

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Stanovení poloměrů otáčení u zemědělských
souborů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip

Autor bakalářské práce: Radek Poduška

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek PODUŠKA**
Osobní číslo: **Z16116**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **ZDTb-16 - specializace Zemědělská technika**
Název tématu: **Stanovení poloměrů otáčení zemědělských souprav pro potřeby počítačových modelů**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Student v bakalářské práci stanoví poloměry otáčení u třech vybraných zemědělských souprav. Měření bude probíhat na odlišných typech povrchů a při různých pojezdových rychlostech.

Struktura hlavní části práce bude následující:

1. Stručný úvod do problematiky
2. Úvod do trakční teorie
3. Popis metodiky pokusů
4. Výsledky terénních měření
5. Diskuse
6. Závěr

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30 -40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- ČSN 30 0552: Zjišťování stopových a obrysových průměrů zatáčení a průjezdnosti kruhovým obloukem silničních vozidel pro motorovou dopravu
Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1970. 12 s.
- GREČENKO, Alexandr. Trakční teorie pro kolová vozidla v terénu. 1992. 53 s.
- BAUER, František a kol. Traktory. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. 192 s. ISBN 80-86726-15-0.
- PASTOREK, Zdeněk a kol. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. Praha: Martin Sedláček, 2002. 144 s. ISBN 80-902413-4-4.
- KUMHÁLA, František a kol. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
- DÖRFLINGER, Michael. 1000 zemědělských strojů. 1. vyd. Praha: Knižní klub, 2009. 336 s. ISBN 978-80-242-2461-9.
- BAUER, František a kol. Traktory a jejich využití. 2. vyd. Praha: Profi Press, 2013. 224 s. ISBN 978-80-86726-52-6.
- PASTOREK, Zdeněk a kol. Traktory. Praha: František Savov - Agrospoj, 2001. 356 s.
- Materiály přístupné přes databáze (např. Web of Knowledge, ScienceDirect atp.).
- Propagační materiály prodejců zemědělské techniky.
- Internet.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 18. ledna 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1588, 370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 20. března 2018

Prohlášení autora

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Martinu Filipovi za pomoc a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat firmám Agra Deštná, a. s. a Stako MF, s. r. o., jejich zaměstnancům a obsluze strojů za realizaci měření k této bakalářské práci a za cenné informace.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je vypracována na téma stanovení poloměrů otáčení zemědělských souprav pro potřeby počítačových modelů. Výsledková část se zaměřuje na vyhodnocení zjištěných výsledků a vypočítání poloměrů otáčení u zemědělských souprav pro zpracování půdy, kterými byli John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6, John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT a Massey Ferguson 7620 s Kuhn Optimer + 6003. Vypočítané poloměry otáčení v jednotlivých rychlostech jsou uvedeny v tabulkách. V práci jsou zahrnuty povětrnostní podmínky při jednotlivých pokusech.

Klíčová slova: zemědělská souprava, traktor, terramechanika, poloměr otáčení

Abstrakt

This bachelor thesis is elaborated on the topic of determination of turning radii of agricultural kits for the needs of computer models. The result section focuses on the evaluation of the results obtained and the calculation of turning radii for agricultural tillage units, which were John Deere 6210 R with Opall Agri Saturn 6, John Deere 8320 R with Horsch Joker 6 RT and Massey Ferguson 7620 with Kuhn Optimier + 6003. The calculated rotational radii at each speed are shown in the tables. The work includes weather conditions in individual experiments.

Keywords: agricultural equipment, tractor, terramechanics, turning radius

Obsah

Úvod.....	10
1. Traktor.....	11
1.1 Rozdělení traktorů	11
1.2 Volba traktoru.....	11
2. Zemědělské stroje pro zpracování půdy.....	12
2.1 Talířové podmítače	12
2.2 Kompaktory	12
3. Pohyb vozidel v terénu.....	13
3.1 Prokluz hnacích kol	13
3.2 Síla pro překonání valivého odporu	14
3.3 Výkon potřebný k překonání odporu vzduchu	15
3.4 Odpor připojené techniky	16
4. Zemědělské stroje využívané k měření	17
4.1 John Deere 6210 R	17
4.2 Opall Agri Saturn 6	19
4.3 John Deere 8320 R	21
4.4 Horsch Joker 6 RT.....	23
4.5 Massey Ferguson 7620	25
4.6 Kuhn Optimer + 6003.....	27
5. Cíl Práce	29
6. Metodika	30
6.1 Podniky, které umožnily měření	32
6.1.1 Agra Deštná, a. s.	32
6.1.2 Stako MF, s. r. o.....	32
7. Výsledky	34
8. Diskuze.....	49

Závěr	51
Seznam použité literatury.....	52
Seznam obrázků	54
Seznam tabulek	55

Úvod

Dnešní zemědělská výroba je významným spotřebitelem energie, na které se ve větší míře podílí rostlinná výroba. Hlavní součástí mechanizace používané v zemědělství představují traktory. Traktory ve spojení se zemědělskými stroji zajišťují jednotlivé agrotechnické operace v rostlinné výrobě. Technické zařízení traktorů používaných v zemědělství přinesly nejenom vysoký komfort pro obsluhu, ale i možnost snížit náklady na provoz především spotřebu pohonných hmot.

Na soupravy v zemědělství jsou kladeny požadavky, jako je výkonnost, přesnost, spolehlivost a využitý stupeň automatizace, které se neustále nezastavitelným tempem zvyšují. Důsledkem splnění požadavků je změna v konstrukci a využití softwarového řízení jednotlivých systémů traktorů. S využitím nových konstrukčních inovací pro ovládání jednotlivých skupin traktorů a strojů používaných v zemědělství roste tlak na nové technologie. Moderní zemědělská technika ve spojení s novými elektrotechnickými zařízeními žádá vysokou odbornost obsluhy a organizací, které zabezpečují prodej a servis strojů [1].

Práce je zaměřená na zemědělské soupravy používané v praxi ke zpracování půdy. Při pohybu souprav po půdních blocích je důležitým parametrem poloměr otáčení. Tento parametr má využití v organizaci souvratí a v současné době je zaváděno do podniků precizní zemědělství, které využívá GPS k obdělávání půdy, aplikaci hnojiv a postřiků. Poloměr otáčení ovlivňují různé faktory (prokluz, povrch terénu, podloží, manévrovací možnosti stroje, rychlost, v které je prováděno zatáčení atd.). Tyto faktory budou zohledněny v práci.

1. Traktor

Slovo traktor vzniklo z latinského slova „trahere“ v překladu tedy táhnout. Traktor je mobilní energetický prostředek určený k tahání, tlačení, nesení nebo k pohonu zemědělských strojů. Traktor převádí tepelnou energii obsaženou v palivu na mechanickou energii, která se využívá pro pojezd, trakci a pohon zemědělské mechanizace. Hlavní uplatnění traktor nachází v zemědělské prvovýrobě. Můžeme ho využít i v jiných odvětvích jako je například lesnictví, stavebnictví nebo údržba silnic [2, 3].

1.1 Rozdělení traktorů

Traktory můžeme rozdělit do čtyř základních skupin. Jedná se o traktory kolové, pásové, polopásové a speciální. Kolové traktory dále dělíme na standartní (univerzální), kultivační, nosiče nářadí, s pohonem všech čtyř kol (4x4), systémové a malotraktory. Do skupiny speciálních traktorů jsou zahrnuty traktory úzkorozchodné (viniční, sadařské), svahové, těžké tahače, modulové či víceúčelové energetické jednotky, traktory s elektrickým pohonem a vznášedla [4].



Obrázek 1 Kolový traktor Zetor 6340

1.2 Volba traktoru

Traktor vybíráme do zemědělského podniku podle faktorů. Mezi tyto faktory řadíme velikost podniku, zaměření zemědělské výroby, velikosti a přístupnosti obhospodařovaných pozemků, využití techniky, nákladů na nákup traktoru, možností agregace a dostupnosti servisu [4].

2. Zemědělské stroje pro zpracování půdy

2.1 Talířové podmítače

U talířových podmítačů je pracovním nástrojem talíř. Má tvar dutého kulovitého vřehlíku. K pracovnímu rámu stroje může být připevněn jednotlivě, ve dvojicích nebo ve skupinách na společné hřídeli. Talíře se liší průměrem, tvarem břitu, sklonem talířů vzhledem k rámu stroje. Břit talíře je hladký, vykrajovaný nebo speciální, který se využívá při obnově trvalých travních porostů. Vlivem otáčení talířů dochází k odřezávání jednotlivých skýv, drobení, mísení, posouvání do strany a k částečnému obracení. Díky těmto vlastnostem lze talířové podmítače využít i při přípravě půdy a v praxi se tak často děje. Na kvalitu práce talířových podmítačů má velký vliv pojezdová rychlost.

Talíře umístěné na společné hřídeli jsou náchylné na vylomení břitu v kamenitých půdách. Proto výrobci raději používají jednotlivé nebo dvojité upevnění talířů, u kterých je možno jištění proti kolizi s kameny. Jištění je docíleno díky pryžovým silentblokům, vinutým pružinám nebo pružným slupicím [5, 6].

2.2 Kompaktory

Kompaktory nebo kombinované kypřiče jsou zemědělské stroje využívané k přípravě půdy po orbě pro setí nebo sázení. Tyto stroje provádí několik pracovních operací během jednoho přejezdu půdního bloku. Na pracovním rámu stroje je umístěn přední a zadní drobicí válec, který přesně kopíruje smykem urovnaný povrch pole. Na pomocném rámu jsou umístěny pracovní nástroje většinou šípové nebo dlátové radličky. Pomocný rám je výškově nastavitelný. Díky tomu můžeme regulovat hloubku přípravy půdy. Po zpracování hrubé brázdy je půda okamžitě připravena pro setí nebo sázení. Spojováním pracovních operací docílíme úspory energie, času, pracovních sil a nákladů na mzdu zaměstnanců. Snížíme také počet přejezdů po pozemku. Tím zamezíme škodlivému utužování půdy.

Kompaktory se vyrábějí ve verzi nesené nebo polonesené. Polonesené verze jsou vybaveny pojezdovou nápravou pro pohyb po komunikacích. Stroje se vyrábějí ve stavebnicovém provedení. Sestavují se dle přání zákazníka. Významnou roli také hraje půdní druh a typ. Nejsou vhodné pro zpracování půdy s vyšším podílem organických zbytků na povrchu půdy, protože mají omezenou průchodnost. Na kompaktorech se používají různé druhy válců (prutové, pryžové, crosskill, článkové a podobně) [5, 6].

3. Pohyb vozidel v terénu

Terramechanika se zabývá studiem a výkladem jevů, jež nastávají při styku pojezdového ústrojí s terénem. Vědní obor terramechanika vznikl v roce 1944 v Kanadě. Patří sem například:

- vytvoření stop v podloží,
- odpory působící při pohybu na energetický prostředek,
- utužení a stlačování podloží,
- záběrové vlastnosti,
- ostatní jízdní vlastnosti.

Půda je složena z organického, anorganického materiálu a obsahuje složky kapalné, plynné a pevné. Z odebraného vzorku půdy (zeminy) zkoumáme složení jednotlivých frakcí. Vzorek odebraný z přirozeně uložené půdy se nazývá zemina. Zeminu můžeme odebrat buď v původním uložení nebo rýpáním v rozrušeném stavu. Zemina se dá specifikovat jednotlivými znaky jako je druh nebo stav. Druhem se rozumí faktory, jako je popis, index plasticity, konzistenční mez a zrnitost zeminy. U zeminy na základě měrné hmotnosti a velikosti zrn určujeme stav půdy [3, 7].

3.1 Prokluz hnacích kol

Vlivem prokluzu hnacích pneumatik energetického prostředku dochází ke ztrátám výkonu a deformaci povrchu terénu. Prokluz vzniká skluzem mezi styčnými plochami pneumatiky a terénem. Nulového prokluzu lze dosáhnout tak, že by žádné kolo nebylo poháněno. Tento jev v praxi nikdy nenastane, protože i když tahový prostředek nevyvíjí tahovou sílu, musí překonat jízdní odpory daného prostředku. Za těchto předpokladů je zřejmé, že vždy dochází k prokluzu kol. V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty v procentech, které by prokluzu na jednotlivých površích neměli přesáhnout [8, 9].

Tabulka 1 Prokluz energetického stroje [9]

Povrch	Prokluz v %
asfalt	2–8
beton	2–8
strniště	10–15
orná půda připravená k setí	15–20

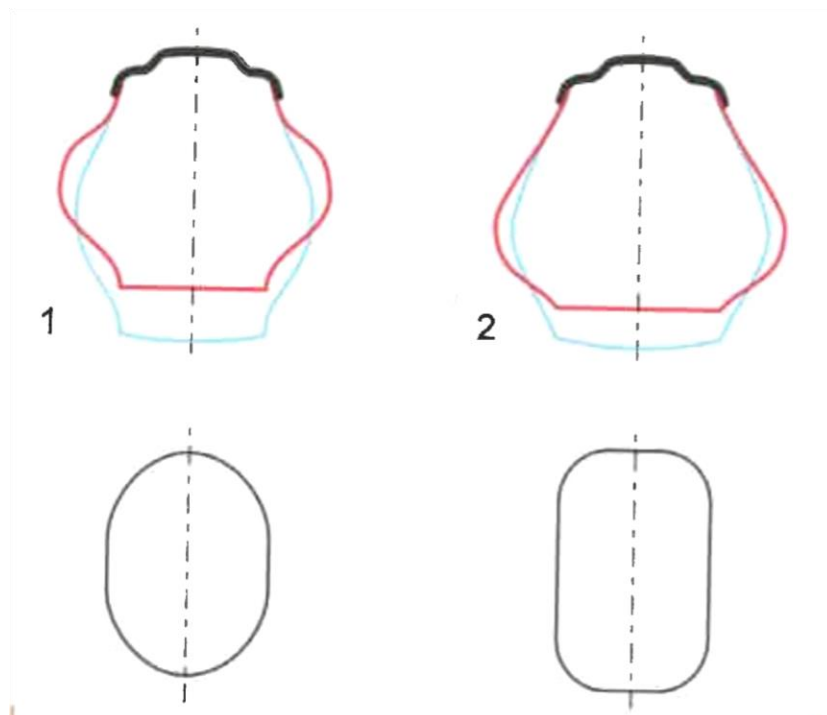
3.2 Síla pro překonání valivého odporu

Valivý odpor vzniká deformací pneumatiky a podkladového terénu. Pneumatika se stýká s terénem v určité ploše, kterou nazýváme stopou. Síla při odporu valení kolového energetického prostředku je dána součtem odporu valení kol jednotlivých náprav. Důležitými ukazateli u odporu valení je součinitel odporu valení pneumatik a celkové normálové zatížení energetického prostředku. Přímou úměrný součinitel valení a síla odporu nastanou při konstantním celkovém normálovém zatížení energetického prostředku. Součinitel odporu valení je variabilní. Rozdělujeme ho podle jeho velikosti. V tabulce 2 jsou uvedeny součinitele odporu valení pneumatiky [7, 9].

Tabulka 2 Součinitel odporu valení pneumatiky [7, 9]

Druh a stav podložky	Součinitel odporu valení (f)
asfalt a beton	0,01- 0,02
Polní cesta s podkladem:	
hlinitým	0,03- 0,06
písčítým	0,10- 0,20
makadam	0,02- 0,04
Trvalé travní porosty:	
neposečené	0,08- 0,14
posečené	0,06- 0,12
Strniště:	
suché	0,04- 0,08
vlhké	0,08- 0,12
Ornice:	
připravená k setí	0,12- 0,16

K největší deformaci pneumatiky dochází v přední části stopy ve směru valení a ke stlačení dosedací plochy pneumatiky do roviny podkladu. V zadní části stopy se pneumatika vyrovnává do prvotního kruhového tvaru. Místo, kde se pneumatiky stýká s podloží se označuje stopou. Na obrázku 2 vidíme deformaci diagonální a radiální pneumatiky.



Obrázek 2 Deformace diagonální (1) a radiální (2) pneumatiky a tvar jejich dotykových ploch [9]

Součinitel odporu valení f je bezrozměrné číslo, které určujeme poměrem síly mezi odporem valení F_v a zatížením kola F_k [7]. Tento výpočet je uveden ve vztahu 1.

Vzorec pro výpočet součinitele odporu valení:

$$f = F_v * F_k^{-1} \quad (1)$$

Kde platí:

f = součinitel odporu valení [-],

F_v = síla odporu valení [N],

F_k = zatížení kola [N].

Součinitel odporu valení ovlivňují různé činitele:

- rychlost jízdy,
- huštění pneumatik,
- zatížení pneumatik,
- rozměry pneumatik,
- prokluz,
- deformace podložky [9].

3.3 Výkon potřebný k překonání odporu vzduchu

Mezi velikostí čelní plochy energetického prostředku a potřebným výkonem pro překonání odporu vzduchu je souvislost. Čím bude větší bude čelní plocha vozidla, tím úměrně roste výkon potřebný k překonání odporu vzduchu. Výpočet odporu

vzduchu podle vztahu 2. Touto problematikou se zabývá obor aerodynamika. Další ovlivňující položkou je tvar, rychlost prostředku, rychlost větru a součinitel odporu vzduchu. Odpor vzduchu vozidla je dán aerodynamickými silami. Součinitele odporu vzduchu jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 Součinitel odporu vzduchu [9]

Druh vozidla	Součinitel odporu vzduchu
Osobní automobily	0,35- 0,50
Dodávkové automobily	0,40- 0,50
Nákladní automobily:	
nezakryté	0,80- 1
zakryté	0,60- 0,80
s přívěsem nebo návěsem	1-1,20
Traktorové dopravní soupravy	0,80- 1

Vzorec pro výpočet odporu vzduchu:

$$P_w = 0,013 * c_w(v + v_w)^3 * S_v * 10^3 \quad (2)$$

Kde platí:

P_w = výkon potřebný pro překonání odporu valení [kW],

c_w = součinitel odporu vzduchu [kg/m^3],

v = rychlost jízdy [km/h],

v_w = rychlost větru [km/h],

S_v = čelní plocha vozidla [m^2].

Odpor vzduchu v praxi významnou složkou odporů ovlivňující jízdu vozidel, které se pohybují vyšší rychlostí, než je 40 km/ h. U zemědělské mechanizace je proto tento odpor zanedbatelný [9].

3.4 Odpor připojené techniky

Odpor přívěsu nebo návěsu je síla, kterou musí překonávat mobilní energetický prostředek k překonání jízdních odporů přívěsu nebo návěsu. Při sestavování základních pohybových rovnic musí být vliv tohoto odporu zahrnut. Určení odporu připojené zemědělské mechanizace je pro tažné prostředky (traktory) velice důležité, neboť značně zvyšují hnací sílu energetického prostředku [10].

4. Zemědělské stroje využívané k měření

4.1 John Deere 6210 R

Traktor John Deere 210 R je osazen motorem od výrobce John Deere Power Systems. Typ motoru John Deere PowerTech PVX plní emisní normu stupně IIIB, a to díky výfukovému filtračnímu systému s oxidačním katalyzátorem (DOC) a filtrem pevných částic (DPF). Motor disponuje výkonem 154 kW při jmenovitých 2100 otáčkách za minutu. Jde o šestiválcový motor se zdvihovým objemem 6,8 litrů s čtyř ventilovou hlavou motoru. Čtyř ventilová hlava motorů zvyšuje výkon točivý moment a účinnost motoru John Deere. Vstřikovací systém CommonRail nabízí maximální tlak 200 MPa. Plnění zajišťuje turbodmychadlo s variabilní geometrií lopatek. Používá se systém s mezichladičem plnicího vzduchu a recirkulací spalin. Traktor má dělený chladicí systém se dvěma chladiči, které slouží jako prevence proti přehřátí stroje.

Robustní páteř traktorů řady 6 R tvoří celorámová konstrukce, která je poznávacím znakem traktorů John Deere. Celorámová konstrukce umožňuje vyšší zatížení při tahových pracích stejně jako převážet větší náklady. Převodovka a motor jsou v rámu uchyceny prostřednictvím pryžových silentbloků. To zamezuje přenášení vibrací do kabiny stroje a zvyšuje pohodlí obsluhy při práci.

V traktoru je namontována převodovka PowrQuad Plus 20/20 – 40 km/h. Jde o mechanickou převodovku s 5 skupinami A až E a čtyřmi rychlostními stupni řazenými pod zatížením. Převodovka se ovládá jednou pákou. Převodovka je vybavena parkovacím zámkem a automatickým přizpůsobením rychlostního stupně při přeřazení skupiny. Na ovládací páce nalezneme tlačítko pro elektronické ovládání pojezdové spojky traktoru.

Pro obsluhu je důležité i odpružení přední nápravy. Systém hydro – pneumatického odpružení s dráhou pružení 100 milimetrů, samovyrovnáváním a tříramenným zavěšením nápravy spolehlivě tlumí nerovnosti na povrchu.

Vnější hydraulická soustava nabízí 4 okruhy. Hydraulické čerpadlo dodává maximální průtok 114 litrů za minutu. Zajímavostí je systém Load Sensing, který hlídá tlak a průtok oleje v daném okamžiku [12].

John Deere 6210 R byl pořízen v roce 2012. Traktor je v zemědělské společnosti často využíván. V rostlinné výrobě k dopravě a v polních pracích. V dopravě je hlavní činností odvoz materiálu od sklízecí rezačky, sklízecích mlátiček, doprava a aplikace digestátu z bioplynové stanice. V letním období je traktor

agregován s lisem na válcové balíky při sklizni slámy pro živočišnou výrobu. Na podzim traktor obvykle pracuje s rozmetadlem hnoje. V polních pracích je traktor agregován s kompaktozem Saturn, kterým se připravuje půda pro setí. Při měření na orné půdě obsluha zapravovala digestát do půdy a připravovala seťové lůžko pro setí kukuřice. Měření vždy probíhalo při sezónních pracích. Traktor dosahoval rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na zařazený převodový stupeň C1, $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na stupeň C2 a $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na stupeň C4.

Tabulka 4 Parametry traktoru John Deere 6210 R [12]

Parametry John Deere 6210 R	
Rozvor	2800 mm
Šířka měřená s přírubovou zadní nápravou	2550 mm
Výška po vrch kabiny	3160 mm
Délka od závaží po spodní závěs	5050 mm
Světlá výška	560 mm
Průměrná pohotovostní hmotnost	7400 kg
Maximální přípustná hmotnost	13000 kg
Poloměr otáčení udávaný výrobcem	5620 mm



Obrázek 3 John Deere 210 R

4.2 Opall Agri Saturn 6

Kombinovaný kypřič Saturn je stavebnicově řešený stroj. Na trh se dodává v nesené verzi se záběrem 3 a 4 metry a v poloneseném provedení se záběrem 3, 4, 5, 6 metrů. Stroj použitý v bakalářské práci má záběr 6 metrů. Skládá se kypřících částí, pěchovacích částí, nosného rámu, táhla, podvozku, bočních lišt, kypřičů stop, hydraulického obvodu a dopravního značení.

Pracovní sekci o šířce záběru 1,5 metru nebo 2 metry tvoří pěchovací část a kypřící část. Zmíněné sekce používají pro uchycení nosnou torzní tyč, která je pomocí třmenů uchycena k nosníku. V přední části kombinovaného kypřiče jsou umístěny kypřiče stop, které nadzvedávají utuženou půdu od kol traktoru. Pro připojení k traktoru je na nesené verzi použit nosník s nosnou závěsnou hřídelí. U polonesených verzí je kypřič doplněn táhlem a podvozkem a hydraulickým obvodem, které umožňují manipulaci se strojem. Aby zpracovaná půda neopadávala mimo záběr Saturnu jsou namontovány na krajových částech stroje boční lišty, které také přesně vymezují záběr stroje. Pro dopravu na pole a z pole je stroj vybaven osvětlením a dopravním značením.

Podpis práce stroje:

Urovnání pozemku: Seřiditelná srovnávací lišta v kombinaci s předními drobnými válci kvalitně srovnávají povrch pole i za nepříznivých podmínek (například při velké hrudovitosti nebo jsou na pozemku hluboké rýhy od kol traktoru). Část hrud se vrací zpět před válec a dochází k dalšímu rozmělnění. To za podmínky, že je stroj správně nastaven.

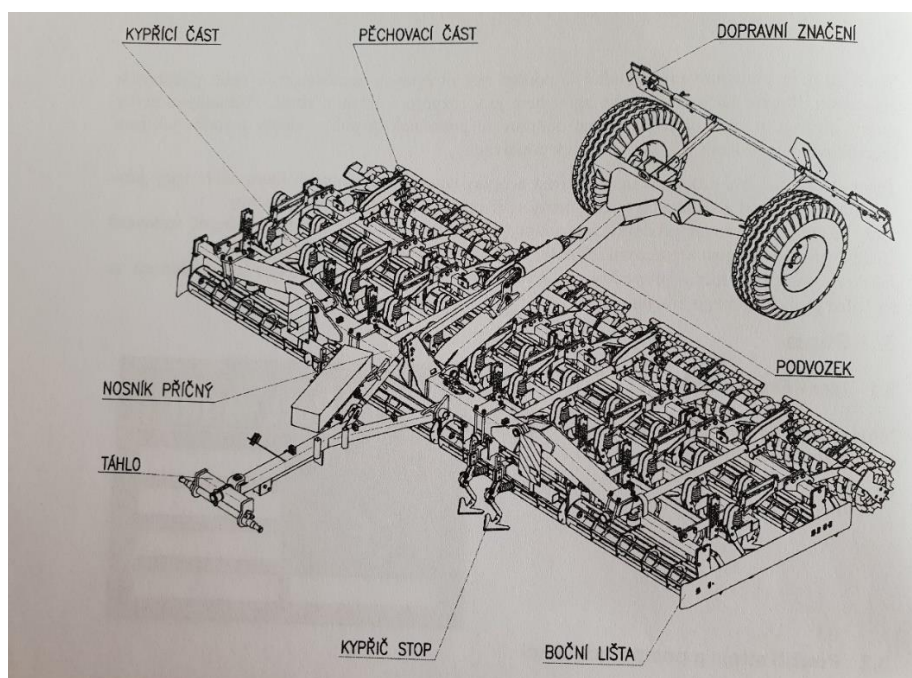
Kypření půdy: Podřezání celého profilu a dokonale mělce připravovat seťové lůžko umožňují dvě řady šípových radliček. Postavení radliček zaručuje potřebnou zahlubovací sílu. Kypřící radličky jsou jištěny proti přetížení pružinovým mechanismem.

Drobení: Drobení zajišťují stejné konstrukční části jako při urovnávání. To je zadní drobný válec se srovnávací lištou. Po stranách stroje jsou postranní desky. Úkolem je drobení hrudek a skýv půdy.

Opětovné zpevnění: Opětovné zpevnění a separaci půdy zaručují zadní crosskillové pěchovací válce. Lopatky litinových kol rozhazují povrch zeminy. Rozdělují strukturu půdy. Jemné a lehké částice půdy klesají blíže ke crosskill kolům. Hrubé částice padají dále za stroj [13].

Tabulka 5 Parametry Opall Agri Saturn 6 [13]

Parametry kypřiče Saturn 6	
Pracovní záběr	6000 mm
Hloubka kypření	20-120 mm
Počet radliček	24+ 4
Rozteč radliček	250 cm
Šířka pracovní sekce	1500 mm
Počet pracovních sekcí	4
Svahová dostupnost pracovní/ přepravní	12/ 7°
Pracovní rychlost	7-12 km/h
Maximální přepravní rychlost	15 km/h
Přepravní šířka	3000 mm
Přepravní výška	2450 mm
Přepravní délka	6200 mm
Rozměr pneu	14,5/80- 18
Huštění pneumatik	350 kPa
Hmotnost	4900 kg
Potřebný výkon tahače	110–140 kW



Obrázek 4 Opall Agri Saturn 6 [13]

4.3 John Deere 8320 R

Traktor John Deere 8320 R je určený převážně pro těžké polní práce. Motor disponuje jmenovitým výkonem 235 kW při otáčkách 2100 otáček za minutu. Je vybaven motorem značky John Deere PowerTech PSX, který splňuje emisní normu Stage IIIB. Jedná se o řadový šestiválec s čtyři ventily na válec a s použitím mokrých vložek válců. Motor je přepínán dvěma sériově zapojenými turbodmychadly, přitom první je standardní a druhé s variabilní geometrií lopatek. Zdvihový objem motoru 9,0 litrů, vrtání 118,4 milimetrů a zdvih 136 milimetrů. Vstřikování paliva zajišťuje vysokotlaký systém CommonRail s plně elektronickým řízením a elektrickým podávacím čerpadlem umístěným v nádrži.

Zmiňovaný traktor je vybaven převodovkou e23. Převodovka byla zkonstruována pro dosažení maximální účinnosti ve všech rychlostech. Jedná se o převodovku s 23 stupni pro jízdu dopředu 11 stupni pro jízdu vzad. Převodovka e23 slučuje všechny výhody mechanické účinnosti s komfortním ovládním plynulé převodovky AutoPower. Pro polní práce, které jsou vykonávány při rychlostech 5 až 16 kilometrů za hodinu převodovka nabízí 10 převodových stupňů řazených pod zatížením. To obsluze traktoru dovoluje využít maximální tahový výkon při efektivních otáčkách motoru. Převodovka e23 vyvine rychlost 40 km/h při otáčkách motoru 1410 ot/ min a tím je dána i nižší spotřeba paliva při dopravě.

Vysokou produktivitu přenášení výkonu na povrch a komfort obsluhy zajišťuje odpružená přední náprava využívající systém ILS. Pneumatiky zachovávají přtlak na terén a tím je omezeno kmitání kol. Řešení firmy John Deere s nezávislými horními a spodními rameny a hydraulickým tlumícím válcem.

Prostorná kabina CommandView III má nastavitelné hydraulicko – pneumatické odpružení. Kabina traktoru je výborně odhlučněna a izoluje vibrace způsobené motorem, převodovkou a podvozkem. Nechybí ani dostatek úložných prostor. Pneumaticky odpružené sedadlo umožňuje boční vytočení až o 40°. Se sedadlem se pohybuje i obrazovka CommandCenter čtvrté generace. To zabezpečí dobrý zorný úhel na obrazovku. Optimální bude výhled do stran i dozadu na připojenou zemědělskou techniku. Obsluha traktoru má k dispozici všechny ovládací prvky na řídicím panelu CommandARM [14].

Traktor John Deere zakoupil zemědělský podnik Agra Deštná a. s. v roce 2015. Dodavatelem traktoru byla společnost DAŇHEL AGRO a. s. Traktor je využíván v rostlinné výrobě hlavně pro těžké polní práce. V podniku se jedná o traktor

s nejvyšším výkonem. Při orbě pracuje s osmiradličným otočným pluhem a při setí se strojem Pöttinger Terrasem C8. Při podmětce a přípravě půdy pracuje s diskovým podmětačem Horsch. Traktor dosahoval rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na zařazený převodový stupeň 9, rychlost $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na stupeň 11 a rychlost $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na stupeň 13.

Tabulka 6 Parametry Traktoru John Deere 8320 R [14]

Parametry John Deere 8320 R	
Rozvor	3050 mm
Šířka	2550 mm
Výška po vrch kabiny	3285 mm
Délka od závaží po spodní závěs	6116 mm
Světlá výška	590 mm
Průměrná pohotovostní hmotnost	13003 kg
Nejvyšší povolená hmotnost traktoru	18000 kg
Maximální povolená hmotnost přípojného vozidla	37000 kg
Poloměr otáčení udávaný výrobcem	6140 mm



Obrázek 5 John Deere 8320 R

4.4 Horsch Joker 6 RT

Diskový podmítač je primárně určený pro mělké zpracování půdy po sklizni. Podmítka je důležitá pro přerušování kapilarity, klíčení výdrolu a promíchání posklizňových zbytků. Stroj lze využít i při přípravě set'ového lůžka nebo při obnově trvalých travních porostů. Díky možné vyšší pracovní rychlosti (až 20 km/h) produkuje vysoký podíl jemné zeminy. To je důležité pro klíčení semen zemědělských plodin nebo plevelů. Pro zpracování strniskových meziplodin, velké množství posklizňových zbytků nebo organických hnojiv je důležitá průchodnost stroje Joker. Ta je dána díky párovému zavěšení pracovních talířů.

Stroj se skládá z tažné oje, nosného rámu, pracovního ustrojí, předních opěrných kol a zadního utužovacího válce. Stroj je připojen za tažný prostředek pomocí závěsu K 80. Díky vykrojovaným pracovním diskům nemá stroj problém se zahlubováním do půdy. Na slupici jsou vždy umístěné dva disky. Slupice je odpružená pomocí pryžových silentbloků, to umožňuje práci stroje v kamenitých podmínkách a chrání disky před poškozením. Otáčení disků je řešeno pomocí bezúdržbových ložisek na naddimenzované hřídeli o průměru 35 milimetrů uložené v olejové lázni. Utužovací válec RollFlex zajišťuje opětovné přitlačení povrchu půdy. Je tvořen kombinací pružných prstenců a pevných ližin. Pevné ližiny pomáhají udržovat pracovní hloubku a také přitlačují půdu. Prstence jsou tvořeny pružnými čtvrt obručemi. Díky kmitům obručí je docílena samočisticí schopnost a válec RollFlex se nezalepí půdou při nepříznivých vlhkostních podmínkách. Utužovací válec je také využíván při otáčení na souvratích. Válec je zachycen na obrázku 6.

Podmítač Horsch Joker se vyrábí jako nesený v tříbodovém závěsu s označením CL nebo ve verzi tažené RT. Nesená verze se vyrábí v záběrech 3, 4, 5 a 6 metrů. U tažené verze RT je to 5, 6, 8, 10 a 12 metrů. V bakalářské práci byl použit stroj Joker 6 RT [15].

Tabulka 7 Parametry Horsch Joker 6 RT [16]

Parametry Horsch Joker 6 RT	
Pracovní záběr	6000 mm
Přepravní šířka	3000 mm
Přepravní výška	3300 mm
Délka	6000 mm
Hmotnost	5270 kg
Rozměr pneumatik	400/60- 15,5
Průměr talířů	520 mm
Tloušťka talířů	6 mm
Počet talířů	48 ks
Řezný úhel talířů	17°
Potřebná síla	130- 175 kW



Obrázek 6 Utužovací válec RollFrex

4.5 Massey Ferguson 7620

Kolový traktor Massey Ferguson 7620 je vybaven motorem AGCO SISU POWER. Motor dosahuje výkonu 147 Kw při otáčkách 1950 ot/min. Jedná se o řadový šestiválec se zdvihovým objemem 6,6 litru, vrtáním 108 milimetrů a zdvihem 120 milimetrů. Motor využívá vysokotlaký vstřikovací systém Commonrail. Motor plní hladinu emisí podle emisní normy Stage 3b, také díky využití systému SRC a AdBlue. Katalyzátor DOC je vhodně umístěný pod kapotou a nebrání tak ve výhledu obsluhy traktoru. Motor využívá nejmodernější technologie jako elektronické řízení motoru, dává možnost plynulého nastavení množství a časování vstřikovaného paliva podle otáček a zatížení motoru.

V traktoru je namontována převodovka Dyna- VT s plynule proměnným převodovým poměrem. Jedná se o hydrodynamickou převodovku, která poskytuje pracovní rychlosti 0,03 až 40 km/h. Obsluha traktoru může vybírat z dvou rozsahů převodů pro optimální točivý moment motoru při různých pracích. Převodovka může být ovládána v různých režimech, a to ovládání pákou, plynovým pedálem nebo automaticky. Systém Supervisor je stále v pohotovostním režimu a aktivuje se, pokud otáčky motoru klesnou v důsledku zatížení, dojde k snížení jezdové rychlosti, aby byl zachován výkon při práci s vývodovým hřídelem, práci na poli nebo v dopravě.

Kabina poskytuje řidiči traktoru vysoký komfort díky elektrohydraulickému systému odpružení kabiny OptiRide Plus. Obsluha traktoru si může nastavit tuhost odpružení pomocí ovládače v kabině. Umístění výfukového potrubí, štíhlý tvar kapoty a velké prosklené plochy zajišťují vynikající výhled v úhlu 360°. Kabina ve výbavě „Exclusive“ obsahuje panel opěrky ruky Command Control s ovládací pákou MultiPad. Pomocí páky MultiPad můžeme ovládat směr jízdy, vývodový hřídel, zadní tříbodový závěs, okruhy vnějšího hydraulického systému a další funkce [17].

Massey Ferguson 7620 byl zakoupen v roce 2014. Traktor je na farmě využíván především v rostlinné výrobě. Okrajově působí v živočišné výrobě, kompostárně nebo při práci s čelním nakladačem. V rostlinné výrobě je používán k těžkým polním pracím jako je orba, příprava půdy, podmítka a setí. Při sklizni píce je agregován s čelním a bočním žací strojem, lisem na válcové balíky. S traktorem jsou také poskytovány zemědělské služby a doprava zemědělských komodit.

Tabulka 8 Parametry traktoru Massey Ferguson 7620 [17]

Parametry traktoru Massey Ferguson 7620	
Rozvor náprav	3000 mm
Rozchod zadních kol	2130 mm
Celková výška	3170 mm
Délka od předního závěsu po dolní táhla zadního závěsu	5090 mm
Hmotnost	7200 kg
Nejvyšší povolená hmotnost traktoru	12500 kg
Průměr otáčení udávaný výrobcem	10300 mm



Obrázek 7 Massey ferguson 7620

4.6 Kuhn Optimer + 6003

Diskový podmítač Optimer + se skládá z nosného rámu, tažné oje, podvozku, diskové pracovní části a utužovacího válce. Stroj je určený především pro podmítka strnišť. Lze využít i pro předseťovou přípravu půdy, zapracování statkových hnojiv nebo zeleného hnojení. Podmítka vytváří vhodné podmínky pro klíčení výdrolu a semen plevelů. Při práci stroje dochází k promíchání posklizňových zbytků s půdou, srovnání pozemku, přerušování kapilární vztlávanosti a hubení škůdců.

Stroj je připojen do spodních ramen zadního tříbodového závěsu traktoru. To umožňuje rychlé přizpůsobení stroje výšce traktoru, lepší trakci díky dodatečnému zatížení zadní nápravy traktoru a menší poloměr otáčení. Stroj je možné vybavit dvěma typy disků. A to s velkými nebo malými zuby. Na slupici je připevněn vždy jeden disk. Disk je chráněn proti přetížení nezávislým odpružením, pomocí čtyř pružných pryžových válečků. Ty zabezpečují pohyb disku v případě nárazu na překážku v půdě. Nezávislé odpružení disků zajišťuje rovnoměrnou pracovní hloubku v celé šířce pracovního záběru stroje. V nábojích disků jsou dvouřadá kuličková ložiska, které nemusí obsluha během životnosti ložiska mazat. Pracovní talíře mají optimální sklon, který zajišťuje spolehlivé pronikání do půdy, to je důležité při vyšších pracovních rychlostech. Opětovné utužení půdy zajišťuje válec T- RING. Je vhodný pro lehké a středně těžké půdy. Jeho nevýhodou je, že v extrémních podmínkách vytváří větší hrudovitost. Průměr válce je 600 milimetrů a hmotnost $130 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$. Vzadu na stroji je umístěno osvětlení a výstražné tabulky pro provoz na pozemních komunikacích.

Stroj se vyrábí v nesenné verzi o pracovních záběrech 3, 3,5 a 4 metrech nebo ve verzi návěsné s pracovními záběry 4, 5, 6, 7,5 metrů [18].

Tabulka 9 Parametry stroje Kuhn Optimer + 6003 [18]

Technické údaje Kuhn Optimer + 6003	
Pracovní záběr	6000 mm
Transportní šířka	<3000 mm
Počet disků	48 ks
Průměr disků	510 mm
Maximální povolený výkon traktoru	221 kW
Hmotnost	5200 kg
Transportní kola	500/45- 22,5



Obrázek 8 Kuhn Optimer + 6003

5. Cíl práce

Cílem práce je naměření a zjištění skutečných poloměrů otáčení v konkrétních podmínkách zemědělských podniků. Poloměry otáčení se budou měřit se třemi zemědělskými soupravami, a to s John Deere 6120 R s Opall Agri Saturn 6, John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT a Massey Ferguson 7620 s Kuhn Optimizer + 6003 využívanými při zpracování půdy. Budou ověřovány poloměry otáčení na třech površích a ve třech pracovních rychlostech při zatočení doprava a doleva. Každý pokus bude třikrát zopakován pro ustálení vypovídajících hodnot. Zjišťování stopových poloměrů zatáčení dvoustopých a více-stopých vozidel se provádí pro posouzení manévrovatelnosti.

6. Metodika

K naměření hodnot v této bakalářské práci bude použito tří zemědělských souprav pro zpracování půdy. Dvě soupravy zapůjčí akciová společnost Agra Deštná. Budou to soupravy John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 a John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT. Jednu soupravu zapůjčí firma Stako MF a to Massey ferguson 7620 s Kuhn Optimizer + 6003. Stanovení poloměru otáčení bude uskutečněno na půdních blocích zmíněných firem. Měření bude probíhat na třech typech povrchů. Jedná se o sklizené trvalé travní porosty, připravenou půdu pro setí a oranici. Měření bude uskutečněno ve třech různých rychlostech a to v 6, 9 a 12 km*h⁻¹. Zároveň proběhne měření na pravou a levou stranu v plném zatočení. Každé měření bude třikrát zopakováno pro ustálení vypovídajících hodnot. Z výsledků vypočítáme průměrnou hodnotu poloměru otáčení. Z těchto hodnot zjistíme vlastnosti zemědělských souprav v terénu. Při zkoušce musí být kola na řízené nápravě vytočená do maximálního rejdu a zároveň nesmí půdozpracující stroj zachytávat o žádnou část traktoru.

Prvním úkonem měření bude ověření pojezdové rychlosti u zkoušené soupravy. Měření bude probíhat na zkušební dráze dlouhé 50 metrů při ověřovací rychlosti 6 km/h. Zkušební dráhy budou vytyčeny na zpevněných účelových komunikacích blízko zkušebních půdních bloků. Ze vzorce pro výpočet rychlosti bude vypočítána skutečná pojezdová rychlost pro stanovení poloměru otáčení. Tento výpočet je uvedený ve vzorci 3.

Vzorec pro výpočet rychlosti

$$v = \frac{s}{t} * 3,6 \quad (3)$$

Kde platí:

v = rychlost [km/h],

s = zkušební dráha [m],

t = potřebný čas pro projetí zkušební dráhy [s].

Všechny části vozidla musí při zkoušce odpovídat údajům výrobce. Před započítáním měření bude ověřeno, zda – li se informace uváděné ve velkém technickém průkazu neliší od skutečnosti. Parametry podvozku a rozměry kol musí taktéž odpovídat údajům výrobce. Nalezené odlišnosti se poznamenají do protokolu o zkoušce. Huštění pneumatik bude překontrolováno měřičem tlaku. Popřípadě pneumatiky budou dohuštěny nebo přebytečný tlak bude odpuštěn. Dorazy omezující zatočení kol musí být při zkoušení zatočené na doraz.

Měření stopových poloměrů otáčení bude provedeno na třech různých stanovištích. První místo bude připravená půda pro setí. Po provedení zkoušky budou místa s otištěnými stopami znovu připraveny pro setí. Druhé měření proběhne na zorané půdě. Třetím zkušebním povrchem bude trvalý travní porost (TTP). Píce bude sklizena na senáž nebo na seno a určena ke krmení skotu. Termín zkoušek se bude řídit prováděním sezonních prací v zemědělských podnicích. V tabulce 10 najdeme parcely, na kterých bude prováděno měření.

Tabulka 10 Lokality jednotlivých zkoušek [19]

Souprava	Orná půda připravená pro setí	Orná půda	Trvalý travní porost
John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6	parcely č. 508, 510, 517 v katastrálním území obce Vícemil, BPEJ 7600	parcely č. 1395/14 až 1395/16 v katastrálním území obce Lipovka, BPEJ 74700	parcely č. 259/34, 259/35 a 259/5 v katastrálním území obce Březina, BPEJ 76401
John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT	parcely č. 742, 743/1, 772, 773 v katastrálním území obce Deštná, BPEJ 72914	parcely č. 8/10, 8/12 v katastrálním území obce Drunče, BPEJ 75011	parcely č. 666, 667/1 v katastrálním území obce Březina, BPEJ 76401
Massey Ferguson 7620 s Kuhn Optimer + 6003	parcely č. 433/1 v katastrálním území obce Olešná nad Vltavou, BPEJ neuvezeno v katastru nemovitostí	parcely č. 1793/1 v katastrálním území města Milevsko, BPEJ 72904	parcely č. 174 v katastrálním území obce Jestřebice, BPEJ 75001

Při provádění zkoušek obsluha bude dávat pozor, aby zkušební otisky pneumatik neporušila. Stopové poloměry budou měřeny tak, že bude změřen vnitřní

průměr zatáčení- průměr kruhové stopy kola (zpravidla zadního) pohybujícího se po nejmenším průměru a vnější průměr zatáčení- průměr kruhové stopy kola (zpravidla předního) pohybujícího se po nejmenším průměru. U vnitřního průměru zatáčení se budou hodnoty měřit na vnitřní hranu otisku pneumatiky. U vnějšího průměru zatáčení se budou hodnoty měřit na vnější hranu otisku pneumatiky. Z těchto hodnot bude vypočítána ve výsledkové části středový poloměr zatáčení, aby bylo možné porovnání s udávanými hodnotami výrobce traktorů. Měření bude prováděno nejméně ve dvou místech kružnic na sebe kolmých a výsledný průměr vypočítáme jako aritmetický průměr naměřených hodnot. Při zkouškách budou sledovány i povětrnostní podmínky jako rychlost větru, vlhkost vzduchu, teplota vzduchu a tlak vzduchu. Zdrojem těchto informací bude domácí meteorologická stanice.

6.1 Podniky, které umožnily měření

6.1.1 Agra Deštná, a. s.

Společnost Agra Deštná a. s. se nachází na pomezí tří okresů Jindřichův Hradec, Pelhřimov a Tábor. Akciová společnost vznikla transformací z bývalého zemědělského družstva v roce 1998. Agra Deštná hospodaří na 2170 hektarech, z toho je 1900 hektarů orné půdy a zbytek trvalé travní porosty. Průměrná nadmořská výška je 450- 600 metrů nad mořem.

V rostlinné výrobě pěstují obiloviny, řepku olejnou, konzumní a průmyslové brambory, krmné plodiny a trávy na seno.

V živočišné výrobě je na prvním místě produkce mléka. Základní stádo dojnic čítá 700 kusů holštýnského plemene s užitkovostí nad 10 000 litrů. Dále chovají prasata na farmách Světce a Březina.

Další činností je výroba elektrické energie v bioplynové stanici o výkonu 1 MWh. Dále provozují veřejnou čerpací stanici pohonných hmot, vlastní zahradnictví a vlastní jídelnu pro širokou veřejnost. Ve všech provozech je využíváno odpadní teplo z bioplynové stanice. Zaměřují se také na výrobu krmných směsí mobilní míchárou především zemědělským podnikům na Jindřichohradecku, Tábořsku a Pelhřimovsku [11].

6.1.2 Stako MF, s. r. o.

Společnost Stako MF s. r. o. sídlí ve Veselíčku u Bernartic v okrese Písek. Stako MF se věnuje prodeji zemědělské, dopravní a komunální techniky v jižních Čechách. Zastupuje zejména značky: Massey Ferguson, Merlo, Samson, Kuhn. Poskytují

záruční i pozáruční servis prodávané techniky a prodej náhradních dílů na zmiňovanou techniku. V regionu poskytují zemědělské služby jako lisování válcových balíků, setí, rozmetání hnoje a dopravu zemědělským návěsem.

Dále se majitel věnuje farmaření. Na farmě v Jestřebicích a v dalších katastrálních území obhospodařuje 195 hektarů zemědělské půdy z toho je 110 hektarů orná půda a zbytek výměry tvoří trvalé travní porosty a pastviny.

V rostlinné výrobě farmář pěstuje obiloviny, řepku olejnou a krmné plodiny jako je kukuřice na siláž a jetelelotrávu na senáž.

V živočišné výrobě hraje prim chov krav bez tržní produkce mléka. Základní stádo čítá 63 krav kříženek masných plemen a jednoho plemenného býka plemene charolais. Zástavový skot se vykrmuje na farmě. Každoročně se na farmě vykrmí 160 krůt.

7. Výsledky

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Vícemil (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: orná půda připravená pro setí

Datum zkoušky: 21. 4. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 6210 R rok výroby: 2012

Stav počítáče motohodin: 9551 Mth

Pneumatiky: vpředu: 540/65 R30 nahuštění: 0,12 MPa

vzadu: 650/65 R42 nahuštění: 0,15 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 40%

vzadu: 80%

Stroj: Opall Agri Saturn 6 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 14,5/80- 18 nahuštění: 0,3 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 21°C, slunečno, tlak vzduchu 1020 hPa, relativní vlhkost vzduchu 50%, foukal slabý vítr

Tabulka 11 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4480	6955	5717,5
9	4567,5	7042,5	5805
12	4992,5	7467,5	6230
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4540	7015	5777,5
9	4627,5	7102,5	5865
12	5052,5	7527,5	6290

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Březina (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: orná půda

Datum zkoušky: 23. 4. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 6210 R rok výroby: 2012

Stav počítáče motohodin: 9570 Mth

Pneumatiky: vpředu: 540/65 R30 nahuštění: 0,12 MPa

vzadu: 650/65 R42 nahuštění: 0,15 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 40%

vzadu: 80%

Stroj: Opall Agri Saturn 6 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 14,5/80- 18 nahuštění: 0,3 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 18 °C, polojasno, tlak 1015 hPa, relativní vlhkost vzduchu 60%, foukal slabý vítr

Tabulka 12 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4450	6925	5687,5
9	4505	6980	5742,5
12	4848	7323	6085,5
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4510	6985	5747,5
9	4565	7040	5802,5
12	4908	7383	6145,5

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Březina (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: trvalý travní porost

Datum zkoušky: 29.8. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 6210 R rok výroby: 2012

Stav počítáče motohodin: 10891 Mth

Pneumatiky: vpředu: 540/65 R30 nahuštění: 0,12 MPa

vzadu: 650/65 R42 nahuštění: 0,15 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 40%

vzadu: 80%

Stroj: Opall Agri Saturn 6 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 14,5/80- 18 nahuštění: 0,3 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 28°C, slunečno, tlak vzduchu 1013 hPa, relativní

vlhkost vzduchu 40%, foukal slabý vítr

Tabulka 13 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4385	6860	5622,5
9	4425	6900	5662,5
12	4527	7002	5764,5
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4445	6920	5682,5
9	4485	6960	5722,5
12	4587	7062	5824,5



Obrázek 9 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na orné půdě připravené pro setí



Obrázek 10 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na orné půdě



Obrázek 11 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na trvalém travním porostu

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Deštná (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: připravená orná půda k setí

Datum zkoušky: 26. 4. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 8320 R rok výroby: 2015

Stav počítače motohodin: 3510 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/70 R30 nahuštění: 0,11 MPa

vzadu: 710/70 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Horsch Joker 6 RT rok výroby: 2014

Pneumatiky: 400/60- 15,5 nahuštění: 0,25 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 15 °C, zataženo, tlak vzduchu 55 hPa, relativní
vlhkost vzduchu 55%, foukal čerstvý vítr

Tabulka 14 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4684	8081	6382,5
9	4782	8179	6480,5
12	4932	8329	6630,5
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4689	8086	6387,5
9	4787	8184	6485,5
12	4937	8334	6635,5

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Drunče (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: orná půda

Datum zkoušky: 27. 4. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 8320 R rok výroby: 2015

Stav počítáče motohodin: 3522 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/70 R30 nahuštění: 0,11 MPa

vzadu: 710/70 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Horsch Joker 6 RT rok výroby: 2014

Pneumatiky: 400/60- 15,5 nahuštění: 0,25 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 19 °C, slunečno, tlak vzduchu 1020 hPa, relativní

vlhkost vzduchu 60%, foukal slabý vítr

Tabulka 15 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4643	8040	6341,5
9	4718	8115	6416,5
12	4824	8221	6522,5
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4651	8048	6349,5
9	4726	8123	6424,5
12	4832	8229	6530,5

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Březina (okres Jindřichův Hradec)

Zkušební povrch: trvalý travní porost

Datum zkoušky: 28. 4. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: John Deere 8320 R rok výroby: 2015

Stav počítače motohodin: 3535 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/70 R30 nahuštění: 0,11 MPa

vzadu: 710/70 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Horsch Joker 6 RT rok výroby: 2014

Pneumatiky: 400/60- 15,5 nahuštění: 0,25 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 17 °C, slunečno, tlak vzduchu 1020 hPa, relativní
vlhkost vzduchu 60%, foukal slabý vítr

Tabulka 16 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4551	7948	6249,5
9	4610	8007	6308,5
12	4733	8130	6431,5
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	4559	7956	6257,5
9	4618	8015	6316,5
12	4741	8138	6439,5



Obrázek 12 John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT na orné půdě připravené pro setí



Obrázek 13 Otisky stop pneumatik soupravy John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT



Obrázek 14 Souprava John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT před měřením na trvalém travním porostu

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Olešná nad Vltavou (okres Písek)

Zkušební povrch: orná půda připravená k setí

Datum zkoušky: 14. 9. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: Massey Ferguson 7620 rok výroby: 2014

Stav počítáče motohodin: 2328 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/60 R30 nahuštění: 0,17 MPa

vzadu: 710/60 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Kuhn Optimer + 6003 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 500/45- 22,5 nahuštění: 0,22 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 26 °C, slunečno, tlak vzduchu 1033 hPa, relativní

vlhkost vzduchu 59%, foukal slabý vítr

Tabulka 17 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3814	7120	5467
9	3937	7243	5590
12	4131	7437	5784
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3822	7128	5475
9	3945	7251	5598
12	4139	7445	5792

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Milevsko (okres Písek)

Zkušební povrch: orná půda

Datum zkoušky: 15.9. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: Massey Ferguson 7620 rok výroby: 2014

Stav počítáče motohodin: 2336 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/60 R30 nahuštění: 0,17 MPa

vzadu: 710/60 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Kuhn Optimer + 6003 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 500/45- 22,5 nahuštění: 0,22 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 24 °C, slunečno, tlak vzduchu 1040 hPa, relativní

vlhkost vzduchu 60%, foukal slabý vítr

Tabulka 18 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3788	7094	5441
9	3899	7205	5552
12	4048	7354	5701
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3796	7102	5449
9	3907	7213	5560
12	4056	7362	5709

ZÁZNAM Z MĚŘENÍ STOPOVÝCH POLOMĚRŮ

Zkušební místo: Katastrální území Jestřebice (okres Písek)

Zkušební povrch: trvalý travní porost

Datum zkoušky: 16.9. 2018

TECHNICKÉ ÚDAJE ZEMĚDĚLSKÉ SOUPRAVY

Traktor: Massey Ferguson 7620 rok výroby: 2014

Stav počítáče motohodin: 2343 Mth

Pneumatiky: vpředu: 600/60 R30 nahuštění: 0,17 MPa

vzadu: 710/60 R42 nahuštění: 0,13 MPa

Stav vzorku pneumatik: vpředu: 70%

vzadu: 70%

Stroj: Kuhn Optimer + 6003 rok výroby: 2014

Pneumatiky: 500/45- 22,5 nahuštění: 0,22 MPa

Stav vzorku pneumatik: 80%

Povětrnostní podmínky: teplota 25 °C, slunečno, tlak vzduchu 1035 hPa, relativní

vlhkost vzduchu 55%, foukal slabý vítr

Tabulka 19 Průměrné hodnoty poloměrů zatačení

ZATOČENÍ VPRAVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3737	7043	5390
9	3809	7115	5462
12	3943	7249	5596
ZATOČENÍ VLEVO			
Rychlost soupravy (km*h ⁻¹)	Vnitřní stopový poloměr zatačení (mm)	Vnější stopový poloměr zatačení (mm)	Středový poloměr zatačení (mm)
6	3748	7054	5401
9	3820	7126	5473
12	3954	7260	5607



Obrázek 15 Massey Ferguson s Kuhn Optimer + 6003 na orné půdě připravené pro setí



Obrázek 16 Massey Ferguson s Kuhn Optimer + 6003 na orné půdě



Obrázek 17 Detail otisku stop na trvalém travním porostu Massey Ferguson 7620

8. Diskuze

Z naměřených výsledků vychází, že se zvyšující se rychlostí zemědělské soupravy se úměrně zvyšuje i poloměr otáčení. Při terénních měření se potvrdilo očekávání, že poloměr otáčení nezávisí jen na rychlosti pohybující se zemědělské soupravy, ale i na jiných faktorech, jakými jsou například prokluz kol, odpor valení, vlastnosti terénu nebo zkušenost obsluhy.

Obsluhy souprav shodně uvádějí, že mění se poloměr otáčení pocitují během sezonních pracovních operací. Podle traktoristů při otáčení hraje velkou roli vlhkost terénu, která může způsobovat vyšší prokluz a také připojená zemědělská technika za traktorem. Ta způsobuje nadlehčení řídicí nápravy a tím může docházet k zvyšování poloměru zatačení. Proto je důležité vhodně volit přídavné závaží umístěné v předním tříbodovém závěsu nebo na přední konzoli. Podle traktoristy, který pracuje v podniku Agra Deštná a. s. s traktorem John Deere 6210 R je důležitý stav dezénu na přední nápravě.

U soupravy John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 uvádí výrobce traktoru poloměr otáčení 5620 mm. Tento parametr nebyl při měření ani jednou dosažen. Nejmenšího rozdílu 2,5 mm bylo dosaženo při rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na trvalém travním porostu, když se měřilo zatočení vpravo. Nejvyššího poloměru otáčení bylo dosaženo na orné půdě připravené pro setí při zatočení vlevo v rychlosti $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Poloměr otáčení činil 6290 mm což je o 670 mm více než uvádí výrobce. Došlo tedy k zvýšení poloměru otáčení o 12 %. Z komunikace s obsluhou vyplývá, že byla provedena výměna opotřeбенých zadních pneumatik, ale přední pneumatiky zatím měněny nebyly. Opotřeбенý vzorek na přední nápravě mohl způsobit zvýšení poloměru otáčení v kyprém terénu. Průměrné hodnoty dosažené se soupravou John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 se lišili při zatočení vpravo a vlevo o 60 mm. Toto mohlo být způsobeno stářím stroje, nehodou, která způsobila narušení geometrie řídicí nápravy nebo nesprávně nastavenými dorazy zatačení. Traktor pracuje v podniku zemědělské prvovýroby již 7 let a je často využíván, kdy na konci roku 2018 měl odpracováno přes 11000 motohodin.

U soupravy John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT výrobce uvádí poloměr otáčení u traktoru 6140 mm. Tohoto parametru nebylo při měření dosaženo. Nejvíce se zjištěný poloměr otáčení přiblížil hodnotě udávané výrobcem v rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ na trvalém travním porostu. Odchylka činila 109,5 mm. Nejvyššího poloměru otáčení

bylo dosaženo na orné půdě připravené pro setí při zatočení vlevo. Průměrná hodnota při rychlosti $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ dosáhla hodnoty 6635,5 mm což je o 495,5 mm více než uvádí výrobce. Došlo tedy k navýšení poloměru otáčení o 8 %. Jedná se o největší kolový traktor měřený v bakalářské práci. Obsluha uvádí, že pro snížení poloměru otáčení při práci obvykle používá přibrzdování jednotlivých kol zadní nápravy a to zejména, když pracuje s osmiradličným otočným pluhem. Průměrná odchylka hodnot mezi zatočením vlevo a vpravo byl průměrně 7 mm. Mohla být způsobena obsluhou při provádění pokusů měření. Traktor v roce 2018 působil v podniku Agra Deštná třetí sezonu. Jednalo se tedy o skoro nový stroj s počtem motohodin okolo 3500.

U soupravy Massey Ferguson 7620 s Kuhn Optimer + 6003 uvádí výrobce traktoru průměr otáčení 10300 mm. Poloměr otáčení je tedy 5150 mm. Prodejce uvádí v produktovém listu tento parametr, jako výhodu traktoru Massey Ferguson. Nejnižšího poloměru otáčení bylo dosaženo na trvalém právním porostu se stočenými koly doprava. Hodnota poloměru otáčení činila 5390 mm což je o 240 mm více než uvádí výrobce traktoru. Nejvyšší hodnoty souprava dosáhla jako u předchozích souprav v rychlosti $12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ na orné půdě připravené pro setí při skočení řídicích kol doleva. Průměrný poloměr otáčení byl 5792 mm. Rozdíl mezi zjištěným poloměrem otáčení a udávanou hodnotou je 642 mm. To je navýšení poloměru otáčení skoro o 12,5 %. Odchylka mezi zatočením vpravo nebo vlevo činila v průměru 9 mm. Tento rozdíl mohl být způsoben rychlostí stáčení volantu obsluhou nebo vlivem připojeného podmiče. Při prováděných pokusech bylo na traktoru umístěno v předním tříbodovém závěsu betonové závaží o hmotnosti 1200 kilogramů.

Z výsledků vyplívá, že hlavními faktory, které ovlivňují poloměr otáčení jsou především povrch, po kterém se souprava pohybuje a také pojezdová rychlost. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u všech třech zemědělských souprav vždy při nejnižší zvolené rychlosti $6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Nezanedbatelnou roli při stanovení poloměru otáčení hraje také zkušenost obsluhy, dezén pneumatik na řídicí nápravě nebo přídavné závaží.

Závěr

Cílem práce bylo ověření poloměrů otáčení u třech zvolených zemědělských souprav. Jednalo se o John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6, John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT a Massey Ferguson 7620 s Kuhn Optimer + 6003. V diskuzi se zjištěné hodnoty porovnaly s údaji, které uvádí výrobci jednotlivých traktorů. Z výsledků souprav je prokázáno, že zjištěné hodnoty se liší od hodnot uváděných výrobcem pro traktory.

V minulých letech se výrobci zemědělské mechanizace zaměřili na technologie, které se mohou využít v precizním zemědělství. Zemědělci využívají precizní zemědělství hlavně kvůli snížení nákladů na palivo, postřiky, hnojiva nebo osivo. Tím je dosaženo zvýšení výnosů jednotlivých komodit a zvýšení efektivity práce souprav i zaměstnanců. Technický pokrok v různých oblastech jako jsou navigace, informační technologie, elektronika, přenos zpracování a zálohování dat přerůstá poskytované možnosti, a tak i potenciál precizního zemědělství. Poloměry otáčení jsou jistě důležitou složkou technologie GPS navigace. Pomocí GPS navigace se zemědělské soupravy orientují po půdních blocích. Obsluha soupravy řízené pomocí GPS technologie pouze otáčí stroj na souvratích a provádí objíždění jednotlivých překážek na poli (skruže, sloupy). Například v podniku Agra Deštná, a. s. je zaváděna technologie precizního zemědělství do provozu. V roce 2018 již byly nové porosty řepky olejky zakládány a ošetřovány s využitím GPS technologie. V roce 2019 se plánuje dovybavení zbylé techniky o systém GPS navigace a zmapování zbylých půdních bloků.

Většina výrobců zemědělské techniky postupně představuje koncepty autonomních strojů, u kterých není potřeby obsluhy. Poloměry otáčení mohou být důležitou složkou řídicích algoritmů.

Seznam použité literatury

- [1] BAUER, František, Pavel SEDLÁK, Jiří ČUMPERA, Adam PLOCAR, Martin FAJMAN, Tomáš ŠMERDA a Jakub KATRENČÍK. *Traktory a jejich využití*. 2. Praha: Profi Press, 2013. ISBN 978-80-86726-52-6.
- [2] ŠUMAN- HREBLAY, Marián. *Encyklopedie českých traktorů od r. 1912 do současnosti*. 1. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2685-1.
- [3] SMETKO, Jozef, Štefan BRABANT, Jaroslav MATĚJKA, Evžen PICK, Vladimír ŠMICR a Anton ŽIKLA. *Traktory a automobily 3*. 1. Bratislava: Příroda, 1981.
- [4] FROLÍK, Josef a Josef SVATOŠ. *Základy zemědělské techniky II*. 1. České Budějovice: JU ZF České Budějovice, 1997. ISBN 80-7040-243-1.
- [5] HŮLA, Josef, Zdeněk ABRHAM a František BAUER. *Zpracování půdy*. 1. Praha: Brázda, 1997. ISBN 80-209-0265-1.
- [6] PROCHÁZKA, Bohumil, Jaroslav KONUPČÍK, Jozef TUREČEK a Karel VELDA. *Mechanizácia rastlinnej výroby*. 1. Bratislava: Příroda, 1986.
- [7] SMETKO, Jozef, Štefan DRABANT, Jaroslav MATĚJKA, Evžen PICK, Vladimír ŠMICR a Anton ŽIKLA. *Mobilné energetické prostriedky*. 2. Bratislava: Příroda, 1986.
- [8] GREČENKO, Alexandr. *Terramechanika*. 1. Praha: Ústav vědeckotechnických informací Ústředí zemědělského a potravinářského výzkumu, 1967.
- [9] SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. 1. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-30-4.
- [10] VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 2. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2003. ISBN 80-239-0024-2.
- [11] *Zemědělci Jindřichohradecka* [online]. Deštná, 2018 [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <http://zemedelcjh.cz/agra-destna-a-s/>
- [12] FIREMNÍ LITERATURA Daňhel Agro, a. s. John Deere traktory řady 6R, 2012

- [13] FIREMNÍ LITERATURA Opall Agri, s. r. o., Návod k používání kombinovaného stroje pro přípravu set'ového lože Saturn III, 2011
- [14] FIREMNÍ LITERATURA Agrozet České Budějovice, a.s., John Deere traktory řady 8R/8RT, 2018
- [15] FIREMNÍ LITERATURA Pekass, a. s., Horsch Joker 5- 12 RT, 2016
- [16] FIREMNÍ LITERATURA Stagra spol s r. o., Návod k obsluze Horsch Joker 5–12 RT, 2011
- [17] FIREMNÍ LITERATURA Stako MF, s. r. o., MF 7600, 2014
- [18] FIREMNÍ LITERATURA Stako MF, s. r. o. Kuhn Optimer + řada 103 a 1003, 2014
- [19] *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: <https://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Kolový traktor Zetor 6340	11
Obrázek 2 Deformace diagonální (1) a radiální (2) pneumatiky a tvar jejich dotykových ploch [9]	15
Obrázek 3 John Deere 210 R	18
Obrázek 4 Opall Agri Saturn 6 [13].....	20
Obrázek 5 John Deere 8320 R	22
Obrázek 6 Utužovací válec RollFrex	24
Obrázek 7 Massey ferguson 7620	26
Obrázek 8 Kuhn Optimer + 6003	28
Obrázek 9 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na orné půdě připravené pro setí.....	37
Obrázek 10 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na orné půdě.....	37
Obrázek 11 John Deere 6210 R s Opall Agri Saturn 6 při měření na trvalém travním porostu.....	38
Obrázek 12 John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT na orné půdě připravené pro setí	42
Obrázek 13 Otisky stop pneumatik soupravy John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT	42
Obrázek 14 Souprava John Deere 8320 R s Horsch Joker 6 RT před měřením na trvalém travním porostu	43
Obrázek 15 Massey Ferguson s Kuhn Optimer + 6003 na orné půdě připravené pro setí	47
Obrázek 16 Massey Ferguson s Kuhn Optimer + 6003 na orné půdě	47
Obrázek 17 Detail otisku stop na trvalém travním porostu Massey Ferguson 7620 .	48

Seznam tabulek

Tabulka 1 Prokluz energetického stroje [9]	13
Tabulka 2 Součinitel odporu valení pneumatiky [7, 9].....	14
Tabulka 3 Součinitel odporu vzduchu [9].....	16
Tabulka 4 Parametry traktoru John Deere 6210 R [12]	18
Tabulka 5 Parametry Opall Agri Saturn 6 [13].....	20
Tabulka 6 Parametry Traktoru John Deere 8320 R [14].....	22
Tabulka 7 Parametry Horsch Joker 6 RT [16]	24
Tabulka 8 Parametry traktoru Massey Ferguson 7620 [17].....	26
Tabulka 9 Parametry stroje Kuhn Optimer + 6003 [18]	27
Tabulka 10 Lokality jednotlivých zkoušek [19]	31
Tabulka 11 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	34
Tabulka 12 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	35
Tabulka 13 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	36
Tabulka 14 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	39
Tabulka 15 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	40
Tabulka 16 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	41
Tabulka 17 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	44
Tabulka 18 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	45
Tabulka 19 Průměrné hodnoty poloměrů zatáčení.....	46