

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra využití strojů



Bakalářská práce

**Porovnání zástupců traktorů zvolené výkonové třídy
z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač**

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Autor práce: Jan Balát

© 2021 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Balát

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Porovnání zástupců traktorů zvolené výkonové třídy z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač

Název anglicky

Comparison of representatives of tractors of a particular power range with respect to suitability for conversion to front loaders

Cíle práce

Porovnání zástupců segmentu traktorů s výkonem cca 80 kW z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač podle zvolených technických, ekonomických a exploatačních parametrů.

Metodika

Metody analýzy současného stavu. Metody porovnání z hlediska technických, ekonomických a exploatačních ukazatelů (průtok hydraulického čerpadla, nosnost přední nápravy atp.).

Doporučený rozsah práce

cca. 30 stran

Klíčová slova

technické parametry, zemědělství, traktor, čelní nakladač, metody porovnání

Doporučené zdroje informací

- BAUER, F. Traktory. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- BROŽOVÁ, H. – HOUŠKA, M. – ŠUBRT, T. Modely pro vícekritériální rozhodování. Praha: Credit, 2009. ISBN 978-80-213-1019-3.
- CET, M.: Traktory (encyklopedie). Čestlice: Rebo, 2010. 299 s. ISBN 978-80-7234-935-7.
- Firemní prospekty.
- CHEN, G. Advances in Agricultural Machinery and Technologies. CRC Press, 2018. ISBN 9781351132398.
- KAVKA, M. – ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ, – ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu : technologické, technické a ekonomické normativní ukazatele*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006. ISBN 80-7271-163-6.
- KUMHÁLA, F. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ. *Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- ŠAŘEC, P. – ŠAŘEC, O. *Využití mobilních strojů : podklady k přednáškám a cvičením [elektronický zdroj]*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 04. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Porovnání zástupců traktorů zvolené výkonové třídy z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Podpis _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Petru Šařci, Ph.D. za odborné vedení a vstřícnost.

Porovnání zástupců traktorů zvolené výkonové třídy z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je porovnání zástupců traktorů zvolené výkonové třídy z hlediska vhodnosti pro úpravu na čelní nakladač. V úvodní části je stručně nastíněna historie traktorů, následuje popis jejich konstrukčních prvků a pasáž věnovaná čelním nakladačům. Další část práce se věnuje metodice volby typu, výkonu a stupně výbavy traktoru, dále kritériím ovlivňujícím vhodnost traktorů pro práci s čelním nakladačem. Následující pasáž řeší modelovou situaci výběru a pro porovnání volí pět konkrétních modelů traktorů různých značek. Dává tak návod k řešení této problematiky. Tito zástupci jsou představeni s důrazem na jejich přednosti včetně přehledných tabulek parametrů. V kapitole ekonomicko-matematického porovnání jsou pomocí Saatyho metody a metody PATTERN traktory seřazeny a vyhodnoceny. Práce je zakončena zhodnocením a vysvětlením výsledků a závěrečným doporučením aplikovatelným v praxi zemědělských podnikatelů.

Klíčová slova: technické parametry, zemědělství, traktor, čelní nakladač, metody porovnání

Comparison of representatives of tractors of a particular power range with respect to suitability for conversion to front loaders

Summary:

The aim of this bachelor's thesis is comparison of the representatives of tractors of a particular power range with respect to suitability for conversion to front loaders. The introductory part briefly outlines the history of tractors, followed by a description of their structural elements and a passage dedicated to front loaders. The next part of the work deals with the methodology of choosing the type, power and level of equipment of the tractor and the criteria influencing the suitability of tractors for operating a front loader. The subsequent section depicts the process of selecting an appropriate tractor by comparing five particular tractor models of different brands, thus providing instructions for solving the issue. These representatives are introduced with an emphasis on their advantages, and the parameters thereof are summarized in tables. In the chapter covering economic-mathematical comparison, tractors are sorted and evaluated using the Saaty method and the PATTERN method. The thesis is concluded by an evaluation and explanation of the results and a final recommendation applicable in the practice of agricultural businesses.

Keywords: technical parameters, agriculture, tractor, front loaders, comparison methods

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce.....	2
4	Traktor a čelní nakladač	3
4.1	Historie	3
4.2	Motor	5
4.2.1	Funkce a činnost.....	5
4.2.2	Požadavky	5
4.2.3	Tvorba směsí	6
4.2.4	Palivová soustava	6
4.2.5	Způsoby vstřikování.....	7
4.2.6	Regulátory dodávky paliva.....	7
4.2.7	Přepřínování.....	7
4.2.8	Chlazení.....	7
4.2.9	Emise.....	7
4.3	Převodová ústrojí.....	8
4.3.1	Pojezdové spojky.....	8
4.3.2	Reverzace traktorových převodovek	8
4.3.3	Traktorové převodovky	8
4.3.4	Rozvodovka a koncové převody	9
4.4	Podvozky	9
4.4.1	Odpružení přední nápravy	10
4.4.2	Brzdové ústrojí	10
4.4.3	Pneumatiky.....	10
4.4.4	Závěsná zařízení.....	11
4.5	Kabiny	11

4.6	Hydraulika	11
4.6.1	Regulační hydraulika.....	12
4.6.2	Vnější okruhy hydrauliky	12
4.7	Elektronické vybavení	12
4.7.1	Senzory.....	12
4.7.2	Řídící jednotky	12
4.7.3	Komunikace	12
4.8	Čelní traktorový nakladač.....	13
4.8.1	Historie	13
4.8.2	Současnost.....	14
4.8.3	Pracovní využití.....	14
4.8.4	Konstrukce	14
4.8.5	Příslušenství	15
4.8.6	Parametry vybraných modelů.....	15
5	Výběr traktoru	15
5.1	Výběr typu a výkonu	15
5.2	Výběr značky	15
5.3	Výběr stupně výbavy	16
6	Vhodnost traktoru pro užití čelního nakladače.....	16
7	Porovnávané traktory	17
7.1	Case Farmall 100C	17
7.1.1	Motor.....	18
7.1.2	Další konstrukční prvky a výbava.....	18
7.1.3	Rozměry a hmotnosti	19
7.1.4	Použití pro čelní nakladač	19
7.2	Claas Arion 420	20
7.2.1	Motor.....	20

7.2.2	Další konstrukční prvky a výbava	20
7.2.3	Rozměry a hmotnosti	21
7.2.4	Použití pro čelní nakladač	21
7.3	John Deere 5100M.....	22
7.3.1	Motor.....	22
7.3.2	Další konstrukční prvky a výbava	23
7.3.3	Rozměry a hmotnosti	23
7.3.4	Použití pro čelní nakladač	23
7.4	New Holland T5.95	25
7.4.1	Motor.....	25
7.4.2	Další konstrukční prvky a výbava	25
7.4.3	Rozměry a hmotnosti	26
7.4.4	Použití pro čelní nakladač	26
7.5	Zetor Proxima HS 100.....	27
7.5.1	Motor.....	27
7.5.2	Další konstrukční prvky a výbava	27
7.5.3	Rozměry a hmotnosti	28
7.5.4	Použití pro čelní nakladač	28
8	Ekonomicko-matematické porovnání	29
8.1	Stanovení vah kritérií.....	30
8.2	Stanovení pořadí podle vhodnosti	30
9	Zhodnocení výsledků	33
10	Závěr a doporučení.....	34
	Seznam použitých zdrojů	36
	Seznam tabulek	38

1 Úvod

Zemědělství je zde již od dob neolitu, kdy se vedle lovu a sběru postupně stalo nejdůležitější součástí lidské obživy. Tak je tomu dodnes. Zemědělská výroba s relativně nízkým počtem pracovníků zajišťuje obživu veškerému lidstvu a je tedy zcela nenahraditelná.

V průběhu historie se pomocníci zemědělců neustále vyvíjeli až po dnešní vyspělou techniku. Zde je potřeba vyzvednout především traktor. Při práci může využívat nejen svou tažnou sílu, ale může i pohánět aktivní nářadí pomocí vývodové hřídele, nebo hydrauliky. Například montáží čelního nakladače se významně rozšiřuje spektrum práce, kterou může vykonávat. Proto je tato práce zaměřená na porovnání vhodnosti jednotlivých traktorů pro využívání čelního nakladače.

Práce nejprve pojednává o historii traktorů, jejich konstrukci a o čelních nakladačích. Dále se zabývá výběrem vhodného výkonu a stupně výbavy traktoru. Stanovuje požadavky na traktor z hlediska vhodnosti užití čelního nakladače, na jejich základě volí modely, které představuje. Traktory následně porovnává a zhodnocuje výsledky. V závěru je zformulováno doporučení pro praxi.

2 Cíl práce

Tato práce si klade za cíl vytvořit návod pro výběr traktoru vhodného i pro využívání čelního nakladače formou vzorového porovnání zástupců segmentu traktorů s výkonem cca 80 kW z hlediska vhodnosti pro využití čelního nakladače podle zvolených technických, ekonomických a exploatačních parametrů.

3 Metodika práce

Metodika u této bakalářské práce byla následující. Informace o historii, konstrukci a hlavních částech traktorů a o čelních nakladačích byly čerpány z odborné literatury.

Kapitoly výběr traktoru a vhodnost traktoru pro užití čelního nakladače byly sepsány na základě odborných konzultací se specialisty z prodeje a servisu traktorů, autorových znalostí ze studia a následné logické úvahy.

Dále byla stanovena výchozí situace, dle ní definovány práce traktoru, a z toho na něj vyplývající požadavky. Jedním z nich byla dostupnost servisní sítě, a proto byly zvoleny značky s přítomností pobočky v autorově okolí, kterým je Uhlířskojanovicko. Na základě dalších požadavků byly vybrány konkrétní konfigurace modelů. V práci jsou porovnávány traktory podrobně představeny podle údajů uváděných výrobcem.

Po vyřazení kritérií, která splňuje všech pět traktorů, byla provedena vícekritériální analýza variant. Při snaze o co největší objektivitu hodnocení byla zvolena tato kritéria: cena, poloměr otáčení a hluk v kabině (jako minimalizační kritéria) a výkon hydrauliky, maximální povolená celková hmotnost, maximální točivý moment, maximální výkon a objem palivové nádrže (jako maximalizační kritéria). Pro stanovení vah osmi kritérií byla vybrána Saatyho metoda, jakožto nejsoufistikovanější přístup. Výsledného určení pořadí bylo dosaženo metodou PATTERN.

Výsledky výše uvedených metod byly autorem práce objasněny a zhodnoceny. Bylo sepsáno závěrečné doporučení k výběru traktoru využitelného při práci s čelním nakladačem.

4 Traktor a čelní nakladač

Ačkoliv se traktory mohou svou konstrukcí částečně lišit, jejich základními částmi zůstanou motor, převodovka, podvozek a kabina. Důležitými součástmi jsou dnes i elektrické a elektronické vybavení a elektrohydraulické systémy.

4.1 Historie

Historie traktorů není příliš dlouhá ve srovnání s historií zemědělské činnosti. Sahá do konce 18. století, kdy vznikaly první parou hnané stroje – lokomobily. Ty poháněly nejen mlátičky, lisy a mlýny, ale i pluhy. Byly však nevykonné, drahé a nespolehlivé, navíc vyžadovaly i velké plochy rovné půdy. Proto se konstruktéři zaměřili na vývoj „samopojízdných“ strojů na obdělávání půdy. Koncem 19. století byl vynalezen spalovací motor. (1) (2)

Roku 1862 vynalezl Nikolaus August Otto plynový motor a na jeho principu sestavil první čtyřtákní benzinový motor. Téměř současně zkonstruoval Gottlieb Daimler obdobný motor a roku 1897 vynalezl Rudolf Diesel takzvaný Dieselův motor používaný dodnes. (1)

Stroje, které jako první označila firma Hart-Parr roku 1906 jako traktor, sloužily pouze k orbě. Stále více se ukazovalo, že v zemědělství jsou třeba univerzální tahové i pohonné prostředky. Právě takový vyvinul roku 1906 Henry Ford. Jeho traktory Fordson představené roku 1917 byly lehké, levné díky pásové výrobě, mohly vykonávat všechny polní práce a pomocí řemenice byly i stacionárním motorem. Lze říci, že Fordson byl prvním a zakládajícím článkem v dlouhé řadě dalších traktorů. (2)

V Evropě se vývojem traktorů zabývalo především Německo. Firma Lanz vyvinula pověstný traktor Bulldog s pohonem čtyř kol a kloubovým řízením. Dále to byla například firma Hanomag a Deutz. (1)

Obě světové války 20. století zbrzdily vývoj traktorů, ale zcela jej nepřerušily. V 50. letech vznikaly především menší a jednodušší stroje, často vyráběné v malovýrobních podmínkách. (1)

Později začaly být preferovány traktory s vysokými požadavky na hydrauliku, rychlost, účelná příslušenství, vývodovou hřídel, otáčky motoru, ale i na pohodlí, vzhled a dnes také na emise. (1) (2)

Výroba traktorů se integrovala do větších celků a jednotlivé značky jsou dnes nuceny spolupracovat v nadnárodních korporacích. (1)

Tato práce se zaměřuje na značky traktorů zastoupené v Uhlířskojanovickém regionu servisně-prodejní pobočkou (Case, Claas, John Deere, New Holland a Zetor).

Case

Zakladatelem firmy je Jerome Increase Case, její vznik datujeme rokem 1842 ve Wisconsinu v USA. Od té doby firma vyrábí, vyvíjí a představuje nové řady a typy značky Case. (2)

Claas

Zakladatel Franz Claas začal v roce 1887 s výrobou odstředivek, dále pak mlátiček, vazačů a uzlovačů. Od roku 1914 jeho synové provozují firmu Bratři Claasovi na výrobu různých zemědělských strojů sklízecích, žacích a kejdovacích. Od roku 2000 spolupracuje firma Claas s firmou Caterpillar, později s Renaultem na výrobě traktorů. Od roku 2006 vyrábí vlastní zelenobílé traktory. (2)

John Deere

Zakladatelem firmy je Američan John Deere. Jako vyučený kovář úspěšně vyvinul roku 1837 pluh s ocelovou radlicí. Tento rok je dnes považován za rok vzniku firmy John Deere. Následovalo dlouhé období vývoje od tříkolových traktorů přes řadu modelů v malých sériích až po dnes světově známé zelenožluté stroje špičkové úrovně. (2)

New Holland

Zakladatelem této firmy je již zmiňovaný Henry Ford. Zprvu se věnoval vývoji automobilů, ale již roku 1915 představil svůj první traktor. V roce 1917 začal s výrobou pověstného traktoru Fordson. Po přesídlení do Anglie se firma od roku 1933 věnuje intenzivně výrobě traktorů. Spojuje se s Fiatem, spolupracuje s Case a vzniká název New Holland. Následuje výroba známých modrých strojů velké typové rozmanitosti. (2)

Zetor

Za zakladatele této české značky je považován František Musil. Od roku 1935 vyvíjel traktory v brněnské Zbrojovce. Během 2. světové války zde vznikl Zetor 30, poté úspěšnější Zetor 25. Tyto traktory jezdí dodnes. Od roku 1950 výroba přesídlila do Brna Líšně. Za socialismu vývoj zpomalil, v 90. letech stagnoval, ale v nedávné době se vývoj této značky obnovil. (2)

Jak je již uvedeno, traktor je nezbytný, nenahraditelný víceúčelový pomocník zemědělců. Jedno z možných využití jeho síly je práce s namontovaným čelním nakladačem. I ten prošel dlouhým vývojem. Pojednáno o něm bude v kapitole Čelní traktorový nakladač.

4.2 Motor

Úkolem motoru je přeměňovat přiváděnou energii na energii mechanickou. Je tedy pohonnou jednotkou celého stroje a tedy i stěžejní částí. Traktory dnes využívají čtyřdobé vznětové motory, proto se následující kapitoly budou věnovat převážně jim.

4.2.1 Funkce a činnost

Funkcí čtyřdobého vznětového motoru je přeměna chemické energie nafty na mechanickou energii. Motor pracuje ve čtyřech fázích během dvou otáček klikového hřídele: sání, komprese, expanze a výfuk. (3)

Sání

Otevřeným sacím ventilem je nasáván vzduch do válce, píst se pohybuje do dolní úvratě, následuje uzavření ventilu. (3)

Komprese

Za uzavřeného sacího i výfukového ventilu se píst pohybuje směrem k horní úvrati, nad sebou stlačuje nasátý vzduch, s rostoucím tlakem roste teplota, před horní úvratí čerpadlo vstříkne dávku paliva. (3)

Expanze

U směsi ve válci dojde k samovznícení, tlak plynů stlačuje píst dolů, tento pohyb je převeden na mechanickou práci (3)

Výfuk

V této fázi se otevře výfukový ventil, spaliny odcházejí do výfukového kanálu, pohybem pístu směrem k horní úvrati je dosaženo vytlačení zbylých výfukových plynů. (3)

Poté začíná opět fáze sání.

4.2.2 Požadavky

V současnosti musí traktorový motor splňovat spoustu podmínek a vyhovovat v celé řadě speciálních požadavků. Nezbytné je splnění zákonem stanovených podmínek, kterými jsou

nízké emise, nízká hlučnost, dobrá recyklovatelnost a především bezpečný chod. Žádoucí parametry motoru, které vyplývají z praxe a jsou vyžadovány zákazníky, určují následnou prodejnost celého traktoru. Mezi ně se řadí nízká cena, vysoký výkon, spolehlivost společně se startovatelností i za nízkých teplot, nízká spotřeba paliva, jednoduchá údržba a rychlá opravitelnost, schopnost trvalého provozu při maximálním výkonu, provoz při velkém kolísání zatížení a práce v širokém rozmezí otáček za stejného výkonu, vysoké převýšení točivého momentu a v neposlední řadě také jeho životnost. Pro ekonomiku výrobce jsou důležité aspekty jako nenáročnost výroby, její sériovost a nízké výrobní náklady, kvalita, a tedy i konkurenceschopnost na trhu a z toho generovaný zisk. (3)

4.2.3 Tvorba směsí

Tvorba palivové směsi ovlivňuje parametry činnosti motoru. Je třeba přivést do spalovacího prostoru ve správný čas správné množství paliva a vzduchu pro vznícení a uvolnění energie. Přípravou směsi se u vznětového motoru kvalitativně, tedy změnou obsahu paliva ve směsi se vzduchem, redukuje výkon. Množství vzduchu je neměnné. Redukce probíhá tedy pouze změnou množství vstřikovaného paliva. To se přivádí vstřikováním elementárních kapiček, které jsou vířením vzduchu a teplotou přeměněny do plynného stavu. Je třeba vytvořit homogenní směs tak, aby v části spalovacího prostoru nebyl nedostatek vzduchu a v jiné části nedostatek paliva a nedocházelo k nežádoucímu nedokonalému spalování. To lze ovlivnit začátkem dodávky paliva, počátkem, průběhem a dobou vstřiku, vstřikovacím tlakem, směrem a počtem vstřikovacích paprsků a přebytkem a rozvířením vzduchu. (3)

4.2.4 Palivová soustava

Úkolem palivové soustavy je zajištění dodávky paliva do všech válců ve správném množství a čase. Palivová soustava musí splňovat nároky na velkou přesnost dávkování, ale i na plynulost a snadnost regulace dodávaného množství paliva. (3)

Palivový systém dělíme na část nízkotlakou s dopravou paliva z nádrže přes čistič nízkotlakým potrubím (s možností vřazení chladiče), a vysokotlakou s tvorbou vysokého tlaku paliva, jež je následně dopraveno ke vstřikovačům a dávkováno do motoru. Mezi základní palivové soustavy užívané u traktorů patří soustavy s řadovým vstřikovacím čerpadlem, s rotačním vstřikovacím čerpadlem nebo flexibilnější vstřikovací systém s tlakovým zásobníkem Common Rail. Koncovou částí palivové soustavy jsou vstřikovače, jejichž tryska ústí do spalovacího prostoru. (3)

4.2.5 Způsoby vstřikování

Konvenční vstřikovací systémy se omezují pouze na hlavní vstřik, systém s tlakovým zásobníkem je rozšířen vedle hlavního o úvodní vstřik. Piezoelektricky řízené vstřikovače umožňující vstřik dělený na více malých dávek před i po hlavním vstřiku jsou nyní perspektivní i z hlediska snižování emisí výfukových plynů. (3)

4.2.6 Regulátory dodávky paliva

Současné traktory používají mechanické nebo elektronické regulátory ve výkonnostním provedení pro regulaci vstřikované dávky paliva k přizpůsobení se provozu motoru změně zatížení. Existují ovšem i pneumatické a hydraulické regulátory. (3)

4.2.7 Přepřňování

Za účelem zvýšení výkonu motoru při nezměněném zdvihovém objemu se do spalovacího prostoru dopravuje větší hmotnost vzduchu. Přepřňování válce vzduchem s tlakem vyšším, než je atmosférický, probíhá pomocí turbodmychadel, jejichž turbínu roztáčí jinak nevyužitelná energie odcházejících spalin. Přepřňování přináší i jiné výhody, jimiž jsou hospodárnější provoz, snížení hluku, snížení výfukových emisí a další. (3)

4.2.8 Chlazení

Chladicí soustava odvádí teplo z plicního vzduchu přepřňovaných motorů, z mazacího oleje, hydraulického oleje, paliva, chladicí kapaliny. Zajišťuje ohřev motoru na provozní teplotu, ale také udržuje teplotu přípustnou na namáhaných místech – válce, písty, ventily. Ke standardní výbavě patří nyní i klimatizace traktoru. (3)

4.2.9 Emise

Spalovací motory produkují výfukové plyny vznikající spalováním paliva ve válci za měnící se teploty i tlaku. Emise motorů obsahují chemické látky v různé koncentraci, v závislosti mimo jiné na dokonalosti průběhu spalování i kvalitě paliva, jsou jimi především oxid uhelnatý, nespálené uhlovodíky, oxidy dusíku a pevné částice. Každý motor u nás musí splňovat emisní limity stanovené platnou směrnicí v rámci celé EU. (3)

Možným řešením vedoucím ke snížení škodlivin ve výfukových plynech je recirkulace výfukových plynů (část plynů se přivede zpět do spalovacího prostoru), používání filtrů pevných částic a oxidačních katalyzátorů. Filtry pevných částic po zaplnění vyžadují výměnu, nebo použití systému aktivní či pasivní regenerace. (3)

Proces selektivní katalýzy vychází z reakce amoniaku s oxidy dusíku, jejím výsledkem je dusík a voda. Řada současných vozidel má zabudovanou nádrž na roztok AdBlue (roztok močoviny a demineralizované vody) a systém jeho dávkování při vstřikování před katalyzátor výfukových plynů. (3)

4.3 Převodová ústrojí

Převodové ústrojí v sobě zahrnuje množství jednotlivých funkčních celků tvořících základ pro přenos výkonu motoru: spojky, hřídele spojovací a kloubové, rozvodovka, diferenciál, koncové převody. Řešení a schéma jejich umístění se u různých výrobců liší. Jsou uloženy v rámu podvozkové skupiny traktoru, nebo jsou součástí samonosné konstrukce. Současný vývoj přinesl mnohá zlepšení výkonnostních parametrů traktorových souprav díky propojení řídicí elektroniky a převodových ústrojí. Fyzická námaha při ovládání traktoru je též snižována zavedením elektrohydraulického ovládání. (4) (3)

4.3.1 Pojezdové spojky

Spojky umožňují krátkodobé přerušování točivého momentu mezi motorem a převodovkou. Jde o funkci rychlého přerušování a následného spojení části hnací a hnané. Spojky proto plní funkci spojenou s řazením převodových stupňů, dále jsou ochranou motoru a převodovky vůči zatížení a tlumí torzní kmity přenášené od motoru vozidla. Vedle možných kotoučových spojek jsou u traktorů užívány suché jednolamelové spojky, u silnějších traktorů jedno- i vícelamelové spojky v suchém i mokřém provedení, popřípadě hydrodynamický měnič točivého momentu. (4) (3)

4.3.2 Reverzace traktorových převodovek

Reverzor má za úkol změnit smysl otáčení výstupního hřídele z převodovky. Podle způsobu přenosu výkonu motoru probíhá způsob reverzace mechanicky (vložené ozubené kolo nebo planetové soukolí) nebo hydrostaticky (reverzační hydrostatického převodníku). (3)

Reverzace přináší zvýšení počtu převodových stupňů pro jízdu dozadu a významně usnadňuje ovládání traktoru při práci s čelním nakladačem.

4.3.3 Traktorové převodovky

Převodovky umožňují změnu smyslu a velikosti točivého momentu. Změnami převodového poměru potom traktor lépe využije vlastnosti svého motoru v rozmanitých situacích a podmínkách, kdy je například třeba změnit rychlost či sílu tahu. (3) (4)

Převodovky, které se používají v konstrukcích dnešních traktorů, rozřazujeme do tří skupin – mechanické, hydrodynamické a hydromechanické. (3)

Koncepce řady převodovek je dnes stále založena na mechanickém převodu, hlavně na kombinaci s násobičem točivého momentu umožňujícím řazení pod zatížením. K jejich přednostem patří jednoduchost jejich konstrukce, spolehlivost a levná výroba. Naopak koncepce původně oblíbené hydrodynamické převodovky je opouštěna. Dnes mezi špičku patří CVT (Continuously Variable Transmission) převodovky- založené na principu bezstupňového řazení patřící do skupiny diferenciálních hydrostatických převodovek. (3)

4.3.4 Rozvodovka a koncové převody

Skříň rozvodovky se skládá ze stálého převodu a z diferenciálu. (3)

Úkolem stálého převodu je přenos točivého momentu z podélné osy stroje na osu příčnou, dále zvětšení točivého momentu na hnacích kolech, snížení otáček hnacích hřídelů kol, snížení zatížení předcházejících převodových ústrojí. Měl by také mít vysokou mechanickou účinnost a plynulost chodu, být spolehlivý a málo hlučný. Tento blok je u traktorů nejčastěji tvořen kuželovými koly. (3) (4)

Diferenciál umožňuje různé otáčení kol na téže nápravě při zatačení nebo přejezdu terénních nerovností. Různou frekvenci otáčení pojezdových kol zruší uzávěrka diferenciálu, využívaná například při prokluzování kola. (3) (4)

Koncové převody zvyšují točivý moment vystupující z diferenciálu. Nyní se používají koncové převody řešené jako planetová soukolí, popř. jako jeden a více párů čelních ozubených kol. (3) (4)

U traktorů s pohonem kol tzv. 4x4 se pomocí rozdělovací převodovky rozděluje přenášený výkon na přední a zadní nápravu. (4)

4.4 Podvozky

Podvozek jako nosná část traktoru musí navíc nést pracovní nářadí a stroje. Rozlišujeme konstrukce bezrámové, polorámové a rámové. U bezrámové konstrukce je nutné, aby jednotlivé části (motor, převodovka, zadní náprava) byly dostatečně dimenzovány s ohledem na velké namáhání při jízdě v nerovném terénu a s nesenými stroji. To přináší nejen větší hmotnost daných segmentů, ale v důsledku i často nevýhodné rozložení jejich hmotnosti. V konstrukci polorámové je nesen motor a převodovka. V současnosti je dáována přednost

rámové konstrukci podvozku. Z důvodu rostoucího zatížení připojovanými stroji v zadním i předním závěsu začal nosnou funkci plnit rám. (3) (4)

4.4.1 Odpružení přední nápravy

Přední náprava může být poháněná. Odpružení přední hnací nápravy se stává standardem, což nejen přináší pohodlí obsluze, ale hlavně zvyšuje tahovou sílu traktoru o asi 10 %. (4)

Konstrukčních řešení tohoto problému pomocí hydropneumatických systémů je mnoho, mohou být též automaticky aktivovány i deaktivovány v závislosti na jezdové rychlosti. Jinou konstrukční variantou je systém nezávislého odpružení jednotlivých kol. (3) (4)

4.4.2 Brzdové ústrojí

Povinnou výbavou všech traktorů je brzdové ústrojí. Zajišťuje snížení rychlosti nebo úplné zastavení traktoru (popř. i celé soupravy) a brání samovolnému rozjezdu. Podle účelu je rozdělujeme na provozní, parkovací, zpomalovací a nouzové. Provozní brzdy můžeme rozlišovat podle přenosu ovládací síly na přímočinné (pouze svalová síla řidiče), polostrojní (obsluha traktoru a posilovač) a strojní (hydraulické a pneumatické). Konstrukce brzd je bubnová, kotoučová nebo lamelová a pracovní prostředí suché nebo mokré (olejová lázeň). (3) (4)

Brzdové ústrojí musí vyhovět řadě předpisů a technických kontrol. Nároky na jeho spolehlivost, vysokou životnost, dále nenáročnost obsluhy i údržby jsou opravdu vysoké. Zvýšení bezpečnosti jízdy mohou zajišťovat též elektronické systémy (např. ABS). (3)

Brždění traktoru bývalo v minulosti na zadní nápravě, dnes se používá i na nápravě přední. Traktory jsou obvykle vybaveny kotoučovými brzdami v mokré provedení s hydraulickým ovládním. (3)

K brždění přívěsů nebo návěsů užívají výrobci pneumatické brzdy s jedno- i vícehadicovým systémem. (3)

4.4.3 Pneumatiky

Jako spojovací prvek mezi podložkou a traktorem má pneumatika důležitý vliv na jízdní i tahové vlastnosti traktoru. Je tvořena pláštěm nebo pláštěm s duší, dosedá patkou na ráfek kola. Vyráběna je z pryže, vláken a ocelových drátů. Volbu tlaku pro huštění pneumatiky ovlivňují nejen zatížení a rychlost, ale i její rozměr. (3) (4)

Hodnota huštění bývá předmětem experimentálního zájmu z hlediska účinnosti přenosu tahové síly – prokluzu i snížení kontaktního tlaku na půdu. Stejný problém se výrobci snaží řešit též traktory pásovými. (4)

4.4.4 Závěsná zařízení

Podle způsobu připojení k traktoru dělíme stroje na 1. nesené, 2. návěsné neboli polonesené a 3. přívěsné. (4)

Tříbodový závěs traktoru používaný vzadu nebo někdy i vepředu na traktoru slouží k připojení nesených a návěsných strojů. Skládá se ze spodních závěsných táhel, bočních táhel, zvedacích ramen, dále vrchního seřiditelného táhla, ramena pro připojení hydromotoru, hydromotoru a seřiditelného táhla. Dolní táhla i horní táhlo mají k rychlému připojování a odpojování nářadí bez obsluhy závěsné automatické háky, do nichž se umísťují koule a samozajišťovací západky. (3) (4)

Přední tříbodový závěs je složen z páru sklopných dolních ramen a stavitelného horního táhla. I zde najdeme rychloupínací koncovky se samozajišťovacími západkami. Z kabiny traktoru je pak ovládán rozvaděčem vnějšího okruhu hydrauliky. (3)

Dalšími závěsnými prvky jsou spodní závěsy v provedení: výkyvný závěs, válečkový spodní výkyvný závěs, pevný závěsný čep, automatický agrozávěs kombinovaný se spodním výkyvným závěsem a etážový závěs. (3)

4.5 Kabiny

Prosklené kabiny pro obsluhu traktoru jsou vybaveny ochranným rámem, dále ovládacími prvky a přístrojovou deskou, odpruženými sedačkami, klimatizací, obvykle i další elektronikou. Výrobci dále věnují značnou pozornost snižování škodlivého hluku, který ničí zdraví obsluhy v kabině. Odpružení celé kabiny má u moderních traktorů automatickou regulaci. (3) (4)

4.6 Hydraulika

Hydraulická soustava traktorů má obvod vnitřní a vnější, který může mít několik vývodů pro další okruhy. Pohon čerpadla je ve spodní části převodovky. Skládá se z čerpadla, čističe a primárního pojistného ventilu. K vrchnímu víku hydrauliky je připojen blok s rozvaděči. Zvedání a spouštění neseného nářadí zajišťuje přímočarý hydromotor (u větších traktorů dva hydromotory), jištění proti přetížení zajišťuje sekundární tlakový ventil. (4)

4.6.1 Regulační hydraulika

Regulační hydraulika slouží k ovládání a regulaci tříbodového závěsu, tedy ke zvedání, spouštění a dále k ovládání pracovní činnosti připojeného stroje. Jedná se o regulační systémy: polohový (konstantní poloha), silový (konstantní síla) a smíšený. (3)

Elektrohydraulická regulace znamenala zásadní pokrok, umožnila navíc regulaci na mezní prokluz a tlakovou regulaci (trvalé nadlehčení nářadí). (3)

4.6.2 Vnější okruhy hydrauliky

K pohonu rotačních hydraulických motorů připojovaných strojů nebo k ovládání přímočarých motorů (hydraulických válců) slouží vnější hydraulické okruhy uložené u traktoru na jeho zadním mostu nebo na jeho přední části. (3)

4.7 Elektronické vybavení

Jedním ze směrů vývoje v oblasti modernizace traktorů je zdokonalování jejich elektronické výbavy, která nejen přispívá k lepšímu využití jejich potenciálu a k předcházení poruchám, ale též pomáhá při plnění požadavků na menší poškozování životního prostředí.

4.7.1 Senzory

Traktory jsou vybaveny velkým množstvím senzorů. Tyto snímače dokáží měřit například rychlost, otáčky, polohu, teplotu, tlak, sílu, napětí, proud, koncentraci iontů a podobně. (3)

4.7.2 Řídící jednotky

Používání elektronických senzorů se zpětnou vazbou mohou výrobci docílit vhodné regulace funkcí jednotlivých částí traktoru. Jednou ze základních funkcí elektronické řídicí jednotky je například regulace vstřikování paliva, regulace volnoběhu, regulace chlazení pomocí regulace otáček ventilátoru a podobně. (3)

Řídící jednotky archivují řadu údajů o práci motoru. Tato elektronika používaná pro řízení a ovládání motoru umožňuje dnes i diagnostiku motoru, zjišťování závad i příčin poruch. (3)

4.7.3 Komunikace

CAN-Bus je sběrníci komunikační sítě senzorů a funkčních jednotek vozidla. Dalším komunikačním systémem u moderních traktorů je komunikační systém mezi traktorem a připojeným strojem ISO-Bus. Traktory jsou naváděny navigačním systémem GPS a jejich práce může být monitorována a řízena programy založenými na principech precizního

zemědělství, kdy například aplikace hnojiv probíhá variabilně nebo se u postřikovače vypínají sekce podle GPS k dodržení ochranného pásma a podobně. (3)

4.8 Čelní traktorový nakladač

Traktorové čelní nakladače montované přímo na traktor jsou vhodné do podniků, u kterých se předpokládá celkově menší objem nakládaného materiálu. K traktoru se připevňují pomocí dvou upínačů a dále pak pomocí rychlospojek k vnějšímu hydraulickému obvodu traktoru. (4)

4.8.1 Historie

Historie prvních traktorů je spojena s vývojem dalších pracovních strojů (rypadel a bagrů), jejichž vývoj pokračoval k samostatným strojům různého pracovního zaměření. Přesto myšlenka vývoje přidavného zařízení traktoru, které by sloužilo jako ekvivalent při absenci samostatného nakladače, nebyla nikdy opuštěna.

Z historie jsou doloženy už v 20. letech čelní nakladače na modelu Fordson Maior. Jeho čelní lopata byla uložena otočně na výkyvných ramenech a zvedala se pomocí lan vedených dozadu za traktor ke dvojitému navijáku poháněnému od vývodové hřídele převodovky. Jeden buben navijáku zajišťoval zdvih a druhý vysypání lopaty. Tyto modely se dostaly po druhé světové válce i do Česka. (5) (6)

Dalším strojem, který v poválečné době nezastupitelně pomáhal československým zemědělcům (i dalším profesím), byl přehazovací nakladač T 107 na pásovém traktoru S-80 zvaném lidově „Stalinec“. Pracoval na principu práce přes hlavu, což přinášelo obsluze mnohá úskalí. Výsledkem toho byly pozdější složité úpravy pro vyklápění pouze zepředu. Model S-100 s lanovodem v robustních trubkách podél kabiny už poskytoval jednodušší obsluhu a pohodlnější kabinu, pozdější úpravy buldozeru měly i hydraulické válce. (5)

Inspirace americkými traktory a myšlenka na rychlé připojení nakladače k traktoru dovedla ve čtyřicátých letech 20. století Karla-Ragnara Åströma, zakladatele firmy Ålö, k vývoji moderního „drive-in“ čelního traktorového nakladače Quicke. Jeho výroba v padesátých letech proniká do celého světa. Stejná firma vyvinula v roce 2017 i první digitální čelní nakladač. (7)

Čelní nakladače byly od padesátých let 20. století připojovány na většinu značek traktorů, jmenovány mohou například být modely traktorů Deutz F 2 L 514/53, Fahr D 270 B, Eichler EM 200 Tiger, John Deere 710 nebo později model 5720, Massey-Ferguson MF 35, MF 4355 či MF 5435, Case 1370, Fendt F 250 GT nebo Fendt Farmer 410 Vario. (1) (2)

V roce 1975 byl v Humpolci v tehdejších Adamovských strojárnách vyroben první český čelní nakladač NKC 800, v 80. letech 20. století přišla nová generace čelních nakladačů ND5-014 a ND5-032, kterou bylo možné namontovat kromě Zetoru i na jiné značky traktorů. Pozdější model NH5-050 se vyráběl pro traktory Zetor UŘ II a UŘ III. V roce 1997 byla na Techagru oceněna řada FL, na kterou strojárny navazují stále novými modely. (8)

4.8.2 Současnost

Současných výrobců čelních nakladačů je velké množství, od malých lokálních výrobců po velké světové firmy, jako je Ālō se značkou Quicke, dále Stoll, Hauer nebo dokonce Lamborghini.

V České republice navazuje na výrobu původních nakladačů společnost Humpolecké strojárny Humpolec a.s. svými čelními nakladači značky TracLift. V současnosti nabízí řadu TracLift ProfiLine s modely TL 140 SL, TL 240 SL a TL 340 SL, kompatibilní s mnoha značkami traktorů (Zetor, Case, New Holland, John Deere, Kubota, Belarus, Deutz Fahr, Massey Ferguson). (9)

4.8.3 Pracovní využití

Traktorový čelní nakladač je vhodným pomocníkem všude tam, kde z řady důvodů nelze použít samostatný nakladač. V první řadě bývá důvodem k pořízení tohoto všestranně využitelného nářadí menší finanční zatížení podnikatele než při pořízení samostatného manipulátoru. Jindy bývá kupován jako doplňkový segment vozového parku podniku, v rozhodovacím procesu může hrát roli i jeho lepší ovladatelnost v terénu polí a luk a proti menším nakladačům typu UNC nosnost. Pracovní využití traktorových čelních nakladačů je velice rozmanité: od transportu balíků slámy či píce, přes překládku sypkých materiálů až po zdvih břemen.

4.8.4 Konstrukce

Traktorové čelní nakladače se skládají z rámu (konzole) a jeho agregace k traktoru, z výložníku, hydraulické soustavy a ovládacích prvků. Velikost rámu je ovlivněna rozměry podvozku traktoru. Konzola se stává po namontování pevnou součástí traktoru a nesmí překrývat prvky jeho údržby. Tvar moderního rámu již nebrání výhledu z kabiny na přední kola, jak tomu bývalo dříve. Konstrukce výložníku ovlivňuje zvedací kapacitu, maximální dosah i způsob práce. Pracovní hydraulika nakladače je propojena s hydraulikou traktoru, jehož hydraulické čerpadlo dodává tlakový olej, který je rozváděn do potřebných pístů. Výrobci nabízejí systémy rychloupínání výložníku a systémy rychlého propojení hadic hydrauliky včetně elektrických

zásuvek ve formě sdružené rychlospojky. Nejnovější vývoj dospěl k zvýšení komfortu obsluhy integrací pístového plynového tlumiče, ovládáním pomocí bovdenového joysticku i zvýšením pracovní rychlosti nářadí. (10) (11)

4.8.5 Příslušenství

K standardně pořizovanému vybavení nakladačů patří obvykle lopaty a kleště na kulaté balíky. V nabídce výrobců najdeme dále specializovanější produkty typu: kráječ siláže, vidle na balíky, křížové nosiče vaků, paletizační vidle, háky a stohovací zařízení, drapákové lopaty a multilopaty k nakládání chlévské mrvy a kompostu, které ještě rozšiřují možnost využití traktoru s čelním nakladačem. (12)

4.8.6 Parametry vybraných modelů

Pro volbu správného nakladače jsou důležité zejména tyto parametry: zdvih v oku výložníku, což je výška zdvihu od země po osu čepu výložníku, nakládací a výsypná výška, maximální výklopný úhel, nosnost v oku dole i nahoře, nosnost na lopatě a váha výložníku. (10)

5 Výběr traktoru

V dnešní době je na trhu celá řada značek a modelů traktorů, z kterých lze vybírat, a každý má své pro a proti.

5.1 Výběr typu a výkonu

Při výběru je vždy nejdůležitější uvědomit si, na co bude traktor využíván. Například na setí a orání velkých lánů polí pro větší podniky může být vhodný pásový traktor, který má díky menšímu prokluzu lepší tahové vlastnosti a také méně zhutňuje půdu. Naopak na menší pole a pro menší podniky je vhodnější kolový traktor, který má nižší pořizovací cenu, nižší náklady na údržbu, je obratnější, a tedy i vhodný pro využití čelního nakladače. Je nezbytně nutné, aby se tak velká investice, jakou je koupě traktoru, vracela v podobě odvedené práce. Proto je třeba vybírat typ a výkon traktoru adekvátní práci, kterou bude vykonávat. Například silný pásový traktor není vhodný pro drobnějšího zemědělce, který pro něj nebude mít dostatečné využití. Je-li požadována manévrovatelnost, doporučuje se čtyřválec. Na těžké práce je naopak vhodnější šestiválec.

5.2 Výběr značky

Výběr značky nemusí ovlivnit pouze její jméno, cena, parametry a kvalita jejích výrobků. Je také dobré mít na paměti, že koupí v dnešní době spolupráce se značkou nekončí. Dnešní

traktory jsou velmi složité stroje a jejich oprava a údržba je bez spolupráce se servisní a opravní sítí značky téměř nemožná. Proto je dobré, aby byla v blízkosti kupujícího podniku pobočka firmy. Záleží také na další situaci firmy. Pokud nemá čím daný stroj v případě poruchy nahradit, je pro ni dostupnost pohotové servisně-opravní sítě stěžejní. Naopak není-li chod podniku s velkým vozovým parkem na stroji zcela závislý, může si dovolit značku s například levnější, ale pomalejší servisně-opravní sítí.

5.3 Výběr stupně výbavy

Výběr stupně výbavy se opět řídí dle konkrétní situace. Bude-li traktor využíván například na práce kratšího časového trvání v oblasti živočišné výroby, postačí nezbytný základ. Má-li však vykonávat celodenní polní práce, je třeba zajistit obsluhu jistý komfort.

6 Vhodnost traktoru pro užití čelního nakladače

Nejprve je třeba zmínit, že se traktor nikdy nepořizuje pouze pro práci s čelním nakladačem. V takovém případě by byl vhodnější manipulátor, nebo speciální nakladač. Volbu tedy ovlivňují i požadavky plynoucí z ostatních činností. Například bude-li traktor také orat, musí být větší. V praxi se čelní nakladače montují dokonce i na traktory o výkonu okolo 180 kW.

Pro výběr z hlediska vhodnosti pro užití čelního nakladače je důležité uvědomit si, jaké parametry jsou naprosto nezbytné a jaké výhodou. Například z důvodu projetí průjezdem do skladu je limitující výška a šířka. Je-li třeba zdvihat předměty do určité výšky, musí být zvolen model vhodný pro dostatečně velký čelní nakladač. Obecně je pro čelní nakladač vhodnější nižší a hmotnější traktor s větším rozchodem kol pro lepší stabilitu a přenos síly mezi traktorem a zemí. Větší rozvor zvyšuje poloměr otáčení, což je nežádoucí, zvyšuje však také stabilitu. Je tedy vhodný jakýsi kompromis. Poloměr otáčení je ovlivňován i velikostí pneumatik, které však musí být dostatečné pro provoz. Má-li se traktor pohybovat v podmáčeném prostředí, sleduje se i světlá výška stroje.

Téměř nezbytností z důvodu efektivnosti práce je již zmíněný poloměr otáčení, tedy dobrá obratnost, jednoduchost změny směru jízdy, dobrý výhled v podobě průhledné střechy a vysoký výkon hydraulického čerpadla pro hbitost manipulace s čelním nakladačem. Výhodou je zvýšená nosnost přední nápravy, která by měla být buď neodpružená, nebo s elektronickým vypínáním odpružení pro prodloužení její životnosti. Na kolech přední nápravy by neměly být dělené disky.

Další výhodou je delší servisní interval, vysoká maximální rychlost pro zkrácení doby přejezdů, nižší hluk v kabině pro pohodlí obsluhy a větší objem palivové nádrže, aby byl stroj schopný pracovat celý den na jedno načerpání. Dobrá je také nízká měrná spotřeba paliva, přestože je tento údaj spíše vědecký a v praxi se příliš nesleduje.

Při práci je vhodné dotěžovat zadní nápravu kvůli stabilitě a lepšímu přenášení energie. Důležitým ukazatelem je tedy také dotížení zadní nápravy a celkové maximální dotížení traktoru.

Přihlédnout je třeba i k počtu hydraulických okruhů pro případné zapojení čtvrté až šesté funkce. Dobrá je také možnost nastavení rozdílné rychlosti pro jízdu vpřed a vzad při pouhé změně směru jízdy.

Tyto všechny ukazatele je třeba v důsledku kombinace traktoru s čelním nakladačem zohlednit, a to navíc k obecně sledovaným požadavkům, jakými jsou maximální výkon, maximální točivý moment, převýšení točivého momentu a v neposlední řadě cena.

7 Porovnávané traktory

Jak je již výše zmíněno, výběr traktoru začíná uvědoměním si, za jakým účelem je stroj pořizován. Budiž zvažována situace, kdy náplní práce traktoru budou kromě využívání čelního nakladače na farmě s živočišnou produkcí a v létě nakládání balíků na poli jen lehčí operace bez využití čelního nakladače. V takovém případě by mohl být optimální variantou traktor ve střední výbavě s čtyřválcovým motorem o výkonu do 80 kW. Porovnávané značky je dobré volit dle zastoupení v okolí. Těmto podmínkám vyhovují tyto traktory:

1. Case Farmall 100C
2. Claas Arion 420
3. John Deere 5100M
4. New Holland T5.95
5. Zetor Proxima HS 100

7.1 Case Farmall 100C

Traktory Case v modelové řadě Farmall C, jež od svého uvedení na trh prošly několika inovacemi, nabízejí především nový vývodový hřídel snižující spotřebu paliva při úkonech nevyžadujících maximální točivý moment. Pro účely hodnocení v této bakalářské práci byl

vybrán model Farmall100C, jehož popis, výbava a parametry jsou popsány níže a shrnuty v Tabulce 1. (13)

7.1.1 Motor

Motor traktoru Case Farmall 100 C od výrobce FPT (Fiat Powertrain Technologies) je čtyřválec o zdvihovém objemu 3400 cm³ s elektronickým vstřikováním paliva Common Rail. Jmenovitý výkon motoru je 100 koní/74 kW při 2300 otáčkách za minutu, maximální kroutící moment uvádí výrobce 450 Nm při 1300 ot/min. (14) (15)

Tento model s kompaktním uspořádáním článků úpravy spalin (diesel oxidační katalyzátor DOC, vstřikování AdBlue, bezúdržbový filtrační systém DPF, systém zpětné selektivní katalytické redukce SCR) jako jediný z modelů porovnávaných v této práci již plní novou emisní třídu STAGE V. (14)

7.1.2 Další konstrukční prvky a výbava

Už v základní výbavě je dodávána převodovka 24x24 Power Shuttle a dvoustupňový násobič rychlostí PowerShift a ovládání spojky tlačítkem na řadící páce Power Clutch. Výrobce dále uvádí nastavení agresivity reverzace ve 3 krocích. (16)

Dalšími konstrukčními prvky jsou například ECO převod pro úsporu paliva, zesílená zadní i přední náprava Heavy Duty, pohon přední nápravy 4WD, úhel natočení kol 55°, přední dynamické blatníky, elektrohydraulická uzávěrka zadního diferenciálu. Výrobce umožňuje nastavení rozchodu kol vpředu i vzadu. (16) (17)

Při brždění je automaticky spínán pohon 4x4, brzdy na zadní nápravě jsou mokré, kotoučové, parkovací brzda je ovládána mechanicky, vzduchové brzdy jsou dvouokruhové. (16)

Traktor má tři okruhy hydrauliky s rychlospojkami Deluxe, hydraulické čerpadlo s výkonem 64 litrů za minutu, tlak 19 MPa, chladič hydraulického oleje. Tříbodový rychlozávěs je elektronicky ovládán, jeho externí ovládání je na blatnících. (16)

Kabina je vybavena odpruženým sedadlem, sedadlem spolujezdce s pásem, další výbavou je klimatizace, filtrace vzduchu, topení, rádio a další prvky k zajištění pohodlí obsluhy. Sloupek řízení lze nastavit ve dvou osách, je na něm umístěna digitální přístrojová deska, samozřejmě je vedle předních ovládacích prvků s panelem přístrojů a multifunkční pákou také ergonomické rozvržení dalších ovladačů na pravé straně (řadící páka PowerShift a Powerclutch, 4WD, displej zadního tříbodového závěsu a jeho ovladače, akcelerátor, joystick a další). (16) (15)

7.1.3 Rozměry a hmotnosti

S pneumatikami 18,4R34 dosahuje traktor výšky 2634 mm, jeho výška od středu zadní nápravy k vrcholu střechy je 1859 mm, se standardními blatníky má šíři 1923 mm a s širokými 2173 mm. V provedení 4WD je rozvor nápravy 2258 mm a délka k přední části držáku nářadí 4049 mm. Uváděna je provozní hmotnost 3400-4200 kg, maximální hmotnost 6500 kg a největší hmotnost jízdní soupravy brzděné 31 500 kg. (16)

7.1.4 Použití pro čelní nakladač

Prodejce v případě zájmu zajistí ve výrobě přípravu pro čelní nakladač v podobě rámu, joysticku a hydraulických okruhů. Pro práci s čelním nakladačem má traktor velké střešní okno se sluneční clonou. (15) (17)

Tabulka 1: Parametry Case Farmall 100 C

	Case Farmall 100C	hodnoty	jednotky
1	Výrobce motoru	FPT	
2	Počet válců/ventilů	4/16	
3	Zdvihový objem	3600	cm ³
4	Maximální výkon	74/100	kW/hp
5	Maximální točivý moment	450	Nm
6	Počet otáček při maximálním výkonu	2300	ot/min
7	Objem palivové nádrže	160	l
8	Interval výměny oleje	600	Mth
9	Počet převodových stupňů vpřed/vzad	24/24	
10	Reverzace směru jízdy	ano	
11	Maximální pojezdová rychlost	40	km/h
12	Pohon všech kol	4WD	
13	Optimální poloměr otáčení	4,33	m
14	Maximální průtok hydraulického čerpadla	64	l/min
15	Maximální pracovní tlak	19	MPa
16	Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu	4400	kg
17	Maximální zvedací síla na předním zvedacím závěsu	3700	kg
18	Hluk v kabině	72	Db
19	Vlastní hmotnost	3600	kg

20	Maximální povolená celková hmotnost	6500	kg
21	Panoramatická střecha	ano	
22	Výška	2581	mm
23	Šířka minimální	1923	mm
24	Cena	1300000	Kč

Zdroj 1: (13) (15) (16) (18)

7.2 Claas Arion 420

Z nabídky několika řad traktorů výrobce Claas je pro montáž čelního nakladače mimo jiné vhodná produktová řada Arion 400. Pro porovnání traktorů byl v této bakalářské práci zvolen model Arion 420, jeho důležité parametry jsou shrnuty v Tabulce 2. (19)

7.2.1 Motor

Pohonná jednotka čtyřválcový turbomotor FPT Fiat-Powertrain-Technologies se zdvihovým objemem 4500 cm³ je vybavena vysokotlakým vstřikováním Common-Rail s tlakem 1600 bar, turbodmychdlem a chladičem plnicího vzduchu. Disponuje maximálním výkonem 75kW/100k. Jak uvádí výrobce, nejvyšší hodnoty točivého momentu 435 Nm podle ECE R 120 dosahuje ve větším rozsahu otáček. Řidič má též možnost uložit do paměti a jednoduchým ovládacím prvkem deaktivovat dvě jím zvolené hodnoty pro otáčky motoru. (19)

Přímo za turbodmychdlem se nachází oxidační katalyzátor DOC, do výfuku je integrován SCR katalyzátor, s vyhřívanou nádrží na močovinu a proplachováním systému SCR se tak může Claas Arion 420 chlubit heslem „čistá záležitost“. (19)

7.2.2 Další konstrukční prvky a výbava

Pro optimální přizpůsobení pojezdové rychlosti pracovním podmínkám může obsluha traktoru bez přerušení výkonu stiskem tlačítka využít převodovku QUADRISHIFT s 16 převodovými stupni vpřed a vzad. Traktor je vybaven čtyřmi hydraulicky ovládanými skupinami a čtyřmi převodovými stupni řaditelnými pod zatížením. Reverzaci směru jízdy zajišťuje REVERSHIFT. Díky funkci SMART STOP lze sešlápnutím brzdy zastavit bez současného sešlápnutí spojky. Tato výhoda je oceňována právě při práci s čelním nakladačem. K výbavě patří i automatika uzávěru diferenciálu. (19)

Brzdový systém návěsu může být jak pneumatický, tak i hydraulický, oba lze využít současně, dobře přístupné přípojky nalezneme v zadní části traktoru. (19)

Vybavení hydrauliky si může zákazník individuálně sestavit. V nabídce je jak základní otevřený hydraulický okruh 60 l/min, tak high-tech vybavení 110 l/min se systémem snímání Load-Sensing. (19)

Pod heslem „Nenechá žádné nářadí stát“ se ukrývá velká variabilita v nabídce zadního zvedacího závěsu i vývodového hřídele. (19)

Kabin výrobce nabízí čtyři verze: s pěti sloupky, s šesti sloupky pak vysokou, nízkou a panoramatickou. (19)

Nezbytným moderním vybavením je multifunkční panel, multifunkční ovládací páka i další ovládání uložené do boční konzole, to vše rozdělené na základě analýz činností obsluhy. Displej informačního systému Claas CIS plní funkci palubního počítače. (19)

7.2.3 Rozměry a hmotnosti

S panoramatickou kabinou traktor dosahuje výšky 2,61 metru. Dalšími udávanými hodnotami jsou: rozvor 2489 mm, délka bez čelního závaží 4372 mm, světlá výška přední a zadní nápravy 454 mm a 431 mm, vlastní hmotnost 4800 kg, maximální povolená celková hmotnost 8500 kg. Podle hodnocení uváděného výrobcem je traktor i maximálně obratný zásluhou velkého úhlu natočení kol a malého poloměru otáčení až 4,45 metru. (19) (20)

7.2.4 Použití pro čelní nakladač

Držáky čelního nakladače lze namontovat přímo na rám motoru a převodovky, čelní nakladač tak lze kdykoli jednoduše domontovat. Údržbu stroje nijak nenarušuje. Sílu čelního nakladače přenáší masivní litinový rám, proto výrobce slibuje vysokou stabilitu. (19)

Ovládání se provádí pomocí sériově dodávané multifunkční ovládací páky s volbou hydraulicky řízeného ovládání ventilu FLEXPILLOT nebo elektronického ovládání ventilu ELECTROPILLOT. Páka pro pravou ruku kombinuje ovládání nakladače včetně třetí a čtvrté funkce čelního nakladače s ovládáním převodovky, motoru a zadního zvedacího závěsu. Levá ruka pak řídí a k tomu ovládá páku pro změnu směru jízdy REVERHIFT. (19) (20)

Tabulka 2: Parametry Claas Arion 420

	Claas Arion 420	hodnoty	jednotky
1	Výrobce motoru	FPT	
2	Počet válců/ventilů	4/16	
3	Zdvihový objem	4500	cm ³

4	Maximální výkon	75/100	kW/hp
5	Maximální točivý moment	435	Nm
6	Počet otáček při maximálním výkonu	2000	ot/min
7	Objem palivové nádrže	140	l
8	Interval výměny oleje	600	Mth
9	Počet převodových stupňů vpřed/vzad	16/16	
10	Reverzace směru jízdy	ano	
11	Maximální pojezdová rychlost	40	km/h
12	Pohon všech kol	ano	
13	Optimální poloměr otáčení	4,45	m
14	Maximální průtok hydraulického čerpadla	60	l/min
15	Maximální pracovní tlak	19,5	MPa
16	Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu	4500	kg
17	Maximální zvedací síla na předním zvedacím závěsu	3300	kg
18	Hluk v kabině	77	Db
19	Vlastní hmotnost	4800	kg
20	Maximální povolená celková hmotnost	8500	kg
21	Panoramatická střecha	ano	
22	Výška	2610	mm
23	Šířka minimální	neuvedena	
24	Cena	1400000	Kč

Zdroj 2: (19) (20)

7.3 John Deere 5100M

Řada 5M John Deere je řadou univerzálních traktorů. Jsou výkonné, spolehlivé, optimalizované právě pro použití s traktorovým čelním nakladačem. Efektivitu přináší též jejich nové uspořádání ovládacích prvků. Pro srovnávací část této bakalářské práce byl zvolen model 5100M, u kterého byly pro porovnání s dalšími traktory v Tabulce 3 přehledně shrnuty všechny základní parametry. (21) (22)

7.3.1 Motor

Čtyřválcový turbomotor John Deere PowerTech E se zdvihovým objemem 4500 cm³ má vysokotlaké vstřikování paliva Common Rail s aktivním chladičem plnicího vzduchu

a elektronicky řízeným ventilátorem. Jmenovitý výkon tohoto motoru se uvádí 74 kW/100 k. (21)

Bez potřeby jakýchkoliv aditiv vyhoví přísným emisním normám, protože kombinuje technologii recirkulace výfukových plynů, mezichladiče a filtru pevných částic. (21)

7.3.2 Další konstrukční prvky a výbava

Model je vybaven praktickou a mimořádně účinnou převodovkou s reverzací PowerRewerser. Řadicí páka s násobičem Hi-Lo a spojkovým tlačítkem usnadní obsluhu změnu rychlosti. Výrobce uvádí, že traktory John Deere řady 5M dosahují 85% účinnosti celkového výkonu motoru. (21)

Mnohaletou životnost zajišťuje robustní litinový rám. Model se vyrábí s pohonem dvou nebo všech kol. Brzdy jsou hydraulické, mokré kotoučové. Bezpečnost provozu s přívěsem dále zajišťují vzduchové dvouhadicové brzdy. (21)

Čerpadlo s průtokem 70 litrů za minutu zajišťuje až tři zadní hydraulické okruhy a dva okruhy uprostřed. Robustní zadní závěs pro těžší nesené nářadí má maximální zdvihací sílu v upínacích bodech až 4440 kg. Na zadním blatníku jsou umístěny ovládací spínače zadního závěsu a vývodového hřídele. (21)

V prosklené kabině s dobrým výhledem je k nalezení nejen vyhřívané odpružené sedadlo, ale i přehledná přístrojová deska a řada dobře uspořádaných ovládacích prvků, také odkládací prostor, demontovatelné sklopné sedadlo spolujezdce a klimatizace. (21)

7.3.3 Rozměry a hmotnosti

Traktor dosahuje výšky 2,59 metru. Dalšími udávanými hodnotami jsou: rozvor náprav 2300 mm, minimální celková šířka 1723 mm, světlá výška vepředu 435 mm, pohotovostní hmotnost 3900 kg, maximální povolená celková hmotnost 7500 kg, poloměr otáčení je uváděn 4,3 m. (21)

7.3.4 Použití pro čelní nakladač

Již ve výrobě je možné traktor vybavit přípravou na čelní nakladač, tedy montážním rámem, ochranou kapoty, elektrickými a hydraulickými přípojkami i ovládním. Již dané modelové snížení kapoty i tvar prosklení kabiny zlepšují výhled. John Deere má patentovanou automatickou západku, jejíž pomocí se připojuje nakladač stylem „zacvaknout a jet“, takže se jedná o rychlou, bezpečnou a pohodlnou montáž. Joystick pro ovládní nakladače je citlivý,

přesný, obsahuje tlačítka pro řazení převodových stupňů, zapínání a vypínání odpružení nakladače a aktivaci třetí a čtvrté funkce. Časté změny směru jízdy řeší již zmiňovaná převodovka PowerReverse. John Deere nabízí pro své modely traktorů ucelenou řadu čelních nakladačů společně s rozličným nářadím. (21) (22)

Tabulka 3: Parametry John Deere 5100M

	John Deere 5100M	hodnoty	jednotky
1	Výrobce motoru	John Deere PowerTech E	
2	Počet válců/ventilů	4/16	
3	Zdvihový objem	4500	cm ³
4	Maximální výkon	74/100	kW/hp
5	Maximální točivý moment	418	Nm
6	Počet otáček při maximálním výkonu	2200	ot/min
7	Objem palivové nádrže	198	l
8	Interval výměny oleje	500	Mth
9	Počet převodových stupňů vpřed/vzad	16x16	
10	Reverzace směru jízdy	ano	
11	Maximální pojzdová rychlost	40	km/h
12	Pohon všech kol	ano	
13	Optimální poloměr otáčení	4,3	m
14	Maximální průtok hydraulického čerpadla	70	l/min
15	Maximální hydraulický tlak	20	MPa
16	Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu	4441	kg
17	Maximální zvedací síla na předním zvedacím závěsu	3300	kg
18	Hluk v kabině	77	Db
19	Vlastní hmotnost	3900	kg
20	Maximální povolená celková hmotnost	7500	kg
21	Panoramatická střecha	Ano	
22	Výška	2590	mm
23	Šířka minimální	1723	mm
24	Cena	1400000	Kč

Zdroj 3: (21) (22)

7.4 New Holland T5.95

Čtvrtým posuzovaným traktorem je produkt firmy New Holland z řady T5 UTILITY ve verzi T5.95. Řada vychází z tradice modelové řady T5000 a měla by naplňovat požadavky farem s rostlinnou i živočišnou výrobou. Kupující si sestavuje stroj na míru z velké nabídky výbavy a doplňků. Přesné parametry traktoru srovnávaného v této práci viz níže v Tabulce 4. (23)

7.4.1 Motor

Čtyřválcový motor F5C firmy FPT o obsahu 3,4 litru, přepřínovaný turbodmychadlem, s mezichladičem stlačeného vzduchu, s elektronicky řízeným vstřikováním paliva Common Rail má výkon 99 koní/73 kW a nabízí točivý moment 407 Nm. Motor splňuje požadavky emisních norem (technologie recirkulace výfukových plynů, diesel oxidační katalyzátor DOC, filtrační systém DPF s automatickou pasivní regenerací). Pro řízení otáček motoru má model v systému též paměť na uložení dvou hodnot. Nízká spotřeba paliva a režim 40 km/h ECO pro tichý a hospodárny provoz na vozovce je dalším bonusem. (23)

7.4.2 Další konstrukční prvky a výbava

Traktory New Holland nabízejí převodovku DualCommand 24x24 vybavenou automatickým řazením s násobičem točivého momentu při plném zatížení. Bez sešlapování spojkového pedálu obsluha řadí jen tlačítkem PowerClutch osm rychlostí v každém ze tří rozsahů. Citlivost elektrohydraulické reverzace PowerShuttle lze nastavit nejen ve formě standardní, ale i pomalé a agresivní. (23)

Pohon 4WD vyhoví obsluze i automatickou aktivací při brždění, jinak je elektrohydraulicky zapínán z ovládacího panelu. Přední i zadní náprava má elektrohydraulickou uzávěrku diferenciálu. (23)

Patentem firmy New Holland je originální systém uchycení přední nápravy. Pod označením SuperSteerTM umožňuje zatáčení s úhlem natočení kol až 76°. (3) (23)

Hydraulické čerpadlo MegaFlow má výkon 64 litrů za minutu, pracovní tlak je 19 MPa, traktor je vybaven třemi venkovními okruhy a dvěma středovými. Zadní tříbodový závěs je elektronicky regulován, vybaven rychloupínacími koncovkami, má ovládání na zadním blatníku, zesílení jeho ramen umožňuje uvádět maximální zvedací sílu 4400 kg. (Možností je pořídit i tříbodový závěs přední.) (23)

Při práci ve svažitém terénu ocení traktorista mechanickou parkovací západku. Vzduchové brzdy přívěsu jsou dvouokruhové. (23)

Kabina s panoramatickým výhledem má nejen pneumaticky odpruženou sedačku s úhlem natočení 15°, sedačku spolujezdce s pásem, stavitelný sloupek řízení a přehledný výkonnostní monitor (dotykový), ovládací panel pro pravou ruku s mnoha ovladači (hlavní řadicí páka s aretací parkovací západky, joystick, přepínač a doplňkový přepínač vývodového hřídele, ruční plyn, zásuvka atd.), ale také klimatizaci, rádio a další výbavu pro pohodlný pracovní den obsluhy. Pracovní světla s natáčením směru ovládá za snížené viditelnosti obsluha intuitivně. (23)

7.4.3 Rozměry a hmotnosti

Traktor T5.95 ve zvolené výbavě 4WD dosahuje maximální výšky 2569 mm, má udávanou světlou výšku až 450 mm, rozvor kol přední nápravy 2285 mm, rozchod kol 1535 až 1935 mm, hmotnost 3700 kg a maximální povolenou hmotnost 6500 kg. (23) (24)

7.4.4 Použití pro čelní nakladač

Přímo z výroby je na přání dodáván rám široký 1100 mm a vybavení ovládacího panelu Joystickem. Čelní nakladače pro New Holland mají hydraulické vedení zabudované do svého rámu, jednu rychlospojku, zvedací kapacitu mají 2060 kg, výšku zdvihu 3,7 m. Prosklení střechy doplněné stěračem usnadňuje výhled. (23) (24)

Tabulka 4: Parametry New Holland T5.95

	New Holland T5.95	hodnoty	jednotky
1	Výrobce motoru	FPT	
2	Počet válců/ventilů	4/8	
3	Zdvihový objem	3400	cm ³
4	Maximální výkon	73/99	kW/hp
5	Maximální točivý moment	407	Nm
6	Počet otáček při maximálním výkonu	2300	ot/min
7	Objem palivové nádrže	160	l
8	Interval výměny oleje	600	Mth
9	Počet převodových stupňů vpřed/vzad	24x24	
10	Reverzace směru jízdy	ano	
11	Maximální pojezdová rychlost	40	km/h
12	Pohon všech kol	4WD	
13	Optimální poloměr otáčení	3,9	m

14	Maximální průtok hydraulického čerpadla	64	l/min
15	Maximální pracovní tlak	19	MPa
16	Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu	4400	kg
17	Maximální zvedací síla na předním zvedacím závěsu	neuvedena	kg
18	Hluk v kabině	76	Db
19	Vlastní hmotnost	3700	kg
20	Maximální povolená celková hmotnost	6500	kg
21	Panoramatická střecha	Ano	
22	Výška	2569	mm
23	Šířka minimální	1955	mm
24	Cena	1200000	Kč

Zdroj 4: (23) (24) (25)

7.5 Zetor Proxima HS 100

Domácí výrobce traktorů nabízí nejen menší víceúčelové traktory, ale i robustní spolehlivé univerzální traktory řady Proxima. Pro další vyhodnocení byl vybrán model Proxima HS 100. Níže je zpracován jeho popis a Tabulka 5 s parametry pro další porovnání. (26) (27)

7.5.1 Motor

Zetor Proxima HS 100 je vybaven českým čtyřválcovým motorem Z1006 nebo Z1017 se zdvihovým objemem 4156 cm³, vybaveným turbodmychdlem. Disponuje maximálním výkonem 70kW/96 k. Maximální točivý moment je podle údajů výrobce 428 Nm. (28) (27)

Objem palivové nádrže je 190 litrů. Výrobce uvádí, že ani z důvodu nutnosti splnění emisní normy Stage III B traktor nemusí využívat močovinu. (28)

7.5.2 Další konstrukční prvky a výbava

Traktor má čtyřstupňovou převodovku s třístupňovým násobičem a elektrohydraulickou reverzací PowerShuttle, nabídne tak 24 rychlostí vpřed a 24 vzad. Na řadicí páce se nalézá tlačítko spojky PowerClutch. Dosahuje maximální rychlosti 40 km/h. (28)

Čerpadlo má průtok 50 litrů za minutu, vnější hydraulické vývody jsou u tohoto modelu 4+1 až 6+1, mechanické je ovládání sekcí vnější hydrauliky. Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu je 4500 kg. Hydraulicky ovládané mokré brzdy na všech kolech doplňují vzduchové 2+1 hadicové brzdy pro přívěs. (28) (27)

Kabiny zajišťují dostatek pohodlí a prostoru i pro sedačku spolujezdce. Výhled vylepšuje nejen nový tvar kapoty, ale také ventilační střešní okno a výřez ve tvaru střechy (toto obojí je výhodné pro obsluhu čelního nakladače), klimatizace je dodávána na přání, nová přístrojová deska má barevný displej, aby obsluha našla všechna podstatná data na jednom místě. (28)

7.5.3 Rozměry a hmotnosti

Traktor má bez závaží provozní hmotnost 4130-4550 kg, délku 4940 mm, šířku 2520 mm a výšku 2850 mm a rozvor náprav je 2442 mm. (28)

7.5.4 Použití pro čelní nakladač

Traktory značky Zetor splňují všechny podmínky pro použití čelního nakladače, navíc přímo ve výrobním závodě jsou kompatibilní čelní nakladače testovány, jedná se o výrobky ZETOR SYSTEM s řadami ZC, ZL a prémiovou řadou ZQ. Pro Zetor Proxima HS 100 je vhodný model ZL 36, ZL46 nebo ZQ 3 a ZQ 4. (27)

Tabulka 5: Parametry Zetor Proxima HS 100

	Zetor Proxima HS 100	hodnoty	jednotky
1	Výrobce motoru	Zetor	
2	Počet válců/ventilů	4/16	
3	Zdvihový objem	4156	cm ³
4	Maximální výkon	70,4/95,7	kW/hp
5	Maximální točivý moment	428,4	Nm
6	Počet otáček při maximálním výkonu	2200	ot/min
7	Objem palivové nádrže	190	l
8	Interval výměny oleje	500	Mth
9	Počet převodových stupňů vpřed/vzad	24/24	
10	Reverzace směru jízdy	ano	
11	Maximální pojezdová rychlost	40	km/h
12	Pohon všech kol	4WD	
13	Optimální poloměr otáčení	4,46	m
14	Maximální průtok hydraulického čerpadla	50	l/min
15	Maximální pracovní tlak	neuvádí	
16	Maximální zvedací síla na zadním zvedacím závěsu	4500	kg
17	Maximální zvedací síla na předním zvedacím závěsu	neuváděna	kg

18	Hluk v kabině	78	Db
19	Vlastní hmotnost	4130	kg
20	Maximální technicky přípustná hmotnost	6500	kg
21	Panoramatická střecha	Ano	
22	Výška	2850	mm
23	Šířka minimální	2520	mm
24	Cena	1100000	Kč

Zdroj 5: (26) (27) (28)

8 Ekonomicko-matematické porovnání

Tato kapitola si klade za cíl seřadit výše zmíněných pět variant traktoru dle vhodnosti pro užití čelního nakladače. V případě, že stroj nevyhovuje v některém z nezbytných parametrů, například požadavku na největší možnou výšku, je z porovnávání jednoduše vyřazen. Pro obecnost příkladu nebudou v tomto případě stanoveny konkrétní požadavky na rozměry traktoru a budou tedy zohledňována pouze kritéria žádoucí.

Všechny traktory mají stejnou maximální pojezdovou rychlost, disponují reverzací směru jízdy a panoramatickou střechou. Srovnávání těchto ukazatelů je v tomto případě i přes jejich vysokou důležitost irelevantní.

Porovnávanými parametry budou tedy:

- A. Cena
- B. Hluk v kabině
- C. Maximální povolená celková hmotnost
- D. Maximální točivý moment
- E. Maximální výkon
- F. Objem palivové nádrže
- G. Poloměr otáčení
- H. Výkon hydrauliky

Pro přehlednost bude v následujících Tabulkách 6, 7, 8 a 9 používáno označení jednotlivých kritérií písmeny dle tohoto výčtu.

8.1 Stanovení vah kritérií

Jelikož je Saatyho metoda považována za nejsostifikovanější přístup ke stanovení vah kritérií jedním expertem, bude zvolena právě ona. Metoda párově porovnává kritéria. Pomocí devítibodové stupnice zohledňuje velikosti preferencí. Ty uděluje do řádku preferovanému kritériu. Zrcadlově dle diagonály se doplňuje převrácená hodnota. Geometrický průměr řádků, tedy hodnoty b_i spočteme jako n -tou odmocninu součinu všech bodů jednotlivého parametru. Hodnota n je počtem kritérií. V tomto případě tedy 8. Samotnou váhu kritéria vypočítáme potom jako hodnotu b_i daného kritéria, vydělenou sumou všech hodnot b_i . Součet všech vah kritérií by měl být roven jedné, jak je tomu i v Tabulce 6, kde byly stanoveny preference, spočítán geometrický průměr řádků a z něj stanoveny váhy kritérií. (29)

Tabulka 6: Saatyho metoda - párová porovnání

Parametr	A	B	C	D	E	F	G	H	b_i	v_i
A	1	8	4	5	6	9	2	2	3,69	0,31
B	0,125	1	0,2	0,25	0,333	2	0,143	0,143	0,31	0,03
C	0,25	5	1	2	3	6	0,333	0,333	1,22	0,10
D	0,2	4	0,5	1	2	5	0,25	0,25	0,84	0,07
E	0,167	3	0,333	0,5	1	4	0,2	0,2	0,58	0,05
F	0,111	0,5	0,167	0,2	0,25	1	0,125	0,125	0,23	0,02
G	0,5	7	3	4	5	8	1	1	2,53	0,21
H	0,5	7	3	4	5	8	1	1	2,53	0,21
								Σ	11,94	1

Zdroj 6: (29)

8.2 Stanovení pořadí podle vhodnosti

Pro stanovení optimální varianty byla vybrána metoda PATTERN. Ta využívá váhy kritérií získané z předchozích výpočtů a převede hodnoty všech kritérií do jednotné bodovací stupnice. Nejprve je třeba sestavit výchozí tabulku porovnávaných hodnot, ve které se rozhodne mezi jejich minimalizační a maximalizační povahou (viz Tabulka 7). Z té se spočítají hodnoty opravného koeficientu. Nejlepší variantě se udělí koeficient 1. Zbylé jsou dopočteny jako podíl hodnoty kritéria a nejlepší varianty vždy tak, aby byl koeficient větší než jedna (viz Tabulka 8). Vynásobením opravného koeficientu s váhou kritéria vyjde hodnota srovnávacího ukazatele (viz Tabulka 9). Sečtením srovnávacích ukazatelů za všechna kritéria se získá výsledný srovnávací ukazatel, díky němuž lze sestavit pořadí. Čím nižší je ukazatel, tím je traktor vhodnější. (30)

Tabulka 7: Výchozí parametry pro porovnání

Parametr	Jednotka	Case Farmall 100C	Claas Arion 420	John Deere 5100M	New Holland T5.95	Zetor Proxima HS 100	Povaha	Váha
A	tis. Kč	1300	1400	1400	1200	1100	min	0,31
B	Db	72	77	77	76	78	min	0,03
C	Kg	6500	8500	7500	6500	6500	max	0,10
D	Nm	450	435	418	407	428,4	max	0,07
E	kW	74	75	74	73	70,4	max	0,05
F	l	160	140	198	160	190	max	0,02
G	m	4,33	4,45	4,30	3,9	4,46	min	0,21
H	l/min	64	60	70	64	50	max	0,21

Zdroj 7: (16) (19) (21) (25) (28)

Tabulka 8: Hodnoty opravného koeficientu

Kritérium	Case Farmall 100C	Claas Arion 420	John Deere 5100M	New Holland T5.95	Zetor Proxima HS 100
A	1,182	1,273	1,273	1,091	1
B	1	1,069	1,069	1,056	1,083
C	1,308	1	1,133	1,308	1,308
D	1	1,034	1,077	1,106	1,05
E	1,014	1	1,014	1,027	1,065
F	1,238	1,414	1	1,238	1,042
G	1,11	1,141	1,103	1	1,144
H	1,094	1,167	1	1,094	1,4

Zdroj 8: vlastní práce

Tabulka 9: Hodnoty srovnávacího ukazatele

Kritérium	Case Farmall 100C	Claas Arion 420	John Deere 5100M	New Holland T5.95	Zetor Proxima HS 100
A	0,366	0,395	0,395	0,338	0,310
B	0,030	0,032	0,032	0,032	0,032
C	0,131	0,100	0,113	0,131	0,131
D	0,070	0,072	0,075	0,077	0,074
E	0,051	0,050	0,051	0,051	0,053
F	0,025	0,028	0,020	0,025	0,021
G	0,233	0,240	0,232	0,210	0,240
H	0,230	0,245	0,210	0,230	0,294
Suma	1,136	1,162	1,128	1,094	1,155
Pořadí	3.	5.	2.	1.	4.

Zdroj 9: vlastní práce

9 Zhodnocení výsledků

Z výsledných hodnot srovnávacích ukazatelů vyplývá pořadí traktorů podle vhodnosti pro užívání čelního traktorového nakladače.

Výsledné pořadí:

- 1 New Holland T5.95
- 2 John Deere 5100M
- 3 Case Farmall 100C
- 4 Zetor Proxima HS 100
- 5 Claas Arion 420

Na prvním místě se umístil traktor New Holland T5.95 díky perfektnímu poloměru otáčení dosaženému za pomoci svého patentu SuperSteer™. Nespornou výhodou je i jeho nižší cena a vysoký výkon hydraulického čerpadla. Velmi dobré hodnoty mají i jeho ostatní ukazatele. Jeho jedinou slabinou je v porovnání s ostatními traktory nízký maximální točivý moment.

Jako druhý se umístil traktor John Deere 5100M. Dopomohl mu k tomu především vysoký výkon hydraulického čerpadla. Ostatní ukazatele má také velmi dobré. Nebýt vysoké ceny, byl by v tomto porovnání jasným favoritem.

Třetí místo obsadil traktor Case Farmall 100C. Mezi jeho výhody patří vysoký maximální točivý moment a výkon hydraulického čerpadla. Má také nesrovnatelně lepší odhlučnění kabiny než ostatní traktory a rovněž ostatní parametry jsou dobré.

Český traktor Zetor Proxima HS 100 nabízený za velmi příznivou cenu obsadil v silné konkurenci čtvrté místo. Disponuje velkou palivovou nádrží, avšak v ostatních ukazatelích je podprůměrný.

Páté místo zbylo na traktor Claas Arion 420. Vedle vysoké ceny má však i vysoký výkon, solidní točivý moment a možnost velkého dotížení, což by z něj pro případ využití na těžší práci tvořilo zajímavější variantu.

Je třeba zmínit, že toto hodnocení není zcela objektivní a s ohledem na svůj rozsah neuvažuje všechny aspekty. Některé jsou také obtížně porovnatelné, jako například úroveň servisně-opravní sítě. Porovnání je provedeno pouze pro fiktivní situaci, tudíž by pořadí pro jiné pracovní využití mohlo vypadat úplně jinak.

10 Závěr a doporučení

Práci v zemědělství značně usnadňují stroje jako nakladače a manipulátory. Pořízení specializovaného stroje pro celkově menší objem zdvihaného materiálu může být neekonomické. Častým řešením je proto vybavení traktoru čelním nakladačem. Traktor pro takovouto úpravu je nutno zvolit správně. Autor proto touto prací vytváří obecný návod na postup při takovémto výběru a vzorově porovnává zástupce traktorů s výkonem do 80 kW z hlediska vhodnosti pro práci s čelním nakladačem, čímž plní zadaný cíl.

V první části textu je zpracována nejen historie traktorů, ale také shrnuto základní penzum informací o konstrukci traktorů a o čelních nakladačích. To poté slouží jako východisko k výběru důležitých parametrů porovnávání. Další kapitoly sumarizují faktory ovlivňující výběr vhodného traktoru. Pro jednoznačnost výběru kritérií a jejich vah byla stanovena modelová situace, z níž celé hodnocení vychází. Z takto nadefinovaných předpokladů je následně navoleno pět značek a u nich vždy jeden konkrétní model traktoru v určité výbavě. Traktory Case Farmall 100C, Claas Arion 420, John Deere 5100M, New Holland T5.95 a Zetor Proxima HS 100 byly popsány a posouzeny z mnoha hledisek a následně hodnoceny podle ceny, hluku v kabině, maximální povolené celkové hmotnosti, maximálního točivého momentu, maximálního výkonu, objemu palivové nádrže, poloměru otáčení a výkonu hydrauliky. Jiná měřítká pro srovnání splňovaly všechny traktory, nebo se v dané modelové situaci nejevila tak důležitá. Saatyho metodou a metodou PATTERN bylo stanoveno pořadí podle vhodnosti pro čelní nakladač. Následně byly výsledky slovně zhodnoceny. Za zvolené situace a nastavených preferencích vychází jako optimální varianta traktor New Holland T5.95 především díky jeho malému poloměru otáčení a příznivé ceně.

Protože pořízení traktoru je dlouhodobou finančně náročnou investicí, je nutné výběr pečlivě promyslet nejen z technického úhlu pohledu, ale i posoudit jeho dopady na ekonomiku podniku. Případná špatná volba se totiž negativně projeví nejen v efektivitě práce, ale i v častějších opravách a náročnější údržbě, což má za následek zvýšení provozních nákladů. Tato práce proto nabízí podrobný návod postupu při výběru traktoru za účelem jeho využívání s čelním nakladačem.

Saatyho metoda vycházející ze stanovení preferencí má vždy do jisté míry subjektivní výsledky. Cílem autora této práce bylo na základě studia literatury, četných konzultací s odborníky a v neposlední řadě na základě vlastní zkušenosti s prací s traktorem s čelním nakladačem dosáhnout co největší objektivitu v párovém porovnání. V hodnotících tabulkách dostala

nejvyšší váhu pořizovací cena, protože finanční zdraví podniku by mělo být konečným cílem každého podnikatele. Zároveň ale cena nemůže být jediným kritériem, protože při nesprávném zohlednění ostatních požadavků a parametrů vzniká nebezpečí rizik popsanych v předchozím odstavci. Pozitivním zjištěním této práce je skutečnost, že vysoce konkurenční trh se zemědělskými stroji nabízí širokou škálu kvalitních traktorů.

Navázat na tuto práci by mohla samostatná analýza čelních nakladačů a jejich příslušenství.

Závěrečné doporučení postupu aplikovatelného v praxi při výběru traktoru vhodného pro práci s čelním nakladačem lze shrnout v těchto bodech:

1. Uvědomění si důvodu nákupu nového stroje a jeho ekonomického přínosu
2. Definice práce a pracovního prostředí
3. Rámcové stanovení požadavků na jeho parametry
4. Výběr typu a výkonové třídy traktoru
5. Orientace v nabídce na trhu v závislosti na poloze podniku
6. Posouzení značek na základě ceny stroje a náhradních dílů, spolehlivosti, úrovně servisu, a rychlosti oprav
7. Studium materiálů několika konkrétních značek
8. Předvolba modelu a stupně výbavy dle nadefinovaných podmínek
9. Kontrola plnění požadavků
10. Zohlednění rozměrů
11. Oslovení prodejců
12. Analýza konfigurací včetně ceny multikriteriálním hodnocením variant
13. Vyhodnocení analýzy
14. Přihlídnutí ke specifickým požadavkům
15. Závěrečné rozhodnutí

Seznam použitých zdrojů

1. **Neuman&Gobel.** *1000 traktorů.* Praha : Euromédia Group, 2006. ISBN 80-242-1601-9.
2. **Stehno, Luboš.** *Historie traktorů.* Praha : Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-35-9.
3. **Bauer, František.** *Traktory a jejich využití.* Praha : Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
4. **Kumhála, František.** *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu.* Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
5. **Radoslav Kolomý.** *Stavební technika.* [Online] 26. Listopad 2020. [Citace: 2. Květen 2021.] <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/prvni-lopatove-nakladace-v-ceskoslovensku-byly-z-angle-nasledovaly-prehazovaci-modely-na-stalincich>.
6. **Fordson.** Fordson. *Wikipedia.* [Online] [Citace: 4. Květen 2021.] <https://en.wikipedia.org/wiki/Fordson>.
7. **Alo.** Alo.se. [Online] [Citace: 2. Květen 2021.] <https://www.alo.se/our-company/history/>.
8. **Traclift.** O nás. *Traclift.cz.* [Online] [Citace: 2. Květen 2021.] <http://traclift.cz/o-nas>.
9. —. Čelní nakladače. *Traclift.cz.* [Online] [Citace: 2. Květen 2021.] <http://traclift.cz/celni-nakladace>.
10. **Mikulič, Miroslav.** Mechanizaceweb. [Online] 12. Únor 2009. [Citace: 2. Květen 2021.] <https://www.mechanizaceweb.cz/celni-traktorove-nakladace/>.
11. **Beneš, Petr.** Mechanizaceweb. [Online] 17. Leden 2020. [Citace: 2. Květen 2021.] <https://www.mechanizaceweb.cz/usnadneni-prace-s-traktorovym-nakladacem/>.
12. **Traclift.** Pracovní nářadí. *Traclift.cz.* [Online] [Citace: 2. Květen 2021.] <http://traclift.cz/pracovni-naradi>.
13. **Agrics.** Nový Farmall C Heavy Duty (4s). *firemní prospekt.*
14. **Case.** Farmall 90-120 C emisní norma stage V. *firemní prospekt (7s).*
15. **Case, IH.** Farmall C EP Power pack. *firemní prospekt (56s).*
16. **Agrics.** Farmall 100C HI-LO HD Balíček Selection. *konfigurace (3s).*

17. **Vobosystém.** Traktory Case IH. *Vobosystém*. [Online] 2021. [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.vobosystem.cz/case-ih-traktory>.
18. **Agrisystem.** Traktory Case IH. *Agrisystém*. [Online] 2021. [Citace: 4. Květen 2021.] <http://www.agrisystem.cz/traktory-case-ih>.
19. **Agrall.** Traktory Claas Arion. *firemní prospekt (65s)*.
20. **Agroservisjas.** Traktory. *Agroservisjas*. [Online] [Citace: 4. Květen 2021.] <http://www.agroservisjas.cz/produkty/traktory/>.
21. **John, Deere.** Řada 5M. *firemní prospekt (24s)*.
22. —. Traktory. *Deere*. [Online] [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.deere.cz/cs/traktory/>.
23. **Agrotec.** New Holland traktory T5 Utility. *firemní prospekt (20s)*.
24. —. Traktory. *agrotec*. [Online] [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.eagrotec.cz/produkty/traktory>.
25. —. New Holland T5.95 Dual Command Heavy Duty. *konfigurace (1s)*.
26. **Zetor.** Produkty. *Zetor*. [Online] 2021. [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.zetor.cz/produkty>.
27. —. Traktory Zetor. *firemní prospekt (16s)*.
28. —. Zetor Proxima. *Zetor*. [Online] [Citace: 4. Květen 2021.] <https://www.zetor.cz/file/zetor-proxima-2020.pdf>.
29. **Helena Brožová, Milan Houška, Tomáš Šubrt.** *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2006. iSBN 978-80-213-1019-3.
30. **Miroslav Kavka, Miroslav Mimra.** *Řízení a organizace výrobních procesů*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta, 2021. Interní učební text.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry Case Farmall 100 C.....	19
Tabulka 2: Parametry Claas Arion 420	21
Tabulka 3: Parametry John Deere 5100M.....	24
Tabulka 4: Parametry New Holland T5.95.....	26
Tabulka 5: Parametry Zetor Proxima HS 100	28
Tabulka 6: Saatyho metoda - párová porovnání.....	30
Tabulka 7: Výchozí parametry pro porovnání.....	31
Tabulka 8: Hodnoty opravného koeficientu	31
Tabulka 9: Hodnoty srovnávacího ukazatele.....	32