

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Porovnání kvality práce sklízecích mlátiček John Deere

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Diplomant: Jaroslav Polák

PRAHA 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaroslav Polák, DiS.

Zemědělské inženýrství
Zemědělská technika

Název práce

Porovnání kvality práce sklízecích mlátiček John Deere

Název anglicky

The quality evaluation of John Deere combine harvesters

Cíle práce

Cílem práce je porovnání kvality práce vybraných sklízecích mlátiček John Deere ve zvolených lokalitách s ohledem na poškození mláceného zrna a celkové ztráty.

Metodika

Diplomant uskuteční polní experiment na vybraných modelech sklízecích mlátiček při sklizni různých plodin. Bude hodnocen vliv pojízdné rychlosti na změnu kvalitativních parametrů práce sklízecí mlátičky – celkové ztráty a poškození zrna. Do hodnocení budou zahrnuty sklízecí mlátičky s rozdílným typem mlaticího mechanismu.

Doporučený rozsah práce

45 – 50 stran textu

Klíčová slova

sklizeň, ztráty, poškození zrna, mlátička

Doporučené zdroje informací

Břečka, J., Mašek, J., Bernášek, K.: Cvičení ze strojů pro sklizeň píce a obilovin. Praha: ČZU v Praze, 2001, 150 s.

Firemní literatura společnosti John Deere

Kumhála, F., a kol.: Zemědělská technika – stroje pro rostlinnou výrobu. Praha: ČZU v Praze, 2007, 426 s.

Miu, P. Combine Harvesters: Theory, Modeling, and Design. CRC Press, 2015, 460 p.

Neubauer, K., a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu, Praha: SZN, 1989, 716 s

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Porovnání kvality práce sklízecích mlátiček John Deere“ vypracoval samostatně na základě vlastních poznatků a použitých materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Praze dne 31. března 2020

.....

Jaroslav Polák

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Maškovi, Ph.D. za jeho vstřícnost, pomoc a čas, který mi věnoval při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti STROM PRAHA za ochotu a vstřícnost při měření.

Abstrakt:

Diplomová práce na téma Porovnání kvality práce sklízecích mlátiček John Deere se zabývá porovnáním ztrát a poškození zrna při výmlatu pšenice a řepky ozimé. V první části práce je uveden přehled historie sklízecích mlátiček John Deere, dále jsou popsány jednotlivé systémy výmlatu a separace zrna. Následně jsou charakterizovány modelové řady testovaných sklízecích mlátiček včetně automatizačních prvků a žacích adaptérů. V praktické části je podrobně popsána metodika měření a jsou zde představeny podniky, kde se měřilo. U sklízecích mlátiček byly měřeny parametry ztrát a poškození zrna v závislosti na pojezdové rychlosti, jež jsou uvedeny v tabulkách. V závěru byly vyhodnoceny výsledky a uvedena doporučení pro vhodnou pracovní rychlost.

Klíčová slova: sklizeň, ztráty, poškození zrna, mlátička

Abstract:

The thesis on The quality evaluation of John Deere combine harvesters analyses the losses and damage of grain during threshing of wheat and winter rape. The first part of the thesis provides an overview of the history of John Deere combine harvesters, as well as individual threshing and grain separation systems. It then describes the model series of tested combine harvesters including automation elements and mowing adapters. The second practical part describes in detail the measurement methodology and introduces the businesses where measurements took place. For combine harvesters, grain loss and damage parameters were measured as a function of ground speed, shown in detailed summary tables. Finally, the thesis evaluates the results and provides recommendations for suitable working speed of combine harvesters.

Key words: harvest, losses, grain damage, combine harvester

Obsah

1. Úvod	1
2. Historie sklízecích mlátiček John Deere	2
2.1 Počátky sklízecích mlátiček	2
2.2 Novodobá historie sklízecích mlátiček John Deere	5
3. Rozdělení sklízecích mlátiček	7
3.1 Sklízecí mlátičky s tangenciálním mlátícím ústrojím	8
3.1.1 Klávesová vytřásadla	9
3.1.2 Rotační separátor	10
3.2 Sklízecí mlátičky s axiálním mlátícím ústrojím	11
3.2.1 Axiální systém s jedním rotorem	11
3.2.2 Axiální systém se dvěma rotory	12
3.3 Sklízecí mlátičky s hybridním mlátícím ústrojím	13
4. Představení sklízecích mlátiček John Deere	14
4.1 Sklízecí mlátičky John Deere řady T	14
4.1.1 Šikmý dopravník	14
4.1.2 Mlátící mechanismus	14
4.1.3 Čištění	15
4.1.4 Zásobník	16
4.1.5 Drtič	16
4.1.6 Motor	17
4.1.7 Převodovka	17
4.1.8 Svahové vyrovnávání	17
4.2 Sklízecí mlátičky John Deere řady S	18
4.2.1 Šikmý dopravník	18

4.2.2	Mláticí mechanismus	19
4.2.3	Čištění	20
4.2.4	Zásobník	20
4.2.5	Drtič	21
4.2.6	Motor	21
4.2.7	Převodovka	21
4.2.8	Svahové vyrovnávání	22
4.3	Automatizační prvky výbavy	22
4.3.1	GPS systémy T670i a S770i	22
4.3.2	Automatické plnění mlátičky	23
4.3.3	Automatické nastavení sklízecí mlátičky	24
4.3.4	Automatizovaná sklízecí mlátička	24
4.3.5	Prvky vzdálené podpory	25
4.4	Pásové podvozky sklízecích mlátiček	25
4.5	Žací adaptéry	26
5.	Cíl práce	28
6.	Metodika práce	29
6.1	Měřicí sada	30
6.2	Aplikace GoHarvest	32
7.	Naměřené hodnoty	33
7.1	T670i v podniku Agro Pertoltice, a.s.	33
7.1.1	Naměřené hodnoty při sklizni pšenice ozimé	33
7.1.2	Naměřené hodnoty při sklizni řepky ozimé	36
7.2	S770i v podniku AGROS-Kojice, spol. s.r.o.	38
7.2.1	Naměřené hodnoty při sklizni pšenice ozimé	39
7.3	S770i v podniku Statek Pohořelice, spol. s.r.o.	42
7.3.1	Naměřené hodnoty při sklizni řepky ozimé	42

8. Diskuse k výsledkům.....	44
9. Závěr.....	49
Seznam použité literatury	50

1. Úvod

Vzhledem k rozsáhlému pěstování obilnin, luštěnin a olejnin si dnes sklizeň těchto plodin bez sklízecích mlátiček neumíme ani představit. Sklízecí mlátičky jsou k dispozici více než 100 let a prošly mnohaletým vývojem. Výkonnost sklízecích mlátiček se neustále zvyšuje. Výkonnost se v dobách minulých zvyšovala s nárůstem velikosti stroje. Dnes jsme limitováni přepravními rozměry a stroj musí být v souladu s legislativou. Není již tedy možné zvětšovat jednotlivé komponenty, ale je nutné vymýšlet sofistikovanější řešení koncepce sklízecí mlátičky.

Sklizeň, kterou dříve v podniku vykonávalo deset sklízecích mlátiček, dnes zvládnou dvě. Tím se uspoří potřeba lidské práce, která bývá často nejdražším článkem v zemědělské výrobě. Moderní stroje jsou vybaveny nejnovějšími technologiemi, tudíž jejich obsluhu musí vykonávat řádně proškolený řidič. Řidič musí být schopen využít možnosti sklízecí mlátičky a tím zvýšit efektivitu provozu stroje. Výnos plodin se v posledních letech zvyšuje, což je výsledkem kvalitního obhospodařování a zavádění nových odrůd plodin. Cílem konstrukce sklízecí mlátičky je sklizeň plodiny v co nejkratším čase, s co nejmenšími ztrátami a poškozením zrna. Tyto faktory nám ovlivňuje seřízení sklízecí mlátičky vzhledem k aktuálním podmínkám sklizně.

Výběr vhodného stroje nebývá často jednoduchý. Na trhu je spousta výrobců nabízejících několik koncepcí sklízecích mlátiček, jejichž složitost a vysoká pořizovací cena nutí uživatele k tomu, aby vybral nejlepší možné řešení pro své sklizňové podmínky.

Tato práce je zaměřena na dvě výkonově srovnatelné, avšak koncepcí odlišné sklízecí mlátičky značky John Deere. Prvním strojem je tangenciální sklízecí mlátička John Deere T670i s vytrásadlovou separací, tedy konvenční sklízecí mlátička. Druhým strojem je axiální jednorotorová sklízecí mlátička John Deere S770i. U těchto strojů budou popsány jejich parametry a výbava. Dále budou porovnávány naměřené hodnoty ztrát a poškození zrna v závislosti na pojezdové rychlosti.

2. Historie sklízecích mlátiček John Deere

2.1 Počátky sklízecích mlátiček

Ve výrobním programu firmy John Deere se poprvé objevily sklízecí mlátičky v roce 1927. Zahrnutí sklízecích mlátiček do produktového portfolia firmy John Deere prosazoval Charles Wiman. První prototyp, který vycházel z konkurenčních sklízecích mlátiček Universal a Massey Harris byl hotový v roce 1925. V testování prototyp předčil sklízecí mlátičky, z nichž vycházel. Před sezónou 1927 bylo nabízeno 50 kusů těchto sklízecích mlátiček s označením No. 2 s šířkou žacího válu 3,6 a 4,9 m. O rok později došlo k uvedení menšího modelu No. 1 s žacími vály o záběrech od 2,4 do 3,6 m. Oba typy sklízecích mlátiček byly osazeny mláticím bubnem s hřebenovými mlatkami. Sklízecí mlátičky byly taženy za traktorem a pohon mechanismů zajišťoval čtyř válcový motor Hercules. Poptávka po modelech s nižší hmotností vedla společnost k uvedení modelu No. 3. Tento model byl uveden v roce 1929, měl při snížené hmotnosti propracovanější konstrukci a širší mláticí mechanismus než předchůdce No. 2. Menší model No 1. prošel v roce 1929 modernizací a nesl označení No. 5. Pracovalo se také na sklízecí mlátičce pro sklizeň svažitých pozemků s označením No. 4, nicméně nebyla uvedena na trh. [1]

Tempo vývoje v tehdejší době neustávalo a již v roce 1932 přišel na trh další model No. 7 se záběrem žacího válu 2,4 m. V roce 1934 prošel modernizací model No.5 se záběrem 3 a 3,6 m, který byl označen No. 5A. V roce 1936 došlo k doplnění malým modelem No. 6. Poháněn byl vývodovým hřídelem traktoru a záběr žacího válu byl 1,8 m. Ucelená řada sklízecích mlátiček nabízela zásobník zrnin nebo pytlavač. Dále bylo možné stroje dovybavit různými síty, zdvihacím ústrojím pro polehlé porosty, rozmetadlem slámy apod. [2]

V roce 1936 došlo k představení nejdéle vyráběné sklízecí mlátičky na světě. Vzhledem ke spolupráci firem John Deere a Caterpillar získala společnost John Deere skladové modely, výkresovou dokumentaci, veškeré vybavení na výrobu stroje a patenty na model 36 od firmy Caterpillar. Model 36 původně vyráběla od



Obrázek 1: John Deere 36 [3]

roku 1926 firma Holt, kterou později převzal Caterpillar. John Deere 36 (viz obr. 1) byl vyráběn v letech 1936 až 1953 pro rovné i svažité pozemky. Jednalo se o taženou sklízecí mlátičku se záběry žacího válu 3,6; 5 a 6,2 m. O pohon mechanismů se staral šestiválcový spalovací motor

Herkules. Dále byl uveden o rok později menší model 35 se záběry žacích váľů 3,6 a 4,2 m. V roce 1940 byl uveden model 33 s šířím žacího váľu 3,6 m. [2]

Vývoj vlastních sklízecích mlátiček John Deere i nadále pokračoval i přes kooperaci s Caterpillarem. V roce 1939 vznikl model No. 9, který byl vybaven novým řešením příčného šnekového dopravníku v celé šířím žacího váľu. Toto řešení se využívá dodnes. Uvedený model mohl být poháněn vlastním spalovacím motorem Herkules nebo vývodovým hřídelem traktoru. Následovaly modely využívané na menších farmách No. 10, 11 a 12 se záběry 1,07 až 1,8 m, které nahrazovaly nepříliš úspěšný model No. 6. Všechny výše zmíněné modely měly žací váľ na pravé straně. Firma John Deere nabízela také modely 10A, 11A a 12A s žacím váľem na levé straně. V období války bylo nutné omezit výrobu některých modelů, nicméně konstruktéři dále vyvíjeli nový typ sklízecí mlátičky. Jednalo se o samojízdnou sklízecí mlátičku vycházející z modelu No. 9, jež nesla označení 55. [1, 2]

V roce 1946 byl představen první samojízdný model 55 (viz obr. 2), který byl následující rok dostupný v první výrobní sérii. Dodával se také ve svahové verzi s označením 55-H, ale až v roce 1954. Šlo o velice povedený stroj, který měl obdiv u farmářů i konkurence.



Obrázek 2: John Deere 55 [4]

Jednalo se o pokrokový stroj, jehož konstrukce ústrojí se používá dodnes. Stroj byl poháněn zážehovým šestiválcovým motorem Hercules. Obsahoval tří dílné pětistupňové vytrásadlo, objem zásobníku činil 1,6 m³ a šíře žacího váľu byla 3,6 m. Objem zásobníku se vyprazdňoval sklopným šnekovým dopravníkem během 1,5 minuty. Šíře mlátícího a separačního ústrojí byla 0,76 m a průměr mlátícího bubnu 0,56 m. Mlátící buben byl osazen rýhovanými mlatkami. Model 55 se vyráběl také v taženém provedení s označením 65. I menší závěsné modely se dočkaly modernizace v roce 1952, kdy byla sklízecí mlátička 12A nahrazena modelem 25. Tento model byl po čtyřech letech nahrazen inovovanou verzí 30. Obě sklízecí mlátičky byly poháněny buď vlastním spalovacím motorem nebo vývodovým hřídelem od traktoru. Model 55 vzbudil poptávku po menším provedení, čímž došlo v roce 1954 k uvedení modelu 45. Model 45 byl také vyráběn v modifikacích pro sklizeň rýže a bobu. [1, 2]

S potřebou vyšší výkonnosti byl v roce 1957 představen samojízdný model 95 se spalovacím motorem John Deere. Tento model byl vybaven čtyřdílným vytrásadlem a žací lištou se záběrem od 3,6 do 5,5 m. Vyráběn byl i ve svahové verzi a v modifikacích pro sklizeň sóji a bobu. Později byl uveden i v závěsném provedení jako model 96. V roce 1961 byla představena nejvýkonnější verze 105 se záběrem žacího válu 6,7 m, která se i s ostatními modely dočkala roku 1968 modernizace. Po modernizaci se sklízecí mlátičky dočkaly větších zásobníků, robustnějších pohonů, rychlejších vyprazdňovacích dopravníků apod. [2] Pro menší farmáře byly koncem padesátých let představeny dva menší modely. Samojízdný model 40 se záběrem žacího adaptéru 2,8 m a tažený model 42 s obdobnými parametry, poháněný vývodovým hřídelem traktoru. [1]

Sklízecí mlátičky John Deere začaly být také vyráběny v německém Zweibrückenu. Vyráběné modely vycházely z legendárního modelu 55. První modely 530 a 630 byly představeny v roce 1965. Oba modely byly vybaveny čtyřdílným vytrásadlem a lišily se od sebe použitým motorem. Později byly vyvinuty menší tří vytrásadlové samojízdné modely 330, 430 a tažená verze 360. Nejvýkonnější model 730 měl pětídílné vytrásadlo. [1]

Nároky na denní výkon sklízecí mlátičky stále rostly. V roce 1970 se objevila nová generace sklízecích mlátiček z amerického výrobního závodu Harvester Works v East Moline. Jednalo se o modely různých kategorií s třídílným vytrásadlem (3300), čtyřdílným vytrásadlem (4400, 6600) a pětídílným vytrásadlem (7700). Pro evropské podmínky musely být tyto mlátičky modifikovány. Menší modely byly vyráběny jak se vznětovými, tak se zážehovými motory. V německém Zweibrückenu začala být počátkem 70. let vyráběna nová generace sklízecích mlátiček řady 900 skládající se z pěti modelů 930, 940, 950, 960 a 970. Po následných modifikacích se počet modelů zvýšil na šest a byly přeznačeny na 925, 935, 945, 955, 965 a 975. Nejprodávanější model 965 byl také nabízen jako svahová verze 965-H. Jako poslední v řadě byl v roce 1978 vyroben nejvýkonnější model 985 s šestdílným vytrásadlem. [1,2]

Další sérií modelů od Harvester Works v East Moline byly sklízecí mlátičky Titan, které byly představeny v roce 1978. Jednalo se o tři samojízdné modely 6620, 7720, 8820 a závěsný model 7721. Model 8820 byl v tehdejší době nejvýkonnější sklízecí mlátičkou. Předčil konkurenci výkonem vyšším až o 45 %. V roce 1982 bylo možné modely Titan vybavit novými prvky, a to automatickým udržováním výšky strniště, zpětným chodem šikmého dopravníku nebo tlakovým snímačem naplnění zásobníku. Úspěšná řada modelů Titan se dočkala v roce 1985

modernizace a přeznačení na Titan II. U modelů Titan II došlo ke zvětšení separačního ústrojí a přibyl i monitor sklizně, což vedlo k vyšší výkonnosti a nižším ztrátám. [1, 2]

V Zweibrückenu vývoj nadále pokračoval. V roce 1981 byla představena řada 1000, která se skládala z pěti samojízdných a jednoho taženého modelu. Záběr žacího adaptéru se pohyboval od 3 do 6 m. O šest let později byla uvedena řada 1100. Její model 1188 bylo možné vybavit pohonem obou náprav. V roce 1988 došlo k představení dalších osmi menších sklízecích mlátiček řady 1100. [2]

Na sklonku osmdesátých let byla v East Moline představena řada 9000. Tato řada sklízecích mlátiček obsahovala spoustu moderních prvků, které jsou využívány dodnes. Například ovládání žacího válu bylo implementováno do ovládací páky pojezdu nebo displej zobrazující údaje o chodu stroje, který byl umístěn na pravém sloupku kabiny. Poprvé se objevuje předčistič, který minimalizuje přetěžování sítové skříně. Došlo ke snížení počtu řetězových i řemenových převodů, čímž se snížily požadavky na údržbu. [1]

2.2 Novodobá historie sklízecích mlátiček John Deere

Zatímco v americkém East Moline v devadesátých letech pokračovala výroba řady 9000, v evropském Zweibrückenu byla v roce 1993 představena řada 2000. Tato řada obsahovala tři modely (2054, 2056, 2058) s pětidílným vytrásadlem a dva modely (2064, 2066) s šestidílným vytrásadlem. Model 2066 je na



Obrázek 3: John Deere 2066 [5]

obrázku 3. V roce 1997 prošla řada modernizací a došlo k přeznačení strojů. Vznikla tedy nová řada 2200. Všechny vyráběné modely byly vybaveny mláticím bubnem o průměru 660 mm a bylo je možné zákazníkem objednat i ve svahové verzi HillMaster s vyrovnáváním do sklonu svahu 18 %. V roce 1999 se řada 2200 dočkala modernizace, kdy stroje dostaly větší zásobníky zrna, výkonnější dopravníky, delší děliče apod. [2] Nástupcem řady 2000 a 2200 se stala v roce 2001 modelová řada WTS. Řadou WTS přibyl příčný buben nad vytrásadly napomáhající separaci, došlo také k vylepšení čistidla. Modely WTS byly nabízeny v pěti provedeních s možností svahového vyrovnávání HillMaster nově do sklonu 22 %. Řada WTS byla v roce

2006 modernizována a o čtyři roky později nahrazena řadou W. [1] Dnešní modely řady W330 a W340 již nesdílí techniku s původními modely John Deere W vycházející z řady WTS. Oba tyto modely sdílí finskou techniku firmy Sampo Rosenlew. [1, 2]

Sklízecí mlátička nové koncepce firmy John Deere s označením CTS byla představena v roce 1997. V Evropě se objevila o dva roky později. Jednalo se o hybridní technologii, kde výmlat zajišťoval tangenciální mlátící buben o průměru 660 mm a separaci prováděly dva podélně šikmo nahoru uložené rotory. Jednalo se o nejpřevratnější změnu v konstrukci sklízecí mlátičky v porovnání s konstrukcí předcházejících modelů, jejichž vývoj vycházel z konstrukce legendárního modelu 55 vyráběného od roku 1947. Hybridní technologie sklízecí mlátičky se ukázala jako výhodná, zejména kvůli vyšší účinnosti a výkonnosti v náročných podmínkách. [2]

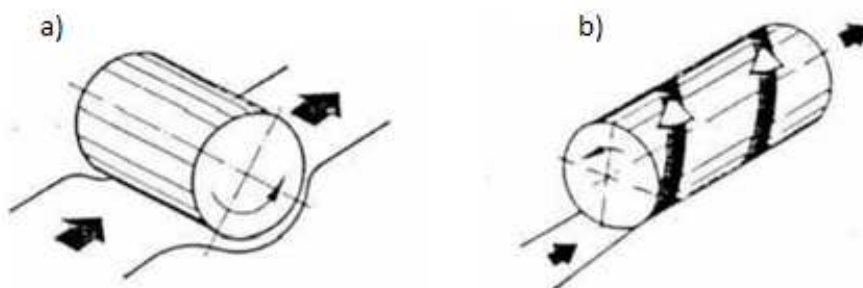
Dalším vývojovým stupněm bylo uvedení modelové řady STS v roce 1999, vyráběné v továrně Harvester Works v East Moline. Šlo o novou koncepci sklízecích mlátiček s příčným vkládacím bubnem a šikmo vzhůru uloženým axiálním mlátícím a separačním rotorem. V Evropě se tento model objevil až v roce 2001. Z řady STS byla vyvinuta řada S pro evropské podmínky, která je vyráběna ve Zweibrückenu. [2]

3. Rozdělení sklízecích mlátiček

Z hlediska historie lze dělit sklízecí mlátičky podle způsobu pohonu na tažené traktorem a samojízdné. V dnešních podmínkách se v praxi výhradně používají samojízdné sklízecí mlátičky. [6]

Dnes dělíme sklízecí mlátičky podle použitého mlátícího ústrojí na dvě skupiny:

- Tangenciální mlátící mechanismus
- Axiální mlátící mechanismus



Obrázek 4: Průchod materiálu mlátícím mechanismem a) tangenciálním, b) axiálním [7]

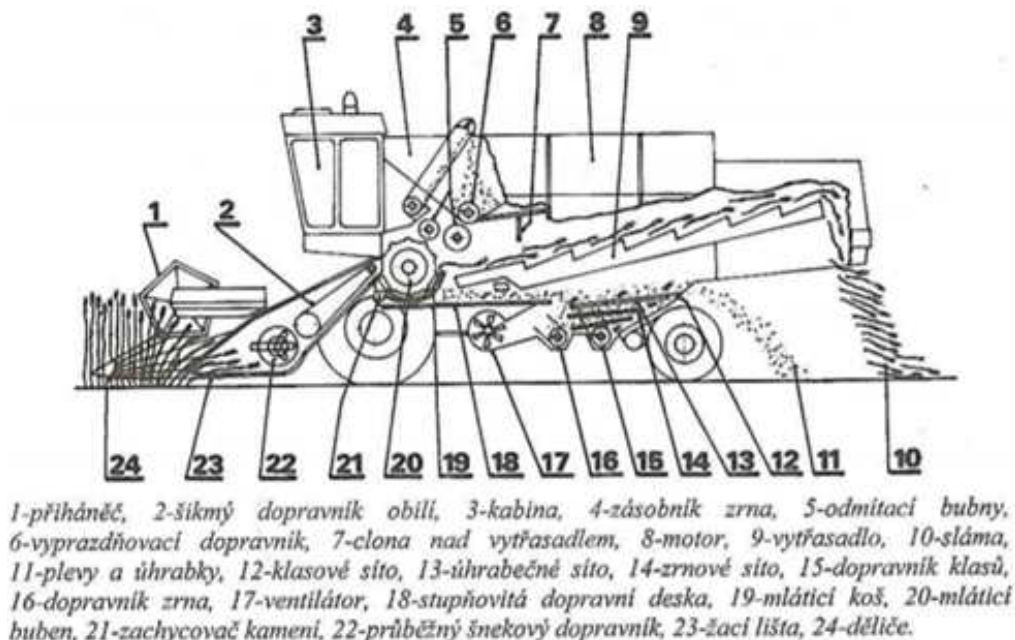
U tangenciálního mlátícího mechanismu prochází materiál ve směru tečny mlátícího bubnu (obr. 4a). V tomto případě mluvíme o tangenciálních sklízecích mlátičkách, které bývají nejčastěji v kombinaci s klávesovým vytrásadlem. [6]

U axiálního mlátícího mechanismu postupuje mlácená hmota ve směru osy rotoru (obr. 4b). V první části plní rotor funkci mlátící a v druhé separační. Tento systém je nazýván integrovaným mlátícím mechanismem. [6]

Podíl zastoupení tangenciálních a axiálních sklízecích mlátiček je v Evropě a Americe dosti rozdílný. Zastoupení tangenciálních sklízecích mlátiček v Evropě je více jak 80 %. Kdežto na Americkém kontinentě je podíl pouze 60 %. To je způsobeno rozsáhlým pěstováním kukuřice, pro kterou je axiální mlátící mechanismus vhodnější. [6]

3.1 Sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím

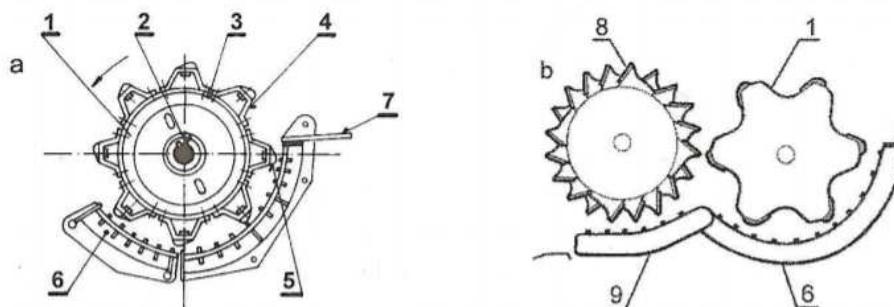
Tyto mlátičky se také nazývají jako konvenční (viz obr. 5) při uspořádání tangenciálního mláticího mechanismu, na který navazuje separační mechanismus ve formě klávesových vytřásadel.



Obrázek 5: Technologické schéma tangenciální sklízecí mlátičky [6]

Dříve se používal u stacionárních mlátiček a někdy i u prvních typů sklízecích mlátiček hřebenový mláticí buben, od kterého se později přecházelo k mlatkovému bubnu. Hřebenový mláticí buben se v současnosti spíše používá u sklízecích mlátiček pro sklizeň rýže. [8]

Základem jednobubnového tangenciálního systému (obr. 6a) jsou dvě části, mláticí mechanismus a navazující separační ústrojí. Mláticí mechanismus obsahuje mláticí buben a mláticí koš. Zpravidla se jedná o rotující mlatkový buben a pevný mláticí koš, mezi nimiž prochází materiál. Průchodem materiálu dochází k uvolňování zrna z klasů, nárazem mlatek na hmotu, vytíráním mezi bubnem a košem a vibracemi materiálu. Mlatky mláticího bubnu



Mláticí ústrojí tangenciální: a - jednobubnové, b - dvoububnové; 1 - buben, 2 - hřídel, 3 - nosný kotouč, 4 nosič mlatek, 5 - mlatka, 6 - koš, 7 - výběhový rošt, 8 - první mláticí buben, 9 - první koš.

Obrázek 6: Tangenciální mláticí ústrojí [9]

mají střídavé pravé a levé drážkování, aby bylo zamezeno posouvání mlácené hmoty do stran. Pod mlátícím bubnem je umístěn mlátící koš. Mlátící koš opásává mlátící buben pod úhlem mezi 110° až 150° a umožňuje svým pohybem měnit velikost mezery mezi košem a bubnem. Obvykle je jednodílný a skládá se z ocelových lišt po stranách spojených bočnicemi, mezi lištami procházejí ocelové pruty. Za mlátícím bubnem se nachází odmítací buben, který má za úkol usměrňovat tok vymlácené slámy na separační mechanismus. [8]

Druhým typem tangenciálního výmlatu je dvoububnová technologie (obr. 6b). Výmlat je u této technologie dvoustupňový. První buben má např. funkci urychlovací a druhý mlátící. V urychlovacím ústrojí se odloučí zrno s menší pevností vazby zrna v klasu a v druhém ústrojí dojde k odloučení zbylých zrn. Koš je stejné konstrukce jako u jednobubnového uspořádání, zatímco mlatky mlátícího bubnu jsou dělené ve šroubovicovém uspořádání. Rychlost otáčení a úhel opásání (mlátícím košem) prvního bubnu je nižší než v případě druhého bubnu. První buben uvolňuje okolo 70 % zrna a druhý dokončuje výmlat. [8]

Separací mechanismus odděluje zrno od slámy vycházející z mlátícího ústrojí. Separaci zrna u tangenciálních mlátíček zajišťují klávesová vytrásadla nebo kombinace rotačního separátoru s klávesovými vytrásadly. [8]

3.1.1 Klávesová vytrásadla

Klávesová vytrásadla jsou u konvenčních sklízecích mlátíček hlavním separačním ústrojím. Moderní výkonné sklízecí mlátíčky bývají navíc doplněny rotačním separátorem, který následuje za mlátícím bubnem. Nejčastěji jsou sklízecí mlátíčky vybaveny 4 až 6 výjimečně i 8 klávesovým vytrásadlem. Klávesy jsou uloženy na dvou klikových hřídelích a jejich povrch je tvořen roštem. Stupňovitý tvar vytrásadel a natřásání hrubého omlatu zajišťuje separaci zrna včetně posuvu slámy. Odseparované zrno prostupující rošty vytrásadel pokračuje na čistící



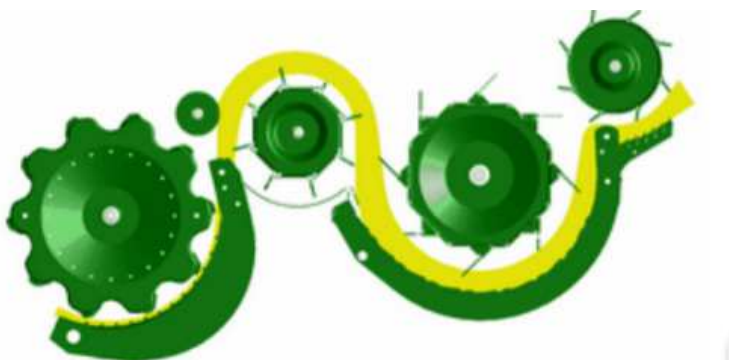
Obrázek 7: Power Separator [10]

ústrojí. Energetická náročnost tohoto systému separace je minimální, avšak mnohdy bývá limitním prvkem sklízecí mlátičky z hlediska ztrát zrna.

Pro zvýšení intenzity separačního účinku vytrásadel byly modely John Deere WTS vybaveny nad vytrásadly příčně uloženým bubnem s hřebky tzv. Power Separator (obr. 7). Tento buben napomáhá k oddělení zbylého zrna. Hřebky bubnu pročešávají vrstvu hmoty a tím vzniká prostor pro uvolnění zbytku zrn, které jsou unášeny slámou. [10]

3.1.2 Rotační separátor

Limitním faktorem konvenčních sklízecích mlátiček je klávesové vytrásadlo. Proto bylo nutné pro zvýšení výkonnosti separace umístit za mláticí buben rotační separátor. Ten napomáhá

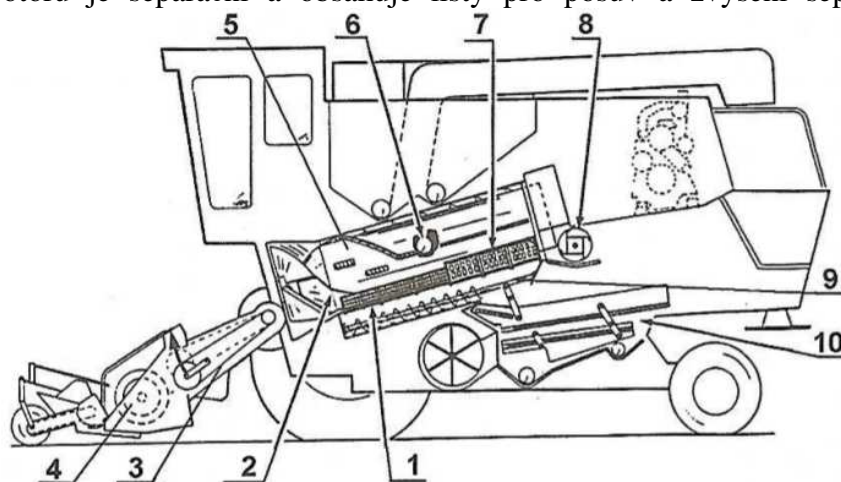


Obrázek 8: Pětibubnové mláticí a separační ústrojí [7]

k odseparování zrna, čímž nejsou přetěžována vytrásadla. Na vytrásadlech je prováděna již zbytková separace. Modelová řada T sklízecích mlátiček John Deere je osazena pěti bubny (obr. 8). Od mláticího bubnu materiál postupuje přes odmítací a podávací buben do rotačního separátoru, z kterého postupuje na odmítací buben a vytrásadla. Díky vrchnímu plnění rotačního separátoru je umožněno mít velký úhel opásání separátoru košem, čímž je zajištěna velká separační plocha. Plynulým tokem hmoty mláticím a separačním ústrojím nedochází k nadměrnému poškození slámy.

3.2 Sklízecí mlátičky s axiálním mláticím ústrojím

Základem axiálního systému výmlatu je podélně uložený mláticí buben neboli rotor a pevný koš, který můžeme vidět v technologickém schématu (obr. 9). Tomuto systému se také říká integrovaný mláticí mechanismus, protože rotor plní funkci mláticí i separační. Mláčená hmota prochází mezikružím mezi košem a rotorem. K mláčení dochází oddělením zrna rázovým zatížením a zrychlením vtahované sklízené hmoty do axiálního ústrojí převážně třením. Rotor je na vstupu opatřen vkládacím šnekem. Obvodová rychlost rotoru při výmlatu i rychlost posuvu sklízené hmoty odpovídá přibližně stejným rychlostem jako u tangenciálních sklízecích mlátiček. První polovina rotoru je mláticí a je osazena rýhovanými mlatkami. Druhá polovina rotoru je separační a obsahuje lišty pro posuv a zvýšení separačního účinku.



1-mláticí koš, 2-vkládací šnek, 3-šikmý dopravník obilí, 4-sběrací adaptér s pásovým sběračem, 5-mláticí buben, 6-ústí dopravníku klásků, 7-separační koš, 8-odmítací buben (bývá kombinován s drtičem), 9-šnekové dopravníky, 10-čistidlo.

Obrázek 9: Mláticí mechanismus s axiálním průchodem materiálu [6]

Mláticí koš opásává téměř celý rotor a je taktéž rozdělen na část mláticí a separační. Velikost mezery mezi košem a rotorem je větší než u tangenciálního systému výmlatu. Vrstva slámy je tedy vyšší, čímž dochází k menšímu poškození zrna. Sláma vystupující z rotoru je odebírána odmítacím bubnem a pokračuje do drtiče nebo na povrch pozemku. Někteří výrobci nabízí axiální mláticí systém s dvěma rotory podélnými nebo s příčně uloženým jedním rotorem. [8]

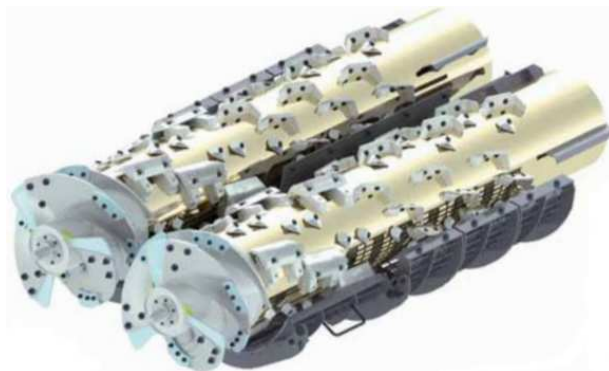
3.2.1 Axiální systém s jedním rotorem

Axiální systém výmlatu představila firma Case IH v roce 1977 na modelech Axial-Flow. Tato technologie se vyznačuje jednoduchostí a spolehlivostí. Tento systém výmlatu a separace zrna je použit na sklízecích mlátičkách John Deere řady S. V první části je axiální rotor na vstupu opatřen vkládacím šnekem pro vytvoření rovnoměrné vrstvy materiálu v mláticím ústrojí.

V mláticí části je rotor opatřen mlatkami rozmístěnými ve tvaru šroubovice pro lepší posun hmoty do separační části rotoru. Tato jednoduchá koncepce zajišťuje šetrnější výmlat než tangenciální systém, vzhledem k odlišnému systému výmlatu a větší mláticí mezeře. Jednoduchost tohoto systému usnadňuje také údržbu stroje oproti jiným axiálním technologiím nebo konvenčním sklízecím mlátičkám. [8]

3.2.2 Axiální systém se dvěma rotory

Axiální zdvojený axiální systém výmlatu se dvěma podélně uloženými rotory (obr. 10) byl poprvé použit firmou New Holland. Nejprve se objevil u sklízecích mlátiček TR (Twin Rotor) dnes spíše známé pod označením CR. Výmlat a separace zrna jsou zajištěny dvěma rotory otáčejícími se proti sobě. Rotory jsou v první části opatřeny šroubovicemi, které rozdělují materiál a rovnoměrně plní rotory. Následuje část mláticí, kde jsou mláticí segmenty uspořádány ve tvaru šroubovice pro účinný výmlat a plynulý postup mláceného materiálu. Poslední separační část rotoru je opatřena separačními segmenty taktéž uspořádanými ve tvaru šroubovice. Za rotory odebírá slámu odmítací buben, který jí usměrní a podává k dalšímu zpracování. [8]



Obrázek 10: Systém Twin Rotor [11]

Tento systém výmlatu se v budoucnu pravděpodobně objeví u nejvýkonnějších sklízecích mlátiček John Deere X9 (obr. 11). Nyní nejsou známy konkrétní technické parametry. Model X9 byl představen na veletrhu Agritechnica 2019 a první; předprodukční kusy budou sklízet v sezóně 2020. [12]



Obrázek 11: John Deere X9 [12]

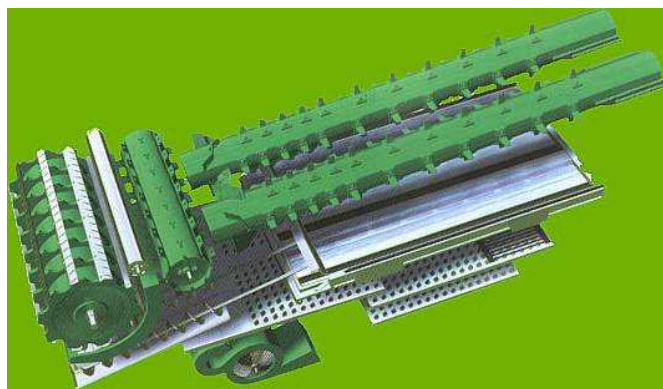
3.3 Sklízecí mlátičky s hybridním mlátícím ústrojím

Základem sklízecích mlátiček s hybridní technologií je tangenciální mlátící mechanismus, za kterým následují rotační separátory. Rotační separátory bývají u hybridních systémů nejčastěji axiální, ale mohou být také tangenciální a tangenciálně-axiální. [8]

Jedna z prvních sklízecích mlátiček s použitím hybridní technologie byla od firmy Claas s modelem Commandor. V separační části došlo k nahrazení vytrásadel několika tangenciálními separačními bubny (rotačními separátory) umístěnými za sebou šikmo nahoru. Pod separačními bubny jsou umístěny separační koše, které opásávají buben pod určitým úhlem. Tento systém separace není na svažitém pozemku tolik náchylný na kvalitu separace jako vytrásadlový. Sláma je však poměrně dost rozrušena a nadrcena při průchodu několika separačními bubny. [8]

Tangenciálně-axiální separátor byl použit u sklízecích mlátiček od firmy New Holland v modelové řadě TF. Od mlátícího bubnu materiál postupuje na odmítací buben, který materiál usměrní a provede částečnou separaci drobného omlatu. Dále odmítací buben materiál podává do tangenciálního separátoru, z něhož následně pokračuje do příčně uloženého axiálního separátoru. Axiální separátor rozděluje materiál na dva proudy, které jsou usměrněny dvěma odmítacími bubny. [8]

Nejvyužívanější hybridní technologií je spojení tangenciálního výmlatu s jedním nebo dvěma podélně uloženými axiálními separačními rotory. Systém s dvěma podélně uloženými rotory v minulosti využívaly sklízecí mlátičky John Deere CTS (obr. 12). Od mlátícího bubnu postupuje materiál přes odmítací buben do vkládacího bubnu.



Obrázek 12: Systém výmlatu a separace CTS [13]

Za vkládacím bubnem následují axiální separátory. Rozdělení materiálu do dvou proudů zajišťují lopatky na vstupech axiálních separátorů. Dnes tuto technologii využívají zejména konkurenční firmy Claas a Agco.

4. Představení sklízecích mlátiček John Deere

4.1 Sklízecí mlátičky John Deere řady T

Modelová řada T od firmy John Deere zastupuje tangenciální sklízecí mlátičky s pětibubnovou technologií. Tyto sklízecí mlátičky jsou vyráběny od roku 2007 a v roce 2016 prošly výraznější modernizací, která byla v roce 2019 vylepšena. [14] Společnost John Deere vyrábí v modelové řadě T celkem 4 sklízecí mlátičky. Dva modely mají pěti vytrásadlovou separaci (T550, T560) a zbývající dva modely šesti vytrásadlovou separaci (T660, T670).

4.1.1 Šikmý dopravník

Ze žacího válu postupuje materiál do šikmého dopravníku, jehož funkce je doprava materiálu do mláticího mechanismu a jeho urychlení. Rychlost dopravníku je $3,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Šikmé dopravníky XTRA CAPACITY u sklízecích mlátiček řady T jsou vyráběny ve dvou konfiguracích. Pěti vytrásadlové modely mají tří řetězový dopravník, šesti vytrásadlové čtyř řetězový dopravník. Šikmý dopravník je vybaven hydraulickou reverzací o výkonu 59 kW v případě zahlcení. Proti přetížení je dopravník jištěn kluznou spojkou s maximálním přenosem točivého momentu 900 Nm. [15]

4.1.2 Mláticí mechanismus

Celková plocha tangenciálního výmlatu a tangenciálních rotačních separátorů u pěti vytrásadlových modelů činí $3,3 \text{ m}^2$. U větších šesti vytrásadlových modelů je tato plocha navýšena na 4 m^2 . Zvýšení této plochy je dosaženo rozšířením mláticího a separačního ústrojí z původních 1400 mm (v případě T550, T560) na 1670 mm (T660, T670). Rozšířením těchto ústrojí nám vznikne prostor pro šesté vytrásadlo, kdy se celková plocha vytrásadel zvýší



Obrázek 13: Mláticí a separační mechanismus John Deere řady T [15]

z původních 4,8 m² na 5,8 m². Počátek mláčení začíná u prvního mlátícího bubnu o průměru 660 mm, a to mezi bubnem a košem (viz obr. 13). Mlátící buben disponuje deseti mlatkami a pracuje v rozmezí 470 až 950 ot·min⁻¹ nebo při použití reduktoru 250 až 470 ot·min⁻¹. [16] U plodin náročnějších na výmlat jako je např. ječmen se před



Obrázek 14: Umístění protimlatky [15]

koš umísťuje protimlatka (viz obr. 14). Tato protimlatka na rozdíl od klasňovacích plechů neubírá plochu koše a je snadno odnímatelná bez nutnosti demontáže šikmého dopravníku. Dále je vymláčená hmota usměrněna odmítacím bubnem a postupuje přes podávací buben. Podávací buben o průměru 500 mm se otáčí v opačném smyslu a podává hmotu po vrchní části do rotačního separátoru. Rotační separátor o průměru 800 mm napomáhá vytrásadlům oddělení hrubého omlatu od zrna. Poslední z pětice bubnů je odmítací o průměru 400 mm, který je opatřen košem, což nám zajišťuje do jisté míry určitou úroveň separace. Usměrněný hrubý omlat postupuje dále na sedmistupňová vytrásadla, kde dochází k dodatečnému separování zrna od slámy. Nad vytrásadly je umístěna clona. [15] Clona zabraňuje odstříkávání zrna. [17]

4.1.3 Čištění

V první části čištění jsou podélně umístěné šnekové dopravníky. Tyto dopravníky podávají rovnoměrně materiál v celé šíři ústrojí, čímž nedochází k nerovnoměrnému zatěžování sítové skříně zejména na svažitém terénu. Materiál od šnekových dopravníků postupuje na předčistič, který má dva stupně. První stupeň je vynášecí deska a druhý žaluziové síto. V předčističi dochází přibližně k oddělení 33 % zrna a 25 % plev, tím nedochází k přebytečnému zatěžování síti. Plocha síti pěti vytrásadlových modelů je 5,2 m² u šesti vytrásadlových modelů 6,3 m². Pro tak velkou plochu síti je čištění vybaveno ventilátorem o průtoku vzduchu 740 m³·min⁻¹. Sání ventilátoru je jak z boku, tak ze středu, tím dochází k rovnoměrnému proudění vzduchu v celé šíři. [16] Kompletní systém čištění je na obrázku 15.



Obrázek 15: Systém čištění modelové řady T [15]

4.1.4 Zásobník

Objemy zásobníků zrna se pohybují v rozmezí mezi 8000 a 11 000 l dle typu sklízecí mlátičky. Rychlost vyprazdňování zásobníku je $125 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Dle požadavků je možný výběr délky vyprazdňovacího šnekového dopravníku a pro přehledné plnění odvozního prostředku je jeho úhel rozložení až 105° . Během vyprazdňování dochází k navýšení výkonu motoru o 25 kW. Díky velkému průměru vyprazdňovacího šnekového dopravníku není potřeba vysokých otáček, což přispívá k šetrnosti. [16]

4.1.5 Drtič

Rostlinné zbytky jsou ukládány na strniště buď ve formě slámy nebo jsou drceny a rozptýleny v celé šířce záběru. Plevy jsou rozmetány metačem plev v celé šíři záběru. Dle požadavků je na výběr ze dvou modelů drtičů Fine Cut a Extra Fine Cut. Základní model Fine Cut je vybaven 44 noži pro pěti vytrásadlové modely a 52 noži pro modely šesti vytrásadlové. Příplatkový drtič Fine Extra Cut je vybaven v případě pěti vytrásadlových modelů dvojnásobným počtem nožů a šesti vytrásadlové disponují 108 noži. Obě verze drtičů pracují při $3400 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$, což zajišťuje vysokou rychlost pro následné rozptýlení slámy bez nutnosti aktivního rozptylu. Vzhledem k nízkému umístění drtiče nedochází při větru k nadměrnému úletu rozdrcené slámy. [15]

4.1.6 Motor

Sklízecí mlátičky řady T jsou osazeny řadovými šestiválcovými motory John Deere Power Tech PSS se vstřikováním common-rail a dvěma sériově řazenými turbodmychadly. Prvním nízkotlakým turbodmychadlem je vzduch nasáván a stlačen. Stlačený vzduch pokračuje do druhého stupně přeplňování, kde je vysokotlakým turbodmychadlem stlačen na požadovaný tlak. Stlačený vzduch dále pokračuje do chladiče plnicího vzduchu a následně do sacího potrubí motoru. Využití dvoj stupňového přeplňování je použito pro zvýšení efektivity, kdy je dosahováno vyšších tlaků, než s jedním turbodmychadlem. Výsledkem je příznivější průběh výkonu a točivého momentu. [18] Nejmenší model T560 je osazen motorem o objemu 6,8 l a jmenovitém výkonu 202 kW. Ostatní modely jsou osazeny motorem o objemu 9 l s jmenovitým výkonem od 249 do 292 kW. Motory splňují úroveň emisí stupeň V, čímž se neobejdou bez selektivní katalytické redukce (SCR) vstřikováním kapaliny AdBlue a filtru pevných částic (DPF). [15]

4.1.7 Převodovka

Sklízecí mlátičky T560, T660, T670 jsou v základní výbavě vybaveny tří rychlostní převodovkou s maximální pojezdovou rychlostí $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Tyto modely je možné dovybavit hydromechanickou převodovkou ProDrive s automatickým řazením. ProDrive také obsahuje uzávěrku diferenciálu a jeho maximální rychlost je $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Model T550 je také vybaven tří rychlostní převodovkou, která dosahuje rychlosti pouze $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Všechny modely je možné vybavit zadní hnanou nápravou X-traction se samosvornou uzávěrkou diferenciálu, čímž dosáhneme pohonu všech čtyř kol. [15]

4.1.8 Svahové vyrovnávání

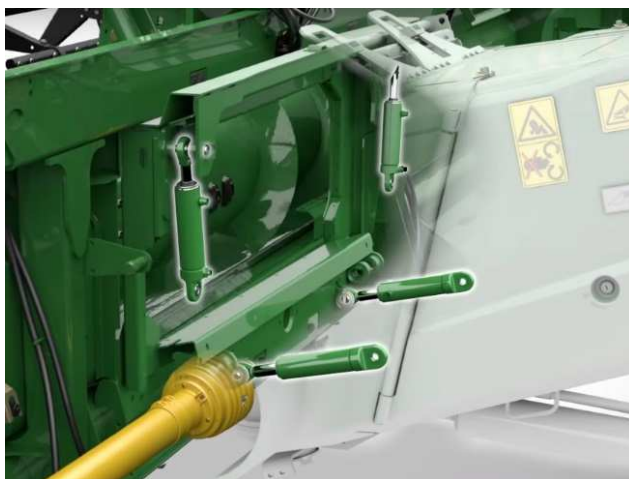
Automatické svahové vyrovnávání u sklízecích mlátiček John Deere řeší funkce Hillmaster. Hillmaster automaticky vyrovnává sklízecí mlátičku v příčném směru přímočarými hydromotory umístěnými na robustní přední nápravě. [19] Funkce Hillmaster dokáže kompenzovat svah se sklonem až 22 %. Při vyrovnání sklízecí mlátičky nedochází ke ztrátě výkonnosti, protože mlátící a separační mechanismus se chová jako při práci na rovinném terénu. Při práci na svahu je možné využít plné kapacity násypky, protože nedochází k sesypání vlivem gravitace. Hmotnost celého stroje je rovnoměrně rozložena a nedochází ke změně těžiště, což zajišťuje rovnoměrnou trakci. V neposlední řadě zvyšuje komfort obsluhy. Maximální záběr žacího adaptéru s kombinací HillMaster je 9,15 m. [16]

4.2 Sklízecí mlátičky John Deere řady S

Modelová řada S od firmy John Deere zastupuje sklízecí mlátičky s jedním axiálním rotorem o velkém průměru. Řada S vychází z americké řady STS, která je upravena pro evropské podmínky. Byla představena v roce 2012 pod označením S600 a postupně procházela inovacemi. Nová modelová řada S700 představená v roce 2018 je výsledkem vylepšení předchozích modelů. [20] V modelové řadě S700 je nabízeno pět typů sklízecích mlátiček S760, S770, S780, S785 a S790. Všechny modely mají totožný mláticí a separační mechanismus. Jejich hlavní rozdíl je v použitých spalovacích motorech. [21]

4.2.1 Šikmý dopravník

Šikmý dopravník dopravuje materiál z žacího válu do axiálního rotoru. Tento dopravník musí splňovat požadavky vyšší průchodnosti, protože axiální sklízecí mlátičky mnohdy bývají spojeny s žací lištou o záběru až 13,7 m. Pro sklizeň kukuřice je možné připojit adaptér o záběru 18 řádků. Všechny modely jsou vybaveny čtyř řetězovým dopravníkem mimo svahově vyrovnávané verze HillMaster,

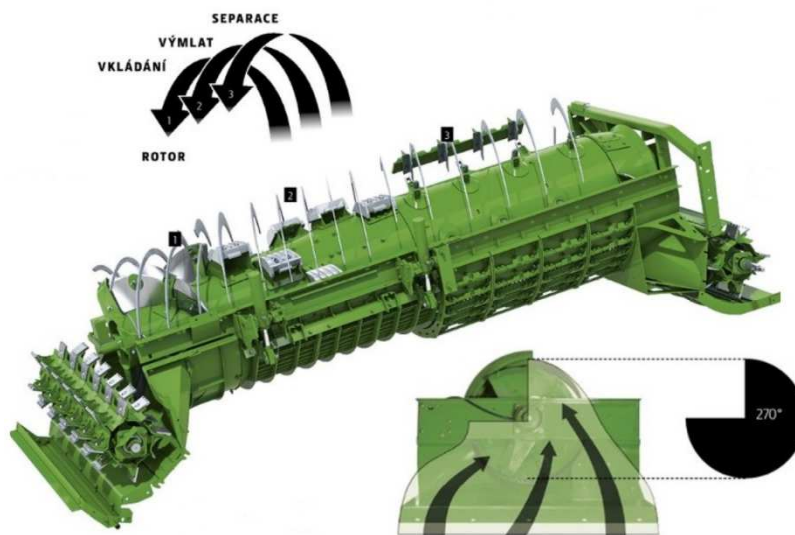


Obrázek 16: Naklápění čelní desky šikmého dopravníku [22]

která je osazena tří řetězovým dopravníkem. Dopravník je jištěn kluznou spojkou přenášející maximální točivý moment 1200 Nm vpřed a 1400 Nm vzad. V případě zahlcení šikmého dopravníku je šikmý dopravník vybaven reverzací o výkonu 100 kW. Šikmý dopravník umožňuje hydraulické příčné a předozadní naklápění čelní desky (viz obr. 16), čímž je možné měnit úhel žacího válu o 17°. Tato funkce napomáhá především k vysečení polehlých porostů. [21]

4.2.2 Mlátící mechanismus

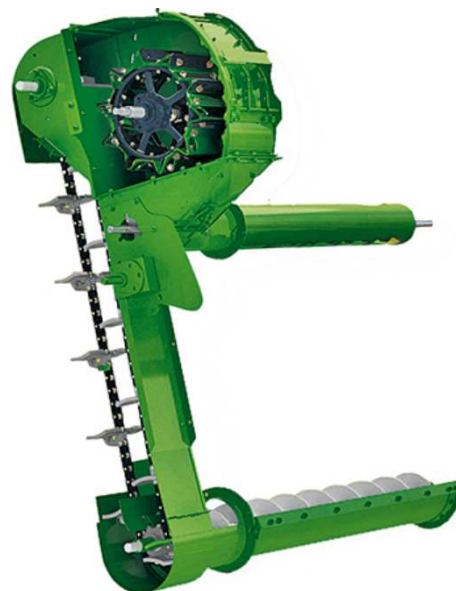
Jak již je výše popsáno, všechny modely řady S jsou vybaveny stejným axiálním mlátícím a separačním rotorem o průměru 762 mm a délce 3124 mm (viz obr. 17). Axiální rotor je plněn vpředu umístěným urychlovacím tangenciálním vkládacím bubnem pro rovnoměrné vkládání. Před vkládacím bubnem je umístěn lapač kamenů. Vkládacím bubnem je materiál vytahován ze šikmého dopravníku a je rovnoměrně vtlačován do axiálního rotoru. Materiál vstupuje do axiálního rotoru ve třech proudech, což zajišťuje hladký přechod tangenciálního přechodu hmoty na axiální bez vysoké energetické náročnosti. Materiál dále postupuje kuželovitou mlátící částí rotoru, kde je postupně vytíráno zrno pomocí 15 mlátících segmentů. Vrstva materiálu je zmenšována opakovaným průchodem přes kuželovitou mlátící plochu. Poslední část rotoru není již kuželovitá, ale válcová. Jedná se o separační část rotoru opatřenou prsty, která je zakončena lopatkami pro následné podávání materiálu do posledního tangenciálního bubnu. Tento buben podává materiál do drtiče, a zároveň má ještě separační účinek. Plocha mlácení a separace je 3,09 m². Otáčky rotoru lze nastavit ve dvou rozmezích. Pro kukuřici od 210 do 500 ot·min⁻¹ a obiloviny od 380 do 1000 ot·min⁻¹. Pružně uložený mlátící koš zajišťuje ochranu proti přetěžování, tedy zahlcení rotoru. [23]



Obrázek 17: Mlátící a separační mechanismus John Deere řady S [21]

4.2.3 Čištění

Systémy čištění sklízecích mlátiček řady S a T jsou si velmi podobné, začínají čtyřmi podávacími šnekovými dopravníky. Materiál je jimi rovnoměrně dopravován na předčistič bez ohledu na sklon sklízecí mlátičky. V předčističi dochází k uvolnění zhruba 40 % volných zrn. Plocha předčističe je 0,5 m², ale je ho možné prodloužit a získat plochu dalších 0,7 m². Pod separační částí rotoru je umístěna spádová deska, která zachycuje a dopravuje separovaná zrna do přední části sítové skříně. Tím je zajištěna možnost průchodu zrna celou sítovou skříní. Čištění je vybaveno stejným ventilátorem jako u modelů T s průtokem vzduchu 740 m³·min⁻¹. Ventilátor musí zajistit dostatečný tok pro celkovou plochu sít 5,9 m², z čehož horní síto má plochu 2,5 m², dolní síto 2,2 m² a předčistič až 1,2 m². [21] Modely S780, S785 a S790 jsou navíc vybaveny systémem aktivního domlaceče viditelného na obrázku 18. Aktivní domlaceč je vybaven bubnem s mlátícími lištami a košem, kde dochází k domlácení zbytku zrna v klasech. Následně je domlácený materiál rovnoměrně rozprostřen v celé šíři sít šnekovým dopravníkem. [24]



Obrázek 18: Aktivní domlaceč [24]

Sklízecí mlátička je také vybavena funkcí aktivní kompenzace terénu, kdy v závislosti na svažitosti reguluje otáčky ventilátoru, vrchního a spodního síta. Při regulaci otáček bere v úvahu druh sklizené plodiny. [24]

4.2.4 Zásobník

Sklízecí mlátičky řady S mají velikosti zásobníků od 10 600 l do 14 100 l. Zásobníkem o objemu 10 600 l jsou vybaveny modely S760 a S770 s rychlostí vysypání 120 l·s⁻¹. Během vysypání dojde k navýšení jmenovitého výkonu motoru 25 kW. Větším zásobníkem 14 100 l jsou vybaveny modely S780, S785 a S790 s rychlostí vysypání 135 l·s⁻¹. Při konfiguraci se svahovým vyrovnáváním HillMaster je zásobník omezen z původních 14 100 l na 10 600 l se sníženou rychlostí vysypání na 120 l·s⁻¹. Při vysypání dojde k navýšení jmenovitého výkonu o 37 kW. Vyprazdňovací šnek velkého průměru minimalizuje poškození zrna při vyprazdňování. Dostupnost vyprazdňovacích šneků je v několika délkách, verze 6,9 a 7,9 mají zadní část sklopnou. [21]

4.2.5 Drtič

Pro sklízecí mlátičky řady S jsou nabízeny tři typy drtičů. Základní model DELUXE je vybaven 44 noži a pracuje při $2500 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. S mechanicky nebo elektronicky nastavitelnou lamelovou deskou je nabízen pro model S760. Pro pasivní rozmetání v celé šíři záběru lamelovou deskou se doporučuje žací vál o záběru maximálně 9,15 m. Pro modely S770 a výše jsou nabízeny drtiče INTERMEDIATE a PREMIUM. Oba drtiče pracují se 100 noži, systém rozmetání plev je pomocí drtiče. Model INTERMEDIATE je nutné přenastavit manuálně při přechodu z řádkování na drcení. Při ukládání slámy do řádku jsou plevy ukládány pod řádek. Tento drtič je možné osadit dvěma systémy rozmetání, elektricky nastavitelnou lamelovou deskou nebo aktivními hydraulicky poháněnými uzavřenými kotouči. Drtič PREMIUM v režimu řádkování plevy rozmetá drtičem, tudíž není potřeba metač plev. Přechod mezi řádkováním a drcením je nastavitelný z kabiny. O rozmetání se stará buď elektricky nastavitelná lamelová deska nebo dva hydraulické rozmetače s uzavřenými kotouči a středovou dělicí přepážkou. Kyvadlovým pohybem dochází k rovnoměrnému rozptýlení hmoty v celé šíři záběru. [21]

4.2.6 Motor

Do sklízecích mlátiček řady S jsou montovány řadové šesti válcové motory o zdvihovém objemu 9 a 13,5 l v různých výkonových kategoriích. Motory John Deere PowerTech PSS se vstřikováním common-rail jsou přepřínovány dvěma turbodmychadly a jsou vybaveny stejnými emisními prvky, jako v modelech T. Splňují úroveň emisí stupeň V. Motory o objemu 9 l jsou montovány do modelů S760, S770 s jmenovitým výkonem od 249 do 292 kW. Od modelu S780 jsou montovány motory se zdvihovým objemem 13,5 l s jmenovitým výkonem od 353 do 405 kW. Tlumič výfuku a filtr pevných částic je umístěn v přetlakovém obalu, což znemožňuje vnikání prachu a plev. Toto řešení funguje jako prevence proti vzniku požáru, můžeme ho nalézt i u modelů T. [21]

4.2.7 Převodovka

Základní model S760 je spojen s tří rychlostní převodovkou s maximální rychlostí $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. U modelu S770 je ve standardní výbavě tří rychlostní převodovka s maximální rychlostí až $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ nebo je možné sklízecí mlátičku vybavit převodovkou ProDrive s automatickým řazením. Nevýhodou tří rychlostní převodovky je, že při řazení převodových stupňů nesmí být sklízecí mlátička v pohybu. Modely S780 a vyšší jsou výhradně spojovány s automatickou převodovkou ProDrive dosahující maximální rychlostí až $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Hlavní výhodou této

převodovky je, že si sama vybere převodový stupeň, čímž není nutné během řazení zastavovat. [21]

4.2.8 Svahové vyrovnávání

Svahovým vyrovnáváním HillMaster lze mimo modelu S760 vybavit všechny sklízecí mlátičky řady S. Jsou u nich omezeny některé výše popsané parametry, např. maximální záběr žacího válu je 10,7 m. Princip funkce je stejný jako u modelové řady T. Všechny modely lze spojit se zadní hnanou nápravou, čímž dosáhneme pohonu všech čtyř kol. [23]

4.3 Automatizační prvky výbavy

V dnešní době se stále více prosazuje trend precizního zemědělství. Dnes si nepředstavujeme pole jako plochu, která má homogenní vlastnosti. Musíme se soustředit na heterogenitu jednotlivých částí pole a podle toho je obdělávat. Z technického pohledu je precizní zemědělství aplikací moderních informačních technologií v zemědělské rostlinné a živočišné výrobě. [6]

Jedním z prvků je systém Global Positioning System (GPS). Tento systém funguje na základě 24 aktivních a čtyř záložních satelitů obíhajících okolo Země ve výšce 20 200 km nad mořem. Vysílaný rádiový signál ze satelitů je přijímán pozemními přijímači. Pro určení polohy přijímač GPS potřebuje signál nejméně od čtyř satelitů. Vzhledem k nízké přesnosti, která je navíc omezována např. počasím, není tento systém vhodný pro aplikaci v zemědělství. Pro užití v zemědělství je nutné zvýšit přesnost tohoto signálu. Zvýšení přesnosti nám zajišťuje diferenční signál z pozemní referenční stanice nebo ze stacionární družice. Systém GPS s příjmem diferenčního signálu se nazývá DGPS. Tyto přijímače mají zpravidla přesnost 1 až 2 metry. [25]

Pro větší přesnost je Systém DGPS doplněn určováním polohy v reálném čase metodou Real Time Kinematics (RTK). V bodě o známých souřadnicích jsou rádiově z referenční aparatury vysílána data do stroje, kde dochází k vyhodnocení. Poloha v reálném čase je získávána z rádiového modemu s dosahem přibližně 10 km. Dosah lze zvýšit použitím GSM sítě. Přesnost tohoto systému je okolo 0,02 m. [25]

4.3.1 GPS systémy T670i a S770i

Sklízecí mlátička T670i je vybavena dvěma barevnými displeji. Na loketní opěrce je umístěn dotykový displej GreenStar 2630 s úhlopříčkou 0,26 m, který zobrazuje provozní parametry. Druhý univerzální displej 4240 zobrazuje navigaci. Model S770i je vybaven displejem 4640,

na kterém se zobrazuje navigace a provozní parametry. Obě sklízecí mlátičky jsou osazeny přijímači StarFire 6000. Oba modely měly za číselným označením malé písmeno „i“, což znamená, že jsou vybaveny inteligentními prvky.

Přijímač StarFire 6000 komunikuje až se třemi satelity korekčního signálu, čímž nabízí lepší korekční signál oproti předchozím generacím. Sám si aktivně volí korekční signál podle toho, který je nejdostupnější. S příjmem placeného signálu RTK je možné dosáhnout přesnosti 0,025 m. Dalším nabízeným placeným signálem je SF3 s přesností 0,03 m. Testované sklízecí mlátičky přijímaly bezplatný základní signál SF1 s přesností 0,15 m. Tento signál disponuje kompenzací terénních nerovností. [26] Pro žací vál 9,15 m byl nastaven záběr 9 m, což odpovídalo deklarované přesnosti 0,15 m a linie na sebe plynule navazovaly.

Automatické navádění AutoTrac usnadňuje obsluhu řízení sklízecí mlátičky. Při práci sklízecí mlátičky je řízení převzato funkcí AutoTrack, která je řízena DGPS signálem. Tím není tolik vytížená obsluha, která se může věnovat nastavení. Využitím plného záběru žacího válu klesá počet přejezdů a tím roste denní výkonnost sklízecí mlátičky. Při práci více sklízecích mlátiček na jednom poli mohou být naváděcí linie AutoTrack sdíleny mezi stroji, čímž mohou všechny využívat plný záběr žacího válu. [26]

Funkce koordinované práce strojů MachineSync, kterou jsou vybaveny sklízecí mlátičky umožňuje řízení odvozního prostředku sklízecí mlátičkou během vyprazdňování zásobníku. Systém je založen na GPS navádění a zajišťuje rovnoměrné plnění odvozního prostředku, dále též eliminuje riziko kolize mezi stroji při podmínkách se špatnou viditelností. Obsluha sklízecích mlátiček a odvozních prostředků si vytvoří síť, v které komunikují pomocí rádia. Obsluha odvozního prostředku má na terminálu v kabině informace o poloze, směru pohybu a stavu naplnění zásobníku. Podle těchto informací se obsluha rozhodne, kterou sklízecí mlátičku obslouží nebo si sklízecí mlátička může sama přivolat odvozní prostředek. Po přijetí odvozního prostředku dojde ke komunikaci přes wifi síť sklízecí mlátičky. Stroje se vzájemně propojí a dojde k předávání informací pro řízení odvozního prostředku v reálném čase. [27]

4.3.2 Automatické plnění mlátičky

Sklízecí mlátičky jsou vybaveny systémem HarvestSmart, který pro dosažení maximálního výkonu a minimálních ztrát přizpůsobuje pracovní rychlost. Tento systém je řízen snímači mlátícího bubnu, motoru a ztrát. Dle potřeby si obsluha volí, kterým režimem se bude systém

řídít. V režimu snižování ztrát je systém schopen udržet ztráty na konstantně nízké úrovni. Pro využití maximální průchodnosti sklízecí mlátičky je k dispozici výkonový režim. [26]

4.3.3 Automatické nastavení sklízecí mlátičky

Automatické nastavení sklízecí mlátičky ACA (Auto Combine Adjustment) je dostupné u všech typů v modelové řadě T. Urychluje změnu nastavení mechanismů při přechodu na jinou plodinu. Přednastavené hodnoty pro jednotlivé plodiny systém automaticky upraví pro optimalizaci jeho výkonnosti. Upravené hodnoty lze dodatečně přizpůsobit a uložit pro aktuální podmínky. [27]

4.3.4 Automatizovaná sklízecí mlátička

Model S770i je vybaven funkcí integrovaného nastavení sklízecí mlátičky Interactive Combine Adjustment 2 (ICA 2). Úkolem tohoto systému je zajištění neměnného výkonu při sklizni za jakýchkoli podmínek. Po nastavení stroje systém ICA 2 hlídá a upravuje nastavení během změny pracovních podmínek. Obsluha již nemusí v měnících se podmínkách měnit nastavení. Systém obsahuje dvě digitální kamery nacházející se u dopravníků čistého zrna a omlatu. Kamery snímají množství poškozených zrn a nečistot. Na základě těchto informací dochází k úpravám nastavení pro udržení původně nastavené kvality a čistoty zrna. Díky této funkci je dosahováno stejné čistoty a kvality zrna se stejnou úrovní ztrát během celého dne. [26]

Systém také obsahuje automatickou kalibraci měření výnosu. Kalibrace výnosu se skládá ze tří snímačů umístěných v zásobníku zrna (viz obr. 19), které porovnávají výsledky měření s naměřenými hodnotami výnosoměru a vlhkoměru. Tímto měřením je prováděna průběžná kalibrace výnosoměru. Díky této kalibraci se zvyšuje přesnost výnosových map, protože ne vždy má obsluha sklízecí mlátičky dostatek času na kalibraci výnosoměru. [26]



Obrázek 19: Kalibrační snímače výnosu [24]

4.3.5 Prvky vzdálené podpory

Společnost John Deere nabízí spojení strojů s operačním střediskem na stránkách MyJohnDeere.com. Je možné zde ukládat polohy pozemků, monitorovat trasy strojů, určit obsluhu sled prací, kontrolovat vlhkost a výnosové mapy. Tímto systémem lze kontrolovat průběh sklizně z libovolného zařízení, které je připojeno k internetu.

Dalším prvkem je připojení k zákaznické podpoře JDLink. Jedná se o telematický systém, který spojuje bezdrátově vlastníky, manažery s jejich strojem v reálném čase. Systém upozorňuje na varování a informuje o aktuálním stavu. [28] V případě potřeby se může až už prodejce nebo servis připojit ke konkrétní sklízecí mlátičce. Tím mohou vzdáleně vyřešit případné problémy nebo pomoci s nastavením sklízecí mlátičky. Tento systém může ušetřit zbytečné prostoje a výjezd servisu. Zobrazení displeje CommandCenter v reálném čase může sledovat kromě zákaznické podpory i samotný zákazník, čímž může dohlížet na chod stroje kdekoliv.

4.4 Pásové podvozky sklízecích mlátiček

Oba modely testovaných sklízecích mlátiček je možné osadit pásovými jednotkami na přední nápravě. Pásová jednotka přináší řadu výhod, jako jsou lepší průjezd terénem, bezpečnější jízda při vyšší rychlosti a komfort při vyšších rychlostech. Z agrotechnického hlediska je hlavní výhodou snižování zhutnění půdy, protože kontaktní plocha pásu je o 30 % větší než u pneumatiky. Tím odpadá nutnost hloubkového zpracování půdy, s čímž jsou spjaty zvýšené náklady na zpracování půdy. Výhodou je také nízká přepravní šířka pro pásy o šíři 610 mm je 3,49 m. V nabídce jsou také verze s šířkou 760 a 910 mm, s kterými přepravní šířka roste. Jedná se o nové pásové jednotky od firmy Soucy Track, které byly před produkčně testované na demo stroji S785i společnosti STROM PRAHA v sezóně 2018. [21, 29]

Nová pásová jednotka na obrázku 20 je vybavena hnacím kolem, které je v záběru s pásem přes vnitřní ozubení pásu. U tohoto systému záběru nedochází k nadměrnému přehřívání, zejména při přepravě, kdy dosahujeme rychlosti až $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Ocelové jádro pásů je složeno ze čtyř vrstev, což zvyšuje pevnost a zároveň efektivně odvádí teplo. O tlumení nerovností a kopírování terénu se stará systém pěti otočných bodů, které napomáhají k účinnějšímu záběru. Údržba pásů



Obrázek 20: Pásová jednotka Soucy Track [24]

není náročná, jelikož neobsahují žádné mazací body. Koncové převody a vodící kladky obsahují olej, který se mění během servisních intervalů. Pro svahové vyrovnávání HillMaster, však není možné použít pásové jednotky z důvodu zvýšeného bočního tlaku. [29]

4.5 Žací adaptéry

Sklízecí mlátičky řady T a S je možné vybavit několika typy žacích válu. Při výběru je nutné vzít v úvahu velikost pozemků, členitost terénu a v neposlední řadě sklizené plodiny. Žací vály jsou nabízeny v záběrech od 4,8 m do 13,7 m. Pro sklízecí mlátičky T670i a S770i jsou nabízeny 3 typy žacích válu klasické konstrukce (600R, 600F, 600X), kde je vkládání materiálu pasivní tzn. že hmota padá na žací stůl působením gravitace. Tok sklizené hmoty k průběžnému šneku zajišťují vkládací nerezové plechy. Průběžný šnek materiál dopravuje do středu žacího válu, kde je vkládán do šikmého dopravníku. [21]

Dále jsou nabízeny 3 typy žacích válu s aktivním vkládáním materiálu pomocí pásů (700PF, 700D, 700FD). U těchto žacích lišt není nutné měnit délku stolu. U žacích lišt 700PF je posouvána hmota pásem k průběžnému šneku, který ji posouvá ke středu a vkládá ji do šikmého dopravníku. V případě pásové lišty hmota padá na pás, který ji posouvá ke středovému vkládacímu bubnu. Vkládací buben klasy podává napřed do šikmého dopravníku, přičemž nedochází k zamotávání klasů do slámy. [21]

V neposlední řadě jsou také nabízeny žací adaptéry pro sklizeň kukuřice vyráběné firmou Geringhoff. Tyto adaptéry jsou hydraulicky sklopné a jsou nabízeny o velikosti až 18 řádků. Je zde možnost volby z několika druhů řádkových jednotek, kterými je možné žací adaptér osadit. [30]

Sklízecí mlátička John Deere T670i byla vybavena žacím adaptérem 630X (viz obr. 21), jehož záběr je 9,15 m. Tato řada žacích adaptérů je vyráběna v záběrech od 6,7 m (622X) až po 12,2 m (640X). Hmotnost agregované lišty činí 3360 kg. Jedná se o lištu s pasivním



Obrázek 21: Žací adaptér řady 600X [30]

vkládáním s průběžným šnekem o průměru 0,66 m. Délku stolu od hrany šneku ke špičce kosy lze nastavovat z pohodlí kabiny elektrohydraulicky v rozmezí 0,4 až 1,2 m. Rychlost kosy je $1144 \text{ zdvihů} \cdot \text{min}^{-1}$ se zdvihem 0,089 m. Žací adaptér je možno vybavit více druhy děličů např. pevný, sklopný. Při přechodu na jinou plodinu např. z pšenice na řepku vysuneme pouze vál dle potřeby, demontujeme pevné děliče a nahradíme je mechanickými bočními kosami, které jsou umístěny na zadní straně žacího válu. Jak již vyplývá z názvu bočních kos, pohon je řešen mechanicky, čímž není zatěžována elektrická nebo hydraulická soustava sklízecí mlátičky. Tento model je vybaven 6 snímači pro automatické řízení výšky žacího adaptéru nad terénem. [30]

Sklízecí mlátička John Deere S770i byla spojena s žacím adaptérem 730FD o záběru 9,15 m (viz obr. 22). Tato řada žacích adaptérů je vyráběna v záběrech od 9,15 m (730FD) do 13,7 m (745FD). Tento adaptér s aktivním vkládáním je osazen dvěma příčnými podávacími pásy s nastavitelnou rychlostí posuvu v rozmezí 22 až $228 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ a jedním podélným pásem o šířce 1,016 m. Podélný pás vkládá materiál do vkládacího bubnu o průměru 0,41 m, z kterého postupuje hmota do šikmého dopravníku. Rychlost kosy je $2080 \text{ zdvihů} \cdot \text{min}^{-1}$. Tato řada žacích adaptérů je výjimečná díky hydraulickému plovoucímu systému HydraFlex. Systém HydraFlex umožňuje kopírování terénu se zdvihem až 0,19 m. Žací adaptér je vhodný pro sklizeň široké škály plodin, ale hlavně pro sóju či hrách. Vzhledem k tomu, že kopíruje povrch pozemku a minimální výška strniště je 0,038 m je také vhodný pro vysekávání polehlých porostů. Hmotnost agregované lišty je 3206 kg. [30]



Obrázek 22: Žací adaptér řady 700FD [30]

5. Cíl práce

V této práci je hlavním cílem zjištění závislosti ztrát a poškození zrna na pojezdové rychlosti u dvou konstrukčně odlišných sklízecích mlátiček. Měření bylo prováděno na sklízecích mlátičkách John Deere T670i a S770i, při sklizni pšenice ozimé a řepky ozimé.

6. Metodika práce

Měření se provádělo na předváděcích sklízecích mlátičkách od firmy STROM PRAHA. Tyto sklízecí mlátičky navštěvují zemědělské podniky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Obsluha sklízecí mlátičky má za úkol předvést stroj a umožnit potenciálnímu zákazníkovi vyzkoušet si ho v tamních podmínkách. Sklízecí mlátičky byly vybaveny v nejvyšší možné konfiguraci, pro názornou ukázkou všech systémů a prvků, které lze do těchto strojů implementovat. Jedná se o dvě sklízecí mlátičky stejné výkonové kategorie s odlišnou konstrukcí mlácení a separace zrna.

První sklízecí mlátička John Deere T670i sklízela pšenici a řepku v podniku Agro Pertoltice, a.s. Jedná se o tangenciální sklízecí mlátičku s vytrásadlovou separací, tedy konvenční sklízecí mlátičku.

Druhá sklízecí mlátička John Deere S770i sklízela pšenici v podniku AGROS-Kojice, spol. s.r.o. a řepku v podniku Statek Pohořelice, spol. s.r.o. Tato mlátička je vybavena podélným axiálním rotorem, jehož první část je mlátící a druhá část separační.

Obě sklízecí mlátičky byly vybaveny žacími adaptéry o záběru 9,15 m. Konstrukce žacích adaptérů byla však odlišná. Model T670i byl vybaven žacím adaptérem 630X a model S770i žacím adaptérem 730FD. Pohon obou sklízecích mlátiček zajišťoval motor o zdvihovém objemu 9 l a jmenovitém výkonu 292 kW. V obou případech se jednalo o kolové provedení osazené nízkotlakými pneumatikami pro snížení utužení půdy.

Měření ztrát probíhalo měřicí sadou, kterou byla vybavena obsluha sklízecí mlátičky. Měřilo se na části pole nejméně 30 m od úvratě v úsecích po 30 m. Vybrána byla taková část pole, kde nebyl porost polehlý a kde byla minimální svažitost. Měření probíhalo při pracovních rychlostech 4, 5 a 6 km.h⁻¹. Pro každou rychlost bylo měření opakováno pětkrát. Při těchto rychlostech byly také odebírány vzorky zrna z násypky a následně vyhodnocovány z hlediska poškození zrna.

Měření poškození probíhalo tak, že při stanovené rychlosti 4, 5 a 6 km·h⁻¹ byl z násypky odebrán vzorek, minimálně 250 g. Pro každou rychlost bylo odebráno 5 vzorků. Hmotnost vzorku 250 g byla potřebná pro následné vyhodnocení, kdy z přesně odváženého vzorku 250 g zjišťujeme procentuální poškození zrna. Pro ulehčení vyhodnocení byla použita síta na obrázku 23 o různých velikostech otvorů, která pomohla k odseparování zlomků zrna. Roztříděný vzorek bylo nutné ještě separovat ručně, aby se vybrala všechna poškozená zrna. Následně byla všechna poškozená zrna zvážena na váze s přesností 0,01 g. Tím byl zjištěn podíl poškozených zrn ve vzorku 250 g.



Obrázek 23: Třídící síta [Polák, 2019]

6.1 Měřicí sada

Pomocí sady Feiffer LMS byly naměřeny ztráty zrna. Měřicí sada na obrázku 24 se skládá z dálkově ovládaného elektromagnetického přidržovače, dálkového ovládání, dvou misek o ploše 0,3 m², váhy a ventilátoru.



Obrázek 24: Měřicí sada Feiffer LMS [31]

Dálkový elektromagnetický přidržovač má za úkol držet misku pod sklízecí mlátičkou. V našem případě byla umístěna na spodní části ventilátoru sklízecí mlátičky. Z vrchní strany je elektromagnetický přidržovač opatřen permanentním magnetem, který magnetickou silou drží přidržovač na ventilátoru. Ze spodní strany je opatřen elektromagnetem, který je ovládaný dálkovým ovladačem. Elektromagnetem je držena miska o délce 0,3 m a šířce 1 m. Pro spuštění misky stiskneme tlačítko na dálkovém ovladači a miska je spuštěna na strniště (viz obr. 25).



Obrázek 25: Měřicí miska [Polák, 2019]

Po projetí sklízecí mlátičky je miska naplněna slámou, plevami a ztrátovým zrnem. Před vyjmutím misky v případě ukládání slámy do řádku je nutné slámu protřepat, aby došlo k propadání veškerého zrna z řádku do misky.

Pro ulehčení separace zrna od plev a slámy, je sada vybavena ventilátorem (viz obr. 26) s plynulým nastavením otáček. Obsah misky je nasypán do ventilátoru, kde dojde k odstranění lehkých částic (sláma, plevy) a na spodní části zbyde zrna.

Čisté zrna bez příměsí zvážíme na váze značky Dipse s přesností 0,01 g a váživostí 500 g. Na této váze také zjišťujeme počet zrn v 1 gramu, který potřebujeme při výpočtu ztrát zrna. Zjištěný počet zrn v 1 gramu,

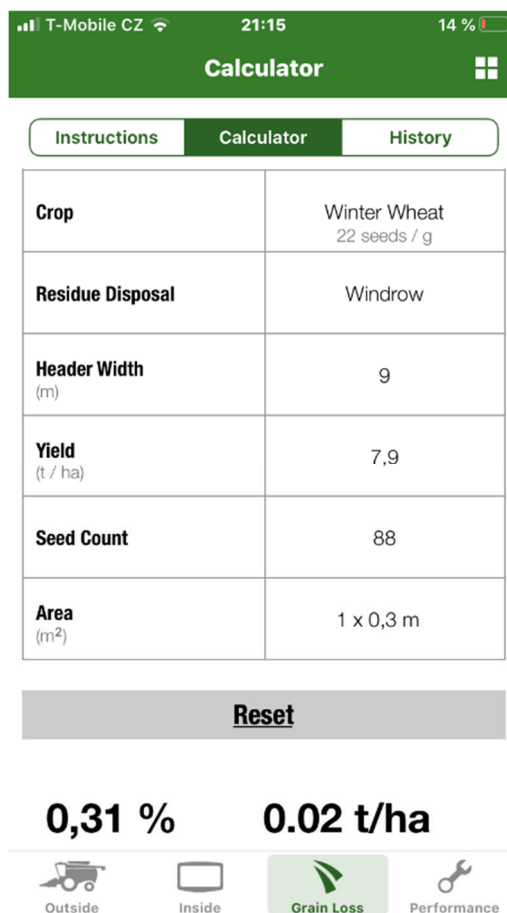


Obrázek 26: Ventilátor [Polák, 2019]

použijeme při výpočtu procentuálních ztrát přes mobilní aplikaci GoHarvest, která je volně dostupná v Apple Store, pro zařízení s operačním systémem iOS nebo na Google Play, pro zařízení s operačním systémem Android. Aplikace nám nabízí u jednotlivých plodin předdefinovaný počet zrn v 1 gramu, nicméně pro přesnější měření je vhodnější si změřit tuto hodnotu v aktuálních podmínkách.

6.2 Aplikace GoHarvest

Aplikace GoHarvest je od firmy John Deere a slouží pro usnadnění správného nastavení sklízecí mlátičky řady S, W a T od roku 2012 a výš. V aplikaci se volí typ sklízecí mlátičky a druh plodiny. Aplikace má obrázkového průvodce pro změny nastavení mechanismů sklízecí mlátičky pro danou plodinu. Je zde také implementován kalkulátor pro výpočet ztrát zrna (viz obr. 27). Do kalkulátoru zadáváme typ sklízecí mlátičky, sklizenou plodinu, počet zrn v jednom gramu, způsob ukládání slámy (řádek, drčení), pracovní záběr, průměrný hektarový výnos, počet zrn a plochu misky. Výsledkem je procentuální ztráta zrna.



Obrázek 27: Kalkulátor v aplikaci GoHarvest [Polák, 2019]

7. Naměřené hodnoty

7.1 T670i v podniku Agro Pertoltice, a.s.

Měření ztrát a poškození zrna pšenice ozimé bylo provedeno v podniku Agro Pertoltice, a.s., kde byla sklízecí mlátička John Deere T670i předváděna. Podnik se nachází v bramborářské výrobní oblasti nedaleko Zruče nad Sázavou v okrese Kutná Hora. Hospodaří na celkové výměře 3217 ha zemědělské půdy, z toho orné 2666 ha. Nadmořská výška obhospodařovaných pozemků se pohybuje od 330 do 540 m. Mezi hlavní pěstované tržní plodiny patří pšenice, ječmen, kukuřice, řepka, mák a brambory. Neméně důležité je obstarání krmiva pro živočišnou výrobu, která se skládá z chovu skotu o celkovém počtu 1411 ks. Tato společnost byla zapsána do obchodního rejstříku 12. března 1999.

Tabulka 1: Nastavení sklízecí mlátičky T670i

Plodina	Pšenice ozimá	Řepka ozimá
Mezera horního síta [mm]	14	11
Otáčky ventilátoru [ot·min ⁻¹]	1220	880
Před síto [mm]	10	10
Mezera spodního síta [mm]	5	3
Mezera koš/buben [mm]	10	47
Otáčky mlátícího bubnu [ot·min ⁻¹]	820	470

7.1.1 Naměřené hodnoty při sklizni pšenice ozimé

Měření zde probíhalo během pátku 2. srpna 2019 v odpoledních hodinách na pozemku s názvem „Za hřištěm“ o rozloze 5,74 ha. Klimatické podmínky byly příznivé bez srážek s mírným větrem o rychlosti 4 m·s⁻¹ a teplotě 24°C. Nastavení sklízecí mlátičky je uvedeno v tabulce 1. Průměrný hektarový výnos na pozemku činil 7,9 t·ha⁻¹ při průměrné vlhkosti 14 %, jednalo se o odrůdu pšenice Julie. Po obsekání pole jsem si vybral pro měření část pole, kde nebyl polehlý porost a vzdálenost od souvratě byla minimálně 30 m. Měřilo se poškození zrna a ztráty při rychlostech 4, 5 a 6 km·h⁻¹. Pro každou rychlost bylo provedeno pětkrát měření ztrát

a pětkrát byly odebrány vzorky poškození zrna. Sláma byla ukládána do řádku. Během měření bylo nutné zjistit počet zrn v 1 g, což v tomto případě bylo 22. Tato hodnota byla dále použita při výpočtu procentuálních ztrát přes mobilní aplikaci GoHarvest.

V tabulce 2 jsou naměřené hodnoty ztráty zrna na misce, to jsou ztráty, které byly zachyceny v misce za sklízecí mlátičkou. Z naměřených hodnot ztrát na misce vychází procentuální ztráty po zadání parametrů do aplikace GoHarvest. Ztráty zrna Q_z v $[\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}]$ zjistíme pomocí následujícího vzorce.

$$Q_z = P_{ha} \cdot Q_{zp} \cdot 10 \quad (1)$$

kde: P_{ha} – průměrný výnos $[\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}]$

Q_{zp} – ztráty zrna [%]

Tabulka 2: Měření ztrát pšenice ozimé T670i

Měření ztrát	Ztráty zrna na misce [g]	Ztráty zrna $[\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}]$	Ztráty zrna [%]	Průměrné ztráty zrna na misce [g]	Průměrné ztráty zrna $[\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}]$	Průměrné ztráty zrna [%]
Pracovní rychlost 4 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$						
1	3,99	24,49	0,31	3,95	24,33	0,308
2	3,17	19,75	0,25			
3	4,72	29,23	0,37			
4	3,76	22,91	0,29			
5	4,13	25,28	0,32			
Pracovní rychlost 5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$						
1	8,43	52,14	0,66	8,03	49,77	0,63
2	7,02	43,45	0,55			
3	7,75	48,19	0,61			
4	8,12	50,56	0,64			
5	8,84	54,51	0,69			
Pracovní rychlost 6 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$						
1	35,36	218,04	2,76	35,27	217,57	2,754
2	38,57	237,79	3,01			
3	32,43	199,87	2,53			
4	33,91	209,35	2,65			
5	36,08	222,78	2,82			

Z tabulky 2 je patrné, že nejnižších ztrát zrna dosahovala sklízecí mlátička při rychlosti 4 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a to hodnoty 0,308 %. Celková ztráta na hektar činila 24,33 kg. Tato hodnota ztrát je na velice dobré úrovni, kdy ztráty se neblíží hraniční hodnotě 1 %.

Při zvýšení rychlosti ze 4 km·h⁻¹ na 5 km·h⁻¹ ztráty vzrostly dvojnásobně na hodnotu 0,63 % což lze považovat za akceptovatelné, protože denní výkonnost sklízecí mlátičky se zvýší. Hodnota ztrát se stále pohybuje na přijatelné úrovni. Celková ztráta na hektar byla 49,77 kg.

Zvýšením pracovní rychlosti z 5 km·h⁻¹ na 6 km·h⁻¹ došlo k razantnímu zvýšení ztrát, překračující únosnou mez. Došlo téměř k devítinásobnému zvýšení ztrát zrna v porovnání s měřením při rychlosti 4 km·h⁻¹. Ztráta zrna měla hodnotu 2,754 %, což odpovídá ztrátě na hektar 217,57 kg.

Tabulka 3: Měření poškození pšenice ozimé T670i

Měření poškození	Poškozené zrno [g]	Poškozené zrno [%]	Průměrné poškození zrna [g]	Průměrné poškození zrna [%]
Pracovní rychlost 4 km·h ⁻¹				
1	2,37	0,948	2,348	0,939
2	2,49	0,996		
3	2,28	0,912		
4	2,04	0,816		
5	2,56	1,024		
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹				
1	1,6	0,640	1,794	0,718
2	2,02	0,808		
3	1,86	0,744		
4	1,78	0,712		
5	1,71	0,684		
Pracovní rychlost 6 km·h ⁻¹				
1	1,82	0,728	1,77	0,708
2	1,71	0,684		
3	1,74	0,696		
4	1,9	0,760		
5	1,68	0,672		

Měření poškození zrna naopak bylo zjištěno, že se zvyšující rychlostí poškození klesá. Při rychlosti 4 km·h⁻¹ byla naměřena nejvyšší hodnota poškození 0,939 %. Zvýšením rychlosti na 5 km·h⁻¹ poškození kleslo na hodnotu 0,718 %. Při rychlosti 6 km·h⁻¹ došlo k nepatrnému snížení poškození na hodnotu 0,708 %. Z tabulky 3 vyplývá, že vytížený mlátičí a separační mechanismus méně poškozuje zrno.

7.1.2 Naměřené hodnoty při sklizni řepky ozimé

Měření ztrát a poškození semen řepky ozimé probíhalo 2. srpna 2019 dopoledne na pozemku s názvem „Pod napětím“ o celkové rozloze 5,48 ha (viz obr. 28).



Obrázek 28: Sklizeň řepky ozimé sklízecí mlátičkou T670i [Polák, 2019]

Klimatické podmínky byly příznivé bez srážek s mírným větrem o rychlosti $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a teplotě okolo 22°C . Průměrný hektarový výnos dosahoval $3,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, při průměrné vlhkosti 9 %. Sklizená plodina byla vlhčí, pro sklizeň se doporučuje maximální vlhkost do 8 %, nicméně se jednalo o pozdnější sklizeň řepky ozimé a počasí výhledově neumožňovalo sklizeň oddalovat. Se sklizní vlhčí plodiny jsou spjaté následné náklady na dosoušení. Sklizená řepka byla od firmy Dekald s označením odrůdy PR46W26. Měření probíhalo totožně jako při sklizni pšenice, po obsekání pole byl vybrán dlouhý úsek. Na tomto poli nebyl problém vybrat vhodný úsek, protože mělo zhruba obdelníkový tvar a porost byl vyrovnaný. Nejprve jsme měli problém se srážením misky z elektromagnetického přidržovače vysokým strništěm. Tuto chybu jsme však odstranili snížením strniště, což mělo negativní vliv na zatížení mlátičky, protože stonky řepky byly ještě zelené. Nicméně mlátička si s porostem poradila i při rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Měření tedy probíhalo při třech rychlostech 4, 5 a $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Pro každou rychlost bylo provedeno pět měření ztrát a pětkrát byl odebrán vzorek plodiny pro vyhodnocení poškození zrna. Sláma byla drcena a rozhozena v celé šířce záběru stroje. V neposlední řadě bylo nutné zjistit počet zrn v 1 gramu. V případě této řepky ozimé to bylo 210 semen na 1 gram, s touto hodnotou bylo dále počítáno v aplikaci GoHarvest.

Tabulka 4: Měření ztrát řepky ozimé T670i

Měření ztrát	Ztráty zrna v misce [g]	Ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Ztráty zrna [%]	Průměrné ztráty zrna v misce [g]	Průměrné ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Průměrné ztráty zrna [%]
Pracovní rychlost 4 km·h ⁻¹						
1	1,21	38,5	1,10	0,86	27,44	0,784
2	0,63	19,95	0,57			
3	0,75	23,8	0,68			
4	0,69	22,05	0,63			
5	1,03	32,9	0,94			
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹						
1	2,35	74,55	2,13	1,62	51,45	1,47
2	1,96	62,3	1,78			
3	1,09	34,65	0,99			
4	1,44	45,85	1,31			
5	1,26	39,9	1,14			
Pracovní rychlost 6 km·h ⁻¹						
1	4,39	137,2	3,92	4,432	138,67	3,962
2	5,01	156,8	4,48			
3	4,28	134,05	3,83			
4	4,52	141,4	4,04			
5	3,96	123,9	3,54			

Z výše uvedené tabulky 4 je zřejmé, že se vzrůstající rychlostí ztráty rostou. Při rychlosti 4 km·h⁻¹ byla naměřena ztráta 0,784 %, což odpovídá ztrátě 27,44 kg z hektaru. Tato hodnota ztrát je přijatelná.

Zvýšíme-li pracovní rychlost na 5 km·h⁻¹ dojde téměř ke zdvojnásobení ztrát semen. Hodnota ztrát nám bohužel překročila akceptovatelnou hranici 1 %. Naměřené ztráty při této rychlosti dosáhly téměř 1,5 %, což není úplně ideální. Vzhledem ke zhoršeným podmínkám jako jsou vyšší vlhkost a požadavek nízkého strniště, lze považovat i takovou ztrátovost za přijatelnou.

Pracovní rychlost 6 km·h⁻¹ se v těchto podmínkách potvrdila jako absolutně nevhodná. Hodnota ztrát vzrostla pětinašobně než hodnota ztrát při rychlosti 4 km·h⁻¹ a to na hodnotu 3,962 %. Ztrátovost na jeden hektar činila téměř 139 kg.

Tabulka 5: Měření poškození řepky ozimé T670i

Měření poškození	Poškozené zrno [g]	Poškozené zrno [%]	Průměrné poškození zrna [g]	Průměrné poškození zrna [%]
Pracovní rychlost 4 km·h ⁻¹				
1	0,3	0,120	0,306	0,122
2	0,32	0,128		
3	0,27	0,108		
4	0,36	0,144		
5	0,28	0,112		
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹				
1	0,51	0,204	0,466	0,186
2	0,48	0,192		
3	0,44	0,176		
4	0,54	0,216		
5	0,36	0,144		
Pracovní rychlost 6 km·h ⁻¹				
1	0,68	0,272	0,656	0,262
2	0,59	0,236		
3	0,61	0,244		
4	0,76	0,304		
5	0,64	0,256		

Měřením poškození semen u řepky bylo zjištěno, že se vzrůstající pracovní rychlostí roste poškození viz tabulka 5. Hodnoty poškození nejsou nikterak výrazné. Při rychlosti 4 km·h⁻¹ byla naměřena průměrná hodnota poškození 0,122 %. Po zvýšení pracovní rychlosti na 5 km·h⁻¹ došlo k nepatrnému zvýšení na 0,186 %. Poškození semen se výrazně nezvýšilo ani při rychlosti 6 km·h⁻¹. Průměrná hodnota poškození činila 0,262 %, což lze považovat za velice nízké poškození.

7.2 S770i v podniku AGROS-Kojice, spol. s.r.o.

Měření ztrát a poškození zrna sklízecí mlátičkou S770i bylo prováděno v podniku AGROS Kojice s.r.o., který se nachází 12 km východně od města Kolín. Společnost dnes obhospodařuje přibližně 1800 ha půdy a zaměřuje se na rostlinnou produkci za účelem zpracování nebo dalšího prodeje. Mezi hlavní pěstované plodiny patří pšenice ozimá, řepka ozimá, kukuřice na zrno, ječmen ozimý, hrách a slunečnice roční. Společnost hospodář bez živočišné výroby, vedlejší produkty jako sláma jsou při sklizni drceny a následně zapravovány do půdy.

Tabulka 6: Nastavení sklízecí mlátičky S770i

Plodina	Pšenice ozimá	Řepka ozimá
Mezera horního síta [mm]	15	12
Druh koše	Slabé dráty	Slabé dráty
Mezera zadní části horního síta	10	10
Otáčky ventilátoru [ot·min ⁻¹]	1200	980
Mezera spodního síta [mm]	5	2
Mezera koš/buben [mm]	18	50
Otáčky rotoru [ot·min ⁻¹]	900	460
Poloha lopatek na rotoru	Standardní	Standardní

7.2.1 Naměřené hodnoty při sklizni pšenice ozimé

Měření ztrát a poškození zrna pšenice ozimé probíhalo 1. srpna 2019 (viz obr. 29) na pozemku s názvem „Za školou“ o rozloze 22,24 ha. Meteorologické podmínky byly příznivé, obloha byla jasná, váł mírný vítr o rychlosti 2 m·s⁻¹ a teplota se pohybovala okolo 27° C. Nastavení sklízecí mlátičky S770i je uvedeno v tabulce 6.



Obrázek 29: Sklizeň pšenice ozimé sklízecí mlátičkou S770i [Polák, 2019]

Průměrný hektarový výnos pšenice ozimé byl 7,56 t·ha⁻¹ při vlhkosti 12,8 %, jednalo se o RGT REFORM. Měřily se ztráty a poškození zrna při rychlostech 4, 5 a 6 km·h⁻¹. Jako v předchozích

případech bylo odebráno pět vzorků ztrát a poškození zrna při každé rychlosti. Sláma byla ukládána do řádku. V neposlední řadě bylo nutné zjistit počet zrn v 1 gramu pro následné přesnější zpracování údajů. Při tomto měření bylo zjištěno 28 zrn na 1 gram.

Tabulka 7: Měření ztrát pšenice ozimé S770i

Měření ztrát	Ztráty zrna v misce [g]	Ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Ztráty zrna [%]	Průměrné ztráty zrna v misce [g]	Průměrné ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Průměrné ztráty zrna [%]
Pracovní rychlost 4 km·h ⁻¹						
1	7,65	39,31	0,52	7,27	37,65	0,498
2	7,31	37,80	0,50			
3	6,87	35,53	0,47			
4	6,98	36,29	0,48			
5	7,54	39,31	0,52			
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹						
1	9,41	48,38	0,64	10,24	52,77	0,698
2	13,61	70,31	0,93			
3	7,75	40,07	0,53			
4	11,32	58,21	0,77			
5	9,09	46,87	0,62			
Pracovní rychlost 6 km·h ⁻¹						
1	24,25	125,50	1,66	21,744	112,49	1,488
2	26,18	135,32	1,79			
3	15,5	80,14	1,06			
4	23,11	119,45	1,58			
5	19,68	102,06	1,35			

Z tabulky 7 naměřených ztrát je patrné, že se vzrůstající pracovní rychlostí rostou ztráty. Při rychlosti 4 km·h⁻¹ byly naměřené ztráty 0,498 %, což představuje ztrátu 37,65 kg·ha⁻¹.

Zvýšením pracovní rychlosti na 5 km·h⁻¹ hodnota ztrát vzrostla na 0,698 %. Tato hodnota představuje ztrátu 52,77 kg·ha⁻¹.

Při rychlosti 6 km·h⁻¹ byla překročena limitní hodnota ztrát 1 %. Průměrné ztráty zrna při této pracovní rychlosti dosahovali 1,488 %. Došlo ke ztrojnásobení ztrát oproti pracovní rychlosti 4 km·h⁻¹, čímž se zvýšila ztráta na 112,49 kg·ha⁻¹. Nárůst ztrát při rychlosti 6 km·h⁻¹ však není tak strmý jako u sklízecí mlátičky T670i.

Tabulka 8: Měření poškození pšenice ozimé S770i

Měření poškození	Poškozené zrno [g]	Poškozené zrno [%]	Průměrné poškození zrna [g]	Průměrné poškození zrna [%]
Pracovní rychlost 4 km·h ⁻¹				
1	1,47	0,588	1,004	0,402
2	1,07	0,428		
3	0,48	0,192		
4	0,98	0,392		
5	1,02	0,408		
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹				
1	0,49	0,196	0,32	0,128
2	0,22	0,088		
3	0,26	0,104		
4	0,34	0,136		
5	0,29	0,116		
Pracovní rychlost 6 km·h ⁻¹				
1	0,51	0,204	0,548	0,219
2	0,5	0,200		
3	0,61	0,244		
4	0,54	0,216		
5	0,58	0,232		

Z tabulky 8 vyplývá, že nejvyššího poškození zrna bylo dosaženo při rychlosti 4 km·h⁻¹, což bylo pravděpodobně způsobeno nízkým zahlcením mlátícího a separačního mechanismu. Průměrné poškození zrna při této rychlosti dosahovalo 0,402 %. Tato hodnota je však na velice dobré úrovni.

Naopak nejnižšího poškození bylo dosaženo při pracovní rychlosti 5 km·h⁻¹. Průměrná naměřená hodnota poškození činila 0,128 %.

Při pracovní rychlosti 6 km·h⁻¹ dosahovalo poškození hodnoty 0,219 %. Tato hodnota je téměř dvakrát nižší než při rychlosti 4 km·h⁻¹. Z hlediska poškození zrna je důležité mít mlátící a separační mechanismus dostatečně vytížen.

7.3 S770i v podniku Statek Pohořelice, spol. s.r.o.

7.3.1 Naměřené hodnoty při sklizni řepky ozimé

Měření ztrát a poškození semen u řepky ozimé bylo naměřeno obsluhou sklízecí mlátičky. Z časových důvodů bylo měření provedeno pouze při rychlosti 5 km·h⁻¹ s pětinasobným opakováním. Měření probíhalo dne 8. července 2019 na pozemku s výměrou 53,99 ha nedaleko Pohořelic v okrese Brno-venkov. Vlhkost sklizené řepky ozimé se pohybovala okolo 9,1 % při průměrném výnosu 3,48 t·ha⁻¹. Vzhledem k brzké sklizni nebyl porost dostatečně dozrálý, nicméně podnik měl zájem vyzkoušet mlátičku v těchto podmínkách.

Tabulka 9: Měření ztrát řepky ozimé S770i

Měření ztrát	Ztráty zrna v misce [g]	Ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Ztráty zrna [%]	Průměrné ztráty zrna v misce [g]	Průměrné ztráty zrna [kg·ha ⁻¹]	Průměrné ztráty zrna [%]
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹						
1	0,88	29,23	0,84	0,85	28,19	0,81
2	0,94	31,32	0,90			
3	0,76	25,40	0,73			
4	0,62	20,53	0,59			
5	1,03	34,45	0,99			

Vzhledem k měření pouze při rychlosti 5 km·h⁻¹ nelze vyvodit trend průběhu ztrát viz tabulka 9. Nicméně můžeme porovnat tyto hodnoty ztrát se sklízecí mlátičkou T670i při rychlosti 5 km·h⁻¹.

Sklízecí mlátička T670i při rychlosti 5 km·h⁻¹ dosahovala průměrné hodnoty ztrát 1,47 %. U axiálního modelu S770i při téže rychlosti bylo dosaženo ztrát 0,81 %. Samozřejmě musíme brát v úvahu, že mlátičky nesklízely na totožném poli, nicméně sklizňové podmínky byly velice podobné.

Tabulka 10: Měření poškození řepky ozimé S770i

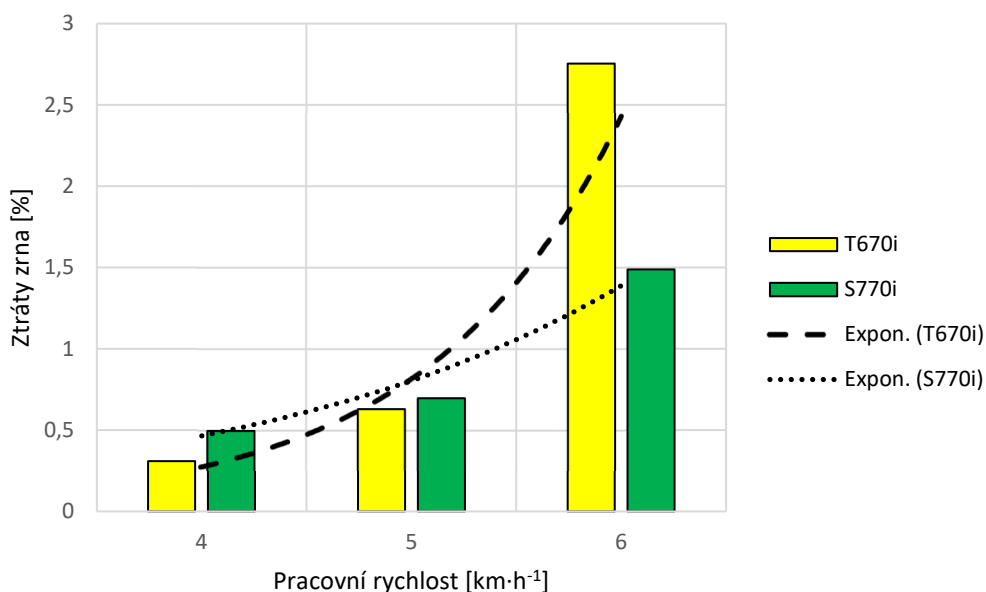
Měření poškození	Poškozené zrno [g]	Poškozené zrno [%]	Průměrné poškození zrna [g]	Průměrné poškození zrna [%]
Pracovní rychlost 5 km·h ⁻¹				
1	0,42	0,168	0,426	0,17
2	0,46	0,184		
3	0,38	0,152		
4	0,51	0,204		
5	0,36	0,144		

Pro měření poškození semen řepky ozimé také platí, že nemůžeme zjistit průběh poškození semen při změně rychlosti viz tabulka 10. Provedeme tedy srovnání poškození semen řepky ozimé při rychlosti 5 km·h⁻¹ se sklízecí mlátičkou T670i.

Obě sklízecí mlátičky dosahovaly velmi podobných hodnot. Nižšího poškození však dosahoval model S770i s hodnotou 0,17 %. Tangenciální model T670i měl poškození nepatrně vyšší s hodnotou 0,186 %.

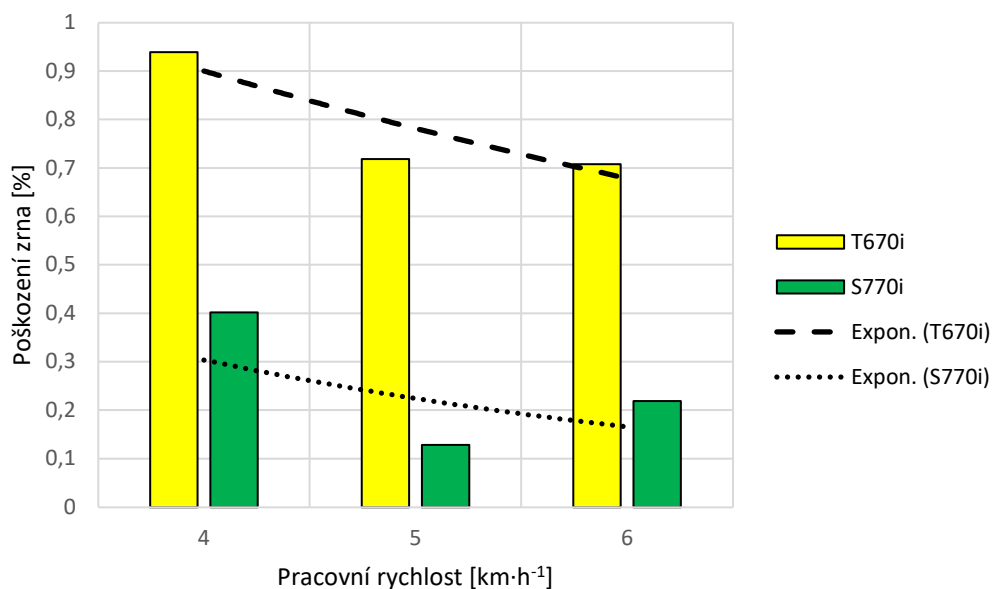
8. Diskuse k výsledkům

Měření ztrát a poškození zrna pšenice ozimé bylo provedeno na modelu T670i v podniku Agro Pertoltice, a.s. Průměrný výnos pšenice ozimé byl $7,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ při vlhkosti zrna 14 %. Model S770i sklízěl pšenici ozimou v podniku AGROS-Kojice, spol. s.r.o. s průměrným hektarovým výnosem $7,56 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ při vlhkosti zrna 12,8 %. Pro porovnání byly sklizňové podmínky podobné. Každé měření bylo prováděno s pětinásobným opakováním. Nejnižších ztrát bylo dosaženo při pracovní rychlosti $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ u obou modelů sklízecích mlátiček. Model T670i dosahoval nižších ztrát s průměrnou hodnotou 0,308 % oproti modelu S770i s mírně vyšší průměrnou hodnotou ztrát 0,498 %. Zvýšením pracovní rychlosti na $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ztráty dramaticky nerostly, ale u obou modelů byla jejich hodnota velice blízká. V případě modelu T670i dosahovaly průměrné hodnoty ztrát 0,63 % a u modelu S770i 0,698 %. Toto mírné zvýšení ztrát je přijatelné vzhledem ke zvýšení denního výkonu mlátiček. Při rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ došlo ke skokovému zvýšení ztrát u obou sklízecích mlátiček. U modelu T670i došlo k více jak čtyřnásobnému zvýšení ztrát, než při rychlosti $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota ztrát 2,754 %, několikanásobně převyšovala přípustnou hodnotu 1 %. Model S770i dosahoval přibližně dvojnásobné ztrátovosti zrna než při rychlosti $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota ztrát byla 1,488 %. Grafický průběh ztrát zrna je pro znázornění uveden v obrázku 30.



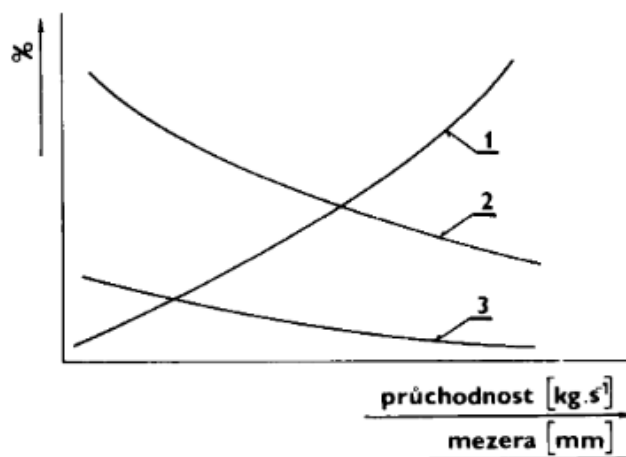
Obrázek 30: Závislost ztrát pšenice ozimé na pojezdové rychlosti

Průběh poškození zrna dosahuje opačného trendu oproti ztrátám v případě modelu T670i. Model S770i dosahuje nejnižšího poškození zrna při optimálním zaplnění rotoru. Z obrázku 31 se potvrzuje šetrnost axiálního mláticího mechanismu k zrnům. Při rychlosti $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ dosahuje tangenciální model T670i poškození zrna $0,939 \%$. Axiální model S770i dosahuje při stejné rychlosti více jak dvakrát nižší hodnoty poškození $0,402 \%$. Zvýšením rychlosti na $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$



Obrázek 31: Závislost poškození pšenice ozimé na pojzdové rychlosti

hodnota poškození zrna klesla u obou modelů sklízecích mlátíček. Hodnota poškození u modelu T670i byla $0,718 \%$ a u modelu S770i klesla hodnota poškození na nejnižší úroveň s hodnotou $0,128 \%$. Trend poklesu poškození zrna se vzrůstající pracovní rychlostí tedy průchodností sklízecí mlátíčky pokračoval u modelu T670i, kdy se hodnota poškození nepatrně snížila na $0,708 \%$ při rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Naopak u modelu S770i došlo při rychlosti $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ke vzrůstu poškození zrna na hodnotu $0,219 \%$. Trend u modelu S770i není obvyklý pro průběh poškození zrna. V knize *Stroje a technologie pro rostlinou výrobu*, kde je uvedeno grafické znázornění závislosti kvalitativních ukazatelů mláticího mechanismu na průchodnosti a mezeře mezi bubnem a košem znázorňuje obrázek 32, že poškození zrna se zvyšující se průchodností klesá.

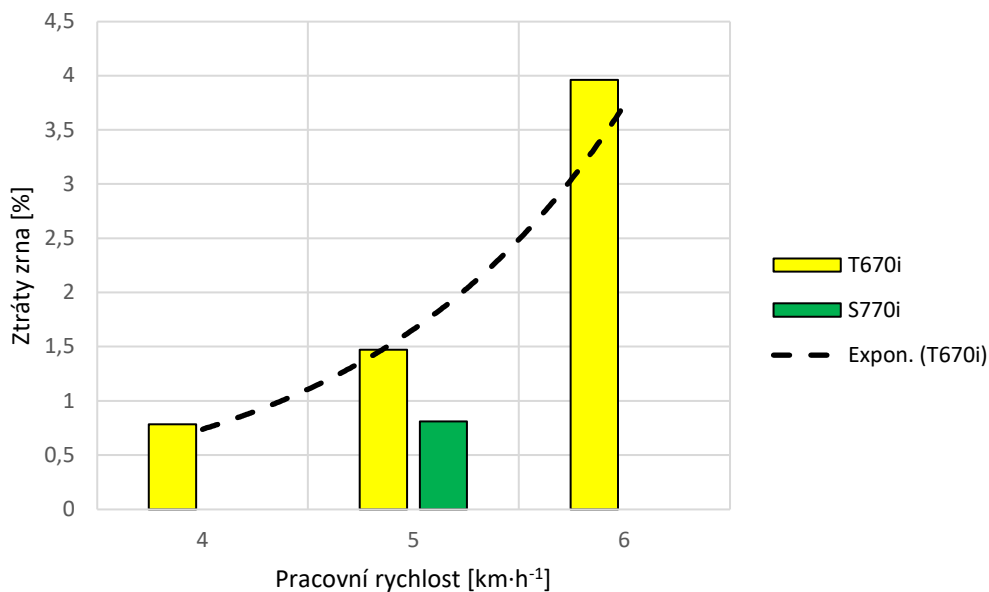


1-ztráty výmlatem, 2-propad košem, 3-poškození zrna.

Obrázek 32: Závislost kvalitativních ukazatelů mlátícího mechanismu na průchodnosti a mezeře mezi bubnem a košem [6]

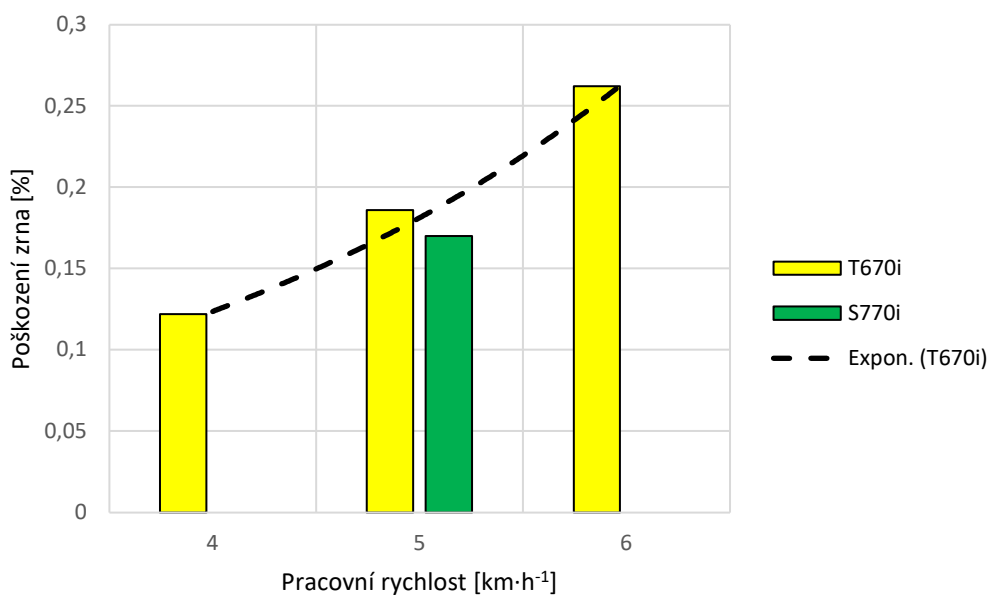
Nicméně se bere v úvahu, že se zvyšuje mezera mezi košem a bubnem. V našem případě bylo nastavení sklízecí mlátičky pro všechny rychlosti stejné, čímž se vzrůstající rychlostí tedy i průchodností byla zachována mlátící mezera. Tím by se dalo říci, že došlo k přehlcení mlátícího ústrojí a zvýšení poškození zrna, ale ne nikterak dramaticky. Obsluha sklízecí mlátičky také konstatovala, že tato rychlost byla pro sklízecí mlátičku hraniční, aby nedošlo k zahlcení a zastavení rotoru. Porost byl poměrně vysoký a zákazník měl požadavek nízkého strniště, což s žací lištou 730FD nečinilo žádný problém.

Další měřenou plodinou byla řepka ozimá, která byla sklížena modelem T670i v podniku Agro Pertoltice, a.s. Měření probíhalo při rychlostech 4, 5 a 6 km·h⁻¹ s průměrným výnosem 3,5 t·ha⁻¹ a vlhkosti 9 %. Model S770i sklízel řepku ozimou v podniku Statek Pohořelice, spol. s.r.o., nicméně měření proběhlo pouze při rychlosti 5 km·h⁻¹. Z časových důvodů měření prováděla obsluha sklízecí mlátičky. Průměrný výnos dosahoval 3,48 t·ha⁻¹ při vlhkosti 9,1 %. Průběh ztrát semen řepky ozimé u modelu T670i byl velice podobný jako u pšenice ozimé, avšak s vyššími hodnotami. Měřením ztrát při rychlosti 4 km·h⁻¹ byla zjištěna přijatelná úroveň ztrát 0,784 %. Zvýšením rychlosti na 5 km·h⁻¹ ztráty vzrostly téměř dvojnásobně na 1,47 %, model S770i dosahoval nižších ztrát s přijatelnou hodnotou 0,81 %. Poslední měření s pracovní rychlostí 6 km·h⁻¹ odhalilo prudký nárůst ztrát na hodnotu téměř 4 %. Průběh ztrát je zobrazen v obrázku 33.



Obrázek 33: Závislost ztrát na jezdové rychlosti řepky ozimé

Průběh poškození semen řepky ozimé dosahuje podobného trendu jako ztrátovost. Se zvyšující se pracovní rychlostí roste poškození zrna, což je v rozporu s průběhem na obrázku 32. Nicméně nastavení sklízecí mlátičky bylo po dobu měření neměnné, což pravděpodobně způsobilo přehlcení mlátičeho systému a tím došlo k drčení vlhčích semen řepky ozimé. Prvním měřením při pracovní rychlosti 4 km·h⁻¹ byla zjištěna hodnota poškození 0,122 %. Zvýšením rychlosti na 5 km·h⁻¹ došlo k mírnému nárůstu poškození na 0,186 % a u modelu S770i byla naměřena hodnota 0,17 %. Ani při zvýšení pracovní rychlosti na 6 km·h⁻¹ nedošlo



Obrázek 34: Závislost poškození řepky ozimé na jezdové rychlosti

k dramatickému zvýšení poškození, kde byla naměřena hodnota 0,262 %. Z obrázků 33 a 34 je patrné že model S770i dosahuje nižšího poškození a ztrát semen řepky ozimé při rychlosti 5 km·h⁻¹.

9. Závěr

Cílem této práce je porovnání sklízecích mlátiček John Deere podobné výkonové kategorie s naprosto odlišným systémem výmlatu a separace zrna. Měření probíhalo v podobných podmínkách, čímž bylo dosaženo relevantních výsledků. Měřily se hodnoty ztrát a poškození zrna při rychlostech 4, 5 a 6 km·h⁻¹. Z naměřených hodnot je patrné že obě sklízecí mlátičky v pšenici ozimé odváděly skvělou práci při rychlosti 4 a 5 km·h⁻¹. Při rychlosti 4 km·h⁻¹ docházelo k vyššímu poškození zrna. Po zvýšení na 5 km·h⁻¹ vzrostly mírně ztráty, ale došlo k poklesu poškození zrna. Poslední měřená rychlost 6 km·h⁻¹ ukázala, že je pro sklizeň s daným nastavením ústrojí nevhodná pro oba stroje z důvodu nadměrných ztrát, nicméně lepších výsledků dosahoval model S770i. Jako nejvhodnější jezdovou rychlost v daných podmínkách bych pro oba stroje volil rychlost 5 km·h⁻¹, kdy dosahují příznivých hodnot ztrát, poškození zrna a zároveň stoupne denní výkonost stroje oproti rychlosti 4 km·h⁻¹.

Druhou měřenou plodinou byla řepka ozimá, která byla měřena pro model T670i při rychlostech 4, 5 a 6 km·h⁻¹. Měření bylo zjištěno, že jediná vhodná pracovní rychlost vzhledem k narůstajícím ztrátám je 4 km·h⁻¹, nicméně poškození se pohybovalo na nízké úrovni při všech měření. Měření u modelu S770i proběhlo pouze při pracovní rychlosti 5 km·h⁻¹. Hodnoty ztrát a poškození při této rychlosti byly na dobré úrovni, čímž by se dalo říci, že tato rychlost byla vhodná.

Závěrem lze říci, že oba porovnávané typy sklízecích mlátiček jsou si výkonově velice blízko. Při dosažení vyšší průchodnosti u axiálního typu sklízecí mlátičky, ztráty nerostou tak strmě jako u tangenciálního typu sklízecí mlátičky. Potvrdilo se také, že axiální systém výmlatu je šetrnější k zrnu více, než tangenciální systém výmlatu.

Seznam použité literatury

- [1] PÁNEK, Pavel. *Po stopách jelena: historie zemědělské techniky John Deere*. Slaný: Žentour, 2007. ISBN 978-80-239-9205-2.
- [2] STEHNO, Luboš. *Historie sklízecích mlátiček: historie zemědělské techniky John Deere*. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-58-8.
- [3] John Deere 36. *Youtube.com* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=JSwDCrGcXOM>
- [4] John Deere 55. *Youtube.com* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=THjuwVRj8PM>
- [5] John Deere 2066. *Flickr.com* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/shanecasey51/23946644397>
- [6] KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [7] JANDA, David. Mlátičí a separační mechanismy sklízecích mlátiček. *Http://kombajny.wz.cz/* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: Mlátičí a separační mechanismy sklízecích mlátiček
- [8] POLÁK, Jaroslav. *Porovnání způsobu výmlatu a separace zrna u sklízecích mlátiček*. Praha, 2017. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.
- [9] BŘEČKA, Josef. *Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 80-213-0738-2.
- [10] John Deere WTS. *Agrotip-blazek.cz* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/mlaticky_9540/mlaticky_9540.htm
- [11] S3 rotors. *Novlanbros.com* [online]. [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: https://novlanbros.com/showroom/new+holland/547/cr_series.html
- [12] JEDLIČKA, Milan. John Deere X9. *Agroportal24h.cz/* [online]. 2019, 13.11.2019 [cit. 2020-03-10]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/po-deseti-letech-vyvoje-prichazi-sklizeci-mlaticka-john-deere-x9-s-dvourotorovou-koncepci>
- [13] Mlátičí ústrojí Cylinder-Tine Separation. *Agrotip-blazek.cz* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/mlaticky_9780/mlaticky_9780.htm
- [14] ALBRECHTOVÁ, Simona. Vylepšený model sklízecí mlátičky řady T. *Mechanizace zemědělství*. 2016, 2016(10), 36-37.
- [15] Sklízecí mlátičky řady T. *Strompraha.cz* [online]. 2018, 09/18 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <http://viewer.zmags.com/publication/b52aae6e#/b52aae6e/1>

- [16] John Deere T T670. *Agrozet.cz* [online]. [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-t-t670-d70796.html>
- [17] NEUBAUER, Karel. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989, 720 s. ISBN 80-209-0075-6.
- [18] 9.0L Industrial Diesel Engine. *Deere.com* [online]. [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: <https://www.deere.com/en/industrial-engines/final-tier-4-stage-v/6090ci550/>
- [19] Nové sklízecí mlátičky řady T. *Danhel.cz* [online]. [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/files/product/jd_t.pdf
- [20] John Deere představuje nové sklízecí mlátičky řady S700. *Strompraha.cz* [online]. [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <http://test.strompraha.cz.uvds225.active24.cz/o-nas/novinky/john-deere-predstavuje-nove-sklizeci-mlaticky-rady-s700>
- [21] Řada S700: Automatická sklízecí mlátička. *Deere.cz* [online]. 2018, 07/18 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc6acfea#30>
- [22] S700 Complete Cropflow Animation. *Youtube.com* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=_z1UPnNf8nU
- [23] John Deere S. *Agrozet.cz* [online]. [cit. 2020-02-02]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-s-d76935.html>
- [24] S770: Sklízecí mlátičky. *Deere.cz* [online]. [cit. 2020-02-03]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/rada-s700/s770/>
- [25] JUN, Jiří. Navigační systémy 21. století v praxi. *Zemedelec.cz* [online]. Mendelova univerzita v Brně, 2012, 31.8.2012 [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/navigacni-systemy-21-stoleti-v-praxi/>
- [26] Řízení managementu zemědělství (AMS). *Deere.cz* [online]. 2018, 10/2018 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bcaf9#52>
- [27] BENEŠ, Petr. Systémy moderních sklízecích mlátiček. *Mechanizaceweb.cz* [online]. 2018, 2.8.2018 [cit. 2020-02-06]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/systemy-modernich-sklizecich-mlaticek/>
- [28] Co to je JDLink? <https://stellarsupport.deere.com/> [online]. [cit. 2020-02-11]. Dostupné z: https://stellarsupport.deere.com/site_media/downloads/guides/jdlink/jdlink_help/cz/index.html
- [29] *Mechanizace Zemědělství: Kempink v Ovčárech*. Praha: ProfiPress, 2019, 2019(7).

[30] Vysoce výkonné žací vály pro sklízecí mlátičky. *Deere.cz* [online]. 2017, 10/17 [cit. 2020-02-04]. Dostupné z:
<https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=3f72aa6c#1>

[31] Feiffer LMS-BASIS-Kit. : *feiffer-consult.de* [online]. [cit. 2020-03-11]. Dostupné z:
<https://feiffer-consult.de/Feiffer-LMS-BASIS-Kit>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: John Deere 36 [3].....	2
Obrázek 2: John Deere 55 [4].....	3
Obrázek 3: John Deere 2066 [5].....	5
Obrázek 4: Průchod materiálu mlátícím mechanismem a) tangenciálním, b) axiálním [7].....	7
Obrázek 5: Technologické schéma tangenciální sklízecí mlátičky [6]	8
Obrázek 6: Tangenciální mlátící ústrojí [9].....	8
Obrázek 7: Power Separator [10]	9
Obrázek 8: Pětibubnové mlátící a separační ústrojí [7].....	10
Obrázek 9: Mlátící mechanismus s axiálním průchodem materiálu [6].....	11
Obrázek 10: Systém Twin Rotor [11].....	12
Obrázek 11: John Deere X9 [12].....	12
Obrázek 12: Systém výmlatu a separace CTS [13]	13
Obrázek 13: Mlátící a separační mechanismus John Deere řady T [15].....	14
Obrázek 14: Umístění protimlatky [15].....	15
Obrázek 15: Systém čištění modelové řady T [15]	16
Obrázek 16: Naklápění čelní desky šikmého dopravníku [22].....	18
Obrázek 17: Mlátící a separační mechanismus John Deere řady S [21]	19
Obrázek 18: Aktivní domlaceč [24]	20
Obrázek 19: Kalibrační snímače výnosu [24]	24
Obrázek 20: Pásová jednotka Soucy Track [24]	25
Obrázek 21: Žací adaptér řady 600X [30].....	26
Obrázek 22: Žací adaptér řady 700FD [30].....	27
Obrázek 23: Třídící síta	30
Obrázek 24: Měřicí sada Feiffer LMS [31]	30
Obrázek 25: Měřicí miska	31
Obrázek 26: Ventilátor	31
Obrázek 27: Kalkulátor v aplikaci GoHarvest	32
Obrázek 28: Sklizeň řepky ozimé sklízecí mlátičkou T670i.....	36
Obrázek 29: Sklizeň pšenice ozimé sklízecí mlátičkou S770i	39
Obrázek 30: Závislost ztrát pšenice ozimé na pojezdové rychlosti.....	44
Obrázek 31: Závislost poškození pšenice ozimé na pojezdové rychlosti.....	45

Obrázek 32: Závislost kvalitativních ukazatelů mlátícího mechanismu na průchodnosti a mezeře mezi bubnem a košem [6]	46
Obrázek 33: Závislost ztrát na pojzdové rychlosti řepky ozimé.....	47
Obrázek 34: Závislost poškození řepky ozimé na pojzdové rychlosti.....	47

Seznam tabulek

Tabulka 1: Nastavení sklízecí mlátičky T670i	33
Tabulka 2: Měření ztrát pšenice ozimé T670i	34
Tabulka 3: Měření poškození pšenice ozimé T670i.....	35
Tabulka 4: Měření ztrát řepky ozimé T670i	37
Tabulka 5: Měření poškození řepky ozimé T670i.....	38
Tabulka 6: Nastavení sklízecí mlátičky S770i	39
Tabulka 7: Měření ztrát pšenice ozimé S770i	40
Tabulka 8: Měření poškození pšenice ozimé S770i	41
Tabulka 9: Měření ztrát řepky ozimé S770i	42
Tabulka 10: Měření poškození řepky ozimé S770i.....	43