



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Bakalářská práce

Porovnání sklízecích mlátiček John Deere s tangenciálním
a axiálním mláticím ústrojím T670i a S770

Autor práce: Pavel Peterka

Vedoucí práce: Ing. Martin Filip

České Budějovice
2022

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 11.04.2022

.....
Podpis

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá porovnáním tangenciálního mláticích ústrojí a axiálního mláticích ústrojí z hlediska nákladů, kvality výmlatu, ztrát a výkonnosti. V práci je vysvětlen popis a technologie jednotlivých mláticích ústrojích a jejich principů. Dále jsou popsány další pracovní operace prováděné sklízecí mlátičkou během její činnosti. Pozornost je věnována i automatizaci, která se odráží v posuzované problematice.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, mláticích ústrojí, automatizace, výkonnost, porovnání mláticích ústrojí z hlediska nákladů, kvality výmlatu, ztrát a výkonnosti.

Abstract

The bachelor thesis deals with the comparison of tangential and axial threshers in terms of price, threshing quality, losses and performance. The thesis explains the description and technology of individual threshing and their principles. The following is a description of other operations performed by the combine during its operation (during the season). Attention is also paid to automation, which is reflected in the assessed issues.

Keywords: combine harvester, threshing system, automation, performance, comparison of threshing system in terms of cost, threshing quality, loss and performance

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Martinu Filipovi za cenné rady a odborné vedení mé bakalářské práce.

Dále si zaslouží velké poděkování společnost STROM Praha a.s. se sídlem ve Lnářích, a to zejména panu Ing. Janu Urbanovi, za vynikající spolupráci a ochotu za poskytnutí cenných materiálů ke sklízecí mlátičce John Deere T670i.

Nesmím opomenout ani na spolupráci a poděkování panu Marku Síkorovi za poskytnutí cenných, užitečných materiálů ke sklízecí mlátičce John Deere S770.

Obsah

Úvod.....	6
1 Hlavní části sklízecích mlátiček.....	7
1.1 Žací adaptér	7
1.1.1 Pasivní a aktivní děliče s prodlouženým žacím válem.....	8
1.1.2 Přiháňky a žací vál s noži.....	9
1.1.3 Průběžný šnekový dopravník	10
1.1.4 Kopírovací systém žacího adaptéru	10
1.1.5 Typy žacích adaptérů	11
1.2 Šikmý dopravník	11
1.3 Mláticí a čistící ústrojí.....	12
1.4 Ostatní části sklízecí mlátiček	12
2 Technické principy sklízecích mlátiček.....	13
2.1 Tangenciální mláticí ústrojí.....	13
2.1.1 Tangenciální jednobubnové mláticí ústrojí.....	13
2.1.2 Tangenciální dvoububnové mláticí ústrojí.....	15
2.1.3 Tangenciální vícebubnové mláticí ústrojí John Deere řady T	16
2.2 Axiální mláticí ústrojí.....	18
2.2.1 Podélný buben.....	18
2.2.2 Dvoububnové mláticí a separační ústrojí.....	19
2.2.3 Axiální mláticí ústrojí John Deere řady S	20
2.3 Hybridní mláticí ústrojí	21
2.3.1 Claas APS Hybrid	22
2.4 Separační ústrojí.....	23
2.4.1 Vytrásadlo dělené.....	23
2.4.2 Tangenciální separátor s bubny.....	24

2.4.3	Axiální separátor s rotorem.....	24
2.4.4	Kombinovaný separátor	25
2.5	Čistidlo	25
2.5.1	Části čistidla a jeho pracovní proces.....	25
2.6	Drtiče slámy	26
3	Automatické a asistenční systémy	27
3.1	Naváděcí systémy GPS	27
3.1.1	Systém GPS/DGPS	27
3.1.2	Systém GIS	27
3.2	Mláčení ve svahu.....	28
3.2.1	Mláčení za pomoci systému 3D a 4D	28
3.2.2	Standartní mlátičky	29
3.2.3	Svahové vyrovnávání.....	29
3.2.4	Podélné vyrovnávání.....	29
3.2.5	Příčné vyrovnávání.....	30
3.2.6	Příčné a podélné vyrovnávání	30
3.3	Pilotní systémy sklízecích mlátiček.....	30
3.3.1	Automatické nastavování sklízecích mlátiček	32
4	Metodika	35
4.1	Metodika stanovení šíře kontrolní plochy	39
4.2	Metodika stanovení absolutních a relativních ztrát sklízecí mlátičky během sklizně	39
4.3	Metodika stanovení spotřeba pohonných hmot na jednotku plochy u konkrétní plodiny	40
4.4	Metodika stanovení celkových výdajů za pohonné hmoty u sklízecích mlátiček za sklizňovou sezonu.....	41
4.5	Metodika stanovení celkové průměrné spotřeby pohonných hmot při sklizni	41

4.6	Metodika stanovení časové náročnosti sklízecích mlátiček pro sklizeň jednoho hektaru.....	41
4.7	Metodika stanovení na množství poškozených zrn.....	42
4.8	Metodika odměna lidská práce.....	42
4.9	Metodika stanovení investice na pořízení, provoz a ekonomika provozu... 43	
4.9.1	Hrubý obrat sklízecí mlátičky.....	43
4.9.2	Amortizace sklízecích mlátiček.....	43
4.9.3	Náklady sklízecích mlátiček na údržbu a provozuschopnost.....	44
4.9.4	Variabilní náklady sklízecích mlátiček.....	44
4.9.5	Skutečný výdělek sklízecí mlátiček.....	45
4.9.6	Minimální roční výkonnost pro zaplacení výdajů v rámci sklízecí mlátičky45	
4.10	Metodika pro hmotnostní a plošnou výkonnost.....	46
4.10.1	Hmotnostní výkonnost.....	46
4.10.2	Plošná výkonnost.....	46
5	Výsledky.....	47
5.1	Výsledky tangenciální sklízecí mlátičky John Deere T670i.....	47
5.2	Výsledky tangenciální sklízecí mlátičky John Deere S770.....	52
5.3	Porovnání mláticích konstrukcí.....	59
6	Diskuse.....	62
	Závěr.....	65
	Seznam použitých zdrojů.....	68
	Seznam obrázků.....	72
	Seznam tabulek.....	73

Úvod

Zemědělství tvoří hlavní pilíř základního zdroje obživy člověka. S rostoucí populací se zvyšují i nároky na pěstování plodin, produkci masa a vedlejší produkty. V důsledku toho rostou požadavky i na zemědělskou techniku a zařízení pro zachování a zvyšování rostlinné i živočišné produkce. Proto byl nutný vývoj a příchod nových technologií pro uspokojení poptávky a zachování udržitelnosti při velmi přísných kritériích.

Vývoj poznamenal i sklízecí mlátičky, které jsou jedny z nejsložitějších a zároveň nejdůležitějších zemědělských strojů. Od poloviny 20. století se jedná o samostatné stroje, které nahradily tradiční mlátičky poháněné externím zdrojem. Často to byl právě traktor, který pomocí řemenu obstarával pohon mlátičky. Staré sklízecí mlátičky byly velice jednoduché, neboť se na vývoj nekladly tak vysoké požadavky jako dnes. Jejich výkonnost a efektivita nedosahovala vysoké úrovně, proto jejich nasazení při sklizni bylo počtem několikanásobně větší než dnes. S příchodem nových technologií a znalostí se postupně začaly vyvíjet výkonnější sklízecí mlátičky. Konkurenční boj mezi výrobci sklízecích mlátiček urychlil jejich vývoj, který znamenal postupné snižování počtu sklízecích mlátiček. Dnes se běžně můžeme setkat s jednou sklízecí mlátičkou na celou výměru obhospodařovaných pozemků, která zvládne sklídit veškerou úrodu. Bohužel výkonnost sklízecích mlátiček nezávisí jen na samotné sklízecí mlátičce. Výkonnost sklízecích mlátiček především závisí na vhodných podmínkách pro sklizeň dané plodiny a počasí. U výkonnějších strojů není problém atakovat výkonnost 800 až 1 000 ha ročně. Když bychom připočítali i sklizeň kukuřice na zrno, dostáváme se nad hranici 1 000 ha ročně.

Při takovémto vysokém vytížení a závislosti na výsledcích hospodaření je velice důležité ekonomické hledisko provozu. Pro uživatele a zároveň majitele jsou důležitými aspekty také náklady, kvalita zrna a výmlatu, ztráty a v neposlední řadě i výkonnost. Proto výběr té nejvhodnější sklízecí mlátičky je velice složitý a často individuální. Vše se odvíjí od geografických podmínek, typu sklízených plodin, velikost jednotlivých obdělávaných pozemků a celkové výměry pozemků, ale i podle dostupnosti servisu. Sklízecí mlátičku volíme na několik let. Je třeba vzít v úvahu všechna hlediska při investování několika milionů korun za pořízení nové sklízecí mlátičky.

1 Hlavní části sklízecích mlátiček

Základních částí sklízecích mlátiček jsou nezbytné pro jejich správný chod. Do hlavních částí sklízecích mlátiček řadíme žací adaptér, šikmý dopravník, mláticí a čistící ústrojí. Jednotlivá ústrojí jsou na sebe závislá a pracovní operace velice náročné. (Červinka & Sedlák & Trunečka, 2003)

1.1 Žací adaptér

Jako první do styku se sklízenou plodinou přicházejí děliče. Ty mohou být buďto pasivní nebo aktivní. Nasazení těchto děličů závisí na druhu sklízené plodiny. Dělič oddělí sklízenou plodinu od zbytku porostu a zároveň přikloní plodinu do žacího adaptéru. U většiny sklízených plodin se využívají pasivní děliče. U plodin jako je řepka olejná se používají aktivní děliče. Jako další přichází do styku s porostem přiháněče s žací lištou. Žací lišta společně s přihánkami uloží sklízenou hmotu do žacího válu. V žacím válu je sklízená hmota soustředěna ke středu pomocí průběžného šnekového dopravníku. Pohon žacího adaptéru obstarává kloubová hřídel, která je připojitelná na výstupní hřídel umístěnou na šikmém dopravníku. Výstupní hřídel je poháněna pomocí řemene nepřímo od agregátu sklízecí mlátičky. Ovládání hydrauliky a nastavování jednotlivých parametrů obstarává multifunkční hlavice, ve kterém jsou umístěny hydraulické hadice a elektrické konektory. (Heřmánek & Kumhála, 1997)

Dříve sklízecí mlátičky mohly disponovat skládacími žacími adaptéry. Tyto žací adaptéry jsou limitovány pracovním záběrem. Skládání žacích adaptéru bylo prováděno z kabiny sklízecí mlátičky. Toto unikátní řešení představila firma Claas, která mimo jiné představila také AUTO-COUNTOUR. Postupně i ostatní výrobci nabízejí pružné žací vály. Vhodnost se uplatňuje zejména u velkých sklízecích mlátiček a při velkých pracovních záběrech. (Kroupa & Hůla & Kovaříček, 2002)



Obrázek 1.1: Žací adaptér

1.1.1 Pasivní a aktivní děliče s prodlouženým žacím válem

Pasivní (celistvý) dělič využíváme především při sklizni zrnin. Uchycení děliče je na boku bočnice žacího adaptéru pomocí šroubů. Pro přepravu na přepravním vozíku jsou pasivní děliče sklopné. (Miu, 2017)

Dále se pasivní děliče rozdělují na krátký špičkový dělič, dlouhý torpédový dělič a obloukový dělič. V případě dlouhého torpédového děliče je složení následující – jako první přijde do kontaktu hrot, následuje střední horní díl, vnitřní a vnější díl. Tento typ pasivního děliče je nejvíce využíván. Všechny tyto zmiňované části jsou uchycené k bočnici žacího stolu. (Fríd, 2014)

Aktivní děliče jsou protiběžné kosy poháněné hydromotory. Levá kosa bývá vypínatelná pomocí ovládacího tlačítka z kabiny sklízecí mlátičky. Z pohodlí kabiny lze měnit jejich rychlost. Pro sklizeň řepky olejné je důležitý i delší žací vál. Ten v dřívější dobách býval připojitelný k žacímu adaptéru. To v současné době neplatí. Dnes máme tzv. vario lišty, které pomocí hydrauliky umí změnit délku žacího válu podle potřeby. Následně se demontují pasivní děliče, namontují aktivní a připojí se ovládací hydraulické hadice. (Miu, 2017)



Obrázek 1.2: Aktivní dělič

1.1.2 Přihánky a žací vál s noži

Pro správnou funkci přihánek je důležité dodržení několika pravidel. Přihánky se pouští maximálně do 1/3 výšky porostu a jejich rychlost musí být větší než rychlost pojezdového kola. (Janotka, 2017)

Dále pro optimální uložení porostu do žacího válu je nutné nastavovat nejen výšku, ale i vzdálenost přihánek vpřed a vzad od žacího válu. Není dnes výjimkou, že prsty přihánek jsou vyrobené z pružného plastu. Přihánky jsou umístěné na postranních vodících ramenech, díky kterým můžeme měnit výšku a vzdálenost od průběžného šnekového dopravníku. Přihánky jsou řízené za pomoci excentrického mechanismu nebo vačkové dráhy. (Červinka & Sedlák & Trunečka, 2003)

Vpředu válu se nalézá žací kosa, která se skládá z nožů. Tyto nože jsou vyměnitelné a uchycené pomocí šroubů, dříve nýtů. Tyto nože prochází prsty, které jsou uchycené na žacím adaptéru. Také jej lze vyměnit v případě poškození, ale co je důležitější, je nastavení těchto prstů. Prsty se musí nastavit výškově, aby nedocházelo k velkému tření mezi prsty a noži. Samotná žací lišta je zakončena a uchycena v tzn. krku. Pomocí tohoto krku, který je uchycen zároveň k převodové skříni, vykonává žací lišta přímočarý pohyb. Tento pohyb mění převodovka, která je poháněná řemenem. (Kroupa & Hůla & Kovaříček, 2002)

terénu naklápí žací adaptér pomocí pístnic na obrazové desce, jež je umístěná na šikmém dopravníku. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

Počet plazů či hmatačů závisí na pracovním záběru. Pro správnou funkci a udávání pokynů pro vyrovnání slouží potenciometry, které udávají hodnoty pro počítáč. Jejich umístění závisí na provedení daným výrobcem. Pro správnost účinku je zapotřebí občasná kalibrace a optimální nastavení táhel u potenciometrů. (Janotka, 2017)

1.1.5 Typy žacích adaptérů

Pro sklízecí mlátičku existují spousty typů žacích adaptérů. V současné době každý výrobce nabízí svůj žací adaptér pro svojí sklízecí mlátičku. Základním žacím adaptérem je adaptér pevný neboli celistvý. Další nabízenou možností je vertikálně skládaný žací adaptér, jehož problémem je omezený pracovní záběr. Tento typ nenabízí více než 6 metrů pracovního záběru. (Kroupa & Kovaříček & Hůla, 1998)

Nejvíce rozšířené žací adaptéry jsou vario žací adaptéry s proměnnou délkou žacího válu. Zde je velice široký výběr žacích adaptérů z hlediska pracovního záběru. Poměrnou novinkou jsou žací adaptéry založené na technologii flexibilní. Potkat se s nimi lze pod označením FlexiDrop. V případě sklizně ostatních plodin se nabízí adaptér pro sklizeň kukuřice, adaptér pro sklizeň slunečnice. A v případě dvoufázové sklizně mají možnost agregace se sběracími adaptéry. (Miu, 2017)

1.2 Šikmý dopravník

Na šikmém dopravníku je připojen žací adaptér, který tok materiálu usměrňuje ke středu. Zde hmotu přebírá šikmý dopravník a posouvá hmotu k mláticímu ústrojí. Na konci je šikmý dopravník zakončen lapačem kamenů, aby se eliminovala možnost poškození mláticího ústrojí. Šikmý dopravník je složen z hřidel, vkládacích řetězů a latí. Počet řetězů se odvíjí podle výkonnosti, šířky a délky sklízecí mlátičky, ale zpravidla se využívají většinou tři nebo čtyři vkládací řetězy, na kterých jsou střídavě připevněny latě. Správné napnutí řetězu se provádí za pomoci seřizovacího elementu, který mění vzdálenost hřidel šikmého dopravníku. V případě poškození se nacházejí na šikmém dopravníku obslužná okénka. Nechybí zde ani ventilátor pro odsávání prachu ze žacího adaptéru. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)



Obrázek 1.4: Šikmý dopravník

1.3 Mláčící a čistící ústrojí

Mláčící ústrojí má za úkol uvolnit co nejvíce zrna z klasů. Při této složité pracovní operaci nejenže dochází k uvolnění zrna, ale také dochází k rozrušení slámy a plevelnatých rostlin. Při uvolňování zrna nesmí dojít k jeho poškození. Mimo jiné zpracovaný materiál mláčící ústrojí rozděljuje na jemný a hrubý omlat. Hrubý omlat se dopravuje pomocí výstupní mezery a odmítacího bubnu na separátor či vytrásadlo. Jemný omlat společně s uvolněným zrnem propadává skrz mezery v mláčícím koši. Tato operace ulehčuje práci separátoru či vytrásadlu. V dnešní moderní době nechybí ani automatické systémy, které kontrolují kvalitu mláčení na základě čidel a kamer. A podle daných požadavků, které vyšle řídicí jednotka, automatika upraví nastavení celé sklízecí mláčičky. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

1.4 Ostatní části sklízecí mlátiček

Každou sklízecí mlátičku pohání agregát. Vhodný agregát se volí podle výkonnosti a energetické náročnosti sklízecí mlátičky. Agregát pohání veškeré funkce sklízecí mlátičky. Často se jedná o pohon pomocí řemenů nebo kloubových hřídelí. Agregát bývá zpravidla vznětový a přeplňovaný. Přes dodávaný výkon však musí splnit danou emisní normu. Další částí je zásobník vymláčeného zrna. S rostoucími velikostmi jednotlivých ústrojí roste i objem zásobníku. Mezi důležité parametry dále patří rychlost vyprázdnění a výška, ze které lze vyprazdňovat. (Repán, 2020)

2 Technické principy sklízecích mlátiček

Konstrukce sklízecích mlátiček se zakládá na dvou typech mláticího ústrojí. Jedná se o tangenciální mláticí ústrojí a axiální mláticí ústrojí. Z hlediska časového se v případě tangenciální mláticího ústrojí jedná o dřívější nasazení do sklízecích mlátiček oproti axiálnímu mláticímu ústrojí, které přišlo až později v 80. letech 20. století. Zároveň je tangenciální mláticí ústrojí nejvyužívanější. Z jednoduchých konstrukcí se postupně stávaly složitější konstrukce o více rotorech či bubnech. Vývoj některých mláticích konstrukcí byl jejich milníkem vývoje. Jiné zase úspěšným základem pro konstruktéry, kteří se snaží ještě více zdokonalit dané konstrukce a případně zvětšit mláticí, separační a čistící plochy. Pro eliminaci lidského faktoru napomáhají různá čidla a automatické procesy, které z části nebo úplně nahrazují úkony obsluhy. Lze ale nalézt i oba typy mláticího ústrojí v jedné sklízecí mlátičce. Jedná se tzv. hybridní mláticí ústrojí, které se zakládá na tangenciálním mláticím bubnu, jenž je doplněn o axiálně uložený separační válec či válce. Tento typ čerpá výhod a kompromisu mezi tangenciálním a axiálním mláticím ústrojím. (Pastorek, 2002)

2.1 Tangenciální mláticí ústrojí

Historie tangenciálního mláticího ústrojí sahá až na začátek 20. století, kdy se postupně rozvíjely samohodné sklízecí mlátičky, které se řadí mezi nejvíce využívané technologie ve sklízecích mlátičkách. Technologie je založená na jednom nebo dvou rotujících mláticích bubnech. Těch může být zpravidla i více, v závislosti na konstrukci. Mláticí buben doplňuje výškově stavitelný mláticí koš. Následuje odmítací buben, který usměrňuje tok materiálu. Ač je konstrukce a koncepce tangenciální mláticího ústrojí daná, přesto každý výrobce sklízecích mlátiček přichází s inovativním řešením. Výrobci stále navrhují, testují a následně vyrábějí inovované tangenciální mláticí ústrojí svého typu. Za přední výrobce jsou považovány firmy John Deere, Claas a New Holland. I přes nejrozšířenější koncepci mláticího ústrojí světový výrobci nabízejí své sklízecí mlátičky založené na koncepci axiální či hybridní. (Janda, 2012)

2.1.1 Tangenciální jednobubnové mláticí ústrojí

První tangenciální samohodné mlátičky byly vybaveny jedním rotujícím bubnem a výškově stavitelným košem. Nyní na obvodu mláticího bubnu jsou nosiče mlatky, na kterém jsou upevněny mlatky pomocí zapuštěných šroubů. Tyto mlatky jsou upevněny střídavě. Jedná se o pravé a levé rýhování, které způsobuje axiální kmitání procházející hmoty. Proto je nutné dbát na montáž mlatky po páru a upevňovat je naproti sobě.

Hřídel mláticího bubnu je ložena na dvou ložiskách. O pohon se stará převážně více drážkový řemen poháněný přímo od motoru. Jedná se o nejvíce zatížené poháněné zařízení. Kvůli vysokým otáčkám, které jsou plně měnitelné pomocí variátoru, hydrauliky a elektricky, je důležité dbát na statické a dynamické vyvážení mláticího bubnu. Rozměry mláticího bubnu se odvíjí na velikosti mlátičky. Přesto se průměr mláticího bubnu pohybuje mezi 0,4 až 0,7 metru a jeho délka od 1,1 až 1,7 metru. Podle hmotnostního průtoku hmoty se nastavují požadované otáčky, které zpravidla bývají mezi 500 až 1500 ot.min⁻¹. (Fríd, 2014)



Obrázek 2.1: Tangenciální mláticí buben (Agroportal24h.cz, 6/2019)

Mláticí koš umístěn pod mláticím bubnem ho zesponu obepíná ze 40-50 % obvodu mláticího bubnu. Opásání mláticího koše bubnem vychází mezi 110-150°. Skládá se z jednoho dílu, ve výjimečných případech můžeme nalézt dvojdílný mláticí koš. Koš může být doplněn výběhovým prutovým roštem. Mláticí koš je složen z bočnic, ve kterých jsou upevněny obdélníkové lišty. Těmito lištami procházejí obloukové ocelové pruty. V tomto celku můžeme naleznout mezery o velikosti 20 x 40 mm. Není výjimkou užití menších mezer na začátku a na konci mláticího koše oproti prostředku. Aby byl koš výškově stavitelný, je zavěšen na soustavě táhel, které mění jeho výšku vůči mláticímu bubnu. Právě změnou délky táhel nastavujeme tzn. mezeru mláticího koše vůči mláticímu bubnu. U moderních mlátiček je změna výšky prováděna hydraulicky. Při ucpání mláticího bubnu lze zvětšit mezeru až na 80 mm. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

U některých plodin se vybízí i použití klasňového plechu, lišt nebo síťové vložky pro výmlat jetelovin. Veškeré příslušenství se upevňuje na začátek mláticího koše. Mezera mláticího koše vůči bubnu se nastavuje podle sklízené plodiny. A to v rozsahu vstupu 11 až 55 mm a na výstupu 2 až 40 mm. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

2.1.2 Tangenciální dvoububnové mláticí ústrojí

Tento typ mláticího ústrojí využívá pro mlácení plodin dvou mláticích bubnů. Z čehož je první mláticí buben urychlovací a druhý mláticí. Při tomto uspořádání má druhý buben dělené mlatky, které jsou uspořádány do šroubovice. Mláticí koš zůstává běžné konstrukce. Mezi prvním a druhým bubnem nenalezneme odmítací buben. Není výjimkou toto řešení nalézt u některých konstrukcích. V případě dvoububnového mláticího ústrojí se jedná o diferencovaný výmlat. První urychlovací mláticí buben má za úkol uvolnit zrno s menší pevností vazby zrna v klasu. Převážně se jedná o střední část klasu. Zatímco druhý mláticí buben uvolní zrno s větší pevností vazby zrna v klasu, a to v krajních poloh. Opásání prvního bubnu je menší než v případě druhého mláticího bubnu. Stejně pravidlo platí i o otáčkách, které jsou také nižší. Přesto první buben uvolní nejkvalitnější zrno. To ze 70 % propadne mláticím košem. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

Druhý buben dokončuje výmlat zbylých zrn. Pokud obsluha správně seřídí mláticí ústrojí, dochází ke zmenšení nedomlatků a poškození zrna. Zvětšení plochy mlácení má za následek méně uvolněného zrna, které pokračuje na separaci. To má za následek i menších ztrát. V případě sklizně suchého obilí dochází k narušení slámy a snížení separačního účinku. Nevýhodou při sklizni vlhkého či zaplaveného porostu je zalepení mláticího koše. Přestože má dvoububnové mláticí ústrojí větší účinnost a výkonnost, bere si daň z pohledu energetické náročnosti. (Fríd, 2014)

Princip pracovního procesu výmlatu obilní hmoty je následující. Mláčená hmota je vkládána klasy napřed do mláticího ústrojí, a to kolmo na mláticí buben. Ve směru nejlépe radiálním nebo co nejvíce poloze blízké radiální. Šikmý dopravník dopraví hmotu s rychlostí 3,1 až 3,5 m.s⁻¹. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

Když hmota vstupuje do mláticího ústrojí, nastává úder mlatky do hmoty a uvolnění velkého množství zrn. Při tomto procesu dochází rovněž i k narušení slámy. Sklízená hmota je zachycena mláticím bubnem a vtažena mezi mláticí buben a mláticí koš. V tuto chvíli se její pohyb mění v tangenciální. Díky menší mezeře mezi mláticím bubnem a mláticím košem u výstupu, dochází ke tření hmoty o lišty a pruty mláticího

koše. Zároveň je z vnitřní strany urychlována mlatkami mláticího bubnu. Tím dochází k roztažení vrstvy hmoty. Tento jev společně s třecími, kmitajícími a zrychlujícími silami přináší další uvolňování zrna a narušení slámy. (Fu & Chen & Han & Ren, 2018)

Díky vysoké rychlosti mláticího bubnu mlatky předbíhají protahovanou hmotu, takže úder mlatek do hmoty se několikrát opakují. V případě sklizně obilovin se jedná o obvodovou rychlost mlatek mezi 28 až 32 m.s⁻¹. Zatímco střední rychlost hmoty v mezeře se pohybuje mezi 11 až 12 m.s⁻¹ a maximálně až 15 m.s⁻¹. Jako následek předbíhání mlatek a pružnosti hmoty, která je stlačena o pomoci lišty mláticího koše. Proto hmota expanduje do volného prostoru mezi mlatky, buben, lišty a pruty koše. Dochází k neustálému opakování tohoto jevu, tím vzniká kmitání v radiálním směru. Kvůli střídavému rýhování mlatek dochází k vychylování hmoty v horní části vrstvy. To vyvolává s přihlédnutím ke spojitosti vrstvy k jejímu kmitání v axiálním směru. Složením radiálního a axiálního kmitání vzniká prostorové kmitání. Frekvence tohoto prostorového kmitání je úměrná počtu otáček mláticího bubnu a počtu mlatek. To má za následek přispívání k dalšímu uvolňování zrna. V tomto případě je urychlovacím mláticím bubnem hmota urychlována až na rychlost 12 m.s⁻¹. Omlat následně nabírá rychlost až 20 m.s⁻¹ a to díky druhému mláticímu bubnu. Poté odmítací buben zpomalí rychlost hmoty až k rychlosti 2 m.s⁻¹ z důvodu započatí separace hrubého omlatu již od začátku vytrásadla, a to nejlépe konstantní rychlostí. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

Ventilační účinky nastávají díky rotujícímu mláticímu bubnu. Část tohoto vzduchu proniká až za mláticí koš, kde může způsobovat víry. Zrno propadá díky odstředivé síle a hmotnosti zrna. Procházející vzduch jej může podporovat a zároveň v případě vírů zhoršovat. Další přínos ventilačních účinků je zlepšení vtahovací schopnosti hmoty a snížení namotávání hmoty na mláticí buben. Celý mláticí proces jako takový je velice náročný, složitý a nejde nijak uspěchat. (Kroupa & Kovaříček & Hůla, 1998)

2.1.3 Tangenciální vícebubnové mláticí ústrojí John Deere řady T

Pro zdokonalené mlácení zrna se americká firma John Deere zaměřila na mláticí ústrojí jako takové. Po dlouhé době vývoje, testování a před produkční řady přichází s koncepcí jedinečného řešení tangenciálního vícebubnového mláticího ústrojí. Mláticí ústrojí firmy John Deere, které využívá v modelové řadě T, se skládá z pěti mláticích bubnů. Jako první do styku s hmotou přichází mláticí buben, který doplňuje odmítací buben. Tok hmoty dále pokračuje na třetí mláticí buben po horním obvodu přes rotační

separátor. Mláčící ústrojí uzavírá odmítací buben s přídatnou separací. John Deere se za pomoci pěti mláčících bubnů snaží docílit co největšího podílu uvolnění zrna a narušení slámy ještě dříve, než se hmota posune k vytrásadlům. Počet vytrásadel závisí na modelové řadě. Pokud modelová řada začíná pětikou, sklízecí mlátička disponuje pěti vytrásadly. V případě označení modelové řady šestkou máme k dispozici šest vytrásadel. John Deere přichází na trh s řešením, které přináší nejen vyšší účinnost, výkonnost, ale i energické zatížení. Dalším důsledkem je menší zatížení separační části. Díky menšímu zatížení separační části můžeme využívat širší pracovní záběry žacích adaptérů. A to celé při minimálních ztrátách a vysoké pojezdové rychlosti, která se odráží ve výkonnosti. Nechybí ani hospodárná energetická jednotka. (Deere.cz T, 2021)

Výrobce John Deere zkombinoval vysoký mláčící výkon s maximální šetrností ke slámě. Vše při minimálních ztrátách, a to i při veliké denní hektarové výkonnosti. Společně s unikátním svahovým vyrovnáváním HillMaster je schopna sklízecí mlátička řady T sklízet do svahu až 22°. Systém HillMaster umožňuje vyrovnání síťové skříně a zároveň je schopný vyrovnávat celou sklízecí mlátičku. (Strompraha.cz, 2020)

Zásadní změny nezůstaly jen u inovovaného mláčícího ústrojí. Výrobce John Deere přizpůsobil patřičně k mláčícímu ústrojí i šikmý dopravník. Prodloužil jej, což vede ku prospěchu při pohledu z kabiny sklízecí mlátičky. Obsluha má takto lepší výhled na dění kolem žacího adaptéru a šikmého dopravníku. Prodloužení šikmého dopravníku mělo však důležitější efekt. Jedná se o přísun toku materiálu, který je více rovnoměrný a rozprostřený. Díky tomu dochází k plynulejšímu plnění mláčícího ústrojí. Nutné bylo přizpůsobit i separační a čistící část. Výrobce John Deere zvětšil aktivní plochu vytrásadel. Jedná se o 7° vytrásadla o počtu pěti nebo šesti vytrásadel dle výkonnosti sklízecí mlátičky. (Agrozet.cz, 2022)

Velké změny došlo hlavně vícebubnové mláčící ústrojí, které bylo optimalizováno oproti minulé generaci. Výrobce John Deere zvětšil opásání mláčícího koše o 8°. Další změna se udála v separačním bubnu, kde výrobce zvětšil průměr z 660 mm na 800 mm. Zvětšování neminulo ani odmítací buben, jehož průměr nyní činí 500 mm. Toto zvětšování průměrů jednotlivých bubnů však nemá vliv na materiál a jeho tok. S příchodem nové generace nepřichází jen zvětšování mláčícího a čistícího ústrojí. Změny se odehrávaly v typech převodového ústrojí i v rychlosti pojezdu s možností dovybavit sklízecí mlátičku pohonem všech kol. Rychlost při přepravě se zvýšila na 40 km. h⁻¹

a to i v případě polopásové verze, kde pásy zaujímají prostor místo běžných kol s gumou. (John Deere, 2017)



Obrázek 2.2: Vícebubnové mláticí ústrojí John Deere řady T (John Deere, 2017)

2.2 Axiální mláticí ústrojí

Druhým typem mláticího ústrojí je axiální mláticí ústrojí, které se zásadně liší způsobem v získávání zrna oproti klasickému tangenciálnímu mláticímu ústrojí. Možností uspořádání a počtu variant je bohaté množství. A podle uspořádání jej lze rozdělit na čtyři varianty. Nejvíce využívanou variantou je podélný buben společně s dvěma podélnými bubny. Méně známou variantou se nabízí varianta příčného bubnu či příčného i podélného bubnu. Podle varianty se nám mění tok hmoty. Před axiálním mláticím ústrojím se rovněž nachází šikmý dopravník stejného typu. S rozdílem, že bývá kratší a užší. (Kroupa & Kovaříček & Hůla, 1998)

2.2.1 Podélný buben

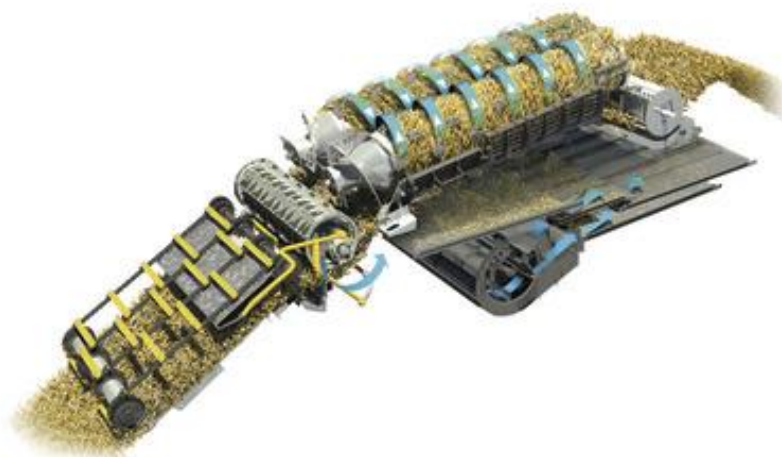
V případě varianty podélného bubnu je hmota zachycena lopatkami vkládacího šneku. Za doprovodu vodících lišt je hmota vtahována mezi rotor a koš. Buben jako takový je rozdělen na dvě části, na mláticí část a separační část. V mláticí části jsou stejně jako u tangenciálně umístěného bubnu umístěny mlatky. Rozdílem je, že některé mlatky jsou uloženy i axiálně a tvarovány do šroubovice. V této části dochází k uvolňování zrna na principu postupného vytírání zrna a separace jemného omlatu. Rychlost rotace obilné hmoty rotující mezi bubnem a pláštěm se rovná $1/3$ obvodové rychlosti bubnu. Axiální posun hmoty je zapříčiněn vodícími lištami, který tok hmoty posouvají. Mezitím hrubý omlat putuje do druhé separační části. Rotaci v této části zapříčiňují

separační lišty. Následkem je další separace jemného omlatu separačním košem. Vodící lišty dopravují slámu z mlátičky ven. Jemný omlat, který propadne mláticím košem a část jemného omlatu propadlý separačním košem, jsou dopravovány několika šnekovými dopravníky do čistidla klasické koncepce. Část jemného omlatu putuje přímo do čistidla separačním košem. V případě nevymláčeného zrna ve slámě, může zrno propadnout za odmítacím bubnem na zadní konec úhrabečného síta. (Miu, 2017)

2.2.2 Dvoububnové mláticí a separační ústrojí

Oproti jednobubnovému axiálnímu ústrojí jsou zde použity dva menší bubny uloženy axiálně. Často se tyto bubny otáčejí proti sobě v pevných válcových pláštích. V porovnání této koncepce s koncepcí klasického tangenciálního mláticího ústrojí se došlo k závěru o zvýšení hmotnostního průtoku až o 25 % při stejných sklizňových podmínkách a ztrátách. Co se týče poškození zrna, bylo u axiální mlátičky poloviční, a to při vyšší čistotě a lepší klíčivosti zrna. V porovnávaném měřítku nevydrolených zrn a narušení slámy bylo vyšší. (Fríd, 2014)

Kvalita mlácení je ovlivněna i náklonem axiální sklízecí mlátičky díky terénu. U náklonu na levou stranu je práce axiální mlátičky lepší než u tangenciální. V případě opačném je to přesně naopak. V porovnání s tangenciální mlátičkou přináší axiální mlátička větší výkonnost, zároveň však větší energickou náročnost. U kukuřice na zrno axiální mlátička dosahuje o 50 % většího hmotnostního průtoku oproti obilným rostlinám při nízkých ztrátách. Pro správnou práci axiální sklízecí mlátičky je důležité její seřízení, které je značně složitější než v případě tangenciální mlátičky. (Fu & Chen & Han & Ren, 2018)



Obrázek 2.3: Dvourotorové axiální mláticí ústrojí (Agroportal24h.cz, 6/2019)

2.2.3 Axiální mláticí ústrojí John Deere řady S

Axiální sklízecí mlátička John Deere řady S využívá výhod jednoho axiálního rotoru. V podobě lepší kvality zrna a slámy než v případě jakéhokoliv hybridního mláticího ústrojí. Další výhodou je sklizeň mnoha plodin při vysokém denním výkonu nepodepsaných na ztrátách a kvalitě zrna. Čistící plocha dosahuje hranice 6 m², tím dochází k časové prodlevě plodiny strávené na sítích, čímž se využívá maximálního času pro čistění a minimalizují se ztráty na minimum. Tomu napomáhá aktivní domlacování, které zvyšuje kapacitu sklízecí mlátičky a zaručuje kvalitu zrna, slámy při nízké spotřebě paliva. (Deere.cz S, 2021)

Jeden axiální rotor o velkém průměru je rozdělen na čtyři úseky. Prvním úsekem je vkládání, doplněné o vkládací buben, který urychluje a plynule plní rotor sklízeným materiálem. Následuje úsek mlácení sklízeného materiálu. Pro mlácení je uzpůsoben tvar rotoru a přizpůsobujeme počet otáček rotoru z pohodlí kabiny. Třetím úsekem je separační část rotoru, která tvoří podstatnou plochu rotoru. Jako poslední čtvrtým úsekem je vyskladňování, kterému napomáhá rotor s podávacím bubnem pro celoplošné rozvrstvení v celé šířce drtiče. U vyšších modelů, konkrétně u modelu S780 a S790 můžeme nalézt samostatný domlaceč. V druhé generaci současně řada S i T přichází se systémem ICA2, který je popsán níže. (Strompraha.cz, 2020)

Díky tomuto řešení může sklízecí mlátička John Deere řady S sklízet kukuřici i slunečnici. Napomáhá tomu i excentricky uložený rotor, který využívá větší intenzity separace. Hlavní prací je však sklizeň obilovin, plnění rotoru probíhá třemi proudy

toku materiálu v průřezu 270° . V jednotlivých částech rotoru se mění i jeho tvar a jednotlivé segmenty umístěné po obvodu rotoru. Obsluha může měnit jeho otáčky a dále nastavovat mezeru na koši a bubnu. Intenzitu separace lze ovlivnit elektricky, to znamená navýšení nebo ubrání času materiálu stráveným v separačním ústrojí. Pro toto řešení se nabízí nespočet žacích adaptérů o různých pracovních záběrech. Rovněž vybaví sklízecí mlátičku systémem HillMasteru. Oproti řadě T to ale nese značná omezení. Například na velikost objemu zásobníku a maximálního pracovního záběru. Systém je zcela automatický, v případě potřeby jej lze přepnout do manuálního režimu. (Agrozet.cz, 2022)



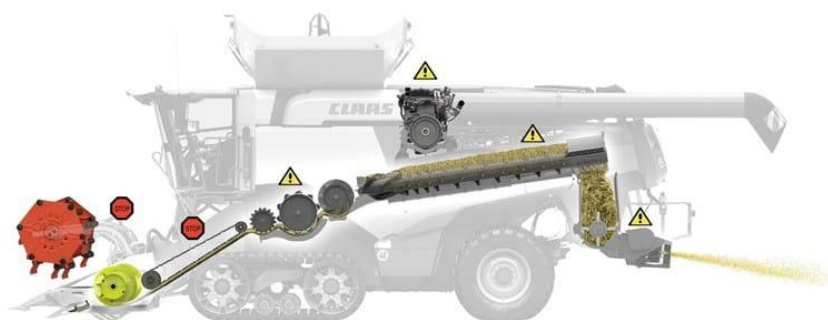
Obrázek 2.4: Jednorotorové mláticí ústrojí John Deere řady S (John Deere, 2018)

2.3 Hybridní mláticí ústrojí

Tento typ mláticího ústrojí kombinuje přednosti dané koncepce. Většinou se jedná o tangenciální mláticí ústrojí doplněné o axiální separaci nebo jiné typy separačních ústrojí. S rostoucími pracovními záběry žacích adaptérů nastává problém se zpracováním sklizené hmoty. Proto se výrobci snaží zvedat výkony všech komponentů sklízecí mlátičky a kombinovat dané koncepce pro zachování vysoké průchodnosti při vysoké kvalitě mlácení a s minimem ztrát. Průchodnost se udává v tunách za hodinu. Ty nejnovější a nejvýkonnější sklízecí mlátičky se s průchodností pohybují i ke $100 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Údaj průchodnosti u sklízecích mlátiček vede ke konkurenčním bojům a předhánění výrobců při prodeji svých mlátiček u potenciálních zákazníků. (Agroportal24h.cz, 8/2019)

2.3.1 Claas APS Hybrid

Světový výrobce Claas přišel se svou unikátní koncepcí již před 25 lety. Poprvé ji využil u svého modelu Lexion 480, v té době se jednalo o nejvýkonnější sklízecí mlátičku na světě. Později se rozrůstaly modelové řady a hybridní mláticí ústrojí zaujmulu nejvyšší modelové řady, kde právem zastává jednu z nejvýkonnějších mlátiček na světě. Oblíbenost této koncepce byla obrovská, a proto firma Claas rozšířila možnost hybridního mláticího ústrojí do menších modelových řad. Firma Claas v roce 2020 představila novou modelovou řadu 8000, která se za pomoci hybridního mláticího ústrojí opět řadí mezi nejvýkonnější sklízecí mlátičku vůbec. Základ zůstává stejný, hybridní mláticí ústrojí APS Hybrid, který je doplněn o automatické systémy. Zásadní změnou oproti staršímu provedení je větší napřímenost toku sklízené hmoty napříč šikmým dopravníkem a mláticím ústrojím. (Agrall.cz, 2019)



Obrázek 2.5: Hybridní mláticí ústrojí Claas APS Hybrid (Agroportal24h.cz, 6/2019)

Jedná se o klasickou koncepci tangenciálního mláticího doplněno o axiální separační ústrojí, kterými jsou dva separační rotory. Firma Claas umístila urychlovací mláticí bubnu před hlavní mláticí bubnu, čímž došlo k urychlení toku materiálu a lepšímu rozložení hmoty. U axiální separační části se jedná o excentricky uložené separační rotory patentované pod označením Roto Plus, které jsou obepnuty dvěma oddělenými koši. Díky výstupkům umístěným do tvaru šperkovnice dochází k načechrávání a posunu separovaného materiálu pryč z mlátičky. Od prvního představení se změnilo pouze parametry mláticích bubnů a separačních rotorů. Průměr bubnu nyní činí 600 mm a jeho šířka 1700 mm. Dalším vylepšením prošly axiální rotory, u kterých došlo k jejich prodloužení. Těmito změnami parametrů docílili konstruktéři větších mláticích a čistících ploch. Často sklízecí mlátička byla polopásová, pod označením Ter-

raTrac a dokázala vyvinout přepravní rychlost 40 km/h. Hybridními mlátičkami se nezabývala jen firma Claas, ale i firma Fendt. Avšak ten nedosáhl takového úspěchu. (Fu & Chen & Han & Ren, 2018)



Obrázek 2.6: Sklízecí mlátička Claas Lexion 750 TerraTrac

2.4 Separační ústrojí

Hlavním úkolem separačního ústrojí je oddělit z hrubého omlatu jemný omlat. Jemný omlat přivést na čistidlo a slámu dopravit z mlátičky ven, buď to jí uložit do řádku do strniště nebo rozdrtit v celé šíři pracovního záběru. Ve slámě se nesmí nacházet zrno, protože to by představovalo ztráty nedokonalou separací. Separace je také velice důležitým procesem, který společně s mláticím ústrojím tvoří veškerou pracovní činnost. I zde si světoví výrobci inovovali separační ústrojí po svém. Světoví výrobci se předhánějí ve velikosti aktivní separační a celkové plochy čistícího ústrojí. Tato plocha se uvádí v m². I separační část neminula automatizace a automatické systémy. Podle konstrukce se separační část rozděluje na vytřásadlový, rotační tangenciální nebo axiální a kombinovaný (tangenciální s vytřásadlem apod.). (Heřmánek & Kumhála, 1997)

2.4.1 Vytřásadlo dělené

Vytřásadla klávesového typu, u kterých se počet dílů odvíjí podle šířky mlátičky. Většinou můžeme nalézt čtyři až šestidílné díly vytřásadel. Každá tato klávesa je tvořena žlabem se stupňovitým pracovním povrchem se sklonem 3 až 7°. Klávesa je zároveň opatřena pevným žaluziovým sítím se sklonem žaluzií 45° nebo roštovým povrchem. Klávesy jsou na bocích opatřeny hřebeny s jednostranně zkosenými zuby. Z toho první

jsou opatřeny lištami se šikmými hřeby nebo plechovými hřebeny. Tímto docílíme omezení zpětného skluzu slámy, roztažení, rovnoměrnosti a plynulého posuvu při příčném sklonu sklízecí mlátičky. Jemný omlat propadává sítovým povrchem vytrásky a dopadá na její dno, kde se posouvá po spádové desce na koncovou část, stupňovitou vynášecí desku, kde se také nachází jemný omlat propadlý na mláticím koši. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

Výkonné sklízecí mlátičky využívají klávesy bez dna a u dopravy jemného omlatu na vynášející desku či čistidla spoléhají na kývající spádovou desku nebo řadu šikmo uložených šnekových dopravníků, které jsou umístěné pod vytrásadlem. U některých výrobců můžeme nalézt inovovanou koncepci řešení v umístění čechracích ústrojí pro načechrání hrubého omlatu a zlepšení separace zrna. Toto řešení je provedeno hrabicemi nebo bubny. Výškově stavitelné clony, jedna či dvě, jsou umístěny nad vytrásadlem. Slouží k zachycení zrna vymrštěného z mláticího ústrojí a zpomalují hrubý omlat. Dvouklikové klávesové vytrásadlo je uloženo na dvou klikových hřídelích, tyto kliky jsou uloženy v kuličkových ložiskách. Kliky mají stejný poloměr a otáčejí se stejnou úhlovou rychlostí. Kliky a klávesy tvoří čtyřčlankový paralelgramový mechanismus. Kvůli vyvážení hřídelí se pohybují klávesy opačným směrem. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

2.4.2 Tangenciální separátor s bubny

Řada složená za sebou jdoucích vytrásných bubnů, které konají otáčející pohyb. Rotor s prsty je odkloněn od směru otáčení. Separáčnická síta jsou umístěna pod každým separáčnickým bubnem. Hrubý omlat je zde natřásán a jemný omlat je proséván sítím. Tento typ dobře odděluje zrno z hrubého omlatu i za zvýšené vlhkosti. (Miu, 2017)

2.4.3 Axiální separátor s rotorem

Uvnitř pevného sítového válcového pláště se nachází rotor s lopatkami, které jsou uloženy ve šroubovici. Na začátku těchto rotorů dochází k separaci jemného omlatu za pomoci zakřivených lopatek. Hmota vykonává rotující pohyb a zároveň dochází k axiálnímu posunu. Rychlost toho posunu se rovná 1/3 obvodové rychlosti rotoru. Na konci je pomocí vodících plechů usměrňována sláma na řádek. Obrovskou výhodou je necitlivost na sklon mlátičky. (Kroupa & Kovaříček & Hůla, 1998)

Často tento separátor můžeme nalézt u hybridních mlátiček, např. u firmy Claas, kde je toto řešení spojené společně s dvěma mláticemi bubny. Tyto bubny jsou

uloženy tangenciálně. Firma Claas má toto řešení označené pod značkou APS hybrid, které využívá u řady Lexion 700.

2.4.4 Kombinovaný separátor

Kombinovaný separátor se zakládá na dvou variantách, a to tangenciální s vyřasadlem nebo kombinace tangenciálního a axiálního. Řešení jednoho nebo dvou bubnů připadá variantě tangenciální separátoru s vyřasadlem. Tato varianta dokáže nahradit určitou délku vyřasadla. V případě této varianty je rotor umístěn za odmítací bubnu. Aby nedocházelo v suchých podmínkách k drobení slámy je zde měnitelná mezera mezi rotorem a košem. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

Tangenciální separátor kombinovaný s axiálním separátorem navazuje na mláticí část. Omlat přechází od odmítacího bubnu do tangenciálního separátoru. Tento separátor omlat předává separátoru axiálnímu, ten je ve stroji uložen příčně. Tím je omlat rozdělen na dva proudy. Separátor provádí otáčivý pohyb s omlatem a posunuje jej do stran mlátičky. Tudy díky otevřenému plášti ze zadní strany dochází k posunu slámy na odmítací bubny a následně je dopravuje ven z mlátičky. (Frid, 2014)

2.5 Čistidlo

Jemný omlat, který propadl mláticím košem a roštovým sítím separátoru putuje na čistidlo. Mláticím košem propadne vysoký podíl zrna – až 90 %. Zbytek tvoří plevy, klasy, úlomky slámy, plevelnaté rostliny a nedomlatky. Hlavním úkolem čistidla je oddělení zrna z jemného omlatu s požadavkem na vysokou čistotu a neponičení. Čistota zrna nesmí být menší než 97 %, ale zároveň ztráty v úhrabcích nesmí překročit hranici 0,5 %. Jemný omlat je velice nestálý a je ovlivňován spousty faktory, jako je vlhkost, seřízení mlátičky, slamnatost a zaplevelení. (Janotka, 2017)

2.5.1 Části čistidla a jeho pracovní proces

Čistidlo je rozděleno na několik částí. První část se skládá z ventilátoru, který vytváří proud a přes potrubí ho tlačí do prostoru skříně. Ventilátor je trojího typu, radiální, axiální nebo diametrální. Jeho otáčky lze korigovat z pohodlí kabiny. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

Druhou částí je stupňovitá vynášecí deska, která je umístěna před sítovou skříní. Výhodou sítových skříní je možnost stavění sít. Umístěním přímo navazuje na horní úhrabečné síť. (Kroupa & Kovaříček & Hůla, 1998)

2.6 Drtiče slámy

Drtiče slámy se řadí v celém procesu sklízecí mlátičky jako poslední. To ale neznamená, že nezastávají velice důležitou práci. Drtiče využíváme, pokud nám nepřijde vhod ukládat slámu do řádků. Pohon je obstaráván opět klínovým řemenem, který roztáčí nože drtiče. Takový to drtič dosahuje obrovských otáček, aby co nejdokonaleji rozdrtil slámu na řezanku. Délku této řezanky můžeme měnit nastavením (přiblížením) protiostrží k rotujícím nožům. Při těchto vysokých otáčkách je velice důležité dbát na vyváženost tohoto celku, jinak dochází k nežádoucím vibracím. (Miu, 2017)

Počet nožů se odvíjí podle šířky a typu sklízecí mlátičky. Není výjimkou drtič, který se skládá ze 100 nožů. Toto zařízení je velice energicky náročné a dochází k opotřebenosti nožů. Zapojení drtiče a opotřebenosti nožů se promítá negativně ve spotřebě paliva. Tyto nože lze otáčet a využít jejich životnost na maximum. (Deere.cz S, 2021)

V dřívějších dobách musel operátor mezi režimem drcením a ukládáním slámy do řádku opustit kabinu, manuálně přepnout desku a připojit nebo odpojit pohon drtiče. V současné době toto dávno neplatí. Někteří výrobci stále ve svém portfoliu nabízejí přepínání pomocí tlačítka na zadní levé straně sklízecí mlátičky, avšak přepnutí desky a připojení drtiče se vykonává již samostatně. U těch nejvýkonnějších a zároveň nejvybavenějších modelů se již tato operace ovládá z pohodlí kabiny. (Miu, 2017)

Úkolem drtiče je nařezání slámy na řezanku a rozptýlení jej do pracovního záběru stroje. Směr a šířku rozptýlení lze pohodlně nastavit v nastavení počítače z pohodlí kabiny. Každý výrobce má pro svůj drtič vlastní název, který odpovídá jeho funkci. Výrobci se často předhánějí v technologii drcení a inovují své drtiče. (Fríd, 2014)

3 Automatické a asistenční systémy

3.1 Naváděcí systémy GPS

S příchodem precizního zemědělství se navigační systémy GPS stávají standartní výbavou všech zemědělských strojů. Je pravdou, že své místo již nějakou dobu zabírají i ve sklízecích mlátičkách. Americká firma John Deere představila svůj první přijímač řady Starfire v roce 2000. Navádění bylo možné s přesností ± 30 cm. Od této doby zaznamenaly naváděcí systémy veliký ohlas a rozvoj. Dnes navigační systémy nejenže navádějí sklízecí mlátičky, ale i zapisují důležité výnosové údaje pro další agrotechnické operace. Mluvíme o výnosových mapách, které sklízecí mlátička zapisuje na základě polohy na daném pozemku. Tento systém pracuje s přesností 5 metrů, což je více než uspokojivé. Z těchto údajů můžeme vyčíst zdravotní stav daného pozemku a přizpůsobit tomu dávku hnojení a postřiku. Tím to docílíme nejen vyšších výnosů, ale i ušetření nákladů. Eliminují se jízdy na prázdnou či nevyužití plného pracovního záběru žacího adaptéru sklízecí mlátičky. (Miu, 2017)

3.1.1 Systém GPS/DGPS

Systém GPS funguje díky 27 satelitům pohybujícím se na oběžné orbitální dráze Země. Odtud je vyslán radiový signál. Za pomoci speciálních pozemních přijímačů lze tento radiový signál přijímat. Pro určení polohy kdekoliv na Zemi je potřeba alespoň čtyř družic. Závislost GPS v okamžitých vlastnostech atmosféry představuje značnou nevýhodu. Diferenční signál dodává další údaje o poloze, čímž dochází ke zpřesnění systému. Zároveň tento signál může být přijímán z mobilní pozemní referenční stanice označené obchodně pod označením RTK. Kombinaci signálu GPS a diferenčního signálu využívá systém DGPS. (Mašek & Krouhlík & Kumhála, 2009)

3.1.2 Systém GIS

Systém GIS slouží k diferencované aplikaci hnojiv, postřiků a provádění polních zásahů. Na základě určení polohy a sebrání potřebných dat, analyzujeme a zpracováváme data v geografickém informačním systému. To vede k zefektivnění práce a zlepšení ekonomického hlediska v podobě nákladů. Výnosové mapy jsou zachyceny sklízecí mlátičkou v průběhu sklizně, která na to má uzpůsobená čidla. Pro adekvátní hodnocení stavu pole se doporučuje hromadění dat v řádu několika let. Toto mapování nám může posloužit i pro ujištění ve správnosti agrotechnických postupů. (Mašek & Krouhlík & Kumhála, 2009)

3.2 Mláčení ve svahu

Pro správnou funkci mláticího a čistícího ústrojí je ideální práce v rovinných podmínkách. Toto lze dosáhnout jen na malém vymezení plochy. Běžně se v praxi setkáváme s bočními i příčnými náklony, ve kterých se očekává, že sklízecí mlátička odvede stejně kvalitní práci jako v těch rovinných. Pokud sklízecí mlátička vykonává pohyb po svažitém terénu, sklizená hmota stráví v separačním ústrojí méně času než v případě opačném. To má za následek více ztrát a nedomlatků, neboť čas sklizené hmoty není dostatečný na to, aby jednotlivé operace stihly uvolnit zrno z jemného omlatu. To stejné/samé platí i případě bočních náklonů, kde dochází k nerovnoměrnému rozptýlení sklizené hmoty a ke stejnému nežádoucímu účinku. Bohužel tyto nedostatky trápí všechny koncepce mláticích ústrojí. Každý výrobce se vydal proto vlastní cestou. (Fríd, 2014)

3.2.1 Mláčení za pomoci systému 3D a 4D

Pohyb 3 D a 4 D znamená pohyb sít ve třech, respektive ve čtyřech směrech. Ve variantě 3 D se jedná o stálé pohyby směrem dopředu, dozadu, nahoru a dolů. To je doplněno o proměnlivou dráhu do strany proti svahu, která se zvětšuje automaticky. Limit této dráhy je až do 12°. Pohyb zajišťují táhla připojená pomocí kloubů. Táhla se naklání pomocí mechanické řídicí jednotky v podobě mechanického kyvadla. U tohoto řešení se nacházejí pouze dva páry krycích plechů rotoru, které lze přepínat buďto na automatický nebo manuální režim. Toto řešení uvítaly polopásové sklízecí mlátičky, neboť jejich vyrovnávání je téměř nemožné. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

S rostoucími výkony sklízecích mlátiček se začala objevovat nová technologie pod označením 4 D. Složení je pouze ze dvou komponentů. Prvním komponentem je krycí deska rotoru, která je ovládána závisle na sklonu. Automaticky je dále řízen ventilátor. Tyto komponenty jsou dále doplněny o třetí pár krycích plechů rotoru. Řízení těchto plechů je řízeno podle příčného a podélného náklonu. Pro zjednodušení se tyto krycí plechy otvírají nebo zavírají dle potřeby. Celý proces je automatický, takže obsluha sklízecí mlátičky nic nezaznamená. (Mechanizaceweb, 2015)



Obrázek 3.5: Systém 4D firmy Claas pro mlácení ve svahu (Mechanizace, 2015)

3.2.2 Standartní mlátičky

Standartní mlátičky lze vystavit svahu o hodnotě 10° , ovšem jejich použitelnost z pohledu použitelnosti se pohybuje do 8° . S rostoucími náklony se zvětšují ztráty zrna, a tak abychom zamezili ztrátě zrna ve velkém měřítku, musíme omezit hmotnostní průtok sklizené hmoty. Omezením hmotnostního průtoku sklizené hmoty docílíme zmenšením pojezdové rychlosti. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

3.2.3 Svahové vyrovnávání

Svahové vyrovnávání lze definovat jako vyrovnávání sklízecích mlátiček proti příčnému a bočnímu náklonu nebo jejich kombinace. Díky úpravám mají tyto sklízecí mlátičky zvětšený úhel svahové použitelnosti. Možností, jak docílit větší svahové použitelnosti, je hned několik. Tou první a zároveň nejjednodušší je nasazení dvoumontáže a větším rozchodem předních a zadních kol, paralerogramovým zavěšením hnačících kol, snížením těžiště. Daleko sofistikovanějšími systémy jsou systémy pro vyrovnávání celé sklízecí mlátičky. Svahové vyrovnávání může být podélně, příčně a podélně i příčně. To vede k optimálním pracovním podmínkám. (Miu, 2017)

3.2.4 Podélné vyrovnávání

Rozsah vyrovnávání v případě jízdy po svahu, se jedná o hodnotu vyrovnávání do 5° . V opačném případě, tedy jízdě proti svahu, se jedná o hodnotu až 20° . Zadní kola jsou uložena na trojúhelníkovém rámu, který je připojen na speciální rám sklízecí mlátičky. Díky rozvaděči a dvěma hydromotorům umístěnými v trojúhelníkovém rámu dochází

k vyrovnávání náklonu. Toto vyrovnávání můžeme volit manuálně nebo proces přenechat automaticce. Toto řešení může být kombinováno úpravou sít ve formě 3D. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

3.2.5 Příčné vyrovnávání

U tohoto typu dochází k vyrovnávání svahového náklonu ve směru vrstevnice. Lze vyrovnávat do svahu o hodnotě 12° . Konstrukční úpravy jsou zde nutné na žacím válu i podvozku sklízecí mlátičky, neboť jsou tyto komponenty konstruovány pouze na náklony o standartní hodnotě. I zde vyrovnávání provádějí hydromotory. Tyto hydromotory můžeme najít na boku pevné komory či nápravy. Toto řešení je zvoleno díky možnosti vykonávání vyrovnávání za pomoci výkyvných koncových převodů. Zlepšení je i na straně stability držení kol ve svislé poloze. Tímto řešením došlo k vytvoření paralelogramového mechanismu. To přináší pozitivní vliv na větší výkonnost, menší ztráty za separátorem, menší opotřebení hnacího mechanismu, větší naplnění zásobníku a především bezpečnost. (Fríd, 2014)

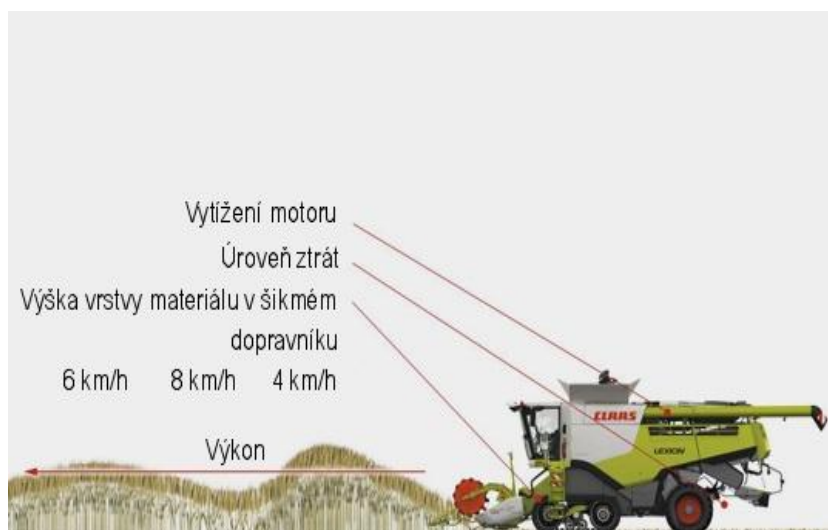
3.2.6 Příčné a podélné vyrovnávání

V tomto případě výrobce vybere nejvhodnější sklízecí mlátičku a modifikuje ji pro jízdu libovolným směrem po svahu. Na úkor větší svahové dostupnosti omezí hmotnostní průtok sklizené hmoty. Svahová dostupnost se zde pohybuje do 22° a je využíváno principů příčného a podélného vyrovnávání. (Břečka & Josef & Honzík & Neubauer, 2001)

3.3 Pilotní systémy sklízecích mlátiček

S nástupem pilotních systémů se ulehčila práce obsluze. Zpočátku pilotní systémy zastávaly jednoduché funkce. I přes jednoduchost systému přinesla veliké usnadnění. Řeč je o pilotních systémech, které například udržují sklízecí mlátičky ve sklizeném porostu bez vyjetí z porostu nebo do něj. Pilotní systémy udržují také hmotnostní průchodnost hmoty sklízecí mlátičky. Tento pilot odebírá informace z více míst. Ta se nemusí odvíjet jen od průchodnosti, ale dále lze nastavit podle zatížení motoru, ztrát, rychlostního toku a objemu plodiny. Tento pilotní systém má za úkol využít maximální potenciál sklízecí mlátičky na 100 %. Ostatní firmy používají velice obdobný systém, pro ukázkou si představíme ty nejznámější. Každý výrobce má tento systém odladěn podle svých představ, a i pojmenování je jiné. Firma Claas tyto pilotní systémy nazývá laser a cruise pilot. Laser pilot pro vedení sklízecí mlátičky ve sklizeném porostu

a cruise pilot na automatické řízení rychlosti sklizně. Toto všechno pro dosažení maximální kvality sklizně. (Agroportal24h.cz, 6/2019)

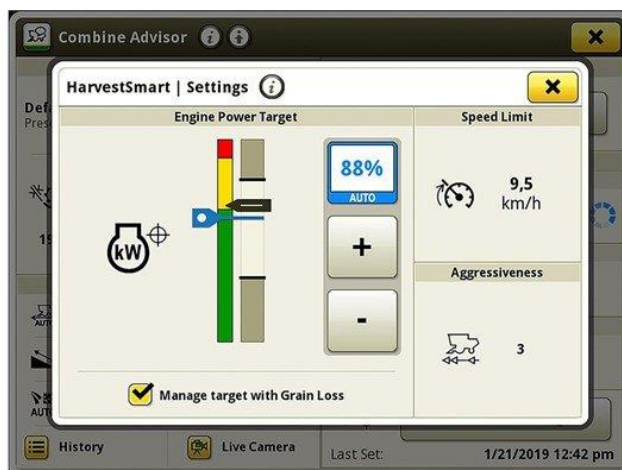


Obrázek 3.6: Schéma Claas Cruise Pilot (App.claas.com, 2016)



Obrázek 3.7: Claas laser pilot

John Deere již dlouhou dobu spoléhá na své GPS navigace v podobě GreenStaru s přesností až 2,5 cm a následnou opakovatelností. V případě automatické rychlosti sklizně firma John Deere představila svůj pilotní systém pod názvem HarvestSmart. Jedná se o velice podobný pilotní systém jako v případě firmy Claas. (Deere.cz T, 2021)



Obrázek 3.8: HarvestSmart v podání John Deere (PrairieStateTractor, 2020)



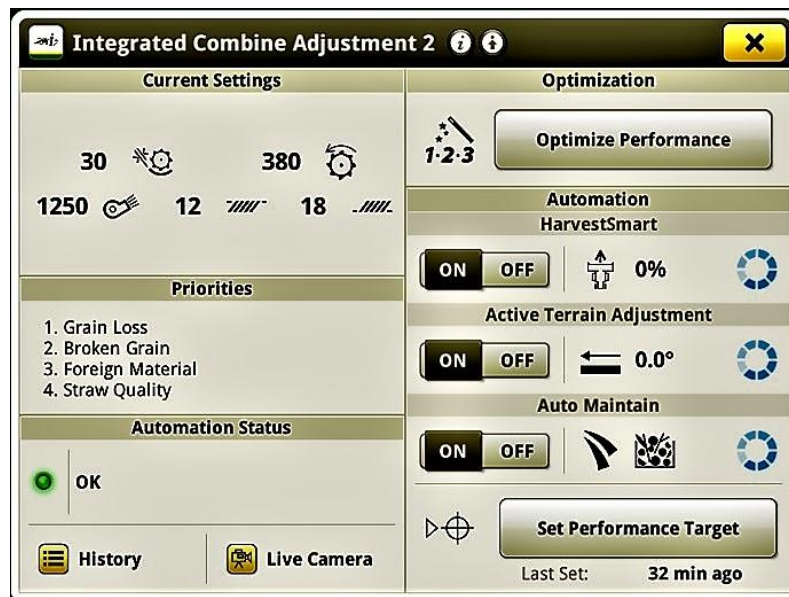
Obrázek 3.9: Přijímač StarFire od John Deere

3.3.1 Automatické nastavování sklízecích mlátiček

Dalším krokem ke zefektivnění sklizně je možnost automatického nastavování sklízecí mlátičky. Na základě informací, které posbírá počítač během sklizně, je automaticky

upraví a nastaví jednotlivé parametry. Toto řešení může vést ve prospěch automatických systémů ke zlepšení až o rozdíl 20 % než v případě nastavování sklízecí mlátičky obsluhou. Sklízecí mlátička monitoruje mláticí proces a na základě posbíraných informací mění jednotlivá nastavení. Různí výrobci si tuto automatizaci vyvinuli dle své představy. Zatímco jedni šli cestou mnoha čidel, jiní se spolehli na kamery. Avšak všichni vycházeli z dlouholetých zkušeností a testování. Čidla nebo kamery hlídají po většinou zrnový a kláskový dopravník. Na základě těchto údajů mění například rychlost otáček bubnu, ventilátoru, jízdy nebo zvětšují nebo zmenšují mezeru na mláticím koši a sítěch. (Pastorek, 2002)

Firma John Deere tento systém vyřešila velice účinně a jednoduše. Svůj automatický systém pojmenovaný CombineAdvisor neboli ICA2 (Integrated Combine Adjustment 2) vyladila na mnoholetých zkušenostech zkušených operátorů. John Deere spoléhá pouze na kamery. Jedna zaměřuje zrnový a druhá kláskový dopravník. Tyto snímky má k dispozici obsluha na svém monitoru počítače. Pokud se počítači přes monitorování kamer něco nezdá, ihned upraví nastavení. Pole je považováno za nehomogenní, jelikož každý metr na poli je velice rozdílný. Toto řešení vede k zachování kvality sklizně, kterou předem definovala obsluha. Zároveň lze přepínat mezi priority, které jsou v tu chvíli sklizně považovány za nejdůležitější. Nejen, že tento automatický systém lze vypnout, tento systém i zaznamenává provedené změny a důvody na základě kterých toto nastavení poupravil. (Deere.cz S, 2021)



Obrázek 3.10: Systém CombineAdvisor (Agriland.eu, 2017)

V případě firmy Claas, která svůj unikátní automatický systém pojmenovala pod názvem Cemos Automatic,, se jedná o kombinaci čidel a kamer. Systém Cemos Automatic doprovází léty prověřený systém CEBIS. Teno systém je rovněž velice intuitivní. I zde je cílem zefektivnění sklizně a zachování patřičné kvality. I u tohoto automatického systému je obsluha informována o dění v mlátičím ústrojí. Ve sklízecí mlátičce dochází ke spolupráci jednotlivých automatických systémů a řídicí jednotka se snaží dostat z těchto sklízecích mlátiček maximum při zachování maximální kvality a nízkých ztrát. (Agroportal24h.cz, 8/2019)



Obrázek 3.11: Systém Cemos automatic (Claas-group.cz, 2021)

4 Metodika

Cílem bakalářské práce je porovnání tangenciálního a axiálního mláticího ústrojí, a to nejen z pohledu ekonomických nákladů, ale i kvality výmlatu, ztrát a výkonnosti. Práce je zaměřená na sklízecí mlátičky John Deere, na modelovou řadu T a S poslední generace. Konkrétně se bakalářská práce zaměřuje na porovnání tangenciální sklízecí mlátičku John Deere T670i s žacím adaptérem 730X o pracovním záběru 9,15 m a axiální sklízecí mlátičku John Deere S770 s žacím adaptérem 630X o pracovním záběru 9,15 m. Toto přímé porovnání bude prováděno na základě naměřených výsledků. Naměřené údaje, jako je spotřeba pohonných hmot a sklizená plocha, se budou zjišťovat na základě palubních počítačů sklízecích mlátiček. Časové jednotky se změří za pomoci stopek a hmotnost pomocí digitální váhy. U některých výpočtů se bude dosazovat do vzorců stejný údaj pro objektivnost měření.

Obě sklízecí mlátičky budou sklízet v rámci zemědělských služeb, kde vystřídají různé sklízecí podmínky, které ukážou jejich přizpůsobení daným podmínkám při sklizni. Měření bude probíhat v rámci celé sklizně. Tedy od samotné přípravy sklízecí mlátičky přes sklizeň až po jejich zaparkování. Jejich hlavním úkolem bude sklizeň co nejvíce možných hektarů, ale bez snížení kvality mláčení, čistoty a poškození zrna a vyšších ztrát. Jako další úkol bude využití sklízecích mlátiček a jeho potenciálu na maximum. Posádky porovnávaných sklízecích mlátiček se budou skládat z velice zkušených operátorů, kteří prochází každoročním školením na danou modelovou řadu. Na konci práce bude vyhodnocení měření se závěrem a doporučením.



Obrázek 4.1: Sklízecí mlátička John Deere T670i s žacím adaptérem 730X



Obrázek 4.2: Sklízecí mlátička John Deere S770 s žacím adaptérem 630X

Specifikace viz tabulka 4.1

Tabulka 4.1: Specifikace sklízecích mlátiček (John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2020 & John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2018)

Technické specifikace	John Deere T670i Hill-Master	John Deere S770 HillMaster
Rok výroby	2021	2018
Hmotnost	16 500 kg	18 950 kg
Převážné rozměry (v x š x d)	3,98 m x 3,79 m x 9,3 m	4 m x 3,79 m x 9,1 m

Agregát	9l John Deere PowerTech PSS, řadový šestiválec	9l John Deere PowerTech PSS, řadový šestiválec
Výkon agregátu	292kW/392 k	292kW/392 k
Maximální výkon agregátu po navýšení	335kW/455 k	335kW/455 k
Převodové ústrojí	Převodovka bezstupňová ProDrive	Převodovka bezstupňová ProDrive
Přepravní rychlost	40 km.h ⁻¹	40 km.h ⁻¹
Objem palivové nádrže	800 l + 33 l (AD)	950 l + 54,9 l (AD)
Objem zásobníku	11 000 l	10 600 l (HM)
Vrovnávání HillMaster	Do 15°	Do 15°
Specifikace šikmý do- pravník	John Deere T670i Hill- Master	John Deere S770° HillMas- ter
Počet řetězů	4	3
Kluzná spojka	900 N.m ⁻¹	1200 N.m ⁻¹ vpřed/ 1400 N.m ⁻¹ vzad
Reverzor	Mechanický	Mechanický
Možný úhel sečení	18°	17°
Specifikace mláticího ústrojí a separace	John Deere T670i Hill- Master	
Druh mláticího ústrojí	Tangenciální, 4 bubnové	
Průměr mláticího bubnu	660 mm	
Šířka mláticího bubnu	1670 mm	
Počet mlátek na bubnu	10	
Úhel opásání	124°	
Rozsah otáček	470-950 ot.min ⁻¹	
Počet vytrásadel	6	
Počet stupňů	7	
Plocha mláticího koše	1,35 m ²	
Velikost separační plochy	4 m ²	
Velikost čistící plochy	6,30 m ²	
		John Deere S770 HillMas- ter

Druh mlátičího ústrojí		Axiální, jednorotorové
Průměr rotoru		762 mm
Délka rotoru		3 124 mm
Rozsah otáček		380-1 000 ot.min ⁻¹ (obiloviny)
Mlátičí plocha rotoru		1,1 m ²
Velikost separační plochy		1,54 m ²
Velikost čistící plochy		5,2/5,9 m ² (s prodloužením)
Drtič slámy	Aktivní drtič/108 ks nožů	Aktivní drtič/100 ks nožů

Specifikace žacích adaptérů viz tabulka 4.2

Tabulka 4.2: Specifikace žacích adaptérů 630X a 730X (Deere.cz, 2022)

Technické specifikace	730 X	630X
Pracovní záběr	9,15 m	9,15 m
Délka stolu	490 - 1 200 mm	400 – 1 200 mm
Průměr šneku	660 mm	660 mm
Zdvih adaptéru/min	980	1 144
Děliče	Pevný/aktivní (mech. Kosy 135 cm)	Pevný/aktivní (mech. Kosy 135 cm)
Počet snímačů pro automatické řízení výšky strniště	6	6
Hmotnost	3 240 kg	3 360 kg

4.1 Metodika stanovení šíře kontrolní plochy

Pro zjištění absolutních ztrát je nutné znát šíři kontrolní plochy o velikosti 1 m², při záběru žacího adaptéru 9,15 m. A to kolmo na jízdu sklízecí mlátičky. Po zjištění šíře kontrolní plochy je zapotřebí ohraničit tento prostor za pomoci dřevěných kolíků a provázku, ale to až po projetí sklízecí mlátičky. Šíři kontrolní plochy spočítáme pomocí vzorce číslo 4.1.

(4.1)

$$\check{S}_{kp} = \frac{1}{Z_{\check{z}a}} [\text{m}]$$

\check{S}_{kp} = šířka kontrolní plochy

$Z_{\check{z}a}$ = záběr žacího adaptéru [m]

4.2 Metodika stanovení absolutních a relativních ztrát sklízecí mlátičky během sklizně

Měření relativních ztrát je závislé na absolutních ztrátách, proto měření ztrát je nutné měřit pospolu. Oba typy ztrát budou vztahovány ke společnému místu měření, tedy v místě absolutních ztrát. Po projetí sklízecí mlátičky a zjištění šíře kontrolní plochy o velikosti 1 m² a její ohraničení, se začne s měřením absolutních ztrát. Z ohraničeného prostoru se vysbírají zrna, která se následně zvaží na digitální váze a dosadí do vzorce číslo 4.2. Zrna na pomezí ohraničeného prostoru se započítávají jen v případě, že ale-

spoň polovinou plochy leží v ohraničeném prostoru. U tohoto měření je nutné rozlišovat předsklizňové ztráty, které lze poznat na základě zbarvení zrna, tvrdosti a umístění v půdě. V obou případech měření ztrát se bude měření provádět 15 metrů od okraje pozemku, ve stojatých porostech pšenice ozimé, ječmene ozimého a řepky olejné. Vlhkosti zrna do 14 % u pšenice, ječmene ozimého a do 10 % u řepky olejné. Vlhkost zrna bude změřena za pomoci měřicího přístroje pro vlhkost obilí. Sklízecí mlátička bude slámu ukládat do řádku a u řepky olejné drtit v plné výši záběru. Obsluha bude při měření udržovala konstantní rychlost a nebude měnit nastavení sklízecí mlátičky, zároveň se s obsluhou bude v kontaktu pro zjištění biologického výnosu zrna z palubního počítače v místě měření absolutních ztrát. V návaznosti na měření absolutních ztrát lze objektivně porovnat na základě vzorce číslo 4.3 oba typy mlátičích konstrukcí. Obě měření ztrát s konkrétními plodinami se budou provádět 3x a poté se zprůměrují hodnoty a získá výsledek.

(4.2)

$$R_{za1} = 10 \cdot m_{zrn} [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

R_{za} – absolutní ztráty sklízecí mlátičky

M_{zrn} – hmotnost zrn (kontrolní plocha) [g]

(4.3)

$$R_z = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100 [\%]$$

R_z – relativní ztráty sklízecí mlátička

R_{za} – absolutní ztráty sklízecí mlátičky [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

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

4.3 Metodika stanovení spotřeba pohonných hmot na jednotku plochy u konkrétní plodiny

Měření bude probíhat u tří typu plodin, a to pšenice ozimá, ječmen ozimý a řepka olejná. Měření bude probíhat při vlhkosti pšenice ozimě a ječmene ozimého do 14 %. U řepky olejné se bude měřit do vlhkosti 10 %. Vlhkost zrna bude změřena za pomoci měřicího přístroje pro vlhkost obilí. V případě řepky bude drtič po celý čas měření aktivní. To nebude platit u měření pšenice ozimé a ječmene ozimého, kde se sláma bude ukládat do řádku. Měření bude prováděno na výměře o velikosti 30 ha. Proto je vhodné pro toto měření vybrat adekvátní velikost pozemků se stojatými porosty, protože souvratě do této plochy nebudou započítávané, dbát se bude i na minimální čas

strávený otáčením mimo porost. Spotřebované pohonné hmoty se vezmou z palubních počítačů stroje a za pomoci vzorce číslo 4.4 se zjistí spotřeba.

(4.4)

$$S_{ph} = \frac{V_p}{S_p} [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

S_{ph} – spotřebované palivo na jeden hektar

V_p – objem spotřebovaného paliva [l]

S_p – sklizená plocha [ha]

4.4 Metodika stanovení celkových výdajů za pohonné hmoty u sklízecích mlátiček za sklizňovou sezonu

Spotřebované palivo se vyčte z palubních počítačů sklízecích mlátiček při režimu sklizně. Spotřebované palivo se vynásobí cenou pohonných hmot za litr. Cena bude pro obě sklízecí mlátičky jednotná kvůli objektivnosti měření na 25,9 Kč.l⁻¹. Pomocí vzorce číslo 4.5 se získá výdaj za palivo za celou sklizeň.

(4.5)

$$S_{cc} = V_{pc} \cdot 25,9 [\text{Kč}]$$

S_{cc} – celkový výdaj za PHM

V_{pc} – spotřeb. palivo celkem [l]

4.5 Metodika stanovení celkové průměrné spotřeby pohonných hmot při sklizni

Měření bude vycházet z celkových sklizených hektarů a spotřebovaných hmot v režimu sklizně. Údaje se použijí z palubních počítačů sklízecích mlátiček a za pomoci vzorce číslo 4.6 lze vypočítat průměrnou spotřebu sklízecích mlátiček za celou sklizeň.

(4.6)

$$S_{pch1} = \frac{V_p}{S_{pc}} [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

S_{pch1} – průměrná spotřeba paliva na hektar

V_p – objem spotřebovaného paliva [l]

S_{pc} – celková sklizená plocha [ha]

4.6 Metodika stanovení časové náročnosti sklízecích mlátiček pro sklizeň jednoho hektaru

Časovou náročnost na sklizeň jednoho hektaru lze zjistit pomocí vzorce číslo 4.7. Pro objektivnost tohoto měření je zapotřebí dodržet kvalitu práce odvedené sklízecí mlá-

tičkou, která nebude vést ke zvýšení ztrát, poškození zrn a slámy. Měření se bude provádět při délce pracovní směny 5 h a při sklizni stojatého porostu pšenice o vlhkosti do 14 %.

(4.7)

$$t = \frac{t_s}{S_p} [\text{h} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

t = potřebný čas pro sklizeň hektaru

t_s = čas sklizně za směnu [h]

S_p = sklizená plocha [ha]

4.7 Metodika stanovení na množství poškozených zrn

Měření se bude provádět při naplnění zásobníku zrna. Při sklizni pšenice ozimé, ječmene ozimého a řepky olejné. U pšenice ozimé a ječmene ozimého při vlhkosti zrna do 14 %, u řepky olejné bude měření probíhat do vlhkosti zrna 10 %. Vlhkost zrna bude změřena za pomoci měřicího přístroje pro vlhkost obilí. Měřené vzorky se budou nabírat do nádoby z vícero míst zásobníku zrna. Následně se přesně odváží 1000 g na digitální váze. Vysypáním vzorku do velké mísové nádoby a následně vybrání poškozených zrn, která se přemístí do druhé nádoby. Následně se provede jejich zvážení na digitální váze s přesností setin. Při vážení obou vzorků je třeba brát v potaz hmotnost obou nádob. Dosazením do vzorce číslo 4.8 zjistíme poškození zrna sklízecími mlátičkami.

(4.8)

$$P_z = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100 [\%]$$

P_z = množství poškozených zrn

1000 g = hmotnost odebíraného vzorku

m_{pz} = hmotnost poškozených zrn [g]

4.8 Metodika odměna lidská práce

Při tomto měření bylo zapotřebí sjednotit odměňování práce pro objektivnost měření. Na základě stanovení mzdy ve výši 130 Kč.h⁻¹ při provádění údržby, opravárenských prací a 220 Kč.h⁻¹ za každou hodinu mláticího bubnu v aktivním režimu. Toto měření poslouží v ekonomickém hledisku. Do vzorce číslo 4.9 nebudou započítávány daně a jiné srážky.

(4.9)

$$O_p = 130 \cdot t_1 + 220 \cdot t_2 [\text{Kč}]$$

O_p = odměňování práce

t_1 = čas strávený údržbou [h]

t_2 = čas strávený sklizni [h]

4.9 Metodika stanovení investice na pořízení, provoz a ekonomika provozu

Pořízení sklízecí mlátičky je jedna z prvních vstupních investic. U tangenciální sklízecí mlátičky John Deere T670i v této specifikaci činí pořízení 9 489 580 Kč. Oproti axiální sklízecí mlátičce John Deere S770 v této specifikaci tvoří vstupní investice na pořízení 10 058 600 Kč. Pro ekonomiku provozu a návratnost investice je tedy zapotřebí spočítat, hrubý roční zisk, náklady na údržbu, amortizaci, variabilní náklady, výdělečnost sklízecích mlátiček a minimální roční výkonnost pro zaplacení výdajů v rámci sklízecí mlátičky.

Do kolika hektarů lze ještě využívat tangenciální mláticí ústrojí a od kolika hektarů se naopak vyplatí již axiální mláticí ústrojí. Pro toto zvážení se využije vzorce číslo 4.10 až 4.15. Vycházet se bude ze skutečně naměřených hodnot, a především z dat z palubních počítačů sklízecích mlátiček.

4.9.1 Hrubý obrat sklízecí mlátičky

Základním ukazatelem je hrubý roční zisk sklízecích mlátiček. Pro objektivnost se nastaví základní sazba za sklizeň jednoho hektaru na 2 500 Kč, včetně spotřebovaného paliva. Tato hodnota se vynásobí počtem sklizených hektarů, která bude brána jako skutečná, nikoliv teoretická. Tedy maximálně možná sklizená plocha za dobu sklizně se všemi ovlivňujícími faktory, jako je hlavně počasí a poruchy.

(4.10)

$$Z_r = C \cdot W_{mr} [\text{Kč}]$$

Z_r = hrubý obrat (zisk) sklízecí mlátičky

C = cena za odvedenou práci [$\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$]

W_{mr} = sklizené hektary [$\text{ha} \cdot \text{rok}^{-1}$]

4.9.2 Amortizace sklízecích mlátiček

Při tomto měření se využije nejběžnější doby odpisu, tedy 5 let. V případě amortizace u tohoto měření se nebude brát v potaz staří sklízecí mlátičky John Deere S770 a počítáno bude s amortizací v prvním roce odpisu. A vychází se z pořizovacích cen, tedy 9 489 580 Kč v případě sklízecí mlátičky John Deere T670i a 10 058 600 Kč v případě sklízecí mlátičky John Deere S770.

(4.11)

$$A_{sm} = \frac{C_p}{t_o} [\text{Kč.rok}^{-1}]$$

A_{sm} = amortizace sklízecí mlátičky

C_p = cena pořízení [Kč]

t_o = čas odepsání [počet roků]

4.9.3 Náklady sklízecích mlátiček na údržbu a provozuschopnost

U tohoto měření je zapotřebí brát v potaz skutečné staří porovnávaných sklízecích mlátiček John Deere. Jelikož sklízecí mlátička John Deere T670i byla vyrobena v roce 2021, tak lze předpokládat minimální náklady pro udržení sklízecí mlátičky v provozuschopném stavu. U sklízecí mlátičky John Deere S770 byl datován rok výroby v roce 2018, hrozí zde větší možnost poškození, a tudíž nutné větší výdaje pro udržení sklízecí mlátičky v provozuschopném stavu. Opět se vychází ze skutečně sklizených hektarů. Ukazatel poslouží pro zhodnocení ekonomického provozu při uvážení pořízení starší sklízecí mlátičky. Pro sklízecí mlátičky koeficient oprav činí hodnotu 0,7 (Kavka et al., 2014).

(4.12)

$$N_{rú} = \frac{(N_{ar} \cdot O_k)}{W_{mr}} [\text{Kč.ha}^{-1}]$$

$N_{rú}$ = náklady údržby roční

N_{ar} = náklady amortizace [Kč]

O_k = opravy koeficient

W_{mr} = sklizené hektary za rok [ha.rok^{-1}]

4.9.4 Variabilní náklady sklízecích mlátiček

Měření se provede včetně spotřebovaných pohonných hmot. Měření poslouží pro zjištění vydaných výdajů u porovnávaných mlátiček včetně spotřebovaných pohonných hmot a bude vycházeno ze skutečných hodnot.

(4.13)

$$V_r = 25,9 \cdot \left(\frac{N_{phm}}{S_{pc}} \right) + \left(\frac{Nr}{S_{pc}} \right) + M_z [\text{Kč.ha}^{-1}]$$

V_r = variabilní náklady

N_{phm} = náklady PHM [Kč.ha^{-1}]

N_r = náklady na údržbu [Kč]

S_{pc} = skutečná sklizená plocha celkem [ha^{-1}]

M_z = mzda zaměstnance [$Kč \cdot ha^{-1}$]

4.9.5 Skutečný výdělek sklízecí mlátiček

Pro zjištění skutečné výdělečnosti sklízecí mlátičky se bude brát skutečné množství sklizených hektarů za sklizeň jako maximálně možné. Pro zjištění nákladů na údržbu je zapotřebí vycházet ze servisního manuálu výrobce a ceníku za jednotlivé položky dodávané servisem John Deere. Do výdajů je nutné započítat i servisní práce, jelikož sklízecí mlátičky při pořízení podléhají záruce. Pro sklízecí mlátičku John Deere T670i bude tedy údržba včetně práce činit 87 082 Kč. U sklízecí mlátičky John Deere S770 budou náklady na údržbu činit 106 583 Kč včetně práce. Dále je nutné odečíst amortizaci stroje, veškeré náklady včetně paliva a lidskou práci. Do ostatních nákladů je zapotřebí zařadit ceny poškozených dílů v rámci sklizně.

(4.14)

$$V = Z_r - N_r - A_{sm} - S_{cc} - N_o - O_p [\text{Kč}]$$

V = výdělečnost sklízecí mlátičky

Z_r = roční zisk sklízecí mlátičky [$Kč \cdot rok^{-1}$]

N_r = náklady na údržbu za rok [$Kč \cdot rok^{-1}$]

N_o = náklady ostatní [$Kč \cdot rok^{-1}$]

O_p = odměňování práce [$Kč \cdot rok^{-1}$]

4.9.6 Minimální roční výkonnost pro zaplacení výdajů v rámci sklízecí mlátičky

Měření se bude provádět pro zjištění roční výkonnost porovnávaných sklízecích mlátiček pro zaplacení všech nákladů potřebných k jejich provozu. Do výpočtů se nebude započítávat pojištění, úvěr apod.

(4.15)

$$mV = \frac{N_c}{C - V_n} [\text{ha} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

mV = minimální využití

N_c = veškeré náklady za sklízecí mlátičku [Kč]

C = Cena za odvedenou práci [$Kč \cdot rok^{-1}$]

V_n = Variabilní náklady [$Kč \cdot rok^{-1}$]

4.10 Metodika pro hmotnostní a plošnou výkonnost

Měření se bude zabývat hmotnostní a plošnou výkonností u porovnávaných sklízecích mlátiček. Je zapotřebí vybrat adekvátní vlastnosti porostu a vhodné plochy. Tedy stojatý porost pšenice ozimé do vlhkosti zrny 14 %. Dále je třeba dbát na maximální kvalitu mlácení a nízké ztráty. Měření bude prováděno při sklizni pšenice ozimé při průměrném výnosu 8 t. ha⁻¹ bez započítávání souvrátí pozemku, a to v časovém úseku 5 h. Na základě vzorců číslo 4.16 a 4.17 lze porovnávat rozdílná mlátičí ústrojí.

4.10.1 Hmotnostní výkonnost

(4.16)

$$W_m = \frac{S_p}{t} \cdot m_z [\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

W_m = výkonnost hmotnostní

S_p = sklizená plocha [ha]

t = čas směny za den [h]

m_z = hmotnost zrna [h]

4.10.2 Plošná výkonnost

(4.17)

$$W_p = \frac{S_p}{t} [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}]$$

W_p = výkonnost plošná

S_p = sklizená plocha [ha]

t = čas směny za den [h]

5 Výsledky

I přes poměrně náročný rok 2021 obě sklízecí mlátičky sklidily více než 800 hektarů. Tento počet hektarů byl maximálně možný, a to z důvodů počasí a těžkých sklízňových podmínek. K výsledkům je nutné zmínit, že výsledky nevycházejí přímo ze stejného sklizeného pozemku. Tento fakt ale nemá až takový vliv, ostatně tomu napovídají výsledky měření. Dvě zcela rozdílné koncepce mláticích ústrojí přinesly velice zajímavé výsledky jak z pohledu ekonomického hlediska, tak i v napříč mezi porovnávanými vlastnostmi. Při měření se dodržovaly všechna pravidla metodiky a eliminovaly faktory, které by vedly k zavádějícím výsledkům.

5.1 Výsledky tangenciální sklízecí mlátičky John Deere T670i.

Tangenciální sklízecí mlátička disponovala pracovním záběrem žacího adaptéru 9,15 m. Tento údaj bylo nutné změřit pro výpočet šíře kontrolní plochy o velikosti 1 m². Z této kontrolní plochy byly posbírána zrna konkrétní plodiny, které při mlácení ztratila sklízecí mlátička svojí činností. Tato zrna byla následně zvážena na digitální váze, kde byly naměřeny tyto hodnoty – ječmene ozimého 7,18 g 7,24 g 7,26 g, řepky olejné 2,92 g 2,96 g 3,01 g a pšenice ozimá 6,7 g, 6,9 g a 7,2 g. Při měření vlhkosti zrna vlhkost pšenice ozimé dosahovala 12,4 až 12,9 % a její biologický výnos se pohyboval v průměru 8 t.ha⁻¹, u ječmene ozimého se vlhkost zrna dosahovala 13,2 až 13,6 % a jeho biologický výnos činil průměrně 6 t.ha⁻¹ a vlhkost zrna řepky olejné dosahovala 8,2 až 8,9 % při průměrném výnosu 3 t.ha⁻¹.

Sklízecí mlátička sklidila celkem 830 ha, během čehož spotřebovala 13 687,5 litrů pohonných hmot. Z toho sklízecí mlátička sklidila 169 ha ječmene ozimého, 202 ha řepky olejné, 348 ha pšenice ozimé, 15 ha ovsa nahého, 30 ha ovsa setého a 66 ha triticales. Při sklizni hlavních plodin se naměřilo na ploše 30 ha při sklizni pšenice ozimé spotřeba 402 litrů paliva, u ječmene ozimého spotřebované palivo činilo 443 litrů na 30 ha a u sklizně 30 ha řepky olejné, kde byl drtič v aktivní režimu bylo spotřebováno 554 litrů paliva. Při sklizni pšenice ozimé činila vlhkost zrna 12,9 %, u ječmene ozimého byla naměřena vlhkost 13,5 % a vlhkost řepky dosahoval 8,8 %. Při časovém úseku 5 h sklidila sklízecí mlátička porost pšenice ozimé o vlhkosti zrna 13,2 % o velikosti 22,5 ha. Výsledky poškození zrn: ječmene ozimého 10,16 g 10,21 g 10,28 g, řepky olejné 7,51 g 7,55 g 7,58 g a pšenice ozimá 9,64 g, 9,57 g a 9,73 g.

U sklízecí mlátičky byl naměřen časový údaj ve výši 120 hodin pro údržbářské a opravárenské práce za celou dobu sklizně. Potřebný čas ke sklizni všech hektarů činil 210 hodin za celou sklizeň.

Při sklizni bylo potřeba nahradit poškozené díly jako jsou nože žací kosy, prsty šnekového dopravníku, prsty žacího válu, snímače tlaku, těsnění apod. ve výši 9 364 Kč.

Výpočet šíře kontrolní plochy (viz vzorec 4.1):

$$\check{S}_{kp} = \frac{1}{Z_{\check{z}a}}$$

$$\check{S}_{kp} = \frac{1}{9,15}$$

$$\check{S}_{kp} = 0,109 \text{ m}$$

Kontrolní plocha pro měření absolutních ztrát činí **0,109 m**, respektive **10,9 cm**.

Výpočet absolutních ztrát ječmene ozimého (viz vzorec 4.2):

$$R_{za1} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za1} = 10,7,24g$$

$$R_{za1} = 72,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty ječmene ozimého činily **72,4 kg.ha⁻¹**.

Výpočet absolutních ztrát řepky olejně (viz vzorec 4.2):

$$R_{za2} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za2} = 10,2,96g$$

$$R_{za2} = 29,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty řepky olejně činily **29,6 kg.ha⁻¹**.

Výpočet absolutních ztrát pšenice ozimé (viz vzorec 4.2):

$$R_{za2} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za2} = 10,6,9g$$

$$R_{za2} = 69 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty pšenice ozimé činily **69 kg.ha⁻¹**.

Výpočet relativních ztrát ječmene ozimého (viz vzorec 4.3):

$$R_{z1} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$

$$R_{z1} = \frac{72,4}{6\,000} \cdot 100$$

$$R_{z1} = 1,21 \%$$

Relativních ztráty ječmene ozimého činily **1,21 %**.

Výpočet relativních ztrát řepky olejné (viz vzorec 4.3):

$$R_{z2} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$
$$R_{z2} = \frac{29,6}{3\ 000} \cdot 100$$
$$R_{z2} = 0,97 \%$$

Relativních ztráty pšenice ozimé činily **0,97 %**.

Výpočet relativních ztrát pšenice ozimé (viz vzorec 4.3):

$$R_{z3} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$
$$R_{z3} = \frac{69}{8\ 000} \cdot 100$$
$$R_{z3} = 0,86 \%$$

Relativních ztráty pšenice ozimé činily **0,86 %**.

Výpočet spotřeby paliva u ječmene ozimého (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph1} = \frac{V_p}{S_p}$$
$$S_{ph1} = \frac{402}{30}$$
$$S_{ph1} = 13,4 \text{ l. ha}^{-1}$$

Spotřeba činila u ječmene ozimého **13,4 l.ha⁻¹**.

Výpočet spotřeby paliva u řepky olejné (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph2} = \frac{V_p}{S_p}$$
$$S_{ph2} = \frac{554}{30}$$
$$S_{ph2} = 18,46 \text{ l. ha}^{-1}$$

Spotřeba činila u řepky olejné **18,46 l.ha⁻¹**.

Výpočet spotřeby paliva u pšenice ozimé (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph3} = \frac{V_p}{S_p}$$
$$S_{ph3} = \frac{443}{30}$$
$$S_{ph3} = 14,76 \text{ l. ha}^{-1}$$

Spotřeba činila u pšenice ozimé **14,76 l.ha⁻¹**.

Výpočet výdajů za pohonné hmoty (viz vzorec 4.5):

$$S_{cc} = V_{pc} \cdot 25,9$$

$$S_{cc} = 13687,5 \cdot 25,9$$

$$S_{cc} = 354\,506,25 \text{ Kč}$$

Celkové výdaje za spotřebované pohonné hmoty činily **354 506,25 Kč**.

Výpočet celkové spotřeby (viz vzorec 4.6):

$$S_{pch} = \frac{V_p}{S_{pc}}$$

$$S_{pch} = \frac{13687,5}{830}$$

$$S_{pch} = 16,49 \text{ l. ha}^{-1}$$

Celková spotřeba činila **16,49 l.ha⁻¹**.

Výpočet potřebného času na sklizeň jednoho hektaru (viz vzorec 4.7):

$$t = \frac{t_s}{S_p}$$

$$t = \frac{5}{22,5}$$

$$t = 0,22 \text{ h. ha}^{-1}$$

Potřebný čas na sklizeň jednoho hektaru činil **0,22 h.ha⁻¹**.

Výpočet na množství poškození zrn ječmene ozimého (viz vzorec 4.8):

$$P_{z1} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z1} = \frac{10,21}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z1} = 1,02 \%$$

Poškození zrna ječmene ozimého činilo **1,02 %**.

Výpočet na množství poškození zrn řepky olejné (viz vzorec 4.8):

$$P_{z2} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z2} = \frac{7,55}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z2} = 0,76 \%$$

Poškození zrna řepky olejné činilo **0,76 %**.

Výpočet na množství poškození zrn pšenice ozimé (viz vzorec 4.8):

$$P_{z3} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z3} = \frac{9,64}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z3} = 0,96 \%$$

Poškození zrna pšenice ozimé činilo **0,96 %**.

Výpočet odměny pro obsluhu (viz vzorec 4.9):

$$O_p = 130 \cdot t_1 + 220 \cdot t_2$$

$$O_p = 130 \cdot 120 + 220 \cdot 210$$

$$O_p = 61\,800 \text{ Kč}$$

Odměna pro obsluhu činila **61 800 Kč**.

Výpočet pro hrubý obrat (viz vzorec 4.10):

$$Z_r = C \cdot W_{mr}$$

$$Z_r = 2500 \cdot 830$$

$$Z_r = 2\,075\,000 \text{ Kč}$$

Hrubý obrat činil **2 075 000 Kč**.

Výpočet amortizace (viz vzorec 4.11):

$$A_{sm} = \frac{C_p}{t_o}$$

$$A_{sm} = \frac{9\,489\,580}{5}$$

$$A_{sm} = 1\,897\,916 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Výše amortizace činila **1 897 916 Kč.rok⁻¹**.

Výpočet nákladů a provozuschopnosti (viz vzorec 4.12):

$$N_{rú} = \frac{(N_{ar} \cdot O_k)}{W_{mr}}$$

$$N_{rú} = \frac{(1\,897\,916 \cdot 0,7)}{830}$$

$$N_{rú} = 1\,601 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Výše výdajů za náklady a provozuschopnost činila **1 601 Kč.ha⁻¹**.

Výpočet variabilních nákladů (viz vzorec 4.13):

$$V_n = N_{phm} + \left(\frac{Nr}{S_{pc}} \right) + M_z$$

$$V_n = 25,9 * \left(\frac{13\,687,5}{830} \right) + \left(\frac{9\,364}{830} \right) + 56$$

$$V_n = 495,35 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Variabilní náklady činily **495,35 Kč.ha⁻¹**.

Výpočet výdělku (viz vzorec 4.14):

$$V = Z_r - A_{sm} - S_{cc} - N_r - O_p - N_o$$

$$V = 2\,075\,000 - 1\,897\,916 - 354\,506,25 - 87\,082 - 61\,800 - 9\,364$$

$$V = -335\,668,25 \text{ Kč}$$

Ztráta činila **-335 668,25 Kč**.

Výpočet minimálního využití (viz vzorec 4.15):

$$mV = \frac{N_r}{C - V_n}$$

$$mV = \frac{1\,897\,916 + 354\,506,25 + 87\,082 + 61\,800 + 9\,364}{2\,500 - 495,35}$$

$$mV = 1\,203 \text{ ha.rok}^{-1}$$

Minimální využití by činilo **1 203 ha.rok⁻¹**.

Odměna

Výpočet hmotnostní výkonnosti (viz vzorec 4.16):

$$W_m = \frac{S_p}{t} \cdot m_z$$

$$W_m = \frac{22,5}{5} \cdot 8$$

$$W_m = 36 \text{ t.ha}^{-1}$$

Hmotnostní výkonnost činila **36 t.ha⁻¹**.

Výpočet plošné výkonnosti (viz vzorec 4.17):

$$W_p = \frac{S_p}{t}$$

$$W_p = \frac{22,5}{5}$$

$$W_p = 4,5 \text{ ha.h}^{-1}$$

Plošná výkonnost činila **4,5 ha.h⁻¹**.

5.2 Výsledky tangenciální sklízecí mlátičky John Deere S770.

U axiální sklízecí mlátičky pracovní záběr žacího adaptéru také činil 9,15 m. Tento údaj bylo nutné změřit pro výpočet šíře kontrolní plochy o velikosti 1 m². Hmotnost posbíraných zrn na digitální váze při měření absolutních ztrát u této sklízecí mlátičky činila u ječmene ozimého 6,37 g 6,41 g 6,46 g, řepky olejné 2,43 g 2,48 g 2,53 g a pšenice ozimá 5,37 g, 5,5 g a 5,59 g. Vlhkost zrna ječmene ozimého dosahoval 13,6 % a jeho biologický výnos se pohyboval v průměru 6 t.ha⁻¹, Vlhkost zrna řepky olejné dosahovala 8,6 % a její biologický výnos se pohyboval v průměru 3 t.ha⁻¹ a u pšenice

ozimé při měření dosahovala 12,6 % a její biologický výnos se pohyboval v průměru 8 t.ha⁻¹.

Sklízecí mlátička sklídila celkem 825 ha, během sklizně spotřebovala 14 190,8 litrů pohonných hmot. Z 825 ha sklízecí mlátička sklídila 192 ha ječmene ozimého, 210 ha řepky olejné, 368 ha pšenice ozimé, 20 ha ovsa setého a 35 ha triticales. Při sklizni hlavních plodin se naměřilo, že u pšenice ozimé bylo spotřebováno 412 litrů paliva. U ječmene ozimého byla naměřená spotřeba 457 litrů paliva. Při sklizni řepky olejné, kde byl také drtič v aktivní poloze naměřená spotřeba činila 568 litrů. Jako u první sklízecí mlátičky se měřená spotřeba měřila na ploše o velikosti 30 ha. Při sklizni pšenice ozimé činila vlhkost zrna 13,3 %, u ječmene ozimého byla naměřena vlhkost 14,2 % a vlhkost řepky dosahoval 9,2 %. Při měření časové náročnosti sklízecí mlátičky na sklizeň jednoho hektaru bylo sklizeno 25 ha pšenice ozimé o vlhkosti zrna 13,2 % za 5 hodin. Naměřené hodnoty při měření poškození zrn: ječmene ozimého o vlhkosti zrna 13,4 % činily 9,64 g, 9,68 g a 9,71 g, řepky olejné o vlhkosti zrna 8,9 % činily 5,92 g, 5,99 g a 6,3 g a pšenice ozimé a o vlhkosti zrna 12,7 % činily 7,67 g, 7,79 g a 7,72 g ze vzorku 1000 g. Pro údržbářské a opravárenské práce vyžadovala sklízecí mlátička 135 hodin práce. Naopak pro sklizeň 825 ha časová náročnost činila 190 hodin práce.

Při sklizni bylo potřeba nahradit poškozené díly jako jsou nože žací kosy, řemeny, prsty šnekového dopravníku, prsty žacího válu, snímače tlaku, těsnění apod. ve výši 18 581 Kč.

Výpočet šíře kontrolní plochy (viz vzorec 4.1):

$$\check{S}_{kp} = \frac{1}{Z_{\check{z}a}}$$

$$\check{S}_{kp} = \frac{1}{9,15}$$

$$\check{S}_{kp} = 0,109 \text{ m}$$

Kontrolní plocha pro měření absolutních ztrát **činí 0,109 m**, respektive **10,9 cm**.

Výpočet absolutních ztrát ječmene ozimého (viz vzorec 4.2):

$$R_{za1} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za1} = 10 \cdot 6,41 \text{ g}$$

$$R_{za1} = 64 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty činily **64 kg.ha⁻¹**.

Výpočet absolutních ztrát řepky olejné (viz vzorec 4.2):

$$R_{za2} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za2} = 10,2,48g$$

$$R_{za2} = 25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty činily **25 kg.ha⁻¹**.

Výpočet absolutních ztrát pšenice ozimé (viz vzorec 4.2):

$$R_{za3} = 10 \cdot m_{zrn}$$

$$R_{za3} = 10,5,5g$$

$$R_{za3} = 55 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Absolutní ztráty pšenice ozimé činily **55 kg.ha⁻¹**.

Výpočet relativních ztrát ječmene ozimého (viz vzorec 4.3):

$$R_{z1} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$

$$R_{z1} = \frac{64}{6\,000} \cdot 100$$

$$R_{z1} = 1,06 \%$$

Relativní ztráty ječmene ozimého činily **1,06 %**.

Výpočet relativních ztrát řepky olejně (viz vzorec 4.3):

$$R_{z2} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$

$$R_{z2} = \frac{25}{3\,000} \cdot 100$$

$$R_{z2} = 0,83 \%$$

Relativní ztráty řepky olejně činily **0,83 %**.

Výpočet relativních ztrát pšenice ozimé (viz vzorec 4.3):

$$R_{z3} = \frac{R_{za}}{V_b} \cdot 100$$

$$R_{z3} = \frac{55}{8\,000} \cdot 100$$

$$R_{z3} = 0,69 \%$$

Relativní ztráty pšenice ozimé činily **0,69 %**.

Výpočet spotřeby u ječmenu ozimém (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph1} = \frac{V_p}{S_p}$$

$$S_{ph1} = \frac{412}{30}$$

$$S_{ph1} = 13,73 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Spotřeba u ječmenu ozimém **13,73 l.ha⁻¹**.

Výpočet spotřeby u řepce olejné (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph2} = \frac{V_p}{S_p}$$
$$S_{ph2} = \frac{568}{30}$$
$$S_{ph2} = 18,93 \text{ l. ha}^{-1}$$

Spotřeba u ječmenu ozimém **18,93 l.ha⁻¹**.

Výpočet spotřeby u pšenici ozimé (viz vzorec 4.4):

$$S_{ph3} = \frac{V_p}{S_p}$$
$$S_{ph3} = \frac{457}{30}$$
$$S_{ph3} = 15,23 \text{ l. ha}^{-1}$$

Spotřeba u pšenici ozimé **15,23 l.ha⁻¹**.

Výpočet výdajů za pohonné hmoty (viz vzorec 4.5):

$$S_{cc} = V_{pc} \cdot 25,9$$
$$S_{cc} = 14\,190,8 \cdot 25,9$$
$$S_{cc} = 367\,541,72 \text{ Kč}$$

Celkové výdaje za spotřebované pohonné hmoty činily **367 541,72 Kč**.

Výpočet celkové spotřeby (viz vzorec 4.6):

$$S_{pch} = \frac{V_p}{S_{pc}}$$
$$S_{pch} = \frac{14\,190,8}{825}$$
$$S_{pch} = 17,2 \text{ l. ha}^{-1}$$

Celková spotřeba činila **17,2 l.ha⁻¹**.

Výpočet potřebného času na sklizeň jednoho hektaru (viz vzorec 4.7):

$$t = \frac{t_s}{S_p}$$
$$t = \frac{5}{25}$$
$$t = 0,20 \text{ h. ha}^{-1}$$

Potřebný čas na sklizeň jednoho hektaru činil **0,20 h.ha⁻¹**.

Výpočet na množství poškození zrn ječmene ozimého (viz vzorec 4.8):

$$P_{z1} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z1} = \frac{9,68}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z1} = 0,97 \%$$

Poškození zrna ječmene ozimého činilo **0,97 %**.

Výpočet na množství poškození zrn řepky olejné (viz vzorec 4.8):

$$P_{z2} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z2} = \frac{5,99}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z2} = 0,6 \%$$

Poškození zrna řepky olejné činilo **0,6 %**.

Výpočet na množství poškození zrn pšenice ozimé (viz vzorec 4.8):

$$P_{z3} = \frac{m_{pz}}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z3} = \frac{7,72}{1000 \text{ g}} \cdot 100$$

$$P_{z3} = 0,77 \%$$

Poškození zrna pšenice ozimé činilo **0,77 %**.

Výpočet odměny pro obsluhu (viz vzorec 4.9):

$$O_p = 130 \cdot t_1 + 220 \cdot t_2$$

$$O_p = 130 \cdot 135 + 220 \cdot 190$$

$$O_p = 59\,350 \text{ Kč}$$

Odměna pro obsluhu činila **59 350 Kč**.

Výpočet pro hrubý obrat (viz vzorec 4.10):

$$Z_r = C \cdot W_{mr}$$

$$Z_r = 2\,500.825$$

$$Z_r = 2\,062\,500 \text{ Kč}$$

Hrubý obrat činil **2 062 500 Kč**

Výpočet amortizace (viz vzorec 4.11):

$$A_{sm2} = \frac{C_p}{t_o}$$

$$A_{sm2} = \frac{10\,058\,600}{5}$$

$$A_{sm} = 2\,011\,720 \text{ Kč. rok}^{-1}$$

Výše amortizace činila **2 011 720 Kč.rok⁻¹**.

Výpočet nákladů a provozuschopnosti (viz vzorec 4.12):

$$N_{rú2} = \frac{(N_{ar} \cdot O_k)}{W_{mr}}$$
$$N_{rú2} = \frac{(2\,011\,720 \cdot 0,7)}{825}$$
$$N_{rú2} = 1\,707 \text{ Kč. ha}^{-1}$$

Výše výdajů za náklady a provozuschopnost činilo **1 707 Kč.ha⁻¹**.

Výpočet variabilních nákladů (viz vzorec 4.13):

$$V_{n2} = N_{phm} + \left(\frac{Nr}{S_{pc}}\right) + M_z$$
$$V_{n2} = 25,9 * \left(\frac{14\,190,8}{825}\right) + \left(\frac{18\,581}{825}\right) + 51$$
$$V_{n2} = 519,5 \text{ Kč. ha}^{-1}$$

Variabilní náklady činily **519,5 Kč.ha⁻¹**.

Výpočet pro výdělečnost (viz vzorec 4.14):

$$V = Z_r - A_{sm} - S_{cc} - N_r - O_p - N_o$$
$$V_1 = 2\,062\,500 - 2\,011\,720 - 367\,541,72 - 106\,583 - 59\,350 - 14\,581$$
$$V_1 = -497\,275,72 \text{ Kč}$$

Ztráta činila **-497 275,72 Kč**.

Výpočet minimálního využití (viz vzorec 4.15):

$$mV_2 = \frac{N_r}{C - V_{n2}}$$
$$mV_2 = \frac{2\,011\,720 + 367\,541,72 + 106\,583 + 59\,350 + 18\,581}{2\,500 - 519,5}$$
$$mV_2 = 1\,294 \text{ ha. rok}^{-1}$$

Minimální využití by činilo **1 294 ha.rok⁻¹**.

Výpočet hmotnostní výkonnosti (viz vzorec 4.16):

$$W_m = \frac{S_p}{t} \cdot m_z$$
$$W_{m2} = \frac{30}{5} \cdot 8$$
$$W_{m2} = 48 \text{ t. ha}^{-1}$$

Hmotnostní výkonnost činila **48 t.ha⁻¹**.

Výpočet plošné výkonnosti (viz vzorec 4.17):

$$W_{p2} = \frac{S_p}{t}$$

$$W_{p2} = \frac{25}{5}$$

$$W_{p2} = 5 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$$

Plošná výkonnost činila **5 ha.h⁻¹**.

5.3 Porovnání mláticích konstrukcí

Ztráty a poškození zrna viz tabulka 5.1

Tabulka 5.1: Ztráty a poškození

Ztráty sklízecí mlátičky	John Deere T670i	John Deere S770
Absolutní ztráty ječmene	72,4 kg.ha ⁻¹	64 kg.ha ⁻¹
Absolutní ztráty řepky	29,6 kg.ha ⁻¹	25 kg.ha ⁻¹
Absolutní ztráty pšenice	69 kg.ha ⁻¹	55 kg.ha ⁻¹
Relativní ztráty ječmene	1,21 %	1,06 %
Relativní ztráty řepky	0,97 %	0,83 %
Relativní ztráty pšenice	0,86 %	0,69 %
Poškození zrna ječmene	1,02 %	0,97 %
Poškození zrna řepky	0,76 %	0,6 %
Poškození zrna pšenice	0,96 %	0,77 %

Porovnání spotřeby PHM viz tabulka 5.2

Tabulka 5.2: Porovnání spotřeby PHM

Spotřeba PHM	John Deere T670i	John Deere S770
Spotřeba paliva u ječmene	13,4 l.ha ⁻¹	13,73 l.ha ⁻¹
Spotřeba paliva u řepky	18,46 l.ha ⁻¹	18,93 l.ha ⁻¹
Spotřeba paliva u pšenice	14,76 l.ha ⁻¹	15,23 l.ha ⁻¹
Průměrná spotřeba	16,5 l.ha ⁻¹	17,2 l.ha ⁻¹
Množství PHM za sklizeň	13 687,5 l	14 190,8 l

Porovnání sklizené plochy viz tabulka 5.3

Tabulka 5.3: Porovnání sklizené plochy

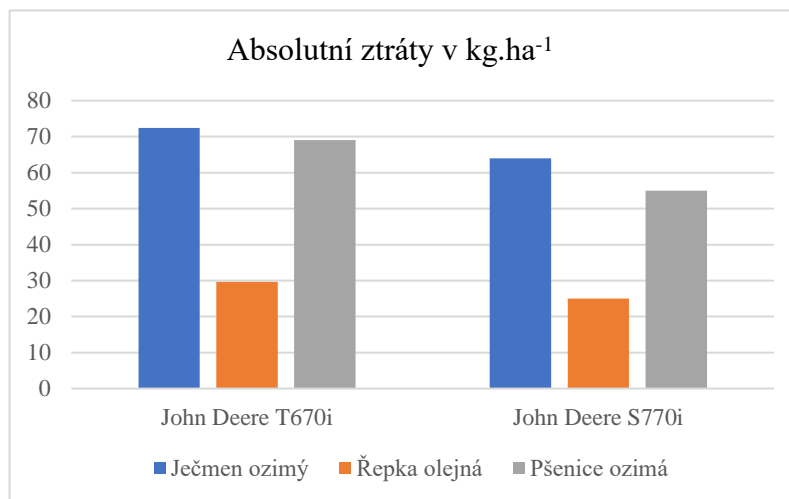
Sklizená plocha	John Deere T670i	John Deere S770
Plocha ječmene	169 ha	192 ha
Plocha řepky	202 ha	210 ha
Plocha pšenice	348 ha	368 ha
Plocha oves nahý	15 ha	0 ha
Plocha oves setý	30 ha	20 ha
Plocha triticales	66 ha	35 ha
Časová náročnost na ha	0,22 h.ha ⁻¹	0,2 h.ha ⁻¹
Hmotnostní výkonnost	36 t.h ⁻¹	48 t.h ⁻¹
Plošná výkonnost	4,5 ha.h ⁻¹	5 ha.h ⁻¹

Celkem	830 ha.rok⁻¹	825 ha.rok⁻¹
--------	--------------------------------	--------------------------------

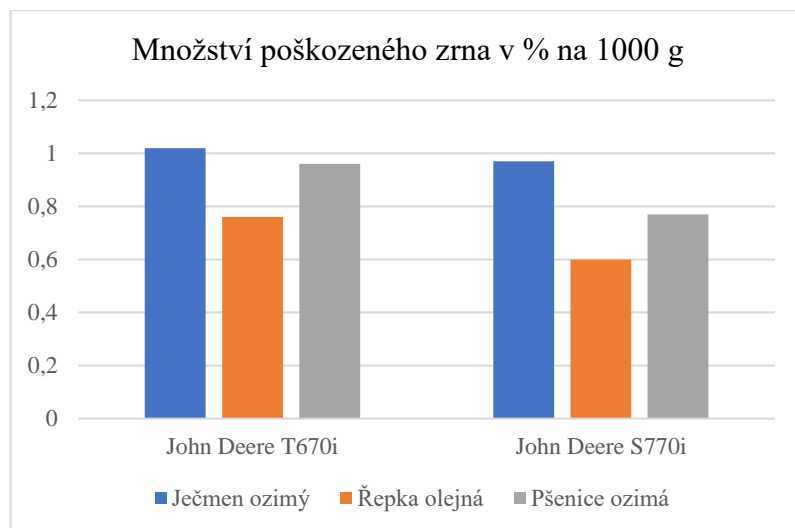
Porovnání ekonomického hlediska viz tabulka 5.4

Tabulka 5.4: Porovnání ekonomického hlediska

Ekonomické hledisko	John Deere T670i	John Deere S770
Pořizovací cena	9 489 580 Kč	10 058 600 Kč
Amortizace	1 897 916 Kč.rok ⁻¹	2 011 720 Kč.rok ⁻¹
Výdaj PHM	354 506,25 Kč	367 541,72 Kč
Odměna lidské práce	61 800 Kč	59 350 Kč
Náklady na provoz	1 601 Kč.ha ⁻¹	1 707 Kč.ha ⁻¹
Variabilní náklady	495,35 Kč.ha ⁻¹	519,5 Kč.ha ⁻¹
Předsezonní údržba	87 082 Kč	106 583 Kč
Ceny náhradních dílů	9 364 Kč	18 581 Kč
Zisk	2 075 000 Kč	2 062 500 Kč
Skutečný zisk	- 335 668,25 Kč	- 497 275,72 Kč
Minimální roční výkonnost pro zaplacení	1 203 ha.rok ⁻¹	1 294 ha.rok ⁻¹



Obrázek 5.1: Graf absolutních ztrát



Obrázek 5.2: Graf poškození zrna

6 Diskuse

Ve výsledcích absolutních a relativních ztrát si vedla lépe axiální mlátička, u které absolutní ztráty při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé činily $64 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $55 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Naopak u tangenciální mlátičky absolutní ztráty při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé činily $72,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $29,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $69 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z výsledků vyplývá, že u tangenciální mlátičky při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé činily relativní ztráty 1,21 %, 0,97 %, 0,86 %. Výsledky relativních ztrát u axiální mlátičky při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé činily 1,06 %, 0,83 % a 0,69 %, tudíž tyto výsledky vychází lépe než v případě tangenciální mlátičky. Ačkoliv nejsou čísla na první pohled tak rozdílná, tak při větším měřítku se jedná o veliké hmotnostní rozdíly, byť se jedná o 0,15 %. Při sklizni 150 ha ječmene ozimého rozdíl ztrát již činil 1 260 kg ve prospěch axiální sklízecí mlátičky. Při výkupní ceně $5\,000 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$ dokáže axiální mlátička uspořit 6 300 Kč. Podobné je to i při sklizni řepky olejné, kde rozdíl při sklizni 200 ha činil 920 kg, při výkupní ceně $11\,000 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$ dokáže axiální mlátička uspořit 10 120 Kč. Jiné to není ani u sklizně pšenice ozimé, kde při sklizni 300 ha rozdíl absolutních ztrát činil 4 200 kg. Finanční úspora při výkupní ceně $5\,500 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$ činí 23 100 Kč. V součtu z 650 ha axiální mlátička sklídila o 6 380 kg více než tangenciální mlátička, což je v přepočtu 39 520 Kč. Rozdíly v absolutních a relativních ztrátách mohou ovlivnit sklízecí podmínky, jako je zralost a čistota porostu, vlhkost zrna. Vlastnosti sklízecí mlátičky také mohou zapříčinit rozdíly ve ztrátách. V měření sehrály rozdíly hlavně sklízecí mlátičky a jejich konstrukce, protože podmínky sklizně byly velice podobné.

Výsledky měření poškození zrna hovoří ve prospěch axiální mlátičky, kde při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé poškození zrna činilo 9,68 g, 5,99 g, 7,72 g ze vzorku 1 000 g. U tangenciální mlátičky při sklizni ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé poškození zrna činilo 10,21 g, 7,55 g, 9,64 g ze vzorku 1 000 g. Při průměrných výnosech: ječmen ozimý $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, řepky olejné $3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a pšenice ozimé $8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ jsou rozdíly při sklizni 150 ha ječmene ozimého, 200 ha řepky olejné a 300 ha pšenice ozimé nezanedbatelné. Ze 150 ha ječmene ozimého tangenciální mlátička poškodila o 397,5 kg zrna více než axiální mlátička, což představuje úsporu v hodnotě 1 987,5 Kč. U 200 ha řepky olejné tangenciální sklízecí mlátička poškodila o 5 610 kg více zrna, při přepočtu axiální mlátička uspořila 61 710 Kč. V případě pšenice ozimé rozdíl poškozeného zrna činilo 4 608 kg ve prospěch axiální

mlátičky, což představuje 25 344 Kč. Jako u ztrát mohou ovlivnit poškození zrna sklízecí podmínky, nastavení a konstrukce mlátičky. Z výsledků ztrát a poškození zrna vyplývá, že k šetrnosti zrna si vede lépe axiální mlátička. V součtu ze sklizně 650 ha z poškozeného zrna částka činila 89 041,5 Kč, která axiální mlátička uspořila. Společně po započítání úspory ze ztrát a poškození zrna činila finanční úspora 150 751,5 Kč ve prospěch axiální mlátičky.

Výsledky měření spotřeby PHM z celkové sklizené plochy vypovídají o větší hospodárnosti tangenciální mlátičky, která spotřebovala o 503,3 litů méně. Což představuje úsporu v hodnotě 13 035,47 Kč. Větší hospodárnost hovoří i u sklizně ječmene ozimého, řepky olejné a pšenice ozimé. Kde úspora činila v průměru 0,33 l.ha⁻¹, 0,47 l.ha⁻¹ a 0,47 l.ha⁻¹. Při sklizni 150 ha ječmene úspora činila 49,5 litru, což představuje úsporu 1 282,05 Kč. Při sklizni 200 ha řepky olejné tangenciální mlátička spotřebovala o 94 litrů méně než axiální, což představuje úsporu ve výši 2 434,6 Kč. U sklizně 300 ha pšenice ozimé rozdíl činil 141 litrů, tedy tangenciální mlátička uspořila 3 651,9 Kč. Z 650 ha sklizně tato úspora již představuje částku ve výši 7 368,55 Kč. Rozdíl u tohoto měření je zapříčiněn větší pohotovostní hmotností axiální sklízecí mlátičky. Dalším ovlivňujícím vlivem mohou být terénní podmínky.

Výsledky hmotnostní a plošné výkonnosti naznačují výhodu axiální mlátičky. Ta je konstruována na výkonnost 75 t.h⁻¹, oproti tangenciální mlátičce, která je konstruována pouze na 50 t.h⁻¹. Naměřené hodnoty činily 48 t.h⁻¹ v případě axiální mlátičky a 36 t.h⁻¹ u tangenciální mlátičky. Z toho vyplývá, že axiální mlátička dokázala sklízet o 25 % s větší hmotnostní výkonností za optimálních podmínek. U plošné výkonnosti rozdíl činil 0,5 ha.h⁻¹ ve prospěch axiální mlátičky, což činí 10 %, 4,5 ha.h⁻¹ oproti 5 ha.h⁻¹. Tomu napovídají i časová náročnost na sklizeň jednoho ha, 0,22 h.ha⁻¹ u tangenciální mlátičky a 0,2 h.ha⁻¹ u axiální mlátičky. Tyto výsledky ukazují na větší výkonnost axiální mlátičky, která by mohla být i větší. Ale jen v případě agregace žacího adaptéru o větším pracovním záběru. Ukazatel hmotnostní výkonnosti napovídá, že axiální mlátička má v tomto ukazateli velikou rezervu. Takovéto výkony sklízecí mlátičky dosahovaly pouze ojediněle, neboť jejich výkonnost ovlivňovaly sklízecí podmínky a sjízdnost, které nebyly ve 2/3 optimální. Dalšími faktory, které mohly tyto výkonnosti ovlivnit jsou i poruchy mlátiček.

U výsledků ekonomického hlediska ukazatelé ukazují ve prospěch tangenciální mlátičky, která je o 569 020 Kč levnější na pořízení, což představuje o 6 % menší investici, tedy 9 489 580 Kč oproti 10 058 600 Kč. Z pořizovací ceny lze vidět i menší

amortizaci u tangenciální mlátičky o 113 804 Kč.rok⁻¹. Levněji vychází i předsezonní servisování tangenciální mlátičky, kde předsezonní servis činil 87 082 Kč, oproti 106 583 Kč u axiální mlátičky, rozdíl činí 19 501 Kč. Axiální mlátička je finančně více náročnější na provoz, u které náklady činily 1 707 Kč.ha⁻¹ na provoz sklízecí mlátičky, oproti 1 601 Kč.ha⁻¹. Při rozdílu 105 Kč.ha⁻¹ to rozhodně není zanedbatelný rozdíl. To představuje úsporu 87 150 Kč při výkonnosti 830 ha ve prospěch tangenciální mlátičky. I variabilní náklady vychází výhodněji pro tangenciální mlátičku, a to o 24,15 Kč.ha⁻¹, což představuje úsporu 20 044,5 Kč na 830 ha. Zisk 2 075 000 Kč u tangenciální mlátičky a 2 062 500 Kč u axiální nestačil na pokrytí vydaných nákladů, do kterých dále musíme zařadit odměnu lidské práce a náklady na náhradní díly použité během sklizně. Odměna činila 61 800 Kč u tangenciální mlátičky a 59 350 Kč. Zatímco náklady na náhradní díly činily 9 364 Kč u tangenciální mlátičky a 18 581 Kč u axiální mlátičky. To znamená, že tangenciální mlátička skončila v záporu -335 668,25 Kč u tangenciální mlátičky a - 497 275,72 Kč v případě axiální mlátičky.

Tangenciální mlátička by potřebovala sklidit 1 203 ha.rok⁻¹, aby se zaplatil její provoz. U axiální mlátičky by tato minimální roční výkonnost musela přesáhnout 1 294 ha.rok⁻¹ pro j. Bohužel tato teoretická se od té skutečné výrazně liší. U tangenciální mlátičky tento rozdíl činí 373 ha a u axiální mlátičky je tento rozdíl ještě větší, konkrétně 469 ha. Roční výkonnost a spojené ekonomické hledisko hlavně ovlivnily sklizňové podmínky, do kterých patřila hlavně sjízdnost. Ani počasí nebylo příznivé pro dlouhodobé vysoké denní výkonnosti. Méně podstatnými rozdíly jsou vlastnosti a konstrukce sklízecích mlátiček.

Závěr

Sklizeň veškerých plodin sklízecími mlátičkami je rok od roku náročnější. Do sklizně stále více vstupují proměnlivé faktory – jako je například nepříznivé počasí, které prodlužují dobu sklizně a při větší míře dokonce znehodnocují úrodu. Hlavním cílem je sklizeň všech plodin v agrotechnické lhůtě, i přes negativní ekonomické hledisko.

Při přímém porovnání tangenciální sklízecí mlátičky John Deere T670i s axiální sklízecí mlátičkou John Deere S770 při sklizni skutečné roční výkonnosti vyplývá, že tangenciální sklízecí mlátička John Deere T670i je finančně méně náročná na koupi, údržbu, spotřebu paliva a nákladů na udržení v provozuschopném stavu. Tato výhoda se však odráží vyššími ztrátami, větším poškozením zrna při sklizni, nižší hmotnostní a plošnou výkonností. Větší finanční náročnost axiální sklízecí mlátička John Deere S770 nahrazuje nižšími ztrátami a poškozením zrna při sklizni, větší hmotnostní a plošnou výkonností.

Na základě výsledků lze konstatovat, že tangenciální sklízecí mlátička John Dere T670i je vhodná ke sklizni obilovin do roční výkonnosti 1 000 ha. Její výkonnost lze zvýšit i sklizní kukuřice na zrno. Díky sklizni kukuřice lze tak navýšit její roční výkonnost, a tak dosáhnout minimálního ročního využití pro zaplacení všech nákladů. Naopak axiální sklízecí mlátička John Deere S770 je vhodná ke sklizni obilovin o roční výkonnosti větší než 1 000 ha. Stejně jako u tangenciální sklízecí mlátičky John Dere T670i, lze její výkonnost zvýšit sklizní kukuřice na zrno. Její minimální roční využití by bylo třeba vyšší než v případě tangenciální sklízecí mlátičky, avšak za příznivějších podmínek, případně s využitím většího pracovního záběru žacího adaptéru, lze snadno tuto hranici pokořit.

Seznam použitých zdrojů

Agrall.cz, (2019). *Legendární ústrojí APS Hybrid slaví 25 let na trhu*. [online] [citováno 16. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agrall.cz/cs/legendarni-ustroji-aps-hybrid-slavi-25-let-na-trhu>

Agriland.eu, (2017). *New Deere S700: Can this combine do the thinking for you*. [online] [citováno 16. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agriland.ie/farming-news/new-deere-s700-can-this-combine-do-the-thinking-for-you/>

Agroportal24h.cz, (6/2019). *Rozdělení sklízecích mlátiček a jejich konstrukční prvky*. [online] [citováno 29. 1. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozdeleni-sklizecich-mlaticek-a-jejich-konstrukcni-prvky>

Agroportal24h.cz, (8/2019). *Nejvýkonnější sklízecí mlátička současnosti přichází v podobě nové generace Claas Lexion*. [online] [citováno 2. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/nejvykonnejssi-sklizeci-mlaticka-soucasnosti-prichazi-v-podobě-nove-generace-claas-lexion>

Agrozet.cz, (S, 2022). *John Deere S*. [online] [citováno 18. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-s-d76935.html#>

Agrozet.cz, (T, 2022) *John Deere T série*. [online] [citováno 19. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-t-1-d76916.html>

App.claas.com, (2016). *Easy. Efficient Agriculture Systems. Optimalizace stroje*. [online] [citováno 19. 12. 2021]. Dostupné z: <http://app.claas.com/products/2016/cs-CZ/easy/machine-optimisation.php>

BŘEČKA, Josef. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 8021307382.

Claasharvestcentre.com, (2022) *New combine harvester thinks for itself*. [online] [citováno 19. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.claasharvestcentre.com/new-combine-harvester-thinks-for-itself>

Claas-group.cz, (2021). *3rd generation automated LEXION control with touch screen CEBIS MOBILE*. [online] [citováno 19. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.claas-group.com/press-corporate-communications/press-releases/3rd-generation-automated-lexion-control-with-touch-screen-cebis-mobile/1789004>

Cordesses L., Cariou C., Berducat M., (2000). *Combine harvester control using real time kinematic GPS*. [online] doi.org [citováno 11. 12. 2021] Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1011473630247>

Červinka, Jan a Sedlák, Pavel a Trunečka, Karel. *Technika a technologie pro rostlinou výrobu – návody do cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-713-8.

Deere.cz (T, 2021). *Řada T. Sklid'te snadno a rychle*. [online] [citováno 6. 12. 2021] Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/rada-t/>

Deere.cz (S, 2021). *Řada S. Sklízecí mlátička 75 tun*. [online] [citováno 8. 12. 2021] Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/rada-s/>

Deere.cz, (6, 2022). *Adaptér sklízecí mlátičky 730X*. [online] [citováno 28. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/zaci-listy/700x/730x/>

Deere.cz, (7, 2022). *Adaptér sklízecí mlátičky 630X*. [online] [citováno 30. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/zaci-listy/600x/630x/>

Fríd, M, CSc. (2014). *Sklízecí mlátičky*. [online] jcu.cz [citováno 30. 11. 2021]. Dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2014/10/Sklizeci_mlaticky.pdf

Fu J., Chen Z., Han L. J., Ren L. Q., (2018). *Review of grain threshing theory and technology*. [online] [citováno 9. 12. 2021] Dostupné z: <http://www.ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/3432/pdf>

HEŘMÁNEK, Petr a František KUMHÁLA. *Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. Studijní informace. ISBN 80-86153-33-9.

Janda D, (2012). *Mlátičí a separační mechanismy sklízecích mlátiček*. [online] kombajny.wz.cz [citováno 4. 12. 2021]. Dostupné z: <http://kombajny.wz.cz/mlatsep.pdf>

Janotka J., (2017). *Technologický pracovní postup sklízecích mlátiček*. [online] souzchvaletice.cz [citováno 12. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.souzchvaletice.cz/wp-content/uploads/2020/11/2-sklizeci-mlaticky.pdf>

John Deere. *Návod k použití sklízecí mlátičky řady W a T*. John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2020. Návod k použití. OMHXE150270.

John Deere. *Návod k použití sklízecí mlátičky S760, S770, S780, S785, S790 a Hill-Master*. John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2018. Návod k použití. OMZ201523.

Kavka, M. et al. (2014): *Řízení a organizace výrobních procesů*. Interní studijní text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha.

KROUPA, Pavel, Josef HŮLA a Pavel KOVAŘÍČEK. *Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin*. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 8072711261.

Mašek J., Krouhlík M., Kumhála F., Loch T., (2009). *Technika a technologie pro precizní zemědělství*. Mechanizace zemědělství, č. 5. ISSN 0373-6776

Mechanizaceweb.cz, (2015). *4D čištění v podání Claas*. [online] [citováno 14. 12. 2020] <https://mechanizaceweb.cz/4d-cisten-v-podani-claas/>

MIU, Petre. *Combine Harvesters*. New York: Taylor a Francis Group, 2017. ISBN 978-1-1387-4827-9.

Newholland-biso.eu, (2021). *Nová sklizňová dimenze. Nové CR. Královna polí je tu, nová a s novými trumfy*. [online] [citováno 30. 12. 2021]. Dostupné z: <http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/nova-modelova-rada-new-holland-cr/>

PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 8090241344.

John Deere, (2017). *Sklízecí mlátičky řady T*. John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken YY1614202CZE_CZ

John Deere, (2018). *Řada S700 automatizovaná sklízecí mlátička*. John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken YY1814214CZE_CZ

Repán M, (2020). *III. Mechanizační prostředky pro sklizeň obilovin*. [online] souhorky.cz [citováno 17. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.souhorky.cz/uploads/mediafiles/1385/18602.pdf>

Strompraha.cz, (T, 2020). *Mlátičky řady T. Nejprodávanejší vytrásadla v Česku*. [online] [citováno 20. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky/tangencialni/sklizeci-mlaticky-rady-t>

Strompraha.cz, (S, 2020). *Mlátičky řady S. Kvalitu zrna se nebojíme garantovat!* [online] [citováno 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky/axialni/sklizeci-mlaticky-rady-s700>

Tractorhouse.com, (2019). *John Deere Upgrades Its S700 Series Combine For 2020.* [online] [citováno 26. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.tractorhouse.com/blog/ag-equipment-news/2019/05/john-deere-upgrades-its-s700-series-combines-for-2020>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Žací adaptér	8
Obrázek 1.2: Aktivní dělič	9
Obrázek 1.3: Pohon žacího adaptéru.....	10
Obrázek 1.4: Šikmý dopravník	12
Obrázek 2.1: Tangenciální mláticí buben (Agroportal24h.cz, 6/2019)	14
Obrázek 2.2: Vícebubnové mláticí ústrojí John Deere řady T (John Deere, 2017) ...	18
Obrázek 2.3: Dvourotorové axiální mláticí ústrojí (Agroportal24h.cz, 6/2019).....	20
Obrázek 2.4: Jednorotorové mláticí ústrojí John Deere řady S (John Deere, 2018)..	21
Obrázek 2.5: Hybridní mláticí ústrojí Claas APS Hybrid (Agroportal24h.cz, 6/2019)	22
Obrázek 2.6: Sklízecí mlátička Claas Lexion 750 TerraTrac	23
Obrázek 3.1: Systém 4D firmy Claas pro mlácení ve svahu (Mechanizace, 2015)...	29
Obrázek 3.2: Schéma Claas Cruise Pilot (App.claas.com, 2016)	31
Obrázek 3.3: Claas laser pilot	31
Obrázek 3.4: HarvestSmart v podání John Deere (Prairiestatetractor, 2020)	32
Obrázek 3.5: Přijímač StarFire od John Deere.....	32
Obrázek 3.6: Systém CombineAdvisor (Agriland.eu, 2017)	34
Obrázek 3.7: Systém Cemos automatic (Claas-group.cz, 2021).....	34
Obrázek 4.1: Sklízecí mlátička John Deere T670i s žacím adaptérem 730X	36
Obrázek 4.2: Sklízecí mlátička John Deere S770 s žacím adaptérem 630X	36
Obrázek 5.1: Graf absolutních ztrát	60
Obrázek 5.2: Graf poškození zrna.....	61

Seznam tabulek

Tabulka 4.1: Specifikace sklízecích mlátiček (John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2020 & John Deere GmbH & Co. KG John Deere Werke Zweibrücken, 2018)	36
Tabulka 4.2: Specifikace žacích adaptérů 630X a 730X (Deere.cz, 2022)	39
Tabulka 5.1: Ztráty a poškození.....	59
Tabulka 5.2: Porovnání spotřeby PHM.....	59
Tabulka 5.3: Porovnání sklizené plochy.....	59
Tabulka 5.4: Porovnání ekonomického hlediska	60
