

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Návrh vhodných strojů a technologií pro traktory
nad 250 kW pro zvolený zemědělský podnik**

Diplomová práce

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

Autor práce: Jan Šebek

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jan Šebek

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Návrh vhodných strojů a technologií pro traktory nad 250 kW pro zvolený zemědělský podnik

Název anglicky

Proposal of suitable farm implements and technologies for tractors of over 250 kW at a selected agricultural business

Cíle práce

Návrh vhodných technologií a strojů zejména na zpracování půdy pro traktory nad 250 kW v zemědělském podniku Agro Slatiny, a.s. s ohledem na strukturu pěstovaných plodin a používané technologie.

Metodika

Metoda analýzy současného stavu. Metody sestavování mobilních souprav. Metody ekonomického hodnocení investice.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Literární rešerše (Charakteristika různých technologií zpracování půdy)
3. Přehled traktorů, strojů a jejich parametrů
4. Cíl práce a použité metody
5. Vlastní práce (Návrh souprav a technologií a ekonomické zhodnocení)
6. Závěry a doporučení

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran textu včetně obrázků a tabulek

Klíčová slova

traktor, využití tahové síly, stroje na přípravu půdy, pracovní soupravy, ekonomické hodnocení

Doporučené zdroje informací

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

HŮLA, J. a kol. Minimalizace zpracování půdy. Praha: ProfiPress s.r.o., 2008, 248 s.
ISBN 978-80-86726-28-1.

HUNT, D. Farm Power and Machinery Management. Iowa State Press, 2001, 384 pp.
ISBN 978-0813817569.

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

KAVKA M et al.: Normativy zemědělských výrobních technologií. ÚZPI, Praha, 2006, 395 s.
ISBN 80-7271-163-6.

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

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

ŠPELINA M. a kol: Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. Praha, SZN 1980, 280 s.

VOLTR. V. a kol.: Hodnocení půdy v podmínkách ochrany životního prostředí. ÚZEI, Praha 2011, 480 s.,
ISBN 978-80-86671-86-4.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Ondřej Šařec, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2015

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 22. 02. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Návrh vhodných strojů a technologií pro traktory nad 250 kW pro zvolený zemědělský podnik“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Ondřeje Šarče, CSc. a použil jen pramenů, které jsem uvedl v seznamu použité literatury.

V Praze dne 8.3.2016

Podpis:

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu prof. Ing. Ondřeji Šařci, CSc. za poskytnutí cenných rad a odborné vedení této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti AGRO Slatiny a.s. za poskytnutí podkladů a užitečných informací.

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá návrhem vhodných strojů a technologií pro traktory nad 250 kW podle zvolených metodik v zemědělském podniku AGRO Slatiny a.s. Úvodem je popsána stručná charakteristika podniku, po které následuje popis způsobů zpracování půdy a srovnání kolových a pásových traktorů. V další části následuje popis tří výkonných traktorů nad 250 kW a strojů pro zpracování půdy, které jsou těmito traktory používány. Dále následuje hlavní cíl práce a metodiky, kterými byla daná práce řešena. Hlavním úkolem je vypočtení parametrů původních souprav z hlediska efektivity práce a ekonomického vyhodnocení. V případě nevyhovujících výsledků je cílem navržení nových souprav pro dosažení efektivnější práce a lepších ekonomických výsledků.

Klíčová slova: traktor, využití tahové síly, stroje na přípravu půdy, pracovní soupravy, ekonomické zhodnocení

Proposal of suitable farm implements and technologies for tractors of over 250 kW at a selected agricultural business

Summary: Diploma thesis is dealing with proposal of suitable farm implements and technologies for tractors of over 250 kW according to chosen methodologies at agricultural business AGRO Slatiny a.s. The introduction specifies a brief characteristic of selected agricultural business which is followed by a description of soil processing methods and comparison of wheeled and crawler tractors. In the next section there is a characteristic of 3 powerful tractors of over 250 kW and implements which are used by those tractors for soil preparation. Furthermore there is a specification of main objective and applied methods. The main goal was calculation of original implement's parameters in regards to work efficiency and economic evaluation. In case of unsatisfactory results the objective is to propose new implements in order to work more efficiently and have better economic results.

Key words: tractor, use of tensile strength, implements for soil preparation, work implements, economic evaluation

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Literární rešerše	2
2.1 Charakteristika podniku	2
2.2 Technologie zpracování půdy	4
2.2.1 Zpracování půdy	4
2.2.2 Způsoby zpracování půdy.....	4
2.2.3 Důvody používání bezorebných technologií	6
2.2.4 Systém satelitní navigace	11
2.2.5 Energetická náročnost zpracování půdy	12
2.3 Pásové a kolové traktory	13
2.3.1 Porovnání pásových a kolových traktorů	13
2.3.2 Výhody a nevýhody pásových traktorů	13
2.3.3 Výhody a nevýhody kolových traktorů	14
2.3.4 Působení pásů a kol na podložku.....	16
3 Traktory a stroje pro zpracování půdy používané v podniku AGRO Slatiny a.s	18
3.1 Používané traktory v podniku nad 250 kW	18
3.1.1 Caterpillar Challenger MT 765 B.....	18
3.1.2 John Deere 9510 RT.....	20
3.1.3 John Deere 8530	21
3.2 Charakteristika strojů používaných za traktory o výkonu nad 250 kW	23
3.2.1 Diskový podmítač ATLAS AM 10000	23
3.2.2 Dlátový pluh TERRALAND TO 6000.....	24
3.2.3 Předseťový kompaktor SWIFTER SE 12000.....	25
3.2.4 Předseťový kombinátor Farnet Kompaktomat K 930 PS.....	26
3.2.5 Kultivátor Köckerling VARIO 570	28
3.2.6 Hloubkový kypřič HKTx 300.....	29
3.2.7 Kypřič Simba SL 500	31
4 Cíl a metodika práce	33
4.1 Cíl práce	33
4.2 Metodika práce.....	33
4.2.1 Výpočet výkonnosti strojů.....	33

4.2.2	Vypočtení nákladů na provoz strojů.....	34
4.2.3	Vypočtení výkonnosti traktorů.....	35
4.2.4	Výpočet odporu souprav.....	36
4.2.5	Výpočet spotřeby paliva.....	37
5	Vlastní práce.....	38
5.1	Určení tahové síly Caterpillar Challenger MT 765 B.....	39
5.1.1	Výpočet ztrát výkonu traktoru.....	39
5.1.2	Tah traktoru.....	40
5.2	Výpočty jednotlivých strojů.....	41
5.2.1	Odpor souprav.....	41
5.2.2	Výpočet výkonnosti.....	44
5.2.3	Výpočet spotřeby paliva.....	45
5.3	Vlastní návrh.....	47
5.3.1	Určení tahové síly John Deere 9470RT.....	48
5.3.1.1	Výpočet ztrát výkonu traktoru.....	48
5.3.1.2	Tah traktoru.....	49
5.3.2	Výpočty jednotlivých strojů.....	51
5.3.2.1	Odpor souprav.....	51
5.3.2.2	Výpočet výkonnosti.....	52
5.3.2.3	Výpočet spotřeby paliva.....	54
5.4	Porovnání jednotkových nákladů.....	56
6	Závěr.....	57
	Seznam literatury.....	59
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam tabulek.....	62
	Seznam grafů.....	63
	Seznam vzorců.....	63
	Seznam zkratk.....	64
	Přílohy.....	65

1 Úvod

Mezi základní podmínky současného zemědělství patří intenzita zemědělské výroby tj., největší efektivita práce, produkce kvalitních surovin a výrobků při co nejnižší potřebě lidské práce. K těmto cílům je dosaženo pomocí uplatňování výkonných traktorů, zemědělských strojů společně s využitím moderních technologií. Při využívání moderních technologií musí být brána v potaz ochrana životního prostředí.

V současné době je tedy i důležitou otázkou způsobu zpracování půdy. Zpracování půdy má vliv na množství, kvalitu surovin a na vynaložené náklady. Mezi základní operaci zpracování půdy patří: zpracování pomocí pluhu, přímé setí a bezorebné zpracování půdy, které je v této práci vzhledem k používaným strojům v podniku prioritní záležitostí. Dále ke zvyšování efektivity práce je přínosné používání systému satelitní navigace.

Zemědělský podnik AGRO Slatiny a.s., jehož strojové vybavení je předmětem řešení této práce vlastní celkem tři výkonné traktory nad 250 kW, z toho dva jsou s pásovým podvozkem. Podnik obhospodařuje velké hektarové výměry, které je vhodné opracovávat výkonnými traktory s pásovým podvozkem. Používáním pásového podvozku lze efektivněji přenášet tahovou sílu na podložku, díky velké styčné ploše pásů. Dalším důvodem je menší působení tlaku na půdu v porovnání s kolovým traktorem a to je žádoucí především při používání bezorebných technologií. Podnik vlastní několik strojů pro bezorebné zpracování půdy s možností využití více operací najednou a širokým pracovním záběrem, které jsou uvedeny dále v práci.

Soupravy traktorů se zemědělskými stroji jsou voleny tak, aby bylo efektivně využíváno tahového výkonu traktorů a to s ohledem na pracovní odpor stroje. Odpor stroje je dán podle šířky pracovního záběru, hloubce a pracovní rychlosti, přičemž při vyšší pracovní rychlosti klesá tahová síla traktoru. Výběr nářadí se také podřizuje daným klimatickým a půdním podmínkám a rovněž skladbě pěstovaných plodin. Správně navržené soupravy vedou ke snížení provozních nákladů.

Předmětem této práce je tedy navrhnout optimální soupravy s ohledem na zvýšení efektivity a množství práce, aniž by došlo ke snížení kvality produkce a pokud možno snížení provozních nákladů.

2 Literární rešerše

2.1 Charakteristika podniku

Mnou zvolený podnik pro tuto diplomovou práci je AGRO Slatiny a.s. Jedná se o zemědělskou firmu s několika sídly hospodařící na východě Čech v jižní oblasti okresu Jičín a také v oblasti Smidarska v okrese Hradec Králové. Primárním zaměřením podniku je klasická rostlinná a živočišná výroba.

Rozloha zemědělské půdy, kterou AGRO Slatiny a.s. v současné době obhospodařuje, činí cca 4500 [ha]. Nadmořská výška pozemků v této oblasti se pohybuje mezi 260 až 300 metrů nad mořem s průměrnými ročními srážkami 650 [mm] a průměrnou roční teplotou 7,8 °C.

Z tržních plodin v rostlinné výrobě se podnik zaměřuje na pěstování obilovin a luskovin na ploše cca 2400 [ha], dále na řepku olejnou na rozloze 500 [ha] a na analogické výměře i cukrové řepy. V menším rozsahu se zde pěstuje také konzumní brambor, hořčici a mák.

Ke skladování produkce rostlinné výroby jsou zde vybudovány dostačující vlastní skladovací kapacity, viz obrázek 1. [1]



Obr. 1 Sila pro skladování produkce rostlinné výroby [1]

V oblasti živočišné výroby chová podnik v uzavřeném obratu základní stádo krav mléčného holštýnského plemene v počtu 500 kusů. Dále na to navazující kategorii telat, jalovic a býků. Primární tržní produkty jsou mléko a jatečná zvířata. V minulých letech úspěšný chov plemenných prasat je v současné době v útlumu. V omezeném rozsahu se momentálně udržuje chov plemenných kanečků a chovných prasniček.

V roce 2010 byla vybudována a uvedena do provozu zemědělská bioplynová stanice s výkonem 600 [kW], přičemž v roce 2012 byl výkon navýšen na dvojnásobnou hodnotu 1200 [kW]. Dosáhlo se tak zvýšení příjmu o tržbu za prodanou elektřinu při využití vlastní zemědělské produkce.

V současnosti se podnik AGRO Slatiny a.s. zaměřuje nejen na zemědělské činnosti, které jsou však stále prioritou. Jednou z činností je například o provoz kovovýroby, která se zaměřuje na výrobu především opotřebitelných náhradních dílů na stroje pro přípravu půdy. V rámci zastoupení firmy AGIP- ENI se jedná o prodej převodového a motorového oleje, mazací pasty, nemrznoucí kapaliny a další produkty ze sortimentu této firmy.

Dalším rozšířeným oborem je provoz dvou stanic technické kontroly. Stanice technické kontroly v Jičíně a v Novém Bydžově, které slouží pro osobní automobily a STK v Jičíně dále poskytuje technické kontroly pro nákladní automobily, traktory a přípojná vozidla. V Jičíně se nachází spolu s STK také mycí centrum pro osobní automobily, nákladní automobily, autobusy a cisterny včetně čištění jejich interiérů. [1]

2.2 Technologie zpracování půdy

Během opracovávání půdy je hlavním úkolem vytvořit vhodné podmínky pro pěstování plodin tj., vytvořit prostředí pro optimální průběh půdních procesů jako je růst, vývoj a tvorba výnosů pěstovaných plodin. [2]

2.2.1 Zpracování půdy

V současné době mají zemědělské podniky ohledně zpracování půdy na výběr nejen v řadě výrobců strojů, ale také si mohou zvolit z různých technologií zpracování půdy a určit, která je pro dané podmínky tou nejvhodnější. Optimální výsledky použití dané technologie závisí nejen na kvalitě provedení, ale rovněž na chování zemědělce k půdě. Primárně závisí na půdních vlastnostech, proto při obdobných postupech zpracování půdy může docházet k odlišným výsledkům v rámci celé České republiky.[2][3]

Základním rozdělením technologií pro zpracování půdy je dle použitého stroje, kterým se půda opracovává. Rozeznávají se tak technologie:

- bezorebné (půdo-ochranné)
- s použitím pluhu (konveční)
- přímé setí [2][3]

2.2.2 Způsoby zpracování půdy

Konveční zpracování půdy

Tento způsob zpracování půdy je založen každoročním použitím radličných pluhů pro kypření a mísení podstatné části ornice. Dochází tak ke zapracování plevelů a zbytků plodin zpět do zeminy. V různých případech se k pluhům připojují zařízení, která slouží k úpravě povrchu brázdy (hrudořezy, pěchy). Podle místních podmínek se určí, zdali se musí či nemusí před orbou provádět podmítka a po orbě předset'ová příprava set'ového lůžka. V literaturách se udává i doporučená hloubka podmítky, ovšem vždy záleží na lokálních podmínkách. Kritériem je takzvaná „podmítka na vodu“ tedy do hloubky, kde se nachází půdní vláha. Podmítka má pak obecně několik důležitých funkcí:

- Likvidace plevelů a hubení škůdců.
- Zabránění úniku půdní vláhy.
- Usnadnění provedení následné operace zpracování půdy.
- Zamíchání výdrolu předplodiny do půdy a podpoření jeho vzejití. [4][5]

Přímé setí

Použitím této technologie nedochází po sklizni k jakékoliv úpravě půdy před setím. Jsou vyráběny speciální secí stroje, které jsou schopné zasít i do nezpracované půdy. Využívá se především v suchých oblastech, kde tak dochází k velmi rychlému založení prostoru s minimálními náklady. Nevýhodou je nižší dosah výnosů a nutné používání herbicidů v boji proti plevelům ve větší míře. [3][4]

Bezorebné zpracování půdy

Jedná se o ochranné zpracování půdy bez využití orby, kde se místo ní provádí kypření bez obracení zpracované vrstvy půdy. Půda se často kypří do menší hloubky, tím pádem se snižují přímé náklady na zpracování půdy a dochází i k úspoře času. Objevují se však i výjimky, kdy se půda kypří do stejné shodné hloubky jako při orbě či dokonce i do větší hloubky. V tomto případě zůstávají rostlinné zbytky na povrchu půdy. Konzervační zpracování půdy lze provádět pomocí talířového nebo radličkového kypříče. Taktéž lze do této technologie zařadit setí do vymrzajících či chemicky zlikvidovaných meziplodin. [3][4]

Cíle zpracování půdy

Technologie pro zpracování půdy se stále vyvíjejí a soustřeďují se na snižování spotřeby pohonných hmot a pracnosti. Tím pádem tak dochází i ke snižování nákladů na jednotku produkce. Hlavní cíle zpracování dále zahrnují:

- Zvýšení pronikání dusíku a kyslíku do půdy.
- Nakypření půdy, aby docházelo k pronikání kořenů plodin do hloubky půdního profilu.
- Podpoření mineralizace živin a potlačení choroboplodných zárodků.
- Zvýšení rychlosti zasakování vody do půdy.

- Zapravení rostlinných zbytků a hnojiva do půdy.
- Likvidace nebo alespoň snížení počtů chorob, škůdce a plevelu.
- Odstranění zhutnění půdy, které vzniklo předešlými zásahy do půdy.
- Omezení tvorby neproduktivního výparu. [6]

Z pohledu využívání výkonných traktorů dlouho převládá tvrzení, že jsou převážně používány pro bezorebné zpracování půdy. Důvodem je to, že za výkonné traktory lze zapojit velké stroje o rozsáhlém záběru a tyto traktory tak dokázaly využít jejich potenciál. Taktéž i stroje, které optimálně promísí půdu i do větší hloubky, dokáží plně využívat velký výkon motoru. Pro přenos velkého výkonu motoru je potřeba uzpůsobovat podvozek traktoru, aby bylo možné jeho maximální využití (dvoumontáž, pásy). Zvětšená styčná plocha zajišťuje lepší přenos výkonu a zároveň i snížení tlaku na půdu. To je výhodou u bezorebných technologií, jelikož jakékoliv utužení půdy je nežádoucí a představuje problém. [3]

V současné době výrobci strojů zaměřili své produkty na pluchy o velkém počtu radlic, které potřebují pro svoji práci výkonné traktory. Požadavky zemědělců jsou totiž takové, že se nechtějí vzdát orby a zároveň požadují vyšší plošný výkon. Problémem i u nekonvenčního zpracování půdy je její utužení. Rozvoj orby mimo brázdu umožňuje agregovat nejvýkonnější traktory i s pluchy. Je však třeba uvažovat, že výkonný traktor s pluhem je značně omezen pojezdovou rychlostí, která je obvykle v intervalu 10-12 km/h. Naproti tomu u strojů používaných pro bezorebné zpracování půdy je limitem ne rychlost, ale výkon traktoru a robustnost nářadí. V zásadě platí, že nářadí pracují lépe při vyšší pracovní rychlosti a to z důvodu lepšího promísení půdy s rostlinnými zbytky. [3]

2.2.3 Důvody používání bezorebných technologií

Celosvětové výsledky testů poukazují na to, že snížení hloubky a intenzity zpracování půdy má kladný vliv na půdní a životní prostředí. Tyto technologie mohou vést ke zlepšení strukturního stavu půdy, zvyšování biologické aktivity půdy, ke zvyšování obsahu a kvality organické hmoty, k regulaci vodní a větrné eroze atd. [7]

Z hlediska reakce výnosů jednotlivých druhů plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy do určité míry závisí na daných půdních a povětrnostních podmínkách. Výsledné hodnoty pokusů obecně poukazují na to, že rozdíly ve výnosech plodin pěstovaných po orbě nebo po bezorebném opracování nejsou příliš významné. Záleží však i na různých agroekologických podmínkách. [7]

Mezi hlavní důvody rozvíjení se bezorebných technologií zpracování půdy lze zařadit především ekologické, ekonomické a technické hledisko.

Ekologické hledisko

Prvně jmenované ekologické důvody zahrnují příznivý vliv bezorebných technologií na strukturu půd, především pak lepší hospodaření s půdní vodou. Mezi lepší hospodaření s půdní vodou patří například: snížení ztrát vody během nižší intenzity zpracování půdy, lepší zádržnost vody, omezení neproduktivního výparu vody z půdy mulčem z rostlinných zbytků na povrchu půdy. Dalšími ekologickými důvody jsou: omezení větrné a vodní eroze, redukce vyplavování pohyblivých forem dusíku a zlepšení stavu půdní organické hmoty. [7]

Technologie minimalizační a půdo-ochranné mají za úkol přispět ke zkvalitnění půdního a životního prostředí. Celá řada fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy je ovlivněna způsobem zpracování půdy. Z fyzikálního pohledu respektive z fyzikálních vlastností ovlivňují změny způsobené zpracováním půdy především její objemové hmotnosti. Objemová hmotnost je dále úzce spojena s pórovitostí půdy. Vzdušný a vodní režim půdy jsou ovlivněny jednotlivými velikostmi póru a objemovou hmotností. Nižší intenzita zpracování způsobuje zvyšování objemové hmotnosti půdy a snižování celkové pórovitosti. Změna přichází v poměru kapilárních a nekapilárních pórů, což způsobuje zvyšování zádržnosti vody v půdě. [7]

Ekonomické hledisko

V současné době jsou významnými faktory z hlediska zemědělství v České republice ekonomické dopady při používání bezorebných technologií. Příznivý vliv mají na snížení spotřeby práce a energie. Klesá tak počet pracovních operací a snižují se nároky na organizaci práce a počty zaměstnanců v podniku. [7]



Obr. 2 Kombinovaný talířoradličkový kypřič Terrano MT pro provádění více operací [8]

Mezi ekonomické důvody patří především snížení nákladů na zpracování půdy za použití bezorebných technologií. Z toho vyplývá, že dochází i ke snížení jednotkových nákladů na produkci komodit. Slučováním většího počtu operací dochází k úspoře času a tím i k nižším výsledným nákladům (viz obr. 2 - kombinovaný talířoradličkový kypřič). Z tohoto důvodu se používají soupravy, které jsou schopny provádět několik funkcí najednou a dosažení požadované přípravy půdy nebo založení prostoru je provedeno nižším počtem operací. [7]

Další snižování nákladů lze dosáhnout pomocí používání strojů o větším záběru (viz obr. 3 – širokozáběrový tažený podmítač) a z toho vyplývající větší denní výkonnost. Toto řešení se prezentuje nižší energetickou náročností bezorebného zpracování půdy. Podmínka uspoření finančních prostředků je dána úsporou pracovního časového nasazení pracovníků a jejich zapojení do dalších pracovních kapacit. Tyto stroje a soupravy

dosahující velkých výkonů lze uvažovat jako řešení z hlediska ne příliš vysokého počtu kvalifikovaných pracovních sil v zemědělství. [7]



Obr. 3 ATLAS AM je tažený širokozáběrový podmítač – pracovní záběr 12 m [9]

V neposlední řadě je možnost úspory finančních prostředků snižováním nákladů na energie, především tedy pohonné hmoty. Úspory pohonných hmot lze dosáhnout omezením hloubky a intenzity zpracování půdy na optimální z hlediska účelnosti. Používání radličných pluhů pro orbu patří k energeticky nejnáročnějším operacím. Možnosti jsou tak snížení hloubky orby či příznivější je volba, pokud to podmínky dovolují, méně náročné operace. Nesmí to však být nahrazeno operací, která by snižovala výnosový potenciál plodin pod hodnotu, která se získá úsporou používání jiného zpracování půdy než orby. Z hlediska hubení škůdců a plevelů dokáže do jisté míry nahradit úroveň herbicidů a aplikační techniky přínosy orby. Výkonnost techniky zajišťuje dodržovat agrotechnické termíny v mnoha případech i s menším počtem zaměstnanců. To přináší i úspory z nákladů na zaměstnance a dodržení agrotechnických lhůt je primárním kritériem pro co možná největší využití výnosového potenciálu půdy. [7]

Technické hledisko

Nová konstrukční řešení strojů umožňují širší uplatnění v odlišných formách bezorebných technologií zpracování půdy a zakládání prostorů. Trh v současné době nabízí širokou škálu těchto technologií, díky tomu lze zvolit volbu vhodného stroje

a technologických postupů vzhledem k daným podmínkám. Zajišťuje se tak kvalitní zpracování půdy a založení prostoru. [7]

Vývoj kvalitních secích strojů otevírá větší možnosti pro bezorebné zpracování půdy. Ty totiž dokážou zasít i do minimálně zpracované půdy či dokonce do mulče. Trh nabízí v současnosti univerzální secí stroje, které jsou schopné provést kvalitní setí do hrubé brázdy po orbě, ale i do zpracované půdy bezorebnými stroji. Výhodou, jak už bylo řečeno z hlediska ekonomického i technického, je velký pracovní záběr umožňující tak dosahovat velkých denních výkonů. [7]

Pracovní záběr těchto strojů je tedy velkým přínosem pro jejich efektivní uplatnění v praxi a také z hlediska ekonomického přínosu proti konvečním technologiím. Trh v tomto směru nabízí podmítače v talířovém i radličkovém provedení, které dosahují pracovního záběru až 12 m. Pro porovnání pluh s největším pracovním záběrem používaný v České republice dosahuje záběru jen 6 metrů. Dále používané podmítače s kypřiči jsou schopné pracovat při vyšších jezdových rychlostech s dostatečnou kvalitou. Použitím výkonného traktoru lze pracovat při rychlostech nad 15 km/h, oproti tomu u orby se vyšší rychlosti než 12 km/h nedosahuje. Z toho tedy vyplývá, že jsou denní výkony větší než při orbě a zároveň je tak značná úspora pohonných hmot. [7]

V současnosti jsou traktory vyšších výkonů konstruovány i s pásovými podvozky, které jsou šetrnější k půdě a nezanechávají za sebou hluboké koleje stopy. Řešením u kolových traktorů je montáž dvou nebo tří pneumatik, což má za důsledek rozložení hmotnosti traktoru a působení menšího tlaku na podložku. Dochází v tomto případě také ke zlepšení tahových vlastností traktoru. K dostání jsou i tzv. nízkotlaké pneumatiky, které jsou odolné v provozu i s nízkým tlakem. Ve výsledku to při jízdě na poli znamená, že dochází ke zmenšenému zhutnění půdy, ale i k zvětšení styčné plochy pneumatiky. Použití těchto pneumatik je do určité míry omezené výkonem traktoru. U traktorů vyšší výkonové třídy by mohlo snadněji dojít k poškození pneumatiky například protočením na ráfku kola. [7]

2.2.4 Systém satelitní navigace

Systémem satelitní navigace využívaného v zemědělství se otevřely další možnosti zvyšování efektivity práce. Zejména pro traktory vyšší výkonové třídy je navigační systém doporučenou volbou pro úsporu nákladů a efektivitu. Nejen, že tento systém přispívá k pohodlí obsluhy, ale umožňuje snižovat měrnou spotřebu paliva. Systém nabízí možnost paralelního navádění k základní linii, redukuje překrývání pracovních záběrů a dochází tak k plnému využití pracovního záběru stroje. Usnadňuje se práce během špatných viditelnostních podmínek nebo i za tmy. Dále se díky systému dosáhne úspor nákladů na osivo, hnojivo a agrochemikáliích. Dovoluje snadnější manipulace respektive otáčení pásovým traktorům. Tím pádem dochází k menšímu opotřebení pásů, závěsných zařízení a minimalizuje zbytečné vyhrnování půdy. [7][10]

Přijímač systému satelitní navigace vyhodnocuje polohu na základě signálu získaného ze satelitu. Přesnost je dána počtem satelitů, ze kterých je signál přijímán, tzn. čím větší je počet satelitů, tím je větší přesnost. Vzhledem k velké vzdálenosti se získává přesnost v řádech metrů. Z tohoto důvodu se využívají diferenční DGPS, které díky referenčním stanicím korigují přesnost v řádech centimetrů. [7][10]

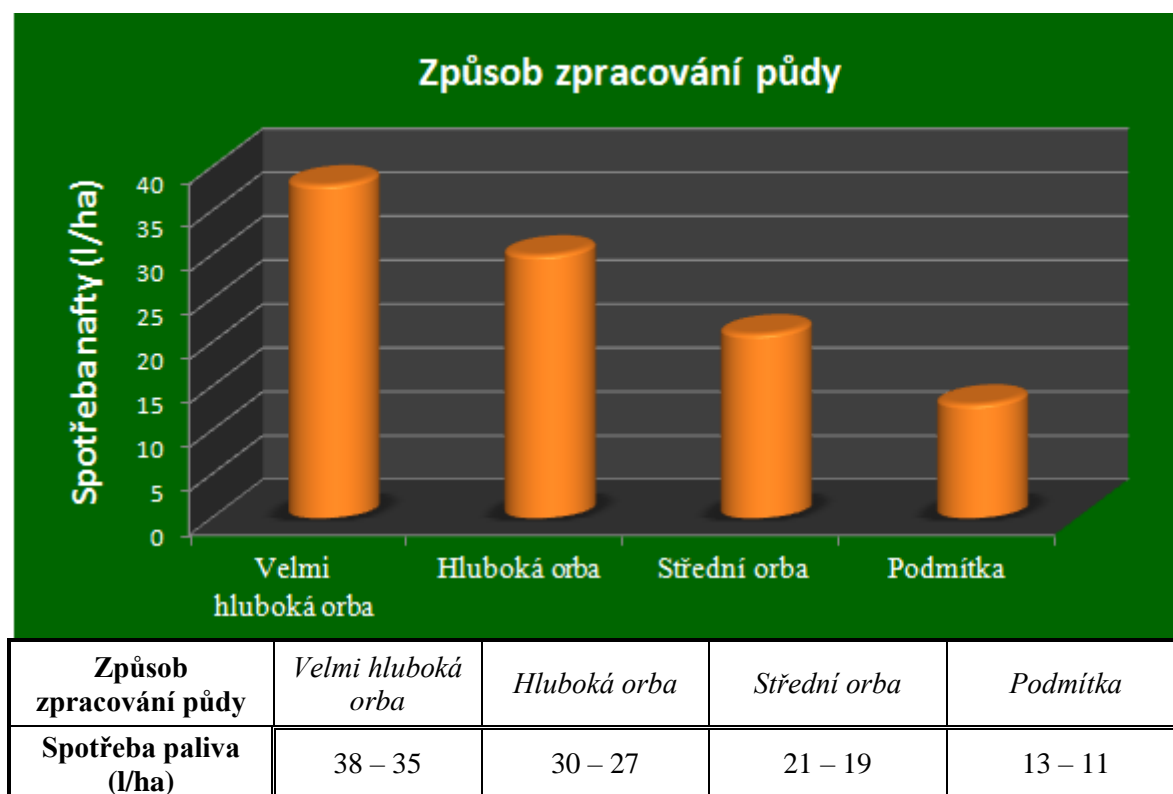
K dispozici jsou v současné době zdarma méně přesné korekční signály, využívány jsou ale více komerční placené například: Trimble Autopilot, AutoTrack, E-Drive a Auto-Guide. Systém navádění lze rozdělit na manuální a automatický. Během použití manuálního systému se ukazuje směr na LCD displeji, jakým má být traktor veden. Výhodou je snadná přenosnost z jednoho stroje do druhého. Oproti tomu automatický systém sám naviguje traktor a stará se o kompletní řízení. [10]

Progres zaznamenávají také telematické systémy. Ty jsou schopné přes GPRS modem na dálku posílat do PC podniku data o poloze traktoru, stavu paliva v nádrži, trase, aktuálním výkonu, obdělané ploše atd. Vedoucí podniku tak mohou lépe kontrolovat obsluhu a poskytuje informace k dohledání v případě krádeže. Systém tedy napomáhá ke zlepšení efektivity práce a snižování nákladů. Dále jsou telematické systémy schopné rozpoznat závadu a poslat data mechanikovi. [10]

2.2.5 Energetická náročnost zpracování půdy

Základní zpracování a příprava půdy je velmi energeticky náročná. Během klasické středně hluboké orby projde pluhem 3000 – 4000 tun zeminy na hektar. Z tohoto důvodu je vhodné použít pro tuto činnost silné stroje. Důležitým faktorem je volba optimální hloubky orby dle daných podmínek. Je nutné uvažovat, zdali v daných podmínkách nelze upřednostnit například prosté kypření před náročnější orbou. Dále je nutné přenést na stroje co největší výkon motoru traktoru. Při volbě zpracování půdy dlátovým nebo radličkovým kypřičem oproti orbě radličkovým pluhem se ušetří až jedna čtvrtina paliva. [2][4]

Graf 1 Grafické znázornění spotřeby paliva při zpracování půdy



Snížená spotřeba paliva

Správným nahuštěním pneumatik nebo vhodně zvoleným nářadím lze snížit spotřebu paliva. Při správné volbě závaží se dá uspořit až 2,7 litrů pohonných hmot na hektar. Přední náprava však musí být dostatečně zatížená, pokud tomu tak není, nelze přenášet maximální výkon traktoru. Žádoucí je, aby docházelo k pevnému zatlačování vzorku pneumatiky do půdy a docházelo tak k maximálnímu přenosu výkonu.

U současných traktorů se širokými radiálními pneumatikami je nutné přenést na přední nápravu 25 - 30 % hmotnosti. [11]

Optimálně seřízeným pluhem lze dosáhnout co nejmenší spotřeby paliva. Z důvodu špatného seřízení pluhu činní ztráta až o 0,5 litrů pohonných hmot na hektar. Mezi obvyklé chyby seřízení pluhu lze zařadit špatně nastavenou šířku přední brázdy a tahovou nesouosost. [11]

2.3 Pásové a kolové traktory

2.3.1 Porovnání pásových a kolových traktorů

V oblastech, kde se nachází půda s malou únosností a především vlhkostí, je výhodné používat pásové traktory. Dále v oblastech prudších stoupání a nerovností terénu, kde není příliš vhodné používání kolových traktorů i o velkých výkonech. Používáním pásového podvozku lze zmírnit měrný tlak působením stroje na podložku a také se zmenšuje prokluz. Tím pádem je traktor schopen přenášet větší tahovou sílu na podložku. V současné době jsou čím dál větší nároky na efektivnost produkce a obdělávání půdy, které vedou k inovaci pěstebních postupů a k používání výkonnějších strojů. Obvykle je to však na úkor vyšších hmotností strojů a náradí, které způsobují nežádoucí utužení půdy. [12][13]

2.3.2 Výhody a nevýhody pásových traktorů

Pásový traktor má velkou styčnou plochu pásů s půdou oproti kolovým traktorům, jeho hmotnost se tak více rozkládá. Působí tak na podložku menším měrným tlakem, utužuje méně půdu, což umožňuje práci i v nezpevněných a na jaře obvykle podmáčených vlhkých půdách. Vlivem velké styčné plochy pásů s půdou je zaručena větší adheze a nevzniká tak snadno prokluz pásů. Konstrukce podvozku pásového traktoru je ale složitější, dražší a jsou nutné časté opravy a tím je provoz poměrně nákladný. Opodstatnění mají tyto traktory u silných a těžkých strojů určených pro těžké práce na poli. Porovnání výhod a nevýhod pásových podvozků lze vidět v následujících bodech. [13][14]

Výhody:

- + Vhodné pro práci ve svahu z důvodu větší styčné plochy.
- + Díky větší měrné tlakové síle lze používat při práci na vlhčích a měkčích půdách.
- + Pásky se nehusť a nejsou tak namáhány vysokým tlakem.
- + Možnost ostrého otáčení či otáčení na místě.
- + Klidnější a vyrovnanější jízda po poli, bez větších problémů překonání nerovností, stop po pneumatikách atd. [13][14]

Nevýhody:

- Během zatáčení přenos tahové síly pouze na jeden pás, což má za důsledek snížení tahové síly.
- Dražší pořizovací cena a nižší životnost pásů.
- Během velkého tahového zatížení je potřeba horizontálního výkyvu závěsu pro zlepšení řízení.
- Pásky jsou tuhé a nepřizpůsobivé, dochází tak k narušení řádků a tím pádem kořenů rostlin a z toho důvodu jsou pásové podvozky nevhodné do meziřádku.
- Konstrukce podvozku je řešena jako nosný rám mezi přední částí pásového podvozku a tělem traktoru, tudíž nemá přední nápravu a má nižší světlou výšku.
- Menší stabilita během práce s neseným strojem.
- Větší opotřebení pásů při jízdě na zpevněném povrchu a během zatáčení, zároveň jsou tvrdé a ne příliš tlumí nerovnosti na silniční komunikaci.
- Při využití možnosti prudkého otáčení na úvrati vytváří nerovnosti tím, že vyhrnují zemědělskou půdu.
- Náročnější je i ovládání pro obsluhu, pro zvládnutí minimálního otáčení bez hrnutí zeminy, skokové korekce změnu směru jízdy atd. [13][14]

2.3.3 Výhody a nevýhody kolových traktorů

Hlavní výhodou kolového traktoru oproti pásovému jsou finance, jelikož výroba kolového traktoru je jednodušší a tím i levnější. Provoz kolového traktoru vychází finančně levněji, jelikož dochází k menšímu opotřebení během provozu. Lze snadno přestavit rozchod kol dle potřeby polních prací, což je výhodou zvláště u kultivačních traktorů.

Při dopravě pro silničních komunikací je vhodnější, protože může kolový traktor dosahovat vyšších rychlostí a zároveň menšího opotřebení vůči pásům. [13][14]

Ve srovnání s pásovým podvozkem dochází k většímu prokluzu s podkladem, nedochází tak k velkému využití tažného výkonu motoru. Problémem je, že zatížení celého traktoru se soustřeďuje jen na čtyřech bodech a tím pádem dochází ke stlačování velkým měrným tlakem zeminy. Do jisté míry lze těmto problémům zamezit použitím nízkotlakých pneumatik velkých rozměrů a s velkým záběrovým vzorem, které zabírají na půdě poměrně větší plochu. Kolový podvozek je tedy vhodný spíše pro traktory menších a středních výkonů, k univerzálnímu použití na poli a v dopravě po silničních komunikacích. Porovnání výhod a nevýhod kolových podvozků lze vidět v následujících bodech.[13][14]

Výhody:



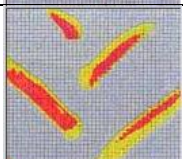
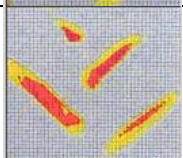
- + Změna rozchodu kol je oproti pásům snadnější.
- + Disponují větší přesností ve vedení nářadí po poli.
- + Na pevném podloží poskytují lepší tahové vlastnosti.
- + Dobrá jízda v meziřádku z důvodu přizpůsobení kol a nedochází tak k porušení meziřádku.
- + Snadnější zatáčení při jízdě v řádcích.
- + Větší světlá výška díky větším rozměrům průměru kol.
- + Možnost výbavy předním čelním nakladačem, dozerovou radlicí nebo nádrží pro postřikovač.
- + Při dopravě odpružená přední náprava zajišťuje větší komfort pro obsluhu během vyšších rychlostech.
- + Lépe tlumí nerovnosti na pozemních komunikacích.
- + Během zatáčení na úvrati mají snahu kola odvalovat po povrchu, nedochází tak k velkému narušení půdy.
- + Lepší podélná stabilita rozložením hmotnosti na delším rozvoru. Tím tak poskytuje lepší práci a stabilitu s neseným nářadím.
- + Delší životnost pneumatik a nižší pořizovací cena. [13][14]

Nevýhody:

- Dochází k většímu prokluzu kol ve svazích.
- Práce na podmáčených a méně utužených půdách je možná jen s použitím širokých kol nebo s dvojitými koly.
- Nároky na přesnost dotížení a změnu tlaku nahuštění pneumatik pro odlišné podmínky. [13][14]

2.3.4 Působení pásů a kol na podložku

Tab. 1 Znárodnění působení tlaku a velikosti poškození plochy působením pneumatik a pásů na podložku [12]

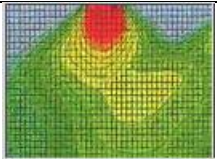
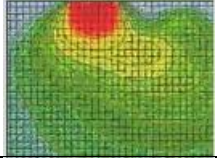
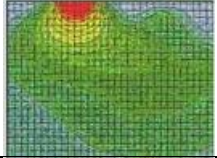
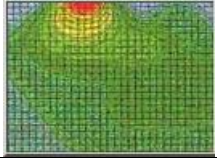
	Obrázek znázorňuje otisk pneumatiky traktoru při obyčejném tlaku. Půdní mikroorganismy mají jen malou šanci na přežití, půda nadměrně trpí v dlouhých hlubokých zářezech.
	Po upuštění pneumatiky před vjezdem na pole se sníží tlak na plošnou jednotku, ale zase dojde ke zvětšení plochy poškození.
	V současné době je neoptimálnější řešením dvoumontáž či trojmontáž přídavných pneumatik. Dané řešení je ekonomické oproti používání pásových podvozků a zároveň snižuje prokluz až o 30%.
	Traktor s pásovým podvozkem zanechává takovouto relativně lehkou stopu malého rozsahu.

V současnosti je v zemědělství důležitým předmětem otázka o ochraně půdní struktury. Drtivá většina zemědělců se stále uchyluje k používání standardních traktorů i přes mnohé možnosti alternativ jako například používání pásových podvozků. [12]

Snahou významných výrobců traktorů je vyrábět univerzální traktory, které by měly unést minimálně 75% ze své hmotnosti. Jedná se však o složité konstrukční řešení. Cesta k vysoké hodnotě užitečného zatížení vede především snížením vlastní hmotnosti traktorů. Snižování hmotnosti je ale pro konstruktéra nelehký úkol, neboť by nemělo dojít k zmenšení celkové robustnosti stroje. Ekonomickým řešením je v současné době montáž

dvou či tří pneumatik s menším huštěním. Dochází tak k rozdělení tlaků kol, tím i k lepší ochraně půdy a zlepšeného využití tahové síly traktoru. Stále je toto řešení s ohledem na negativní účinky mechanizace na půdu aktuální a využívané zemědělskými podniky.[12]

Tab. 2 Znárodnění působení tlaku a velikosti poškození plochy působením pneumatik a pásů na podložku z hlediska zasažení půdy [12]

	<p>Plně nahuštěné pneumatiky působí takto likvidačně a do hloubky na půdní strukturu. Půda tak ztrácí schopnost vést vodu a „dýchat“.</p>
	<p>U sníženého tlaku nahuštění pneumatiky je tlak na podložku menší, nicméně se tak děje na úkor velikosti zasažené plochy, která je větší.</p>
	<p>Montáží dvou či dokonce tří pneumatik se zasažená plocha zvětšuje, ale z obrázku lze vidět, že intenzita tlaku se snižuje a není tak příliš vysoká.</p>
	<p>V tomto případě lze vidět značnou výhodu pásového podvozku, jelikož se půdní struktura vrací do původní formy a dochází k brzkému provzdušnění půdy.</p>

3 Traktory a stroje pro zpracování půdy používané v podniku AGRO Slatiny a.s

3.1 Používané traktory v podniku nad 250 kW

Podnik AGRO Slatiny a.s. vlastní momentálně celkem tři traktory s výkony nad 250 kW, které jsou výhradně využívány k pracím na poli. Jedná se o dva pásové traktory John Deere 9510RT a Caterpillar Challenger MT 765 B a dále jeden kolový traktor John Deere 8530.

3.1.1 Caterpillar Challenger MT 765 B

Společnost Caterpillar v odvětví zaměřeném na vývoj a výrobu traktorů má poměrně bohaté zkušenosti s rozvojem pásových podvozků a tím i pásových strojů. Modelová řada MT 700 nabízí výkon v rozsahu od 240 do 300 kW (326 až 408 koní). [15]



Obr. 4 Caterpillar Challenger MT 765 B [16]

Motor

Pohon dodává traktoru šestiválcový přeplňovaný naftový motor Caterpillar 8.8L 6 cyl o obsahu 8,8 litrů, který poskytuje maximální výkon 248 kW (337 koní). Pomocí systému sekvenčního vstřikování, elektronicky řízené externí recirkulace výfukových plynů katalyzátor DOC a systém SCR splňuje emisní normu Tier 4. Zajímavostí je například ochrana proti zhasnutí motoru, kterou zajišťuje systém PPS.

V případě, že otáčky motoru klesnou pod hodnotu 800 ot/min, tak ochranný systém přepne pojezd do neutrálu. [15][17]

Převodovka

Traktor je vybaven převodovkou typu FullPowershift CAT s možností řazení až 16 rychlostních stupňů vpřed a 4 rychlostních stupňů vzad. Poskytuje tak maximální přepravní rychlost 40 km/h. Z toho prvních 12 rychlostních stupňů je pracovních a jsou odstupňovány v rozmezí rychlostí od 5 km/h do 15 km/h. [15]

Hydraulika

Hydraulický obvod je konstruován jako uzavřeným středem. Hydraulické čerpadlo při tlaku 20 MPa je schopno dodávat do obvodu 166 l/min hydraulického oleje. V základu lze využívat 4 hydraulické okruhy, které lze dále ještě rozšířit o další 2 okruhy. Tříbodový závěs dosahuje pak zdvihu břemene až o váze 7257 kg. [15]

Podvozek

Podvozek traktoru je konstruován jednoduše a účelně, aby bylo dosaženo vysoké spolehlivosti a dlouhodobé životnosti. Konstrukční prvky vycházejí výhradně z koncepce pásového podvozku. Například napínání pásu se provádí pomocí napínacího válce a celý rám podvozku je tak v jedné linii. Tím pádem není namáhán samotný rám stroje a nedochází k nechtěnému zatížení uložení kol. Dále je výhodou, že traktor je schopen překonávat příčné překážky bez ztráty kontaktu plochy pásu s podložkou pomocí třech výkyvných vodících kol. [15]

3.1.2 John Deere 9510 RT

Traktory John Deere modelové řady 9/9RT, mezi které tento typ patří, poskytují vysoký výkon a sílu stroje. Výkon této modelové řady se pohybuje v intervalu od 301 kW až do 412 kW (410 až 560 koní). V tomto případě je vhodnou variantou vzhledem k vysokému výkonu stroje, aby byl konstruován s pásovým podvozkem. [18]



Obr. 5 John Deere 9510 RT [19]

Motor

O pohon traktoru se stará 13,5 litrový motor PowerTech PSX s jmenovitým výkonem 375 kW. Jedná se o kapalinou chlazený řadový šestiválec, který je přeplňován dvěma turbodmychadly, z toho je jedno řešeno s proměnou geometrií lopatek. Dále je vybaven mezichladičem a chladičem recirkulace spalin EGR. Elektronické vstřikování zajišťuje přesné dodávky paliva dle naprogramování, přičemž elektronická řídicí jednotka zajišťuje optimální zátah pro těžké polní práce. [18][19]

Převodovka

Ideální převodovkou je pro těžké polní traktory převodovka typu PowerShift používaná i u tohoto modelu. Umožňuje využívat 24 rychlostí v poměru 18 rychlostních stupňů vpřed a 6 vzad. Poskytuje přepravní rychlost i u takto velkého stroje až 40 km/h. Dále je zde využíván nový systém Efficiency Manager, který zabezpečuje jemné řazení díky vzájemné vazbě mezi otáčkami motoru a ovládáním převodovky. [19]

Hydraulika

Hydraulika je konstruována s uzavřeným středem a možností kompenzací tlaku. Axiální pístové čerpadlo dodává při tlaku 20 MPa do hydraulického obvodu průtok až 295 l/min. Standardní provedení je se 4 elektricky ovládanými vnějšími okruhy s možností až 6 okruhů. Třibodový závěs dosahuje pak zdvihu břemene až o váze 9072 kg.[18][19]

Podvozek

Pásový podvozek dané modelové řady je řešen jako robustní jednodílný rám, je tak zajištěn lepší přenos výkonu na podložku i během náročných podmínek. Díky pneumatickému odpružení pásových jednotek systému John Deere AirCushion je dosaženo vyššího komfortu jízdy i vyšších rychlostí. Používány jsou pásy typu Durobuilt 5500, vhodné pro nejtěžší podmínky s výškou vzorku 7 mm, roztečí žeber 20,8 cm, šířkou pásu 760 mm (lze i 900 mm) a kontaktní plochou 4,3 m² (lze i 5,2 m²). [19]

3.1.3 John Deere 8530

Modelová řada John Deere 8/8RT poskytuje 5 kolových traktorů o jmenovitém výkonu od 199 kW do 272 kW (270 až 370 koní) a dále tři typy s pásovým podvozkem o výkonu od 235 do 272 kW (320 až 370 koní). [20]



Obr. 6 John Deere 8530 [20]

Motor

Model John Deere, který vlastní podnik, je poháněn šestiválcovým motorem PowerTech Plus o obsahu 9,0 l se jmenovitým výkonem 245 kW (333 koní). Motor s dvojitým přeplňováním (jedno turbodmychadlo je fixní, druhé s variabilní geometrií) a vysokotlakým vstřikováním common-rail zajišťuje ideální výkon v daný okamžik i v náročných podmínkách. Výkon lze díky systému Intelligent Power Management až na 266 kW (362 koní), k tomu přispívá i vysokokapacitní chlazení VariCool a chlazení vzduch-vzduch. Dále je vybaven systémem EGR (recirkulace chlazení výfukových plynů), DPF (filtrem pevných částic) a DOC (oxidačním katalyzátorem). Splňuje tak náročnou emisní normu Tier 4. [20][21]

Převodovka

Tento typ modelové řady R8 je vybaven převodovkou Autopowr. Jedná se o převodovku s plynule měnitelným převodem a umožňuje jezdové rychlosti od plazivých 0,5 km/h až po maximální přepravní rychlost 50 km/h. Převodovka Autopowr dokáže hospodárně pracovat vzhledem k otáčkám motoru. Například při maximální jezdové rychlosti motor pracuje při úsporných 1625 ot./min. Systém AutoMode řídí převodovku tak, aby bylo dosaženo maximálního výkonu při minimální spotřebě paliva.[20]

Hydraulika

V možnostech nabídky výbavy je až 6 vnějších hydraulických okruhů. Jako zdroj hydraulického obvodu je používáno axiální pístové čerpadlo o objemu 85 cm³, které dosahuje tlaku 20 MPa při průtoku 227 l/min. Tříbodový závěs dosahuje pak zdvihu břemene až o váze 8312 kg. [20]

Další vybavení

Odhlučněná kabina zaručuje komfort a pohodlí obsluhy se vzduchem odpruženou sedačkou. Výhodou je určitě osvětlení 360° poskytující dobrou viditelnost především v noci. John Deere 8530, který vlastní podnik AGRO Slatiny a.s., je vybaven technologií GPS, které zajišťuje zvýšení efektivity práce. [20]

3.2 Charakteristika strojů používaných za traktory o výkonu nad 250 kW

3.2.1 Diskový podmítač ATLAS AM 10000

ATLAS AM 10000 se řadí svojí koncepcí do kategorie širokopásmového tažného podmítače krátkého uzpůsobení. Při využití tohoto podmítače se kalkuluje s obrovskými denními výkony při úspoře nákladů, poněvadž stroj vykazuje široký záběr a vysoké pracovní rychlosti. Mezi pracovní operace patří především: nakypření povrchové vrstvy, nařezání rostlinných zbytků, rovnoměrné promíchání rostlinných zbytků, narušení kapilarity, urovnání a utužení. [22]



Obr. 7 Diskový podmítač ATLAS AM 10000 [22]

Robustnost konstrukce stroje a postavení disku zajišťuje podmínku do hloubky až 16 cm. Možné jsou dvě verze a to jedna s pracovním záběrem 10 m a druhá s pracovním záběrem 12 m. Nosný rám stroje nese 2 řady disků o rozměrech 620×6 mm a to buď disky vykrajované, nebo agresivní typ A-disky. Dále je důležitou součástí zadní utužovací plech, který může být řešen jako: prutový, segmentový, roadpacker, spring, V-ring, U-ring, dvojitý U-ring, dvouválce. Mezi další příslušenství patří například: rutový deflektor za druhou řadou disků, podpěrná kola, brzděná náprava, osvětlení. [23]

Tab. 3 Technická data – diskový podmítač [22]

ATLAS AM 10000	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	10	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	11,7	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	6 - 16	cm
Počet disků	80	ks
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	380-450 (280-331)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	14800 - 15600	kg

3.2.2 Dlátový pluh TERRALAND TO 6000

TERRALAND TO 6000 se řadí svojí konstrukcí mezi polo-nesené dlátové pluhy se záběrem 6 metrů a je určený pro hloubkové zpracování půdy až do hloubky 55 cm. Hlavní rám tvoří čtyři nosníky a dále je konstrukce tvořená nosnými rámy sekcí, které jsou vyrobeny z profilu 150 x 150 mm pro vysokou odolnost. Pracovní orgány tvoří 2 řady radlic s křídly a zadní hrotové tandemové válce, které dokážou kvalitně zpracovat i obtížné půdy. Mezi pracovními sekcemi je transportní náprava, která umožňuje práci i bez zadního utužovacího válce. V zadní části se nachází tažná oj, pomocí které lze za stroj připojit tažený pěch typu Cutterpack nebo Presspack pro finální pracovní operace. [24]



Obr. 8 Dlátový pluh TERRALAND TO 6000 [25]

Jištění stroje je řešeno hydraulicky. Mezi příslušenství patří: zásobník Ferti-box (zásobník hnojení), dláta 40 nebo 80 mm nebo dláta Long life 40 a 80 mm, boční clony, osvětlení. Hlavní využití stroje je pro hluboké intenzivní kypření s promícháním rostlinných zbytků s kvalitním urovnáním a nadrobením povrchu, narušení utužených půdních vrstev a celkové ozdravení půdního profilu. [24]

Tab. 4 Technická data – dlátový pluh [25]

TERRALAND TO 6000	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	6	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	8,6	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	15 - 55	cm
Počet radlic	13	ks
Rozteč radlic	43	cm
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	500-600 (368-441)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	7670 - 7180	kg

3.2.3 Předseťový kompaktor SWIFTER SE 12000

Předseťový tažený kompaktor SWIFTER SE 12000 pracuje se širokým záběrem. Díky tomuto stroji lze během jednoho přejezdu připravit seťové lůžko ve velké rychlosti a to i v hrubé brázdě. [26][27]



Obr. 9 Předseťový kompaktor SWIFTER SE 12000 [27]

Charakteristické pro tento typ stroje SE je, že lze směrem dopředu složit na poměrně kompaktní přepravní rozměry, pak není doprava i v členitých terénech nijak zvlášť obtížná. Pomocí systému Wave-Flex se dokonale kopíruje terén, což vede k rovnoměrnému zpracování půdy bez lokálních prohlubování. [26][27]

Dále lze sdružovat až 8 pracovních úkonů do jediného a je umožněna v případě potřeby rychlá výměna vnitřních pracovních sekcí (radličky/ gamma-hroty/ SB- sekce). Mezi pracovní orgány se řadí přední smyk, lištový válec, 2 řady šípových radliček 270 x 8 mm, smyková lišta, zadní drobicí válec a to buď jednořadý, dvouřadý lištový anebo dvouřadý crosskill. Příslušenství dále tvoří kypřiče stop, finish váleček za zadní válece a osvětlení. Stroj se využívá pro rychlou, nízkonákladovou přípravu půdy před setím, vytvoření uniformního setového lůžka. [26][27]

Tab. 5 Technická data – předsetový kompaktor [26]

SWIFTER SE 12000	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	12,2	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	8,6	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	2 - 12	cm
Počet radliček	48	ks
Počet radliček (SB – sekce)	88	ks
Počet gama-hrotů	116	ks
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	260-340 (191-250)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	8100 - 9900	kg

3.2.4 Předsetový kombinátor Farnet Kompaktomat K 930 PS

Tento typ předsetového kombinátoru je určený pro předsetovou přípravu půdy po orbě respektive pro přípravu setového lůžka. Jedná se o polo-nesený stroj s pracovním záběrem o šířce 9,3 m. Setové lůžko zpracovává v rozmezí od 0 až do hloubky 10 cm. Vykazuje se variabilitou pracovních orgánů a širokou škálou pracovních záběrů. Mezi největší výhody patří kompletní předsetová příprava jediným přejezdem, výborné urovňání a zpětné utužení a v neposlední řadě také vysoká pracovní rychlost a výkon. [28]

Předností je výborné urovnání povrchu už po jediném přejezdu a není tak potřeba znovu půdu upravovat. Dochází k dokonalému rozdrobení hrud a zároveň i k utužení setového lůžka. Dále je vybaven smykovými lištami, které slouží k rozprostření a tím pádem i srovnání větších nerovností povrchu. [28]



Obr. 10 Předsetový kombinátor Farmet Kompaktomat K 930 PS [28]

Jediným přejezdem je v tomto případě provedeno hned 7 operací a to i při vysoké pracovní rychlosti až 14 km/h. Zaručeno je přesné kopírování terénu pomocí zadního a předního urovnávacího válce. Na výběr jsou z konstrukčního hlediska dvě varianty. Varianta hodící se spíše do lehčích půd bez rostlinných zbytků je vybavena radličkovou sekcí o šířce 25 cm se šípovými radličkami, které jistí listová pružina uložená ve dvou řadách. Další varianta je vhodná pro použití zpracování těžších půd anebo pro jarní zpracování půdy. Důvod je ten, že není žádoucí dostat na povrch vlhkou půdu, kde by následně došlo k jejímu vysychání. Tato druhá varianta je vybavena sekcí s dlátovými radličkami o šířce 7 cm, které jsou rozmístěny ve čtyřech řadách. [28]

Na výběr je k dispozici více typů válců, které slouží k utužení nakypřené zeminy. Zadní válec může být řešen jako typ crosskill o průměru 400 mm anebo řešení s listovým válcem téhož průměru. Skládání a rozkládání náradí je automatické a ovládané hydraulikou, přičemž sklopený stroj lze bez problému dopravovat po pozemních komunikacích. [28]

Tab. 6 Technická data – předseťový kombinátor [28]

Farmet Kompaktomat K 930 PS	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	9,3	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	6,6	m
Přepravní výška	4,2	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	3 - 15	cm
Počet radliček	41 - 87	ks
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	230 (169)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	5900 - 6700	kg

3.2.5 Kultivátor Köckerling VARIO 570

Modelová řada VARIO představuje 8 - lištový návěsný kultivátor s pracovní šířkou 5,7 m a pracovní rychlostí od 12 do 15 km/h. Tento stroj nabízí možnost hydraulického paralelního nastavení hloubky, kde pomocí této funkce lze během jízdy seřizovat požadovanou pracovní hloubku. Využívá se především pro setí do mulče, zapravení kejdy, druhé zpracování strniště anebo přípravu seťové lože. Kypřicí stroj je vybaven velkým množstvím slupic s úzkými radličkami a je tak dosaženo jemné mulčovací seťové lože. Odpružené listové slupice nepotřebují údržbu, a jelikož stále vibrují, zabraňují tak ucpání nářadí. Půdu a slámu unáší kultivátor vpřed, dostatečně je smísí a rozdělí. [29][30]



Obr. 11 Kultivátor Köckerling VARIO 570 [30]

Díky své vysoké hmotnosti zajišťuje optimální opětovné zhutnění a umožňuje pomocí úzké radličky 60 mm hluboké zkypření až do hloubky 20 cm pro dobré provzdušnění půdy. Osmiřadový kultivátor s velkým množstvím odpružených slupic může být řešeno i s radličkou o šířce 100 mm, které se hodí pro mělké zpracování půdy. Dále je součástí konstrukce smyk Levelboard, odolný vůči opotřebení a lehce nastavitelný pro zarovnání půdy. Pro optimální opětovné zhutnění půdy je zde dvojitý válec STS o průměru 530 mm. Výhodou pro manipulaci je umístění osy otáčení ve středu, což dává možnost otáčení se téměř na místě. [29][30]

Tab. 7 Technická data – kultivátor [30]

Köckerling VARIO 570	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	5,7	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	8	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	5 - 15	cm
Počet hřebů	43	ks
Vzdálenost brázdíček	13	cm
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	260 (191)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	5850	kg

3.2.6 Hloubkový kypřič HKTx 300

Kypřič je řešen jako variabilní nářadí tak, aby splnil nároky všech zákazníků. Základní rám má tvar šípů, na němž jsou umístěny pracovní orgány. Šípový tvar je příznivý pro plynulý chod i v těžkém terénu a při překonávání lineárních překážek. Nespornou výhodou je funkce plynulé změny rozteče slupic, které jsou jištěny proti přetížení střižným kolíkem nebo odpruženým listovým perem. Příčně zahnuté slupice ve standardním namontování umožňují nejen svislé proříznutí ornice, ale i jejího příčného proříznutí a zvednutí. Díky tomu lze dosáhnout zřetelného drobicího účinku při narušení podorniční vrstvy. [31]

Kultivační stroj je možné rozšířit o doplňkové zařízení jako například různé typy válců - obvykle prutové či hřebové. Lze také využívat různé typy slupic například rovné jsou vybaveny výměnnými šípovými hroty. [31]



Obr. 12 Hloubkový kypřič HKTx 300 [32]

Nevýhodou je nižší drobicí účinek v orniční vrstvě, ale to je kompenzováno postačujícím narušením podorniční vrstvy a zároveň mají nižší nároky na výkon traktoru. Základní šípový rám poskytuje čtyři nebo šest pracovních jednotek. Příslušenství tvoří rovná slupice, přenosná světelná sada, nastavce pracovní šířky na záběr 400 cm a drobicí válce trubkové, hřebové, vějířové. [31]

Tab. 8 Technická data – hloubkový kypřič [32]

Hloubkový kypřič HKTx 300	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	3	m
Přepravní šířka	3	m
Přepravní délka	2,1	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	20 - 50	cm
Počet slupic	6	ks
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	200-241 (147-177)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	1160	kg

3.2.7 Kypřič Simba SL 500

Jedná se o stroj, který vhodně využívá několika pracovních těles nesených na jednom rámu a provádí až 6 operací v jednom přejezdu. Díky své variabilitě je kombinovaný tažný kypřič uzpůsoben pro všechny druhy půd. Uspořádání nástrojů na rámu je řešeno tak, že přední řada talířů řeže a zároveň zarývá do půdy rostlinné zbytky. Dále jsou umístěny radličky, které kypří půdu a zároveň urovnávají povrch pole. [33]

Ztvrdlou půdu lze poměrně lehce rozrušit pomocí přední a zadní řady talířů. Obsluha může volit podle druhu půdy (aktuální vlhkost, množství rostlinných zbytků) pracovní úhel talířů plynule pomocí hydrauliky během práce. Dobrá průchodnost je podpořena umístěním slupic a domečků uvnitř talířů. Průměr talířů u tohoto modelu je 510 mm. [33]



Obr. 13 Kypřič Simba SL 500 [33]

Negativní úhel slupic zajišťuje, že je eliminováno vynášení hrud, posklizňových zbytků, kamenů a neúrodné půdy díky rozmístění slupic na rámu ve dvou řadách. Používají se dva typy slupic a to ST a slupice typu LD. Typ slupic ST disponují pracovní šířkou 10-33 cm a lze je osadit různými dláty nebo srdíčkovými radličkami. Výměna radliček v tomto případě není nikterak náročná. Pracovní hloubka je v tomto případě seřiditelná až do hodnoty 37 cm. Druhý typ slupic LD je využíván spíše pro zhutnělé půdy a je řešen s karbidovým plátkem, který prodlužuje životnost. [33]

Tab. 9 Technická data – kypřič [33]

Kypřič Simba SL 500	Hodnota	Jednotky
Pracovní šířka	5	m
Přepravní šířka	2,7	m
Pracovní hloubka (závisí na půdních podmínkách)	2 - 26	cm
Počet radliček	12	ks
Průměr talířů	51	cm
Průměr DD válce	60	cm
Doporučený výkon (závisí na půdních podmínkách)	250-300 (184-221)	HP (kW)
Celková hmotnost (závisí na výbavě stroje)	7400	kg

4 Cíl a metodika práce

4.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je návrh optimálních strojů a technologií zejména pro výkonné traktory nad 250 kW v zemědělském podniku AGRO Slatiny a.s. Jedná se především o co nejefektivnější využití traktorů a strojů z hlediska návratnosti finančních prostředků, které byly využity na jejich pořízení. Důležité je přitom využití potenciálu výkonných traktorů při zapojení agregovaného stroje z hlediska dodržení termínů pro jednotlivé operace zpracování půdy. Výstupem by mělo být vyhodnocení současného stavu používaných strojů a jejich efektivity, pokud lze tak návrh na zlepšení anebo modernizaci doposud používané techniky.

4.2 Metodika práce

Pro zpracování této práce jsem si vybral zemědělský podnik AGRO Slatiny a.s. Daný podnik mi poskytl informace a data o jimi používaných traktorech s výkony nad 250 kW. Dále informace a data o strojích, které jsou používány těmito výkonnými traktory. Ve vlastní práci dostupná data interpretuji, zpracovávám a porovnávám. Výsledky práce jsou prezentovány formou tabulkového i grafického porovnání a dále jsou slovně okomentovány.

4.2.1 Výpočet výkonnosti strojů

Výkonnost strojů lze definovat jako množství vykonané práce za jednotku času v přepočtu za hodinu, den nebo i rok. Základním výpočtem je teoretická výkonnost (W_t), ta se uvažuje za ideálních podmínek a pro praxi je tudíž nepoužitelná. Pro využití v praxi se používá skutečná výkonnost, kterou lze získat vynásobením teoretické výkonnosti koeficientem využití času.

Teoretická hodinová výkonnost (1)

$$Wh_t = 0,1 \cdot v_p \cdot B_p \text{ [ha/hod]}$$

v_p - pracovní rychlost [m/s]

B_p - pracovní záběr [m]

Skutečná hodinová výkonnost

(2)

$$Wh_s = 0,1 \cdot v_p \cdot B_p \cdot \tau \quad [\text{ha/hod}]$$

τ - koeficient využití času (0,6 až 0,8) [34]

4.2.2 Vypočtení nákladů na provoz strojů

Tato metodika se obvykle používá pro výpočet nákladů energetického prostředku a pracovního stroje. Důležité je pro určení nákladů provést výpočty: amortizace, zúročení vlastního kapitálu, náklady na pojištění stroje a garážování, náklady na bankovní úvěr, náklady na pojištění a silniční daň, náklady plynoucí z provozu na opravy, údržbu, pohonné hmoty, spotřební materiál a také na mzdu pracovníka.

Náklady na amortizaci představují primární finanční zdroj na obnovu stroje. Lze využít ke kalkulacím daného finančního zdroje daňové odpisy anebo účetní odpisy. Je však potřeba znát pořizovací cenu stroje a také klesající hodnotu ceny stroje v závislosti na čase. Podle potřebné plochy pro uskladnění a dle ročních nákladů na jednotku skladované plochy se určují náklady na garážování. Roční náklady, které zajišťují zúročení vlastního kapitálu, jsou fiktivní náklady vyvolané ušlými příležitostmi. Tyto náklady zahrnují ušlé úroky z peněz, za které byl stroj koupen. Dále jsou to roční náklady na pojištění a silniční daň, které zahrnují náklady na havarijní a zákonné pojištění a také silniční daň z nákladních automobilů.

Náklady na opravy a udržování stroje mají velký význam na celkovou výši variabilních nákladů. U každého stroje jsou pak tyto náklady odlišné. Mezi variabilní náklady patří: náklady na maziva, pohonné hmoty, opravy, mzdy pracovníků a náklady na materiál. Náklady na mzdy pracovníků se v drtivé většině případů počítají do nákladů pracovního procesu, přičemž tvoří významnou část nákladů, jelikož nejsou prozatím stroje schopné vykonávat práci samostatně bez obsluhy. Do budoucna je to ale určitě důležitým tématem, kdy budou moci traktory se stroji samostatně vykonávat práci na poli i s dopravou na pole.

4.2.3 Vypočtení výkonnosti traktorů

Mezi základní výpočty patří určení tahové síly traktorů, které lze dále porovnávat s potřebami používaných strojů za traktory. Důležitým parametrem pro výpočet je jmenovitý výkon traktoru. Z hlediska rezerv pro překonání odporů traktoru je potřeba znát maximální výkon. Tahový odpor stroje by se měl pohybovat v intervalu 85% až 95% tahové síly traktoru z hlediska ponechání rezervy. Důvodem ponechání rezervy je práce v případně náročnějších podmínkách či při rozjezdu a zároveň se lpí důraz na zachování optimální efektivity. Hlavní je nejprve během těchto výpočtů určit ztrátové výkony a to: valivým odporem, v převodech, v hydraulickém obvodu a prokluzem kol. Výsledný tahový výkon lze pak zjistit odečtením ztrát od jmenovitého výkonu traktoru.

4.2.3.1 Výpočty ztrátových výkonů traktoru

Ztrátový výkon valivým odporem (3)

$$P_v = G_t \cdot p_v \cdot v_p \text{ [W]}$$

G_t - tíha traktoru [N]

p_v - koeficient odporu valení

v_p - rychlost traktoru [m/s]

Ztrátový výkon v převodech (4)

$$P_m = P_e \cdot (1 - \eta_p) \text{ [W]}$$

P_e - jmenovitý výkon traktoru [W]

η_p - účinnost převodu [%]

Ztrátový výkon vlivem prokluzu kol (5)

$$P_d = (P_e - P_m) \cdot d \text{ [W]}$$

d - procento prokluzu (závisí na povrchu, dále na pásech nebo kolech)

Ztrátový výkon v hydraulickém obvodu (6)

$$P_{\text{hyd}} = \frac{Q \cdot p}{600} \quad [\text{W}]$$

Q - průtok hydraulického systému [l/min]

P - tlak v hydraulickém systému [Pa]

Musí se brát v potaz, že hydraulický systém odebírá až 20% výkonu. [34]

4.2.3.2 Tahový výkon a účinnost

Tahový výkon traktoru (7)

$$P_t = P_e - P_v - P_m - P_d - P_{\text{hyd}} \quad [\text{W}]$$

Výpočet se provádí odečtením jednotlivých ztrátových výkonů od jmenovitého výkonu.

Tahová účinnost (8)

$$\eta = \frac{P_t}{P_e} \cdot 100 \quad [\%]$$

Tahová síla traktoru (9)

$$F_t = \frac{P_t}{v_p} \quad [\text{N}]$$

4.2.4 Výpočet odporu souprav

Odpor souprav (10)

$$R_{\text{sou}} = k \cdot b \cdot n + 0,15 \cdot m_{\text{tp}} \cdot g \cdot f_z \quad [\text{N}]$$

k - měrný odpor [N/m] (viz tabulka 12)

b - pracovní šířka stroje [m]

n – počet strojů v soupravě

m_{tp} – hmotnost stroje [kg]

g – tíhové zrychlení = 9,81 [m/s²]

f_z - koeficient odporu valení (viz tabulka 10) [34]

Dále po vydělení tahového odporu tahovou silou traktoru lze získat efektivitu (viz vzorec 11). Optimální efektivita se pohybuje v intervalu od 85% do 95 %.

$$\underline{\text{Efektivita využití}} = \text{tahový odpor} / \text{tahová síla} [\%] \quad (11)$$

4.2.5 Výpočet spotřeby paliva

$$\underline{\text{Spotřeba paliva traktoru}} = \text{výkon motoru [hp]} * 0,12 \text{ [l/h]} \quad (12)$$

$$\underline{\text{Spotřeba soupravy na jeden hektar}} = \text{hodinová spotřeba} / \text{hodinový výkon} \quad (13)$$

$$\underline{\text{Spotřeba soupravy za rok}} = \text{spotřeba paliva soupravy na jeden hektar} * \text{celkový počet obdělanych hektarů [34]} \quad (14)$$

5 Vlastní práce

Pro tuto práci jsem si zvolil ze tří traktorů s výkonem nad 250 kW, které vlastní podnik, traktor Caterpillar Challenger MT 765 B. Jako první výkonný pásový traktor, který si podnik pořídil, byl právě tento. Z tohoto důvodu jsou i vyšší náklady na opravu než u traktorů John Deere 8530 a John Deere 9510 RT a stále postupem času rostou. Traktory John Deere jsou poměrně nové, pracují prozatím v soupravách velice dobře a není zatím nutné provádět výpočty, pro získání výsledků efektivity práce v poměru s náklady. Traktor Caterpillar Challenger MT 765 B, který má již najeto přes 12 000 mth se používá ke zpracování půdy převážně se stroji: předset'ový kombinátor Farnet Kompaktomat K 930 PS, kultivátor Köckerling Vario 570 a kypřič Simba SL 500.

Traktory se používají v podniku pro různé práce, proto se musí počítat s jízdou po různých druzích povrchu. Je nutné brát tedy v úvahu, že hodnoty koeficientu odporu valení, prokluzu a pracovní rychlosti budou rozdílné podle druhu podložky. V tabulce 10 jsou zaznamenány orientační hodnoty pro kolový traktor, záleží však i na atmosférických a dalších podmínkách. Pro pásové traktory jsou hodnoty prokluzu odlišné, počítá se tak orientačně s 2krát tak menšími hodnotami prokluzu. K získání přesnějších údajů pro pásové traktory by bylo nutné provést polní měření.

Tab. 10 Hodnoty podle druhu podložky [25]

	Podložka				
	Beton	Strniště	Ulehlá ornice	Písek	Čerstvá ornice
Koef. odporu valení	0,03	0,11	0,12	0,16	0,16
Prokluz (%)	11	14	20	23	25
Prac. rychlost	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7

5.1 Určení tahové síly Caterpillar Challenger MT 765 B

Základní údaje: Jmenovitý výkon (P_e) – 238 [kW] (324 koní)

Hmotnost (m) – 15 000 [kg]

Maximální průtok čerpadla (Q) – 166 [l/min]

Pracovní tlak v hydraulickém obvodu (p) – 20 [MPa]

Počítáno pro pracovní rychlost v_p - 12 [km/h]

5.1.1 Výpočet ztrát výkonu traktoru

Ztrátový výkon valivým odporem $P_v = G_t \cdot p_v \cdot v_p$ [W]

Strniště $\rightarrow P_v = 150000 \cdot 0,11 \cdot 3,33 = 54\,945$ W = 54,945 kW

Ulehlá ornice $\rightarrow P_v = 150000 \cdot 0,12 \cdot 3,33 = 59\,940$ W = 59,940 kW

Čerstvá ornice $\rightarrow P_v = 150000 \cdot 0,16 \cdot 3,33 = 79\,920$ W = 79,920 kW

Ztrátový výkon v převodech $P_m = P_e \cdot (1 - \eta_p)$ [W]

$P_m = 238\,000 \cdot (1 - 0,93) = 16\,660$ W = 16,660 kW

Ztrátový výkon vlivem prokluzu kol $P_d = (P_e - P_m) \cdot d$ [W]

Strniště $\rightarrow P_d = (238000 - 16660) \cdot 0,07 = 15\,494$ W = 15,494 kW

Ulehlá ornice $\rightarrow P_d = (238000 - 16660) \cdot 0,10 = 22\,134$ W = 22,134 kW

Čerstvá ornice $\rightarrow P_d = (238000 - 16660) \cdot 0,125 = 27\,668$ W = 27,668 kW

Ztrátový výkon v hydraulickém obvodu $P_{hyd} = \frac{Q \cdot p}{600}$ [W]

$P_{hyd} = \frac{(166 \cdot 200000)}{600} = 55\,333$ W = 55,333 kW

Musí se brát v potaz, že hydraulický systém odebírá minimálně 20% výkonu.

$P_{hyd} = 55\,333 \cdot 0,2 = 11\,066$ W = 11,066 kW

5.1.2 Tah traktoru

$$\underline{\text{Tahový výkon traktoru}} \quad P_t = P_e - P_v - P_m - P_d - P_{hyd} \quad [\text{W}]$$

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow P_t = 238000 - 54945 - 16660 - 15494 - 11066 = 139\,835 \text{ W} = 139,835 \text{ kW}$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow P_t = 238000 - 59940 - 16660 - 22134 - 11066 = 128\,200 \text{ W} = 128,200 \text{ kW}$$

$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow P_t = 238000 - 79920 - 16660 - 27668 - 11066 = 102\,686 \text{ W} = 102,686 \text{ kW}$$

$$\underline{\text{Tahová účinnost traktoru}} \quad \eta = \frac{P_t}{P_e} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow \eta = \frac{139835}{238000} * 100 = 58,75 \%$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow \eta = \frac{128200}{238000} * 100 = 53,86 \%$$

$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow \eta = \frac{102686}{238000} * 100 = 43,15 \%$$

$$\underline{\text{Tahová síla traktoru}} \quad F_t = \frac{P_t}{v_p} \quad [\text{N}]$$

Pro pracovní rychlost traktoru $v_p = 12 \text{ km/h}$, po přepočtu $v_p = 3,33 \text{ m/s}$ vyšla tahová síla:

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow F_t = \frac{139835}{3,33} = 41\,993 \text{ N} = 41,993 \text{ kN}$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow F_t = \frac{128200}{3,33} = 38\,499 \text{ N} = 38,499 \text{ kN}$$

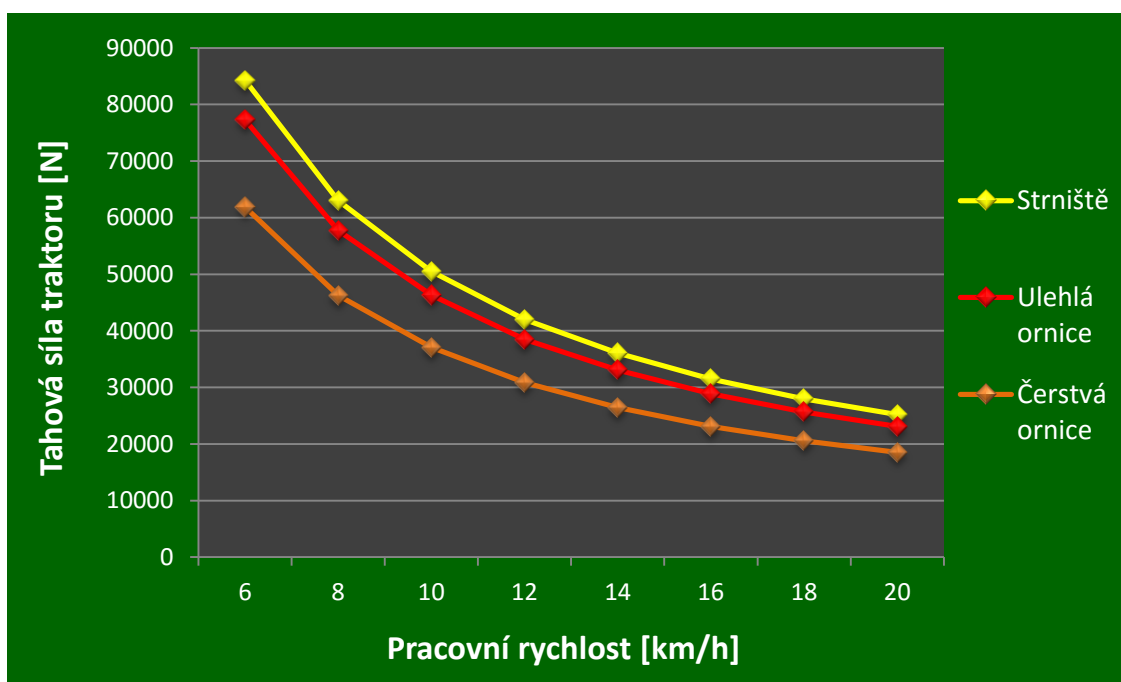
$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow F_t = \frac{102686}{3,33} = 30\,837 \text{ N} = 30,837 \text{ kN}$$

V tabulce 11 jsou zaznamenány tahové síly pro traktor podle pracovní rychlosti od 6 km/h do 18 km/h. Z výsledků je zřejmé, že tahová síla závisí na pracovní rychlosti traktoru a na povrchu, v tomto případě se jedná o strniště, ulehlou ornici a čerstvou ornici na poli. Ze závislosti vyplývá, že v případě vyšší rychlosti klesá tahová síla. V grafu 2 je tato nepřímá úměra graficky znázorněna.

Tab. 11 Tahová síla traktoru Caterpillar Challenger MT 765 B

Tahová síla traktoru [N]								
Rychlost [km/h]	6	8	10	12	14	16	18	20
Strniště	84238	62989	50482	41993	36040	31494	27967	25196
Ulehlá ornice	77229	57748	46282	38499	33041	28874	25640	23099
Čerstvá ornice	61859	46255	37071	30837	26466	23128	20537	18502

Graf 2 Závislost tahové síly na pracovní rychlosti traktoru



5.2 Výpočty jednotlivých strojů

5.2.1 Odpor souprav

$$R_{\text{sou}} = k * b * n + 0,15 * m_{\text{tp}} * g * f_z \text{ [N]}$$

$$\textit{Efektivita využití} = \text{tahový odpor} / \text{tahová síla} \text{ [%]}$$

Tab. 12 měrný odpor v závislosti na druhu stroje [25]

Druh stroje	Měrný odpor – k [N/m]
<i>Smyky hřebové</i>	800 – 1200
<i>Smyky zubové</i>	1000 – 1500
<i>Brány hřebové lehké</i>	600 – 1000
<i>Brány hřebové těžké</i>	2000 – 3000
<i>Brány talířové</i>	1800 – 3000
<i>Podmítače talířové</i>	4000 – 7000
<i>Podmítače radličkové</i>	3800 – 6500
<i>Válce hladké</i>	1000 – 1500
<i>Válce kroužkové</i>	2200 – 3500
<i>Kultivátory</i>	2800 – 5000
<i>Secí kombinace</i>	7000 – 11000

Kultivátor Köckerling Vario 570

Doporučený výkon, který je potřebný pro tento kultivátor se pohybuje kolem 260 koní neboli 191 kW. Z hlediska měrného odporu se řadí stroj mezi kultivátory a volím horní limit 5000 N/m. Pracovní šířka je v tomto případě 5,7 metrů a hmotnost stroje je 5850 kg. Koeficient odporu valení, který závisí na povrchu, je uveden v tabulce 10. Pracovní rychlost stroje je v rozmezí od 12 do 15 km/h. Volím hodnotu bližší horní hranici pracovní rychlosti tedy 14 km/h, tj. v přepočtu 3,88 m/s.

Odpor stroje

Strniště → $R_{\text{sou}} = 5000 * 5,7 * 1 + 0,15 * 5850 * 9,81 * 0,11 = 29\,447 \text{ N} = 29,447 \text{ kN}$

Ulehlá ornice → $R_{\text{sou}} = 5000 * 5,7 * 1 + 0,15 * 5850 * 9,81 * 0,12 = 29\,533 \text{ N} = 29,533 \text{ kN}$

Efektivita využití

Strniště → $(29447/36040) * 100 = 84,59 \%$

Ulehlá ornice → $(29533/33041) * 100 = 91,28 \%$

Kypřič Simba SL 500

Potřebný výkon pro tento kypřič se pohybuje v rozmezí od 250 do 300 koní neboli od 184 do 220 kW, záleží především na půdních podmínkách. Hodnotu měrného odporu volím 5000 N/m. Stroj má pracovní šířku 5 metrů a hmotnost 7400 kg. Hodnota pracovní rychlosti stroje je doporučena 12 km/h, tj. v přepočtu 3,33 m/s.

Odpor stroje

$$\text{Strniště} \rightarrow R_{\text{sou}} = 5000 * 5 * 1,5 + 0,15 * 7400 * 9,81 * 0,11 = 37\,698 \text{ N} = 37,698 \text{ kN}$$

$$\text{Ulehlá ornice} \rightarrow R_{\text{sou}} = 5000 * 5 * 1,5 + 0,15 * 7400 * 9,81 * 0,12 = 37\,807 \text{ N} = 37,807 \text{ kN}$$

Efektivita využití

$$\text{Strniště} \rightarrow (37698/41933) * 100 = 92,79 \%$$

$$\text{Ulehlá ornice} \rightarrow (37807/38499) * 100 = 98,21 \%$$

Předset'ový kombinátor Farmet Kompaktomat K 930 PS

Doporučený výkon, který, je potřebný pro tento stroj se pohybuje okolo 230 koní neboli 170 kW. Hodnotu měrného odporu půdy volím v tomto případě 2800 N/m. Využitelná pracovní šířka stroje je 9,3 metrů a celkovou hmotnost volím horní limit 6700 kg při maximální výbavě stroje. Pracovní rychlost stroje může dosahovat až 14 km/h, tj. v přepočtu 3,88 m/s.

Odpor stroje

$$\text{Ulehlá ornice} \rightarrow R_{\text{sou}} = 2800 * 9,3 * 1 + 0,15 * 6700 * 9,81 * 0,12 = 27\,223 \text{ N} = 27,223 \text{ kN}$$

$$\text{Čerstvá ornice} \rightarrow R_{\text{sou}} = 2800 * 9,3 * 1 + 0,15 * 6700 * 9,81 * 0,16 = 27\,617 \text{ N} = 27,617 \text{ kN}$$

Efektivita využití

$$\text{Ulehlá ornice} \rightarrow (27223/33041) * 100 = 82,39 \%$$

$$\text{Čerstvá ornice} \rightarrow (27617/30837) * 100 = 89,56 \%$$

Lze konstatovat, že traktor Caterpillar Challenger MT 765 B umožňuje práci s danými stroji. Vzhledem k optimální efektivitě, která se pohybuje v intervalu od 85% do 95 %, traktor neposkytuje dostatečně velkou výkonovou rezervu u kypřiče Simba SL 500. Během používání tohoto stroje při rozjezdu a při větších pracovních hloubkách nebo při jízdě v náročných podmínkách, například v prudkém svahu, je nutné počítat s obtížemi či nedostatečným výkonem traktoru. Maximální výkon traktoru převyšuje jmenovitý výkon pouze o 10 kW (14 koní), tudíž neposkytuje dostatečnou rezervu.

5.2.2 Výpočet výkonnosti

Výpočet hodinové výkonnosti

Skutečná hodinová výkonnost se spočítá podle vzorce (2). Koeficient τ je v rozmezí od 0,6 do 0,8. Pro výpočet volím střední hodnotu 0,7.

$$hW_s = 0,1 \cdot v_p \cdot B_p \cdot \tau \quad [\text{ha/hod}]$$

Köckerling Vario 570

$$hW_s = 0,1 \cdot 14 \cdot 5,7 \cdot 0,7 = 5,59 \quad [\text{ha/hod}]$$

Simba SL 500

$$hW_s = 0,1 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 0,7 = 4,20 \quad [\text{ha/hod}]$$

Farmet Kompaktomat K 930 PS

$$hW_s = 0,1 \cdot 14 \cdot 9,3 \cdot 0,7 = 9,11 \quad [\text{ha/hod}]$$

Výpočet odpracovaných hodin za jeden rok

Roční využití stroje: → Köckerling Vario 570..... 1800 ha/rok
→ Simba SL 500..... 2200 ha/rok
→ Farmet Kompaktomat K 930 PS..... 1900 ha/rok

Köckerling Vario 570

$$\frac{1800}{5,59} = 322 \text{ [hod]}$$

Simba SL 500

$$\frac{2200}{4,2} = 524 \text{ [hod]}$$

Farmet Kompaktomat K 930 PS

$$\frac{1900}{9,11} = 209 \text{ [hod]}$$

Součet odpracovaných hodin za jeden rok daných třech strojů je 1055 hodin. Největší využití v přepočtu na hodiny za rok má stroj Simba SL 500 z důvodu menšího pracovního záběru a pracovní rychlosti stroje. Naopak nejméně je využíván předset'ový stroj Farmet Kompaktomat K 930 PS, který disponuje velkým záběrem i vyšší pracovní rychlostí.

5.2.3 Výpočet spotřeby paliva

Hodnota jmenovitého výkonu traktoru Caterpillar Challenger MT 765 B je 324 koní (238 kW).

Průměrná hodinová spotřeba nafty traktoru: $324 * 0,12 = 38,9$ litrů za hodinu práce.

Köckerling Vario 570

Spotřeba na hektar $\frac{38,9}{5,59} = 6,96 \text{ [l/ha]}$

Spotřeba za rok $6,96 * 1800 = 12\,528 \text{ [l/rok]}$

Simba SL 500

Spotřeba na hektar $\frac{38,9}{4,2} = 9,26 \text{ [l/ha]}$

Spotřeba za rok $9,26 * 2200 = 20\,372 \text{ [l/rok]}$

Farmet Kompaktomat K 930 PS

Spotřeba na hektar $\frac{38,9}{9,11} = 4,27 \text{ [l/ha]}$

Spotřeba za rok $4,27 * 1900 = 8\,113 \text{ [l/rok]}$

Spotřeba paliva traktoru Caterpillar Challenger MT 765 B při používání výše uvedených strojů činí přibližně ročně 41 013 litrů. Nejvyšší spotřebu paliva [l/ha] má kypřič Simba SL 500 a to především z důvodu velkého tahového odporu, větší pracovní hloubky, nižší pracovní rychlosti, nejnižší hodinové výkonnosti. Předseťový stroj Farnet Kompaktomat K 930 PS má oproti kypřiči velkou pracovní šířku, nikoliv však pracovní hloubku z důvodu před-finálního zpracování půdy před setím, dále disponuje nejvyšší hodinovou výkonností a vyšší pracovní rychlostí, z čehož vyplývá nejnižší spotřeba paliva.

V následujících tabulkách 13 a 14 jsou zobrazeny všechny vypočtené údaje. Hodnoty obsahují tahový výkon, účinnost a sílu stroje Caterpillar Challenger MT 765 B, přičemž roční využití tohoto traktoru při práci s těmito třemi stroji je 1055 hodin.

Tab. 13 Vypočtené tahové hodnoty traktoru

Caterpillar Challenger MT 765 B			
<i>Parametry</i>	<i>Podložka</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Jednotky</i>
Tahový výkon	Strniště	139,835	[kW]
	Ulehlá ornice	128,200	
	Čerstvá ornice	102,686	
Tahová účinnost	Strniště	58,75	[%]
	Ulehlá ornice	53,86	
	Čerstvá ornice	43,15	
Tahová síla	Strniště	41,993	[kN]
	Ulehlá ornice	38,499	
	Čerstvá ornice	30,837	

Tab. 14 Vypočtené parametry strojů

Stroje pro zpracování půdy				
<i>Parametry</i>	<i>Köckerling Vario 570</i>	<i>Simba SL 500</i>	<i>Farnet K 930 PS</i>	<i>Jednotky</i>
Odpor stroje: strniště	29,447	37,698	-	[kN]
Odpor stroje: ulehlá ornice	29,533	37,807	27,223	[kN]
Odpor stroje: čerstvá ornice	-	-	27,617	[kN]
Efektivita využití: strniště	84,59	92,79	-	[%]
Efektivita využití: ulehlá ornice	91,28	98,21	82,39	[%]
Efektivita využití: čerstvá ornice	-	-	89,56	[%]
Hodinová výkonnost	5,59	4,2	9,11	[ha/hod]
Roční využití	1800	2200	1900	[ha/rok]
Roční využití	322	524	209	[hod/rok]
Spotřeba paliva	6,96	9,26	4,27	[l/ha]
Spotřeba paliva	12 528	20 372	8 113	[l/rok]

V případě tahové účinnosti vychází efektivně souprava s kypřičem Simba SL 500, avšak při hodnotě efektivity využití na ulehle ornici 98,21 % lze v některých případech očekávat nedostatečný výkon traktoru. Může se tak stát při rozjezdu nebo během větší neočekávané zátěži v daných podmínkách či při jízdě v prudším kopci. Může tak nastat situace, že energetická náročnost stroje přesáhne 300 koní (220 kW) a výkonová rezerva traktoru bude tak nedostačující. To vede k ne příliš optimálnímu zpracování půdy vlivem menší pracovní rychlosti či pracovní hloubky. Zbylé dva stroje v tomto směru mají dostatečnou výkonovou rezervu z pohledu efektivity využití.

5.3 Vlastní návrh

Traktor Caterpillar Challenger MT 765 B v porovnání s dvěma výkonnými traktory John Deere, které nejsou v podniku příliš dlouho, je již starší a má najeto přes 12 000 mth. Náklady na provoz a opravy traktoru jsou tak o něco vyšší než v případě traktorů John Deere a stále rostou. Důležitým parametrem je také jmenovitý výkon traktoru, který v soupravě především s kypřičem Simba SL 500 není příliš dostačující.



Obr. 14 John Deere 9470RT [19]

Z tohoto důvodu jsem dospěl k návrhu na koupi nového pásového traktoru John Deere 9470RT, přičemž traktor Traktor Caterpillar Challenger MT 765 B by bylo vhodné prodat. Spolu s koupí nového výkonnějšího traktoru se otevírá možnost pořízení výkonnějších strojů. Díky mnohem většímu výkonu stroje John Deere 9470RT lze tak efektivně využívat výkonnější nářadí, aniž by hrozilo nedostatečné zpracování půdy

z důvodu nedostatečné výkonnosti traktoru. Navrhuji tak zvážit pořízení těchto tří strojů: kultivátor Köckerling VARIO 750, kypřič Simba SL 600 a předset'ový kombinátor Farnet Kompaktomat K 1570 MAX.

5.3.1 Určení tahové síly John Deere 9470RT

Základní údaje: Jmenovitý výkon (P_e) – 345 [kW] (470 koní)

Hmotnost (m) – 20412 [kg]

Maximální průtok čerpadla (Q) – 220 [l/min]

Pracovní tlak v hydraulickém obvodu (p) – 20 [MPa]

Počítáno pro pracovní rychlost v_p - 12 [km/h]

5.3.1.1 Výpočet ztrát výkonu traktoru

Ztrátový výkon valivým odporem $P_v = G_t \cdot p_v \cdot v_p$ [W]

Strniště $\rightarrow P_v = 204120 \cdot 0,11 \cdot 3,33 = 74\,769 \text{ W} = 74,769 \text{ kW}$

Ulehlá ornice $\rightarrow P_v = 204120 \cdot 0,12 \cdot 3,33 = 81\,566 \text{ W} = 81,566 \text{ kW}$

Čerstvá ornice $\rightarrow P_v = 204120 \cdot 0,16 \cdot 3,33 = 108\,755 \text{ W} = 108,755 \text{ kW}$

Ztrátový výkon v převodech $P_m = P_e \cdot (1 - \eta_p)$ [W]

$P_m = 345\,000 \cdot (1 - 0,93) = 24\,150 \text{ W} = 24,150 \text{ kW}$

Ztrátový výkon vlivem prokluzu kol $P_d = (P_e - P_m) \cdot d$ [W]

Strniště $\rightarrow P_d = (345000 - 24150) \cdot 0,07 = 22\,460 \text{ W} = 22,460 \text{ kW}$

Ulehlá ornice $\rightarrow P_d = (345000 - 24150) \cdot 0,10 = 32\,085 \text{ W} = 32,085 \text{ kW}$

Čerstvá ornice $\rightarrow P_d = (345000 - 24150) \cdot 0,125 = 40\,106 \text{ W} = 40,106 \text{ kW}$

Ztrátový výkon v hydraulickém obvodu $P_{hyd} = \frac{Q \cdot p}{600}$ [W]

$P_{hyd} = \frac{(220 \cdot 200000)}{600} = 60\,666 \text{ W} = 60,666 \text{ kW}$

Musí se brát v potaz, že hydraulický systém odebírá minimálně 20% výkonu.

$$P_{\text{hyd}} = 60\,666 \cdot 0,2 = 12\,133 \text{ W} = 12,133 \text{ kW}$$

5.3.1.2 Tah traktoru

$$\textit{Tahový výkon traktoru} \quad P_t = P_e - P_v - P_m - P_d - P_{\text{hyd}} \quad [\text{W}]$$

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow P_t = 345000 - 74769 - 24150 - 22460 - 12133 = 221\,488 \text{ W} = 221,488 \text{ kW}$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow P_t = 345000 - 81566 - 24150 - 32085 - 12133 = 205\,066 \text{ W} = 205,066 \text{ kW}$$

$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow P_t = 345000 - 108755 - 24150 - 40106 - 12133 = 169\,856 \text{ W} = 169,856 \text{ kW}$$

$$\textit{Tahová účinnost traktoru} \quad \eta = \frac{P_t}{P_e} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow \eta = \frac{221488}{345000} \cdot 100 = 64,20 \%$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow \eta = \frac{205066}{345000} \cdot 100 = 59,44 \%$$

$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow \eta = \frac{169856}{345000} \cdot 100 = 49,23 \%$$

$$\textit{Tahová síla traktoru} \quad F_t = \frac{P_t}{v_p} \quad [\text{N}]$$

Pro pracovní rychlost traktoru $v_p = 12 \text{ km/h}$, po přepočtu $v_p = 3,33 \text{ m/s}$ vyšla tahová síla:

$$\text{Strniště} \quad \rightarrow F_t = \frac{221488}{3,33} = 66\,513 \text{ N} = 66,513 \text{ kN}$$

$$\text{Ulehlá ornice} \quad \rightarrow F_t = \frac{205066}{3,33} = 61\,581 \text{ N} = 61,581 \text{ kN}$$

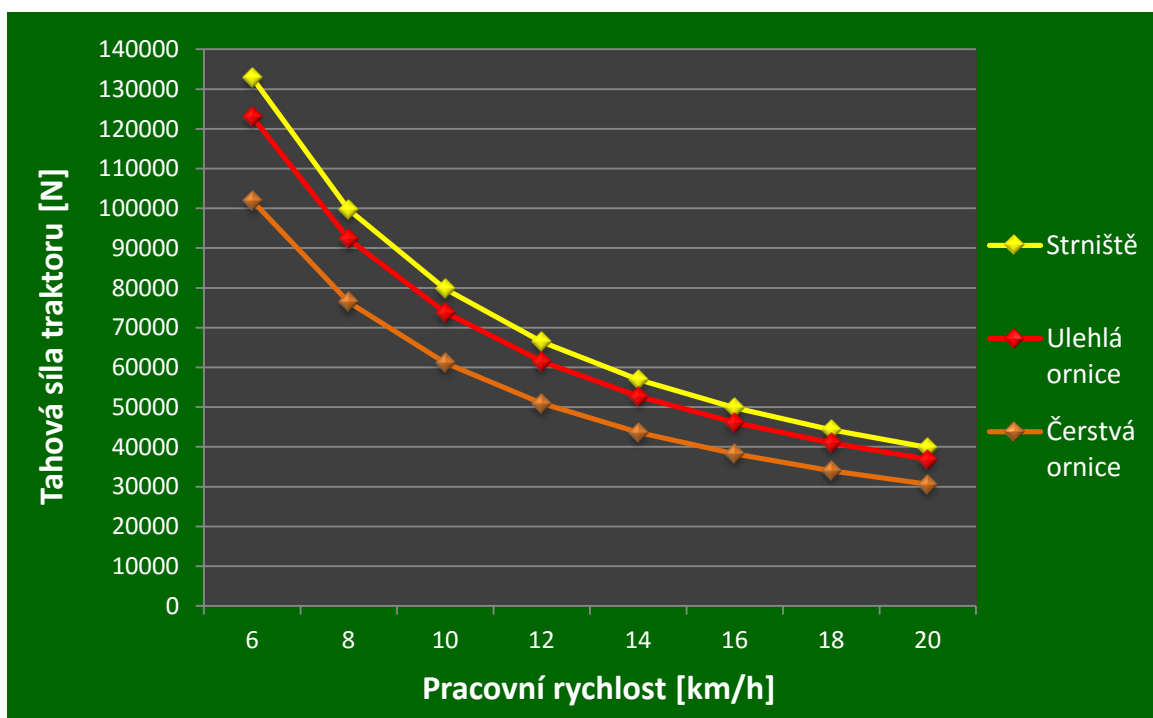
$$\text{Čerstvá ornice} \quad \rightarrow F_t = \frac{169856}{3,33} = 51\,008 \text{ N} = 51,008 \text{ kN}$$

V tabulce 15 jsou zaznamenány tahové síly pro nový traktor podle pracovní rychlosti od 6 km/h do 18 km/h. Jako v předchozím případě vyplývá z výpočtů pro starší traktor, že tahová síla závisí na pracovní rychlosti traktoru a na povrchu. Závislost pracovní rychlosti na tahové síle je v tomto případě pro traktor John Deere 9470RT znázorněna v grafu 3.

Tab. 15 Tahová síla traktoru John Deere 9470RT

Tahová síla traktoru [N]								
Rychlost [km/h]	6	8	10	12	14	16	18	20
Strniště	132893	99670	79736	66446	56954	49835	44298	39868
Ulehlá ornice	123040	92280	73824	61520	52731	46140	41013	36912
Čerstvá ornice	101914	76435	61148	50957	43677	38218	33971	30574

Graf 3 Závislost tahové síly na pracovní rychlosti traktoru JD 9470RT



Úkolem práce je tedy spočtení souprav nově navržených výkonnějších strojů za traktorem JD 9470RT. V následujících tabulkách jsou technické parametry strojů.

Tab. 16 Technické parametry nových strojů

Köckerling Vario 750	Hodnota	Simba SL 600	Hodnota	Farmet K 1570 MAX	Hodnota
Pracovní šířka	7,5 [m]	Pracovní šířka	6 [m]	Pracovní šířka	15,7 [m]
Přepravní šířka	3 [m]	Přepravní šířka	2,7 [m]	Přepravní šířka	3 [m]
Pracovní hloubka	5-18 [cm]	Pracovní hloubka	2-26 [cm]	Pracovní hloubka	3-15 [cm]
Počet hřebů	57 [ks]	Počet radliček	14 [ks]	Počet radliček	67-149 [ks]
Doporučený výkon	400 [HP] 294 [kW]	Doporučený výkon	320-400 [HP] 235-294 [kW]	Doporučený výkon	245 [HP] 180 [kW]
Celková hmotnost	7300 [kg]	Celková hmotnost	8400 [kg]	Celková hmotnost	12500 [kg]

5.3.2 Výpočty jednotlivých strojů

5.3.2.1 Odpor souprav

$$R_{\text{sou}} = k * b * n + 0,15 * m_{\text{tp}} * g * f_z \text{ [N]}$$

Efektivita využití = tahový odpor / tahová síla [%]

Kultivátor Köckerling Vario 750

Doporučený výkon se pohybuje na hodnotě 400 koní tj. 294 kW. Volím horní hodnotu měrného odporu z tabulky 12 tj. 5000 N/m. Pracovní šířka je 7,5 metrů a hmotnost stroje je 7300 kg. Koeficient odporu valení je uveden v tabulce 10. Pracovní rychlost stroje je v rozmezí od 12 do 15 km/h. Volím hodnotu bližší horní hranici pracovní rychlosti tedy 14 km/h, tj. v přepočtu 3,88 m/s.

Odpor stroje

Strniště → $R_{\text{sou}} = 5000 * 7,5 * 1,2 + 0,15 * 7300 * 9,81 * 0,11 = 46\,932 \text{ N} = 46,932 \text{ kN}$

Ulehlá ornice → $R_{\text{sou}} = 5000 * 7,5 * 1,2 + 0,15 * 7300 * 9,81 * 0,12 = 47\,039 \text{ N} = 47,039 \text{ kN}$

Efektivita využití

Strniště → $(46932/56954) * 100 = 82,40 \%$

Ulehlá ornice → $(47039/52731) * 100 = 89,21 \%$

Kypřič Simba SL 600

Potřebný výkon se pohybuje v intervalu od 320 do 400 koní respektive od 235 do 294 kW. Hodnotu měrného odporu z tabulky 12 je 5000 N/m. Pracovní šířka stroje je 6 metrů s celkovou hmotností 8400 kg. Optimální hodnota pracovní rychlosti pro kvalitní zpracování půdy činní 12 km/h, tj. v přepočtu 3,33 m/s.

Odpor stroje

Strniště → $R_{\text{sou}} = 5000 * 6 * 1,85 + 0,15 * 8400 * 9,81 * 0,11 = 56\,860 \text{ N} = 56,860 \text{ kN}$

Ulehlá ornice → $R_{\text{sou}} = 5000 * 6 * 1,85 + 0,15 * 8400 * 9,81 * 0,12 = 56\,983 \text{ N} = 56,983 \text{ kN}$

Efektivita využití

Strniště → $(56860/66446)*100 = 85,57 \%$

Ulehlá ornice → $(56983/61520)*100 = 92,63 \%$

Předset'ový kombinátor Farmet K 1570 MAX

Potřebný výkon, který je nutný pro práci předset'ového kombinátoru, činní 245 koní tj. 180 kW. Hodnotu měrného odporu půdy z tabulky 12 je v tomto případě 2800 N/m. Využitelná pracovní šířka stroje má hodnotu 15,7 metrů a celkovou hmotnost je 12 500 kg při maximální výbavě stroje. Pracovní rychlost stroje je pro optimálním zpracování půdy 14 km/h, respektive 3,88 m/s.

Odpor stroje

Ulehlá ornice → $R_{\text{sou}} = 2800*15,7*0,8+0,15*12500*9,81*0,12 = 37\,375 \text{ N} = 37,375 \text{ kN}$

Čerstvá ornice → $R_{\text{sou}} = 2800*15,7*0,8+0,15*12500*9,81*0,16 = 38\,111 \text{ N} = 38,111 \text{ kN}$

Efektivita využití

Ulehlá ornice → $(37375/52731)*100 = 70,88 \%$

Čerstvá ornice → $(38111/43677)*100 = 86,25 \%$

Traktor John Deere 9470RT oproti traktoru Caterpillar Challenger MT 765 B disponuje větším výkonem a s dostatečnou rezervou umožňuje práci s danými výkonnějšími stroji. Žádný ze strojů podle výše uvedených výpočtů nepřesahuje horní limit optimální hodnoty efektivity využití 95 %.

5.3.2.2 Výpočet výkonnosti

Výpočet hodinové výkonnosti

Skutečná hodinová výkonnost se určí podle vzorce (2). Koeficient τ je v rozmezí intervalu od 0,6 do 0,8. Pro výpočet hodinové výkonnosti volím střední hodnotu 0,7.

$$hW_s = 0,1 \cdot v_p \cdot B_p \cdot \tau \quad [\text{ha/hod}]$$

Köckerling Vario 750

$$hW_s = 0,1 * 14 * 7,5 * 0,7 = 7,35 \text{ [ha/hod]}$$

Simba SL 600

$$hW_s = 0,1 * 12 * 6 * 0,7 = 5,04 \text{ [ha/hod]}$$

Farmet K 1570 MAX

$$hW_s = 0,1 * 14 * 15,7 * 0,7 = 15,38 \text{ [ha/hod]}$$

Výpočet odpracovaných hodin za jeden rok

Roční využití stroje: → Köckerling Vario 750..... 2000 ha/rok

→ Simba SL 600..... 2400 ha/rok

→ Farmet K 1570 MAX..... 2500 ha/rok

Köckerling Vario 750

$$\frac{2000}{7,35} = 272 \text{ [hod]}$$

Simba SL 600

$$\frac{2400}{5,04} = 476 \text{ [hod]}$$

Farmet K 1570 MAX

$$\frac{2500}{15,38} = 163 \text{ [hod]}$$

Součet odpracovaných hodin za jeden rok daných třech strojů je 911 hodin. Největší využití v přepočtu na hodiny za rok má stroj Simba SL 600 z důvodu menšího pracovního záběru a pracovní rychlosti stroje. Oproti tomu je nejméně využíván i přes největší hektarové využití předseťový stroj Farmet K 1570 MAX, který má především velký pracovní záběr a vyšší pracovní rychlost.

5.3.2.3 Výpočet spotřeby paliva

Hodnota jmenovitého výkonu traktoru John Deere 9470RT je 470 koní, tj. 345 kW.

Průměrná hodinová spotřeba nafty traktoru: $470 \cdot 0,12 = 56,4$ litrů za hodinu práce.

Köckerling Vario 750

Spotřeba na hektar $\frac{56,4}{7,35} = 7,67$ [l/ha]

Spotřeba za rok $7,67 \cdot 2000 = 15\,340$ [l/rok]

Simba SL 600

Spotřeba na hektar $\frac{56,4}{5,04} = 11,19$ [l/ha]

Spotřeba za rok $11,19 \cdot 2400 = 26\,856$ [l/rok]

Farmet K 1570 MAX

Spotřeba na hektar $\frac{56,4}{15,38} = 3,67$ [l/ha]

Spotřeba za rok $3,67 \cdot 2500 = 9\,175$ [l/rok]

Roční spotřeba paliva traktoru John Deere 9470RT v soupravách s výše uvedenými stroji je oproti předchozím soupravám s traktorem Caterpillar Challenger MT 765 B vyšší. Rozdíl ve spotřebě je přibližně 10 000 litrů, přičemž roční spotřeba paliva nových souprav s traktorem JD 9470RT činí 51 371 litrů. V tomto případě je nutné brát v úvahu o více než 100 kW vyšší výkon traktoru JD 9470RT a také vyšší výkonnost strojů. Výjimkou je předseťový stroj Farmet K 1570 MAX, který má v soupravě ve výsledku nižší spotřebu paliva [l/ha] než předseťový stroj Farmet K 930 PS, především díky velké pracovní šířce, vyšší hodnotě hodinové výkonnosti a nižšího nárůstu tahového odporu v porovnání se stroji Köckerling Vario 750 a Simba SL 600.

V níže uvedených tabulkách 17 a 18 jsou zobrazeny veškeré vypočtené údaje. Jedná se o tahový výkon, účinnost a tahovou sílu traktoru John Deere 9470RT. Roční využití traktoru v soupravách se stroji Köckerling Vario 750, Simba SL 600 a Farmet K 1570 MAX činí 911 hodin.

Tab. 17 Vypočtené tahové hodnoty traktoru

John Deere 9470RT			
<i>Parametry</i>	<i>Podložka</i>	<i>Hodnota</i>	<i>Jednotky</i>
Tahový výkon	Strniště	221,488	[kW]
	Ulehlá ornice	205,066	
	Čerstvá ornice	169,856	
Tahová účinnost	Strniště	64,20	[%]
	Ulehlá ornice	59,44	
	Čerstvá ornice	49,23	
Tahová síla	Strniště	66,513	[kN]
	Ulehlá ornice	61,581	
	Čerstvá ornice	51,008	

Tab. 18 Vypočtené parametry strojů

Stroje pro zpracování půdy				
<i>Parametry</i>	<i>Köckerling Vario 750</i>	<i>Simba SL 600</i>	<i>Farmet K1570 MAX</i>	<i>Jednotky</i>
Odpor stroje: strniště	46,932	56,860	-	[kN]
Odpor stroje: ulehlá ornice	47,039	56,983	37,375	[kN]
Odpor stroje: čerstvá ornice	-	-	38,111	[kN]
Efektivita využití: strniště	82,40	85,57	-	[%]
Efektivita využití: ulehlá ornice	89,21	92,63	70,88	[%]
Efektivita využití: čerstvá ornice	-	-	86,25	[%]
Hodinová výkonnost	7,35	5,04	15,38	[ha/hod]
Roční využití	2000	2400	2500	[ha/rok]
Roční využití	272	476	163	[hod/rok]
Spotřeba paliva	7,67	11,19	3,67	[l/ha]
Spotřeba paliva	15 340	26 856	9 175	[l/rok]

Vypočtené hodnoty parametrů traktoru John Deere 9470RT v tabulce 17 vykazují vyšší tahový výkon, účinnost a tahovou sílu v porovnání s traktorem Caterpillar Challenger MT 765 B. To je dáno především o více než 100 kW vyšším jmenovitým výkonem traktoru JD 9470RT. Výkonnější stroje sice disponují výrazně vyšším odporem, avšak v případě spojení soupravy s právě výkonnějším traktorem se tento problém eliminuje. Z pohledu efektivity využití nabízí souprava s kypřičem Simba SL 600 oproti kypřiči Simba SL 500 dostatečnou výkonovou rezervu i během nárůstu zátěže daným podmínkami či při rozjezdu nebo při jízdě do prudkého kopce. V případě dalších dvou strojů kultivátoru Köckerling Vario 750 a předseťového kombinátoru Farmet K1570 MAX je efektivita využití nižší a souprava s traktorem nabízí dostatečnou výkonovou rezervu.

5.4 Porovnání jednotkových nákladů

V následujících tabulkách 19 a 20 jsou porovnány jednotkové náklady na hektar. V tabulce 19 to jsou jednotkové náklady původních souprav s traktorem Caterpillar Challenger MT 765 B a v tabulce 20 se jedná o nové soupravy s traktorem JD 9470RT.

Tab. 19 Náklady původních souprav

Caterpillar Challenger MT 765 B			
Náklady [Kč/ha;Kč/t]	<i>Köckerling Vario 570</i>	<i>Simba SL 500</i>	<i>Farmet K 930 PS</i>
<i>Jednotkové náklady traktoru</i>	433,69	573,23	264,92
<i>Jednotkové náklady stroje</i>	238,39	234,84	232,53
<i>Jednotkové náklady na živou práci</i>	24,33	32,38	14,93
<i>Celkové jednotkové náklady soupravy</i>	696,40	840,45	512,38

Tab. 20 Náklady nových souprav

John Deere 9470RT			
Náklady [Kč/ha;Kč/t]	<i>Köckerling Vario 750</i>	<i>Simba SL 600</i>	<i>Farmet K1570 MAX</i>
<i>Jednotkové náklady traktoru</i>	362,43	527,92	173,63
<i>Jednotkové náklady stroje</i>	239,18	235,13	233,50
<i>Jednotkové náklady na živou práci</i>	18,50	26,98	8,84
<i>Celkové jednotkové náklady soupravy</i>	620,10	790,03	415,97

Z porovnání jednotkových nákladů v tabulkách 19 a 20 vyplývá, že v případě nových souprav jsou náklady nižší. Důvodem snížení nákladů je vyšší hodinová výkonnost na hektar díky většímu pracovnímu záběru nových strojů, dále vyšší roční využití souprav na hektar a nižší roční počet odpracovaných hodin. Celkové jednotkové náklady souprav s traktorem JD 9470RT jsou nižší v případě stroje Köckerling Vario 750 o 76,3 Kč, u stroje Simba SL 600 o 50,4 Kč a u stroje Farmet K1570 MAX o 96,4 Kč na hektar v porovnání se soupravami s traktorem Caterpillar Challenger MT 765 B a původními stroji. Veškeré výpočty nákladů jsou vykalkulovány v přílohách práce.

6 Závěr

V úvodu diplomové práce je popsána charakteristika zvoleného podniku AGRO Slatiny a.s. po níž následuje shrnutí předmětných informací o různých možnostech zpracování půdy. Zde je potřeba zmínit hlavní rozdělení způsobu zpracování půdy do tří částí: zpracování pomocí pluhu, přímé setí a bezorebné zpracování půdy. Vzhledem k podmínkám v obhospodařované oblasti daným podnikem je bezorebné zpracování půdy nejvíce využíváno. Převážně jsou využívány široko-záběrové stroje s velkou hodinovou výkonností na hektar, které ale zároveň požadují výkonný energetický zdroj respektive traktor. Musí se však brát v úvahu, aby na úkor méně nákladného zpracování půdy nedocházelo ke snížení kvality a množství produkce. Výhodou bezorebného zpracování půdy, oproti orbě pluhem a další nutné úpravě půdy, je možnost provádění více operací najednou a také časová a nákladová úspora. Přímé setí se v těchto daných podmínkách nevyužívá.

Podnik vlastní celkem tři výkonné traktory nad 250 kW, které jsou schopné práce s výkonnými stroji pro agregaci. Jedná se o traktory John Deere 8530, John Deere 9510RT a Caterpillar Challenger MT 765 B, z nichž JD 8530 je kolový traktor a zbylé dva mají pásové podvozky. Traktory John Deere jsou poměrně nové v porovnání s Caterpillar Challenger MT 765B, který podnik vlastní více než deset let. Pásový traktor má prioritní výhodu oproti kolovému, že disponuje větší styčnou plochou pásů s povrchem a tím dokáže lépe využít potenciál tahové síly traktoru. Současně pásový podvozek působí nižším tlakem na podložku, neutužuje tolik podložku a je tak vhodný pro bezorebné zemědělské stroje. V práci je uvedeno celkem sedm strojů podniku pro bezorebné zpracování půdy, které jsou využívány k práci na poli danými traktory.

Ve vlastní práci je předmětem zhodnocení efektivity využití souprav traktoru Caterpillar Challenger MT 765B s vybranými třemi stroji, které jsou obvykle tímto traktorem taženy. Vzhledem ke stáří traktoru, horší dostupnosti náhradních dílů a více než 12 000 najetých motohodin je nutné počítat s nárůstem provozních nákladů a nákladů na opravy a údržbu. V souladu se zvolenou metodikou práce je vypočtena tahová síla, tahová účinnost a tahový výkon traktoru Caterpillar Challenger MT 765B, viz tabulka 13. Tahová síla je potom závislá na pojezdové rychlosti, přičemž při vyšších rychlostech tahová síla klesá. Mezi obvykle používané stroje za daný traktor patří:

kultivátor Köckerling Vario 570, kypřič Simba SL 500 a předseťový kombinátor Farnet Kompaktomat K 930 PS. U těchto tří strojů je dle metodik spočten odpor stroje a efektivita využití, viz tabulka 14. Dále se nachází v tabulce 14 hodnoty hodinové výkonnosti, ročního využití a spotřebě paliva daných souprav. Lze konstatovat, že traktor v soupravě se strojem Simba SL 500 neposkytuje dostatečnou výkonovou rezervu.

Návrhem práce je tedy pořízení nového traktoru John Deere 9470RT a prodej starého Caterpillar Challenger MT 765B. Nový traktor poskytuje o více než 100 kW vyšší jmenovitý výkon. To znamená především vyšší tahovou sílu, účinnost a tahový výkon, viz tabulka 17. Lze tak pořídit i výkonnější stroje s větším pracovním záběrem, konkrétně se jedná o stroje: kultivátor Köckerling Vario 750, kypřič Simba SL 600 a předseťový kombinátor Farnet K1570 MAX. Traktor má dostačující výkonnost, že i přes vyšší odpory strojů poskytuje dostatečnou výkonovou rezervu a optimální efektivitu využití. Díky většímu pracovnímu záběru vzrostla i hodnota hodinové výkonnosti [ha/hod] u všech strojů. Vyšší je i využití strojů [ha/rok] a tím pádem klesá počet odpracovaných hodin za rok. Vzhledem k vyšší výkonnosti traktoru John Deere 9470RT zaznamenala nárůst spotřeba paliva na hektar kromě předseťového stroje Farnet, kde je díky širokému pracovnímu záběru nepatrně nižší.

Z hlediska jednotkových nákladů původních a nových souprav, které jsou porovnány v tabulkách 19 a 20, dochází k úsporám nových souprav především díky snížení nákladů na oprav a údržbu nového traktoru a také díky většímu pracovnímu záběru nových strojů. Celkové jednotkové náklady souprav vykazují nižší hodnoty na hektar s novým traktorem JD 9470RT v porovnání s původními soupravami s traktorem Caterpillar Challenger MT 765 B. Konkrétně jsou tyto úspory u stroje Köckerling Vario 750 → 76,3 [Kč/ha], u stroje Simba SL 600 → 50,4 [Kč/ha] a u stroje Farnet K1570 MAX → 96,4 [Kč/ha]. Lze tedy tvrdit, že investice do nového traktoru a nových strojů se vyplatí a v určitém časovém horizontu se očekává navrácení vynaložených výdajů.

Seznam literatury

- [1] AGRO SLATINY a.s. [online]. Publikováno 2009 [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: <http://www.agroslatiny.cz/o-nas/>
- [2] HULA, J., ABRHAM, Z., BAUER, F. *Zpracování půdy*. Praha: Brázda s.r.o., 1997. 144 s. ISBN 80-209-0265-1.
- [3] PÁLTIK, J. a kol. *Stroje pre rastlinnú výrobu - obrábanie pôdy, sejba*. 1. vydání. Nitra: SPU v Nitre, 2003. 241 s. ISBN 80-8069-200-9.
- [4] KUMHÁLA, F. a kol. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [5] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol. *Základy rostlinné produkce*. 2. vydání. Praha: ČZU v Praze, 2002. 153 s. ISBN 80-213-0924-5.
- [6] ROZSYPAL, R. *Zpracování půdy* [online]. [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: <http://www.eposcr.eu/wp-content/uploads/2011/04/ML02-Zpracovani-pudy.pdf>
- [7] HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vydání. Praha: Profi Press s.r.o., 2008. 246 s. ISBN 978-80-86726-28-1.
- [8] HORSCH [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <https://www.horsch2.com/cz/news/blog-post/2015/05/13/hluboke-zpracovani-mokre-tezke-pudy/>
- [9] BEDNAR FMT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <http://www.bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/557/atlas-am#technicka-data>
- [10] FONS s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-5]. Dostupné z: <http://www.gps-agro.cz/>
- [11] ŠŤASTNÝ, M. *Úspora paliva při orbě* [online]. [cit. 2015-12-5]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=1&typ=1&val=52043>
- [12] PÁSOVÉ TRAKTORY [online]. [cit. 2015-12-8]. Dostupné z: <http://jos.marme.sweb.cz/pt.htm>

- [13] BAUER, F., SEDLÁK, P., ŠMERDA, T. *Traktory*. Praha: Profi Press, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0.
- [14] PASTOREK, Z. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. 1. vydání. Praha: Martin Sedláček, 2002. 144 s. ISBN 80-902413-4-4.
- [15] AGROMEX. *Traktory Challenger* [online]. Publikováno 2010 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.agromex.cz/d458-motor.html>
- [16] SHARMANS AGRICULTURAL LTD. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.sharmans-agri.co.uk/challenger-mt-765b-i2223.html>
- [17] TRACTORDATA. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.tractordata.com/farm-tractors/003/8/3/3838-challenger-mt765.html>
- [18] JOHN DEERE. [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: https://www.deere.com/en_INT/products/equipment/tractors/9r_series/9510rt/9510rt.page
- [19] STROM PRAHA a.s. [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/vychod/o-nas/novinky/pasove-traktory-v-regionu-vychod>
- [20] STROM PRAHA a.s. [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: <http://www.strompraha.cz/vychod/produkty/zemedelska-technika/traktory-john-deere/rada-8r/>
- [21] JOHN DEERE. [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-19]. Dostupné z: https://www.deere.com/en_US/products/equipment/tractors/row_crop_tractors/8r_8rt_series/8r_8rt_series.page
- [22] BEDNAR FMT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-21]. Dostupné z: <http://www.bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/557/atlas-am#technicka-data>
- [23] MAN-ZT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-21]. Dostupné z: <http://www.manzt.cz/produkt-atlas-am-tazeny-diskovy-podmitac.html>
- [24] MAN-ZT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-21]. Dostupné z: <http://www.manzt.cz/produkt-terraland-to-dlatovy-pluh.html>

- [25] BEDNAR FMT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-22]. Dostupné z: <http://www.bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/377/terraland-to#technicka-data>
- [26] BEDNAR FMT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-22]. Dostupné z: <http://www.bednar-machinery.com/cz/produkty/detail/269/swifter-se#technicka-data>
- [27] MAN-ZT s.r.o. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-22]. Dostupné z: <http://www.manzt.cz/produkt-swifter-se-predsetovy-kompaktor.html>
- [28] FARMET a.s. [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-23]. Dostupné z: <http://www.farmet.cz/zemedelske-stroje/predsetove-kombinatory-kompaktomat.html>
- [29] KÖCKERLING [online]. Publikováno 2014 [cit. 2015-12-23]. Dostupné z: <http://www.koeckerling.de/cz/produkty/zpracovani-pudy/vario/koncept.html>
- [30] DEMCO s.r.o. [online]. Publikováno 2013 [cit. 2015-12-23]. Dostupné z: <http://www.demco.cz/produkty/zpracovani-pudy/vario>
- [31] AGRIMA Žatec s.r.o. [online]. Publikováno 2015 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.agrima.cz/blog/sms-hloubkovy-kypric-hkt-300x/>
- [32] SMS CZ s.r.o. [online]. Publikováno 2013 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/cz/produkty/hloubkove-kyprice/hloubkovy-kypric-hktx/>
- [33] AGROZES spol. s r.o. [online]. Publikováno 2011 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: <http://www.agrozes.cz/sl>
- [34] ŠAŘEC, P., ŠAŘEC, O. *Využití mobilních strojů – podklady k přednáškám a cvičením*. ČZU Praha, 2007. 99 s. ISBN 978-80-213-1681-2.

Seznam obrázků

- Obr. 1 Sila pro skladování produkce rostlinné výroby
- Obr. 2 Kombinovaný talířradličkový kypřič Terrano MT pro provádění více operací
- Obr. 3 ATLAS AM je tažený širokozáběrový podmítač – pracovní záběr 12 m
- Obr. 4 Caterpillar Challenger MT 765 B
- Obr. 5 John Deere 9510 RT
- Obr. 6 John Deere 8530
- Obr. 7 Diskový podmítač ATLAS AM 10000
- Obr. 8 Dlátový pluh TERRALAND TO 6000
- Obr. 9 Předset'ový kompaktor SWIFTER SE 12000
- Obr. 10 Předset'ový kombinátor Farnet Kompaktomat K 930 PS
- Obr. 11 Kultivátor Köckerling VARIO 570
- Obr. 12 Hloubkový kypřič HKTx 300
- Obr. 13 Kypřič Simba SL 500
- Obr. 14 John Deere 9470RT

Seznam tabulek

- Tab. 1 Znázornění působení tlaku a velikosti poškození plochy působením pneumatik a pásů na podložku
- Tab. 2 Znázornění působení tlaku a velikosti poškození plochy působením pneumatik a pásů na podložku z hlediska zasažení půdy
- Tab. 3 Technická data – diskový podmítač
- Tab. 4 Technická data – dlátový pluh
- Tab. 5 Technická data – předset'ový kompaktor
- Tab. 6 Technická data – předset'ový kombinátor
- Tab. 7 Technická data – kultivátor

- Tab. 8 Technická data – hloubkový kypřič
- Tab. 9 Technická data – kypřič
- Tab. 10 Hodnoty podle druhu podložky
- Tab. 11 Tahová síla traktoru Caterpillar Challenger MT 765 B
- Tab. 12 měrný odpor v závislosti na druhu stroje
- Tab. 13 Vypočtené tahové hodnoty traktoru
- Tab. 14 Vypočtené parametry strojů
- Tab. 15 Tahová síla traktoru John Deere 9470RT
- Tab. 16 Technické parametry nových strojů
- Tab. 17 Vypočtené tahové hodnoty traktoru
- Tab. 18 Vypočtené parametry strojů
- Tab. 19 Náklady původních souprav
- Tab. 20 Náklady nových souprav

Seznam grafů

- Graf 1 Grafické znázornění spotřeby paliva při zpracování půdy
- Graf 2 Závislost tahové síly na pracovní rychlosti traktoru
- Graf 3 Závislost tahové síly na pracovní rychlosti traktoru JD 9470RT

Seznam vzorců

- Vztah 1 Teoretická hodinová výkonnost
- Vztah 2 Skutečná hodinová výkonnost
- Vztah 3 Ztrátový výkon valivým odporem
- Vztah 4 Ztrátový výkon v převodech
- Vztah 5 Ztrátový výkon vlivem prokluzu kol
- Vztah 6 Ztrátový výkon v hydraulickém obvodu

Vztah 7 Tahový výkon traktoru

Vztah 8 Tahová účinnost

Vztah 9 Tahová síla traktoru

Vztah 10 Odpor souprav

Vztah 11 Efektivita využití

Vztah 12 Spotřeba paliva traktoru

Vztah 13 Spotřeba soupravy na jeden hektar

Vztah 14 Spotřeba soupravy za rok

Seznam zkratek

PPS – Systém ochrany proti zhasnutí motoru

DOC – Oxidační katalyzátor

SCR – Selektivní katalytická redukce

EGR – Systém recirkulace chlazení výukových plynů

DPF – Filtr pevných částic

STK – Stanice technické kontroly

DGPS – Diferenciální globální polohovací systém

GPRS – Mobilní datová služba a připojení k internetu

Přílohy

Souprava Caterpillar Challenger MT 765 B + Köckerling Vario 570

Vstupní data			
	Challenger MT 765B		
Katalogová cena	Ct	5 600 000 Kč	Pojištění je závislé na množst. pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobil 0,4%
Doba odepisování	Tot	8 let	
Doba provozu za rok	rTt	1200 hod/rok	
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	5,59 ha/h; t/h	
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %	
Pojištění	pt	1 %	
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²	
Způsob uskladnění		garáž	
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok	
Koeficient oprav	kot	1,6	
Spotřeba paliva	haQ	7,1 l/ha ;l/t	
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l	
Pracovní stroj			
	Köckerling Vario 570		
Katalogová cena	Cs	1 800 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč
Doba odepisování	Tos	8 let	
Roční výkonnost soupravy	rW	1800 ha/rok; t/rok	
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %	
Pojištění	ps	1 %	
Plocha na uskladnění	Sms	50 m²	
Způsob uskladnění		garáž	
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok	
		0	
Koeficient oprav	kos	1	
Mzdové náklady			
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h	
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h	
Počet pracovníků obsluhy	n	1	
Materiálové náklady			
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t	
Množství základního materiálu	Gzm	0 t	
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t	
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t	

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	Challenger MT 765B	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	104,35 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	4,17 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,75 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	8,35 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	166,96 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	149,10 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$j_E = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	433,69 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	5,00 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	1,39 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	10,00 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$j_S = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	238,39 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$j_{Nm} = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1+0,36).(hNzpt+n.hNzpo) / hW_8$	24,33 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = j_E + j_S + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	696,40 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		433,69
Jednotkové náklady stroje		238,39
Jednotkové náklady -materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		24,33
Celkové jednotkové náklady soupravy		696,40 Kč/ha;Kč/t

Souprava John Deere 9470RT + Köckerling Vario 750

Vstupní data				
		JD 9470RT		
Katalogová cena	Ct	9 200 000 Kč	Pojištění je závislé na množst. pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobilů 0,4%	
Doba odepisování	Tot	8 let		
Doba provozu za rok	rTt	1500 hod/rok		
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	7,35 ha/h; t/h		
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %		
Pojištění	pt	1 %		
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok		
				Garáž 60Kč
			Kolna 34Kč	
			Přístřešek 18Kč	
			Zpevněná plocha 4Kč	
Koeficient oprav	kot	0,8		
Spotřeba paliva	haQ	7,7 l/ha ;l/t		
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l		
Pracovní stroj				
		Köckerling Vario 750		
Katalogová cena	Cs	2 090 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč	
Doba odepisování	Tos	8 let		
Roční výkonnost soupravy	rW	2000 ha/rok; t/rok		
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %		
Pojištění	ps	1 %		
Plocha na uskladnění	Sms	60 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok		
		0		
Koeficient oprav	kos	1		
Mzdové náklady				
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h		
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h		
Počet pracovníků obsluhy	n	1		
Materiálové náklady				
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t		
Množství základního materiálu	Gzm	0 t		
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t		
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t		

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	JD 9470RT	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	104,31 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	4,17 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,45 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	8,34 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	83,45 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	161,70 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$j_E = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	362,43 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	5,23 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	1,50 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	10,45 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$j_S = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	239,18 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$j_{Nm} = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1+0,36).(hNzpt+n.hNzpo)/hW_8$	18,50 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = j_E + j_S + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	620,10 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		362,43
Jednotkové náklady stroje		239,18
Jednotkové náklady - materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		18,50
Celkové jednotkové náklady soupravy		620,10 Kč/ha;Kč/t

Souprava Caterpillar Challenger MT 765 B + Simba SL 500

Vstupní data			
	Challenger MT 765B		
Katalogová cena	Ct	5 600 000 Kč	Pojištění je závislé na množství pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobilů 0,4%
Doba odepisování	Tot	8 let	
Doba provozu za rok	rTt	1200 hod/rok	
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	4,2 ha/h; t/h	
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %	
Pojištění	pt	1 %	
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²	
Způsob uskladnění		garáž	
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok	
Koeficient oprav	kot	1,6	
Spotřeba paliva	haQ	9,3 l/ha ;l/t	
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l	
Pracovní stroj			
	Simba SL 500		
Katalogová cena	Cs	1 750 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč
Doba odepisování	Tos	8 let	
Roční výkonnost soupravy	rW	2200 ha/rok; t/rok	
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %	
Pojištění	ps	1 %	
Plocha na uskladnění	Sms	40 m²	
Způsob uskladnění		garáž	
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok	
		0	
Koeficient oprav	kos	1	
Mzdové náklady			
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h	
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h	
Počet pracovníků obsluhy	n	1	
Materiálové náklady			
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t	
Množství základního materiálu	Gzm	0 t	
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t	
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t	

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	Challenger MT 765B	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	138,89 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	5,56 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,99 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	11,11 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	222,22 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	194,46 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$j_E = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	573,23 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	3,98 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	0,91 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	7,95 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$j_S = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	234,84 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$j_{Nm} = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1+0,36).(hNzpt+n.hNzpo) / hW_8$	32,38 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = j_E + j_S + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	840,45 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		573,23
Jednotkové náklady stroje		234,84
Jednotkové náklady - materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		32,38
Celkové jednotkové náklady soupravy		840,45 Kč/ha;Kč/t

Souprava John Deere 9470RT + Simba SL 600

Vstupní data				
			JD 9470RT	
Katalogová cena	Ct	9 200 000 Kč	Pojištění je závislé na množství pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobilů 0,4%	
Doba odepisování	Tot	8 let		
Doba provozu za rok	rTt	1500 hod/rok		
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	5,04 ha/h; t/h		
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %		
Pojištění	pt	1 %		
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok		
			Kolna 34Kč	
			Přístřešek 18Kč	
Koeficient oprav	kot	0,8	Zpevněná plocha 4Kč	
Spotřeba paliva	haQ	11,2 l/ha ;l/t		
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l		
Pracovní stroj				
			Simba SL 600	
Katalogová cena	Cs	1 950 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč	
Doba odepisování	Tos	8 let		
Roční výkonnost soupravy	rW	2400 ha/rok; t/rok		
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %		
Pojištění	ps	1 %		
Plocha na uskladnění	Sms	45 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok		
		0		
Koeficient oprav	kos	1		
Mzdové náklady				
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h		
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h		
Počet pracovníků obsluhy	n	1		
Materiálové náklady				
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t		
Množství základního materiálu	Gzm	0 t		
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t		
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t		

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	JD 9470RT	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	152,12 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	6,08 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,66 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	12,17 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	121,69 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	235,20 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$j_E = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	527,92 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	4,06 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	0,94 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	8,13 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$j_S = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	235,13 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$j_{Nm} = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1+0,36).(hNzpt+n.hNzpo)/hW_8$	26,98 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = j_E + j_S + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	790,03 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		527,92
Jednotkové náklady stroje		235,13
Jednotkové náklady - materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		26,98
Celkové jednotkové náklady soupravy		790,03 Kč/ha;Kč/t

Souprava Caterpillar Challenger MT 765 B + Farmet K 930 PS

Vstupní data			Challenger MT 765B		
Katalogová cena	Ct	5 600 000 Kč	Pojištění je závislé na množství pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobilů 0,4%		
Doba odepisování	Tot	8 let			
Doba provozu za rok	rTt	1200 hod/rok			
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	9,11 ha/h; t/h			
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %			
Pojištění	pt	1 %			
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²			
Způsob uskladnění		garáž			
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok			
			Kolna 34Kč		
			Přístřešek 18Kč		
Koeficient oprav	kot	1,6	Zpevněná plocha 4Kč		
Spotřeba paliva	haQ	4,3 l/ha ;l/t			
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l			
Pracovní stroj			Farmet K 930 PS		
Katalogová cena	Cs	1 100 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč		
Doba odepisování	Tos	8 let			
Roční výkonnost soupravy	rW	1900 ha/rok; t/rok			
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %			
Pojištění	ps	1 %			
Plocha na uskladnění	Sms	70 m²			
Způsob uskladnění		garáž			
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok			
		0			
Koeficient oprav	kos	1			
Mzdové náklady					
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h			
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h			
Počet pracovníků obsluhy	n	1			
Materiálové náklady					
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t			
Množství základního materiálu	Gzm	0 t			
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t			
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t			

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	Challenger MT 765B	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	64,03 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	2,56 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,46 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	5,12 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	102,45 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	90,30 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$j_E = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	264,92 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	2,89 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	1,84 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	5,79 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$j_S = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	232,53 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$j_{Nm} = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1 + 0,36). (hNzpt + n.hNzpo) / hW_8$	14,93 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = j_E + j_S + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	512,38 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		264,92
Jednotkové náklady stroje		232,53
Jednotkové náklady -materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		14,93
Celkové jednotkové náklady soupravy		512,38 Kč/ha;Kč/t

Souprava John Deere 9470RT + Farnet K 1570 MAX

Vstupní data				
			JD 9470RT	
Katalogová cena	Ct	9 200 000 Kč	Pojištění je závislé na množství pojištěných strojů. Při hromadném pojištění jsou tyto sazby: traktory 0,3% pracovní stroje 0,8% nákl. automobily 0,35% s. a dod. automobilů 0,4%	
Doba odepisování	Tot	8 let		
Doba provozu za rok	rTt	1500 hod/rok		
Výkonnost soupravy	hW ₀₈	15,38 ha/h; t/h		
Úročení vstupního kapitálu	ut	1 %		
Pojištění	pt	1 %		
Plocha na uskladnění	Smt	50 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNmt	100 Kč/m².rok		
				Garáž 60Kč
			Kolna 34Kč	
			Přístřešek 18Kč	
			Zpevněná plocha 4Kč	
Koeficient oprav	kot	0,8		
Spotřeba paliva	haQ	3,7 l/ha ;l/t		
Komplexní cena nafty	Ckn	21 Kč/l		
Pracovní stroj				
			Farnet K 1570 MAX	
Katalogová cena	Cs	1 650 000 Kč	Garáž 60Kč Kolna 34Kč Přístřešek 18Kč Zpevněná plocha 4Kč	
Doba odepisování	Tos	8 let		
Roční výkonnost soupravy	rW	2500 ha/rok; t/rok		
Úročení vstupního kapitálu	us	1 %		
Pojištění	ps	1 %		
Plocha na uskladnění	Sms	80 m²		
Způsob uskladnění		garáž		
Roční náklady na uskladnění	rNms	50 Kč/m².rok		
		0		
Koeficient oprav	kos	1		
Mzdové náklady				
Hodinová mzda traktoristy	hNzpt	100 Kč/h		
Hodinová mzda obsluhy	hNzpo	0 Kč/h		
Počet pracovníků obsluhy	n	1		
Materiálové náklady				
Cena základního materiálu	Czm	0 Kč/t		
Množství základního materiálu	Gzm	0 t		
Cena pomocného materiálu	Cpm	0 Kč/t		
Množství pomocného materiálu	Gpm	0 t		

Výpočet dílčích složek jednotkových nákladů		
<u>Energetický zdroj</u>	JD 9470RT	
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci traktoru	$j_{Nat} = Ct / (Tot.rTt.hW_{08})$	49,85 Kč/ha;Kč/t
...zúročení traktoru	$j_{Nut} = Ct.ut / (2.100.rTt.hW_{08})$	1,99 Kč/ha;Kč/t
...garážování traktoru	$j_{Ngt} = Smt.rNmt / (rTt.hW_{08})$	0,22 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění traktoru	$j_{Nspt} = Ct.pt / (rTt.hW_{08}.100)$	3,99 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy traktoru	$j_{Not} = j_{Nat}.kot$	39,88 Kč/ha;Kč/t
...energie traktoru	$j_{Ne} = haQ.Ckn$	77,70 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady traktoru	$jE = j_{Nat} + j_{Nut} + j_{Nspt} + j_{Ngt} + j_{Not} + j_{Ne}$	173,63 Kč/ha;Kč/t
<u>Pracovní stroj</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...amortizaci stroje	$j_{Nas} = Cs / (Tos.rW)$	222,00 Kč/ha;Kč/t
...zúročení stroje	$j_{Nus} = Cs.us / (2.100.rW)$	3,30 Kč/ha;Kč/t
...garážování stroje	$j_{Ngs} = Sms.rNms / rW$	1,60 Kč/ha;Kč/t
...poplatky a pojištění stroje	$j_{Nsps} = Cs.ps / (rW.100)$	6,60 Kč/ha;Kč/t
...údržbu a opravy stroje	$j_{Nos} = j_{Nas}.kos$	Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady stroje	$jS = j_{Nas} + j_{Nus} + j_{Nsps} + j_{Ngs} + j_{Nos}$	233,50 Kč/ha;Kč/t
<u>Materiál</u>		
<i>Jednotkové náklady na...</i>		
...základní materiál	$j_{Nzm} = Gzm.Czm$	0 Kč/ha;Kč/t
...pomocný materiál	$j_{Npm} = Gpm.Cpm$	0 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady -materiál	$jNm = j_{Nzm} + j_{Npm}$	0 Kč/ha;Kč/t
<u>Živá práce</u>		
Jedn.náklady na živou práci	$j_{Nzp} = (1 + 0,36) \cdot (hNzpt + n.hNzpo) / hW_8$	8,84 Kč/ha;Kč/t
Jednotkové náklady soupravy	$j_{Np} = jE + jS + j_{Nzp} + j_{Nzm} + j_{Npm}$	415,97 Kč/ha;Kč/t
<u>Přehled výsledků výpočtu nákladů:</u>		
Jednotkové náklady traktoru		173,63
Jednotkové náklady stroje		233,50
Jednotkové náklady -materiál		0,00
Jedn.náklady na živou práci		8,84
Celkové jednotkové náklady soupravy		415,97 Kč/ha;Kč/t