

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

JAROSLAV AMBROŽ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Axiální sklízecí mlátičky

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

Vypracoval:

Jaroslav Ambrož

BRNO 2017



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Jaroslav Ambrož
Studijní program: Agrobiologie
Obor: Všeobecné zemědělství

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Červinka, CSc.

Název práce: **Axiální sklízecí mlátičky**
Jazyková varianta: Čeština

Zásady pro vypracování:

V práci podejte přehled sklízecích mlátiček a uveďte konstrukční řešení sklízecích mlátiček. U sklízecích mlátiček se zaměřte na konstrukci mlátícího a separačního ústrojí. Podejte historický vývoj mláčení a mlátících ústrojí. Uveďte teorii mláčení a její význam pro vývoj a výrobu mlátícího ústrojí. Porovnejte technické a technickoekonomické parametry mlátících ústrojí.

Rozsah práce: 30-40 stran

Literatura:

JECH, J. *Stroje na zber krmovín a zrnin*. VIENALA Košice, 2001. 351 s. ISBN 80-7099-725-7.
KUMHÁLA, F. a kol. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
HEŘMÁNEK, P. -- KUMHÁLA, F. *Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva) = New construction of combine harvesters : (review)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 54 s. ISBN 80-86153-33-9.
ČSN ISO 690-1: 1996. Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura
Břečka a kol.: *Stroje pro sklizeň píce a obilovin*, ČZU, Praha, 2000, 253s
Maleš a kol.: *Samozápné sklizeče zrnin*. SZN. Praha, 1989, 353s

Datum zadání: říjen 2015

Datum odevzdání: duben 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Axiální sklízecí mlátičky vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne: 27. 4. 2017

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat Ing. Janu Červinkovi, CSc, za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování práce věnoval.

Zároveň bych chtěl poděkovat vedení akciové společnosti Agro Zvole a.s. za umožnění provedení jednotlivých měření.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na popis axiálního a tangenciálního mlátícího ústrojí s popisem parametrů jednotlivých funkčních částí mlátičky. Dále jsem v práci uvedl přehled několika výrobců axiálních mlátiček na našem trhu. V poslední části práce se zaměřuji na vlastní měření, které se zabývá poškozením zrna ječmene jarního při výmlatu tangenciální i axiální mlátičkou.

Klíčová slova: axiální, mlátička, buben, mlátící ústrojí, čistící ústrojí,

ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on description of axial and tangential threshing device with description of parameters of individual functional parts of thresher. I have also presented a summary of several manufacturers of axial threshers in our market. In the last part of my thesis I focus on own measurements, which deals with damage of spring barley grain during tangential and axial combine.

Key words: axial harvester, threshing equipment, cleaning equipment

Obsah:

1. ÚVOD	9
2. HISTORIE AXIÁLNÍCH MLÁTIČEK	10
3. ROZDĚLENÍ SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK	11
4. AXIÁLNÍ SKLÍZECÍ MLÁTIČKA	12
4.1 Axiální výmlat	12
4.2 Pracovní proces axiálního výmlatu	13
4.3 Tangenciální výmlat	13
4.4 Popis konstrukčních prvků mlátičky	14
4.4.1 Žací ústrojí	14
4.4.2 Šikmý dopravník	17
4.4.3 Lapač kamenů	18
4.4.4 Axiální mláticí ústrojí	19
4.4.5 Síta - práce na svahu	19
4.4.6 Domlaceč	21
4.4.7 Zásobník zrna	22
5. VÝROBCI AXIÁLNÍCH MLÁTIČEK	23
5.1 John Deere	23
5.2 CASE IH	24
5.3 New Holland	25
5.4 Rostselmash	26
6. TERÉNNÍ MĚŘENÍ	28
6.1 Cíl měření	28
6.2 Technické charakteristiky měřených sklízecích mlátiček	28
6.2.1 CR 9080 New Holland	28
6.2.2 CX 8080	30
6.2.3 Claas Lexion 460	32
6.3 Charakteristika podmínek	33
6.4 Metodika měření	34
6.4.1 Podmínky a způsob odběru vzorků	34
6.4.2 Separace pomocí navrženého zařízení	36
6.4.3 Hodnocení maximálních ztrát	38
6.5 Výsledky	39
6.5.1 Vyhodnocení měření	43
6.5.2 Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro sladovnické účely	44

6.5.3	Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro krmné účely	45
6.5.4	Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro osivové účely	45
7.	ZÁVĚR	47
8.	SEZNAM LITERATURY	49
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
10.	SEZNAM TABULEK.....	52

1. ÚVOD

Zemědělství v České republice má dlouholetou tradici, již po staletí se zemědělci starají o výrobu obživy pro lidstvo. V dnešní době je výtěžnost rostlinných a živočišných produktů na vysoké úrovni, bohužel je zde vysoká konkurence z hlediska okolních států. Obilnářství je v naší zemi i ve světě nejvýznamnější složkou rostlinné výroby, počet obilovin přesahuje 54 % rostlinné produkce, z toho čtvrtina obilnin připadá na pšenici.

Výměra zemědělské půdy v ČR aktuálně činí 4,2 mil. ha. Rozhodující část této plochy 3 mil. ha (71 %) představuje orná půda, na které jsou v rámci osevních postupů střídány jednotlivé plodiny podle pěstitelských oblastí a vlastního zaměření. Trvalé kultury tvoří trvalé travní porosty (978 tis. ha), zahrady a ovocné sady (209 tis. ha), vinice (19 tis. ha) a chmelnice (10 tis. ha). Velmi nešťastný trend je snižování produkce velmi významné živočišné výroby a tím i nepotřebnost důležitých pícnin, které udržují a zlepšují půdní úrodnost a obsah humusu v půdě. Hlavním cílem živočišné výroby je produkce masa, mléka, vajec pro tuzemský trh, ale také pro vývoz.

Sklizeň obilovin v dnešní době nelze provádět bez sklízecích mlátiček. Jde o složité stroje, které stále procházejí technickým vývojem, na základě kterého dochází k zvyšování výkonnosti a snižování provozních nákladů a ztrát. Protože každý zemědělec chce sklídit svoji úrodu v co nejlepší kvalitě, s nejmenšími ztrátami a co nejrychleji. Dnes jsou používány řady systémů pro sklizeň obilovin, v zásadě jde ale o dva typy: tangenciální a axiální a jejich vzájemná kombinace nazývaná hybridní. Pořízení sklízecí mlátičky je jedna z nejnákladnějších investic v rámci mechanizačního vybavení farmy, a proto je dnes nabídka výrobců a modelů na nejvyšší úrovni. V této práci se zaměřuji především na axiální sklízecí mlátičky dodávané na náš trh.

2. HISTORIE AXIÁLNÍCH MLÁTIČEK

Mezi první samojízdné sklízecí mlátičky se zařazuje stroj Američana G. S. Berryho, který byl agregován dvěma parními stroji, ve kterých se topilo slámou. Benzinovou sklízecí mlátičku vynalezl G. F. Harris v roce 1912. Na našem území se samojízdné sklízeče zrnin objevují až po druhé světové válce v rámci hospodářské pomoci dovozem ze západní Evropy. V naší zemi vyráběl mlátičku typu ŽM 330 Agrostroj Prostějov od roku 1956. Legendární stroje německého výrobce Fortschritt E 512 se začaly objevovat kolem 80. let 20. století. [1]



Obr. 1 - Sklízecí mlátička ŽM 330 [25]

Významný pokrok v konstrukci sklízecích mlátiček byla konstrukce axiální mlátičky. Zrno se nejprve odstraní ze stonku třením okolo rotoru namísto tangenciálního provedení mlátícího bubnu. Axiální sklízecí mlátičky se poprvé objevily u firmy Sperry – New Holland v roce 1975. Kolem roku 1980 byla představena elektronika k měření účinnosti mlácení pomocí měřičů ztrát. Tato nová technologie slouží dodnes k získání lepšího přehledu a snahy o minimalizaci ztrát při sklizni. [12]

V dnešní době se používají především tři systémy mlátících mechanismů. Nejběžnější a vývojově nejstarší je mlátící mechanismus tangenciální, který je kvůli zlepšení separace u výkonných strojů zpravidla vylepšován urychlovacími, vkládacími nebo separačními bubny. Druhý systém je axiální mlátící mechanismus. Ten je ve

srovnání s tangenciálním výkonnější a méně poškozuje zrno. Více však rozbíjí slámu, je energeticky náročnější a není zpravidla tak univerzální. Třetí systém je kombinace obou typů již zmíněných - nazývaný hybridní. Nejdůležitější úkol v technologickém procesu sklízecí mlátičky je separace zrna od slámy plev a nečistot, proto se systémy výmlatu a separace neustále vylepšují.

3. ROZDĚLENÍ SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

Sklízecí mlátičky můžeme rozdělit podle několika hledisek. Dříve se používaly mlátičky tažené a návěsné. Výhodou těchto strojů bylo, že neměly k pohonu svoji agregaci, ale používaly se traktory. Samojízdné mlátičky se vyrábí v různých velikostech a výkonnostech pro každou dnešní farmu. Další rozdělení jsem zvolil podle způsobu výmlatu zrna - tangenciální (konvenční) nebo axiální. K separaci zrna u tangenciálních mlátiček dochází pomocí klávesových vytrásadel uložených na otočném klikovém hřídeli. Druhou konstrukcí je rotační separátor uložen za mláticím bubnem. Rotační separátor může být kolmo nebo rovnoběžně s osou mláticího bubnu. Axiální mlátičky mají jeden nebo dva rotory, které zajišťují jak výmlat zrna, tak i separaci od slámy a plev. Svahová dostupnost je další důležitý faktor sklízecích mlátiček. Standardní mlátičky dosahují dostupnosti do 8 °, standardní s úpravou do 12 ° a svahové do 22°. [2]

Tab. 1 – Přehled výrobců a modelů mlátiček podle mláticího ústrojí

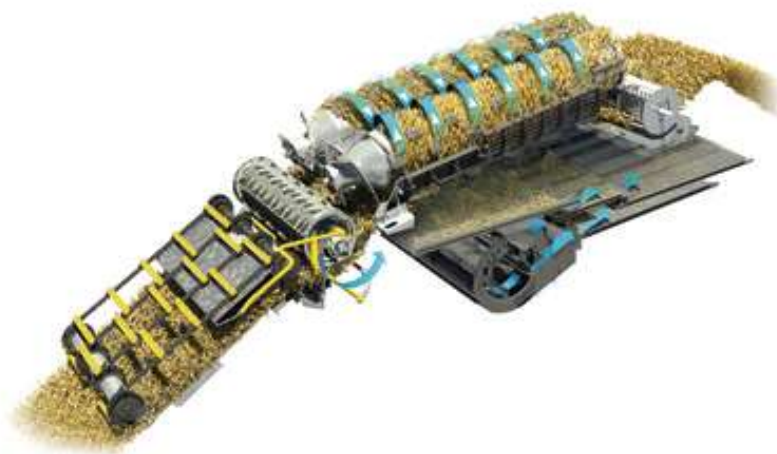
Sklízecí mlátička			
tangenciální mláticí ústrojí		axiální mláticí ústrojí	
separace zrna pomocí vytrásadel	separace zrna pomocí rotačního separátoru	jednorotorové	dvourotorové
Claas Lexion 620–670	Claas Lexion 740–780	Case Axial Flow	New Holland CR, TR
John Deere řada T a W	Massey Ferguson Delta	John Deere řada S	
Massey Ferguson Activa	Fendt řada X	Rostselmash Torum	
Fendt řada C a P			
Deutz Fahr řada C			

4. AXIÁLNÍ SKLÍZECÍ MLÁTIČKA

4.1 Axiální výmlat

Axiální mláticí ústrojí je vývojově mladší než tangenciální. Rotor je tvořen kombinovaným bubnem, jenž je v přední části osazen lopatkami nebo šnekem, který dopravuje materiál od šikmého dopravníku k mláticímu mechanismu. Rotor plně nahrazuje jak mláticí buben s mláticím košem, tak i asadla, proto jsou axiální sklízecí mlátičky obecně kratší, než tangenciální. Rotor a mláticí koš jsou obecně rozděleny na mláticí a separační část.

Mláticí koš je na spodní části rotoru výkyvný, pro nastavení mláticí mezery a vyměnitelný. Vzhledem k nutnosti pro kvalitní sklizeň vyměňovat mláticí koše zvlášť pro výmlat řepky, obilovin a kukuřice, je celkové seřízení mláticího systému složitější než u tangenciálního. Důležitou součástí každého mláticího koše jsou vodící lišty, nacházející se na vrchní pevné části koše, které mlácené hmotě udělují axiální pohyb po směru osy rotoru, směrem k jeho zadní části. Různým nastavením sklonu vodících lišt se docílí buď větší či menší axiální rychlosti mlácené hmoty, a tedy většího či menšího počtu oběhů mlácené hmoty po obvodu koše.



Obr. 2 - Axiální mechanismus New Holland CR [7]

Mláticí koš je podél rotoru po celé jeho délce. Je rozdělen na první separační část (umístěná u mláticího koše) a druhou (separační koš). Mláticí koš je opatřen vodícími lištami, které jsou po vnitřním obvodu a usměrňují tok zrna. Nejvýznamnějšími

sklízecími mlátičkami osazenými axiálním ústrojím je např. sklízecí mlátička značky Case IH AFX, která má jednorotorové mláticí ústrojí nebo sklízecí mlátička New Holland CR vybavena dvourotorovým mláticím mechanismem. Obecnou nevýhodou všech axiálních sklízecích mlátiček je vyšší poškození slámy než u tangenciálních mlátiček. [10], [11]

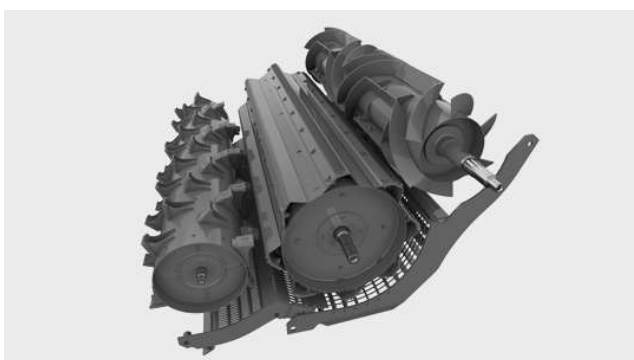
4.2 Pracovní proces axiálního výmlatu

Na procesu výmlatu se, stejně jako u tangenciálního mláticího systému, významně uplatňuje vedle účinku úderu mlatek také účinek tření nebo vytírání zrna. Zrno se od ostatních slamnatých částic odděluje velkou měrou také díky odstředivé síle, vyvozené točivým pohybem rotoru. Díky tomu finální výmlat dosahuje menšího poškození zrna, ve srovnání s tangenciálním způsobem. Doba průchodu sklizené hmoty axiálním ústrojím je podstatně kratší, to má za následek větší průchodnost axiálního systému při menších rozměrech celé sklízecí mlátičky. Nevýhodou, oproti tangenciálním sklízecím mlátičkám, je nutnost vyššího příkonu pohonné jednotky a větší poškození slámy. Axiální výmlat je obzvláště vhodný pro výmlat kukuřice, ve kterém dosahuje až o 40 % vyššího výkonu, díky tomu jsou tyto stroje velice oblíbené na americkém trhu. Vývoj axiálního mláticího ústrojí doznal za více jak 30. let značného pokroku. Postupně byla snižována náchylnost na vlhkost mláčené plodiny a snižováno celkové poškození slámy, na které axiální mlátička, oproti tangenciální, trpí nejvíce. Proto dosavadní vývoj v oblasti sklízecích mlátiček nasvědčuje tomu, že u strojů s výkony pohonných jednotek nad 300 kW, bude nejčastěji uplatňován právě axiální způsob výmlatu.

4.3 Tangenciální výmlat

U tangenciálního (konvenčního) výmlatu postupuje tok materiálu kolmo na mláticí buben ve směru jeho otáčení. Mláticí mechanismus tvoří z mláticího bubnu a výškově stavitelný koš, může zde být i urychlovací a omítací buben. Na mláticím bubnu jsou namontovány mlátky střídavě s pravým a levým rýhováním. Optimální výmlat se nastavuje otáčkami bubnu a mezerou mezi košem a bubnem, otáčky lze měnit pomocí variátoru. Otáčky dosahují hodnot 400 až 1500 otmin⁻¹ dle hmotnostního průtoku. Dále

také mezerou mezi košem a bubnem, čím menší je mezera, tím agresivnější je výmlat, ale také větší poškození zrna a slámy. Mláticí koš je instalován ze spodní strany mláticího bubnu. Mezera mezi košem a bubnem je nastavitelná pomocí posuvného uložení koše. Koše bývají tvořeny pruty s různou mezerovitostí v závislosti na sklízené plodině, při sklizni ječmene často zůstávají na zrně osiny zvláště při sklizni nedozrálých rostlin, proto se mohou použít klasňovací plechy, ty zajišťují odstranění osin z obilky. Rozměry bubnu i koše jsou různé, záleží na typu stroje a výrobci. [2]



Obr. 3 - Tangenciální mechanismus Claas [14]

4.4 Popis konstrukčních prvků mlátičky

Většina konstrukčních prvků u axiální mlátičky je stejná nebo velmi podobná jako u tangenciálních mlátiček, tyto prvky jsou popsány v následných kapitolách.

4.4.1 Žací ústrojí

Sklízecí mlátičky jsou konstruovány na široké spektrum sklízených plodin, avšak různá specifita plodin vyžaduje různé sklízecí adaptéry. Nejčastěji používané jsou dva typy – obilní žací ústrojí a kukuřičný adaptér, dále pak sběrač, adaptér na slunečnici.

Obilní žací ústrojí je konstruována do širokých záběrů až 12,5 metru, jako první část žacího ústrojí přichází do styku s rostlinami dělič. Úkolem děličů je rozdělit porost, který je aktuálně sklízený v záběru žacího ústrojí. Máme dva typy děličů: pasivní je nepohyblivý a je pevně namontován k žacímu ústrojí, vyskytují se i děliče sklopné, které se sklopí a tím zmenší šířku žacího ústrojí při transportu. Děliče aktivní se používají při sklizni řepky a tvoří je vertikální protiběžná lišta, která je poháněna hydromotorem nebo elektrickým motorem.

Význam konstrukce žacího ústrojí na obilniny se často недоceňuje, přičemž hmotnostní tok materiálu a kvalita výmlatu je na sklízecím ústrojí přímo závislá. Základním cílem je kvalitní posečení obilniny či olejiny bez ztrát tak, aby nastal rovnoměrný tok materiálu do šikmého dopravníku a dále do dalších funkčních částí sklízecí mlátičky. V případě obilniny je základním požadavkem, aby obilnina vstupovala do šikmého dopravníku a dále do mlátícího ústrojí klasem jako první. Pro docílení tohoto základního požadavku slouží jak nastavitelná vzdálenost a rychlost přiháněče, ale zejména stále více rozšířené sklízecí ústrojí s výsuvným dnem označované výrobci jako „vari“. Tedy plynule pohyblivé, nastavitelné dno žacího ústrojí od 300 až do 800 mm. S touto výbavou je při různé délce sklizeného obilí možno měnit délku dna tak, aby se usečené obilí položilo na dno a padalo těsně pod průběžný šnek. Pokud obilí padá na průběžný šnek, okamžitě dochází ke snížení rovnoměrnosti toku a tím pádem k snadnému plnění šikmého dopravníku a potažmo i mlátícího ústrojí. Důležitou součástí je správné seřízení sklízecího ústrojí. Zaprvé nutnost správného nastavení vzdálenosti ode dna a zadního čela, využití podávacích plechů na průběžném šneku. Při správném seřízení není možné na čele šikmém dopravníku vysledovat vyleštěnou barvu od toku materiálu například pouze na středu či na jedné straně, ale zcela rovnoměrně po celé šířce šikmého dopravníku. To je velmi důležité zejména u tangenciálního způsobu výmlatu, protože je materiál z šikmého dopravníku rovnoměrně rozprostřen na celou šíři bubnu i mlátícího koše. U axiálních jendorotorových sklízecích mlátiček není tento efekt tak zásadní, protože vstup do bubnu je v zásadě jednostranný.

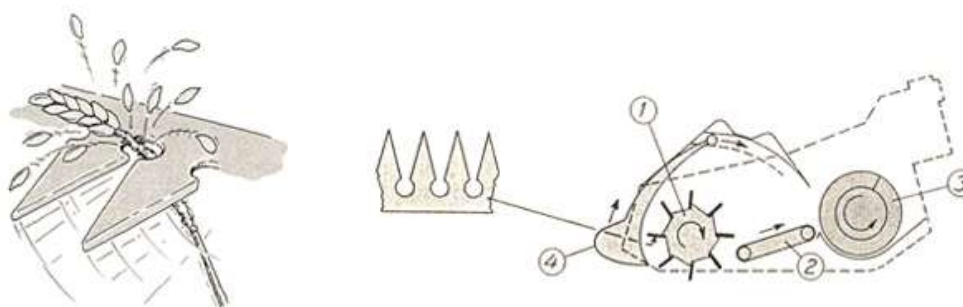
Žací ústrojí s pohyblivým dnem nahradilo dříve využívané tzv. řepkové adaptéry. Pokud dojde k maximálnímu výsuvu dna minimálně na 600 mm, je možno bez složitých přestaveb sklízecí adaptér využít pro sklizeň řepky olejné. Pro sklizeň hrachu, popřípadě sóji lze využít tzv. sklízecí ústrojí s flexibilním dnem. Jedná se o dno sklízecího ústrojí rozdělené na mnoho segmentů, které po odjištění plynule – flexibilně kopírují pozemek, takže u těchto speciálních plodin dochází k minimálním ztrátám. Vzhledem k neustálému růstu výkonnosti zejména sklízecích mlátiček s axiálním výmlatem dochází k neustálému tlaku na rozšíření záběrů sklízecích ústrojí, aby při zvýšené hltnosti nebylo nutno zvyšovat rychlost sklízecí mlátičky do neúnosné míry. Zde výrobci naráží na fyzikální hranice související s chvěním a hmotností žacích adaptérů. Například Mac Don využívá pro odlehčení podpěrná kola a dělené sekce s podávacím pásem. Firma Claas a New

Holland se vydaly cestou rozšíření ocelové konstrukce na 12,5 m, pokus o hliníkový koncept firmy Biso skončil u prototypu.



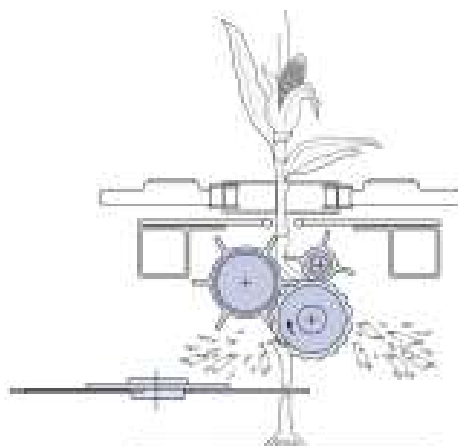
Obr. 4 - Žací ústrojí Vario 770 značky Claas [14]

Snaha výrobců na zvýšení hmotnostního toku sklízecí mlátičky přinesla také koncept, který umožní sečení pouze klasů (za předpokladu stojícího obilí) a k drcení zbytku stébla dochází pomocí drtičů umístěných přímo na liště. Tudíž nedochází ke vstupu stébla slámy do sklízecí mlátičky a tento prostor je možno zaplnit větším objemem klasů a zvýšit tak výkonnost sklízecí mlátičky. Díky zvýšení pracovní rychlosti sklizně s ocesávacím adaptérem dochází ke snižování ztrát. Otáčky ocesávacího bubnu u obilnin se pohybují v rozmezí od 500–650 ot min^{-1} . Ztráty zrna při pracovní rychlosti 3-4 km h^{-1} bývají výrazně vyšší než při použití klasického žacího ústrojí, při vyšší pracovní rychlosti 7–10 km h^{-1} dochází k poklesu ztrát na hodnotu do 1 %. Energetické úspory paliva při porovnání klasické a ocesávací technologie sklizně mluví ve prospěch ocesávací sklizně obilnin, kdy dochází k poklesu spotřeby paliva až o 42 %. [13]



Obr. 5 – Řez ocesávacím adaptérem (1 – ocesávací buben, 2 – podávací dopravník, 3 – průběžný šnekový dopravník, 4 – čelní kryt) [12]

Sklízecí ústrojí kukuřičné, má za cíl oddělit klas kukuřice od stébla a dopravit klasy do šikmého dopravníku. Další funkcí kukuřičného sklízecího ústrojí je zajistit drcení zbytku stébla. To se děje pomocí většinou využívaného vertikálního drtiče. Vyšší kvalitu drcení zajišťuje drtič horizontální, využívaný od firmy Geringhoff označený jako Horizont Star. Zejména kvůli stále se rozšiřujícímu škůdci zavíječi kukuřičnému nabývá kvalita drcení posklizňových zbytků na významu.



Obr. 6 - Detail řešení drcení posklizňových zbytků u sklízecího adaptéru kukuřice Geringhoff [16]



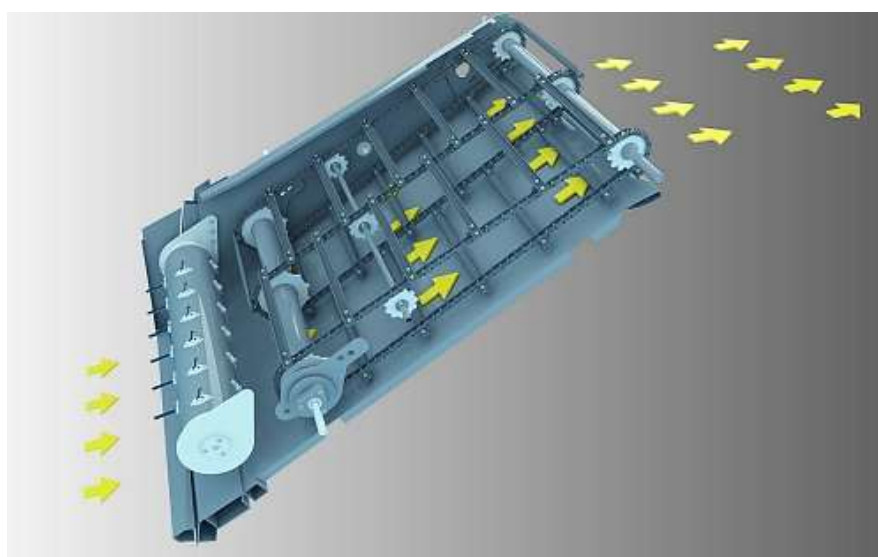
Obr. 7 - Sklízecí adaptér kukuřice Geringhoff [16]

4.4.2 Šikmý dopravník

Materiál, který je posunován pomocí průběžného šnekového dopravníku přebírá řetězový dopravník a posunuje hmotu do mlátícího ústrojí stroje. Dopravník tvoří dva nebo i více řetězů, na kterých jsou přišroubovány ozubené lišty. Otáčení dopravníku je zajištěno hřídelí, na které jsou řetězová kola. Proti poškození je šikmý dopravník vybaven

pojistnou zubovou spojkou s centrální pružinou a její předpětí se seřizuje podle pokynů výrobce. Hmotu od prstového vkladače přebírá šikmý dopravník, který tvoří jeden nebo dva řetězové dopravníky. V horní části jsou umístěny dřevěné nebo plastové kluzáky, po kterých se pohybují řetězy. Napnutí řetězů šikmého dopravníku se seřizuje napínacími šrouby, které jsou umístěny na vnější straně komory, posouvají hřídel, na které jsou ramena, na kterých je v ložiskách umístěn plovoucí buben. Oba napínací šrouby musejí být seřizeny na stejnou hodnotu, aby nedocházelo k poškození celého dopravníku.

Dnešní sklízecí mlátičky umožňují reverzaci šikmého dopravníku při vniknutí nežádoucích předmětů (kameny, kovové předměty). Pohon reverzace bývá pomocí hydromotoru nebo elektromotoru a je umístěn pod dopravníkem.



Hmota je uvnitř řetězového dopravníku dopravována rychle a rovnoměrně, hydraulická reverzace zajišťuje bezpečné a efektivní odstranění nahromaděné hmoty

Obr. 8 – Šikmý dopravník Deutz-Fahr [22]

4.4.3 Lapač kamenů

Proti vniknutí cizích předmětů do mláticího ústrojí jsou sklízecí mlátičky vybaveny dvěma systémy ochrany. Lapač kamenů, do kterého spadávají kameny a obilná hmota pokračuje do mláticího ústrojí. Lapač kontrolujeme denně. Nové sklízecí mlátičky mají pákový mechanismus, kterým se lapač snadno otevře a zavře. Lapač musí být těsný, aby nedocházelo ke ztrátám zrna. Tento systém se používá u většiny mlátiček.

Druhý systém je tvořen detektorem nárazu na začátku šikmého dopravníku, který při detekci tvrdšího předmětu automaticky zastaví vkládání mlátičky. Šikmý dopravník

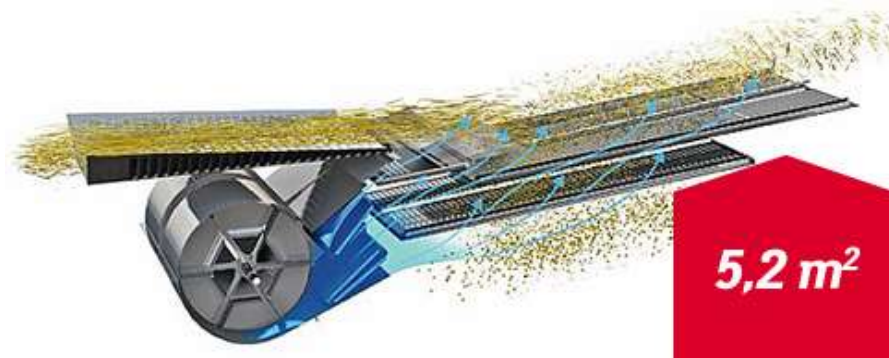
je na spodní straně opatřen otevíracím dnem, následně se musí zahájit reverzace dopravníku a tím je zajištěno nevniknutí a následné nepoškození mlátícího mechanismu. Tento systém používá firma New Holland u svých modelů řady CR. [2]

4.4.4 Axiální mlátící ústrojí

Funkce rotoru byla již popsána v sekci axiální sklízecí ústrojí. Je důležité zmínit, že u axiálních sklízecích mlátíček se používají dva koncepty. Buď sklízecí mlátička s jedním rotorem, který využívají všechny sklízecí mlátičky kromě stroje vyráběného firmou New Holland, který využívá rotory dva. Dva rotory eliminují nedostatek axiálního sklízecího ústrojí, u kterého dochází vlivem odstředivé síly zrn vystupujících z mlátícího koše tendenci padat k jedné straně vynášecí desky a sít. Tento problém u tangenciálního mlátícího ústrojí nenastává a díky tomu dochází k lepšímu čištění materiálu u obilnin, ale zejména u plodin s jemnými zrny, jako je mák nebo trávy. [4]

4.4.5 Síta - práce na svahu

Kvalita výmlatu, tedy podíl nečistot ve vymláčeném materiálu a popřípadě množství ztrát vzniklých na sítích přímo ovlivňují výkonnost i celkovou ekonomiku provozu sklízecí mlátičky. Cílem je rovnoměrné rozmístění materiálu na celé ploše sít. Zároveň musí dojít k rovnoměrnému přiměřenému profouknutí vrstvy materiálu zrn, plev a ostatních nečistot tak, aby bylo zrno vyčištěno, ale zároveň nevyfouknuto společně s plevou. Problém nastává při pohybu sklízecí mlátičky ve svahu. Pokud by nedocházelo ke korekci jízdy na svahu, pak by docházelo k „sesypání“ materiálu k nějaké straně sít. V takovém místě by se tvořila silná vrstva materiálu těžce profouknutelná ventilátorem, navíc by se v jiném místě tvořila slabá vrstva materiálu nebo dokonce zůstala nějaká plocha sít prázdná. Došlo by ke zvýšené rychlosti vzduchu v tomto místě vlivem nižšího odporu, což by mělo za následek větší podíl ztrát vyfouknutím zrn.



Obr. 9 – Čistící mechanismus firmy Rostselmash [24]

Při jízdě do svahu a ze svahu je možno eliminovat tento problém změnou šterbiny sít a změnou rychlosti ventilátoru, tedy objemu vzduchu. Pro tyto účely dnes výrobci nabízí funkci, která zmáčknutím tlačítka změní nastavení otáček ventilátoru při sklizni do kopce nebo z kopce. Pro boční náklon výrobci využívají dva systémy. Buď sítům mechanicky umožní boční pohyb proti svahu, aby zajistili určité vyrovnání boční svažitosti, například Claas tzv. 4 D systém. [14]



Obr. 10 – Ukázka rovnoměrnosti hmoty na sítích u systému Claas 4 D [14]

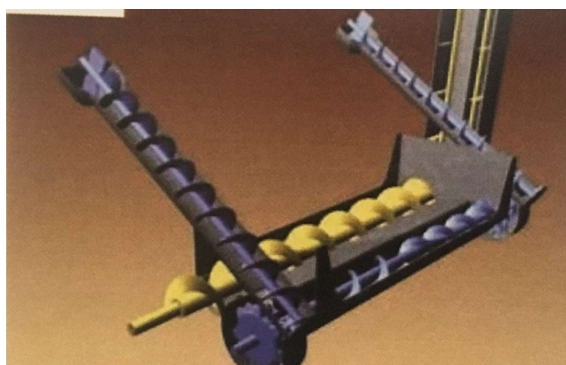
Nebo použijí dokonalejší systém, který využívají sklízecí mlátičky Case a New Holland, kdy dochází k natáčení celé sítové skříně včetně ventilátoru a tím k eliminaci náklonu. Poslední variantou je možnost vyrovnání celé sklízecí mlátičky pomocí hydraulických válců, které se používá u typů do vyloženě horských oblastí.



Obr. 11 - Vyrovnávání mlátičky John Deere ve svahu [19]

4.4.6 Domlaceč

Zejména klas obilniny je tvořen zrny různé velikosti. Rozměrově největší zrna jsou na spodní části klasu a směrem k vrcholu klasu se zrna zmenšují. Sklízecí mlátička musí kvalitně, beze ztrát, vymlátit všechna zrna z klasu. U sklízecích mlátiček bez tzv. domlacečů byl tento problém vyřešen tak, že pomocí tzv. kláskového dopravníku putují klásky se zbytky menších zrn zpět do mláticího ústrojí. To má vliv jak na výkonnost stroje (přes mláticí ústrojí musí projít část materiálu dvakrát), tak na poškození zrna, potažmo zvýšení spotřeby (pro zajištění kvalitního výmlatu všech, a hlavně těch nejmenších zrn je nutno seřídit mezeru mezi bubnem a košem na menší vzdálenost tak, aby došlo k agresivnějšímu výmlatu). Tento problém eliminuje domlaceč.



Obr. 12 - Domlaceč New Holland [7]

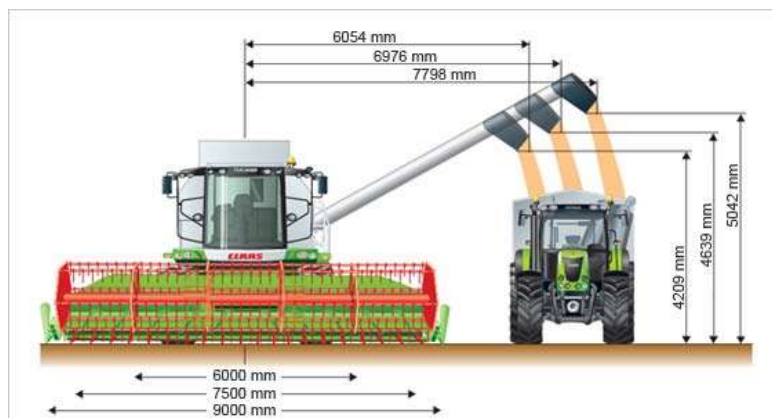
Domlaceč je zařízení, které umožňuje dodatečný výmlat zbytků zrn v klasu tak, aby se nemusel klas vracet zpět do mláticího ústrojí. Jeden domlaceč byl využit dřívějším výrobcem Forschritt u stroje E 516, jeden domlaceč využívá např. firma Massey Ferguson, dvou domlacečů využívá firma Case a New Holland. Využití jednoho nebo

dokonce dvou domlacečů přináší na jedné straně složitější technické řešení, na straně druhé umožňuje zvýšení hmotnostního toku stroje při snížené spotřebě a menším poškození zrn, což naznačuje i porovnání při měření dvou tangenciálních sklízecích mlátiček - jedné bez domlacečů a druhé s domlaceči.

4.4.7 Zásobník zrna

Zásobník zrna neboli tank bývá u většiny mlátiček umístěn za kabinou nad mláticím a čistícím mechanismem. Díky možnosti otevření krytu zásobníku se zvětšuje jeho objem až na 14 500 l (u modelu New Holland CR 10.90). Kryty zásobníku jsou otvírány pomocí hydraulického nebo elektrického pohonu jednoduše z kabiny mlátičky. Zásobník zrna se plní pomocí zrnového dopravníku. Vyprazdňování zásobníku zajišťuje vyprazdňovací dopravník. U dnešních mlátiček s širokým záběrem žacího ústrojí se vyrábí sklopný dopravník, aby svojí délkou za mlátičkou neohrožoval přepravu po komunikaci. Každý zemědělec ocení kvalitu a rychlost sklizně, proto se dnes konstruuje sklízecí mlátičky s velkoobjemovými zásobníky a se schopností rychlého vyprázdnění. Výrobce New Holland CR 10.90 udává, že vyprázdní plný zásobník za 1 minutu a 42 vteřin. [7]

Pro lepší přehlednost vyprazdňování bývají na sklopném dopravníku namontovány kamery, pomocí kterých má obsluha kontrolu při vyskladnění zrna na monitoru přímo v kabině. Další možností urychlení sklizně je použití velkoobjemových překládacích vozů, které se pohybují po poli a sbírají zrno od mlátiček a na souvrati přeskladí zrno na nákladní automobily, které odjíždějí do skladu.



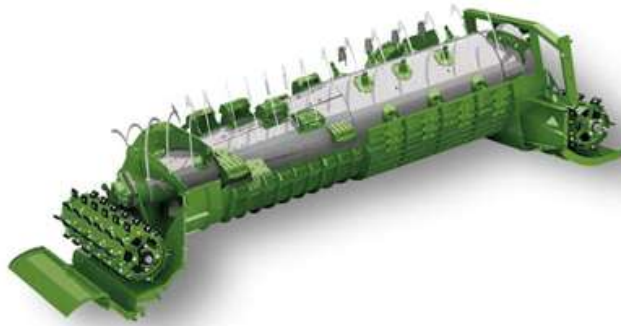
Obr. 13 – Variabilita délky vyprazdňovacího dopravníku v závislosti na šířce žacího ústrojí u modelu Claas Tucano [17]

5. VÝROBCI AXIÁLNÍCH MLÁTIČEK

5.1 John Deere

Sklízecími stroji se firma John Deere zabývá desítky let, na počátku 20. století začala stoupat poptávka po samovazačích. Byly to předchůdci dnešních sklízecích mlátiček a postupně se přetvářely v závěsné mlátičky. První samojízdná mlátička byla uvedena na trh v roce 1947. Po roce 1963 se výrobce John Deere stává největším výrobcem zemědělské techniky na světě, sklízecí mlátičky pro evropský trh se montují v Zweibrückenu společně s žacím ústrojím. [8]

V dnešní době se John Deere zabývá výrobou konvenčních i axiálních sklízecích mlátiček. Axiální mlátičku představil v roce 1999 pod názvem řady STS. Jedná se o jednorotorovou mlátičku s vkládacím bubnem, která má funkci rovnoměrného přísunu materiálu do jediného axiálně šikmo uloženého separačního rotoru. Separace zrna probíhala ve třech stupních. V první části bylo uvolňováno z klasů mlatkami ovinutými na rotoru ve šroubovici. Stejný princip využívala i střední, jemněji pracující část a poslední, třetí sekce byla opatřena hroty. Třístupňový byl také koš, jehož průměr se od začátku do konce zvětšoval.



Obr. 14 - Schéma rotoru John Deere řada S [8]

John Deere navíc přišel s řešením kdy podélná osa rotoru nebyla stejná jako u koše. Osy byly pouze rovnoběžné, díky tomuto excentrickému uložení byl nad rotorem větší prostor než pod ním – střídavé stlačování a uvolňování procházejícího materiálu napomáhalo k důraznějšímu výmlatu a zároveň snižovalo nároky na příkon, ale také umožňuje menší intenzitu poškození slámy. Tato technologie se používá u axiálních mlátiček dodnes v řadě S. [8]

5.2 CASE IH

Značka CASE IH patří mezi další významné světové výrobce zemědělské techniky. Zabývá se především výrobou traktorů, sklízecích mlátiček, lisů a manipulátorů. Axiální mlátičky s označením Axial Flow začal CASE IH vyrábět v roce 1977, tyto mlátičky se vyrábí v Americe a do Evropy se dováží, na rozdíl od mlátiček New Holland, které jsou jako CASE IH součástí koncernu CNH. Princip výmlatu od té doby zůstal stejný, jen se stále vylepšuje a navyšuje celková výkonnost strojů. Mlátičky Axial Flow u modelové řady 140 jsou vybaveny systémem čištění Cross Flow, který zajišťuje čtyřsměrný pohyb síta v závislosti na svažitosti sklizeného pozemku při sklonu do 12°, tímto dochází k rovnoměrnému rozložení čištěného materiálu na sítích a snížení ztrát a zvýšení efektivity. Také sklízecí mlátičky Axial-Flow® řady 240 jsou založeny na stejné koncepci. Začleňují do sebe nejnovější technologie v oblasti mlácení, separace, čištění a vysypání a také efektivnější motor a přenosové mechanismy. [9]



Obr. 15 – Průřez mlátičkou CASE IH Axial Flow [9]

5.3 New Holland

Firma New Holland Agriculture se zabývá výrobou konvenčních sklízecích mlátiček řady CX, TC a axiálních mlátiček řady CR. Dále se zabývá výrobou traktorů, sklízecích rezaček a lisů. Sklízecí mlátičky řady CR jsou vyráběny v belgickém Zedelgemu. Je to místo s dlouhou historií ve výrobě a vývoji sklízecích mlátiček. Právě zde, před více než 100 lety Leon Clayes postavil první mláticí stroj, a tím i způsobil revoluci ve způsobu sklizně. V roce 1952 zde byla vyrobena první evropská samojízdná sklízecí mlátička. Předchůdce dnešního modelu CR firma New Holland představila v roce 1975, kdy vyvinula revoluční systém mlácení Twin Rotor™ u modelu axiální sklízecí mlátičky TR70 (145–168 k). Tvář sklizně se tak navždy změnila a sklízecí mlátičky prošly dlouhodobým vývojem. V roce 2015 byla uvedena na trh desátá generace dvourotorových axiálních mlátiček, a tím završuje 40letý vývoj. [7]



Obr. 16 - Schéma mlátičky CR 9080 [7]

Výrobce uvádí, že nejvýkonnější sklízecí mlátička firmy New Holland CR10.90 pokořila světový rekord ve sklizni pšenice za osm hodin. Sklizeno bylo 797,6 tuny pšenice v reálných podmínkách. [7]

5.4 Rostselmash

V červnu 2004, opustil výrobní linku firmy Rostselmash první stroj moderní produktové řady VECTOR obilní mlátičky. Nový stroj se liší od předchozích modelů uspořádáním zásobníku na obilí a až za ním se nachází motor.

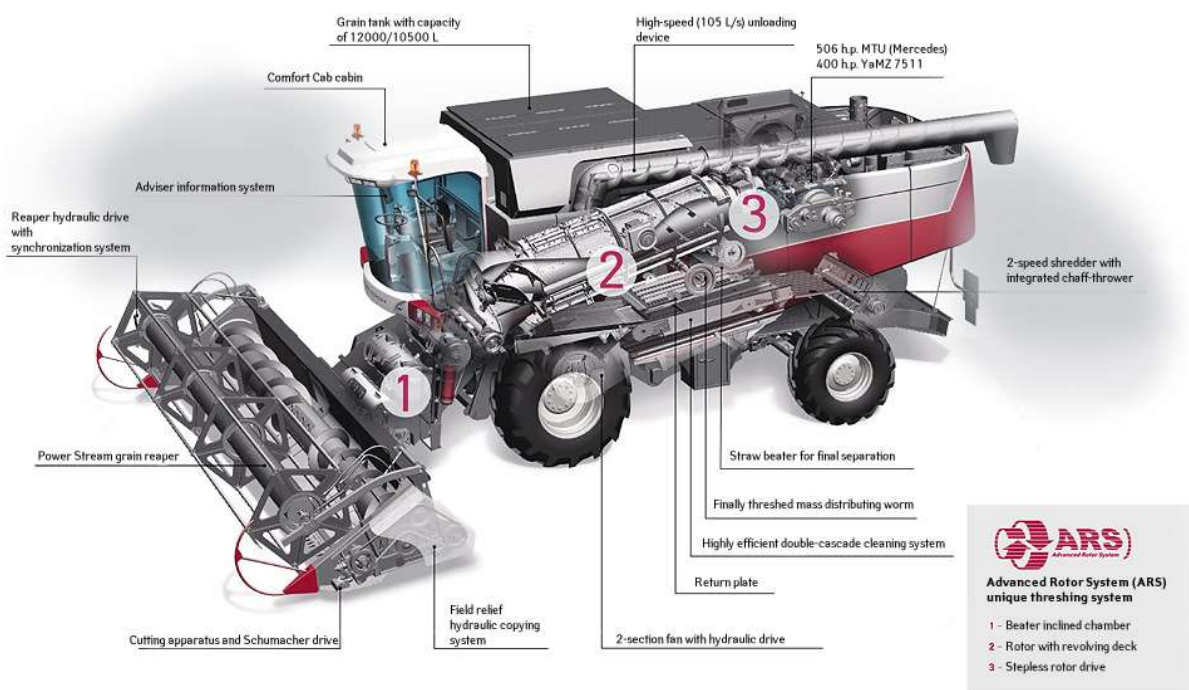
V roce 2005, na výstavě SIMA v Paříži, Rostselmash představil inovační konstrukci mláticího ústrojí, u kterého se mláticí koš otáčí protiběžně oproti rotoru. Konstrukce byla následně použita u modelu Torum, který se začal vyrábět v roce 2009.

Sklízecí mlátičky výrobce Rostselmash jsou založeny na mláticím systému Advanced Rotor System (ARS). Tento systém je jedinečný v tom, že koš rotoru se protiběžně otáčí oproti rotoru. Tato technologie umožňuje snížení spotřeby energie mlátičky o 8–10 %. Plnění rotoru zajišťuje šikmý dopravník, který tvoří tři vkládací válce,

tím je zajištěna rovnoměrnost přísunu sklizeného materiálu. Rotor je na začátku opatřen vkládacím šnekem pro plynulé plnění rotoru.

Vzhledem k otáčejícímu se koši je hmota vymláčena třikrát za jednu otáčku rotoru, na rozdíl od jednoho mláčení u tradiční konstrukce rotoru. Stejný princip umožňuje nastavit zvýšené mezery mlátičky. Nezávisle na druhu obilí a podmínkách sklizně, není nutná dodatečná úprava nastavení: u výmlatu všech druhů obilnin je mezera nastavena v rozsahu 16-20 mm.

Torum používá systém čištění 2 kaskády. Tento systém je dobře vyvážen: kyvadlová deska a spodní síto se posunuje jedním směrem, zatímco masivní horní síťová část se pohybuje protisměrně. Oblast sít obsahuje 5,2 m². Mlátička Torum je vybavena jedním domlaccem, který minimalizuje ztráty při sklizni. Plný zásobník zrna dosahuje kapacity 10 500 l a je vyskladněn rychlostí 105 l · s⁻¹ za méně než dvě minuty. Model Torum 780 je možné osadit žací ústrojím se záběrem 9 metrů.



Obr. 17 – Průřez mlátičkou Rostselmash Torum [23]

6. TERÉNNÍ MĚŘENÍ

Pro účely polního měření byla použita žací ústrojí třech výrobců. Žací ústrojí firmy Claas o záběru 7,5 m s možností prodloužení dna pomocí variabilního dna o délce 500 mm a po doplnění výměnných plechů. New Holland CX 8080, který využívá sklízecí ústrojí 8,5 m od firmy Biso s označením Crop Ranger o schopnosti spodního výsuvu dna o 700 mm. New Holland CR 9080, který je osazen sklízecím ústrojím o záběru 9,15 m od firmy New Holland o schopnosti výsuvu dna o 575 mm.

Nejdůležitějším prvkem lidského poznání byl, je a bude experiment. Moment ověření či vyvrácení teoretických úvah a poznatků. Při přesně definovaných podmínkách, stanovením cíle, tzn. vytvořením metodiky experimentu, lze zjistit výsledky, které mohou mít bezprostřední význam pro praxi.

6.1 Cíl měření

Vyhodnotit množství poškozených zrn ječmene, při použití axiální sklízecí mlátičky v porovnání s tangenciální sklízecí mlátičkou využívající tzv. domlaceče a sklízecí mlátička s tangenciálním výmlatem nevyužívající domlaceče, při celkovém nastavení stroje tak, aby měřitelné ztráty po výmlatu nepřevyšovaly 1,5 % zrn na zemi za sklízecí mlátičkou. Naměřené výsledky hodnotit z hlediska ekonomického dopadu při prodeji obiloviny ječmene pro účely:

- a) sladovnického využití ječmene
- b) krmného využití ječmene
- c) Osivového využití ječmene

6.2 Technické charakteristiky měřených sklízecích mlátiček

6.2.1 CR 9080 New Holland

Model CR 9080 byl vyroben v roce 2007, společnost Agro Zvole a.s. ho zakoupila v roce 2014. Je to jediný stroj s axiálním mlátícím ústrojím, který společnost vlastní. Mlátička je vybavena sklízecím ústrojím od firmy New Holland Varifeed se záběrem 9,15 m. Obilní žací ústrojí je vybaveno plynulým vysouváním dna VariFeed™. Žací ústrojí lze pohodlně přímo z kabiny plynule vysunout až o 575 mm, bez nutnosti jakékoliv

přestavby. Posekaná plodina se plynule podává přímo pod průběžný šnekový dopravník. Průměr příčného šnekového dopravníku je 660 mm. Po celé délce je vybaven zatahovacími prsty, které spolehlivě materiál posunují ke středu i při velmi vysokých výnosech s vysokou vlhkostí. Tím je zaručen správný tok materiálu nejen do šikmého dopravníku, ale i na mláticí ustrojí. O plynulý přísun plodiny se stará přiháněč, který je elektrohydraulicky nastavitelný ve všech směrech.



Obr. 18 - New Holland CR 9080 [23]

Firma New Holland vynalezla technologii výmlatu pomocí dvojitého rotoru, označovaného jako Twin Rotor™ již před více než 40 lety a tuto technologii nadále zdokonaluje a vyvíjí. Zemědělcům nabízí mlátičky se stále se zvyšující průchodností a lepší kvalitou zrna a slámy. Model CR 9080 je osazen vysokokapacitními rotory o průměru 22“ (600 mm). Za vlastními rotory je uložen odmítací buben, který odebírá vymláčený materiál a odhazuje jej na zadní, tzv. PSD aktivní dopravník. Ten prázdnou slámu dopravuje přímo ven z mlátičky na řádek nebo do drtiče, jehož rotor je osazen 70 rovnými noži a 18 noži cepovými.

Stejně jako model CX 8080 má mlátička funkci automatického příčného vyrovnávání sítové skříně do svažitosti 17 %. Konstrukčně je toho docíleno tak, že celá síťová skřín, ventilátor, vynášecí deska, předsíto, horní a dolní síto jsou uloženy v samostatném rámu, který se aktivně naklápí proti sklonu svahu. Tím je dosaženo rovnoměrného rozložení materiálu ve všech částech síťové skříně. Celková užitná plocha síť je 6,5 m².

Zásobník zrna dosahuje objemu 11 500 l a je vyprázdněn pomocí vyprazdňovacího šneku s rychlostí vyprázdnění 110 l za sekundu, plný zásobník se tedy nevyprazdňuje déle než 2 minuty. [7]

6.2.2 CX 8080

Tento model byl společností Agro Zvole a.s. zakoupen jako nový stroj v roce 2013 a v současnosti je stejně jako ostatní modely použit ve službách a následně při vlastní sklizni podniku.

Sklízecí mlátička je vybavena sklízecím ústrojím od firmy BISO VX 850 CROP RANGER, jak název napovídá číslem 850 – jedná se záběr sklízeného porostu 8,5 m. Toto má velké výhody oproti klasickým sklízecím ústrojím firmy New Holland Varifeed. Jednou z předností je rychlost montáže aktivních řepkových děličů, které jsou poháněny hydraulicky a pouze se vyklopí. Další výhodou je přidání (zdvojení) plastových lišt na přiřaněči. Toto opatření minimalizuje namotávání sklízeného materiálu, ale především plevelu v porostu.

Pro nejvyšší účinnost a průchodnost je výhodné provedení celého mláticího ústrojí - čtyřbubnové. Mláticí ústrojí nabízí největší mláticí buben na trhu, s průměrem 750 mm a úhlem opásání 111°. To tvoří celkovou separační plochu mláticího koše 1,18 m². Toto mláticí ústrojí je vhodné pro všechny typy plodin ve všech fázích zralosti. [6]

V tomto provedení jsou vynášecí deska, předsíto, horní síto, dolní síto a ventilátor uloženy v samostatné rámu, se kterým se naklápí do vodorovné polohy pro neutralizaci negativního efektu bočního náklonu. Plná regulace náklonu probíhá až do 17 % sklonu svahu. Tato technologie řeší vyrovnávání sítové skříně komplexně, od dopravy zrna přes vynášecí desku, distribuci vzduchu od šestilopátkového ventilátoru, až po úroveň podílu nedomlatků. Celková plocha sít (předsíto, horní a dolní síto) je 6,5 m². Za sítovou skříní jsou umístěny dva hydraulicky poháněné metače plev, které zajistí, že materiál ze sítové skříně je spolehlivě rozmetán po celé šířce pracovního záběru. To zabrání následujícím agrotechnickým problémům při dalším zpracování pozemku.



Obr. 19 - CX 8080 [23]

Zásobník zrna modelu CX8080 má objem 10 500 litrů. Jmenovitá rychlost vyprazdňování zrna ze zásobníku je úctyhodných 105 litrů za sekundu. Celá sestava zásobníku se skládá z několika důležitých částí – nastavby zásobníku, elektronicky ovládané, výsypné roury, vynášecích a plnicích šneků, inspekčních a kontrolních dvířek, snímačů zaplnění zásobníku a osvětlení.

Rotor drtiče slámy je speciálně vyvinut v šestiřadém provedení s počtem 68 řezacích nožů. Drtící rotor je doplněn příčnou drtící lištou Dual-Chop™ pro extra-jemné drcení. Pracovní otáčky drtiče jsou pro obilniny $3100 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$, pro kukuřici nebo řepku $1\,200 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$. Drtič slámy rozhazuje pořezanou slámu v plném záběru žacího ústrojí, šířka nebo směr rozhozu materiálu se může ovlivnit pomocí deflektorů, které jsou nastavitelné pomocí elektromotoru.

Celou mlátičku pohání agregát od firmy IVECO, kterým je přepřínovaný 6-ti válec o obsahu 7,8 l, a výkonu 365 koňských sil při max. otáčkách motoru 2 100 otáček za minutu.

Srdcem pohonů je centrální převodovka, na které jsou všechny hlavní skupiny hydraulických a hydrostatických čerpadel a vývodové hřídele pohonů. Pracovní hydraulika je řešena pomocí LS axiálního čerpadla, vlastní pohon jednotlivých částí mlátičky je řešen pomocí řemenových a řetězových převodů, spínaných elektrohydraulicky pomocí spojek. Hydrostatický pohon pojezdu je napojen na čtyř-

stupňovou převodovku s elektronickým řazením, díky které dosahuje mlátička rychlosti $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

6.2.3 Claas Lexion 460

Firma Claas dodala do České republiky první sklízecí mlátičku v roce 1985. Od té doby již uplynulo 32 let, po které probíhají inovace a rozsáhlý vývoj zlepšení vlastností mlátiček. Model Claas Lexion 460, který používá společnost AGRO Zvole a.s. byl uveden do provozu v roce 2001 a společnost ho zakoupila v roce 2003. Loňskou sezónou překonal hranici 10 000 sklizených hektarů.

Tato mlátička je vybavena žacíím ústrojím Vario o šířce záběru 7,5 m, které, jak už z názvu vyplývá, je variabilní z hlediska nastavení hloubky ústrojí. Hloubka dna žacího ústrojí se může jednoduše z kabiny prodloužit o 200 mm nebo při sklizení vzrůstově nižších porostů zkrátit o 100 mm. Pro sklizeň řepky olejné se musí na dno žacího ústrojí namontovat přídatné plechy, které dno prohloubí o dalších 300 mm. Boční aktivní děliče jsou poháněny hydraulicky a je nutné je také namontovat. Celá tato operace přenastavení na řepku zabere obsluze mlátičky zhruba 20 minut. Kopírování rozmanitosti terénu u této mlátičky zajišťuje systém Auto-Contour. Terén je snímán pomocí dvou hmatačů pod dnem žacího ústrojí a omezuje poškození žacího ústrojí a zajišťuje stejnou výšku strniště.



Obr. 20 - Claas Lexion 460 [23]

Výmlat zajišťuje soustava tří bubnů, a to v pořadí: urychlovací buben, mlátící buben a odmítací buben. Tento systém Claas nazývá APS. Urychlovací buben slouží k rovnoměrnému toku hmoty a lepšímu výmlatu zrna díky působení vyšších odstředivých sil. Mlátící buben se pohybuje v rozmezí otáček od 362 do 1050 otáček za minutu. Nevýhodou tohoto stroje je, že nemá domlaccěč, to znamená, že klasy, ze kterých se zrno neuvolní ve fázi výmlatu, jsou kláskovým dopravníkem přesunuty zpět do mlátícího ústrojí. Bohužel se musí nastavit větší agresivita mlácení než u New Holland CX nebo CR, to má za následek větší podíl zlomkových zrn. U této sklízecí mlátičky Lexion 460 je vznětový šestiválcový motor Mercedes o objemu 9,6 l a výkonu 300 koňských sil umístěn za zásobníkem zrna s velikostí 9 600 l. [5]

6.3 Charakteristika podmínek

Měření bylo provedeno na pozemku firmy Agro Zvole, a.s. dne 7. srpna na poli s názvem Žatiny o celkové rozloze 39,6 hektarů. Na tomto poli se sklízela sladovnický jarní ječmen odrůdy Bojos. Předplodina zde byla pšenice ozimá a ječmen zde dosáhl výnosu $6,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

6.4 Metodika měření

Měření proběhlo v několika fázích. První fáze představovala sběr vzorků při sklizni na zmíněných pozemcích. V druhé fázi došlo k separaci vzorků na jednotlivé frakce a následné vážení hmotností jednotlivých frakcí.

6.4.1 Podmínky a způsob odběru vzorků

Abych zajistil maximální objektivitu měření množství poškozených zrn jednotlivými typy výše uvedených sklízecích mlátiček, bylo nutné počítat se dvěma faktory, které by mohly zásadně pozměnit kvalitu naměřených dat. Prvním faktorem byla klesající vlhkost porostu v průběhu sklizňového dne. S klesající vlhkostí mláceného obilí dochází i ke změně snadnosti výmlatu, ale zejména u ječmene k vyšší náchylnosti k poškození zrn při procesu výmlatu. Z tohoto důvodu jsem provedl odběr třech vzorků v různých časových intervalech sklizně v rámci dne. Druhým kritériem byly ztráty zrn měřené za sklízecí mlátičkou v celé šíři jejího žacího ústrojí.

- Vlhkost

První vzorek byl odebrán při hraniční vlhkosti 14,3 %, při které započala denní sklizeň. V podmínkách Vysočiny to znamenalo start v 11:00 po vyschnutí rosy. Druhý vzorek jsem odebral při poklesu vlhkosti sklízeného ječmene na 13 %, což bylo v 13:10 a poslední odběr jsem provedl v 17:00, kdy vlhkost zrna poklesla na hodnotu 12,1 %. Vlhkost jsem měřil standardním vlhkoměrem značky AGRETO GFM+.



Obr. 21 - Vlhkoměr AGRETO GFM + 1 [23]

- Ztráty

Hodnotu ztrát v % přímo ovlivňuje množství poškozených zrn. V případě nastavení sklízecí mlátičky na agresivní výmlat (například nižší nastavení mezery mezi mláticím bubnem (rotorem) a košem, nebo jsou nastaveny vyšší otáčky mláticího bubnu) je zajištěn absolutní výmlat zrn z klasů, ale vlivem agresivity mlácení může narůst množství poškozených zrn. V případě nastavení na příliš malou agresivitu výmlatu dochází ke snížení objemu poškozených zrn, ale hrozí riziko nevymlácení všech zrn z klasu, zejména těch menších v horní části. Optimální seřízení všech tří typů sklízecích mlátiček tak, aby se nastavila měřitelná ztrátovost do 1 % u všech sklízecích mlátiček třikrát za 5 hodin sklizně bylo nejpracnější částí celého měření. Posledním kritériem bylo nastavení sklízecí mlátičky tak, aby došlo k optimálnímu čištění sklizeného materiálu. Tuto hodnotu jsem nijak objektivně neměřil. U sklízecí mlátičky CR9080 a CX 8080 jsem k tomu využil funkci mlátičky, která umožní vypnutí celé sklízecí mlátičky v plném zatížení tak, aby bylo možno projít všechny funkční celky uvnitř mlátičky včetně domlacečů a zjistit, v jaké části sklízecí mlátičky je nutno změnit nastavení. U sklízecí mlátičky Claas tato funkce neexistuje, proto jsem mohl využít pouze dvacetileté zkušenosti obsluhy.

Po optimálním seřízení všech tří sklízecích mlátiček, pracovaly sklízecí mlátičky 30 minut a poté byly měřeny ztráty. Po nastavení při příjezdu na souvrať došlo

k celkovému vyprázdnění zásobníku zrn. Poté sklízecí mlátičky pracovaly do naplnění zásobníku. Při vyprázdnění 1/3 zásobníku došlo k odběru 0,7 kg vzorku z každé sklízecí mlátičky. Toto se opakovalo celkem 4x u každého měření. Tedy celkově bylo odebráno na jedno měření 12 vzorků při jednom odběru a celkem bylo odebráno 36 vzorků po 0,7 kg.

6.4.2 Separace pomocí navrženého zařízení

Po odebrání vzorků bylo nutné provést separaci poškozených zrn od nepoškozených. K tomuto účelu jsem připravil jednoduché zařízení. Díky tomuto zařízení jsem byl schopen oddělit z každého vzorku jednotlivé frakce dle velikosti: frakce číslo 1 – větší zrno než 3,5 mm; frakce číslo 2 – zrno nebo zlomky v rozmezí 3,5 – 2,0 mm; frakce číslo 3 – zlomky zrna v rozmezí 2,0 – 1,0 mm; frakce číslo 4 – zlomky menší než 1,0 mm, dále byly vyseparovány osiny a nečistoty, které nepřesahovaly 0,01 % váhy z odebraného vzorku, nejmenší úlomky byly pravděpodobně vyseparovány v síťové skříni sklízecí mlátičky.

Při této separaci bylo snazší oddělit poškozená od nepoškozených zrn. Poškozená zrna, které nebyla vyseparována pomocí síta, jsem ručně odebral a zařadil do frakce číslo 3, v měření pro krmné účely není ruční odebrání vzorku významné, naopak pro osivo nebo sladovnické účely je význam razantní. Každý vzorek o hmotnosti 700 gramů byl rozdělen na 7 částí po 100 gramech, které byly postupně separovány. Vzorky byly váženy na váze Leifheit Soenhle s přesností na 1 gram.



Obr. 23 – Ukázka separačního zařízení pro oddělení zlomků ječmene [23]

Obr. 22 – Ukázka separace ječmene [23]



Obr. 24 - Jednotlivé frakce po separování, celková hmotnost 100 [23]

6.4.3 Hodnocení maximálních ztrát

Postup měření ztrát byl proveden standardním způsobem. Tedy za sklízecí mlátičkou ve sklizeném záběru jsem označil 1 m² a poté jsem počítal ztráty. Nevymláčené klásky nebo části klásků jsem vydrolil a připočítal do celkových ztrát. Vzhledem k nevyužití celého teoretického záběru sklízecího ústrojí jsem provedl korekci o 0,15 m. Následoval výpočet ztrát dle následujícího vzorce:

- Pro CX 8080 se záběrem 8,5 m jsem kalkuloval záběr reálný 8,35 m, kontrolní obdélník měl rozměry 8,35 x 0,12 m a vzorec byl následující:

$$Z_c = m_z \cdot 10$$

$$Z_c = m_z \cdot 10$$

Z_c = celkové ztráty sklízecí mlátičky CX 8080 [kg · ha⁻¹]

m_z = hmotnost zrn z kontrolní plochy 1 m² [g]

Obr. 24 - Jednotlivé frakce po separování, celková hmotnost 100 g

$$Q = V / Z_c$$

V = celkový výnos zrna [kg · ha⁻¹]

Q = procentuální vyjádření ztrát [%]

- Pro CR 9080 se záběrem 9,15 m jsem kalkuloval záběr reálný 9,0 m, kontrolní obdélník měl rozměry 9 x 0,11 m a vzorec byl následující:

$$Z_c = m_z \cdot 10$$

Z_c = celkové ztráty sklízecí mlátičky CR 9080 [kg · ha⁻¹]

m_z = hmotnost zrn z kontrolní plochy 1 m² [g]

$$Q = V / Z_c$$

V = celkový výnos zrna [kg · ha⁻¹]
 Q = procentuální vyjádření ztrát [%]

- Pro Claas Lexion 460 se záběrem 7,5 m jsem kalkuloval záběr reálný 7,35 m a vzorec byl následující:

$$Z_c = m_z \cdot 10$$

Z_c = celkové ztráty sklízecí mlátičky Lexion 460 [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

m_z = hmotnost zrn z kontrolní plochy 1 m^2 [g]

$$Q = V / Z_c$$

V = celkový výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$]

Q = procentuální vyjádření ztrát [%]

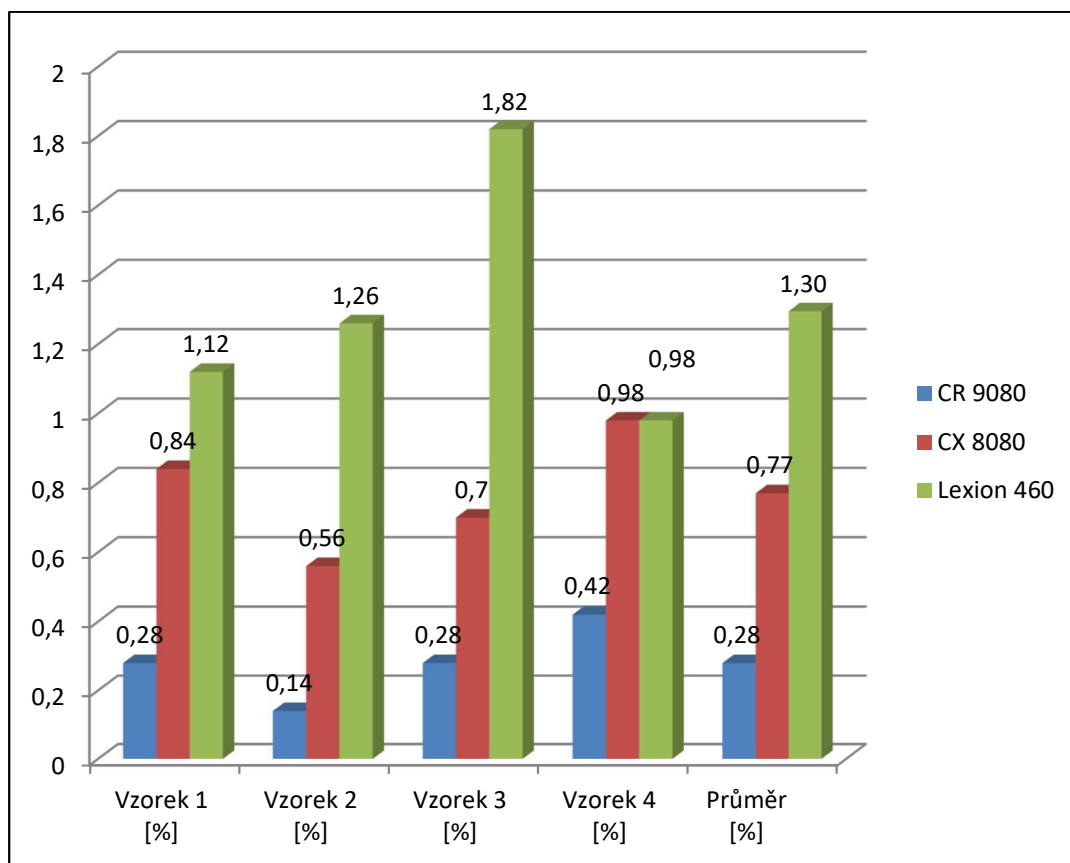
Po nastavení všech sklízecích mlátiček na hodnotu mezi 0,5 až 1% ztrát za sklízecí mlátičku, jsme nastavili u všech sklízecích mlátiček citlivost ztrát na střední hodnotu.

6.5 Výsledky

Odebrané vzorky ječmene byly následně hodnoceny a matematické údaje byly zpracovány v programu Microsoft Excel. Výsledky našeho měření jsou uvedeny v níže zobrazených tabulkách.

Tab. 2 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 11 hodin

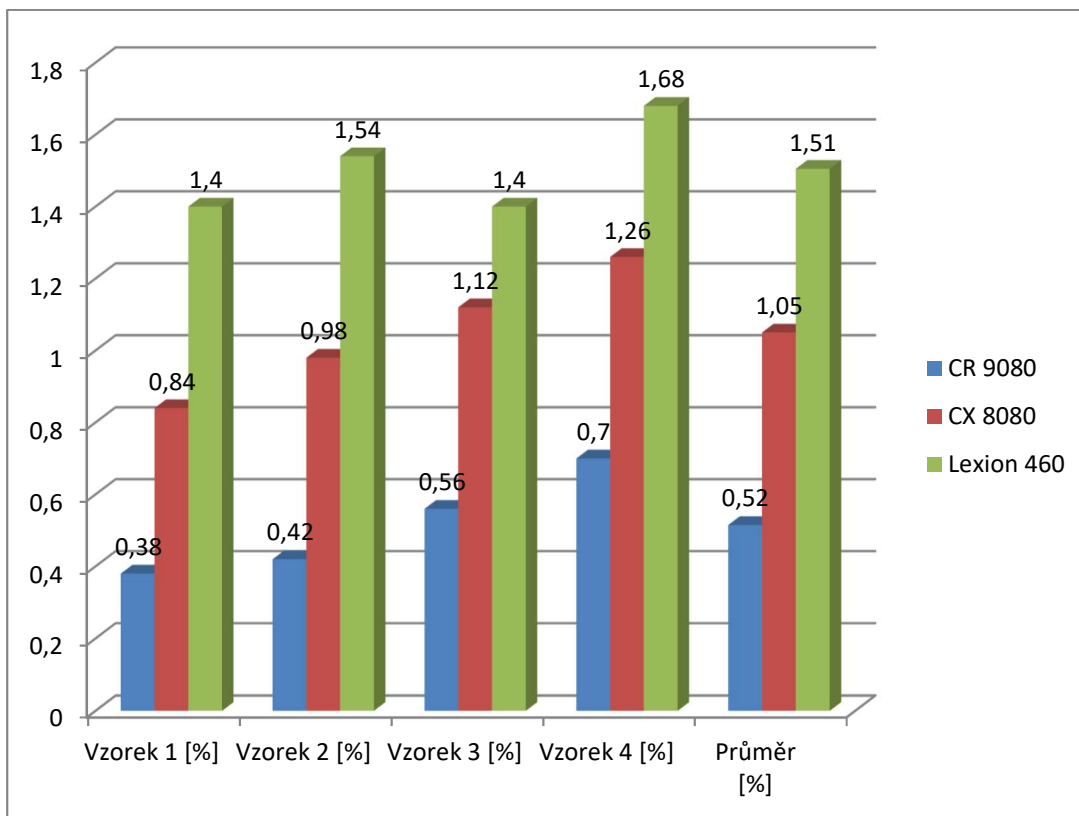
Sklízecí mlátička	Vzorek 1 [%]	Vzorek 2 [%]	Vzorek 3 [%]	Vzorek 4 [%]	Průměr [%]
CR 9080	0,28	0,14	0,28	0,42	0,28
CX 8080	0,84	0,56	0,7	0,98	0,77
Lexion 460	1,12	1,26	1,82	0,98	1,30



Obr. 25 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 11 hodin

Tab. 3 – Výsledky měření zlomkového zrna v % ve 13 hodin

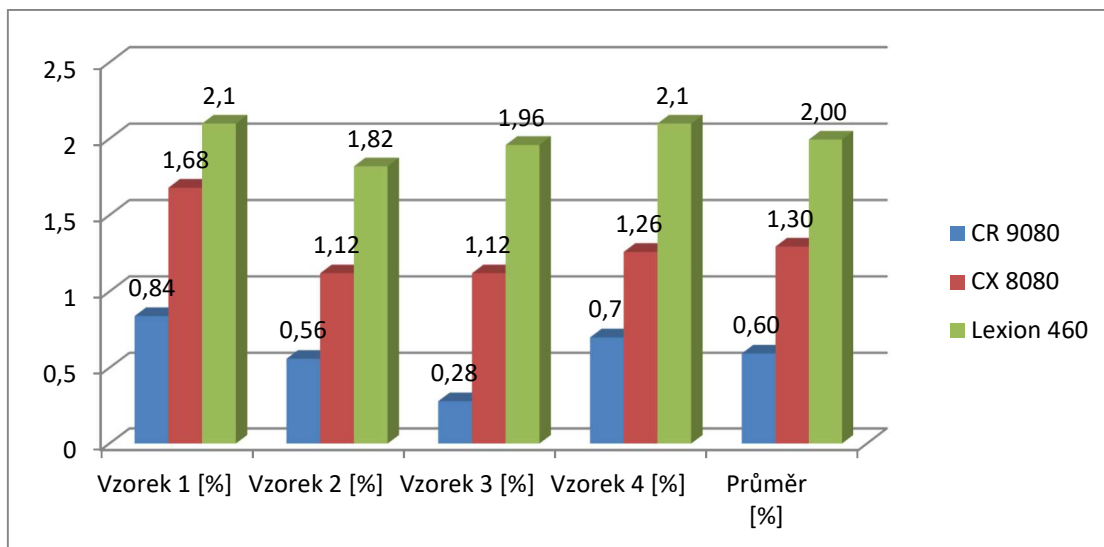
Skřízecí mlátička	Vzorek 1 [%]	Vzorek 2 [%]	Vzorek 3 [%]	Vzorek 4 [%]	Průměr [%]
CR 9080	0,38	0,42	0,56	0,7	0,52
CX 8080	0,84	0,98	1,12	1,26	1,05
Lexion 460	1,4	1,54	1,4	1,68	1,51



Obr. 26 – Výsledky měření zlomkového zrna v % ve 13 hodin

Tab. 4 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 17 hodin

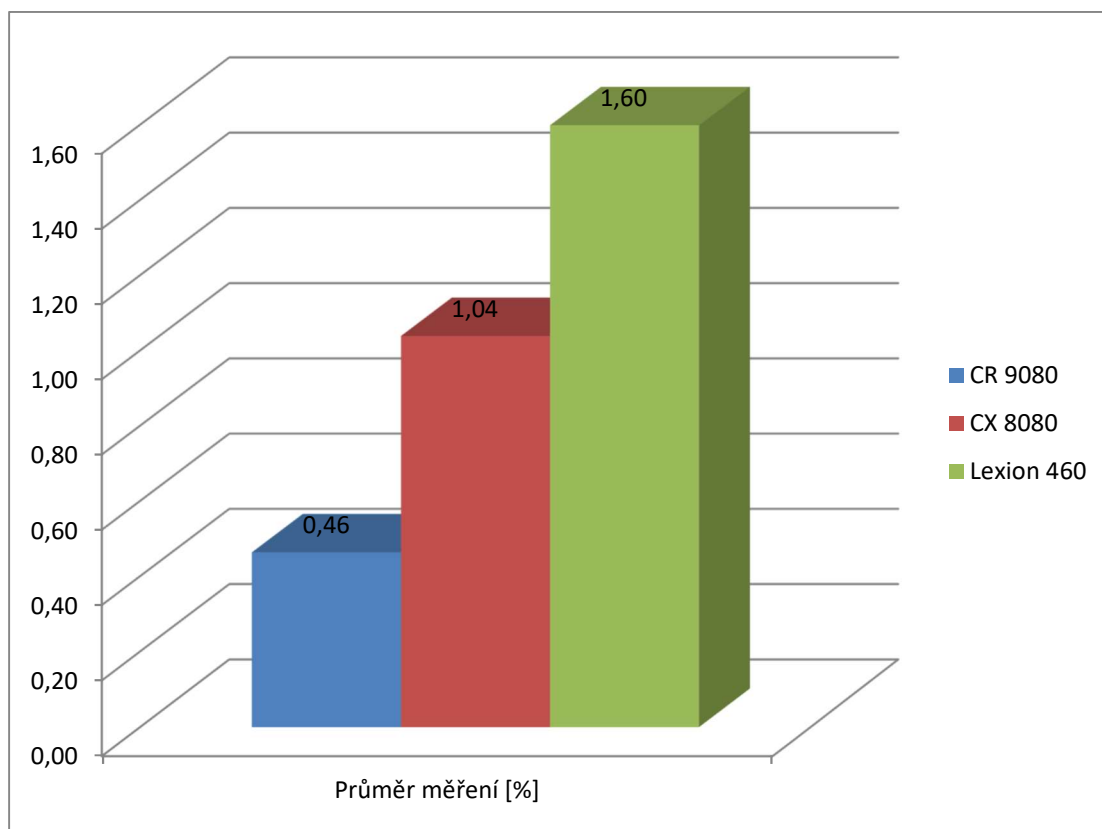
Sklízecí mlátička	Vzorek 1 [%]	Vzorek 2 [%]	Vzorek 3 [%]	Vzorek 4 [%]	Průměr [%]
CR 9080	0,84	0,56	0,28	0,7	0,60
CX 8080	1,68	1,12	1,12	1,26	1,30
Lexion 460	2,1	1,82	1,96	2,1	2,00



Obr. 27 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 17 hodin

Tab. 5 – Průměr naměřených hodnot ze tří měření zlomkového zrna v %

Skřízecí mlátička	Průměr měření [%]
CR 9080	0,46
CX 8080	1,04
Lexion 460	1,60



Obr. 28 – Průměr naměřených hodnot ze tří měření zlomkového zrna v %

6.5.1 Vyhodnocení měření

Na základě polního měření, při kterém byly naměřeny výše zpracované hodnoty lze konstatovat následující:

všechny sklízecí mlátičky lze seřídit tak, aby jejich ztráty oscilovaly mezi 0,5 až 1 % ztrát.

I přes maximální snahu o seřízení došlo k rozdílu v množství zlomených zrn v neprospěch sklízecí mlátičky Claas. Průměrná hodnota rozdílu 1,1 % se nemusí zdát jako zásadní, ale další ekonomické kalkulace ukazují, že při sklizni 1000 ha to může být zajímavý rozdíl. Jako hlavní důvod to přičítám zejména absenci domlacečů u sklízecí mlátičky Claas. Pro vymlácení všech zrn i na vrcholu klasu jsme museli zvolit vyšší agresivitu výmlatu kvůli ztrátám, a tudíž se zvýšil podíl naštipaných zrn, bohužel předpokládám těch větších.

Měřením se prokázalo, že sklízecí mlátička dvourotorová CR 9080 dosahuje nejlepších hodnot v oblasti polámaných zrn. Ve všech měřeních se prokázalo, že axiální sklízecí mlátička je schopna docílit max. zlomky na hodnotě 0,6 %



Obr. 29 – Fotografie zlomkových zrn jarního ječmene [23]

6.5.2 Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro sladovnické účely

Vstupní údaje:

A=Realizační cena sladovnického ječmene	4800 Kč · t ⁻¹
B=Realizační cena krmného ječmene	3000 Kč · t ⁻¹
C=Hmotnost polámaných zrn při výnosu 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹
D=Hmotnost předpokládaných roztržitých zrn 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹

$$\text{Celkové ztráty} = (C \times (A - B)) + D \times A$$

$$\text{Celkové ztráty} = (0,069 \times (4800 - 3000)) + 0,069 \times 4800$$

$$\text{Celkové ztráty na 1 ha} = 455 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

6.5.3 Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro krmné účely

Vstupní údaje:

A=Realizační cena krmného ječmene	3000 Kč · t ⁻¹
B=Realizační cena krmného ječmene	3000 Kč · t ⁻¹
C=Hmotnost polámaných zrn při výnosu 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹
D=Hmotnost předpokládaných roztržitých zrn 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹

$$\text{Celkové ztráty} = (C \times (A - B)) + D \times A$$

$$\text{Celkové ztráty} = (0,069 \times (3000 - 3000)) + 0,069 \times 3000$$

$$\text{Celkové ztráty na 1 ha} = 207 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

6.5.4 Ekonomický dopad naměřených hodnot na realizaci ječmene pro osivové účely

Vstupní údaje:

A=Realizační cena osivového ječmene	9000 Kč · t ⁻¹
B=Realizační cena krmného ječmene	3000 Kč · t ⁻¹
C=Hmotnost polámaných zrn při výnosu 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹
D=Hmotnost předpokládaných roztržitých zrn 6,9 t · ha ⁻¹ 1 % ztráty	0,069 kg · ha ⁻¹

$$\text{Celkové ztráty} = (C \times (A - B)) + D \times A$$

$$\text{Celkové ztráty} = (0,069 \times (9000 - 3000)) + 0,069 \times 3000$$

$$\text{Celkové ztráty na 1 ha} = 621 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Tímto měřením bylo prokázáno, že poškození zrna ječmene při výmlatu tangenciální mlátičkou je vyšší než při použití axiální mlátičky. Všeobecně je známo, že axiální mlátičky potřebují k výmlatu větší příkon energie než axiální, to se samozřejmě odrazí i v nákladech na spotřebu paliva při sklizni. Když porovnáme, že v tomto měření měla mlátička New Holland CR 9080 vyšší spotřebu o 2,4 l na hektar sklizené plochy než

mlátička Claas Lexion 460, tak je to zanedbatelné při ceně jednoho litru nafty 24,5 Kč, je rozdílný náklad na spotřebu 58,8 Kč. Ve srovnání s jednocentním rozdílem zlomkového zrna mezi těmito mlátičkami je ztráta u Lexionu 460 při výmlatu sladovnického ječmene 124 Kč. Axiální mlátičky mají obecně vyšší výkonnost, ale také pořizovací cenu než tangenciální, proto je při nákupu nové sklízecí mlátičky důležité vždy porovnat parametry a výhody určitého stroje.

7. ZÁVĚR

Sklízecí mlátičky s axiálním způsobem výmlatu jsou v poslední době na vzestupu při prodeji a dále využití při sklizni. Hlavní motiv je bezkonkurenční schopnost zvýšení hmotnostního toku materiálu. Tzn. vyšší hektarová výkonnost, nižší potřeba dražší a dražší lidské práce. Samozřejmě sklízecí mlátička s axiálním výmlatem má svoje slabá místa. Zejména prokazatelně vyšší spotřeba, a to v případě sklizně vlhčího materiálu, zejména je-li zrna zralé a stonek ještě nezralý, přesto musí projít sklízecí mlátičkou. Dalším úskalím je sklizeň malých semen. V testovaném podniku pěstujeme mák a řepku a zde je velmi těžké z axiální sklízecí mlátičky docílit čistoty sklizeného zrna tak, jak u tangenciálních sklízecích mlátiček s vytrásadly.

Axiální způsob výmlatu vzešel z potřeby sklizně kukuřice - tedy velká zrna s umístěním na klasu, který se nejlépe vymlátí třením, aniž by šel větší objem posklizňových zbytků do oblasti sít sklízecí mlátičky. To se u malých semen obsažených v šešulích řepky, popřípadě v makovici u máku nedá zajistit, a proto dochází k velkému podílu zbytků na separační části zejména sít, která nejsou schopna jemná semena tak dobře vyčistit. Proto se v podniku, kde proběhlo měření přešlo, zejména u máku, k výmlatu pouze vytrásadlovými sklízecími mlátičkami. Z tohoto důvodu většího rozmělnění mlácené hmoty se často udává, že axiální sklízecí mlátičky dosahují horší kvalitu slámy pro sklizeň než tangenciální sklízecí mlátičky. Tento parametr nebyl měřen, nicméně větší narušení slámy lze u axiálních sklízecích mlátiček pozorovat, nicméně u konkrétní sklízecí mlátičky CR 9080 to problém nebyl a dle informace z testovaného podniku s tím není zásadní problém. Možná je to způsobeno tím, že New Holland CR využívá systému dvou rotorů a nemusí docházet k tak zásadnímu narušení slámy jako u jednorotorových axiálních sklízecích mlátiček.

Dalším úskalím je větší náchylnost ke ztrátám v místě menšího toku materiálu. To je patrné na souvratích. Axiální způsob výmlatu využívá více tření materiálu o sebe v mezeře mezi mláticím rotorem a košem a v případě že na začátku souvratě není sklízecí mlátička zcela zaplněna, dochází k výraznému nárůstu ztrát.

Přes všechny zmíněné nedostatky se domnívám, že trend rozšiřování axiálních sklízecích mlátiček, popřípadě hybridů využívajících axiální rotory bude pokračovat. U tangenciálních sklízecích mlátiček je možné zvýšit výkonnost teoreticky rozšířením

mláticího bubnu nicméně legislativní limity omezující šířku stroje to nedovolí. Pak je schopnost zajištění vyššího hmotnostního toku možná jedině cestou axiálních sklízecích mlátiček. Do jisté míry nevýhody ve spotřebě a další může vyvážit zásadně nižší ztráta zrn z důvodu zlomení zrna. Rozdíl v měření až o 1 % se může ukázat jako velmi zásadní argument pro axiální sklízecí mlátičku. Málokdo si uvědomuje, že úlomky, které nalezneme v zásobníku zrna, nejsou veškeré ztráty. Úlomek může být ta větší část zrna, kterou nalezneme v zásobníku zrna a lze ji označit za ztrátu. Často stejná nebo menší část zlomeného zrna skončí vyfouknutá ze sít a rozmetená rozmetačem plev po poli. Pokud budeme počítat, že průměrně zlomky tvoří 50 % zlomeného a nalezená zrna pak už rozdíl činí 2 % a vyjádřeno v nejextrémnějším případě, prodeje ječmene na osivo v ceně 9000 Kč · t⁻¹ a výnosu 6,9 t · ha⁻¹ pak ztráta při nemožnosti realizovat zrno jako osivo plus ztráta roztrášeného zrna činí při 1000 ha výměře 621 000 Kč.

Při plánu tvorby bakalářské práce jsem si kladl za cíl ověřit či vyvrátit argumenty dodavatelů axiálních sklízecích mlátiček, že tyto mlátičky mají nejnižší poškození zrn. Stanovil jsem si vlastní metodiku, která mi umožnila provést měření a vyhodnocení v provozních podmínkách reálného podniku s běžně využívanými sklízecími mlátičkami. V průběhu přípravy, měření a vyhodnocení se mi potvrdila základní úvaha, že jedním z nejdůležitějších kritérií je obsluha stroje. Ta rozhoduje o výkonnosti a kvalitě sklizené hmoty. Pokud eliminuji kvalitu obsluhy, pak lze konstatovat, že axiální sklízecí mlátička CR 9080 dosáhla nejnižšího poškození zrn z měřených strojů.

8. SEZNAM LITERATURY

[1] HEŘMÁNEK, P. -- KUMHÁLA, F. Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva) New construction of combine harvesters (review). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 54 s. ISBN 80-86153-33-9.

[2] KUMHÁLA, F. a kol. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. 1. vydání

[3] MALEŘ, Josef. Samojízdné sklízeče zrnin. 1. vyd. Ilustrace Ladislav Černý. Praha: SZN, 1989, 354 s. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0000-4.

[4] BŘEČKA, Josef, Ivo HONZÍK a Karel NEUBAUER. Stroje pro sklizeň píce a obilnin. 1. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, 2001, s. 97-141. ISBN 80-213-0738-2.

[5] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://mechanizaceweb.cz/dense-sklizeci-mlatickou-claas-lexion-460/>

[6] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z http://sklizeci-technika.radost-z-prace.cz/obrazky-soubory/prospekt_cx_elevation-4a77c.pdf?redir

[7] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.eagrotec.cz/>

[8] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.danhel.cz/aktuality/serial-sklizeci-mlaticky-john-deere-1-dil.html>

[9] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.agrics.cz/o-nas-o-znacce-case-ih>

[10] Sloboda a kol.: Stroje na zber krmovín a zrnín. (Teoria, konštrukcia, riziká). Vienale Košice, 351 s., ISBN 80-7099-725-7

[11] NEUBAUER, Karel. Stroje pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, s. 422- 484. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0075-6.

[12] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z www.farmindustresnews.com

[13] Strakšas, A. 2006: Development of a stripper header for grain harvesting. In. Agronomy Research 4 (1), 79-89

[14] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z Agrall.cz

[15] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>

[16] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.geringhoff.cz/fotogalerie/detail/9/mais-star-horizon#!prettyPhoto>

[17] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.slezskastrojni.cz/novinka/109/sledovana-premiera-mlaticky-tucano-570/>

[18] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/nova-modelova-rada-new-holland-cr/>

[19] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.agroservis-visnove.cz/rada-t>

[20] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.agromel.cz/tucano-450-320>

[21] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z http://ac-terra.com/en-EN/shop/kombajny/new_holland_cr_9080

[22] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.garnea-as.cz/deutz-fahr/sklizeci-mlaticky/5-vytrasadlove/c9000-c9205-c9206/sikmy-dopravnik>

[23] Vlastní foto: Jaroslav Ambrož

[24] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <https://en.rostselmash.com/>

[25] Webová prezentace, [cit. 2017-04-20], dostupné z <http://www.dolnacko.cz/>

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Sklízecí mlátička ŽM 330

Obr. 2 - Axiální mechanismus New Holland CR

Obr. 3 - Tangenciální mechanismus Claas

Obr. 4 - Žací ústrojí Vario 770 značky Claas

Obr. 5 - Řez očesávacím adaptérem

Obr. 6 - Detail řešení drcení posklizňových zbytku u sklízecího adaptéru kukuřice Geringhoff

Obr. 7 - Sklízecí adaptér kukuřice Geringhoff

Obr. 8 – Šikmý dopravník Deutz-Fahr

Obr. 9 – Čistící mechanismus firmy Rostselmash

Obr. 10 – Ukázka rovnoměrnosti hmoty na sítích u systému Claas 4 D

Obr. 11 - Vyrovnávání mlátičky John Deere ve svahu

Obr. 12 - Domlaceč New Holland

Obr. 13 – Variabilita délky vyprazdňovacího dopravníku v závislosti na šířce žacího ústrojí u modelu Claas Tucano

Obr. 14 - Schéma rotoru John Deere řada S

Obr. 15 – Průřez mlátičkou CASE IH Axial Flow

Obr. 16 - Schéma mlátičky CR 9080

Obr. 17 – Průřez mlátičkou Rostselmash Torum

Obr. 18 - New Holland CR 9080

Obr. 19 - CX 8080

Obr. 20 - Claas Lexion 460

Obr. 21 - Vlhkoměr AGRETO GFM + 2

Obr. 22 – Ukázka separace ječmene

Obr. 23 – Ukázka separačního zařízení pro oddělení zlomků ječmene

Obr. 24 - Jednotlivé frakce po separování, celková hmotnost 100 g

Obr. 25 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 11 hodin

Obr. 26 – Výsledky měření zlomkového zrna v % ve 13 hodin

Obr. 27 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 17 hodin

Obr. 28 – Průměr naměřených hodnot ze třech měření zlomkového zrna v %

Obr. 29 – Fotografie zlomených zrn ječmene jarního

10. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Přehled výrobců a modelů mlátiček podle mlátícího ústrojí

Tab. 2 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 11 hodin

Tab. 3 – Výsledky měření zlomkového zrna v % ve 13 hodin

Tab. 4 – Výsledky měření zlomkového zrna v % v 17 hodin

Tab. 5 – Průměr naměřených hodnot ze třech měření zlomkového zrna v %