

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra zemědělských strojů**



**Bakalářská práce**

**Porovnání konstrukcí a technických parametrů  
teleskopických manipulátorů**

**Marek Schönbauer**

© 2021 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Schönbauer

Zemědělské inženýrství

Zemědělská technika

Název práce

**Porovnání konstrukcí a technických parametrů teleskopických manipulátorů**

Název anglicky

**Comparison of construction and technical parameters of telescopic manipulators**

---

### Cíle práce

Cílem práce je výběr teleskopických manipulátorů a porovnání jejich parametrů.

### Metodika

Student vybere teleskopické manipulátory od různých výrobců podle podobných výkonových hodnot a porovná jejich konstrukční řešení a parametry. Posoudí je z hlediska provozu i údržby. Na závěr vyhodnotí vybrané stroje.

---

## Doporučený rozsah práce

35 až 40 stran textu včetně tabulek a obrázků

## Klíčová slova

manipulátor, nakladač, parametr

---

## Doporučené zdroje informací

HŮLA, P. – TALÁCKO, J. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ELEKTROTECHNIKY A AUTOMATIZACE. *Rozbor struktur manipulátorů a robotů pro realizaci manipulačních operací v zemědělské výrobě*. 2005.

KOPÁČEK, J. *Tekutinné mechanismy : současný stav a perspektivy*. OSTRAVA: TANGER, 1999.

*Roboty a manipulátory*. POKORNÝ, K. – KOLEKTIV..

ROH, J. – VYSOKÁ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Tekutinné mechanismy*. V Praze: Vysoká škola zemědělská, 1994. ISBN 80-213-0172-4.

*Stavební technika : stroje, manipulační technika, nářadí, nástroje, lešení, bednění*. Hradec Králové: Vega, 2002. ISSN 1214-6188.

ŠKRÉTA, K. – VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE. *Bezpečnost práce ve stavebnictví-CD ROM : správná praxe pro malé a střední podniky 14*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2008.

VANĚK, A. *Přehled světové techniky : stroje pro stavebnictví (BAUMA 2001)*. Praha: D-tisk, 2001. ISBN Kč 188,00.

Webové stránky výrobců a prodejců teleskopických manipulátorů, včetně výrobců jednotlivých komponent a pracovního zařízení.

---

## Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

## Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Heřmánek, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2020

**prof. Dr. Ing. František Kumhála**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 26. 11. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Porovnání konstrukcí a technických parametrů teleskopických manipulátorů vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Českých Budějovicích dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval panu doc. Ing. Petru Heřmánkovi, Ph.D., pod jehož vedením byla práce sepsána. Oceňuji především odborné poznámky a cenné připomínky při tvoření obsahové i formální stránky práce. Dále bych rád vyjádřil poděkování všem obchodním zástupcům zvolených značek za ochotné odpovědi na emailové dotazy ke konkrétním strojům.

# Porovnání konstrukcí a technických parametrů teleskopických manipulátorů

**Abstrakt:** Bakalářská práce si klade za cíl v první části rozebrat konstrukci teleskopických manipulátorů a zaměřit se na odchylky jednotlivých výrobců. Ve druhé části jsou porovnány stroje mezi sebou podle tabulkových hodnot přímo od výrobců včetně údržby. Při porovnání může dojít k určitým nezáměrným preferencím autorem práce. Ke srovnání budou zvoleny manipulátory o podobném výkonu motoru mezi 97 a 126 kW.

**Klíčová slova:** manipulátor, nakladač, parametr

## Comparing design and technical specifications of telehandlers

**Summary:** The first part of this bachelor thesis is going to focus on design and difference between each other. There is a table value comparsion (including maintenance) of selected telehandlers in the second part. Some of the solutions can be accidentally preffered by the author. There will be chosen telehandlers with similar engine power from 97 to 126 kW for the comparsion.

**Key words:** telehandler, loader, specification

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce .....	2
3	Metodika práce.....	3
4	Obecná konstrukce zvolených manipulátorů a jejich vlastnosti .....	4
4.1	Konstrukce .....	4
4.1.1	Motor.....	4
4.1.2	Pohon pojezdu stroje.....	6
4.1.3	Hydraulické systémy.....	9
4.1.4	Rám, nápravy a řízení .....	9
4.1.5	Pneumatiky.....	11
4.1.6	Teleskopické rameno .....	13
4.1.7	Kabina .....	15
4.1.8	Bezpečnost provozu .....	16
4.2	Využití manipulátorů .....	17
5	Zvolené modely.....	19
5.1	Bobcat TL43.80HF AGRI .....	20
5.2	Claas Scorpion 746 .....	21
5.3	Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2 .....	23
5.4	Fendt Cargo T955 .....	24
5.5	JCB 542-70 .....	26
5.6	Manitou MLT 1040 137 .....	27

5.7	Merlo 40.9 T-CS .....	29
6	Porovnání a popis rozdílů mezi stroji.....	31
6.1	Způsob a klíčové údaje pro porovnání.....	31
6.2	Vlastní porovnání.....	31
6.2.1	Porovnání podle druhu práce .....	31
6.2.2	Multikriteriální porovnání.....	34
6.3	Vyhodnocení výsledků .....	36
7	Závěr a shrnutí práce .....	38
8	Literatura a zdroje .....	39
	Seznam obrázků.....	42
	Seznam tabulek.....	44
	Seznam použitých zkratk .....	45
	Přílohy.....	46



# 1 Úvod

V této práci bude jako teleskopický manipulátor nazýván pracovní stroj se čtyřmi stejnými koly, teleskopickým ramenem a kabinou pro obsluhu. Na konci ramene se nachází rám, na který lze připojit příslušenství jako jsou lopata, vidle na balíky, paletizační vidle atd. Tyto stroje našly využití v oboru zemědělství, stavitelství a jiných oborech, kde se často manipuluje s větším množstvím těžkých břemen a sypkých materiálů. Teleskopické manipulátory zaznamenaly největší rozšíření zhruba za posledních 11 let (k roku 2021), stalo se tak především kvůli větším nárokům na univerzálnost využití stroje a zvýšení efektivity během sezónních prací.

Manipulátor lze provozovat jako traktor s platným řidičským oprávněním kategorie T (stroj má žlutou RZ) nebo jako pracovní stroj v kombinaci s průkazem strojníka (stroj nemá RZ). Závěs na přívěs lze využívat u obou způsobů přihlášení, jedinou podmínkou je jeho zapsání ve velkém technickém průkazu se všemi náležitostmi, například maximální hmotnost brzděného či nebrzděného taženého přívěsu. Pokud má stroj možnost připojení vzduchem brzděného přívěsu, musí to být ve velkém technickém průkazu rovněž zapsáno.

Na trhu se vykytuje mnoho značek a různých modelů teleskopických manipulátorů. Každý stroj nabízí jiné benefity a vhodné předpoklady pro určitý druh práce. Jakou souhrn a přehled, případně pomoc s výběrem stroje, by měla sloužit tato práce, jež popisuje konstrukci teleskopických manipulátorů a klade si za cíl porovnat jejich konstrukci, parametry a možnosti servisu. Při dodržení dané metodiky porovnání by mělo být docíleno usnadnění rozhodování a potenciální zájemce o koupi stroje, by získal manipulátor odpovídající nejpřesněji jeho požadavkům.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je porovnání sedmi teleskopických manipulátorů značek Bobcat, Claas, Dieci, Fendt, JCB, Manitou a Merlo s podobnými výkonovými hodnotami. Dílčím cílem je popis konstrukce stroje a princip činnosti v běžném provozu. Hlavním cílem práce je vyhodnocení nejvhodnějšího stroje pro konkrétní typ práce dle tabulkových hodnot a dílčích kritérií, do kterých spadá úroveň možné výbavy, konstrukční řešení či dostupný autorizovaný servis.

### 3 Metodika práce

K porovnání budou vybrány stroje značek uvedených v kapitole 2 Cíl práce. Každá značka bude mít jednoho zástupce, který co nejvíce odpovídá předem zvoleným kritériím. Výkon motoru musí být přibližně 110 kW, nosnost ramene je vyžadována alespoň 4000 kg v zataženém stavu ramene, výška zdvihu nesmí být nižší než 7 metrů od terénu a vodorovný dosah vysunutím ramene menší než 3 metry. Rovněž musí jít pouze o pojízdné manipulátory, nikoliv o stroje pro statickou práci s využitím podpěr, kdy je pracovní okruh značně limitován a stroj by nevyhověl kritériím výběru.

Předmětem hodnocení budou především parametry jako jsou výkon motoru, hmotnost, maximální nosnost ramene, výška zdvihu a poloměr otáčení. Bude na ně kladen nejvyšší důraz, v případě že stroj bude vyhovovat a bude daný požadavek převyšovat, v hodnocení to bude zohledněno. Pozornost bude rovněž věnována pojezdové rychlosti, kterou ocení obsluha při přesunech po silnici. Zde se také uplatní lepší poměr výkon/hmotnost pro tahání přívěsu, je-li na to manipulátor připravený a splňuje všechny legislativní náležitosti. Všechny manipulátory by měly disponovat plynulou změnou pojezdové rychlosti, pokud nikoliv, bude to zmíněno v hodnocení.

Na konci práce pak dojde k vyhodnocení nejvhodnějších strojů pro každý druh práce a také bude vybrán obecně nejlepší stroj na základě multikriteriálního hodnocení. Cena zde řešena nebude, jelikož se odvíjí podle příplatkové výbavy a slev od místního prodejce pro podniky s častějšími nákupy.

## 4 Obecná konstrukce zvolených manipulátorů a jejich vlastnosti

### 4.1 Konstrukce

V této kapitole bude popsán obecný princip konstrukce teleskopického manipulátoru od motoru až po kabinu obsluhy. Všechny sedm vybraných zástupců pro porovnání se shoduje v co nejvíce parametrech a dílčí rozdíly budou popsány a vyhodnoceny u každého stroje zvlášť.

#### 4.1.1 Motor

Všechny zvolené stroje mají jako pohonnou jednotku čtyřválcový vznětový motor s přímým vstřikováním Common-Rail. Princip systému je poměrně jednoduchý, je ale nutné dbát na využívání pouze kvalitní nafty pro správnou funkčnost. Ve zkratce se jedná o soustavu vysokotlakého čerpadla, které tlakuje naftu v přibližném rozmezí 10 až 200 MPa do zásobníku. Odtud nafta putuje do elektricky ovládaných vstřikovačů, které díky vysokému tlaku rozpráší naftu do válců. Tím je docíleno efektivnějšího spalování nafty. Za nevýhodu můžeme považovat mírnou prodlevu při požadavku plného výkonu v krátkém čase, jelikož čerpadlo musí soustavu naplnit maximálním tlakem. Navzdory všem snahám se efektivita vznětového motoru v nejlepší případě blíží pouze 50 % a zbytek energie z paliva odchází ve formě tepla a výfukových plynů.

Na obrázku je znázorněno vysokotlaké čerpadlo napojené na zásobník a lištu, odkud se nafta dostává do jednotlivých vstřikovačů.

*Obrázek 1: Systém common-rail*



Zdroj: [blog.sevendiesel.it](http://blog.sevendiesel.it) [16]

Důležité je také zmínit emisní normy Tier 4 Interim a Final. Většina podniků tento parametr řešit nebude, jde jim především o funkčnost a spolehlivost stroje, ale někdy také může rozhodovat, který stroj bude preferován. Tier 4 je norma vydaná společností EPA zaměřující se na stroje a vozidla, která nejsou primárně určena pro provoz po pozemních komunikacích čili na pracovní stroje. Tier 4 Interim vešla v platnost roku 2011 a úroveň Final v roce 2015. Posuzováno je, jak motor pracuje a minimalizuje své výfukové emise pomocí EGR ventilu, filtru pevných částic DPF a systému SCR. [1]

SCR – selektivní katalytická redukce je systém používaný k redukci produkce oxidů dusíku. K poklesu těchto oxidů dochází při snížení teploty spalovacího procesu nafty, čímž zároveň stoupá produkce pevných částic. V návaznosti na tento rozpor při snižování emisí se využívá kombinace systémů DPF a SCR. [2]

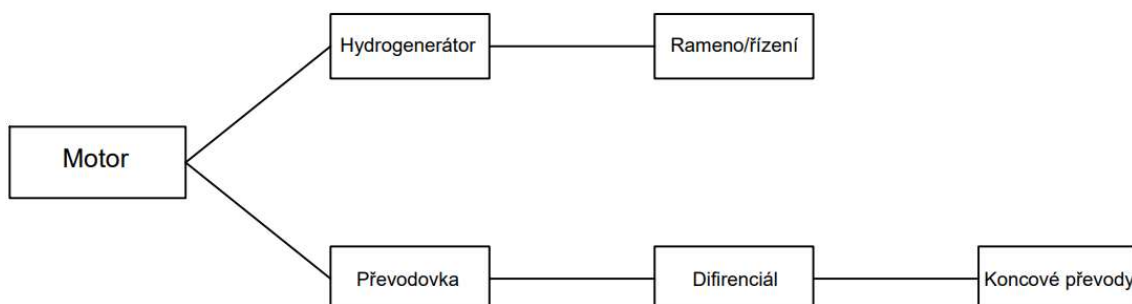
Obrázek 2: Přehled emisních norem pro Evropu a USA podle výkonu motoru v závislosti na roku výroby.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
		<b>Emission Limits in g/kWh</b>										
<b>EU</b>	19kW≤P<37kW	STAGE IIIA HC + NO <sub>x</sub> = 7,5 PT = 0,6										
	37kW≤P<56kW	STAGE IIIA HC + NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,4					STAGE IIIB HC + NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,025					
	56kW≤P<75kW	STAGE IIIA HC + NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,3					STAGE IIIB NO <sub>x</sub> = 3,3 PT = 0,025		Oct. 2014	STAGE IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,025		
	75kW≤P<130kW	STAGE IIIA HC + NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,2					STAGE IIIB NO <sub>x</sub> = 2,0 PT = 0,025			STAGE IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,025		
	130kW≤P<560kW	STAGE IIIA HC + NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,2					STAGE IIIB NO <sub>x</sub> = 2,0 PT = 0,025		STAGE IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,025			
<b>US</b>	< 8kW	TIER IV NO <sub>x</sub> = - NMHC+NO <sub>x</sub> = 7,5 PT = 0,4										
	8kW≤P<19kW	TIER IV NO <sub>x</sub> = - NMHC+NO <sub>x</sub> = 7,5 PT = 0,4										
	19kW≤P<37kW	TIER IV Interim NMHC+NO <sub>x</sub> = 7,5 PT = 0,3					TIER IV NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,03					
	37kW ≤P< 75kW	37kW≤P<56kW	TIER IV Interim NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,3					TIER IV NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,03				
		56kW≤P<75kW	TIER III NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,4				TIER IV Interim NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,7 PT = 0,02		Transition year	TIER IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,02		
		75kW≤P<130kW	TIER III NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,3				TIER IV Interim NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,02		Transition year	TIER IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,02		
		130kW≤P<560kW	TIER III NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,2				TIER IV Interim NMHC+NO <sub>x</sub> = 4,0 PT = 0,02		TIER IV NO <sub>x</sub> = 0,4 PT = 0,02			

Zdroj: boschrexroth.com [17]

## 4.1.2 Pohon pojezdu stroje

Obrázek 3: Schéma pohonu vybraných manipulátorů



Na výběr je mezi převodovkou s klasickým mechanickým přenosem výkonu a jednotlivými převodovými stupni, nebo lze zvolit převodovku s plynulou změnou rychlosti. Rozdělení tří základních typů převodovek zobrazuje Tabulka 1, kdy se rozlišují převodovky s mechanickým, hydraulickým přenosem výkonu a kombinací obou těchto typů. Hydraulické se dělí ještě na hydrostatické a hydrodynamické.

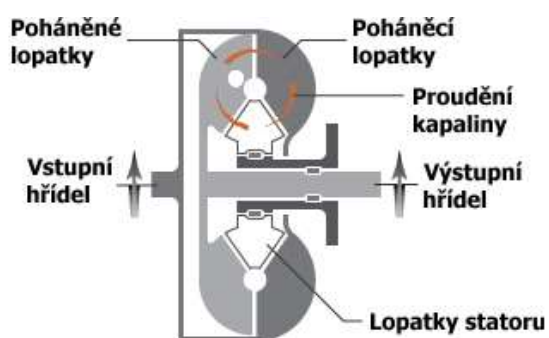
Tabulka 1: Základní rozdělení převodovek

Mechanické	-
Hydraulické	Hydrodynamické
	Hydrostatické
Kombinované	-

Mechanické převodovky jsou schopné řídit pod zatížením bez ztráty tahu stroje. Jedná se o levnější řešení, které se negativně podepisuje na komfortu obsluhy stroje, kdy je nutné používat spojkový pedál při citlivé manipulaci. Oproti tomu plynulé převodovky je možné ovládat pouze pedálem akcelérátoru. Stroj po jeho uvolnění dokonce zastaví, takže obsluha má daleko méně práce s ovládáním stroje a může se více soustředit na práci. Pro zjednodušení ovládání stroje se planetové mechanické převodovky využívají v kombinaci s hydrodynamickým měničem, kdy odpadá nutnost použití spojkového pedálu.

Hydrodynamický přenos výkonu se od hydrostatického liší využitím kinetické energie proudící kapaliny oproti tlakové. Uplatnění tento systém našel právě jako náhrada za klasickou třecí spojku nebo při opačném ději jako retardér pro pomoc při brzdění nákladních vozidel. Princip spočívá v proudění kapaliny a její narážení na lopatky druhého kola, které se udává do pohybu.

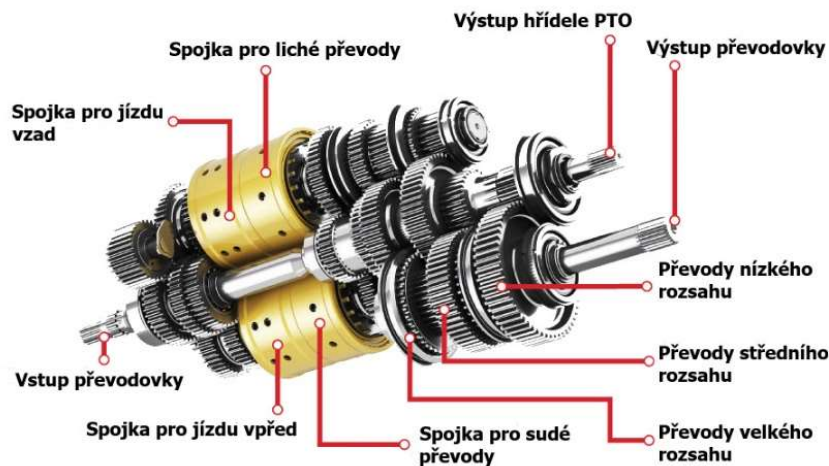
Obrázek 4: Hydrodynamický měnič



Zdroj: mathworks.com [18] (upraveno)

Mezi mechanické převodovky patří ještě převodovka typu powershift s klasickou třecí spojkou. Přenos výkon z pohonného agregátu probíhá soustavou kol zpravidla s šikmým ozubením pro snížení hluchnosti a zvýšení schopnosti přenosu točivého momentu. Jednotlivé zuby mají totiž větší styčnou plochu než u kol s ozubením přímým. V tomto případě se jedná o převodovku se všemi stupni s řazením pod zatížením. Jednotlivé stupně jsou řazeny spínáním lamelových spojek pro konkrétní soukolí.

Obrázek 5: Převodovka typu powershift

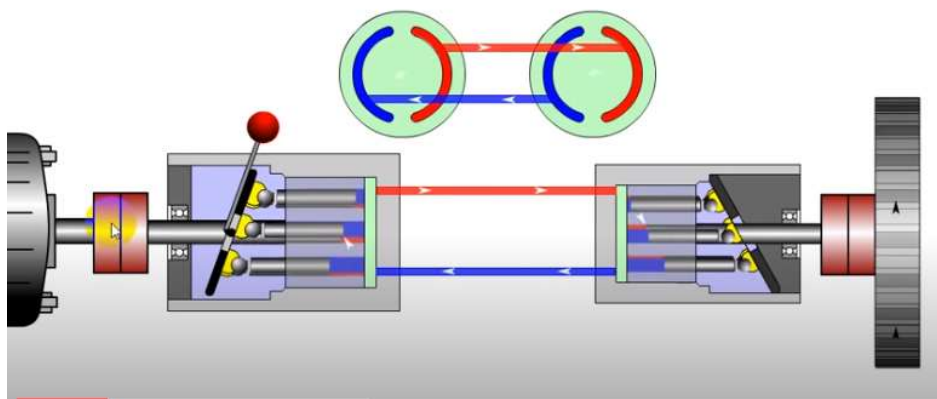


Zdroj: stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net [19] (upraveno)

Hydrostatické převodovky s plynulou změnou převodového poměru pracují na principu koloběhu kapaliny z hydrogenerátoru do hydromotoru, kde předávají svoji tlakovou energii a uvádí stroj do pohybu. Regulace průtoku probíhá naklápěním kola vodícími písty v hydrogenerátoru, viz Obrázek 6. Převodovka je schopna přenosu vysokých kroutících

momentů a plynulé změny směru jízdy, odpadá tím nutnost zařazení reverzační převodovky do pohonného ústrojí vozidla. Vozidlo je rovněž schopné plynulého rozjezdu a velmi nízkých pojezdových rychlostí při citlivé manipulaci a po uvolnění plynu dojde k zastavení vlivem přerušení průtoku kapaliny. Mezi výhody lze ještě připočít libovolné umístění pohonné jednotky (je nutné minimalizovat ztráty proudění v potrubí), možnost automatického ovládání a redukce potřebných součástí pohonu jako je spojka nebo převodové soukolí.

*Obrázek 6: Převodovka s plynou změnou rychlosti, hydrogenerátor vlevo, hydromotor vpravo*



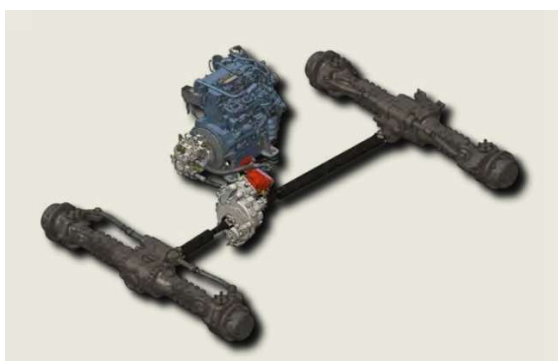
*Zdroj: youtube.com [20]*

V nábojích jednotlivých kol se jako poslední článek přenosu výkonu nachází koncové převody schopné přenosu vysokých kroutících momentů na samotné kolo a rovněž snižují otáčky, kdy výstupní hřídel převodovky generuje příliš mnoho otáček za minutu. Koncové převody jsou postaveny na principu jednoduché planetové převodovky.

Součástí pohonného ústrojí je předřadná převodovka s možností reverzace. U převodovek typu powershift dojde k rozpojení spojky pro jízdu vpřed a spojení spojky pro jízdu vzad. Stroj tak plynule změní směr jízdy. U hydrodynamického měniče je směr otáčení výstupní hřídele řízen úhlem natočení lopatek. Hydrostatická převodovka mění geometrický objem hydrogenerátoru nebo hydromotoru, záleží na konstrukci převodovky, tím se změní směr otáčení hřídele na opačný.



Obrázek 7: Pohon manipulátoru Bobcat s hydrostatickou převodovkou



Zdroj: bobcat.cz [4]

### 4.1.3 Hydraulické systémy

Hydraulická část stroje využívá soustavu ocelových hydraulických potrubí, hadic a zubových nebo pístových hydrogenerátorů pro distribuci hydraulického oleje pro potřebné funkce manipulátoru. První hydrogenerátor pohání hydromotor, jehož funkcí je chlazení provozních kapalin (pohon ventilátoru chladičů) a sání motoru. Druhý hydrogenerátor je určen pro řízení směru jízdy a přebytečný průtok oleje proudí do rozvaděče hydraulických pracovních funkcí stroje. Třetí hydrogenerátor (olej koluje přes odlehčovací ventil do zpátečky) se připojuje při potřebě vysokého tlaku a průtoku oleje vedením. Poslední dva neregulační hydrogenerátory mohou být nahrazeny jedním pístovým hydrogenerátorem umožňujícím regulaci. Rozdělením na více okruhů a hydrogenerátorů je docíleno nižší spotřeby pohonných hmot, kdy není nutný plný hydraulický výkon a snazšího startování motoru bez zbytečných rotačních odporů. V příloze práce lze zhlédnout schéma hydraulického vedení manipulátoru Dieci. [3]

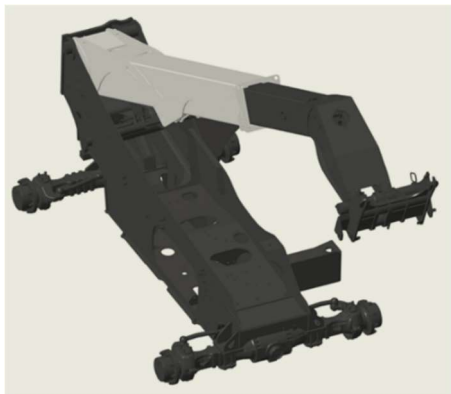
Proudění oleje do konkrétního okruhu probíhá přes elektromagnetický rozvaděč, který přijme signál z pohybu joysticku v kabině a otevře nebo zavře příslušný ventil. Ve starších strojích byly rozvaděče ovládány mechanicky přímo z páky v kabině. V současné době se takové ovládání vyskytuje u slabších traktorů, jinak už je všude elektromagnetické.

### 4.1.4 Rám, nápravy a řízení

Rám je nosný prvek celého stroje. Jedná se o uzavřenou, ocelovou a svařovanou konstrukci s důrazem na pevnost v podélné ose stroje. Teleskopické rameno je pro vysokou

příčnou stabilitu uchyceno přímo do rámu a koná otáčivý pohyb kolem osy v zadní části rámu. Toto umístění umožňuje vyšší nosnost a možnost instalace ramene s možností vysunutí. [4]

*Obrázek 8: Uzavřený svařovaný rám*



*Zdroj: bobcat.cz [4]*

Manipulátory mají všechna čtyři kola stejně velká a rovněž jsou všechna hnaná. Diferenciály mají vlastní uzávěrky proti prokluzu jednoho kola nebo jsou samosvorné. To si lze představit jako uzamykání kol jedné nápravy v určitém maximálním poměru otáček jednoho kola vůči druhému. [5]

Přední náprava bývá zpravidla pevná a zadní kyvná pro vyrovnávání terénních nerovností. Někteří výrobci nabízejí možnost systému pro nucené naklánění přední nápravy. Ta se konstrukcí podobná klasické kyvné, s tím rozdílem, že náklon je regulován hydraulickými pístnicemi a v případě příčného náklonu stroje lze stroj naklonit o několik stupňů proti svahu a tím odvrátit riziko převrácení. To hrozí nejčastěji při manipulaci s těžkými břemeny ve výškách.

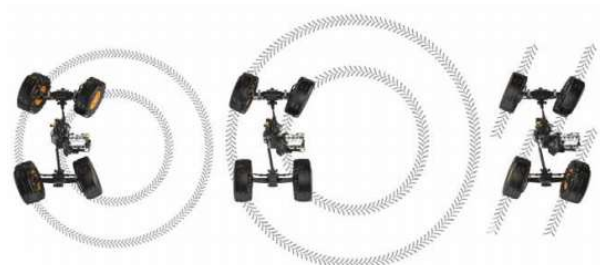
*Obrázek 9: Znázornění vyrovnávání náklonu v oficiální brožuře Claas Scorpion*



*Zdroj: special.claas.com [6]*

Hydraulickým posilovačem řízení probíhá natáčení přední i zadní nápravy, standardem je možnost přepnutí na zatáčení pouze přední nápravy (např. na silnici, aby řízení nebylo tak citlivé) nebo krabího chodu. Režimy se mění přepínačem v kabině v klidovém režimu stroje.

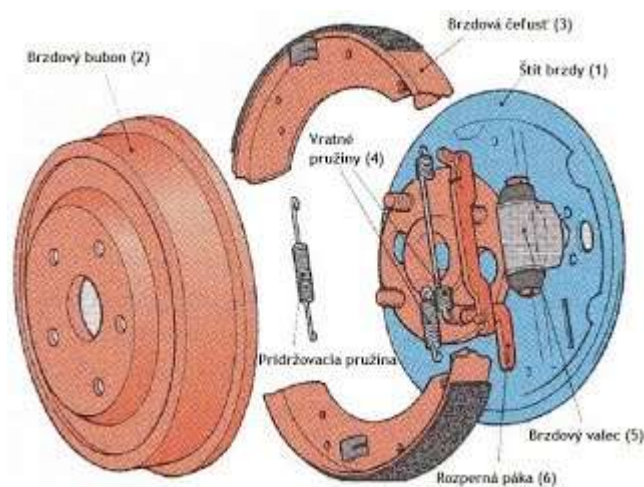
Obrázek 10: Pohled shora na režimy řízení



Zdroj: [shirokuma.blob.core.windows.net](http://shirokuma.blob.core.windows.net) [12]

Všechna kola jsou brzděna vzduchem ovládanými bubnovými brzdami. Základní konstrukce bubnových brzd se skládá ze samotného bubnu, brzdových čelistí, vratné pružiny, rozpěrné páky čelistí a štítu brzdy.

Obrázek 11: Schéma bubnové brzdy



Zdroj: [sites.google.com](http://sites.google.com) [21]

#### 4.1.5 Pneumatiky

Pneumatiky jsou důležitým článkem při přenosu výkonu motoru na zem a uvedení stroje do pohybu. Všechny manipulátory je možné obout na rozměr 460/70 R24, pouze Merlo má v nabídce ještě větší 500/70 R24 nebo 600/55 R26, druhý ze zmíněných rozměrů nabízí také Claas u typu 746. [6][7]

Rozměr pneumatiky je definován standardním označením ve formátu XXX/XX RXX, jako příklad označení výše zmíněné pneu 460/70 R24. První trojčíslí představuje šířku pneumatiky v milimetrech, číslo za lomítkem pak v procentech určuje výšku bočnice vzhledem k uvedené šířce. R24 je průměr ráfku v palcích, na který lze pneumatiku nazout.

Kupující se musí při nákupu rozhodnout rovněž o adekvátním vzorku pro nejčastější využití. Zemědělec sáhne nejčastěji po konvenčním vzorku se šípy pro lepší trakci na poli, kdežto pro stavebnictví a častou jízdu po zpevněném povrchu se hodí méně členitý vzorek, viz Obrázek 12.

*Obrázek 12: Pneumatika Nokian se silničním vzorkem*



*Zdroj: nokiantyres.com [22]*

U polních dezénů je tvar šípů speciálně navržen pro co nejvyšší trakci a minimalizaci prokluzu. Šípy musí být od sebe v určité vzdálenosti, standardně se počet párů na jedné pneu pohybuje v intervalu 20 až 22 šípů, při příliš hustém pokrytí by mezi šípy ulpívala půda a stroj by měl vyšší prokluz. Tvar je také orientován na vytlačování půdy do stran při prokluzu, opět jako redukce usazenin ve vzorku. Výška šípů nové pneumatiky se může pohybovat v rozmezí 5 až 7 cm, dle konkrétního výrobce a typu pneumatiky.

Konstrukce pneumatiky se rozděluje na dva hlavní směry, diagonální a radiální. Rozdíl je ve směru kordové tkaniny, dnes již z oceli, v případě radiální konstrukce jsou vlákna směřována kolmo ke směru otáčení. Pneumatika lépe tlumí rázy a v případě zatížení se nesnižuje výška jejího profilu, čímž stroj zanechává stále stejnou šířku stopy a plocha kontaktu s povrchem se prodlužuje v podélném směru. Diagonální pneumatika má vlákna pod úhlem 30 až 40 stupňů vůči směru pohybu a její vlastnosti jsou opačné oproti radiální. Její využití tedy není pro zemědělství úplně vhodné. [8]

#### 4.1.6 Teleskopické rameno

Rameno je v tomto případě umístěno v podélné ose stroje a koná otáčivý pohyb kolem čepu v zadní části stroje. Motor je totiž umístěn v pravé části stroje, v levé se nachází kabina obsluhy. Takto je docíleno největší stability při manipulaci. O zvedání ramene se stará hydraulický píst umístěný pod ním, hydraulický olej je do pístu přiveden hydraulickým potrubím napojeným na zubový hydrogenerátor. Na rameno jsou kladeny vysoké konstrukční a pevnostní nároky, aby mělo co nejnižší hmotnost a současně dostatečnou nosnost a tuhost. Z názvu stroje je patrné, že se jedná o rameno s možností prodloužení dosahu vysunutím jeho vnitřní části. Obsluha se musí při práci řídit podle tabulky od výrobce s udávanou maximální nosností v závislosti na délce vysunutí a výšce zvedání, viz ukázka Obrázek 13 níže.

*Obrázek 13: Ukazatel úrovně zatížení ramene*

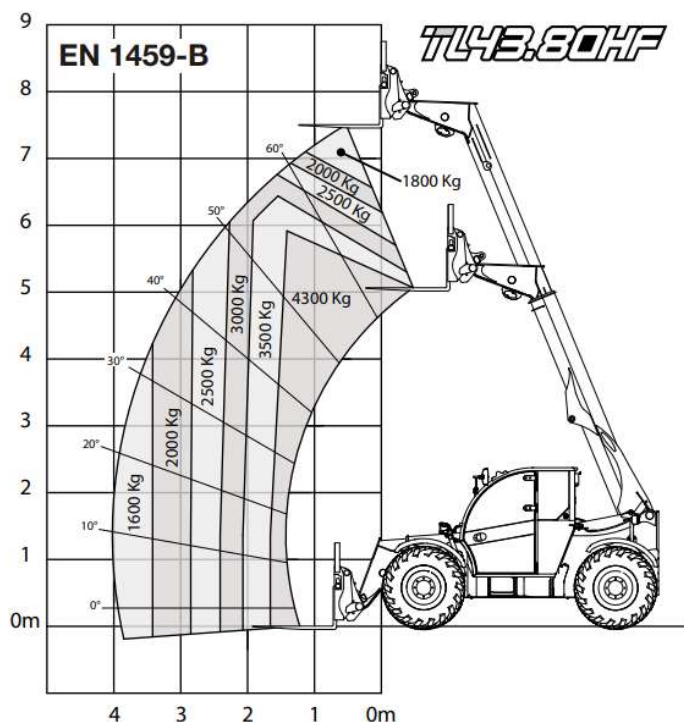


*Zdroj: tradearthmovers.com.au [23]*

Tabulka přípustného zatížení ukazuje maximální povolenou zátěž dle normy EN 1459-1. Norma definuje vlastnosti všech strojů s vlastním motorem určených ke zdvihání břemen, nikoliv osob. [9]

Na přiložené fotografii je znázorněn nakladač s minimálně a maximálně vysunutým ramenem. Pro každou polohu výsuvu, vzdálenost v metrech na vodorovné ose, je přiřazeno dovolené zatížení v závislosti na úhlu ramene a výšce zdvihu. Výška je znázorněna v metrech na svislé ose.

Obrázek 14: Graf zatížení



Zdroj: bobcat.cz [4]

Výsuv ramene zajišťuje také přímočarý hydromotor, ten je umístěn buďto uvnitř ramene a je skrytý, nebo jako v případě JCB je píst vně ramene. U větších manipulátorů lze narazit na provedení s více hydromotory a více články výsuvného ramene, tím je umožněn dosah do větších výšek. Na konci vnitřního ramene je čelo s ručně nebo hydraulicky ovládaným zajištěním připojeného adaptéru. Těch je na trhu celá řada, od těch nejzákladnějších jako jsou vidle nebo lopata až po hydraulicky ovládané.

Pro využití adaptérů vyžadující hydraulické ovládání (například víceúčelová lopata na Obrázku 18) je nutné, aby čelo ramene disponovalo možností připojení hydraulického vedení. Okruh je ovládán z kabiny přepínačem na joysticku. Některé manipulátory mohou být vybaveny také vývodovým hřídelem pro připojení aktivního adaptéru (například zametací kartáč na Obrázku 19).

#### 4.1.7 Kabina

Kabina primárně musí chránit obsluhu před nebezpečím pádu břemen nebo převrácení stroje. Tvar je tedy v první řadě určen bezpečnostním rámem, okna mohou mít nad sebou ještě mříž. Jak již bylo zmíněno, kabina se nachází na levé straně stroje nad nádrží pro pohonné hmoty a případně AdBlue. Výbava odpovídá dnešním standardům a příliš se neliší od ostatních strojů. Obsluha má k dispozici ukazatele rychlosti a otáček motoru a joystick na pravé straně pro ovládání ramene. Nakloněním páky dopředu nebo dozadu se ovládá zvedání ramene, pohybem do stran se mění uhel naklonění adaptéru. Na vrchu páky mohou být ještě přepínače pro vysouvání a zasouvání vnitřního ramene, ovládání činnosti hydraulického okruhu ramene pro aktivní adaptéry nebo i přepínač směru jízdy vpřed/vzad.

*Obrázek 15: Kabina stroje Claas Scorpion*



*Zdroj: special.claas.com [6]*

Podle druhu převodovky pak odpovídá i rozmístění pedálů. U mechanické se nachází klasická trojice spojka, brzda, plyn a v případě plynulé to pak může být pouze brzda a plyn. Některé stroje mají spojku i u plynulých převodovek, nejedná se však o spojkový pedál v pravém slova smyslu, ale po jeho vyšlápnutí dá senzor povel řídicí jednotce, aby nepřenášela výkon dál do převodovky. Využití této funkce spočívá například při stohování slámy nebo je-li třeba vysokých otáček hydrogenerátoru pro rychlejší pohyb ramene. K tomuto účelu se také nabízí funkce nastavení minimálních otáček motoru nad volnoběhem. Stejně se vyskytuje

možnost nastavit maximální rychlost pojezdu, to má největší přínos v těsných prostorách, kde by mohlo přílišným sešlápnutím plynu dojít k nehodě.

Sekundárním úkolem kabiny je poskytnutí ideálního pracovního prostředí pro obsluhu. Ke komfortním prvkům výbavy se řadí klimatizace, pneumaticky odpružená sedačka s možností nastavení výšky a samozřejmě rádio. Pro práci v noci jsou na kabině nebo rameni k dispozici pracovní světla s možností nastavení směru svícení. V závislosti na výbavě mohou být klasická halogenová nebo s technologií LED.

#### **4.1.8 Bezpečnost provozu**

Pro bezpečný provoz stroje a ochranu obsluhy disponují stroje kombinací elektronických a pasivních bezpečnostních prvků. Všechny vybrané manipulátory mají ve standardní výbavě kabinu opatřenou certifikátem ROPS a FOPS.

ROPS chrání obsluhu připoutanou na místě řidiče proti smáčknutí vlivem převrácení vozidla. Rám kabiny je systematicky testován bez oken a dveří na působení svislého, bočního a podélného zatížení. [10]

FOPS představuje odolnost kabiny proti padajícím předmětům. Pro úroveň I musí kabina odolat průniku kulatého tělesa o energii 1 360 J. Úroveň II definuje výdrž rámu kabiny vůči padajícímu tělesu tvaru válce o energii 11 600 J. [10]

Mezi elektronické ochranné prvky patří snímač přítomnosti obsluhy na sedadle řidiče a snímač umístěný v joysticku ovládání ramene. Dojde-li k opuštění stroje, aktivuje se automatická parkovací brzda a stroj není schopen pohybu do opětovného nasednutí obsluhy a zvolení směru jízdy. Není-li joystick řádně uchopen, řídicí jednotka nepošle pokyn hydraulickému rozvaděči a k pohybu ramene nebo pracovního nástroje nedojde. Tento systém předchází nechtěnému pohybu ramene a eliminuje možnost zranění osob pohybujících se v pracovním okruhu stroje.

Pokud dojde k přetížení stroje, další ovládání ramene bude odstaveno, dokud se zátěž nesníží na povolené maximum. Upozornění se projeví zobrazením kontrolky na displeji a hlasitým akustickým signálem. Ovládat je možné pouze pohyby stroje, které by nevedly k převrácení, zpravidla spuštění ramene dolů. Některé stroje mají v kabině ukazatel zatížení a obsluha přesně vidí, jak je stroj zatěžován, při kritické situaci je obsluha upozorněna také akustickým signálem. Zátěž ramene je měřena tenzometrickým snímačem zaznamenávajícím



deformaci materiálu, která je následně vyhodnocena řídí jednotkou a může být přepočtena na hmotnost.

K bezpečnosti provozu přispívá funkce odpružení ramene. Při jízdě s nákladem po nerovném terénu se rameno nepohybuje přesně podle rámu stroje, ale rázy od kol vyrovnává mírným přizvednutím nebo spuštěním nákladu. Pohyb ramene vůči terénu lze vyjádřit jako „plovoucí“.

*Obrázek 16: Tlumení rázů od kol na rameno*



*Zdroj: shirokuma.blob.core.windows.net [12]*

## **4.2 Využití manipulátorů**

Jak je patrné z názvu stroje, provoz se primárně zaměřuje na manipulaci a přemísťování břemen s velkou hmotností či rozměry. Uplatnění nachází nejčastěji v zemědělském sektoru a vzápětí i ve stavebnictví.

V zemědělství jsou nejčastějšími pracemi nakládání sypkých materiálů jako je zrna, krmivo nebo plnění secích strojů. Z těch zbylých je třeba jmenovat především živočišnou výrobu, přemísťování balíků nebo čištění stájí od mrvy a hnoje. Díky široké nabídce kompatibilních adaptérů je spektrum využití opravdu široké, nejsou výjimečné případy využití při čištění silnic od hlíny v mokrých obdobích nebo naopak v zimě jako odklízeč sněhu, zde už je práce na pomezí zemědělského a stavebního sektoru.

Ještě je třeba zmínit, že díky možnosti třibodového závěsu a vývodu kardanové hřídele, lze manipulátor využít i na polích pro lehčí práce nebo dopravu, pokud je možnost připojení vzduchového okruhu na brzdy přívěsu.

*Obrázek 17: Manipulátor Dieci při práci s hranolovitými balíky slámy.*



Stavebnictví naopak využívá možnosti stroje při terénních úpravách pozemků a rovněž při práci se sypkým materiálem typu písek, štěrk, zem nebo prosívka.

*Obrázek 18: Lopata na vybírání siláže, víceúčelová lopata a vidle na rozhrnování siláže*



*Obrázek 19: Lopata na zrno, zametací kartáč na čištění vozovek a nahrnovací radlice na zrno*



Zdroj: [shirokuma.blob.core.windows.net](http://shirokuma.blob.core.windows.net) [12]

## 5 Zvolené modely

Konkrétní značky a modely byly vybrány na základě nabídky v České republice a dle zmíněných požadavků v kapitole 3 Metodika práce.

Při vytváření tabulek u jednotlivých strojů nebylo možné dohledat všechny požadované informace běžnou cestou, bylo tedy nutné se obrátit s dotazy na oficiální dovozce a prodejce pro Českou republiku. Všichni zástupci reagovali rychle a byli ochotní odpovědět na všechny dotazy.

U každého modelu je přiložena fotografie pro názornost a rovněž tabulka s nejdůležitějšími parametry, na jejichž základě budou stroje rovněž porovnávány. Je-li v tabulce uvedena kombinace hydrostatické a dvoustupňové převodovky, pro rychlosti 0-18 km/h je zařazen první stupeň a od 18 do 40 km/h druhý stupeň (konkrétní hodnoty slouží pouze jako příklad). Samotná hydrostatická převodovka by nebyla efektivně schopna pokrýt jízdní rozsah 0 až 40 km/h, proto je před ní zařazena dvoustupňová typu powershift.

V tabulce každého stroje je uvedena maximální možná nosnost ramene, pro jednotlivé stroje se oblast manipulace na výsuvném rameni liší. Proto jsou v příloze tabulky s konkrétními údaji nosnosti při konkrétním vysunutím ramene pro všechny zvolené manipulátory.

Popis řízení „4/2“ v tabulce značí možnost výběru zatáčení všech čtyř kol, nebo pouze dvou kol přední nápravy.

Seznam porovnávaných manipulátorů:

1. Bobcat TL43.80HF AGRI
2. Claas Scorpion 746
3. Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2
4. Fendt Cargo T955
5. JCB 542-70
6. Manitou MLT 1040 137
7. Merlo 40.9 T-CS

## 5.1 Bobcat TL43.80HF AGRI

Oficiální prodejce a dovozce: Bobcat CZ a.s.

Bobcat má ze všech sedmi vybraných strojů nejnižší výkon motoru, ale oproti stroji značky Manitou s podobným výkonem je stále ve výhodě díky plynulé převodovce se dvěma jízdními režimy. Rozdíl ve výkonu je oproti nejsilnějšímu Fendtu 29 kW a kroutící moment se liší o 263 Nm v neprospěch Bobcatu, k nejvýraznějšímu projevení dojde při tahání přívěsu nebo v kopcovitém terénu. [4]

Hydrostatická dvoustupňová převodovka pracuje na principu změny geometrického objemu hydromotoru pomocí rozvaděče. Největší odlišností od ostatních vybraných strojů je systém redukce emisí motorových spalin. Jako jediný nabízí totiž tento 97 kW pohonný agregát bez filtru pevných částic. Problémy s tímto filtrem u ostatních strojů mohou zapříčinit nutnost výměny nebo opravy a provoz stroje se může výrazně prodražit. Při koupi bazarového stroje může jít o důležitou položku při rozhodování. Nejnižší výkonová verze 55,2 kW je rovněž bez DPF a navíc i bez SCR (selektivní katalytická redukce se vstřikováním močoviny AdBlue). [4][11]

*Obrázek 20: Bobcat TL43.80HF AGRI*



*Zdroj: balgownieltd.co.uk [24]*

Tabulka 2: Technické údaje Bobcat TL43.80HF AGRI

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4 Final
Výkon [kW/otáčky za minutu]	97/2400
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	3400
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	500/1400
Převodovka	Hydrostatická - dvoustupňová
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	8040
Objem nádrže PHM [l]	138
Objem nádrže AdBlue [l]	15
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	190
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	25,5
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	NE
Nosnost [kg]	4300
Maximální výška zdvihu ramene [m]	7,51
Maximální horizontální dosah ramene [m]	4,02
Poloměr otáčení [m]	3,71

Zdroj: bobcat.cz [4], [11]

## 5.2 Claas Scorpion 746

Oficiální prodejce a dovozce: Agrall zemědělská technika a.s.

Druhým strojem pro porovnání je německý Claas. Hydrostatická převodovka mění poměr kontinuálně od 0 do 40 km/h a obsluha má možnost přepnout na pracovní režim s omezením na maximální rychlost 15 km/h nebo režim s plnou rychlostí 40 km/h přímo na joysticku pro ovládání ramene. Konfigurace umožňuje vybavit stroj dvouokruhovými vzduchovými či hydraulickými brzdami pro přepravu těžších návěsů. [6]

Řízení nabízí rovněž režim manuálního krabího chodu. Běžný krabí chod natočí přední i zadní kola stejným směrem a vozidlo koná „předobochní“ pohyb, kdy je směr pohybu stroje vychýlený o několik stupňů od běžného dopředného pohybu. Manuální krabí chod se odlišuje v jiném úhlu natočení jedné z náprav a stroj při krabím chodu mírně zatáčí doleva či doprava. V obou případech však zanechává za sebou čtyři stopy, využití například při dusání siláže. [6]

Obrázek 21: Claas Scorpion 746



Zdroj: [special.claas.com](http://special.claas.com) [6]

Tabulka 3: Technické údaje Claas Scorpion 746

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4i
Výkon [kW/otáčky za minutu]	100/2400
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	3600
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	500/1600
Převodovka	Hydrostatická
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	8995
Objem nádrže PHM [l]	150
Objem nádrže AdBlue [l]	10
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	200
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	24
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	4600
Maximální výška zdvihu ramene [m]	7,03
Maximální horizontální dosah ramene [m]	3,80
Poloměr otáčení [m]	3,83

Zdroj: [special.claas.com](http://special.claas.com) [6]

### 5.3 Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2

Oficiální prodejce a dovozce: AGROZET České Budějovice, a.s.

Prvním zástupcem z Itálie je značka Dieci, produkcí teleskopických manipulátorů se zabývá od roku 1983. Konkrétní model ničím kromě převodovky nevybočuje z řady ostatních strojů. Převodovka je v tomto ohledu odlišná ve způsobu kombinace powershiftu a plynulé změny rychlosti. Powershift je zde dvoustupňový s řazením pod zatížením, kdy první rychlost obstarává přenos výkonu v rychlostech 0 až 18 km/h, pak je následně zařazen druhý stupeň a manipulátor zrychluje až na rychlost 40 km/h. Obsluha může volit ze čtyř jízdních režimů v závislosti na typu práce, například v režimu nakladače je využíván pouze první rychlostní stupeň.

*Obrázek 22: Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2*



Tabulka 4: Technické údaje Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4i
Výkon [kW/otáčky za minutu]	103/2200
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	4500
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	676/1500
Převodovka	Hydrostatická - dvoustupňová
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	7700
Objem nádrže PHM [l]	180
Objem nádrže AdBlue [l]	35
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	180
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	25
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	4000
Maximální výška zdvihu ramene [m]	7,00
Maximální horizontální dosah ramene [m]	3,90
Poloměr otáčení [m]	3,92

Zdroj: agrozet.cz [25], [3]

## 5.4 Fendt Cargo T955

Oficiální prodejce a dovozce: AGROMEX s.r.o.

Jedná se o vůbec první teleskopický manipulátor této německé značky, dnes patřící pod komplex AGCO. Aby se Fendt stal konkurenceschopným a získal nové zákazníky, kteří už většinou zůstávají u zaběhnutých značek, musel přijít na trh s něčím, čím se bude odlišovat. Manipulátor se objevil poprvé na výstavě Agritechnica 2019 a přinesl novinku v podobě kabiny pro obsluhu. Ta může být zvednuta až do výšky 4,25 m nezávisle na poloze ramene. Tím je obsluze umožněno lépe kontrolovat umístění nákladu a práci ve výškách, kam za běžné situace nelze dohlédnout. Jiné je také umístění všech ovládacích prvků včetně přístrojů na pravé straně kabiny, aby čelní sklo mohlo být prodlouženo až do spodní části kabiny pro perfektní výhled. [15]

Oproti ostatním zvoleným konkurentům nabízí T955 nejvýkonnější motor se 126 kW a točivým momentem 763 Nm. Jeho hmotnost je rovněž odlišná, je v průměru vyšší zhruba o 2000 až 3000 kg.



Obrázek 23: Fendt Cargo T955



Zdroj: agroportal24h.cz [15]

Tabulka 5: Technické údaje Fendt Cargo T955

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4 Final
Výkon [kW/otáčky za minutu]	126/2200
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	4500
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	763/1200
Převodovka	Hydrostatická
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	11800
Objem nádrže PHM [l]	160
Objem nádrže AdBlue [l]	16
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	200
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	31
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	5500
Maximální výška zdvihu ramene [m]	8,50
Maximální horizontální dosah ramene [m]	4,35
Poloměr otáčení [m]	4,78

Zdroj: fendt.com [26]

## 5.5 JCB 542-70

Oficiální prodejce a dovozce: PEKASS a.s., LUKROM s.r.o.

Značka JCB představuje určitou špičku v segmentu manipulační a stavební techniky. Nabídka strojů je opravdu obsáhlá a umožňuje široký výběr doplňkové výbavy. Je třeba zdůraznit rozdílnou hmotnost stroje v závislosti na třídě výbavy. Verze AGRI PRO je oproti verzím AGRI (Plus, Super) těžší o 220 kg. Varianty AGRI Plus a Super nabízejí přední nápravu s nivelací pro vyrovnání bočního náklonu. [12]

Tabulka zobrazuje možnou volbu dvou konfigurací převodovek. První verze – spojení hydrostatické převodovky a powershiftu je možné pouze v kombinaci s výbavou AGRI PRO, jejíž označení je DualTech VT a kombinuje hydrostatický a mechanický přenos výkonu pro minimalizaci ztrát. Na první rychlostním stupni pracuje hydrostatická převodovka v rychlostech 0 až 19 km/h. Při překročení této rychlosti se hydrostatická převodovka odpojí a manipulátor se pohybuje na 2., 3., a 4. rychlostní stupeň pouze powershift převodovky. Díky větší efektivitě přenosu výkonu klesá spotřeba paliva při delších přejezdech. [12]

Druhá verze – powershift, využívá pouze mechanický přenos výkonu. JCB uvádí označení Powershift či Autoshift, u obou těchto převodovek probíhá řazení pod zatížením. Powershift disponuje čtyřmi rychlostními stupni pro jízdu vpřed i vzad. Autoshift se liší šesti stupni pro jízdu vpřed s možností automatického řazení mezi 4. a 6. rychlostním stupněm. U 5. a 6. stupně je k dispozici zámek měniče točivého momentu pro vyšší efektivitu přenosu výkonu. [12]

*Obrázek 24: JCB 542-70*



*Zdroj: jcb-agro.cz [27]*

Tabulka 6: Technické údaje JCB 542-70

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4 Final
Výkon [kW/otáčky za minutu]	108/2200
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	4800
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	560/1500
Převodovka	Hydrostatická, powershift/Powershift
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	8300 (8520 AGRI Pro)
Objem nádrže PHM [l]	169
Objem nádrže AdBlue [l]	20,8
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	140
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	26
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	4200
Maximální výška zdvihu ramene [m]	7,01
Maximální horizontální dosah ramene [m]	3,73
Poloměr otáčení [m]	3,70

Zdroj: [shirokuma.blob.core.windows.net](http://shirokuma.blob.core.windows.net) [12]

## 5.6 Manitou MLT 1040 137

Oficiální prodejce a dovozce: MOREAU AGRI s.r.o.

Stroj francouzské značky Manitou je oproti ostatním v znevýhodněné pozici, jelikož výroba modelu MLT 1040 137 byla v nedávné době ukončena. V roce 2021 jej nahradí nástupce 1041, ten bude mít nádrž na AdBlue o objemu 21,5 litru. Současný model byl schopen plnit limit Tier 4i bez použití močoviny pouze s filtrem pevných částic. Lze spekulovat, že cena klesne s příchodem nové generace a pro potencionálního kupce by se mohlo jednat o zajímavou možnost získat stroj s jednodušším pohonným ústrojím za přijatelnou cenu. [13][14]

Druhou nevýhodou je absence plynulé hydrostatické převodovky, ta nebyla dostupná ani za příplatek. Oproti převodovkám konkurentů s plynulou změnou pojezdové rychlosti totiž nelze držet stroj v nastavených nebo ideálních otáčkách s nejvyšším točivým momentem při potřebě různých rychlostí. Zvýšení a udržení volnoběžných otáček kombinuje nízkou spotřebu a zároveň vysoký průtok hydraulického oleje čerpadlem a manipulátor je schopen vykonávat pohyby ramenem v kratším čase. Stroj je vybaven převodovkou powershift

s řazením všech stupňů pod zatížením, konkrétně 5 rychlostí pro jízdu vpřed a 3 rychlosti pro jízdu vzad. [14]

Obrázek 25: Manitou MLT 1040 137



Zdroj: [moreauagri.cz](http://moreauagri.cz) [14]

Buňka objemu AdBlue nádrže v tabulce je prázdná z důvodu absence tohoto systému.

Tabulka 7: Technické údaje Manitou MLT 1040 137

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4i
Výkon [kW/otáčky za minutu]	102/2200
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	4500
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	534/1500
Převodovka	Powershift
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	8740
Objem nádrže PHM [l]	143
Objem nádrže AdBlue [l]	-
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	180
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	29
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	4000
Maximální výška zdvihu ramene [m]	9,60
Maximální horizontální dosah ramene [m]	6,50
Poloměr otáčení [m]	3,77

Zdroj: [13], [moreauagri.cz](http://moreauagri.cz) [14], [capitalremanexchange.com](http://capitalremanexchange.com) [28]

## 5.7 Merlo 40.9 T-CS

Oficiální prodejce a dovozce: AGROCENTRUM ZS s.r.o., CIME s.r.o.

Druhý zástupce z Itálie je zároveň nejzajímavějším a nejuniverzálnějším manipulátorem ze zvolených strojů. Kromě běžných funkcí, kterými disponují i ostatní, umožňuje využití i při lehkých polních pracích. Jako u jediného se totiž v zadní části kromě klasického závěsu pro přívěs nachází plnohodnotný tříbodový závěs s nosností až 7 tun a vývod na kardanovou hřídel s možností 540 nebo 1000 otáček za minutu. Při zvedání těžkých břemen těsně pod hranicí maximální nosnosti ramene je tedy možné připojit závaží, běžně používané na předním závěsu traktoru, pro zlepšení stability stroje a snížení rizika převrácení. [7]

Za zmínku stojí také možnost konfigurace na velkých pneumatikách 600/55 R26,5, které najdou využití při práci na poli ve zhoršených podmínkách, případně pro situace, kdy je třeba minimalizovat prokluz a zvýšit tahové schopnosti stroje. [7]

Z pohledu výbavy se jedná o nejuniverzálnější a nejlépe vybavený teleskopický manipulátor v nabídce.

*Obrázek 26: Merlo 40.9 T-CS*



*Zdroj: merlo.com [29]*

Tabulka 8: Technické údaje Merlo 40.9 T-CS

Motor, emisní norma	4-válcový řadový, Tier 4i
Výkon [kW/otáčky za minutu]	115/2300
Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	4100
Točivý moment [Nm/otáčky za minutu]	610/1600
Převodovka	Hydrostatická
Maximální rychlost [km/h]	40
Hmotnost (provozní) [kg]	8900
Objem nádrže PHM [l]	150
Objem nádrže AdBlue [l]	17,8
Maximální průtok hydraulického čerpadla [l/min]	152
Maximální tlak v hydraulickém vedení [MPa]	21
Režimy řízení kol	4/2, krabí chod
Možnost elevace přední nápravy	ANO
Nosnost [kg]	4000
Maximální výška zdvihu ramene [m]	8,80
Maximální horizontální dosah ramene [m]	5,70
Poloměr otáčení [m]	4,19

Zdroj: cime.cz [7]

## 6 Porovnání a popis rozdílů mezi stroji

Tato kapitola si bere za cíl vzájemné srovnání teleskopických manipulátorů představených v předchozí kapitole 5 Zvolené modely.

### 6.1 Způsob a klíčové údaje pro porovnání

Pro hodnocení strojů byly do tabulky vybrány nejdůležitější parametry, ze kterých lze pro daný stroj zvolit ideální pracovní využití. Celkové pořadí bez vlivu druhu práce, na který je manipulátor vhodný bude určeno bodovým multikriteriálním hodnocením. Při výběru je vhodné zohlednit dostupnost autorizovaného servisu v blízkosti pracovního nasazení manipulátoru.

### 6.2 Vlastní porovnání

#### 6.2.1 Porovnání podle druhu práce

Jako první je srovnání výkonu motoru vzhledem k hmotnosti stroje. Protože každý stroj se liší hmotností a výkonem, je vhodné vypočítat výkon ku hmotnosti pomocí vzorce:

$$x = \frac{P}{m} \quad (1)$$

kde: P – výkon stroje v jednotkách [kW]

m – hmotnost stroje v jednotkách [t]

x – výsledný poměr výkonu a hmotnosti [kW/t]

Čím je výsledný poměr vyšší, tím má stroj vyšší výkon a hodí se i na tahání přívěsů. V tabulce jsou stroje seřazeny od nejsilnějšího po nejslabší. V řádku JCB jsou dva výsledky, jelikož hmotnost stroje se odvíjí od zvolené výbavy. První hodnota 13,012 platí pro všechny verze kromě nejvyšší AGRI Pro, ta je o 220 kg těžší a odpovídá jí hodnota 12,676.

Tabulka 9: Souhrn nejdůležitějších parametrů

	Výkon/hmotnost [kW/t]	Zdvihový objem [cm <sup>3</sup> ]	Hmotnost [kg]	Poloměr otáčení [m]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]
Bobcat	12,065	3400	8040	3,71	4975	2300	2374
Claas	11,117	3600	8995	3,83	5002	2514	2590
Dieci	13,377	4500	7700	3,92	5075	2260	2445
Fendt	10,678	4500	11800	4,78	5635	2750	2670
JCB	13,012/12,676	4800	8300/8520	3,70	4990	2340	2490
Manitou	11,670	4500	8740	3,77	5170	2390	2420
Merlo	12,921	4100	8900	4,19	5490	2360	2585

Z tabulky je patrné, že Fendt s nejvyšším výkonem motoru je v praxi nejslabším strojem kvůli vysoké hmotnosti. Na tahání přívěsů je tedy nejlepší zvolit jeden ze strojů na prvních třech příčkách. Nejvyšší efektivitu dosáhne ale JCB, které využívá převodovku s přenosem výkonu přes ozubená kola, kdežto Dieci a Merlo nabízí hydrostatickou převodovku, jejíž účinnost je razantně nižší. Část výkonu se pak „ztratí“ a spotřeba stroje je vyšší.

Z hlediska volby převodovky je preferována plynulá změna pojezdové rychlosti. Stroje se složitější nebo nekonvenčně řešenou převodovkou obsahují popis jejího principu u konkrétního stroje v kapitole 5 Zvolené modely. Jediný Manitou nabízí pouze převodovku typu powershift, to může být klíčový parametr při výběru. Ostatní stroje mají hydrostatickou převodovku a záleží spíše na osobní preferenci konkrétní značky.

Primární využití manipulátorů je přesouvání těžkých a objemných břemen, takže důležitým faktorem je maximální průtok hydraulického systému ovládání teleskopického ramene a jeho nosnost. Pro lepší přehlednost a přímé srovnání bude opět využita tabulka jednotlivých strojů a odpovídajících hodnot.

Tabulka 10: Souhrn maximálního průtoku hydraulického čerpadla, tlaku a nosnosti ramene

	Průtok [l/min]	Tlak [MPa]	Maximální nosnost [kg]
Bobcat	190	25,5	4300
Claas	200	24	4600
Dieci	180	25	4000
Fendt	200	31	5500
JCB	140	26	4200
Manitou	180	29	4000
Merlo	152	21	4000



Nejvhodnějším strojem na přesouvání břemen se naopak jeví Fendt, který byl poslední ve srovnání vhodnosti tahání přívěsů. Ostatní modely převýšil v maximálním tlaku v hydraulickém vedení, v parametru průtoku je na tom stejně jako Claas. V nosnosti ramene ostatní převyšuje, oproti Dieci, Manitou a Merlo zvedne až o 1500 kg více. Požadavek na zvedání byl alespoň 4000 kg a tomuto kritériu všechny stroje vyhovují.

Režimy řízení se od sebe nijak neliší a všechny manipulátory nabízí možnost řízení všech 4 kol, zatačení pouze předních kol nebo krabího chodu. Nucený náklon přední nápravy nenabízí jen Bobcat a Dieci. Nejedná se o nutnou výbavu, její využití se projeví především v kopcovitém terénu a je tedy na zvážení, jestli se vyplatí či ne. V rámci servisu se jedná o další prvek vyžadující kontrolu a údržbu, aby se předešlo nefunkčnosti systému a tím zbytečných prostojů stroje.

Další položka pro porovnání je dosah ramene ve vertikálním a horizontálním směru a nosnost ramene v konkrétní poloze. Porovnání je opět řešeno tabulkou. První sloupec uvádí maximální nosnost ramene v zasunutém stavu, další část tabulky se věnuje nosnosti vysunutého ramene na maximum v horizontálním i vertikálním směru.

*Tabulka 11: Parametry nosností ramene za určitých podmínek*

	Zasunuté	Vysunuté			
	Nosnost [kg]	Nulová výška, nosnost [kg]	Horizontální dosah [m]	Maximální výška, nosnost [kg]	Vertikální dosah [m]
Bobcat	4300	1600	4,02	1800	7,51
Claas	4600	1500	3,80	3000	7,03
Dieci	4000	1400	3,90	2600	7,00
Fendt	5500	2400	4,35	4850	8,50
JCB	4200	1575	3,73	2700	7,01
Manitou	4000	500	6,50	3500	9,60
Merlo	4000	1000	5,70	4000	8,80

Z tabulky je patrné, že nejlepší manévrovací schopnosti s břemeny má Manitou díky možnosti velkého dosahu ve vertikální i horizontální rovině. Jako druhý vychází pro práci s břemeny nejlépe Merlo, ovšem velký poloměr otáčení již může mít vliv na manévrovatelnost v těsných prostorech.

Poslední klíčový prvek při výběru stroje představuje dostupnost servisu. Mapy České republiky v příloze s vyznačenými 14 kraji včetně hlavního města Praha zobrazují přibližnou polohu oficiálních prodejců dané značky.

Většina prodejců má zastoupení rovnoměrně rozmístěné po České republice, pouze u značky Merlo (Agrocentrum ZS a CIME) je nižší počet servisních poboček a Dieci (Agrozet) se soustředí bohatou sítí primárně na jižní části republiky, ale servisní a prodejní střediska lze nalézt i na severu republiky. Ostatní značky mají téměř rovnoměrně rozloženou síť prodejen a servisů, takže při výběru nového stroje lze vybírat mezi více konkurenty.

## 6.2.2 Multikriteriální porovnání

Bodovací multikriteriální porovnání využívá princip výběru klíčových prvků jednotlivých strojů, kdy každý parametr má svoji váhu podle důležitosti. Nejdůležitější parametr má 8 bodů, nejméně důležitý 1 bod. Jako nejdůležitější byly zvoleny parametry nosnosti a dosahu ramene. Váha parametru je získána vztahem:

$$x = \frac{b_p}{b_c} \quad (2)$$

kde:  $x$  – váha parametru

$b_p$  – počet bodů důležitosti daného parametru

$b_c$  – celkový součet bodů důležitosti všech parametrů

Tabulka 12: Zvolené parametry, jejich důležitost při porovnání a váha

	Důležitost	Váha
Poměr výkon/hmotnost	3	0,0625
Hmotnost	4	0,0833
Poloměr otáčení	5	0,1042
Nosnost zasunutého ramene	6	0,1250
Nosnost vysunutého ramene	8	0,1667
Nosnost v nejvyšší poloze ramene	8	0,1667
Horizontální dosah ramene	7	0,1458
Vertikální dosah ramene	7	0,1458

Tabulka 13: Souhrn parametrů pro porovnání

	Výkon/hmotnost [kW/t]	Hmotnost [kg]	Poloměr otáčení [m]	Nosnost zasunutého ramene [kg]	Nosnost vysunutého ramene [kg]	Nosnost v nejvyšší poloze ramene [kg]	Horizontální dosah ramene [m]	Vertikální dosah ramene [m]
Bobcat	12,065	8040	3,71	4300	1600	1800	4,02	7,51
Claas	11,117	8995	3,83	4600	1500	3000	3,80	7,03
Dieci	13,377	7700	3,92	4000	1400	2600	3,90	7,00
Fendt	10,678	11800	4,78	5500	2400	4850	4,35	8,50
JCB	13,012/ 12,676	8300/ 8520	3,70	4200	1575	2700	3,73	7,01
Manitou	11,670	8740	3,77	4000	500	3500	6,50	9,60
Merlo	12,921	8900	4,19	4000	1000	4000	5,70	8,80

V následující tabulce je sumarizace jednotlivých strojů s počty bodů pro každý parametr. Stroj s nejlepší hodnotou v konkrétním parametru je považován za 100 % (má 100 bodů) a hodnota bodů ostatních strojů je procentuálně přepočtena oproti zmíněnému nejlepšímu stroji. Příklad: Fendt má největší nosnost ramene 5500 kg, takže má 100 bodů. Dieci má nosnost pouze 4000 kg, jeho počet bodů je 73.

Tabulka 14: Bodování jednotlivých manipulátorů (100 bodů je nejlepší)

	Výkon/hmotnost	Hmotnost	Poloměr otáčení	Nosnost zasunutého ramene	Nosnost vysunutého ramene	Nosnost v nejvyšší poloze ramene	Horizontální dosah ramene	Vertikální dosah ramene
Bobcat	90	68	100	78	67	37	62	78
Claas	83	76	97	84	63	62	59	73
Dieci	100	65	94	73	58	54	60	73
Fendt	80	100	71	100	100	100	67	89
JCB	97/95	70/72	100	76	66	56	57	73
Manitou	87	74	98	73	21	72	100	100
Merlo	97	75	87	73	42	82	88	92
Váha	0,0625	0,0833	0,1042	0,1250	0,1667	0,1667	0,1458	0,1458

Vážený průměr stroje byl vypočten jako součet jednotlivých součinů bodů za určitý parametr a jeho váhy. Například u stroje Bobcat, počet bodů za parametr výkon/hmotnost – 90 násobený váhou – 0,0625. Stejný výpočet je aplikován na ostatním parametry a výsledný součet těchto hodnot se rovná 69,2. Výsledné hodnoty jsou zaneseny v následující tabulce.

Tabulka 15: Výsledný vážený průměr (100 je nejlepší)

	Vážený průměr
Bobcat	69,2
Claas	72,2
Dieci	68,6
Fendt	89,3
JCB	71,1/71,1
Manitou	75,6
Merlo	77,4

Z výsledků bodového multikriteriálního hodnocení lze vyčíst, že nejlepším manipulátorem se jeví Fendt. Nejhorším naopak Dieci. U JCB vyšel vážený průměr pro všechny verze 71,1, z toho vyplývá, že varianta výbavy nemá na provoz žádný vliv.

Kompletní pořadí, seřazeno od nejlepšího:

1. Fendt T955
2. Merlo 40.9 T-CS
3. Manitou MLT 1040 137
4. Claas Scorpion 746
5. JCB 542-70
6. Bobcat TL43.80HF AGRI
7. Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2

### 6.3 Vyhodnocení výsledků

Navzdory nejlepšímu poměru výkonu a hmotnosti u stroje Dieci, by byla lepší volba JCB z důvodu kombinace hydrostatické a powershift převodovky, která při přesunech po silnici eliminuje ztráty v kapalině a provoz stroje se stává efektivnějším. Výhodou je rovněž bohatá síť obchodních zastoupení po celé republice. Dieci má zastoupení Agrozet pouze v jižních a severních částech republiky a disponuje pouze hydrostatickou převodovkou, která se efektivitou provozu nemůže rovnat převodovce powershift. JCB má rovněž vyšší nosnost nákladu o 200 kg a menší poloměr otáčení. Dieci naopak vede v průtoku hydraulického oleje a maximálním horizontálním dosahu.

Fendt oproti ostatním má výhodu ve vysoké nosnosti, kdy je schopen zvednout až 5500 kg. Největší odlišností od ostatních je kabina s velkým čelním sklem zaujímajíc celou plochu,

tím je obsluze poskytnut nerušený výhled přímo pod sebe. Kabina umožňuje zvedání spolu s ramenem, takže obsluha má větší přehled při manipulaci ve výškách. Fendt ale degraduje jeho vysoká hmotnost (může být i výhodou, pokud se jedná o stabilitu stroje) a velký poloměr otáčení. Ideálním strojem na manipulaci se jeví Manitou, jež má nejvyšší horizontální i vertikální dosah ramene ve spojení s malým poloměrem otáčení. Ovšem nosnost ramene je pouze 4000 kg.

Stroje Bobcat a Claas se vyznačují vysokým průtokem hydraulického oleje, malým poloměrem zatáčení a nosností 4300 kg, respektive 4600 kg. Z hlediska těch parametrů se jedná o univerzální stroje z pohledu manipulace v pomyslném středu všech strojů. Bobcat se neztratí ani v dopravě díky dobrému poměru výkonu a hmotnosti a jak již bylo zmíněno, motor plní emisní normy bez filtru pevných částic.

Celkově nejuniverzálnějším manipulátorem ze seznamu, je stroj značky Merlo. Vyznačuje jako třetí stroj s nejlepším poměrem výkonu a hmotnosti, současně má jako druhý nejlepší dosahy ramene v obou směrech. Zápor je druhý největší poloměr otáčení. Merlo v zadní části disponuje plnohodnotným třibodovým závěsem včetně vývodu kardanové hřídele, a kromě manipulace s břemeny lze stroj provozovat i při polní práci. Stroj tedy najde využití jako manipulátor, v dopravě a lehčích polních pracích.

Z hlediska údržby je třeba dodržovat pravidelné servisní prohlídky a předepsané plány pro výměnu motorového oleje, převodového oleje a ostatních provozních kapalin. Stroj by měl být před každým pracovním nasazením náležitě zkontrolován a dle pracovních podmínek dbát na čištění filtrů, všech pohyblivých mechanismů a jejich mazání. Každá pohyblivá část manipulátoru má předepsaný interval mazání, kdy nové mazivo vytlačuje staré.

## 7 Závěr a shrnutí práce

Bakalářská práce shrnuje konstrukci, výbavu, využití a výběr vhodného stroje pro určitý druh práce. V první části se nachází popis a rozbor konstrukce teleskopického manipulátoru a jednotlivých částí.

Teleskopický manipulátor byl pomyslně rozdělen na motor, převodovku, hydraulický okruh, teleskopické rameno, pneumatiky a kabinu. Každá z těchto částí je rozepsána v samostatné kapitole a doplněna příslušnými obrázky. Důležitá je rovněž bezpečnost provozu, především ochrana zdraví a pracovní komfort obsluhy. Tomuto tématu byla také věnována pozornost. Bezpečností a komfortní prvky jsou popsány ve zvláštní kapitole.

Druhá část práce se zabývá samotným porovnáním vybraných strojů. Manipulátory byly jednotlivě rozděleny do kapitol, ve kterých je ilustrační obrázek stroje a tabulka se zvolenými parametry určených k porovnání. Obecná konstrukce manipulátorů je v zásadě velmi podobná, z toho důvodu se nachází u každého stroje popis, čím se právě od ostatních odlišuje.

První srovnání proběhlo na základě tabulkových hodnot a po vyhodnocení došlo k rozdělení strojů do tří skupin podle druhu primární práce, pro kterou je stroj vhodný. První skupina zaujímá stroje vhodné k časté přepravě na delší vzdálenosti, druhá se věnuje čistě manipulaci s těžkými břemeny s minimem pohybu stroje a třetí skupinu tvoří manipulátory vhodné k všestranné práci. Jako nejuniverzálnější se jeví stroj značky Merlo, který je vhodný ke zvedání břemen, transportu po silnici i polní práci. Druhé porovnání bylo řešeno bodovací multikriteriální metodou a jako nejlepší manipulátor vyšel Fendt T955.

## 8 Literatura a zdroje

- [1] Anonym: Cummins Inc: *Tier 4 Frequently Asked Questions*. [online] 2020 [10.11.2020]. Dostupné z: <https://www.cummins.com/generators/tier-4-frequently-asked-questions>
- [2] ŠMERDA, Tomáš, Jiří ČUPERA a Martin FAJMAN. *Vznětové motory vozidel: biopaliva, emise, traktory*. Brno: CPress, 2013. Auto-moto-profi. ISBN 978-80-264-0160-5
- [3] LUDVÍK, Viktor. *Dieci Agri Plus* [elektronická pošta]. Message to: marek.schonbauer@seznam.cz. 9.12.2020 13:11 [cit. 9.12.2020]
- [4] Anonym: Bobcat CZ, a.s.: *Zemědělské teleskopické manipulátory*. [online] 2020 [2.12.2020]. Dostupné z: [https://www.bobcat.cz/sites/default/files/downloads/brozura\\_tls\\_cz\\_4.pdf](https://www.bobcat.cz/sites/default/files/downloads/brozura_tls_cz_4.pdf)
- [5] KOPR, Pavel. *Dotaz z FB na Scorpion 746* [elektronická pošta]. Message to: marek.schonbauer@seznam.cz. 2.12.2020 12:15 [cit. 4.12.2020]
- [6] Anonym: AGRALL zemědělská technika a.s.: *Teleskopický nakladač Scorpion*. [online] 2020 [12.11.2020]. Dostupné z: <https://www.special.claas.com/blueprint/servlet/blob/2344620/af5f6aa1e03beaf878da17ad6cd9a926/413239-23-dataRaw.pdf>
- [7] Anonym: MERLO S.P.A.: *Multifarmer 40.7 nad 40.9*. [online] 2020 [20.11.2020]. Dostupné z: [https://www.cime.cz/data/cf1/000191\\_000097.pdf](https://www.cime.cz/data/cf1/000191_000097.pdf)
- [8] SAJDL, Jan: *Autolexicon: Radiální pneumatika*. [online] 2020 [17.11.2020]. Dostupné z: <https://www.autolexicon.net/cs/articles/radialni-pneumatika/>
- [9] ČSN EN 1459-1. *Terénní vozíky – Bezpečnostní požadavky a ověření – Část 1: Vozíky s proměnným vyložením*. CIMTO, s.r.o., 2017
- [10] Bc. ZIMEK, Rostislav. *Návrh ochranného rámu kabiny ROPS*. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Přemysl Pokorný, Ph.D.
- [11] HES, Vladimír. *Manipulátor TL43.80 HF AGRI* [elektronická pošta]. Message to: marek.schonbauer@seznam.cz. 2.12.2020 10:55 [cit. 3.12.2020]
- [12] Anonym: JCB.: *Teleskopický manipulátor AGRI série III*. [online] 2020 [29.11.2020]. Dostupné z: <https://shirokuma.blob.core.windows.net/jcbagro/files/series-iii-agri-loadall-pb-web-heslo--mxraw4wu.pdf>

- [13] UHLÍŘ, Vít. *Manipulátor Manitou MLT 1040 137* [elektronická pošta]. Message to: marek.schonbauer@seznam.cz. 1.12.2020 11:31 [cit. 4.12.2020]
- [14] Anonym: MOREAU AGRI, s.r.o.: *MLT 1040*. [online] 2020 [23.11.2020]. Dostupné z: [http://www.moreauagri.cz/wp-content/uploads/2013/11/ma\\_mlt-1040-cz.pdf](http://www.moreauagri.cz/wp-content/uploads/2013/11/ma_mlt-1040-cz.pdf)
- [15] JEDLIČKA, Milan: Agroportal24h.: *Fendt poprvé odhalil teleskopický manipulátor, má funkce jako žádný jiný a ještě přepisuje standardy v zemědělství*. [online] 2019 [23.11.2020]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/fendt-poprve-odhalil-teleskopicky-manipulator-ma-funkce-jako-zadny-jiny-a-jeste-prepisuje-standardy-v-zemedelstvi>
- [16] Anonym. Common rail [foto]. In: blog.sevendiesel.it [online]. [cit. 10.11.2020]. Dostupné z: <http://blog.sevendiesel.it/en/the-common-rail-system/>
- [17] Anonym. Tier 4 final and EU Stage IV [foto]. In: boschrexroth.com [online]. [cit. 10.11.2020]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/trends-and-topics/energy-efficiency/mobile-applications/emissions-regulations/index>
- [18] Anonym. Torque converter [foto]. In: mathworks.com [online]. [cit. 17.11.2020]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/physmod/sdl/ref/torqueconverter.html>
- [19] CLARKE, Adam. Understanding CVT and powershift transmissions when buying a tractor [foto.] In: fwi.co.uk [online]. [cit. 18.11.2020]. Dostupné z: <https://www.fwi.co.uk/machinery/tractors/understanding-cvt-and-powershift-transmissions-when-buying-a-tractor>
- [20] MEKANIZMALAR. Hydrostatic Transmission [YouTube video]. In: youtube.com [online]. [cit. 18.11.2020]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=qxZFSNITK-c&ab\\_channel=mekanizmalar](https://www.youtube.com/watch?v=qxZFSNITK-c&ab_channel=mekanizmalar)
- [21] Anonym. Bubnová brzda [foto]. In: sites.google.com [online]. [cit. 15.12.2020]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/brzdy37/home/bubnova-brzda>
- [22] Anonym. NOKIAN TRI 2 [foto]. In: nokiantyres.com [online]. [cit. 13.11.2020]. Dostupné z: <https://www.nokiantyres.com/heavy/tires/agricultural-and-contracting/>
- [23] COVICH, Randolph. JCB 531-70 telehandler [foto]. In: tradearthmovers.com.au [online]. [cit. 3.12.2020]. Dostupné z: <https://www.tradearthmovers.com.au/reviews/1401/review-jcb-531-70-telehandler>



- [24] Anonym. \*NEW\* BOBCAT TL43.80HF AGRI [foto]. In: [balgownieltd.co.uk](http://balgownieltd.co.uk) [online]. [cit. 20.11.2020]. Dostupné z: <https://www.balgownieltd.co.uk/product/new-bobcat-tl43-80hf-agri/>
- [25] Anonym: AGROZET České Budějovice, a.s.: *AGRI PLUS*. [online] 2020 [12.11.2020]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/agri-plus-d79074.html>
- [26] Anonym: Fendt AGCO.: Fendt Cargo T955. [online] 2020 [14.11.2020]. Dostupné z: <https://www.fendt.com/int/geneva-assets/livelihood/593554-fendtcargot955-2001-en.pdf>
- [27] ČERVENKOVÁ, Lucie. JCB 542-70 Agri Pro [foto]. In: [jcb-agro.cz](http://jcb-agro.cz) [online]. [cit. 22.12.2020]. Dostupné z: <https://www.jcb-agro.cz/lukrom-predstavil-teleskopicky-manipulator-jcb-loadall-nove-generace>
- [28] Anonym: Capital Reman.: John Deere 4045 Engine Specifications. [online] 2020 [20.11.2020]. Dostupné z: <https://www.capitalremanexchange.com/remanufactured-john-deere-4045-engine-specifications/>
- [29] Anonym. Multifarmer 40.9 CS [foto]. In: [merlo.com](http://merlo.com) [online]. [cit. 18.11.2020]. Dostupné z: <https://www.merlo.com/MAR/eng/products/tractor-thl/multifarmer-40.9/multifarmer-40.9cs>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Systém common-rail .....	4
Obrázek 2: Přehled emisních norem pro Evropu a USA podle výkonu motoru v závislosti na roku výroby. ....	5
Obrázek 3: Schéma pohonu vybraných manipulátorů.....	6
Obrázek 4: Hydrodynamický měnič.....	7
Obrázek 5: Převodovka typu powershift .....	7
Obrázek 6: Převodovka s plynou změnou rychlosti, hydrogenerátor vlevo, hydromotor vpravo .....	8
Obrázek 7: Pohon manipulátoru Bobcat s hydrostatickou převodovkou .....	9
Obrázek 8: Uzavřený svařovaný rám .....	10
Obrázek 9: Znárodnění vyrovnávání náklonu v oficiální brožurě Claas Scorpion.....	10
Obrázek 10: Pohled shora na režimy řízení.....	11
Obrázek 11: Schéma bubnové brzdy .....	11
Obrázek 12: Pneumatika Nokian se silničním vzorkem.....	12
Obrázek 13: Ukazatel úrovně zatížení ramene .....	13
Obrázek 14: Graf zatížení.....	14
Obrázek 15: Kabina stroje Claas Scorpion.....	15
Obrázek 16: Tlumení rázů od kol na rameno .....	17
Obrázek 17: Manipulátor Dieci při práci s hranolovitými balíky slámy.....	18
Obrázek 18: Lopata na vybírání siláže, víceúčelová lopata a vidle na rozhrnování siláže .....	18

Obrázek 19: Lopata na zrno, zametací kartáč na čištění vozovek a nahrnovací radlice na zrno .....	18
Obrázek 21: Bobcat TL43.80HF AGRI .....	20
Obrázek 22: Claas Scorpion 746 .....	22
Obrázek 23: Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2 .....	23
Obrázek 24: Fendt Cargo T955 .....	25
Obrázek 25: JCB 542-70 .....	26
Obrázek 26: Manitou MLT 1040 137.....	28
Obrázek 27: Merlo 40.9 T-CS .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní rozdělení převodovek .....	6
Tabulka 2: Technické údaje Bobcat TL43.80HF AGRI.....	21
Tabulka 3: Technické údaje Claas Scorpion 746 .....	22
Tabulka 4: Technické údaje Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2 .....	24
Tabulka 5: Technické údaje Fendt Cargo T955 .....	25
Tabulka 6: Technické údaje JCB 542-70 .....	27
Tabulka 7: Technické údaje Manitou MLT 1040 137.....	28
Tabulka 8: Technické údaje Merlo 40.9 T-CS .....	30
Tabulka 9: Souhrn nejdůležitějších parametrů .....	32
Tabulka 10: Souhrn maximálního průtoku hydraulického čerpadla, tlaku a nosnosti ramene.	32
Tabulka 11: Parametry nosností ramene za určitých podmínek.....	33
Tabulka 12: Zvolené parametry, jejich důležitost při porovnání a váha .....	34
Tabulka 13: Souhrn parametrů pro porovnání.....	35
Tabulka 14: Bodování jednotlivých manipulátorů (100 bodů je nejlepší) .....	35
Tabulka 15: Výsledný vážený průměr (100 je nejlepší).....	36

## **Seznam použitých zkratk**

RZ – Registrační značka

SCR – Selektivní katalytická redukce

DPF – Filtr pevných částic

AdBlue – Roztok močoviny AUS 32

ROPS – Ochranná konstrukce proti převrácení

FOPS – Ochranná konstrukce proti padajícím předmětům

## **Přílohy**

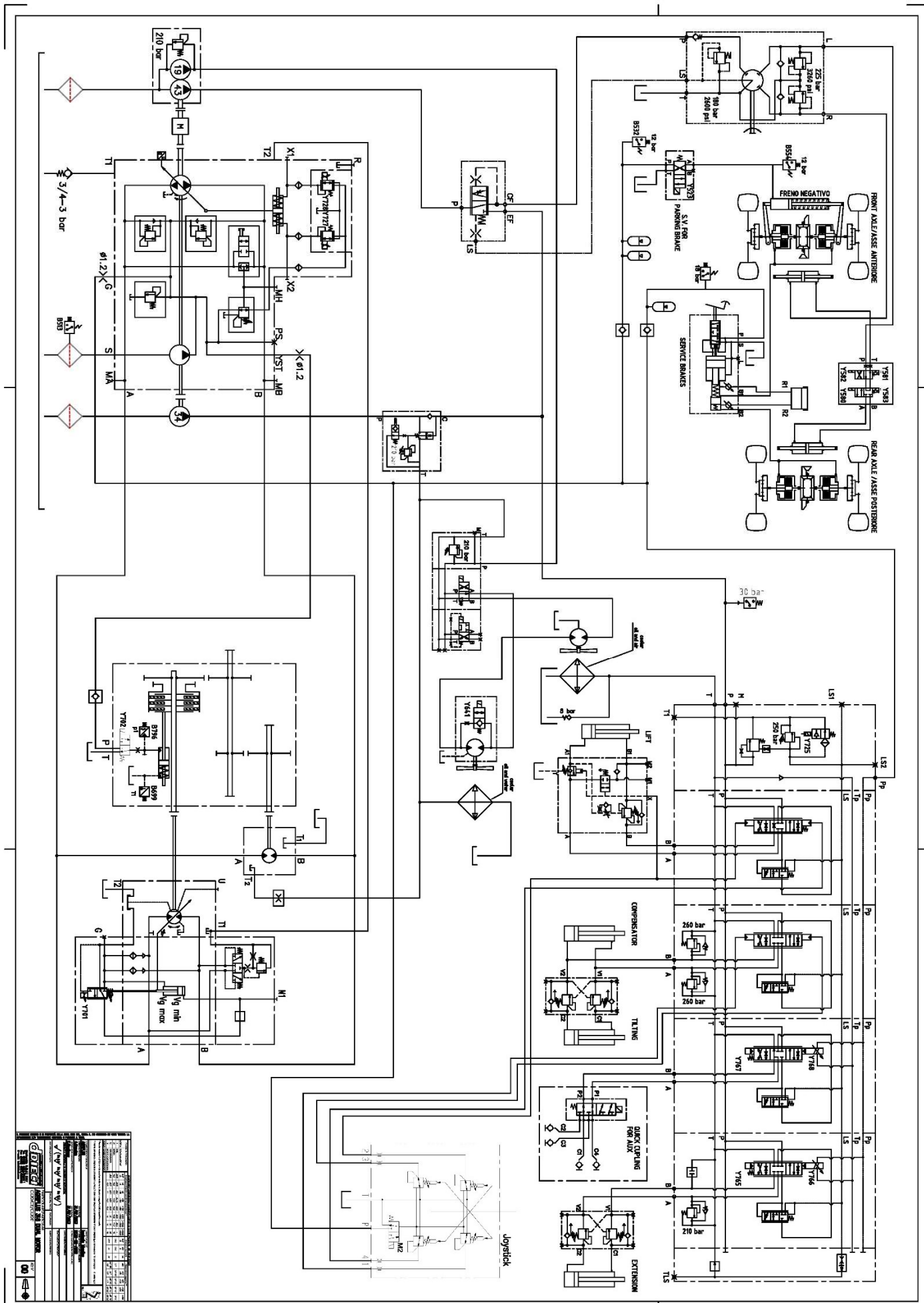
### **Seznam příloh:**

Příloha 1: Schéma hydraulického ovládání stroje Dieci

Příloha 2: Diagramy dosahů jednotlivých strojů při určitém zatížení

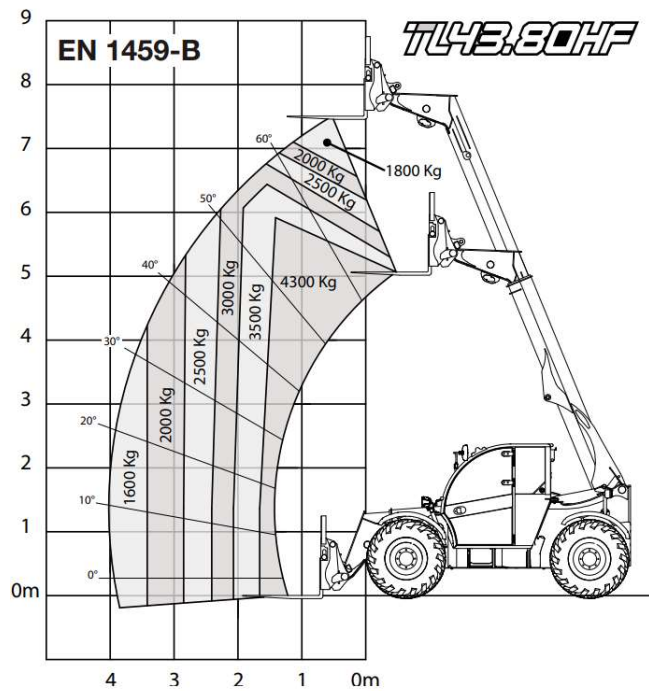
Příloha 3: Mapy servisů a prodejců vybraných strojů

Příloha 1: Schéma hydraulického ovládání stroje Dieci

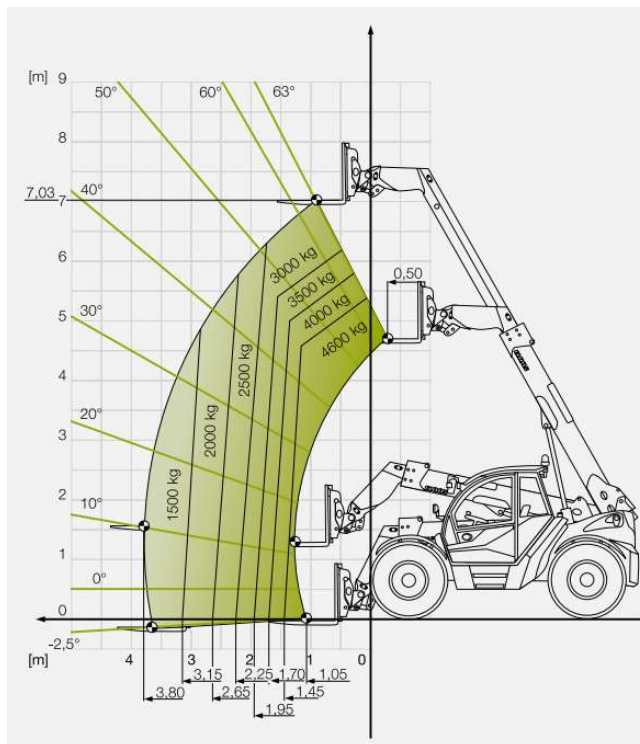


## Příloha 2: Diagramy dosahů jednotlivých strojů při určitém zatížení

### Bobcat TL43.80HF AGRI:

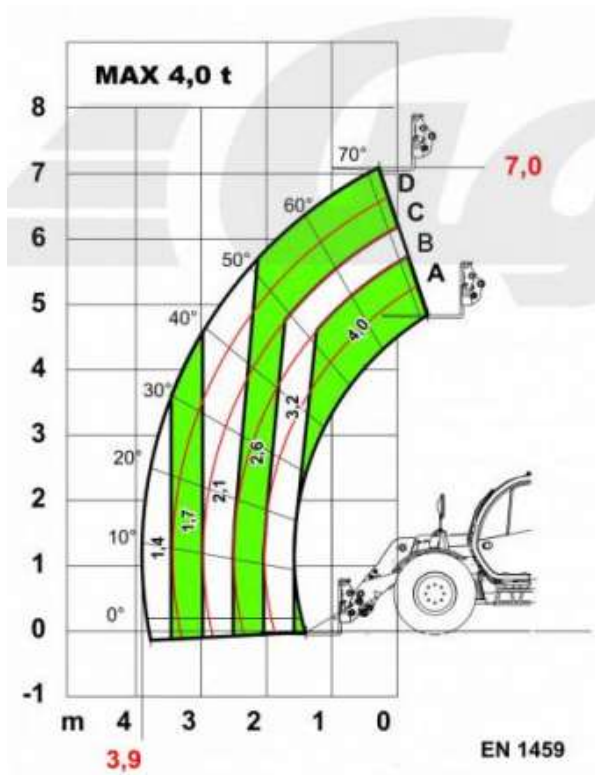


### Claas Scorpion 746:

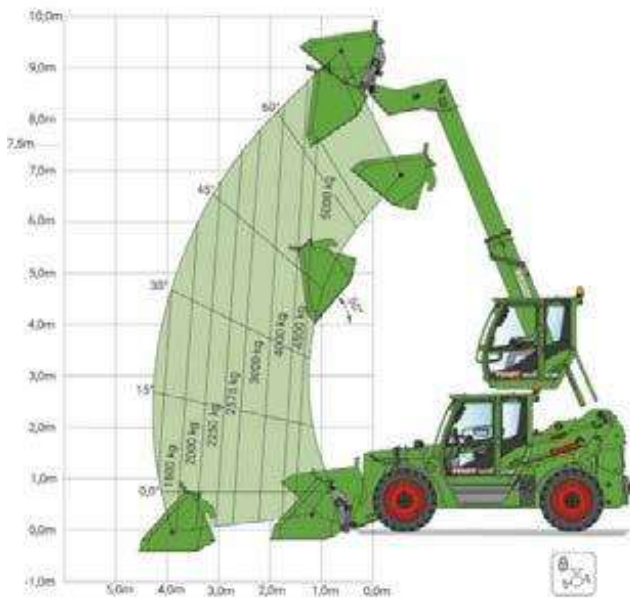




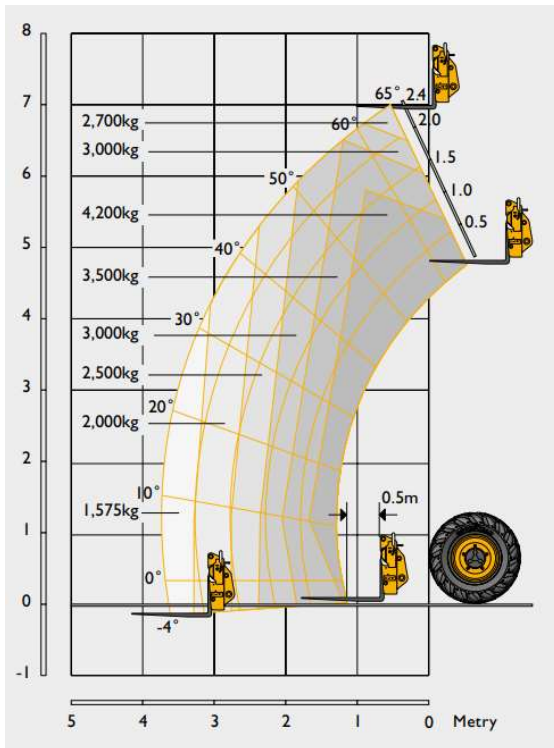
Dieci Agri Plus 40.7 VS EVO2:



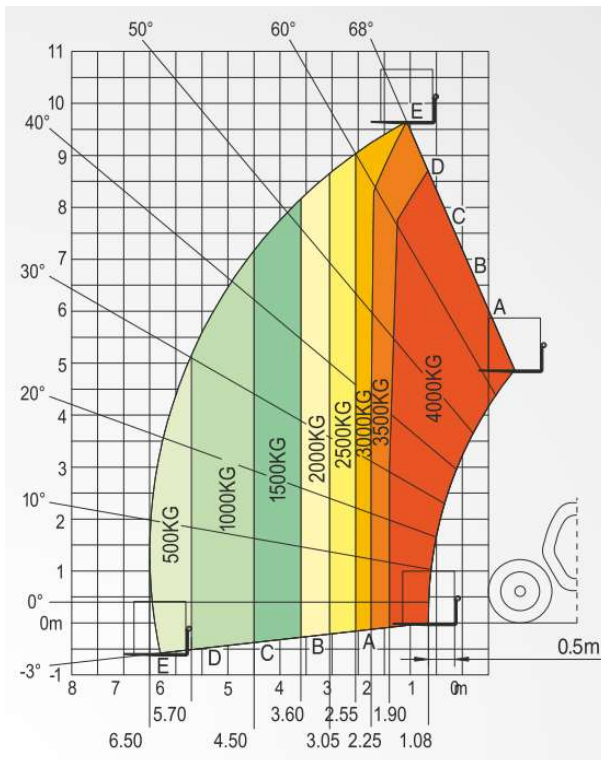
Fendt Cargo T955:



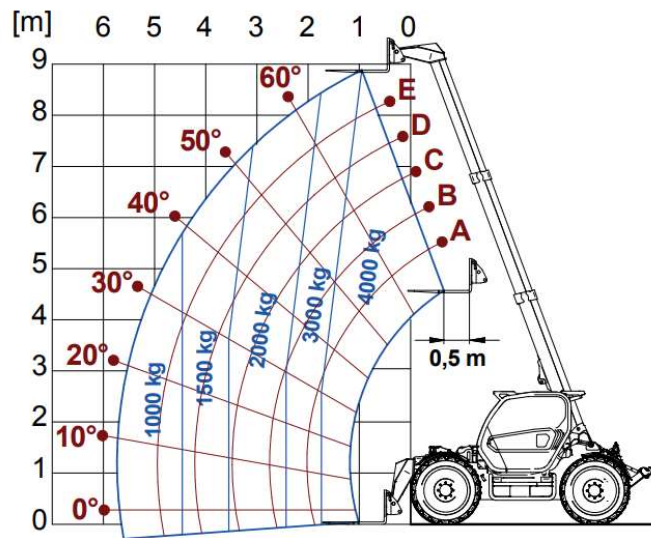
JCB 542-70:



Manitou MLT 1040 137:



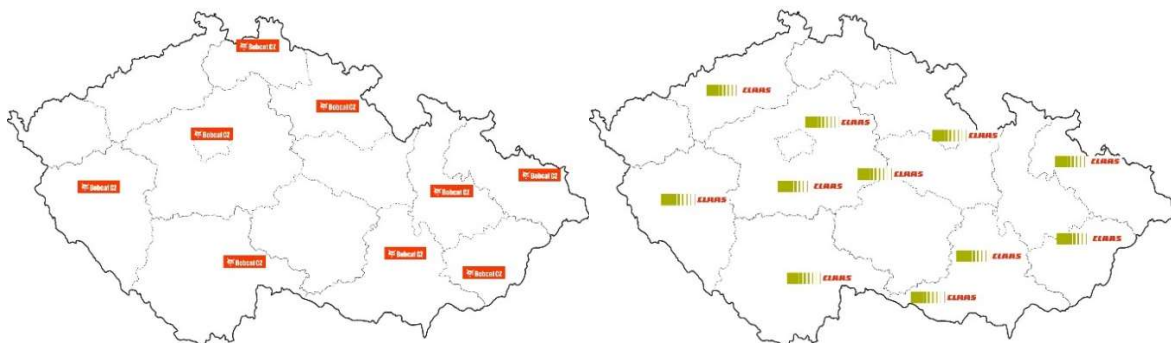
Merlo 40.9 TCS:



EN 1459/B

### Příloha 3: Mapy servisů a prodejců vybraných strojů

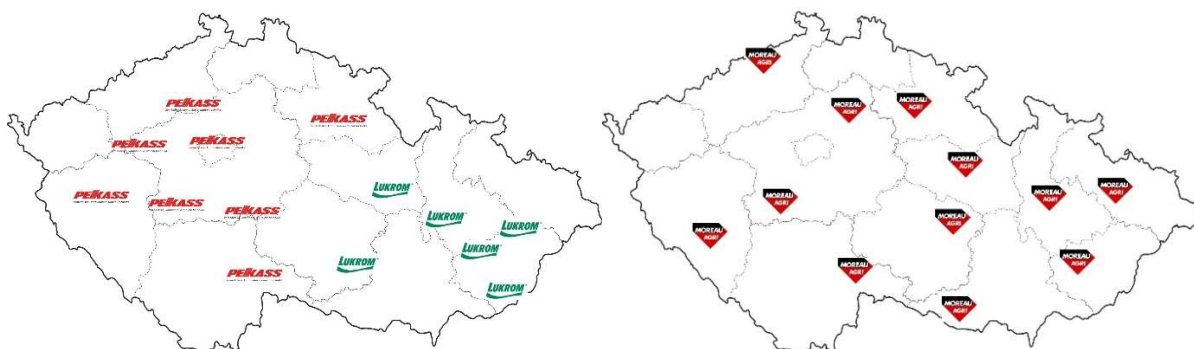
#### Mapa s vyznačenými pobočkami Bobcat CZ a Agrall (Claas)



#### Mapa poboček Agrozet (Dieci) a Agromex (Fendt)



#### Mapa rozmístění poboček Pekass, Lukrom (JCB) a MOREAU AGRI (Manitou)



Mapa polohy pobočky Agrocentrum ZS a CIME (Merlo)

