené členy patří vstříkovací soustava, ovládání hydraulických okruhů. [3]

Komunikační síť traktorů

Se zvyšující se elektronikou v traktorech se zvýšil počet snímačů a jejich výstupních veličin. Proto bylo nutné objevit novou komunikační síť. Vznikl CAN systém, kde na jeden systém je navedeno více řídicích jednotek. [3]

Controller Area Network Bus (CAN - Bus)

V traktoru jsou elektronicky řízené systémy, které vyžadují informace od snímačů pro regulaci procesů. Se vzrůstajícím počtem měřených veličin se zvyšoval i počet snímačů a začaly vznikat subsystémy na bázi mikroprocesorového řízení. Informace putuje elektrickým signálem, který využívá k přenosu vodiče. Komunikační síť se skládá z kabeláže (sítě), sběrnice (rozhraní) a protokolu (aplikační software). U osobních automobilů se nejvíce prosadila tato sběrnice. Toto vedení je dvojvodičové ve stíněném a nestíněném provedení, nejčastěji kroucenou dvojlinkou. Řídicí jednotka vyšle signál do společné sítě a díky identifikátoru ji cílová jednotka přijme a ostatní jednotky na signál nereagují. [3]

Internationale Standardisierungs Organisation(ISO – Bus)

U ISO-BUS systému se posílají požadované úkony z ovládacího terminálu v traktoru do řídicí jednotky na stroji, která je zhodnotí a provede. Terminál v traktoru slouží pouze jako ukazatel a ovladač. Díky CAN protokolu je možné vyměňovat informace z terminálu s řídicí jednotkou na stroji. Slouží ke komunikaci mezi traktorem a připojeným strojem, který je vybaven řídicí jednotkou. Díky této komunikaci může obsluha traktoru regulovat výsevní množství, dávku hnojiva nebo hloubku zpracování. [3]

Záznam a přenos informací o traktoru a přípojných zařízeních

Systém pro záznam a přenos informací má stavebnicové uspořádání, které je jednoduché nakonfigurovat dle přání zákazníka. Součástí systému pro sledování polohy je navigační přijímač GPS, komunikační modul GSM, řídicí mikropočítač, paměťový modul a rozhraní pro připojení snímačů. Rozhraní ISO-Bus a CAN-Bus. Data jsou během provozu ukládána do paměti v traktoru nebo online odesílána na počítač. [3]

Paralelní navádění traktorových souprav

Využití GPS (Global Position System) v zemědělství slouží ke zvýšení efektivity, získání hodnotných informací. U traktorů se jedná o paralelní navádění v základní linii u širokozáběrových strojů, kde díky GPS nedochází k překrytí záběru. Z pohledu řidiče se může snížit koncentrace na dodržování jízdní stopy. Dochází k šetření aplikačních prostředků jako je osivo, hnojivo a pesticidy. Pomocí technického vybavení jde zaznamenávat dráhu traktoru a tu pak dále využít při použití rozmetadla nebo postřikovače. Při opětovném pokračování na poli to znamená, že lze zaznamenat polohu, kde jsme se strojem na poli skončili, a následně na tuto polohu navázat. [3]

5. Porovnávané typy traktorů do 80 kW

5.1. Zetor Proxima CL 100

V poválečném Československu se začalo rozvíjet zemědělství ve velkém, a tak vyvstala potřeba nových a výkonných traktorů. Prvním sériově vyráběným traktorem v brněnské Zbrojovce byl Zetor 25, následovaly traktory Zetor 15, Zetor 35 Super, Zetor 50 Super. Traktory Zetor se vyrábí do současnosti. Samotný název Zetor vznikl spojením písmena Z jako Zbrojovka Brno a slova traktor, zjednodušeně Zet+ traktor = Zetor. [6]

Zetor Proxima CL 100 patří do modelové řady traktorů Zetor Proxima. Tato modelová řada má výkon od 80 do 120 hp. Patří sem modely Zetor Proxima CL, Zetor Proxima GP a Zetor Proxima HS. [7]

Motor

Traktor je vybaven přeplňovaným čtyřválcovým motorem Zetor o objemu 4,2 l se 4 ventily na jeden válec. Jmenovité otáčky motoru jsou 2200 ot/min. Motor je vybaven řadovým vstřikovacím čerpadlem, které je elektricky ovládané. Motor využívá filtry pevných částic, oxidační katalyzátor a technologii selektivní katalytické redukce a plní STAGE IV. Optimalizované spalování motoru vede k nižšímu tepelnému zatížení, nízké spotřebě a větší tažné síle. [7] [8]

Převodovka

Převodovka Proximy CL je 10/2 (s rychlostí vpřed a 1 vzad), 2 skupiny redukce nebo volitelně 12/12 6 rychlostí, 2 skupiny redukce nebo mechanická synchronizovaná reverzace. Traktor je možno nakombinovat s plazivými rychlostmi 20/4. Maximální rychlost traktoru je 40 km/h a minimální 0,22 km/h. Traktor je vybaven suchou lamelovou spojkou. Vývodový hřídel je mechanicky ovládaný s řazením závislým nebo nezávislým na pojezdu s otáčkami 1000/540 nebo volitelně 540/540E. Traktor možno na přání doplnit předním vývodovým hřídelem 1000 ot/min. [7] [8]

Hydraulika

Traktor disponuje zubovým čerpadlem s dodávkou oleje 50 l/min. Zadní vnější okruhy jsou k dispozici 1, 2 nebo 3, vždy s volnou zpátečkou. Maximální zvedací síla je 42 kN.

Traktor je vybaven regulací spuštění třibodového závěsu, mechanickou regulací třibodového závěsu od horního táhla. Třibodový závěs je kategorie II s rychloupínacími háky. [7] [8]

Kabina

Kabina je pevně namontovaná na silentbloky a doplněná klimatizací. Sedačka je mechanická nebo vzduchem odpružená. Kabina je vybavena rádiem s reproduktory, má možnost výhřevu zadního okna a lze ji vybavit stěračem. [7][8]

Tab. 2 Technické parametry Zetor Proxima CL 100 [7][8]

Technické parametry Zetor Proxima CL 100	
Motor	Zetor
Počet válců	4
Zdvihový objem [m ³]	4156
Jmenovité otáčky [ot/min]	2200
Jmenovitý výkon [kW/hp]	70,4/96
Maximální výkon [kW/hp]	neuvedeno
Převýšení točivého momentu [%]	42,2
Minimální rychlost [km/h]	0,22
Maximální rychlost [km/h]	40
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	50
Maximální zvedací síla předního třibodového závěsu [kN]	neuvedeno
Maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu [kN]	42
Otáčky předního vývodového hřídele [ot/min]	1000
Otáčky zadního vývodového hřídele [ot/min]	540/1000
Provozní hmotnost [kg]	3750-4546
Objem nádrže [l]	150
Celková dovolená hmotnost [kg]	neuvedeno
Délka x šířka x výška [mm]	4710x2240x2850
Rozvor náprav [mm]	2308
Poloměr otáčení [m]	3,9
Cena bez DPH [Kč]	1 112 744



Obr. 1 Zetor Proxima CL 100 [9]

5.2. John Deere 5090 M

Firmu Deere & Company založil v roce 1837 kovář z města Moline John Deere, který se zpočátku zabýval výrobou pluhů a opravami zemědělské techniky. V roce 1914 začala společnost konstruovat první traktor a v roce 1915 vznikl první prototyp, který měl dvě kola vpředu a jedno kolo vzadu. Vážil 1,75 tuny a měl tažnou sílu 1361 kg. Nicméně tento traktor pro svoji vysokou cenu nebyl úspěšný. V roce 1918 koupila Deere & Company firmu Waterloo Gasoline Engine Co. a začala vyrábět úspěšný traktor Waterloo Boy. Jednalo se o traktor, který byl poháněn vodou chlazeným řadovým dvouválcem. První vznětový motor se objevil v roce 1949 v traktoru John Deere. Tento traktor vážil 3,35 tuny a měl výkon 51 koní. Firma Deere & Company patří k největším výrobcům zemědělské techniky na světě. Ve svém portfoliu má kromě traktorů také sklízecí mlátičky, lisy, žací kombinace, manipulátory a řezačky. Provozuje na 50 továren po celém světě a v roce 2006 dosáhl obrát firmy 22,15 miliardy dolarů. [10] [11]

Traktor John Deere 5090 M patří do modelové řady 5M. Tato modelová řada má výkon od 75 do 115 hp. Do této modelové řady řadíme JD 5075M, JD 5090M, JD 5100M, JD 5115M. [12]

Motor

Traktor je vybaven řadovým přeplňovaným motorem PowerTech E se vstřikováním Common Rail a mezichladičem plicního vzduchu. Zdvihový objem je 2,9 l, respektive 4,5 l. Výkon činí 90 hp. U tohoto motoru je využita dvou a čtyřventilová technologie s elektronicky ovládaným ventilátorem. Motor je vybaven filtrem pevných částic, recirkulací pevných částic a plní normu STAGE IIIB, tudíž není potřeba AdBlue. [12][13]

Převodovka

U traktoru je na výběr ze dvou převodovek Power Reverser:

- s 16 stupni dozadu a se 6 stupni dopředu (4 skupiny a v každé skupině jsou čtyři rychlosti), možnost reverzace pod zatížením
- s 16 stupni vzad a s 32 stupni vpřed (4 skupiny se 4 rychlostmi a s 2 stupňovitým násobičem umístěným na páce) s reverzací pod zatížením a se spojkovým tlačítkem na páce [12][13]

Na přání zákazníka lze dovybavit traktor plazivými rychlostmi. Zadní vývodový hřídel je ovládán elektrohydraulickou spojkou. Rychlost otáček lze vybírat z 540/540E nebo 540/540E/1000 ot/min. [12][13]

Hydraulika

Traktor disponuje zubovým čerpadlem. Průtok oleje je 24 l/min + 70 l/min. Maximální zvedací síla tříbodového závěsu činí 44 kN. Dále má k dispozici tři vnější hydraulické okruhy vzadu plus dva hydraulické okruhy uprostřed. Ovládání tříbodového závěsu je buď mechanicky, nebo elektrohydraulicky. [12][13]

Kabina

V kabině je mechanicky nebo pneumaticky odpružená sedačka. Dále kabina je vybavena rádiem, ledničkou, zadním otevíracím oknem a nastavitelným volantem. Díky snížené kapotě je lepší z kabiny traktoru lepší výhled. [12][13]

Tab. 3 Technické parametry John Deere 5090M [12][13]

Technické parametry John Deere 5090M	
Motor	PowerTech
Počet válců	4
Zdvihový objem [m ³]	4500
Jmenovité otáčky [ot/min]	2200
Jmenovitý výkon [kW/hp]	66,6/90
Maximální výkon [kW/hp]	69/94
Převýšení točivého momentu [%]	30
Minimální rychlost [km/h]	0,28
Maximální rychlost [km/h]	40
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	70
Maximální zvedací síla předního třibodového závěsu [kN]	neuveđeno
Maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu [kN]	44
Otáčky předního vývodového hřídele [ot/min]	neuveđeno
Otáčky zadního vývodového hřídele [ot/min]	540/1000
Provozní hmotnost [kg]	3900
Objem nádrže [l]	153
Celková dovolená hmotnost [kg]	7500
Délka x šířka x výška [mm]	4159x2175x2550
Rozvor náprav [mm]	2300
Poloměr otáčení [m]	4
Cena bez DPH [Kč]	1 177 366



Obr. 2 John Deere 5090M [14]

5.3. Claas Atos 240

Firma Claas byla založena v roce 1913 a ze začátku se zabývala opravou vazačů, následoval vynález uzlovače. V roce 1930 firma začala s vývojem sklízecích mlátiček, tyto sklízecí mlátičky byly nejprve tažené za traktorem. V roce 1970 byla vyrobena samojízdná sklízecí mlátička. V roce 1973 firma Claas představila řezačku – Jaguar 60 SF. Claas začal spolupracovat s firmou Caterpillar, od roku tak 1997 mohl nabízet ucelenou paletu pásových traktorů. Tato spolupráce skončila v roce 2001. V roce 1999 vyrábí firma první kolový traktor, nebo spíše univerzální nosič Xerion. Roku 2003 získala firma Claas nadpoloviční většinu v Renault Agriculture. V Dánsku, Francii a Anglii byli traktory nadále nabízeny v oranžové barvě pod značkou Renault, v ostatních zemích byly traktory prezentovány v zelenobílé barvě pod značkou Claas. Roku 2008 je Claas 100% vlastníkem Renault Agriculture. Claas v roce představil svůj vyvinutý klasický kolový traktor Axion. Portfolio strojů kromě sklízecích mlátiček, řezaček a traktorů také zahrnuje senážní vozy, žací kombinace a manipulátory. [10]

Claas Atos 240 patří do modelové řady Claas Atos 300/200. Tato modelová řada má výkon od 73 do 103 hp. Do modelové řady Claas Atos patří Atos 220, Atos 230, Atos 240, Atos 330, Atos 340, Atos 350. [18] [19]

Motor

Traktor je vybaven tří válcovým přeplňovaným motorem Farmotion se zdvihovým objemem 2,9 l. Výkon motoru je 92 hp. Vstřikování je Common Rail s tlakem 2000 bar. Traktor je vybaven oxidačním katalyzátorem a externě chlazeným zpětným vedením výfukových plynů a tím splňuje normu StageIIIB. [18][19]

Převodovka

Atos má k dispozici tři varianty převodovek:

- Mechanická převodovka – u této převodovky nelze řadit pod zatížením, má čtyři nebo pět převodových stupňů, má dvě rychlostní skupiny pro 10 převodových stupňů vpřed a 10 převodových stupňů vzad. Maximální rychlost dosahuje 30 km/h.
- Převodovka Twinshift – zde jsou dva převodové stupně řazené pod zatížením, má čtyři nebo pět převodových stupňů, dvě rychlostní skupiny pro dvacet převodových stupňů vpřed a dvacet převodových stupňů vzad. Maximální rychlost dosahuje 40 km/h.
- Převodovka Trishift – zde jsou tři převodové stupně řazené pod zatížením a pět převodových stupňů, dvě rychlostní skupiny pro třicet převodových stupňů vpřed a třicet převodových stupňů vzad. Maximální rychlost dosahuje 40 km/h. Tato převodovka je vybavena funkcí Smart Stop, což umožňuje zastavení bez použití spojkového pedálu. [18][19]

Se všemi třemi převodovkami je spojena reverzace buď mechanická, nebo elektronická. Přední vývodový hřídel disponuje 1000 ot/min a u zadního vývodového hřídele je možnost vybrat ze tří druhů otáček a to: 540 ot/min; 540/540 ECO ot/min; 540/540 ECO/1000/1000 ECO ot/min. [18][19]

Hydraulika

Hydraulické čerpadlo disponuje průtokem 55 l/min, ve verzi Eco umožňuje průtok 60 l/min. Zvedací síla zadního tříbodového závěsu je 36 kN a zvedací síla předního tříbodového závěsu je 19 kN. U obou závěsů je rychloupínání kat. 2. Traktor je vybaven čtyřmi hydraulickými rozvaděči, z toho tři jsou ovládány mechanicky a jeden je ovládán elektrohydraulicky. [18][19]

Kabina

Sedadlo řidiče je buď mechanicky odpružené, nebo pneumaticky odpružené s automatickým přizpůsobením výšky. Atos nabízí přední otevíratelné okno. Kabina je vybavena klimatizací, rádiem. Dále je možnost vybavit střechu kabiny velkým střešním oknem, které zajišťuje dokonalý přehled o práci s čelním nakladačem. [18][19]

Tab. 4 Technické parametry Claas Atos 240 [18][19]

Technické parametry Claas Atos 240	
Motor	Farmotion
Počet válců	3
Zdvihový objem [m ³]	2887
Jmenovité otáčky [ot./min]	2200
Jmenovitý výkon [kW/hp]	67/93
Maximální výkon[kW/hp]	71/97
Převýšení točivého momentu [%]	28
Minimální rychlost [km/h]	0,32
Maximální rychlost [km/h]	40
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	60
Maximální zvedací síla předního třibodového závěsu [kN]	19
Maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu [kN]	34
Otáčky předního vývodového hřídele [ot/min]	1000
Otáčky zadního vývodového hřídele [ot/min]	540/1000
Provozní hmotnost [kg]	3300
Objem nádrže [l]	130
Celková dovolená hmotnost [kg]	6200
Délka x šířka x výška [mm]	4000x1954x2580
Rozvor náprav [mm]	2300
Poloměr otáčení [m]	3,9
Cena bez DPH [Kč]	1 181 000



Obr. 3 Claas Atos 240 [15]

5.4. Steyr 4095 Kompakt ecotech

V roce 1864 založil Josef Wernd obchodní značku Steyr ve městě Steyr na výrobu zbraní. Roku 1934 dochází k fúzi s firmami Daimler a Puch AG. Přes výrobu jízdnicích kol a automobilů se firma dostala v roce 1947 k sériově vyráběným traktorům. Prvním sériově vyráběným traktorem byl dvouválcový, vodou chlazený Steyr 180 o výkonu 26 koní. V roce 1950 přichází Steyr s hydraulickým třibodovým závěsem, což je vhodné pro nesené nářadí. Roku 1986 přichází firma se systémem EHR - elektronickým regulačním systémem třibodového závěsu s proporcionálním řízením vnějších okruhů s elektromagnetickým ovládáním. V roce 1990 dochází k restrukturalizaci firmy a vzniká Steyr Landmaschinenteknik AG a zabývá se jenom výrobou traktorů. Roku 1996 se Steyr stává součástí Case Corporation. O tři roky později přicházejí nové motory s plynulou převodovkou

CVT. Motor i převodovka jsou nezávisle na řidiči ovládány přes CAN Bus. Na konci devadesátých let se spojuje Case Corporation a New Holland a stává se tak součástí největšího výrobce zemědělské techniky na světě, koncernu CNH. [10] [16]

Steyr 4095 Kompakt ecotech patří do modelové řady traktorů Kompakt ecotech, která má výkon od 75 do 115 hp. Do této modelové řady patří celkem 5 modelů: Steyr 4085 Kompakt ecotech, Steyr 4095 Kompakt ecotech, Steyr 4105 Kompakt ecotech, Steyr 4075 Kompakt ecotech, Steyr 4115 Kompakt ecotech. [17]

Motor

Traktor je vybaven čtyř válcovým motorem FPT o objemu 3,4 litru. Vysokotlaké vstřikování Common Rail o tlaku 160 MPa. Výkon motoru je 95 koní. Motor je vybaven filtrem pevných částic, oxidačním filtrem a externím chlazením EGR. Splňuje emisní normu TIER 4a. [20]

Převodovka

Traktor může být vybaven:

- 12 x 12 nebo možnost 20 x 20 s plazivými rychlostmi je synchronní převodové ústrojí s mechanickou reverzací a maximální rychlostí 40 km/h,
- 24 x 24 mechanické převodové ústrojí s násobičem a mechanickou reverzací,
- 24 x 24 nebo možnost 40 x 40 s plazivými rychlostmi. Převodové ústrojí se dvěma stupni řazení pod zatížením a možnost nastavit tři stupně agresivity reverzace. [20]

Přední vývodový hřídel disponuje 1000 ot/min a zadní vývodový hřídel má 540/540E; 540/1000; 540E/1000. [20]

Hydraulika

Hydraulické čerpadlo má průtok 64 l/min. Maximální zvedací síla předního tříbodového závěsu je 16,7 kN. Přední ramena traktoru nejsou umístěny na rámu, ale na přední nápravě. Zadní tříbodový závěs má maximální zvedací sílu 37 kN. Traktor disponuje třemi zadními hydraulickými okruhy a dvěma středovými hydraulickými okruhy. Traktor má mechanickou a elektronickou regulaci tříbodového závěsu. [20]

Kabina

Kabina je vybavena vzduchem odpruženým sedadlem, které je možné natáčet. Součástí kabiny je velké výklopné střešní okno, které napomáhá k lepší práci s čelním nakladačem. Kabina může být na přání vybavena klimatizací, rádiem. Zadní okno je výklopné stejně jako přední. Díky odpružené kabině tak nejsou pociťovány vibrace, a úroveň hluku je nízká. Dobrý výhled zajišťuje také umístění výfuku u A sloupku, tudíž skoro splývají. [20]

Tab. 5 Technické parametry Steyr 4095 KOMPAKT ecotech [20]

Technické parametry Steyr 4095 KOMPAKT ecotech	
Motor	FPT
Počet válců	4
Zdvihový objem [m ³]	3400
Jmenovité otáčky [ot./min]	2300
Jmenovitý výkon [kW/hp]	67/93
Maximální výkon [kW/hp]	73/99
Převýšení točivého momentu [%]	32
Minimální rychlost [km/h]	0,13
Maximální rychlost [km/h]	40
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	64
Maximální zvedací síla předního třibodového závěsu [kN]	16,7
Maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu [kN]	37
Otáčky předního vývodového hřídele [ot/min]	1000
Otáčky zadního vývodového hřídele [ot/min]	540/1000
Provozní hmotnost [kg]	3600
Objem nádrže [l]	115
Celková dovolená hmotnost [kg]	6000
Délka x šířka x výška [mm]	4241x1923x2594
Rozvor náprav [mm]	2235
Poloměr otáčení [m]	3,82
Cena bez DPH [Kč]	1 116 352



Obr. 4 Steyr 4095 KOMPACT ecotech [21]

6. Porovnávané parametry

Tato část je věnována výběru traktoru dle předem naspecifikovaných parametrů a autorových zkušeností z praxe. Celkově traktory byly koncipovány a vybírány pro malé a střední podniky, s největší pravděpodobností budou agregovány s čelním nakladačem. I z tohoto důvodu jsou tyto traktory vybaveny reverzní převodovkou pro lepší manipulaci a s tím souvisí poloměr otáčení, ale i maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu. Další parametry, které jsou do hodnocení zařazeny, je rychlost dodání náhradních dílů, počet servisních středisek na území České republiky.

6.1. Cena

Pokud zákazník vybírá traktor, tak jedním ze základních parametrů je jistě cena, která by ale neměla být rozhodující. Mnoho potencionálních zákazníků zvolí tzv. střední cestu, která spočívá v dostupné ceně a vyhovující kvalitě a vybavenosti vzhledem k podmínkám budoucího použití. Ne vždy je levný traktor zárukou dobré kvality. Při práci v zemědělství musí být kladen důraz na spolehlivost a případnou časově nenáročnou dostupnost servisu.

Od dealerských středisek se zjistila cena (bez DPH) jednotlivých porovnávaných traktorů, která je zde uvedena:

- Zetor - 1 113 471 Kč
- John Deere - 1 177 366 Kč
- Claas - 1 181 000 Kč
- Steyr - 1 116 352 Kč

6.2. Dostupnost servisu – počet servisních středisek na území České republiky

Dostupnost servisu je dalším důležitým faktorem při výběru traktoru. Čím více zastoupení servisních středisek, tím lépe, ideálně alespoň jedno servisní středisko v kraji. Při poruše traktoru je zemědělec závislý na servisu dané značky, pokud se nejedná o méně závažnou poruchu. Čím blíže je servisní středisko, tím lépe, dříve se může zjistit porucha, příčina poruchy a následně tato porucha vyřešit. Vše záleží na čase, zemědělec si nemůže v sezóně dovolit, aby traktor dlouhou dobu stál a nepracoval. S tím souvisí i doba dodání náhradních dílů a samozřejmě kvalita servisního týmu.

Od dealerských středisek jsem zjistil počet servisních středisek na území České republiky:

- Zetor - 48 x
- John Deere - 33 x
- Claas - 10 x
- Steyr - 11 x

6.3. Doba dodání náhradních dílů

Doba dodání náhradních dílů souvisí s kvalitou poskytovaného servisu. Každé servisní středisko má svůj sklad s náhradními díly, popřípadě má dealer centrální sklad na území České republiky. Pokud se jedná o náročný díl nebo méně obvyklý, je díl objednan přímo od výrobce daného stroje.

Od dealerských středisek se zjistila průměrná doba dodání náhradních dílů:

- Zetor – 2 dny
- John Deere - 24 hodin
- Claas - 24 hodin
- Steyr - 24 hodin

6.4. Maximální zvedací síla zadního třibodového závěsu

Součástí traktoru je zadní třibodový závěs, zde řešíme jeho maximální zvedací sílu. Tento závěs může nést rozmetadlo průmyslových hnojiv, nesený postřikovač, shrnovač.

Maximální zvedací síla jednotlivých traktorů:

- Zetor - 44 kN
- John Deere - 44 kN
- Claas - 34 kN
- Steyr - 37 kN

6.5. Maximální průtok čerpadla

Traktory jsou vybaveny mnoha hydraulickými okruhy, které jsou velmi využívány. Například když je u těchto malovýkonnostních traktorů v agregaci čelní nakladač, nebo nesené nebo tažené nářadí. Proto je důležité, aby byl traktor vybaven silným hydraulickým čerpadlem.

Maximální průtok čerpadla dle jednotlivých traktorů.

- Zetor - 50 l/min
- John Deere - 70 l/min
- Claas - 60 l/min
- Steyr - 64 l/min

6.6. Poloměr otáčení

Poloměr otáčení je důležitým parametrem u těchto menších výkonnostních traktorů, které jsou využívány také v živočišné výrobě. Jedná se především o manipulaci v kravíně při vývozu hnoje, kde je důležité zajistit manipulaci na malém prostoru, nebo při skládání balíků slámy, sena do stodoly.

Poloměr otáčení dle jednotlivých traktorů:

- Zetor - 3,9 m
- John Deere - 4 m
- Claas - 4 m
- Steyr - 3,82 m

6.7. Převýšení točivého momentu

Převýšení točivého momentu slouží k tomu, aby motor traktoru mohl pracovat při nízkých otáčkách pod velkým zatížením, aniž by musela obsluha traktoru řadit.

Převýšení točivého momentu dle jednotlivých traktorů:

- Zetor - 42,2 %
- John Deere – 30 %
- Claas – 28 %
- Steyr - 32 %

6.8. Minimální pojzdová rychlost

Při koupi a provozu traktoru se klade důraz také kromě maximální rychlosti na minimální rychlost. Na minimální rychlost kladou důraz především farmáři, kteří pěstují zeleninu. Tuto rychlost je třeba zajistit v případě sázení nebo sběru zeleniny.

- Zetor - 0,22 km/h
- John Deere - 0,28 km/h
- Claas - 0,32 km/h
- Steyr - 0,13 km/h

7. Komplexní hodnocení porovnávaných traktorů

V této části práce se budou porovnávat jednotlivé parametry. Každý parametr bude mít povahu buď minimální, nebo maximální, dle uvážení. Dále bude mít váhu a body preferencí. Bodová stupnice je rozdělena od 1 do 10, kde 10 je nejlepší hodnota. Z celkového součtu bodů se vypočtou jednotlivé váhy kritérií. Z tohoto porovnání se zjistí nejlepší a nejhorší traktor.

Porovnávané parametry jsou tyto:

- cena,
- dostupnost servisu – počet servisních středisek,
- doba dodání náhradních dílů,
- maximální zvedací síla třibodového závěsu,
- maximální průtok čerpadla,
- poloměr otáčení,
- převýšení točivého momentu,
- spotřeba.

Tab. 6 Porovnávané parametry a jejich váhy

Porovnávané parametry	Povaha	Body preferencí	Váha
Cena [Kč]	Minimální	7	0,14
Dostupnost servisu - počet středisek	Maximální	9	0,18
Doba dodání náhradních dílů [dny]	Maximální	9	0,18
Maximální zvedací síla třibodového závěsu [kN]	Minimální	6	0,12
Maximální průtok čerpadla [l/min]	Minimální	5	0,1
Poloměr otáčení [m]	Minimální	5	0,1
Převýšení točivého momentu [%]	Maximální	6	0,12
Minimální pojzdová rychlost	Minimální	4	0,08
Celkem		51	1

Tab. 7: Bodové hodnocení daných parametrů

	Zetor Proxima CL 100	John Deere 5090M	Claas Atos 240	Steyr 4095 Kompakt	Váha
Cena [Kč]	10	8	7	9	0,14
Dostupnost servisu - počet středisek	10	8	4	4	0,18
Doba dodání náhradních dílů [dny]	8	9	9	9	0,18
Maximální zvedací síla tříbodového závěsu [kN]	8	8	7	6	0,12
Maximální průtok čerpadla [l/min]	4	8	5	6	0,1
Poloměr otáčení [m]	4	5	5	3	0,1
Převýšení točivého momentu [%]	8	6	5	6	0,12
Minimální pojezdová rychlost [km/h]	3	3	3	4	0,08

Tab. 8: Vyhodnocení výsledků

	Zetor Proxima CL 100	John Deere 5090M	Claas Atos 240	Steyr 4095 Kompakt
Celkové hodnocení	7,6 b.	7,4 b.	6 b.	6,26 b.
Pořadí	1	2	4	3

Tato bodovací metoda spočívá v součtu součinů bodů za dané kritérium a jeho váhy.

Příklad hodnocení u traktoru Zetor Proxima CL 100:

$$(10*0,14) + (10*0,18 + (8*0,18)) + (8*0,12) + (4*0,1) + (4*0,1) + (8*0,12) + (3*0,08) = 7,6$$

8. Závěr

Cílem této práce bylo porovnat technické parametry traktorů do 80 kW. V první části je popsána historie jednotlivých technických částí traktorů. Následně jsou popsány jednotlivé traktory a jejich porovnávané parametry. V další části práce je bodové hodnocení jednotlivých parametrů s celkovým pořadím traktorů.

Na prvním místě se překvapivě umístil traktor Zetor Proxima CL 100, jenž převyšoval své konkurenty v ceně a v počtu servisních středisek. Na druhém místě skončil John Deere 5090M, který vyčníval nad ostatní konkurenty maximálním průtokem oleje čerpadla. Na třetím místě se umístil traktor Steyr 4095 KOMPAKT, který má druhou nejnižší cenu. A na posledním místě skončil traktor Claas Atos 240, jenž byl z vybraných traktorů nejdražší. U všech porovnávaných traktorů je stejná doba dodání náhradních dílů, a to 24 hodin. Tento parametr určitě patří k těm důležitým.

Je třeba si říci, že toto hodnocení prováděl autor sám, tudíž vybral parametry, které se mu zdály být nejvhodnějšími k porovnání. Pro komplexnější a objektivnější hodnocení by bylo určitě potřeba více hodnotitelů, protože pro každého hodnotitele je každý parametr jinak důležitý.

Tyto parametry si autor vybral sám a podle nich by se rozhodoval pro koupi traktoru, nicméně by doporučil zvážit pořízení traktoru dle vzdálenosti servisního střediska a ceny.

9. Seznam použité literatury

- [1] 1000 traktorů: dějiny, klasika, technika. V Praze: Knižní klub, 2006. ISBN 80-242-1601-9.
- [2] StaréTraktory.cz » Lokomobily a parní oračky. StaréTraktory.cz » Úvodní strana [online]. Copyright © 2008 [cit. 22. 11. 2017]. Dostupné z: <http://www.staretraktory.cz/index.php/lokomobily-a-parni-stroje/lokomobily/>
- [3] BAUER, František. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: ProfiPress, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [4] Palivové soustavy vznětového motoru: Rozdělení palivových soustav [online]. [cit. 2017-12-11]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/texty/texty/SIV/Motory%20-%20vst%C5%99ik.syst%C3%A9my%20vzn%C4%9Bt.motor%C5%AF-UT.pdf>
- [5] <https://www.spszengrova.cz/> [online]. [cit. 2018-01-25]. Dostupné z: <https://www.spszengrova.cz/texty/texty/SIV/p%C5%99eplnov%C3%A1n%C3%AD%20motor%C5%AF-UT.pdf>
- [6] SEDLÁK, Milan. Velká kniha traktorů Zetor: [obrazový průvodce modelovými řadami traktorů Zetor od vzniku značky]. Praha: Agromachinery, 2014. ISBN 978-80-904879-4-9.
- [7] Zetor Proxima: Specifikace [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://www.zetor.cz/zetor-proxima-specifikace#obsah>
- [8] Traktory Zetor řady Proxima [online]. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/zetor-proxima.html>
- [9] McLarenTractors: Zetor Proxima CL100 tractorforsale [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z: <http://www.mclarenttractors.co.uk/machines/zetor-proxima-cl100-tractor-sale/>
- [10] Historie traktorů. Praha: Profipress, 2010. ISBN 978-80-86726-35-9.
- [11] MACMILLAN, Don. Velká kniha traktorů John Deere: encyklopedie model po modelu, klasické modely, prospekty. Praha: Vladimír Pícha, c2011. ISBN 978-80-904879-0-1.
- [12] Strompraha: John Deere traktory řady 5M [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-5m/#technicka-data>
- [13] Traktory John Deere: John Deere 5M. Agrozet [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-5m.html>
- [14] MACHINEFINDER: John Deere 5090M. MACHINEFINDER [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.machinefinder.com/ww/en-US/machines/2018-john-deere-5090m-tractor-6054500>
- [15] TraktorSec: ClaasAtos 240 [online]. [cit. 2018-03-04]. Dostupné z: <http://www.traktorsec.com/traktor/atos-240>
- [16] Casefan: CASE SVĚT - HISTORIE [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <http://www.casefan.cz/case-svet-historie-2>

[17] AGRICS: KOMPAKT ecotech [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/kompakt-novinka>

[18] Agrall: ClaasAtos 350 - 220 [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/produkt/676/atos-350-220>

[19] Agrall – ClaasAtos 350 – 220 (firemní prospekt)

[20] AGRICS: Steyr - Kompakt [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/obrazky-soubory/steyr-kompakt-s-a-kompakt-cz-8f2d1.pdf?redir>

[21] Landwirt [online]. [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <https://www.landwirt.com/cs/pouzite-zemedelske-stroje,1822102,Steyr-4095-Kompakt-ET-Komfort.html>

Seznam obrázků

Obr. 1 Zetor Proxima 100 CL

Obr. 2 John Deere 5090M

Obr. 3 ClaasAtos 240

Obr. 4 Steyr 4095 KOMPAKT ecotech

Seznam tabulek

Tab. 1 Obecné požadavky na spalovací motor podle různých hledisek

Tab.2 Technické parametry Zetor Proxima CL 100

Tab. 3 Technické parametry John Deere 5090M

Tab. 4 Technické parametry ClaasAtos 240

Tab. 5 Technické parametry Steyr 4095 KOMPAKT ecotech

Tab. 6 Porovnávané parametry a jejich váhy

Tab. 7 Bodové hodnocení daných parametrů

Tab. 8 Vyhodnocení výsledků