



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Porovnání kvalitativních ukazatelů u sklízecích mlátiček s různou konstrukcí mláticích ústrojí

Autor práce: Bc. Václav Mrazík

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice

2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne.....

.....

Podpis

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá porovnáváním sklízecích mlátiček a jejich konstrukcí mláticího ústrojí. V práci je uvedeno rozdělení sklízecích mlátiček a detailně popsán tangenciální, axiální a hybridní systém výmlatu, kde následně proběhlo měření těchto systémů přímo v terénu. Následně jsou uvedeny získané hodnoty a dané podmínky, které při měření probíhaly. Dále je obsaženo vyhodnocení jednotlivých stanovišť a porovnání kvalitativních ukazatelů, který mají vliv na výkonnost, kvalitu a spotřebu PHM.

Závěrem je zhodnocení jednotlivých systémů výmlatu, odpovědění na tázané otázky z metodiky práce a uvedení tohoto výzkumu v prospěšnou praxi.

Klíčová slova: sklízecí mlátička; mláticí ústrojí; tangenciální systém; axiální systém; hybridní systém; sklizeň; ztráty; výkonnost

Abstract

This thesis aims to compare combine harvesters and different thrashing system designs. The different types of harvesters, tangential, axial and hybrid thrashing systems for which measurements were obtained during conducted field work are described in detail. Obtained results are then presented together with discussion on conditions of each measuring activity. Individual stations are then evaluated and comparison of various qualitative attributes affecting the performance, quality and fuel consumption is presented.

Evaluation of individual thrashing systems is presented in the conclusion of this thesis together with answers to questions regarding the methodology of conducted measuring activities. Finally, findings from this thesis are applied in practice.

Keywords: combine harvester; threshing device; tangential system; axial system; hybrid system; harvest; losses; performance

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné rady a vedení práce.

Dále bych chtěl poděkovat zemědělským podnikům, kde proběhlo měření sklízecích mlátiček. Velké díky také patří obsluhám sklízecích mlátiček za jejich trpělivost, ochotu a poskytnutí informací i v tak náročném období sklizně.

Obsah

Úvod.....	9
1 Literární přehled.....	10
1.1 Sklízecí mlátička	10
1.1.1 První samojízdná sklízecí mlátička.....	10
1.2 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	11
1.3 Provoz a využití sklízecích mlátiček	12
1.4 Rozdělení sklízecích mlátiček	14
1.5 Rozdělení mlátičích ústrojí	15
1.5.1 Tangenciální systém.....	15
1.5.2 Axiální systém.....	16
1.5.3 Hybridní systém	18
1.6 Separace.....	18
1.6.1 Tangenciální separátor s bubny.....	19
1.6.2 Vyřasadlo dělené klávesové.....	19
1.6.3 Axiální separátor s rotorem.....	19
1.6.4 Kombinovaný separátor	20
1.7 Čistící ústrojí	20
1.8 Svahové vyrovnání	21
1.9 Pojezdové ústrojí	22
1.10 Žací adaptéry.....	23
1.10.1 Pásová lišta MacDon.....	24
1.11 Inteligentní mlátička	25
1.11.1 Systém Laser Pilot	26
1.11.2 Režim automatizace pomocí systému AFS Harvest Command.....	27
2 Metodika a cíle práce	29

2.1	Metody zjišťování sklizňových ztrát	29
2.1.1	Sklizňové ztráty.....	30
2.2	Metody zjišťování provozních parametrů sklízecích mlátiček	31
2.2.1	Pracovní záběr sklízecích mlátiček	32
2.2.2	Skutečná pracovní rychlost	32
2.3	Průměrná spotřeba pohonných hmot	32
2.4	Určení kvality drcení slámy	33
2.5	Určení šetrnosti k zrnu	34
2.6	Výpočet plošné výkonnosti	35
3	Vlastní práce.....	36
3.1	Technické parametry sklízecích mlátiček	37
3.2	Stanoviště č. 1.....	38
3.3	Stanoviště č. 2.....	39
3.4	Stanoviště č. 3.....	40
3.5	Stanoviště č. 4.....	42
4	Výsledky měření	45
4.1	Vyhodnocení stanoviště č. 1	45
4.2	Vyhodnocení stanoviště č. 2.....	46
4.3	Vyhodnocení stanoviště č. 3.....	47
4.4	Vyhodnocení stanoviště č. 4.....	48
5	Diskuze.....	51
5.1	Která ze sledovaných konstrukcí mlátiček má prokazatelně vyšší vliv na kvalitu práce a na úsporu nákladů?	51
5.2	Má tato technologie vliv na plošnou výkonnost sklízecí mlátičky?.....	55
	Závěr	58
	Seznam použité literatury.....	60

Seznam obrázků	63
Seznam tabulek	65

Úvod

V rostlinné výrobě patří obiloviny mezi nejdůležitější skupinu plodin. Doba sklizně nastává, když je zrna v plné zralosti a optimálně suché. V některých případech nepřízeň počasí nevyhovuje optimální sklizni, a tak jsou kladeny velké nároky na sklízecí mlátičky.

Dříve se sklízelo obilí všemi různými způsoby, ale už odnedávna člověk ví, že sklizeň je nejdůležitější část z celé vegetační doby. Veškeré úsilí, které člověk vynakládá okolo plodin, musí pak co nejrychleji sklidit za optimálních podmínek v plné zralosti. Dnes už si sklizeň obilí a ostatních plodin bez moderních sklízecích mlátiček ani nedovedeme představit.

Sklízecí mlátička je nejnákladnější stroj potřebný k rostlinné výrobě. Pracuje jen pár dní v roce, návratnost za vynaložené náklady a pořizovací cenu je velmi dlouhá. Proto jsou při výběru sklízecí mlátičky velké požadavky z hlediska uživatelů. Hlavní z nich je samozřejmě spolehlivost, výkonnost, šetrnost k zrna, minimalizace sklizňových ztrát a provozních nákladů.

Mezi hlavní technologie mláticího ústrojí u největších výrobců sklízecích mlátiček patří tangenciální a axiální systém, každý z těchto systémů má své opodstatnění a oba druhy se hodí do různých podmínek. K novějšímu typu technologie mláticího ústrojí patří kombinace tangenciálního a axiálního systému, takzvaný hybridní systém.

Mezi nejznámější a největší výrobce sklízecích mlátiček patří firma Class, New Holland, Case, John Deere a společnost AGCO.

1 Literární přehled

1.1 Sklízecí mlátička

Hlavní úkol sklízecí mlátičky je získat sklízecí hmotu z pole sečením (přímá sklizeň) nebo sbíráním (dělené – dvoufázová sklizeň). Posléze hmotu vymlátit (oddělit zrna od klasů), vyčistit od nečistot a nashromáždit v zásobníku (násypce). Zbytek slámy, plevy a úhrabky upravit k dalšímu zpracování. Jedná se například o sběr, lisování a zapravení do půdy. Sklízecí mlátička má taktéž umožnit sklizeň většiny semenných kultur. Standartní svahová dostupnost v naší oblasti do 8°. Ve svažité oblasti, kde je speciálně upravený podvozek nebo celá konstrukce mlátičky, je standartní svahová dostupnost do 20° (Neubauer, 1989).

1.1.1 První samojízdná sklízecí mlátička

Za první samojízdnou sklízecí mlátičkou stál Australan Tom Carroll, který se svým týmem inženýrů v roce 1938 za firmu Massey-Harris uvedl na svět prvních osm prototypů. Po vyjetí do polí měly tyto prototypy veliký úspěch, a proto začátkem roku 1938 si mohli první farmáři objednat tuto sklízecí mlátičku na svoji farmu.

Sklízecí Mlátička MH-20 se hlavně vyznačovala svojí výkonností oproti taženým sklízecím mlátičkám. Stoj poháněl benzínový motor, který v té době byl běžný pro tehdejší traktory. Vpředu byla umístěna žací lišta se záběrem 4,9 m. Nevýhodou této mlátičky byla hmotnost a pořizovací cena. Proto se firma Massey-Harris zaměřila na vývoj menších mlátiček. V roce 1941 přišla na trh s modelem MH-21 (viz obrázek 1.1). Těchto modelů se prodalo více než 10 000 kusů. Na rozdíl od prvního modelu, kde je zaznamenán prodej pouhých 925 kusů (Paulová, 2019).



Obrázek 1.1: Sklízecí mlátička MH-21 (Agrodoctor.eu, 2004)

V naší dřívější Československé republice byl první prototyp sklízecí mlátičky ŽM-18 vyroben roku 1952. Byl vybaven žací lištou o záběru 1,8 metrů a výkonu 1 hektar za hodinu (Paulová, 2019).

1.2 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- Stroje jsou určeny pro sklizeň obilnin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin.
- Porost obilnin je s výnosem zrna do $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, výška rostlin od 0,3 do 2,5 m. Vlhkost zrna do 30 %, vlhkost slámy do 40 %. Poměr zrna ke slámě od 1 : 2,5. Porost stojatý i polehlý (zvířený) do všech stran,
- Výška strniště rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm. Ztráty zrna při přímé sklizni do 1,5 % (hmotnostní z biologického výnosu), z toho za žacím stolem do 0,5 %, za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna při dělené sklizni do 2 %, z toho po řádkovači do 0,5 %, za sběracím ústrojím do 0,5 % a za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna z nedomlatků do 0,5 %. Poškození zrna do 3 %. Obsah obilních příměsí a nečistot v zrně (v zásobníku) do 3 % (hmotnostních), z toho nečistot nejvýše do 1 %. Šířka řádku slámy do 150 cm.

-
- Hmotnostní průtok (průchodnost) u standardních sklízecích mlátiček se pohybuje od 8 do 20 kg·s⁻¹. Tomu odpovídají šířky záběrů žacích stolů 4 až 8 m, objemy zásobníků zrna 4 až 10 m³ s plnicí výškou do dopravních prostředků nad 3 m, výkony motorů 100 až 280 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do 8 km·h⁻¹ a výkonnosti až 4 ha·h⁻¹. Svahová dostupnost 8 až 12°, tlak na půdu pod 0,15 MPa.
 - Hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček je samozřejmě menší a tomu i odpovídající šířky záběrů žacích stolů, objemy zásobníků, výkony motorů, atd. Svahová dostupnost činí 20° a tlak na půdu pod 0,15 MPa,
 - Sklízecí mlátičky standardní i svahové mají mít možnost vybavení těmito adaptéry s příslušenstvím: sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň, nesený drtič slámy, podvozek na žací stůl, klimatizovaná kabina. Standardní sklízecí mlátičky mají navíc: adaptér pro sklizeň kukuřice na zrno, adaptér ke sklizni slunečnice a adaptér pro sklizeň řepky.
 - Sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čistidlem, indikace poklesu 14 jmenovitých otáček hlavních hřídelí pracovních ústrojí, počítání hektarů, svahové mlátičky pak automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20 %. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a podle průchodnosti, automatickou regulaci mláticího ústrojí, vytrásadel a čistidla, mapování výnosů.
 - Sklízecí mlátičky mají pracovat s vysokou provozní spolehlivostí, musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, předpisům o provozu na veřejných komunikacích.
 - Stroj má obsluhovat jeden pracovník (Brýna, 2019).

1.3 Provoz a využití sklízecích mlátiček

Technickou operaci sklízecích mlátiček můžeme rozdělit na tzv. přímou sklizeň a dělenou sklizeň. Přímá sklizeň je nejvíce rozšířená a dá se říci, že dnes i nejběžnější. Má spoustu výhod. Například při výkonu a produktivitě práce, protože sečení a výmlat probíhá v jedné operaci, což se projeví značně i na ušetření nákladů

na sklizeň a na lidskou práci. Dále mají malé nároky na organizaci práce a poměrně nízké ztráty. Poslední zásadní výhoda je, že se využijí mnohem více slunečné a suché dny, když počasí zrovna je méně příznivé a jedná se o deštivý rok.

Princip dvoufázové sklizeň je složitější (viz obrázek 1.2). V první fázi se jedná o posečení a nařádkování hmoty. V druhé fázi se jedná o sběr a výmlat. Při těchto operacích je velmi důležité počasí a doba sklizeň, aby nedocházelo k výdrolu a tím pádem k mnohem větším ztrátám, než u sklizeň jednofázové. Výhoda zmiňované technologie se projeví zejména při dozrávání některých plodin a při sklizni zapleveleného, nebo dlouho stébelnatého porostu, kdy získáváme kvalitnější a čistší zrno.



Obrázek 1.2: Dvoufázová sklizeň (Soufflet-agro.cz, 2007)

Kvalita práce sklízecích mlátiček značně ovlivňuje konečný efekt zemědělského výrobního procesu. Mohou se zde objevit problémy spojené s další vegetací plodin. Například při zapravení posklizňových zbytků a posečená výška strniště. Při nekvalitní práci, kdy vznikají ztráty a poškození zrna, se znehodnocuje lidské úsilí všech, kteří se podíleli na výrobním procesu. (Břečka et al., 2001).

1.4 Rozdělení sklízecích mlátiček

Nejčastěji se sklízecí mlátičky řadí, do skupiny samojízdných strojů typu T. Žací ústrojí je umístěno těsně před sklízecí mlátičkou, tak aby obsluha sklízecí mlátičky měla co nejlepší výhled na daný adaptér. Žací lišty dosahují mnohem větších záběrů než má sklízecí mlátička. Posečená hmota jde v přímém směru a mění směr pohybu po dosažení na stůl adaptéru, kde hmota přijíždí zleva a zprava do středu stolu. V tomto místě mění směr o 90° a prochází první částí sklízecí mlátičky ve směru pohybu stroje.

Sklízecí mlátičky dělíme:

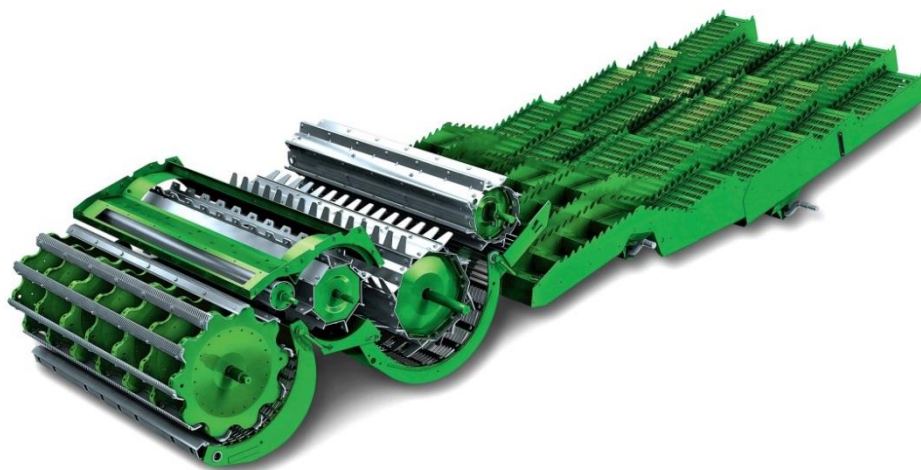
- a) podle konstrukce mlátičícího ústrojí
 - tangenciální,
 - axiální – plní funkci jak mlátičícího tak separačního ústrojí,
 - hybridní.
- b) podle konstrukce separačního ústrojí
 - vytrásadlové,
 - bubnové tangenciální,
 - kombinované,
 - bubnové axiální.
- c) podle způsobu získávání hmoty
 - žací,
 - sběrací.
- d) podle dostupnosti na svahu
 - standardní do 8°,
 - se svahovou úpravou do 12°,
 - svahové do 20° (Břečka et al., 2001).

1.5 Rozdělení mláticího ústrojí

Mláticí ústrojí má za úkol uvolnit zrno bez poškození z klasů, přičemž dochází i k narušení slámy a plevelných rostlin. Omlat z mláticího ústrojí má propadnout přes mezery v koši a rozdělit omlat na hrubý a jemný. U axiálního systému je hmota dále separována v bubnu. V případě systému tangenciálního je hmota posunuta na vytřásadla (Břečka et al., 2001).

1.5.1 Tangenciální systém

U tangenciálního systému výmlatu jde materiál od šikmého dopravníku přes lapač kamene do mláticího bubnu, který podle výkonové kategorie mlátičky má zpravidla 450, 600 nebo 750 mm jeho šířka je určena podle typu a výkonnostní řady 1 050 až 1 700 mm. Mláticí buben je osazen mlatkami, které pracují na úderu mlatky do hmoty. Mláticí buben je osazen mláticím košem, který obepíná buben v úhlu 110 – 150°. Mezera mezi mláticím bubnem a košem je nastavitelná s ohledem na pracovní podmínky sklizené hmoty, přičemž u mláticího bubnu se nastavují ještě pracovní otáčky. Zpravidla tento systém pracuje s jedním mláticím bubnem. Dnes je možnost mít bubnů více. Například před mláticí buben může být posazen buben urychlovací a za hlavním mláticím bubnem buben odmítací, který zajišťuje další posun do separačních částí (viz obrázek 1.3). Na trhu je dnes mnoho možností, kde je možné mít v konfiguraci mlátičky i dva mláticí bubny (Javorek, 2015).

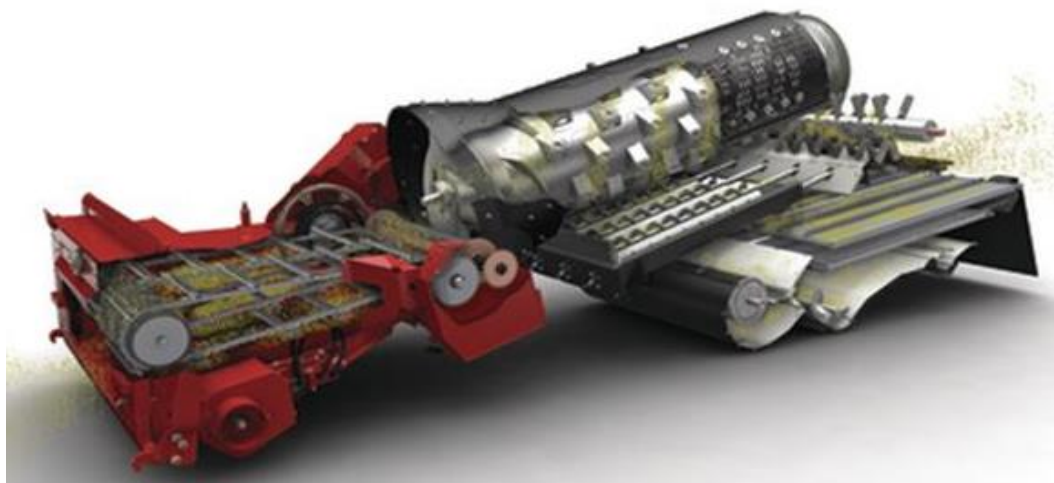


Obrázek 1.3: Tangenciální systém (Strompraha.cz, 2017)

Mláticí koš odděluje hrubý a jemný omlat. Jemný omlat propadává košem do skříně čistidel. Díky vynášecí desce se omlat rozvrství a dochází k částečné separaci materiálu nebo může mít podobu podélně uložených šnekových dopravníků. Hrubý omlat putuje do separačního ústrojí na pracovní plochu vytrásadel. Skříň čistidel se skládá ze sít. Horní síto je označeno jako žaluziové a spodní síto jako kláskové a zrnové. Po vynášecí desce jde materiál na horní síto žaluziové a materiál, který nepropadne tímto sítem, putuje na síto kláskové. Materiál, který propadne, putuje na síto zrnové. Dále na spádovou desku a šnekovým dopravníkem do násypky přes pracovní prostor elevátoru. Materiál, který propadne kláskovým sítem, putuje kláskovým dopravníkem zpátky do mláticího ústrojí nebo do tzv. rotačního separátoru, který připomíná zubové mláticí ústrojí. Omlat je zpátky dopravován do skříně čistidel, kde dochází k obětovnému čištění (Javorek, 2015).

1.5.2 Axiální systém

Srdcem axiálního systému je jeden nebo dva axiální mláticí rotory, přičemž v případě jednorotorové konstrukce činí průměr rotoru 750 - 800 mm (viz obrázek 1.4). Při dvojici rotorů činí průměr každého z nich 430 - 560 mm. Délka je stanovena podle modelové řady mlátičky, a to 2 500 až 3 500 mm (Javorek, 2015).



Obrázek 1.4: Axiální systém (Ittvlg.ru, 2015)

Stejně jako u tangenciálního systému je materiál dopravován do sklízecí mlátičky pomocí šikmého dopravníku přes lapač kamene. Zásadní rozdíl nastává, když je materiál usměrňován vodícími lištami na vkládací šnek, kde místo přímočarého pohybu nastane pohyb rotační. Druhá část rotoru je osazena mlatkami a doplněna mláticími koši, kde nastává výmlat. Existuje zde několik typů košů dle aktuální plodiny a podmínek. Jako u tangenciálního výmlatu se seřizuje mezera mezi košem a rotorem. V mláticí části nastává rozdělení jemného omlatu a hrubého. Jemný propadává košem na spádovou desku a putuje do skříně čistidel. Hrubý omlat postupuje dál do separační části rotoru. Zde rotací dochází k oddělování omlatu, který propadává na spádovou desku. Sláma je potom ukládána na řádek nebo může být zabudovaný drtič, který za snížených otáček zajišťuje odkládání slámy na řádek (Javorek, 2015).

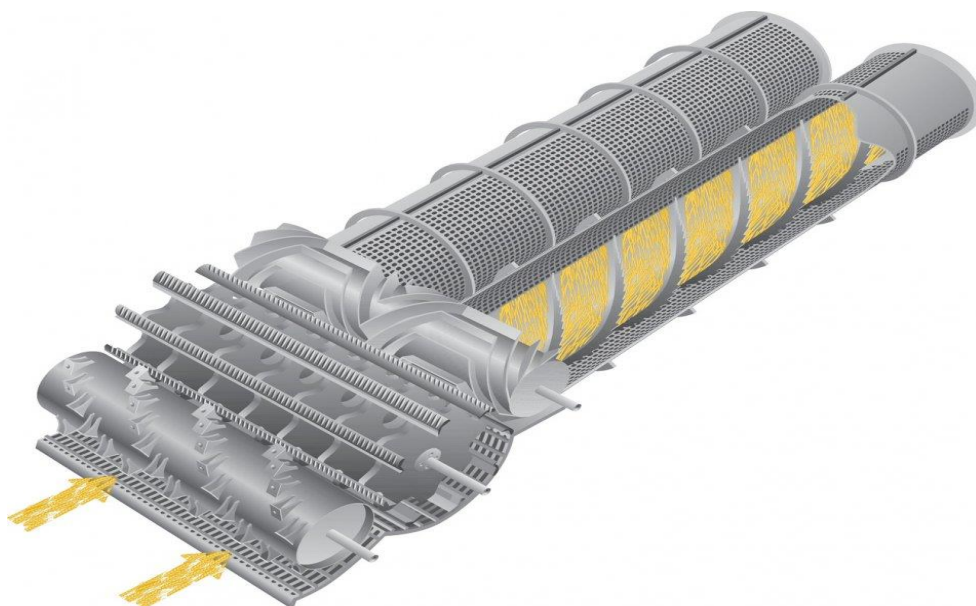
Systém AXIAL-FLOW

Firma Case IH v roce 1977 vyvinula sklízecí mlátičky Axial-Flow, znamenalo to obrovskou revoluci ve sklízecích mlátičkách. Systém pracoval na axiálním výmlatu a separaci zrna. Mlátička byla už v té době sestrojena tak, aby byla výkonná, šetrná k zrně a přizpůsobila se mnoha plodinám. Tyto přednosti výrobce Case IH drží dodnes. I přes pár konstrukčních úprav je tento systém stále stejný (Materiál Case IH, 2017).

1.5.3 Hybridní systém

Tento systém přišel na trh před pár lety. Důvodem, proč se výrobci začali zabývat tímto systémem je jednoduchý. Rostou požadavky na sklízecí mlátičky. Hlavními požadavky jsou rychlost, výkonnost a průchodnost hmoty. Při dnešních záběrech sklízecích adaptérů musí sklízecí mlátička oddělit omlat co nejvýkonněji a nejefektivněji. Některý výrobci proto vyvíjejí systém, kde putuje materiál prvně přes mláticí buben, jako u tangenciálního systému a separační část nastává na rotorech, jako u axiálního systému. Proto se tomuto systému říká hybridní.

Jeden z významných výrobců sklízecích mlátiček firma Class, má v koncepci třibubnový mláticí systém, na který navazuje dvourotorový axiální rotor na separaci (viz obrázek 1.5), (Janda, 2016).



Obrázek 1.5: Hybridní mláticí systém (Agroportal24h.cz, 2020)

1.6 Separace

Hlavní úkol separace je oddělit od materiálu, který přichází z mláticího ústrojí tzv. hrubý omlat a vyseparovat z něj jemný omlat, který je dál dopraven na čistidlo. Dalším úkolem je slámu dopravit z mlátičky ven při ukládání na řádek nebo předat k další úpravě. Například drcení. Když opustí sláma část separátoru, neměla by sláma obsahovat žádné zrno, jinak hrozí sklizňové ztráty (Kumhála, 2007).

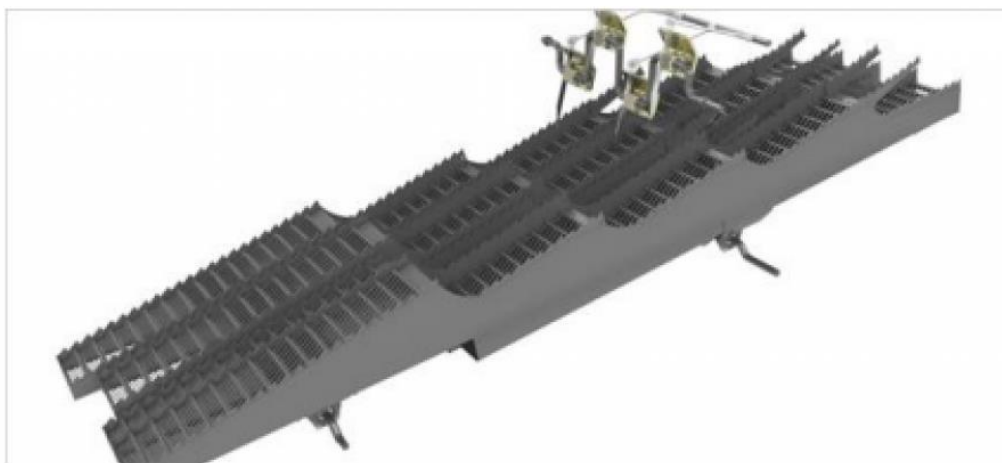
1.6.1 Tangenciální separátor s bubny

Tento systém je vhodný na dlouhostébelnatý materiál. Bubny natřásají a pročešávají hrubý omlat. Jemný omlat se prosévá sítím. Při přischlé slámě je nevýhodou, že jsou stébla křehčí a na čistidla přijde více slamných částí.

Systém se skládá z více řad umístěných otáčejících se bubnů za sebou. Rotor s prsty, které jsou odkloněny od směru otáčení. Pod každým bubnem se nachází separační koš (Břečka et al., 2001).

1.6.2 Vytřasadlo dělené klávesové

Podle šířky mláticího ústrojí má klávesové vytřasadlo tři až šest dílů kláves vytřásek (viz obrázek 1.6). Klávesa je tvořena žlabem se zubovitým pracovním povrchem se sklonem 3 až 7°, opatřeným žaluziovým sítím se sklonem 45° nebo roštovým povrchem. Boky kláves jsou opatřeny plechovými hřebeny, které zabraňují zpětný prokluz slámy. Jemný omlat propadává sítovým povrchem vytřásky a po jejím dně postupuje na vynášecí desku (Břečka et al., 2001).



Obrázek 1.6: Vytřasadlo dělené klávesové (Agroportál24h.cz, 2019)

1.6.3 Axiální separátor s rotorem

Tento separátor oproti ostatním má tu výhodu, že není citlivý na sklon mlátičky. Hlavní částí je rotor s lopatkami, které jsou uloženy ve šroubovici. Na začátku rotoru je umístěna šroubovice, kterou je hmota vtahována na rotor. Celý rotor je obepnut síťovaným pláštěm, kterým propadává jemný omlat (Břečka et al., 2001).

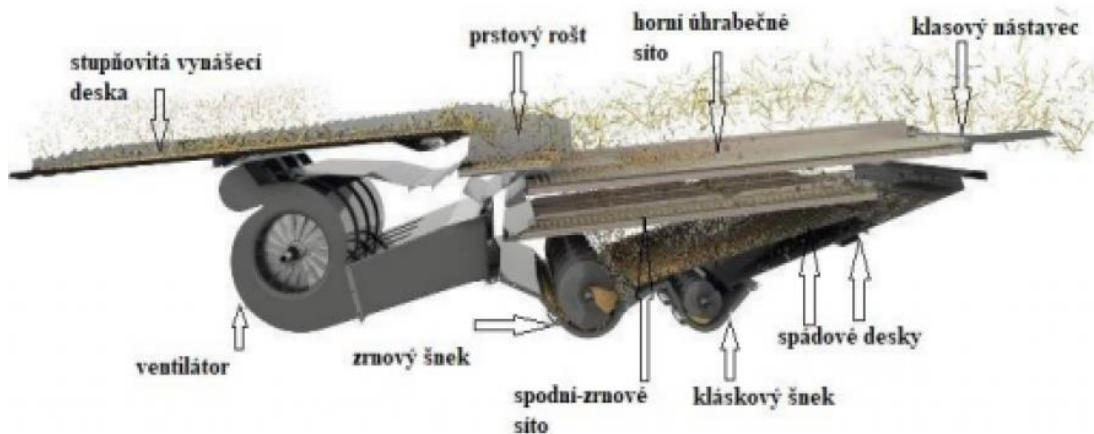
1.6.4 Kombinovaný separátor

Tento separátor je známý buď jako tangenciální s vytrásadlem, který se skládá z jednoho nebo dvou bubnů a nahrazuje část vytrásadel. Rotor je zařazen za odmítací buben, přes který jde materiál až na vytrásadla. Nebo ho můžete znát jako kombinaci tangenciálního a axiálního separátoru, kde odmítací buben mimo zpomalení hmoty prování separaci drobného omlatu. Dále materiál přichází na tangenciální separátor, který předává materiál axiálnímu separátoru (Břečka et al., 2001).

1.7 Čistící ústrojí

Na čistidlo sklízecí mlátičky se dostává jemný omlat, který je oddělen mláticím košem a separátorem, kde by se mělo uvolnit až 90 % zrna. Dále se na čistidlo dostávají úlomky slámy a klasů, plevy, zbytky plevelných rostlin a nedomlatky. Čistota zrna by měla být nejméně 97 % a ztráty činit do 0,5 %. Proto obsluha nemá jednoduchý úkol. Podmínky na jednotlivých honech jsou odlišné a během dne se mění podmínky vlhkosti, hmotnosti průtoku hmoty i přibývajícím plevel. Důležité je, aby bylo správně seřízené mláticí ústrojí.

Čistidlo sklízecí mlátičky (viz obrázek 1.7) je rozděleno na vzduchovou, dopravní část a síťovou skříň. Vzduchovou část tvoří ventilátor buď axiální, radiální nebo diametrální. Liší se výrobcem sklízecí mlátičky. Dopravní část je tvořena z vynášecí desky, která navazuje na horní úhrabečné síto a je před síťovou skříň. V axiální mlátice jemný omlat dopravuje soustava šneků. V síťové skříni se nacházejí stavitelná síta, buď žaluziová, nebo výjimečně žaluziová zaháčkovaná (Břečka et al., 2001).



Obrázek 1.7: Čistící ústrojí (Agroportal24h.cz, 2019)

1.8 Svahové vyrovnání

Svahové vyrovnání u sklízecích mlátiček může být řešeno několika konstrukčními úpravami. Bez zasažení do mláticího a separačního ústrojí můžeme zlepšit svahovou dostupnost. Například zvětšení rozchodu předních a zadních kol tzv. dvoumontáží, svislým paralerogramovým zavěšením kol a snížení těžiště. Nejvíce se na sklizňových ztrátách při jízdě ve svahu podílí čistidla. Řešit tento problém můžeme různými konstrukčními řešeními, jako je vyrovnání celé skříně čistidla s vynášecí deskou do vodorovné roviny, vyrovnání dvou podélných částí skříně čistidla s vynášecími deskami, nebo přidáním třetího bočního pohybu jen v horním sítu. Vyrovnání dále rozdělujeme na podélné vyrovnání jízdou po a proti spádnici, příčně jízdou po vrstevnici a podélně a příčně jízdou v libovolném směru (viz obrázek 1.8) (Břečka et al., 2001).



Obrázek 1.8: Příčné vyrovnání (Mechanizaceweb.cz, 2020)

1.9 Pojezdové ústrojí

Nejčastějším řešením u samojízdných sklízecích mlátiček bývá pojezdové ústrojí dvounápravové se čtyřmi koly. Díky konstrukci a váhy sklízecí mlátičky bývá hnaná přední náprava, která je osazena značně většími koly než má zadní náprava. Je to z důvodu, že na přední nápravu je přemístěna velká část těžiště. Pohon u přední nápravy je buď mechanický, nebo hydrostatický. Zadní náprava je řídicí, ale u varianty 4x4 může být hnaná přes hydrostatický pohon.

Z důvodů výkonnosti sklízecích mlátiček, záběrů žacích adaptérů a objemů násypky se značně zvyšuje převážně pod přední nápravou měrný tlak na půdu a tím pádem i utužení půdy. Výrobci tento problém řeší polopásovými podvozky (viz obrázek 1.9), které nesou i velikou výhodu při jízdách schopnostech sklízecí mlátičky. Například v případě mokrých žní. Pořizovací cena je značně vyšší než u klasického kolového provedení (Bauer, 2006).



Obrázek 1.9: Rozdílné jezdové ústrojí (Strompraha.cz, 2017)

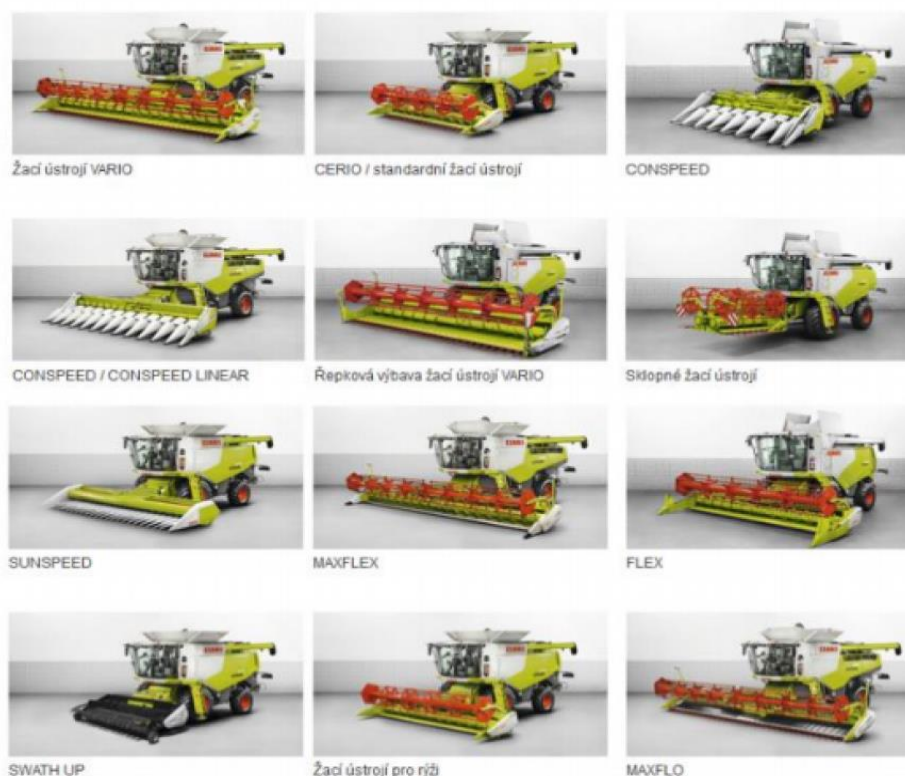
1.10 Žací adaptéry

Pro každou sklízecí mlátičku je základním adaptérem žací vál obvykle s pevným stolem. Na pevný stůl můžeme narazit i u výkonnějších modelů, ale převážně se setkáme s variabilně nastavitelným žacím stolem. Součástí je prstová žací lišta s různým systémem bočního pohonu, která zajišťuje pokosení stébel. Lišta může být osazena prsty na zvedání polehlých porostů. Na stranách je lišta osazena děliči. Ty dělíme na pasivní nebo aktivní. Aktivní dělič je připevněn k přidavnému válu a musí se na adaptér přimontovat například při sklizni řepky. Aktivní dělič funguje na principu protiběžné kosy. Součástí lišty je také vkládací šnekový dopravník, který je ve středu vkládání osazen vkládacími prsty. Existují také adaptéry, které jsou místo šnekového vkládacího dopravníku nahrazeny pasovými lištami. Stůl je tvořen pryžovými pásy, které dopravují pokosenou hmotu do středu, kde je další pryžový dopravník, který mění tok materiálu o 90° přímo do šikmého dopravníku.

Další nedílnou součástí adaptéru je horizontálně a vertikálně polohovatelný rotorový přiháněč, který je osazen železnými nebo plastovými prsty, jejichž sklon můžeme také nastavit. U jednoduchých modelů je pohon mechanický a u lepších modelů se jedná o hydraulický pohon s plynulou změnou otáček. Žací adaptér je ve spodní části osazen plazy. U různých typů jsou výškově nastavitelné. Například

u modelů s aktivním kopírováním jsou spojené prostřednictvím samostatných hmatačů. Adaptér může být také vybaven přídatným lapačem kamene.

Na trhu je dnes velký výběr adaptérů na sklízecí mlátičky i výrobců. Liší se konstrukcí na určité plodiny nebo na nepřímou sklizeň či vyčesávání (viz obrázek 1.10), (Javorek, 2014).



Obrázek 1.10: Sklízecí adaptéry (Agroportal24h.cz, 2019)

1.10.1 Pásová lišta MacDon

V roce 1998 byla od firmy MacDon první inovovaná pásová lišta, která umožnila sekat porost nízko nad zemí díky pokročilé kopíraci. Jak rostly výkony sklízecích mlátiček, tak byl požadavek i na větší záběry. Proto v roce 2003 přišla firma na trh s prvním flexibilním adaptérem o záběru 9,1 m a 10,7 m. Dnes sklízecí lišty od firmy MacDon dosahují v pevném provedení až 9,1 m a ve flexi provedení až 13,7 m.

Flexibilní lišta (viz obrázek 1.11), využívá čistě mechanické kopírování pomocí vinutých pružin a zároveň k tomuto propracovanému systému přidává technologii FlexFloat. Technologie FlexFloat umožňuje lištu odemknout a rozdělit na 3 na sobě nezávislé části. Každá část kopíruje terén nezávisle bez ohledu na to, jak se pohybuje mlátička nebo zbytek lišty. Výsledkem je konstantní strniště i o velmi velkých

záběrech. V podstatě se jedná o dvě lišty v jedné, buď je možné s lištou sklízet v uzamčeném stavu, nebo ji v případě potřeby odemknout. První přichází do styku se sklizenou plodinou žací adaptér. Lišta vyniká plynulou a efektivní dopravou sklizeného materiálu. Mezi přiháněcím a průběžným šnekem nevzniká prostor, kde by docházelo k nahrnování a ucpávání sklizenou hmotou. Dráha prstů přiháněče je řízena pomocí unikátní technologie vačkového mechanismu. Prsty se kývou, což zajišťuje, že se sklizený materiál nenamotává. Posléze dochází k jemnému položení plodiny na gumotextilní pás. Středový pás, který podává sklizenou hmotu do mlátičky, je zabezpečen těsněním, tudíž nedochází ke ztrátám zrna. Centrální šnek lze speciálně nastavit, podle sklizené plodiny. Nastavením změním i geometrii palcovnice (Materiál AGRI CS, 2020).



Obrázek 1.11: Flexibilní pásová lišta MacDon (MacDon.com, 2021)

1.11 Inteligentní mlátička

Představy o plně inteligentních sklízecích mlátičkách, které budou ovládány na dálku nebo obsluhou, která pomocí myšlenkových pochodů bude ovládat mlátičku, vznikaly již v 60 letech. Dnes tomu tak úplně není, ale díky nejmodernější technologii výrobců je sklízecí mlátička dosti automatizovaná a dokážeme z ní vytěžit velmi zajímavé a důležité informace. Jako jsou například výnosové mapy (viz obrázek 1.12) jednotlivých honů nebo systému, kde si zvolím danou plodinu a mlátička se nastaví tak, aby pracovala co nejefektivněji (Pastorek et al., 2002).



Obrázek 1.12: Výnosová mapa (Eagrotec.cz, 2019)

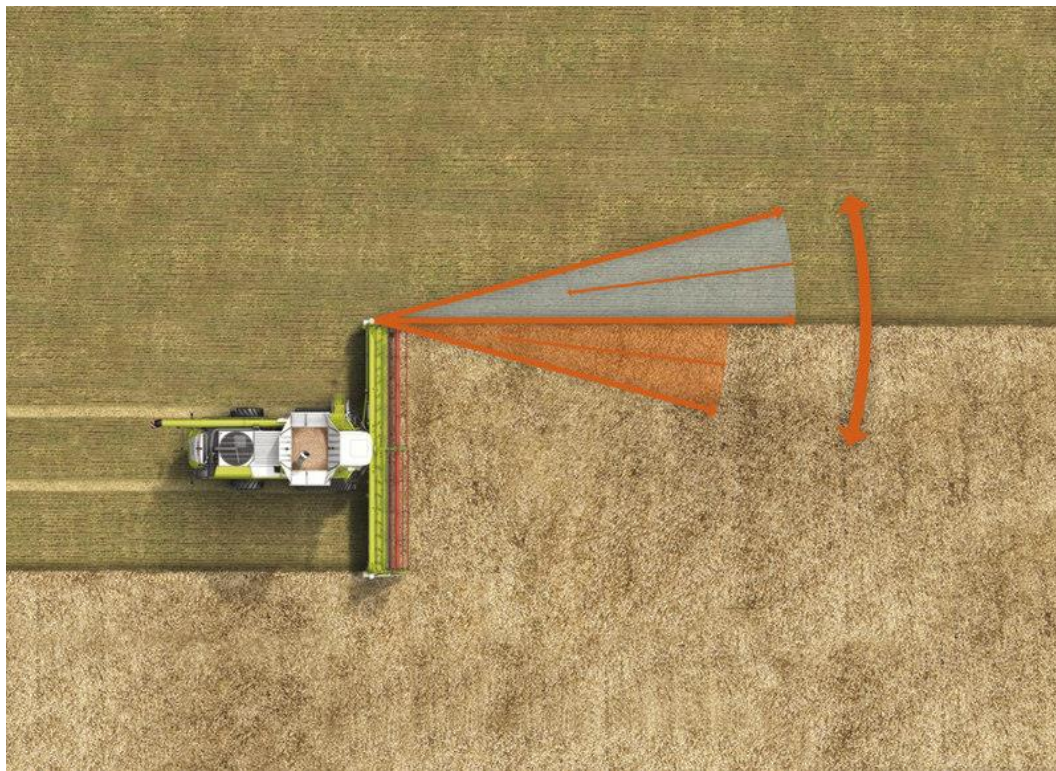
Mezi inteligentní prvky sklízecí mlátičky patří:

- Navádění sklízecí mlátičky na porost tak, aby byl využit celý záběr žací lišty pomocí optické hrany porostu.
- Regulace pojezdové rychlosti dle zatížení mláticího bubnu a výkonu motoru.
- Navádění podle GPS signálu a získávání výnosových map.
- Vyhodnocení poškození zrn na principu optického skenování (Pastorek et al., 2002).

1.11.1 Systém Laser Pilot

Tento systém pomocí laserového skeneru (viz obrázek 1.13), odráží paprsky od hrany porostu neposečených stébel. Systém rozeznává hrany porostu a částečně také barevné rozdíly, proto částečně funguje i při polehlém porostu ve tmě a v prachu. Může se stát, že když zmizí kontrast mezi zbytky stébel a laserovým paprskem, tak dojde ke ztrátě řízení a sklízecí mlátička se již neřídí správným směrem jízdy. Při správném nastavení, lze tento systém využít při záběru sklízecí mlátičky. Velký

přínos má také pro obsluhu sklízecí mlátičky. Díky tomu se může obsluha více soustředit na preciznost, kvalitu a správné nastavení sklízecí mlátičky.



Obrázek 1.13: Laser Pilot (Class.co.uk, 2020)

1.11.2 Režim automatizace pomocí systému AFS Harvest Command

Tento systém od výrobce sklízecích mlátiček Case IH usnadňuje obsluhu optimalizaci sklízecí mlátičky, bez ohledu na denní dobu, aktuální podmínky plodiny nebo danou vlhkost. Systém lze zvolit v několika strategiích. Například při režimu výkonu, kdy dochází k dosažení maximální úspory a kvality zrna při optimálním výkonu. Další je režim maximální průchodnosti, kdy se mlátičky přizpůsobí maximální průchodnosti. V případě dosažení optimalizace výkonu nedochází ke ztrátám zrna a jeho poškození na kvalitě.

Při výběru strategie také volíme přednastavenou plodinu, co budeme sklízet na monitoru sklízecí mlátičky (viz obrázek 1.14). Systém se stále vyvíjí a ještě není možné zvolit všechny sklizené plodiny (Case IH, 2021).



Obrázek 1.14: Monitor sklízecí mlátičky (Case IH, 2021)

2 Metodika a cíle práce

Cílem mé diplomové práce je naměření, vyhodnocení plošných výkonností i spotřeb pohonných hmot sklízecích mlátiček v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Která ze sledovaných konstrukcí sklízecích mlátiček má prokazatelný vliv na vyšší kvalitu práce a na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na plošnou výkonnost sklízecí mlátičky?

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit plošnou výkonnost, kvalitu práce a spotřebu PHM zvolených strojů v porovnatelných podmínkách.
2. Odpovědět na otázky, které jsou začleněny do cílů mé diplomové práce.
3. Zhodnotit výsledky měření a uvést jednotlivé závěry pro praxi.

Měření bylo provedeno ve třech zemědělských podnicích, kde bylo možné vždy porovnat alespoň dvě sklízecí mlátičky s odlišným konstrukčním řešením. Měření probíhalo při sklizni řepky ozimé a pšenice ozimé.

2.1 Metody zjišťování sklizňových ztrát

Předsklizňové ztráty

Kontrolní plocha při zahájení sklizně se vyznačí v reprezentativním místě, alespoň 50 m od kraje pole. Vymezí se čtverec P_1 o ploše 1 m^2 a vysbírají se důkladně veškerá vydrolená zrna. Tyto kontrolní plochy je potřeba opakovat na různých optimálních místech z důvodu přesnějších výsledků. Ztráty předsklizňové vypočteme ze vztahu 2.1.

$$Z_p = \frac{m_{kp}}{Q_b} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2.1)$$

kde:

Z_p – předsklizňové ztráty [%]

m_{kp} – průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Q_b – biologický výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

2.1.1 Sklizňové ztráty

Při měření sklizňových ztrát si musíme vytyčit kontrolní plochu P_2 kolmo na řádek o velikosti 1 m^2 (viz obrázek 2.1). Délka obdélníku je shodná se záběrem sklízecí mlátičky a šířku vypočteme ze vztahu 2.2.

$$\check{S} = \frac{P_1}{D} \quad [\text{m}] \quad (2.2)$$

kde:

\check{S} – šířka obdélníku [m]

P_1 – kontrolní plocha [m^2]

D – Délka obdélníku [m]



Obrázek 2.1: Vytyčená měřicí plocha

Ztráty sklizňové se dělí na:

- a) **Relativní** – ztráty určené z výnosu zrna vypočteme pomocí následného vztahu 2.4 a pomocí vztahu 2.3 vypočteme relativní ztráty sklízecí mlátičky. Tento parametr by měl být důležitý při rozhodování o koupi sklízecí mlátičky.

$$Z_{rc} = \frac{m_{ko}}{m_z} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2.3)$$

kde:

Z_{rc} - relativní ztráty celkové [%]

m_{ko} – hmotnost zrn z kontrolní plochy P_2 [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_z – výnos zrna [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

Relativní ztráty sklízecí mlátičky vypočteme z následujícího vztahu 2.4.

$$Z_{rs} = \frac{(m_{ko} - m_p)}{m_z} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2.4)$$

kde:

Z_{rs} – relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]

m_{ko} – hmotnost zrn z kontrolní plochy P_2 [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_p – předsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_z – výnos zrna [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

b) Absolutní – ztráty, které jsou určeny zvážením věch zrn z plochy P_2 , jak na zemi, tak ve slámě nebo nedomlatků. Získáme je ze vztahu 2.5.

$$Z_a = m_{ko} - m_p \quad [\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}] \quad (2.5)$$

kde:

Z_a – ztráty zrna absolutní [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_{ko} – hmotnost zrn z kontrolní plochy P_2 [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_p – předsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

2.2 Metody zjišťování provozních parametrů sklízecích mlátiček

Měření opět proběhne 50 metrů od kraje pole nejlépe v reprezentativních částech, kde je vyrovnaný porost. Průchodnost stanovíme ze vztahu 2.6.

$$Q = B_p \cdot v_p \cdot C_h \quad [\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (2.6)$$

kde:

Q – průchodnost sklízecí mlátičky [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]

B_p – průměrný záběr žacího adaptéru [m]

v_p – skutečná pracovní rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

C_h – výnos hmoty [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

Výnos hmoty získáme tak, že zvážíme veškerý materiál, který se nachází v ploše P_2 ve výšce strniště včetně plevelů.

2.2.1 Pracovní záběr sklízecích mlátiček

Měření provedeme tak, že při sečení si ve vzdálenosti 1 metru od hrany porostu vytyčíme kolík. Po projetí sklízecí mlátičky změříme vzdálenost od hrany porostu až k vytyčenému kolíku a odečteme od této hodnoty 1 metr dle vztahu 2.7. Měření opakujeme třikrát a použijeme hodnotu ze vztahu 2.8.

$$x_{1-3} = a_{1-3} - 1 \quad [\text{m}] \quad (2.7)$$

$$B_p = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad [\text{m}] \quad (2.8)$$

kde:

x_{1-3} – Skutečný záběr stroje při jednotlivých měření [m]

a_{1-3} – vzdálenost značky od porostu při jednotlivých měřeních [m]

B_p – průměrný záběr žacího stolu [m]

2.2.2 Skutečná pracovní rychlost

Pracovní rychlost stroje můžeme zjistit dvěma způsoby. Můžeme použít hodnotu z palubního počítače nebo zvolit přesnější měření a to tak, že si vytyčíme dráhu 100 metrů (nejlépe v reprezentativním porostu) alespoň 50 metrů od kraje pole. K měření času průjezdu vytyčeným úsekem použijeme stopky. Mlátička by měla tuto dráhu projet plynule a bez zastavení jinak měření se musí dělat znovu. K výpočtu rychlosti použijeme vztah 2.9.

$$v_p = \frac{s}{t} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (2.9)$$

kde:

v_p - skutečná pracovní rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

s – délka dráhy [m]

t – čas jízdy [s]

2.3 Průměrná spotřeba pohonných hmot

Pro získání průměrné spotřeby paliva se nejčastěji používá vztah 2.10. Počítá se ze sklizené plochy a množství spotřebovaného paliva. Tento průměr bohužel není úplně

přesný, protože nejčastěji jsou během dne nějaké přejezdy nebo alespoň jízda od čerpací stanice na pole. Nejpresnější měření by mělo probíhat tak, že při příjezdu na pole by do sklízecí mlátičky byla dolitá plná nádrž a po posečení určité plochy by se muselo palivo doplnit pomocí odměrného válce na stejném místě a na stejnou úroveň. Tato varianta však není většinou možná, a to z důvodu časové tísně. Další varianta měření je získání hodnot a spotřeby z elektronických dat sklízecí mlátičky. Bohužel není možná u všech sledovaných sklízecích mlátiček, protože každá mlátička není tímto systémem vybavena, jako např. hodnocená mlátička Case IH 8010.

$$Q_{phm} = \frac{V_{phm}}{S_p} \quad [l \cdot ha^{-1}] \quad (2.10)$$

kde:

Q_{phm} – spotřeba PHM [$l \cdot ha^{-1}$]

V_{phm} – objem dolitého paliva [l]

S_p – sklizená plocha [ha]

2.4 Určení kvality drcení slámy

Při odběru vzorku v celém záběru za sklízecí mlátičkou se částice rozdělí do šesti skupin podle délky 0 - 50 mm, 75 - 100 mm, 100 - 125 mm, 125 - 150 mm, nad 150 mm (viz obrázek 2.2). Dále se rozdělené skupiny zváží na digitální váze značky DIGITAL JEWELRY SCALE s přesností 0,001g a zjistí se procentuální zastoupení jednotlivých skupin dle vztahu 2.11.

$$K_d = \frac{m_s}{m_c} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2.11)$$

kde:

K_d – kvalita drcení [%]

m_s – hmotnost jednotlivé skupiny [g]

m_c – celková hmotnost zachycené slámy [g]



Obrázek 2.2: Určení kvality drcení slámy

2.5 Určení šetrnosti k zrn

K určení šetrnosti je třeba odebrat vzorek z násypky nejlépe ze všech mlátiček o stejné hmotnosti a pomocí shakeru od firmy Case IH prosít (viz obrázek 2.1). Vzorek bude prosypán přes jednotlivá síta a zjistí se čistota zrna. Nečistoty a poškozená zrna propadají až na dno shakeru. Poté dojde k následnému zvážení a porovnání poškození dle vztahu 2.12.

$$P_d = \frac{P_v}{P_c} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2.12)$$

kde:

P_d – nečistoty a poškozená zrna [%]

P_v – hmotnost nečistot a poškozených zrn [g]

P_c – celková hmotnost vzorku [g]



Obrázek 2.3: Měřicí shaker od firmy Case IH

2.6 Výpočet plošné výkonnosti

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky se rovná sklizené ploše za určitý čas. Vypočteme ji pomocí následujícího vztahu 2.13.

$$Wp = B_p \cdot v_p \cdot 0,36 \quad [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2.13)$$

kde:

Wp – plošná výkonnost sklízecí mlátičky [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$]

B_p – průměrný záběr žacího adaptéru [m]

v_p – skutečná pracovní rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

3 Vlastní práce

Měření bylo rozděleno na čtyři stanoviště. Samotné měření probíhalo ve třech zemědělských podnicích v Jižních Čechách a na Vysočině, kde bylo možné vždy porovnat alespoň dvě sklízecí mlátičky s odlišným konstrukčním řešením nejlépe na jednom pozemku. Měření probíhalo při sklizni řepky ozimé a pšenice ozimé.

Potřebné pomůcky, které byly při práci použity: měřící pásmo, stopky, železné kolíky na vyměření dráhy, polypropylenový motouz, odběrové misky, digitální váha značky DIGITAL JEWELRY SCALE s přesností 0,001g (viz obrázek 3.1), plastová pinzeta, svinovací metr, zapisovací zařízení, měřící shaker od firmy CASE IH.



Obrázek 3.1: Digitální váha s přesností 0,001g

Měření pro přesnější zjištění dat, proběhlo na daném poli u uvedené sklízecí mlátičky. Měřilo se vždy dvakrát a do tabulek s daty je vždy uveden průměr obou hodnot. Kromě hodnoty na zjištění pracovního záběru sklízecí mlátičky, protože ten proběhl třikrát z důvodu přesnějších dat. Hodnota aktuálního záběru, měla vliv na další získávání potřebných hodnot sklízecí mlátičky.

3.1 Technické parametry sklízecích mlátiček

Viz tabulky 3.1 a 3.2.

Tabulka 3.1: Parametry sklízecích mlátiček Case IH

	Case IH 7250	Case IH 8010	Case IH 8250	Case IH 8120
Objem motoru [cm³]	11 100	10 300	12 900	10 300
Max. Výkon [kW/hp]	366/498	335/436	420/571	345/469
Objem nádrže [l]	1 125	1 000	1 125	1 000
Objem Zásobníku [l]	14 400	10 500	14 400	12 330
Rychlost vysypání [l.s⁻¹]	141	115	159	113
Výmlat/separace	axiální	axiální	axiální	axiální
Hmotnost [kg]	19 000	18 800	20 000	17 800
Rok výroby	2019	2006	2018	2010

Tabulka 3.2: Parametry ostatních sklízecích mlátiček

	John Deere T660	John Deere T660i	Claas Lexion 570	MF Centora 7280
Objem motoru [cm³]	9 000	9 000	12 500	8 400
Max. Výkon [kW/hp]	285/382	285/382	312/425	278/378
Objem nádrže [l]	800	800	800	750
Objem Zásobníku [l]	11 000	11 000	10 500	9 500
Rychlost vysypání [l.s⁻¹]	88	88	130	120
Výmlat/separace	tangenciální	tangenciální	hybridní	tangenciální
Hmotnost [kg]	16 500	16 500	15 500	16 400
Rok výroby	2012	2016	2008	2012

3.2 Stanoviště č. 1

První měření proběhlo 30. 07. 2020 na Vysočině nedaleko Dačic. Byly zde porovnány sklízecí mlátičky Case IH 8120 s axiálním systémem výmlatu se žací lištou o záběru 9,1 m a John Deere T660 s tangenciálním systémem výmlatu se žací lištou 7,6 m na řepce ozimé. Bylo slunečné počasí, bez větru a teplota se pohybovala okolo 28°C. Porost byl stojatý, místy zaplevelený. Vlhkost z aktuálního zrna byla 10 %, výnos z daného pole činil 3,3 t.ha⁻¹. Na poli probíhalo drcení posklizňových zbytků, kde bylo zkoumáno zastoupení jednotlivých částí (viz tabulka 3.4), tím pádem i kvalita drcení sklízecích mlátiček. Získané hodnoty z měření jsou uvedeny níže v tabulce 3.3.

Tabulka 3.3: Získané hodnoty ze stanoviště č. 1

Získané hodnoty	Case IH 8120	John Deere T660
Výška strniště [m]	0,25	0,27
Skutečný záběr lišty [m]	8,9	7,3
Rozměry kontrolní plochy P D x Š[m]	8,9 x 0,11	7,30 x 0,14
Skutečná pojezdová rychlost [m.s ⁻¹]	1,41	1,22
Předsklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	1,28	1,28
Sklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	36,70	28,10
Nečistoty a poškozená zrna ze vzorku 100g z násypky [g]	2,62	4,45
Biologický výnos zrna [kg. ha ⁻¹]	3300	3300
Výnos hmoty [kg.ha ⁻¹]	9 780	8 740
Spotřeba PHM [l.ha ⁻¹]	23,5	21,7

Tabulka 3.4: Učení kvality drcení na stanovišti č. 1

Sklízecí mlátička	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Case IH 8120	89,691 g	3,023 g	0,271 g	0,539 g	0,259 g	0 g
John Deere T660	49,701 g	10,371 g	7,931 g	4,876g	2,070 g	0,876 g

3.3 Stanoviště č. 2

Druhé měření proběhlo 02. 08. 2020 v Jižních Čechách nedaleko Bernartic. Byly zde porovnány dvě sklízecí mlátičky s odlišným systémem výmlatu. Jednalo se o axiální mlátičku Case IH 8010 se záběrem lišty 7,3 m a o tangenciální mlátičku John Deere T660i se záběrem lišty 9,15 m. Sklízela se zde pšenice ozimá. Mlátičky se pohybovaly na dvou polích, které byly vzdálené od sebe jen pár metrů. Sklizení probíhalo ve stejný čas a za stejných klimatických podmínek. Bylo slunečno a bezvětří. Teplota se pohybovala kolem 26°C. Porost byl stojatý, bez známky zaplevelení. Na částech obou polí proběhlo drcení posklizňových zbytků (viz tabulka

3.6). Sklízelo se za vlhkosti zrna 11,3 % a výnos činil 7,6 t.ha⁻¹. Získané potřebné hodnoty k měření ze stanoviště č. 2 jsou uvedeny v tabulce 3.5.

Tabulka 3.5: Získané hodnoty ze stanoviště č. 2

Získané hodnoty	Case IH 8010	John Deere T660i
Výška strniště [m]	0,16	0,17
Skutečný záběr lišty [m]	7	8,9
Rozměry kontrolní plochy P D x Š[m]	7 x 0,14	8,9 x 0,11
Skutečná pojezdová rychlost [m.s ⁻¹]	1,69	1,08
Předsklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	6,67	6,67
Sklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	19,50	79,20
Nečistoty a poškozená zrna ze vzorku 200g z násypky [g]	2,54	6,94
Biologický výnos zrna [kg. ha ⁻¹]	7 600	7 600
Výnos hmoty [kg. ha ⁻¹]	9 750	10 990
Spotřeba PHM [l.ha ⁻¹]	24,6	20,7

Tabulka 3.6: Učení kvality drcení na stanovišti č. 2

	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Sklízecí mlátička						
Case IH 8010	42,451 g	2,945g	4,167 g	6,231 g	10,256	5,671
John Deere T660i	50,416g	7,867	7,102	4,602	3,132	1,457

3.4 Stanoviště č. 3

Další měření probíhalo 12. 08. 2020 v Jižních Čechách nedaleko Opařan. Byly zde porovnány dvě sklízecí mlátičky opět s odlišným systémem výmlatu, a to Case IH 7250 se žací lištou MacDon 9,1 m, axiálním systémem výmlatu a Massey Ferguson Centora 7280 s tangenciálním systémem výmlatu s lištou o záběru 6,6 m (viz obrázek 3.2). Sklízely se zde dvě plodiny. Hrách a pšenice ozimá. Hodnoty ze získání sklizně hrachu zde nemůžu zaznamenat z důvodu, že nebyly zjištěny veškeré

důležité hodnoty u obou sklízecích mlátiček. Pšenice se zde sklízela za slunečného počasí s mírným vánkem a teplota vystoupala k 30°C. Pole se zdálo být velmi čisté a bez známek zaplevelení. Sláma zde byla řádkovaná, proto není zaznamenána tabulka o zastoupení jednotlivých částí ze vzorku drcení, jako u předchozích stanovišť. Vlhkost zrna zde činila 13,4 % a výnos činil 6,2 t.ha⁻¹. Získané hodnoty jsou zaznamenány v tabulce 3.7.



Obrázek 3.2: Sklízecí mlátičky ze stanoviště č. 3

Tabulka 3.7: Získané hodnoty ze stanoviště č. 3

Získané hodnoty	Case IH 7250	MF Cetntora 7280
Výška strniště [m]	0,15	0,16
Skutečný záběr lišty [m]	9	6,5
Rozměry kontrolní plochy P D x Š[m]	0,11	0,15
Skutečná pojezdová rychlost [m.s ⁻¹]	1,36	1,72
Předsklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	1,68	1,68
Sklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	24,10	15,20
Nečistoty a poškozená zrna ze vzorku 200g z násypky [g]	1,86	8,78
Biologický výnos zrna [kg. ha ⁻¹]	6 200	6 200
Výnos hmoty [kg. ha ⁻¹]	12 640	10 420
Spotřeba PHM [l.ha ⁻¹]	23,3	17,8

3.5 Stanoviště č. 4

Na posledním stanovišti proběhlo měření dne 21. 08. 2020 na Vysočině a opět nedaleko Dačic, jako tomu bylo u stanoviště č. 1. V ten samý den se zde nacházely čtyři sklízecí mlátičky. Na prvním poli byla dvojice axiálních sklízecích mlátiček. První byla sklízecí mlátička Case IH 8250 s lištou MacDon o záběru 9,1 m a novým vylepšeným drtičem X-tra, která zde působila v předváděcím režimu a druhá sklízecí mlátička byla Case IH 8120 se záběrem žací lišty 9,1 m. Počasí bylo slunečné, bez větru, teplota přesahovala 30°C. Tento den patřil ostatně k nejteplejšímu dni roku 2020. Sklízela se na daném poli pšenice ozimá. Pole bylo značně zaplevelené a obilí velmi polehané. Vlhkost činila 12 % a výnos byl 6,6 t.ha⁻¹. Hodnoty získané na poli se nachází v tabulce 3.8 a zastoupení jednotlivých částí z drcení posklizňových zbytků v tabulce 3.9.

Tabulka 3.8: Získané hodnoty ze stanoviště č. 4a

Získané hodnoty	Case IH 8250	Case IH 8120
Výška strniště [cm]	0,14	0,16
Skutečný záběr lišty [m]	9	8,9
Rozměry kontrolní plochy P D x Š[m]	0,11	0,11
Skutečná pojezdová rychlost [m.s ⁻¹]	1	0,75
Předsklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	2,44	2,44
Sklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	18,50	26,60
Nečistoty a poškozená zrna ze vzorku 200g z násypky [g]	0,94	2,27
Biologický výnos zrna [kg. ha ⁻¹]	6 600	6 600
Výnos hmoty [kg. ha ⁻¹]	13 720	12 940
Spotřeba PHM [l.ha ⁻¹]	27,5	29,7

Tabulka 3.9: Učení kvality drcení na stanovišti č. 4a

Sklízecí mlátička	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Case IH 8250	74,526	2,561	0,245	0	0	0
Case IH 8120	64,565	8,203	1,547	2,818	0,155	0

Na druhém poli se nacházely sklízecí mlátičky John Deere T660 se žací lištou o záběru 7,6 m s tangenciálním systémem výmlatu a druhá byla o pár set metrů dál. Jednalo se o Class Lexion 570 se žací lištou o záběru 9 m a jako jediný měl hybridní systém výmlatu. Vlhkost byla 12 % a výnos činil 7,8 t.ha⁻¹. Pole bylo mírně zaplevelené a jen místy polehané. Zde probíhalo řádkování slámy, proto není uvedena tabulka se zastoupením jednotlivých částí. Získané hodnoty se nacházejí v tabulce 3.10.

Tabulka 3.10: Získané hodnoty ze stanoviště č. 4b

Získané hodnoty	Class Lexion 570	John Deere T660
Výška strniště [m]	0,15	0,13
Skutečný záběr lišty [m]	8,6	7,3
Rozměry kontrolní plochy P D x Š[m]	0,12	0,14
Skutečná pojezdová rychlost [m.s ⁻¹]	1,28	1,25
Předsklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	2,71	2,71
Sklizňové ztráty [kg. ha ⁻¹]	25,01	18,90
Nečistoty a poškozená zrna ze vzorku 200g z násypky [g]	5,85	6,28
Biologický výnos zrna [kg. ha ⁻¹]	7 800	7 800
Výnos hmoty [kg. ha ⁻¹]	9 180	9 250
Spotřeba PHM [l.ha ⁻¹]	18,5	18,3

4 Výsledky měření

Ze získaných parametrů a jednotlivých měření byl vypracován tabulkový přehled jednotlivých stanovišť, kde se nachází vyhodnocení rozdílných systémů mláticího ústrojí a jejich kvalitativní ukazatele.

4.1 Vyhodnocení stanoviště č. 1

Z prvního měření je patrné, že vyhrává sklízecí mlátička s axiálním systémem mláticího ústrojí (viz tabulka 4.1). Průchodnost hmoty činí $12,27 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ oproti tangenciálnímu systému, který má $7,78 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Díky tomu je vyšší spotřeba paliva o $1,8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Plošná výkonnost byla vyšší o $1,31 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Co se týká ztrát, tak tangenciální systém výmlatu měl menší celkové ztráty absolutní $26,82 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ale v hodnocení čistoty a poškození byl značný rozdíl procentuálního zastoupení nečistot, a to o $1,83 \%$ více než u druhého systému výmlatu. Tyto výsledky odpovídají i strategiím obsluhy sklízecích mlátiček. Obsluha tangenciální mlátičky se snažila eliminovat hlavně ztráty.

Tabulka 4.1: Výsledky ze stanoviště č. 1

Výsledky	Case IH 8120	John Deere T660
Předsklizňové ztráty [%]	0,04	0,04
Sklizňové ztráty relativní [%]	1,11	0,85
Relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]	1,07	0,81
Sklizňové ztráty absolutní [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	35,42	26,82
Průchodnost sklízecí mlátičky [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]	12,27	7,78
Průměrná spotřeba [$\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$]	23,5	21,7
Nečistoty a poškození v zrna [%]	2,62	4,45
Plošná výkonnost sklízecí mlátičky [$\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$]	4,52	3,21

V zastoupení jednotlivých částí drčení dopadla lépe sklízecí mlátička Case IH 8120, kde procentuální zastoupení nejmenších částic $0 - 50 \text{ mm}$ činí až $95,6 \%$ z celkového množství odebraného vzorku oproti mlátičce John Deere T660, kde tato hodnota byla $65,5 \%$ (viz tabulka 4.2).

Tabulka 4.2: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 1

Sklízecí mlátička	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Case IH 8120	95,6 %	3,2 %	0,3 %	0,6 %	0,3 %	0 %
John Deere T660	65,5 %	13,7 %	10,5 %	6,4 %	2,7 %	1,2 %

4.2 Vyhodnocení stanoviště č. 2

Z tabulky 4.3 je vidět, že lepší zde byla rovněž sklízecí mlátička s axiálním systémem výmlatu, jako na stanovišti č. 1. Průchodnost tady byla $11,53 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ oproti tangenciálnímu systému výmlatu s hodnotou $9,06 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Spotřeba paliva byla vyšší u axiálního systému o $3,9 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ a plošná výkonnost vyšší o $0,8 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Sklizení tangenciální sklízecí mlátičky bylo prováděno službou, proto jsou nejspíše hodnoty absolutních ztrát $72,53 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, hodnoty nečistot i rozlámaného zrna vyšší o 2,2 %. Strategie obsluhy sklízecí mlátičky byla nejspíše na plošnou výkonnost.

Tabulka 4.3: Výsledky ze stanoviště č. 2

Výsledky	Case IH 8010	John Deere T660i
Předsklizňové ztráty [%]	0,09	0,09
Sklizňové ztráty relativní [%]	0,26	1,04
Relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]	0,17	0,95
Sklizňové ztráty absolutní [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	12,83	72,53
Průchodnost sklízecí mlátičky [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]	11,53	9,06
Průměrná spotřeba [$\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$]	24,6	20,7
Nečistoty a poškození v zrna [%]	1,27	3,47
Plošná výkonnost sklízecí mlátičky [$\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$]	4,26	3,46

Co se týká drcení posklizňových zbytků, tak má lepší výsledky v jednotlivých částicích od 0 – 50 mm mlátička John Deere T660i v zastoupení 67,6 %, oproti mlátičce Case IH 8010 s podílem 59,2 % (viz tabulka 4.4). Zásadním poznatkem je, že se jedná nejen o menší zastoupení nejmenších částic, ale také o vyšší podíl částic

nad 100 mm. Tato skutečnost může způsobit problémy v dalších zemědělských operacích při zapravování posklizňových zbytků do půdy.

Tabulka 4.4: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 2

Sklízecí mlátička	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Case IH 8010	59,2 %	4,1 %	5,8 %	8,7 %	14,3%	7,9 %
John Deere T660i	<u>67,6 %</u>	10,5 %	9,5 %	6,2 %	4,2 %	2 %

4.3 Vyhodnocení stanoviště č. 3

Z výsledků je patrné (viz tabulka 4.5), že největší průchodnost $15,47 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ má opět sklízecí mlátička s axiálním systémem výmlatu, proti tangenciální, kde průchodnost je $11,65 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Spotřeba je vyšší u axiálního systému, v tomto případě zřetelně, a to o $5,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Rozdíl v plošné výkonnosti se liší pouze o $0,39 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Co se týká ztrát absolutních, lépe je na tom tangenciální systém výmlatu s hodnotou $13,52 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Obsluha eliminovala ztráty, ale bylo zaznamenáno více nečistot a zřetelně větší poškození zrna, a to $3,47 \%$ v zásobníku sklízecí mlátičky ze zachyceného vzorku. Sklízecí mlátička Case IH 7250 byla v předváděcím režimu, tím pádem chtěla obsluha mlátičky strategicky ukázat ten nejlepší výsledek. Kromě větších ztrát a spotřebě pohonných hmot, na rozdíl od sklízecí mlátičky MF, se to obsluze mlátičky povedlo.

Tabulka 4.5: Výsledky ze stanoviště č. 3

Výsledky	Case IH 7250	MF Centora 7280
Předsklizňové ztráty [%]	0,02	0,02
Sklizňové ztráty relativní [%]	0,39	0,25
Relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]	00,36	0,22
Sklizňové ztráty absolutní [kg.ha ⁻¹]	22,42	13,52
Průchodnost sklízecí mlátičky [kg.s ⁻¹]	15,47	11,65
Průměrná spotřeba [l.ha ⁻¹]	23,3	17,8
Nečistoty a poškození v zrna [%]	0,93	4,391
Plošná výkonnost sklízecí mlátičky [ha.h ⁻¹]	4,41	4,02

4.4 Vyhodnocení stanoviště č. 4

Dalšími porovnávanými sklízecími mlátičkami byly Case IH 8250 a Case IH 8150 (viz obrázek 4.1) s axiálním systémem výmlatu. Nejsou zde porovnány rozdílné systémy výmlatu, ale lidský faktor, proti úplné automatice nastavení axiálního systému výmlatu. Pole bylo velmi náročné z pohledu sklizení. Ukázalo se, že strategie automatického nastavení systému AFS Harvest Command v Case IH 8250 má lepší výsledky, než velmi zkušená obsluha ve sklízecí mlátičce Case IH 8120, a to i v těch nejnáročnějších podmínkách. Tyto výsledky dokazují, že plná automatika dokáže zvýšit průchodnost sklízecí mlátičky o 3,7 kg.s⁻¹ a plošnou výkonnost až o 0,84 ha.h⁻¹. Dále dokáže eliminovat absolutní ztráty o 8,1 kg.ha⁻¹ a zlepšit čistotu zrna o 0,66 %. Poškození zrna bylo v obou případech minimální a potvrzuje se smyslnost axiálního systému. I za těchto precizních podmínek, byla menší spotřeba PHM o 2,2 l.ha⁻¹ než u sklízecí mlátičky řízené obsluhou. Vše je vidět podrobně v tabulce 4.6.

Tabulka 4.6: Výsledky ze stanoviště č. 4a

Výsledky	Case IH 8250	Case IH 8150
Předsklizňové ztráty [%]	0,04	0,04
Sklizňové ztráty relativní [%]	0,28	0,40
Relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]	0,24	0,37
Sklizňové ztráty absolutní [kg.ha ⁻¹]	16,06	24,16
Průchodnost sklízecí mlátičky [kg.s ⁻¹]	12,34	8,64
Průměrná spotřeba [l.ha ⁻¹]	27,5	29,7
Nečistoty a poškození v zrna [%]	0,47	1,13
Plošná výkonnost sklízecí mlátičky [ha.h ⁻¹]	3,24	2,40

V drcení opět měla lepší výsledek sklízecí mlátička Case IH 8250, která byla vybavena drtičem X-tra (nová technologie drtiče). Zastoupení jednotlivých částic ve skupině 0-50 mm bylo obsaženo 96,4 % vzorku. Na rozdíl od sklízecí mlátičky Case IH 8120, kde zastoupení činilo 83,5 % (viz tabulka 4.7).

Tabulka 4.7: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 4a

Sklízecí mlátička	Zastoupení jednotlivých částic ve vzorku [mm]					
	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	Nad 150
Case IH 8250	<u>96,4 %</u>	3,3 %	0,3 %	0 %	0 %	0 %
Case IH 8120	83,5 %	10,6 %	2 %	3,6 %	0,2%	0 %

V tabulce 4.8 jsou výsledky měření sklízecích mlátiček Class Lexion 570 s hybridním systémem výmlatu, který měl lepší průchodnost, a to 10,11 kg.s⁻¹. Kromě toho měl menší spotřebu o 0,8 l.ha⁻¹ a o 0,2 % lepší čistotu zrna v násypce. Oproti tomu druhá sklízecí mlátička John Deere T660 s tangenciálním systémem výmlatu měla menší ztráty absolutní o 6,11 kg.ha⁻¹. Plošná výkonnost byla u hybridního systému o 0,67 ha.h⁻¹ než u tangenciálního systému výmlatu.

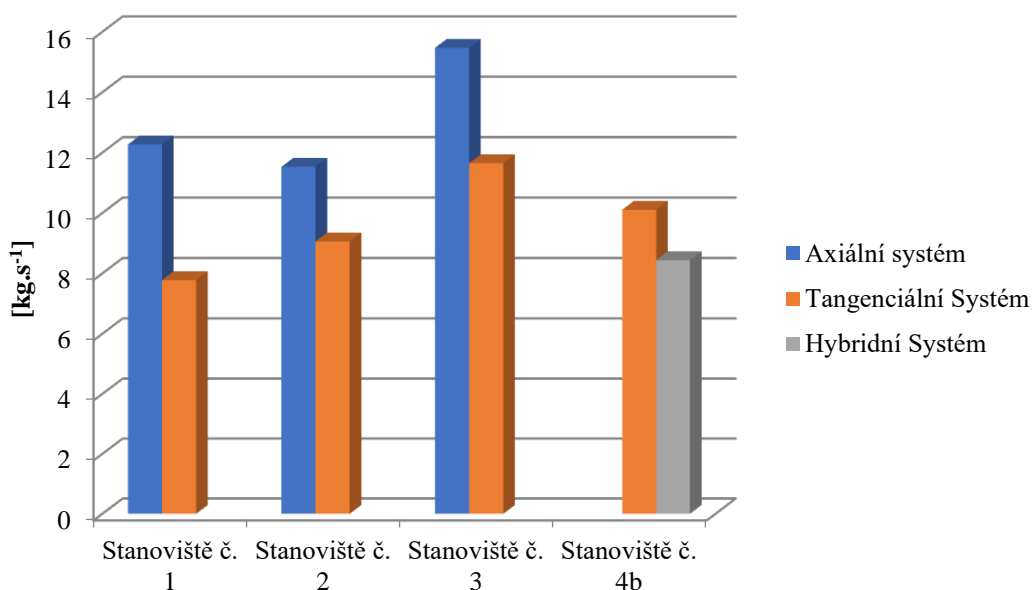
Tabulka 4.8: Výsledky ze stanoviště č. 4b

Výsledky	Class Lexion 570	John Deere T660
Předsklizňové ztráty [%]	0,03	0,03
Sklizňové ztráty relativní [%]	0,32	0,24
Relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]	0,29	0,21
Sklizňové ztráty absolutní [kg.ha ⁻¹]	22,3	16,19
Průchodnost sklízecí mlátičky [kg.s ⁻¹]	10,11	8,44
Průměrná spotřeba [l.ha ⁻¹]	18,5	18,3
Nečistoty a poškození v zrna [%]	2,9	3,1
Plošná výkonnost sklízecí mlátičky [ha.h ⁻¹]	3,96	3,29

5 Diskuze

5.1 Která ze sledovaných konstrukcí mlátiček má prokazatelně vyšší vliv na kvalitu práce a na úsporu nákladů?

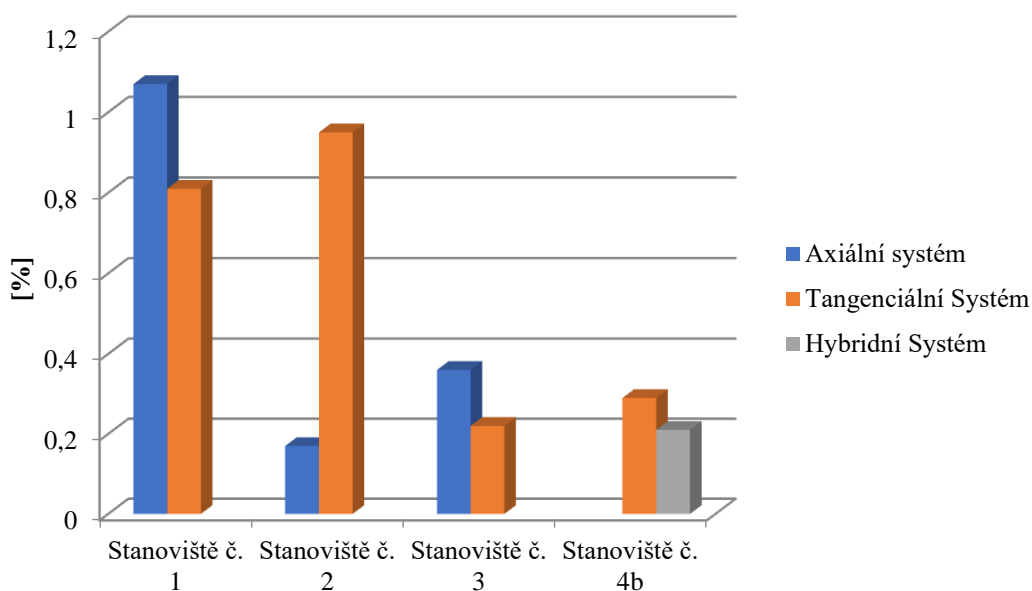
V mé diplomové práci jsem měl tu možnost, vždy porovnat ve stejných podmínkách proti sobě sklízecí mlátičky s rozdílnou konstrukcí mláticího ústrojí. Vše se odehrávalo na odlišných místech a měl jsem tu příležitost pracovat se sklízecími mlátičkami od různých výrobců. Z výsledných hodnot vyplývá, že výhodu má axiální mláticí systém. Axiální systém, proti tangenciálnímu a hybridnímu má mnohem větší průchodnost materiálu (viz obrázek 5.1), a to u všech hodnocení v porovnávaných dvou plodinách. Bohužel nebyla možnost porovnat hybridní sklízecí mlátičku a axiální, ale z objektivního hlediska, alespoň proti tangenciálnímu systému, má také větší průchodnost mlátičky. Nejedná se tedy o zásadní rozdíl (viz tabulka 4.8). Nejmenší průchodnost, měla sklízecí mlátička s tangenciálním systémem výmlatu.



Obrázek 5.1: Graf průchodnosti sklízecích mlátiček

Mezi kvalitu práce sklízecích mlátiček také patří sklizňové ztráty zrna. Jak uvádí autor Brýna (2019), z jeho článku o rozdělení sklízecích mlátiček a jejich konstrukční prvky, měli by při přímé sklizni být do 1,5 % hmotnosti z biologického výnosu. Tento parametr splňují všechny naměřené mlátičky.

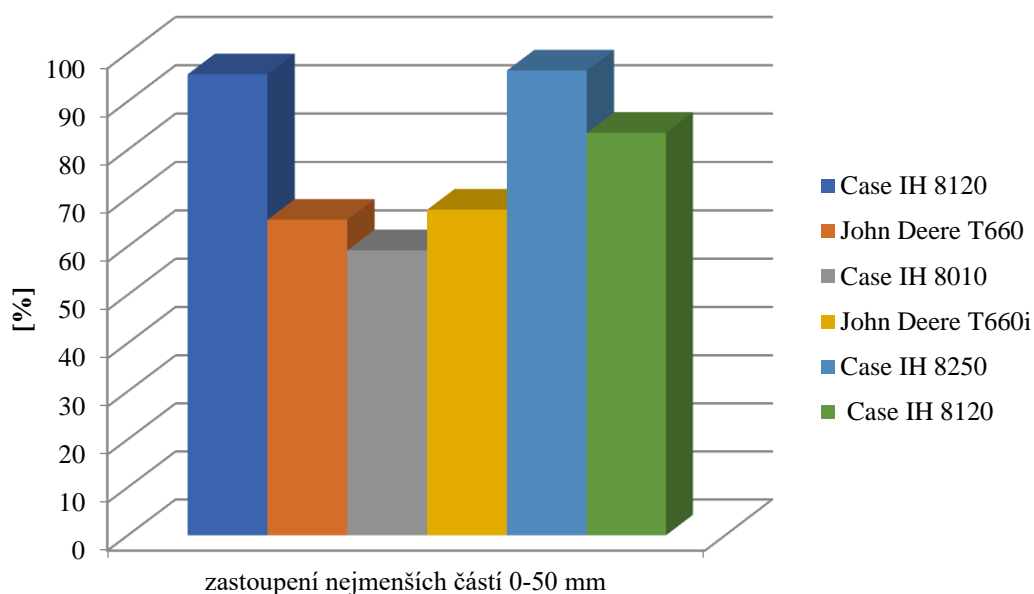
Největší relativní ztráty sklízecí mlátičky měla axiální sklízecí mlátička při sklizni řepky ozimé, a to 1,07 % (viz obrázek 5.2). Naměřené hodnoty jsou samozřejmě v normě. Další sklízecí mlátička se špatným hodnocením byla tangenciální sklízecí mlátička na stanovišti č. 2 s hodnotou 0,95 %. Vše napovídá tomu, že chyba byla na straně obsluhy sklízecí mlátičky. U tohoto kvalitativního ukazatele, si nemyslím, že vše dokáže ovlivnit systém mlátičného ústrojí. Důležitou roli v tomto ohledu hraje obsluha sklízecí mlátičky, která má značný vliv na tento ukazatel, díky celkovému nastavení stroje a sledování průběhu sklizení, jak popisuje autor Břečka et al., (2001). Na sklizňové ztráty má také velký vliv aktuální vlhkost sklizené hmoty a doba, kdy sklízíme danou plodinu, aby nedocházelo k samovolnému výdrolu zrna.



Obrázek 5.2: Graf relativních ztrát sklízecí mlátičky

Na kvalitu sečení a drcení posklizňových zbytků jsou závislé další zemědělské operace. To se týká především zpracování půdy, zapravení posklizňových zbytků a následnou přípravu či setí. V roce 2020 bylo odlišné počasí, než v předchozích letech. Jaro bylo velmi suché, díky předchozím rokům a sněh v zimním období poměrně nebyl žádný. V zemědělství se předpokládal extrémně suchý rok. Koncem května toho roku, začaly být vydatné srážky, které provázely celé žně. Na polích začaly poléhat porosty a bylo zjevné, že klasická žací lišta s tím bude mít problém a tudíž budou nastávat i další problémy již při podmytce. V porovnávaných

mlátičkách byly dvě osazeny flexibilní pásovou lištou, která se značně v těchto porostech projevila, proti klasickým pevným lištám. Ukázalo se, že na kvalitu práce je důležité správné osazení sklízecí mlátičky žací lištou. V drcení nejlépe vyšla nejnovější axiální sklízecí mlátička v zastoupení nejmenších částí. Jedná se o 96,4 % v zastoupení odebraného vzorku (viz obrázek 5.3). Díky větším požadavkům na preciznost, jsou výrobci nuceni vylepšit konstrukci drtiče, aby jeho práce byla co nejefektivnější.

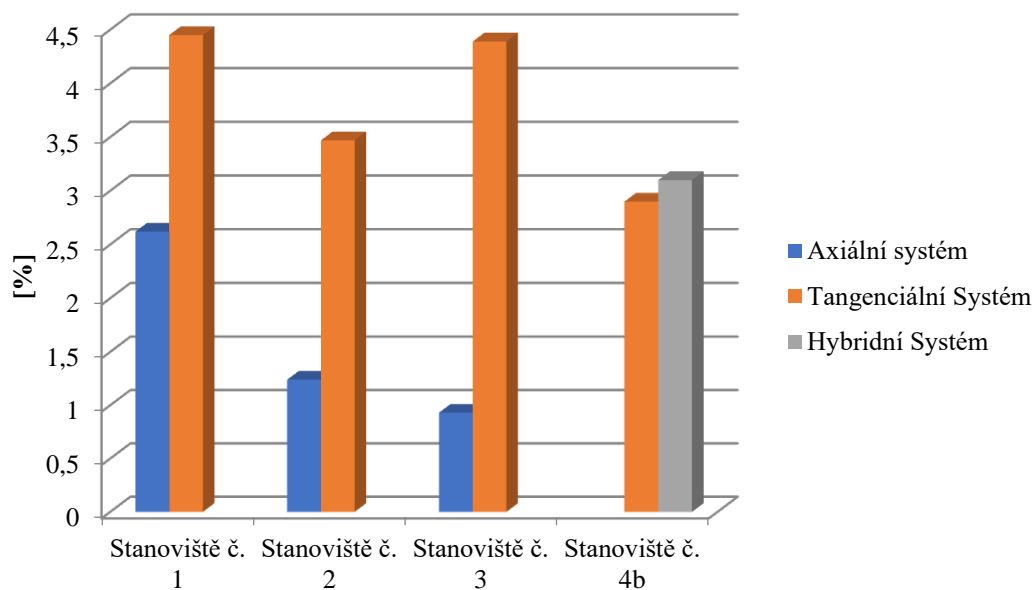


Obrázek 5.3: Graf kvality drcení posklizňových zbytků

Co se týká čistoty a poškození zrna, tak značný rozdíl se objevil u axiálního systému výmlatu (viz obrázek 5.4). Nejen že čistota zrna byla lepší, ale hlavně bylo zaznamenáno minimální poškození zrna.

Suchý (2020) ve svém článku o axiální versus tangenciální koncepci uvádí, že značný rozdíl se nachází mezi těmito systémy, mohu toto tvrzení jen potvrdit.

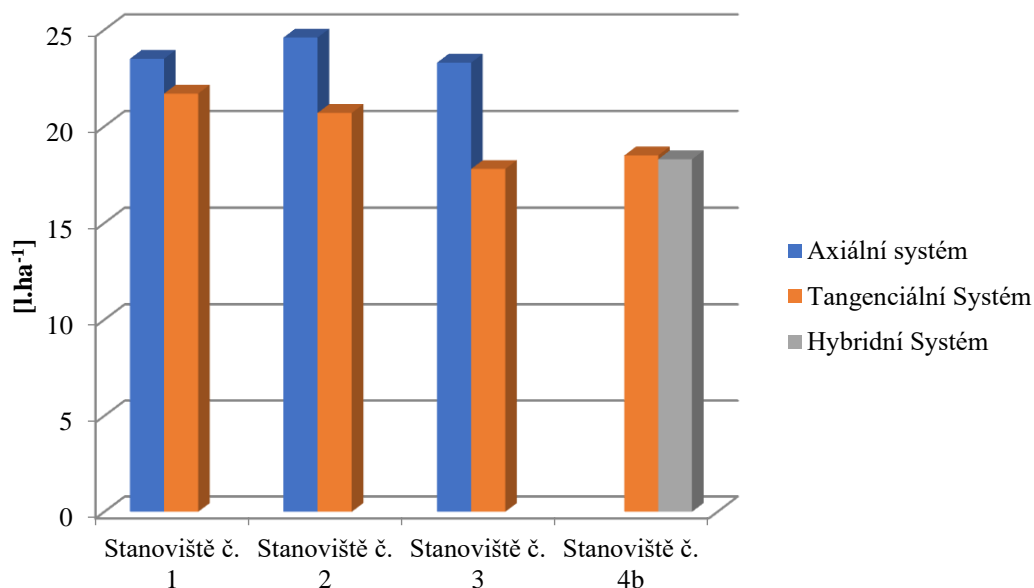
Wang et al. (2012) píše že, mláticí ústrojí je klíčovou součástí celé sklízecí mlátičky. Hybridní systém se v tomto ukazateli velmi přibližuje tangenciálnímu systému.



Obrázek 5.4: Graf čistoty a poškození zrna

Z hlediska úspory nákladů v PHM, vyšla průměrná spotřeba značně lépe u tangenciálního systému (viz obrázek 5.5). V některých případech se jednalo i v řádech litrů na hektar.

Toto tvrzení je obsaženo rovněž v článku od autora Suchého (2020). Hybridní mláticí systém má obdobnou spotřebu, jako systém tangenciální.

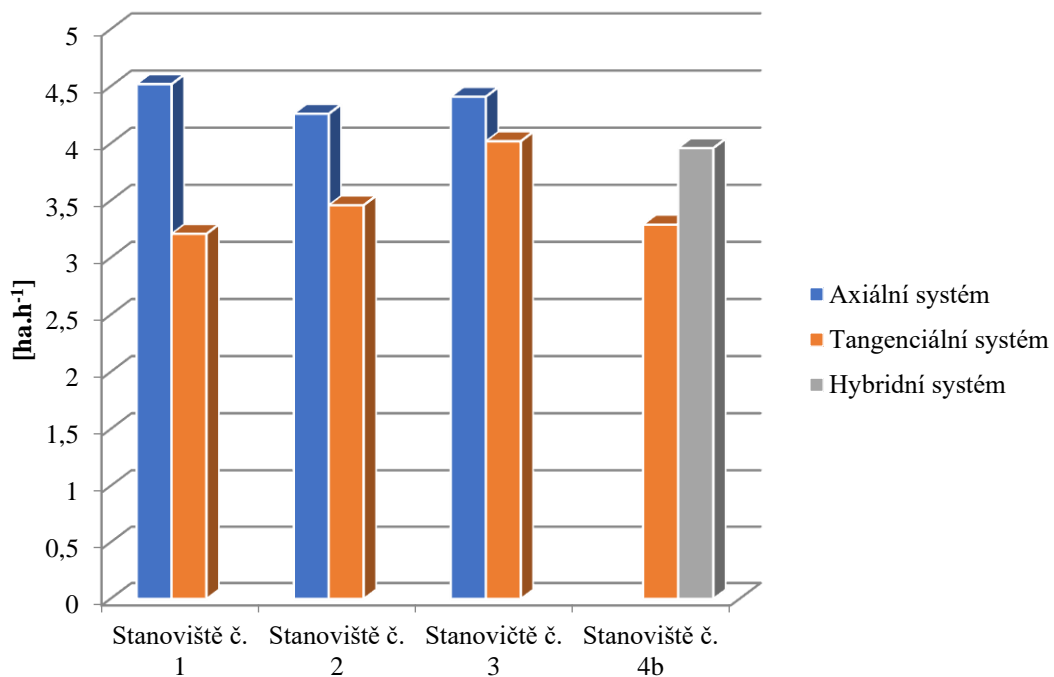


Obrázek 5.5: Graf průměrné spotřeby

Úspora nákladů je pro vlastníka sklízecí mlátičky, důležitá a určitě patří mezi velmi rozhodující faktor při výběru nové mlátičky. Z hlediska pohonných hmot je vítěz tangenciální mláticí systém. Axiální a hybridní systém, z důvodu energetické náročnosti, má vyšší spotřebu. Co se údržby a jednoduchosti systému týká, zde vyhrává axiální mláticí systém. V šetrnosti a kvalitě zrna, se stal vítězem axiální mláticí systém.

5.2 Má tato technologie vliv na plošnou výkonnost sklízecí mlátičky?

Ano, tato technologie má vliv na plošnou výkonnost sklízecí mlátičky. Z obrázku č. 5.6 můžeme vyčíst, že na odlišných stanovištích a prakticky ve shodných podmínkách byly porovnávány dva rozdílné mláticí systémy. Z toho vyplývá, že axiální systém (modrý sloupeček) má vždy větší plošnou výkonnost než ostatní systémy.



Obrázek 5.6: Graf plošné výkonnosti

Ačkoliv tento systém je výkonnější než ostatní, provedl jsem ještě jedno měření. Zde jsem porovnával, skoro totožné sklízecí mlátičky na stejném pozemku (viz obrázek 5.7). Rozdíl byl v tom, že sklízecí mlátička Case IH 8120 byla ovládaná a v průběhu práce nastavována strategií obsluhy sklízecí mlátičky a druhá Case IH 825,0 byla řízena strategií automatického systému AFS Harvest Command.

Fyziologickou hranici obsluhy může překonat jen sklízecí mlátička s vyšším stupněm inteligence, jak uvádí autor Pastorek et al. (2002).



Obrázek 5.7: Axiální sklízecí mlátičky

Ještě přesnější porovnání, těchto kvalitativních ukazatelů mláticího ústrojí by probíhalo za podmínek. Jestliže by se rozdílné konstrukce mlátiček nacházely na jednom poli ve stejný čas a jejich strategie automatického systému by byla stejně nastavená. Člověk není robot a v období sklizně je v zemědělství velký tlak. Jedince to může omezovat, jak fyzicky tak psychicky. Je prakticky nemožné provést dokonalou sklizeň, dokud tyto stroje nebudou natolik inteligentně vybaveny, aby lidský faktor neovlivňoval jejich výkon.

Jak už píše autor článku Zubko et al. (2018), je nutné si pro svojí zemědělskou činnost vybrat takový strojový park, který splňuje požadavky daného podniku. Proto je důležité, provádět takové porovnání strojů, kde mohou srovnat technické a ekonomické ukazatele stejně. To platí i pro ukazatele kvality v rovnocenných podmínkách.

Závěr

Rozhodnutí pro pořízení sklízecí mlátičky nebývá jednoduché. Každý výrobce chválí svojí technologii a haní tu konkurenční. Z důvodu velkého tlaku a časové tísně je velmi náročné si technologie na vlastní kůži porovnat při stejných podmínkách. V mé diplomové práci jsem se zabýval porovnáním kvalitativních ukazatelů u sklízecích mlátiček s rozdílnou konstrukcí mláticího ústrojí. Nachází se zde přehled jednotlivých měření a hodnot, které byly potřeba k dalším výpočtům.

Jako hlavními kvalitativními ukazateli, bylo bráno průchodnost sklízecí mlátičkou, plošná výkonnost, sklizňové ztráty, čistota, poškození zrna a spotřeba pohonných hmot. Z objektivního hlediska můžeme brát i pocity obsluh sklízecích mlátiček, a to třeba z hlediska hlučnosti, pravidelné údržby a složitosti systému.

Jako nejlepší z porovnávaných systémů vyšel axiální systém, který ve většině případů měl lepší výsledky, než konkurenční řešení. Parametr, který jediný nikdy nevyšel nižší u axiálního systému, byla spotřeba PHM. V této hodnotě vedl systém tangenciální. Je to dáno tím, že axiální systém má větší energetickou náročnost. Jedinou výhodou hybridního systému, na rozdíl od tangenciálního, můžeme brát průchodnost hmoty a vyšší plošnou výkonnost.

Z praxe se setkávám s tím, že i když vyšel axiální systém jako nejlepší, tak více se na polích pohybuje sklízecích mlátiček s tangenciálním systémem. Podle mého názoru je to tím, že koupě mlátičky je několika milionová záležitost a zákazníci se bojí zvolit jiný systém než ten, na který jsou zvyklí. Často také slychávám, že axiální systém „neumí slámu“. Pravda je taková, že sláma je více polámaná a je náchylnější ještě více, než když tzv. přeschne. Další problém může nastat, když sláma zmokne. Mezi pozitiva patří například lepší slisovatelnost a savost ale tím se i odvíjí problém s deštěm. Při drcení posklizňových zbytků není zásadní negativum mezi těmito systémy, záleží na kvalitě drtiče. Je potřeba si uvědomit, zda je pro majitele sklízecí mlátičky podstatná neporušená sláma, nebo kvalitně a efektivně sklizené zrno. Myslím si, že axiální systém má stále větší opodstatnění.

Díky této diplomové práci jsem získal mnohem více zkušeností a poznatků, které se pojí se sklízecími mlátičkami. Dnes už dokáži kvalitně posoudit tyto stroje a vidím jasné výhody i nevýhody jednotlivých konstrukčních řešení. Budoucnost

pozorují v inteligenci sklízecích mlátiček, mezi které patří dnešní možnosti výbav a mnohé další automatizované prvky. Podstatné je to, aby uživatelé sklízecích mlátiček dali možnost novým automatizovaným prvkům a nebáli se stroje, který je plný elektroniky. Tyto prvky automatizace přinesou uživateli sklízecích mlátiček mnohem více, jak v usnadněné práci, tak zefektivní celý průběh sklizně.

Seznam použité literatury

Bauer, F. et al. (2006) *Traktory*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 192 s. ISBN 80-86726-15-0

Břečka, J. et al. (2001). *Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin*. 1. vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita, 147 s., ISBN 80-213- 0738-2.

Kumhála F. (2007): *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 438 s., ISBN 978-80- 213-1701-7.

Neubauer, K. (1989): *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 720 s., ISBN 80-209-0075-6.

Pastorek, Z. et al., (2002): *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. 1. vyd. Praha: Martin Sedláček, 144 s. ISBN 80-902413-4-4.

Citace vědeckých publikací

Janda D. (2016): Výkonné mlátičky v inovované době. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*, 66(4):36 – 38

Javorek F. (2014): Provedení sklízecích adaptérů, *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*, 64(4): 51 – 53.

Javorek F. (2015): Mechanizovaná sklizeň obilnin. *Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*, 65(4): 38 – 42.

Zubko, V. et al. (2018). Analysis and forecast of performance characteristics of combine harvesters. *Agronomy Research*, 5(16): 282-2302.

Wang, X. et al. (2012). Development of multivariate measurement and control system of threshing cylinder in combine harvester. *Applied Mechanics and Materials*, 229(231): 1288-1291.

Citace webových zdrojů

- Bez uvedeného autora

Agrodoctor.eu, (2014) *Img.* [online] [cit. 10. 1. 2021]. Dostupné z: https://agrodoctor.eu/img/cms/110_465x250.jpg

Agroportal24h.cz, (2019) *Dělené klávesové vytřasadlo.* [online] [cit. 15. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/06/1024x800-fit/delene-klavesove-vyt%C5%99asadlo.png>

Agroportal24h.cz, (2019) *Druhy žacích adaptérů.* [online] [cit. 20. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/06/1024x800-fit/druhy-zacich-adapteru.png>

Agroportal24h.cz, (2019) *Čistidlo sklizecích mlátiček.* [online] [cit. 15. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/06/1024x800-fit/cistidlo-sklizecich-mlaticek.png>

Agroportal24h.cz, (2020) *Class Lexion.* [online] [cit. 12. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2020/11/1024x800-fit/claas-lexion-25-let-ustroji-aps-hybrid-kombajn-sklizeci-mlaticka-3.jpg>

Case IH, (2021) *AFS Harvest Command.* [online] [cit. 25. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.caseih.com/emea/en-za/our-innovations/afs-harvest-command>

Class.co.uk, (2021) *Laser pilot.* [online] [cit. 20. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.claas.co.uk/blueprint/servlet/image/2232752/uncropped/800/0/b97ad75922b3f166431126d00badf4b1/QN/246306.jpg>

Eagrotec.cz, (2019) *FD Výnosová mapa.* [online] [cit. 20. 1. 2021]. Dostupné z: [https://www.eagrotec.cz/getattachment/Novinky/New-Holland/Sklizen-v-podani-DEMO-mlaticek-2019-II/3-\(1\).jpg.aspx](https://www.eagrotec.cz/getattachment/Novinky/New-Holland/Sklizen-v-podani-DEMO-mlaticek-2019-II/3-(1).jpg.aspx)

Ittv1.ru, (2015) *Jpg.* [online] [cit. 12. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.ittvlg.ru/upload/medialibrary/cfe/cfe6a1f84a2b1f5c4619a3584b99272c.jpg>

MacDon.com, (2021) *FD 75-FLEX.* [online] [cit. 20. 1. 2021]. Dostupné z: https://www.macdon.com/images/banner_images/FD75-FLEX.jpg

Strompraha.cz, (2017) *John Deere S700* [online] [cit. 18. 1. 2021]. Dostupné z: https://www.strompraha.cz/getattachment/45530179-e3f8-4999-ac7a-8ff448842649/John-Deere-S700-Ovcary_DSC5999.jpg.aspx?lang=cs-CZ&width=1920&height=1280&ext=.jpg

Strompraha.cz, (2017) *Sklízecí mlátičky T-1*. [online] [cit. 12. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/getattachment/2be4c9eb-dfbe-4474-a4c1-19e1b58a0fdb/SklizeciMlatickyDiIII-VykonMaJmenoT-1.jpg.aspx>

Strompraha.cz, (2020) *Fendt 5275C*. [online] [cit. 18. 1. 2021]. Dostupné z: https://www.mechanizaceweb.cz/wp-content/uploads/sites/5/2020/10/Fendt-5275-C-SL_3-608x405.jpg

Soufflet-agro.cz, (2007) *Dvoufázová sklizeň*. [online] [cit. 10. 1. 2021]. Dostupné z: <http://www.soufflet-agro.cz/cs/mechanizace/sberaci-adapter/>

Materiál AGRI CS (2020)

Materiál Case IH (2017)

Materiál John Deere (2015)

- **S uvedeným autorem**

Brýna, O. (2019). *Rozdělení sklízecích mlátiček a jejich konstrukční prvky*. [online] Agroportal24h.cz [cit. 10. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozdeleni-sklizecich-mlaticek-a-jejich-konstrukcni-prvky>

Paulová, M. (2019). *Od první samojízdné sklízecí mlátičky až po Ideal*. [online] Mechanizace web [cit. 10. 1. 2021]. Dostupné z <https://www.mechanizaceweb.cz/od-prvni-samojizdne-sklizeci-mlaticky-az-po-ideal/>

Suchý, V. (2020). *Axiální versus tangenciální koncepce, praktické srovnání kombajnů Case IH a New Holland* [online] Agroportal24h.cz [cit. 30. 3. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/axialni-versus-tangencialni-koncepce-practicke-srovnani-kombajnu-case-ih-a-new-holland>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Sklízecí mlátička MH-21 (Agrodoctor.eu, 2004).....	11
Obrázek 1.2: Dvoufázová sklizeň (Soufflet-agro.cz, 2007).....	13
Obrázek 1.3: Tangenciální systém (Strompraha.cz, 2017)	16
Obrázek 1.4: Axiální systém (Ittvlg.ru, 2015)	17
Obrázek 1.5: Hybridní mláticí systém (Agroportal24h.cz, 2020).....	18
Obrázek 1.6: Vytřasadlo dělené klávesové (Agroportál24h.cz, 2019)	19
Obrázek 1.7: Čistící ústrojí (Agroportal24h.cz, 2019).....	21
Obrázek 1.8: Příčné vyrovnání (Mechanizaceweb.cz, 2020).....	22
Obrázek 1.9: Rozdílné pojezdové ústrojí (Strompraha.cz, 2017)	23
Obrázek 1.10: Sklízecí adaptéry (Agroportal24h.cz, 2019).....	24
Obrázek 1.11: Flexibilní pásová lišta MacDon (MacDon.com, 2021)	25
Obrázek 1.12: Výnosová mapa (Eagrotec.cz, 2019).....	26
Obrázek 1.13: Laser Pilot (Class.co.uk, 2020)	27
Obrázek 1.14: Monitor sklízecí mlátičky (Case IH, 2021)	28
Obrázek 2.1: Vytyčená měřicí plocha.....	30
Obrázek 2.2: Určení kvality drcení slámy.....	34
Obrázek 2.3: Měřicí shaker od firmy Case IH	35
Obrázek 3.1: Digitální váha s přesností 0,001g	36
Obrázek 3.2: Sklízecí mlátičky ze stanoviště č. 3	41
Obrázek 5.1: Graf průchodnosti sklízecích mlátiček	51
Obrázek 5.2: Graf relativních ztrát sklízecí mlátičky	52
Obrázek 5.3: Graf kvality drcení posklizňových zbytků	53
Obrázek 5.4: Graf čistoty a poškození zrna	54
Obrázek 5.5: Graf průměrné spotřeby.....	55
Obrázek 5.6: Graf plošné výkonnosti	56

Obrázek 5.7: Axiální sklízecí mlátičky 57

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Parametry sklízecích mlátiček Case IH	37
Tabulka 3.2: Parametry ostatních sklízecích mlátiček.....	38
Tabulka 3.3: Získané hodnoty ze stanoviště č. 1	39
Tabulka 3.4: Učení kvality drcení na stanovišti č. 1	39
Tabulka 3.5: Získané hodnoty ze stanoviště č. 2	40
Tabulka 3.6: Učení kvality drcení na stanovišti č. 2	40
Tabulka 3.7: Získané hodnoty ze stanoviště č. 3	42
Tabulka 3.8: Získané hodnoty ze stanoviště č. 4a.....	43
Tabulka 3.9: Učení kvality drcení na stanovišti č. 4a	43
Tabulka 3.10: Získané hodnoty ze stanoviště č. 4b	44
Tabulka 4.1: Výsledky ze stanoviště č. 1	45
Tabulka 4.2: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 1	46
Tabulka 4.3: Výsledky ze stanoviště č. 2	46
Tabulka 4.4: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 2	47
Tabulka 4.5: Výsledky ze stanoviště č. 3	48
Tabulka 4.6: Výsledky ze stanoviště č. 4a	49
Tabulka 4.7: Výsledek kvality drcení na stanovišti č. 4a.....	49
Tabulka 4.8: Výsledky ze stanoviště č. 4b.....	50