

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, prodej a servis

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení sklízecích mlátiček CLAAS s odlišným provedením
hlavních funkčních částí

Vedoucí práce: Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor práce: Václav Chadraba

České Budějovice, 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Václav CHADRABA**
Osobní číslo: **Z14533**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Hodnocení sklízecích mlátiček CLAAS s odlišným provedením hlavních funkčních částí**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

V českém zemědělství se používají sklízecí mlátičky řady výrobců. U sklízecích mlátiček se používá rozdílná konstrukce hlavních funkčních skupin strojů.

Cílem práce je porovnání činnosti a kvality práce sklízecích mlátiček s odlišným provedením separačního ústrojí při sklizni obilovin, řepky olejky ve srovnatelných podmínkách a jednoduché ekonomické hodnocení strojů.

V práci se zaměřte a uveďte:


1. Rozbor činnosti a hodnocení kvality práce sklízecích mlátiček z hlediska:
 - vlivu sklizené plodiny na velikost ztrát, kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků,
 - rozboru výkonností a spotřeby PHM.
2. Práci doplňte:
 - a) základní charakteristikou zemědělských provozů,
 - b) základní charakteristikou majitele stroje,
 - c) jednoduchým rozbohem investičních a provozních nákladů.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 50 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

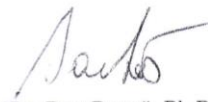
Latsch R. a kol.: Häckler oder Ladewagen. Neue Landwirtschaft , 11, 2003:
54-57;
Neubauer a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu. SZN Praha, 1989;
Břečka a kol.: Stroje pro sklizeň píce a obilovin. ČZU Praha, 2001;
Mechanizace zemědělství - odborný časopis
Agricultural Engineering - vědecký časopis
Firemní literatura
Výzkumné zprávy VÚZT Praha a Státní zkušebny zem. a lesnických strojů.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Fríd, CSc.
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 16. února 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2017


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA 
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 1888, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 29. března 2016

Prohlášení:

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

Datum:

Podpis:

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Milanu Frídovi, CSc. za jeho cenné rady k mé práci.

Dále bych chtěl poděkovat majitelům sklízecích mlátiček a jejich obsluze, na kterých jsem prováděl měření panu Ing. Janovi Zadinovi, panu Janovi Lebduškovi a Milanovi Čvančarovi za jejich ochotu.

V neposlední řadě děkuji také panu Jindřichovi Vaňkovi za poskytnutí podkladů k mé práci.

Abstrakt

V práci je stručně popsán vývoj sklízecích mlátiček od jejich počátku. Jsou zde rozebrány konstrukce jednotlivých pracovních ústrojí používaných u sklízecích mlátiček a jejich parametry.

Samotná práce se zabývá hodnocením a porovnáním dvou sklízecích mlátiček Claas, které mají odlišné provedení jednotlivých pracovních ústrojí (mlátícího ústrojí, separačního ústrojí, pojezdového ústrojí). Provádí se zde porovnání z hlediska sklizňových ztrát, spotřeby PHM a v neposlední řadě také ekonomické hodnocení.

Měření hodnot probíhalo na pozemcích s podobnými parametry a za podobných podmínek tak, aby bylo docíleno co nejpřesnějšího porovnání.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, Claas Lexion, hybridní mlátička, tangenciální mlátička, ztráty, výkonnost.

Abstract

The bachelor thesis describes the history of development of combine harvesters. The thesis analyses the constructions of various harvesting adapters and their technical specification. The main part of the thesis deals with the evaluation and comparison of two combine harvesters Claas with different designs of harvesting adapters (threshing unit, separation unit, chassis unit). The aim of the thesis is to evaluate the harvest losses, fuel consumption and economical evaluation of the machine. The measurements took place at the estates in the most consistent harvest conditions regarding the weather, terrain and other aspects.

Key word: combine harvester, Claas Lexion, hybrid combine harvester, tangential harvester, harvest losses, performance.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled	11
2.1. Sklizeň zrnin.....	11
2.1.1. Přímá sklizeň (jednofázová).....	11
2.1.2. Dělená sklizeň (dvoufázová).....	11
2.2. Historie sklízecích mlátiček	11
2.3. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	12
2.4. Rozdělení sklízecích mlátiček	13
2.4.1. Dle způsobu získávání semenné hmoty:	13
2.4.2. Dle provedení mlátícího ústrojí:.....	13
2.4.3. Dle provedení separačního ústrojí:.....	14
2.4.4. Dle svahové dostupnosti:	14
2.5. Hlavní části sklízecí mlátičky.....	15
2.5.1. Vyměnitelné sklízecí ústrojí – adaptér.....	15
2.5.2. Šikmý dopravník	17
2.5.3. Mlátící ústrojí	18
2.5.4. Separační ústrojí.....	23
2.5.5. Čistidlo	27
2.5.6. Zásobník zrna	30
2.5.7. Drtič slámy	30
3. Cíl práce.....	32
4. Metodika	33
4.1. Stanovení ztrát sklízecí mlátičky.....	33
4.2. Předsklizňové ztráty.....	33
4.3. Sklizňové ztráty	33
4.4. Zjišťování provozních parametrů sklízecí mlátičky.....	35
4.4.1. Průchodnost sklízecí mlátičky.....	35
4.4.2. Výnos hmoty	36
4.4.3. Průměrný záběr stroje	36
4.4.4. Pojezdová rychlost stroje	36
4.5. Zjištění kvality drcení a rozptylu posklizňových zbytků	37
4.5.1. Určení kvality drcení.....	37

4.5.2.	Určení kvality rozptylu posklizňových zbytků	37
4.6.	Stanovení spotřeby PHM.....	37
4.7.	Stanovení výkonností	38
4.7.1.	Plošná efektivní výkonnost	38
4.7.2.	Plošná operativní výkonnost	38
4.7.3.	Plošná produktivní výkonnost.....	38
4.7.4.	Celková plošná výkonnost	39
4.7.5.	Rozdělní pracovních časů	39
4.8.	Vliv vlhkosti na sklizeň	41
4.8.1.	Vliv vlhkosti na množství ztrát	41
4.8.2.	Vliv vlhkosti na drcení slámy	41
4.8.3.	Hodnocení vlivu vlhkosti na rozmetání posklizňových zbytků.	41
4.9.	Ekonomické hodnocení provozu stroje	41
4.9.1.	Roční fixní náklady	41
4.9.2.	Roční variabilní náklady	42
5.	Vlastní práce	44
5.1.	Charakteristika zemědělských podniků	44
5.2.	Charakteristika sklízecích mlátiček.....	45
5.3.	Charakteristika sklizňových podmínek	46
5.4.	Ztráty při sklizni	47
5.4.1.	Předsklizňové ztráty	47
5.4.2.	Velikost kontrolní plochy.....	48
5.4.3.	Sklizňové ztráty.....	48
5.4.4.	Absolutní ztráty	48
5.4.5.	Relativní ztráty	49
5.5.	Vliv vlhkosti zrna na ztráty	49
5.6.	Průchodnost sklízecí mlátičky	49
5.7.	Kvalita drcení posklizňových zbytků	50
5.8.	Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni řepky olejky a pšenice ozimé ...	52
5.9.	Stanovení výkonností sklízecích mlátiček.....	53
5.10.	Spotřeba PHM.....	54
5.11.	Ekonomické hodnocení sklízecích mlátiček.....	55
6.	Výsledky	56

6.1.	Ztráty při sklizni řepky olejky	56
6.2.	Ztráty při sklizni pšenice ozimé	57
6.3.	Průchodnost sklízecích mlátiček	57
6.4.	Kvalita drcení	58
6.5.	Kvalita rozptylu posklizňových zbytků.....	58
6.6.	Spotřeba PHM	58
6.7.	Plošná výkonnost.....	58
6.8.	Ekonomické hledisko	59
7.	Diskuse.....	60
8.	Závěr	61
9.	Použitá literatura	63
10.	Seznam obrázků.....	65
11.	Seznam tabulek	66
12.	Seznam grafů	67

1. Úvod

Obilniny, luštěniny a olejniny a další zrniny se pěstují ve všech výrobních oblastech a hrají významnou roli ve výživě člověka, hospodářských zvířat i v průmyslu. Dle AGRÁRNÍ KOMORY ČR jsou k 31. květnu 2016 obiloviny v ČR pěstovány na 54,9 % orné půdy, což činí 3 489 tis. ha, z toho nejrozšířenější je pšenice ozimá, která je osetá až na 32,8 % celkové osevní plochy. Okopaniny tvoří 3,4 % a olejniny 19,1 %. [1]

Sklizeň zrnin si dnes prakticky nelze představit bez sklízecích mlátiček, které zajišťují nejjednodušší a nejspolehlivější známý způsob sklizně. Výrobci sklízecích mlátiček kladou s narůstajícími výnosy důraz na výkonnost sklízecích mlátiček. Snahou výrobců je také minimalizace sklizňových ztrát a provozních nákladů stroje.

Zvyšování výkonností sklízecích strojů bylo v minulosti řešeno zvětšováním mláticích a separačních ústrojí. Zvětšovat však nelze donekonečna kvůli přepravní velikosti, dnes jdou výrobci cestou zdokonalováním jednotlivých pracovních ústrojí, tím se zvyšuje účinnost a výkonnost jednotlivých součástí.

Vývoj se posouvá dvěma hlavními směry. Jedním směrem je vývoj tangenciálního mláticího ústrojí, které je na našem území nejrozšířenější. Dalším směrem je vývoj axiálního mláticího ústrojí. [2]

Jeden z hlavních světových výrobců sklízecích mlátiček je firma Claas, která vyrábí dva odlišné způsoby provedení mláticího ústrojí. Jeden z nabízených strojů je na obrázku 1.



Obrázek 1 Sklízecí mlátička CLAAS [3]

2. Literární přehled

2.1. Sklizeň zrnin

Mezi zrniny řadíme všechny plodiny sklízené na semeno včetně luskovin, trav, jetelovin, zeleniny apod. Při sklizni získáváme jak zrno, které zpravidla hned odvážíme na další zpracování nebo k uskladnění, tak i slámu, která se může ponechat nějaký čas na pozemku s ohledem na další práce jako například podmítka.

Sklizeň dělíme:

2.1.1. Přímá sklizeň (jednofázová)

Stojaté plodiny se sklízí zpravidla v plné zralosti sklízecími mlátičkami. Jedná se o nejefektivnější způsob sklizně a nejideálnější způsob s ohledem na počasí, jelikož i po zmoknutí porost poměrně dobře usychá. Při nerovnoměrném zrání plodiny se může porost chemicky upravit desikanty. U obilovin však desikace není třeba, využívá se spíše u jetelovin, luskovin, olejnin.

2.1.2. Dělená sklizeň (dvoufázová)

Plodiny se sečou žacíím strojem ve žluté zralosti a ukládají se na řádek. Na řádku se nechá hmota dozrát 2-5 dní do technologické (plné) zralosti. Zralý porost se sklízí sklízecí mlátičkou se sběracím ústrojím. [4]

2.2. Historie sklízecích mlátiček

Ruční cepové mlácení bylo velmi pracné a proto se hledal způsob jak ho zjednodušit. Prvním pokusem bylo pohánění cepů vodními koly, které vystřídalo mlácení na stacionárních mlátičkách. Princip mlátiček spočíval v otáčení se bubnu v pevném plášti (lubu). Konstrukce mlátiček se dělila dle určení. Mlátící ústrojí těchto mlátiček se dělilo na lištové nebo zubové. [5]

Vynález prvního mlátící ústrojí pochází z roku 1786, kde byl pracovním orgánem rychle rotující buben s lištami. Důležitým v této oblasti se stal také vynález vytřásadel ve 40. letech 19. století. Spojením mlátičky s žacíím ústrojím vzniká na přelomu 19. a 20. století první sklízecí mlátička.

Před 2. světovou válkou se hlavně z ekonomických důvodů využívalo tažených sklízecích mlátiček. [2]

2.3. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

- Sklízecí mlátičky jsou určeny pro sklizeň obilovin, olejnin, luskovin, trav, jetelovin a dalších zrnin. Aby bylo možné sklízet co nejvíce možných zrnin, je třeba možnost výměny sklízecích adaptérů (sběrač pro dvoufázovou sklizeň, obilní adaptér, kukuřičný adaptér apod.).
- Stroje by měly spolehlivě sklídit stojaté i polehlé obiloviny. Vlhkost sklizeného zrna je do 30 % a vlhkost slámy do 40 %.
- Výška strniště musí být rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm.
- Celkové sklizňové ztráty při přímé sklizni by měly být maximálně 1,5 % z výnosu (žací stůl max. 0,5 % a mlátička max. 1%). Při sklizni dělené jsou povoleny ztráty do 2 % (0,5 % shrnovač píce, 0,5 % sběrací ústrojí, 1 % mlátička).
- Poškození zrna mlátičkou nesmí převyšovat 3 %. Obsah příměsí a nečistot do 3 %.
- Musí být zajištěno perfektní drcení slámy a rozptyl v celé šířce záběru nebo ukládání slámy na řádek o maximální šířce 18 cm.
- Průchodnosti standartních mlátiček bývá 8–20 kg hmoty za 1 s. Záběry žacích stolů sklízecích mlátiček dosahuje až 14 m a objem zásobníků zrna až 14 m³.
- Motory sklízecích mlátiček dosahují výkonu až 450 kW.
- Pro spolehlivou práci je třeba plynulá změna pracovní rychlosti od 1 do 10 km·h⁻¹. Svahová dostupnost až 12°.
- Tlak na půdu musí být co nejmenší, udává se maximální hranice 0,15 MPa.
- Sklízecí mlátičky musí vybaveny těmito prvky automatizace pro zkvalitnění sklizně: ztrátoměry za separátory a čistidly, indikátory poklesu otáček na hlavních hřídelích.

- dalším dovybavením sklízecích mlátiček je docíleno zkvalitnění a pohodlnější sklizně, mezi možnostmi výbavy by neměl chybět počítač hektarů, automatické navádění na obilní stěnu nebo na navigační systém, automatická regulace rychlosti dle sklizňových ztrát, mapování výnosu apod,
- sklízecí mlátičky musí vyhovovat všem bezpečnostním předpisům a předpisům o provozu na pozemních komunikacích,
- stroje musí pracovat co nejefektivněji s co největší provozní spolehlivostí,
- obsluhu stroje musí zvládnout jeden pracovník. [6]

2.4. Rozdělení sklízecích mlátiček

V současné době jsou nejvíce rozšířené sklízecí mlátičky typu T, kde je žací ústrojí umístěno před sklízecí mlátičkou. Dělič oddělí pás neposečené hmoty, kterou následně přiháněč přikloní k žacímu ústrojí, který porost seče. Posečený porost je v žací liště dopravován ze stran do středu, kde mění svůj pohyb na rovnoměrný ke směru jízdy a vstupuje šikmým dopravníkem do mláticího ústrojí. Zde se vymlátí část zrna, které včetně drobných příměsí postupuje do čistícího zařízení, kde by mělo dojít k vymláčení cca 80% zrna, které propadá s klasy a plevami košem na vynášecí zařízení a postupuje do čistidla. Zrno, které nevymlátilo mláticí ústrojí vymlátí separační ústrojí, odkud propadává opět do čistícího zařízení.

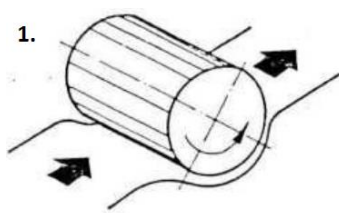
Sklízecí mlátičky rozdělujeme dle těchto kritérií:

2.4.1. Dle způsobu získávání semenné hmoty:

- žací – sečou porost přímo žacím ústrojím,
- sběrací sbírají porost z řádku sběracím ústrojím.

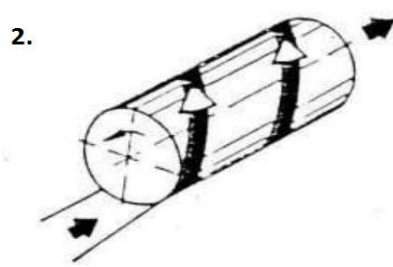
2.4.2. Dle provedení mláticího ústrojí:

- tangenciální – s jedním bubnem (na obrázku 2) nebo s více bubny,



Obrázek 2 Tangenciální mláticí ústrojí [7]

- axiální – s jedním nebo dvěma bubny, plní zároveň mlátící i separační funkci. Postup materiálu je naznačen na obrázku 3.



Obrázek 3 Axiální mlátící ústrojí [7]

2.4.3. Dle provedení separačního ústrojí:

- vytrásadlové – vytrásadla uložené na dvou klikových hřídelích, jsou složeny ze 4 až 6 vytrásadel, mohou být doplněny čechrači,
- bubnové tangenciální,
- bubnové axiální – zpravidla dva bubny s lopatkami, které se otáčí,
- kombinované.

2.4.4. Dle svahové dostupnosti:

- standardní – mají svahovou dostupnost do 8°,
- standardní se svahovou úpravou – svahová dostupnost do 12°,
- svahové – svahová dostupnost až 20°, zástupce firmy Laverda je vidět na obrázku 4.



Obrázek 4 Svahová sklízecí mlátička LAVERDA [8]

2.5. Hlavní části sklízecí mlátičky

Obecné složení sklízecí mlátičky:

- sklízecí adaptér,
- šikmý dopravník,
- mláticí ústrojí,
- separační ústrojí,
- čistidlo,
- dopravníky (zrnový, kláskový),
- zásobník zrna,
- drtič slámy a rozmetač plev,
- motor s příslušenstvím,
- rám s kabinou,
- pohony (převodovky, řemeny).

2.5.1. Vyměnitelné sklízecí ústrojí – adaptér

Připojují se k základní jednotce – sklízecí mlátička, která má mláticí a separační ústrojí, čistící ústrojí, zásobník na zrno, motor apod. Pohon může být řešen pomocí klínového řemene, který může částečně sloužit jako pojistná spojka nebo pomocí řetězového převodu, který musí být doplněn třecí spojkou nebo jiným zařízením proti přetížení. Pohon přihraněče se v současnosti řeší hydromotory, s tím je spojená jednoduchá a rychlá regulace otáček pomocí průtoku oleje.

Žací adaptéry sklízecích mlátiček mají za úkol posekat porost a s co nejmenšími ztrátami jej dopravit k šikmému dopravníku. [2]

Adaptéry dělíme podle způsobu sklizně sklizených plodin na:

- žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin,



Obrázek 5 Obilní žací ústrojí

- žací ústrojí pro sklizeň řepky –obvykle řešeno přestavbou obilního žacího ústrojí,



Obrázek 6 Řepkové žací ústrojí

- jednoduché nebo rozšířené bubnové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň obilovin,



Obrázek 7 Bubnové sběrací ústrojí

- odlamovací adaptéry na sklizeň kukuřice na zrno,



Obrázek 8 Kukuřičný adaptér

- žací ústrojí na sklizeň slunečnice,



Obrázek 9 Adaptér pro sklizeň slunečnice

- univerzální žací ústrojí s pracovním dopravníkem,



Obrázek 10 Univerzální žací ústrojí s dopravníkem

- žací ústrojí Claas Vario,



Obrázek 11 Žací ústrojí Vario

- dopravníkové svěrací ústrojí pro dělenou sklizeň krátkostébelnatých a snadno vypadávajících plodin (krátkých obiloviny, trav a luskovin). [9]

Žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin na obrázku 5 je zpravidla tvořeno pasivními děliči, přiháněčem, paralelogramovým mechanismem, žací lištou (prstovou řídkou, jednoproběhovou nebo přeběhovou), příčným šnekovým průběžným dopravníkem s vkládacími prsty, pohonů a rámu s žacím stolem. [5]

Pohon kosa žacích adaptérů je dnes řešen z důvodu velkého množství kmitů a značného namáhání většinou planetovým převodem v uzavřené skříně s olejovou náplní. Frekvence řezů kosa se pohybují mezi 1 020 a 1220 řezů za minutu. [2]

Sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň na obrázku 7 se dělí na bubnové sběrací ústrojí s vodící dráhou a pružnými prsty ke sběru nařádkovaných obilnin a na dopravníkové svěrací ústrojí určené ke sběru nařádkovaných krátkostébelnatých a lehce vypadávajících plodin. [5]

2.5.2. Šikmý dopravník

Šikmý dopravník má za úkol dopravovat materiál od sklízecího adaptéru k mláticímu ústrojí. Součástí šikmého dopravníku je zavěšení sklízecího adaptéru, jehož součástí je zařízení pro kopírování terénu (podélné nebo podélné i příčné). Konstrukce šikmého dopravníku je stejná téměř u všech výrobců. Ve většině případů se liší pouze rozměry. Šikmý dopravník sklízecích mlátiček s axiálním mláticím ústrojím je zpravidla kratší a celkově menší.

2.5.3. Mlátící ústrojí

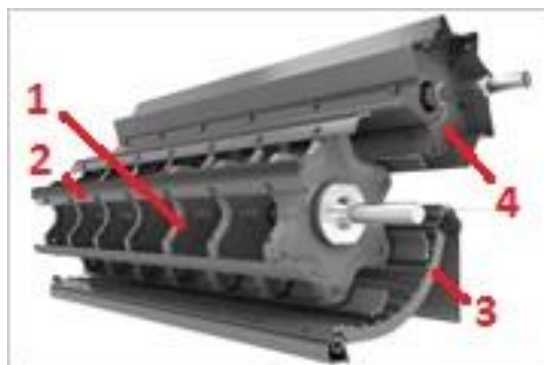
Mlátící ústrojí navazuje na šikmý dopravník a má za úkol uvolnit zrno z klasů, lat a palic přičemž ho ale nesmí poškodit. Dalším úkolem mlátícího ústrojí je rozrušení slámy a plevelů. Materiál se zde rozdělí na tzv. hrubý omlat, který je dopravován do separačního ústrojí a jemný omlat, který propadává mezerami v koši a následně je vynášen do čistícího ústrojí. Mlátící ústrojí má oddělit co největší množství jemného omlatu, to je však omezeno plochou koše. Klasické jednobubnové mlátící ústrojí je schopno oddělit maximálně 70 % jemného omlatu. Z tohoto důvodu se začalo používat vícebubnové mlátící ústrojí. [5]

Mlátící ústrojí je rozděleno podle průchodu hmoty k ose rotace mlátícího bubnu na tangenciální mlátící ústrojí a axiální mlátící ústrojí.

Tangenciální mlátící ústrojí

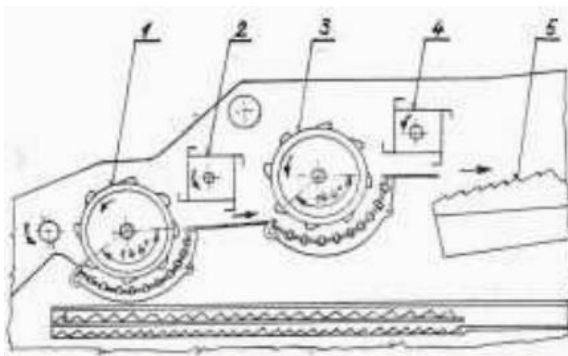
Osa rotace mlátícího bubnu je kolmá ke směru pohybu materiálu.

Nejčastějším provedením tohoto typu je mlátkové mlátící ústrojí na obrázku 12, které má buben (1) osazený po celém obvodu mlátícími lištami (2) se zářezy pro lepší mlácení zrna. Lišty mají zářezy jak na levou, tak na pravou stranu, aby nedocházelo k jednosměrnému pohybu materiálu. Pod mlátícím bubnem se nachází mlátící koš (3) tvořen ocelovými lištami a pruty mezi kterými prodává jemný omlat. Odmítací buben (4) slouží k lepšímu pohybu hmoty do separačního ústrojí. Mnoho výrobců jej doplňuje o prstový separační buben s vlastním košem, který je umístěný za odmítacím bubnem a slouží ke zvýšení separace a odlehčení vytřásadel.



Obrázek 12 Tangenciální mlátící ústrojí [10]

Dvourotorové tangenciální mlatkové ústrojí na obrázku 13 se poprvé objevilo v 60. letech minulého století v Sovětském svazu, v dnešní době není příliš rozšířené. Skládá se ze dvou mlatkových bubnů (1, 3) a dvou odmítacích bubnů (2, 4). [6]

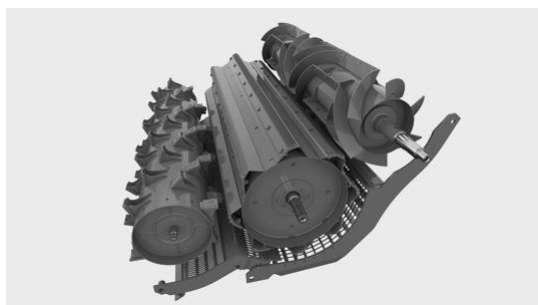


Obrázek 13 Dvourotorové tangenciální mlátící ústrojí [7]

APS systém Claas na obrázku 14 je obdoba mlatkového tangenciálního ústrojí, je však doplněno o urychlovací buben, který zrychluje vcházející hmotu ze $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ až na $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Urychlovací buben zajišťuje lepší rozprostření hmoty a je schopen vymlátit až 30 % zrna, dochází tak ke značnému odlehčení hlavního mlátícího bubnu. Výrobce uvádí, že má systém APS až o 20 % vyšší výkon při stejné spotřebě PHM. [11]

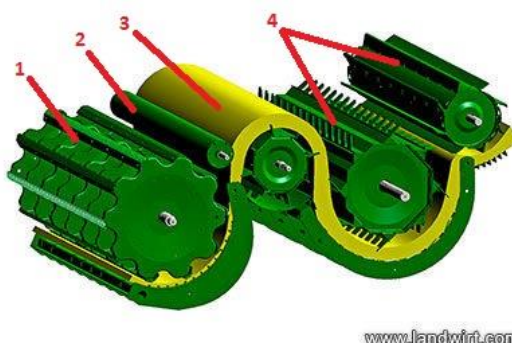
Pohon urychlovacího, mlátícího i odmítacího bubnu je řešeno přes centrální variátor, je tak zajištěna synchronizace otáček všech bubnů. Nastavení mlátícího koše je řešeno pomocí hydrauliky. Je tak možnost jednoduchého nastavení koše z kabiny řidiče. Díky hydraulické pojistce je tak minimalizováno riziko poškození koše vniknutím nežádoucích předmětů nebo zacpání mlátičky hmotou.

Obdobu tohoto mlátícího ústrojí s urychlovacím bubnem vyrábí i Finský výrobce sklízecích mlátiček Sampo nebo výrobce Gomselmaš. [7]



Obrázek 14 Mlátící ústrojí CLAAS APS [12]

Pětibubnový mláticí mechanismus firmy John Deere na obrázku 15 je dalším provedením vícebubnové mlátičky. Hmota postupuje přes hlavní mláticí buben (1) pomocí odmítacího (2) a třecího bubnu (3) ke dvojici separačních bubnů (4). [13]



Obrázek 15 Pětibubnový mláticí mechanismus JD T [14]

Hřbové mláticí ústrojí na obrázku 16 je obdoba mlatkového tangenciálního ústrojí. Místo mláticích lišt jsou zde hřeby, které při otáčení zapadají do mezer v koši. V našich podmínkách se nepoužívá. Objevilo se například u sklízecích mlátiček Kolos pro sklizeň rýže. [6]



Obrázek 16 Hřbové mláticí ústrojí [7]

Axiální mláticí ústrojí

Výrazně se liší od tangenciálních mláticích. Hlavní rozdíl je, že zde materiál postupuje ve směru osy otáčení bubnu. Je tvořeno jedním nebo dvěma rotory, které mají mláticí a separační část. Otáčky mláticího a separačního bubnu jsou stejné.

Jednorotorové podélné na obrázku 17 mlátící ústrojí je tvořeno bubnem, který je dále dle funkce rozdělen na tyto jednotlivé části:

Část vkládací (1), která navazuje na šikmý dopravník a je tvořena zpravidla rotorem ve tvaru šroubovice nebo lopatkami, slouží k rovnoměrnému rozložení materiálu. Může být tvořena i tangenciálně uloženým bubnem.

Část mlátící (2) navazuje na část vkládací a má po celém obvodu bubnu šroubovitě připevněné mlatky nebo mlátící lišty.

Mlátící část vyústí v část separační (3), ve které jsou na rotoru připevněny separační lišty.

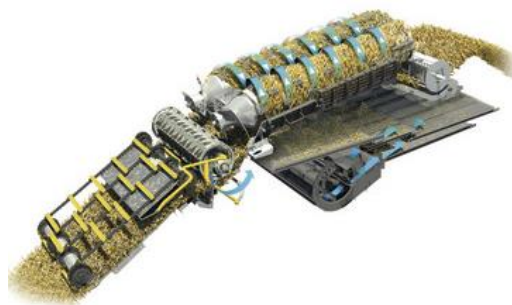
Koš opásá rotor v celé délce i obvodu. Vnitřní strana rotoru je opatřena vodíci lištami pro usměrňování materiálu. Je rozdělen na separační pláště (mlátící, separační). [2]



Obrázek 17 Axiální mlátící ústrojí CASE [15]

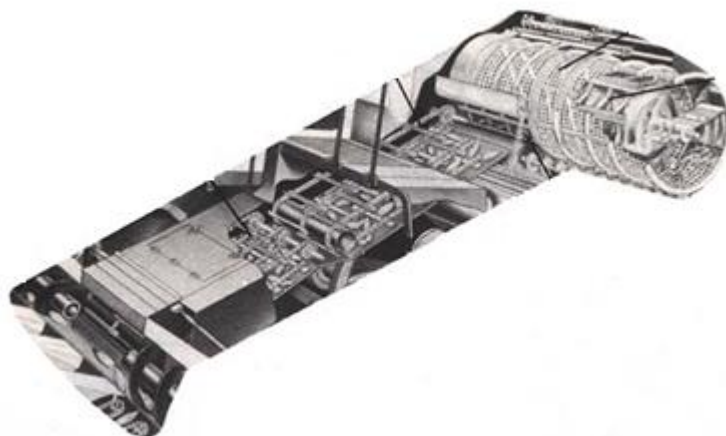
Jednorotorové axiální ústrojí Rostselmash je obdobou již popisovaného jednorotorového mlátícího ústrojí, je však doplněno rotačním košem, který se otáčí proti směru otáčení bubnu (tzv. zvýšená separace).

Dvourotorové podélné mláticí ústrojí na obrázku 18 se skládá ze dvou proti sobě otáčejících se rotorů. Rotory se nijak výrazně neliší od jednobubnového mláticího ústrojí popsaného výše. V přední části je tangenciálně umístěný vkládací buben, který slouží k rovnoměrnému rozprostření materiálu do obou bubnů. V zadní části pak může být tangenciálně uložený rotační separátor, který zvyšuje separaci a usměrňuje materiál do drtiče



Obrázek 18 Dvourotorové mláticí ústrojí NEW HOLLAND CR

Axiální příčné mláticí ústrojí na obrázku 19 má mláticí buben uložen kolmo na směr jízdy, materiál však postupuje rovnoběžně s osou otáčení. Poprvé se objevil v roce 1978 u sklízecích mlátiček Gleaner. Andrea Johnson (2011) uvádí, že výrobce Gleaner tuto konstrukci mláticího ústrojí stále používá. [19]



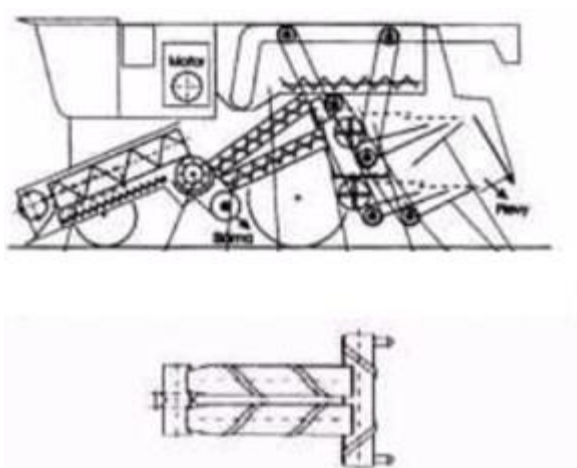
Obrázek 19 Axiální příčné mláticí ústrojí GLEANER [20]

Podobnou konstrukci mláticího ústrojí s příčně uloženým axiálním bubnem vyráběla v druhé polovině osmdesátých let Italská firma Laverda – Fiatagri. Tato firma použila příčné mláticí ústrojí s kolmou osou rotace ke směru jízdy hned za žacím stolem místo šikmého dopravníku.



Obrázek 10 Axiální příčné mláticí ústrojí LAVERDA-FIATAGRI [22]

Dvourotorové axiální mláticí ústrojí MDW na obrázku 21 představila firma v devadesátých letech na sklízecí mlátičce Arcus, která měla dva axiální mláticí bubny uložené rovnoběžně se směrem jízdy, místo šikmého dopravníku. Za rotory se nacházel příčně uložený rotační separátor, který posouval materiál od středu do stran.



Obrázek 11 Axiální mláticí ústrojí MDW ARCUS [22]

2.5.4. Separáční ústrojí

Do separáčního ústrojí přichází hrubý omlat z mláticího ústrojí. Úkolem separátoru je oddělit z něj jemný omlat a dopravit ho do čistidla, slámu pak dopravuje do drtiče nebo ven z mlátičky.

Dle konstrukce se separační ústrojí dělí na:

- Klávesové (vytrásadlové)
- Rotační (axiální a tangenciální)
- Kombinované (hybridní)

Vytrásadlové separátory

Podle šířky se používají separátory se 4 až 6 klávesami, které mají 3 až 6 stupňů. Stupňovitá vytrásadla napomáhají toku slámy, jsou řešeny hřebeny a lištami. Uloženy jsou na zpravidla na dvojici klikových hřídelí. Dno vytrásadel tvoří síta, kterými propadává jemný omlat do čistícího ústrojí. Separací plocha se u vytrásadlových sklízecích mlátiček pohybuje v rozpětí 4,5 až 8 m². [2]

Pro zvýšení výkonu separace se umísťují nad vytrásadla čechrače. Čechrače jsou řešeny většinou jako buben s výsuvnými prsty, který vidíme na obrázku 22. Dalším řešením mohou být také kývavé čechrače. Díky čechračům je docíleno nakypření slámy, ztenčení vrstvy na vytrásadlech a rozdužení plevelů a vlhké slámy. [11]

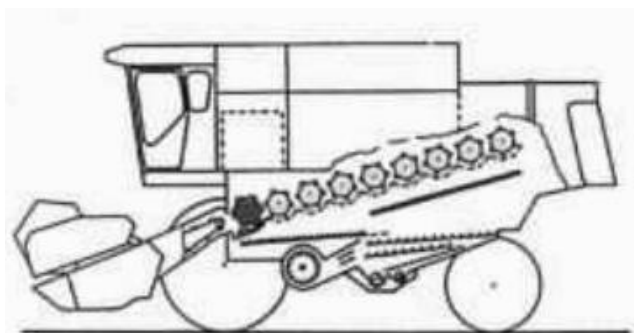


Obrázek 12 Vytrásadlový separátor CLAAS [21]

Rotační tangenciální separátory

Používají se u hybridních mlátiček, osa rotace separátorů je stejná jako osa rotace mlátícího bubnu. Toto provedení separátorů není příliš citlivé na naklonění sklízecí mlátičky jako vytrásadlové separátory.

Bubny jsou umístěny vedle sebe a v celé délce je pod nimi umístěno separační síto, kterým propadává jemný omlat do čistidla. Bubny hrubý omlat natřásají a mají dobrý dopravní účinek, poradí si proto dobře i s vlhkým porostem.

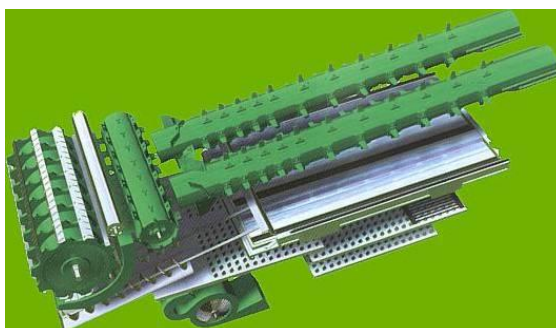


Obrázek 13 Rotační tangenciální separátor CLAAS COMMANDOR [7]

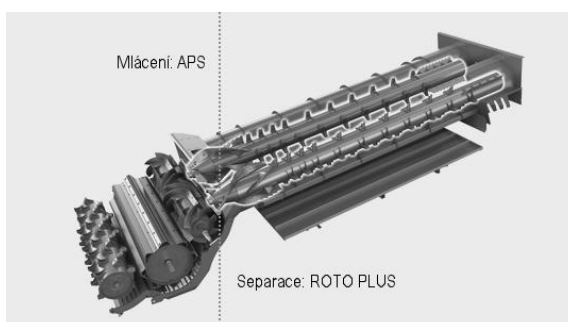
Rotační axiální separátory

Jedná se o další provedení hybridních sklízecích mlátiček. Skládají se nejčastěji ze dvou axiálně uložených rotorů, které v celém obvodu opásá pevný síťový plášť. Axiální separátory jsou často doplněny tangenciálním vkládacím bubnem. Separátory této konstrukce nejsou náchylné na naklonění mlátičky. [2]

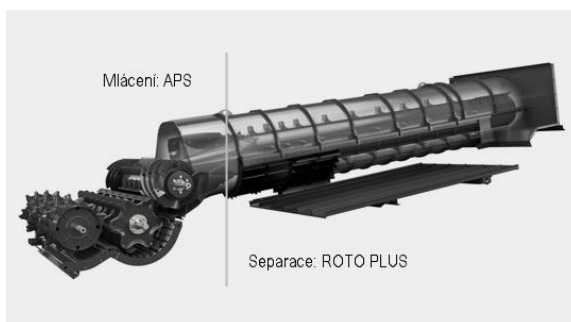
Konstrukce rotorů se liší podle výrobců: John Deere používá dvojici rotorů se šroubovitě uloženými lopatkami na obrázku 24 [13], Firma Claas používá u modelů Lexion 740-780 dva rotory z ozubených šroubovic na obrázku 25 u hybridních mlátiček Tucano je použit jeden rotor s ozubenou šroubovicí na obrázku 26. [22]



Obrázek 14 Axiální separátory JOHN DEERE S [23]



Obrázek 15 Axiální separátory CLAAS LEXION [12]



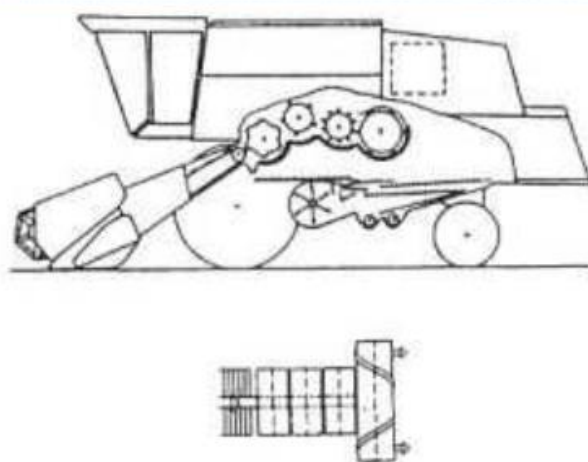
Obrázek 16 Axiální separátor CLAAS TUCANO [24]

Kombinované separátory

Jedná se o kombinaci tangenciálních a axiálních separátorů s osou rotace kolmou na pohyb materiálu. Na mlátičí ústrojí navazují tangenciální separátory, které dopravují hrubý omlat k axiálnímu rotoru uloženému kolmo na směr jízdy, ten posunuje materiál do stran, kde ho odebírají odmítací bubny. Toto provedení se vyskytovalo na sklízecích mlátičkách New Holland TF na obrázku 28. [22]



Obrázek 17 Kombinovaný separátor [25]



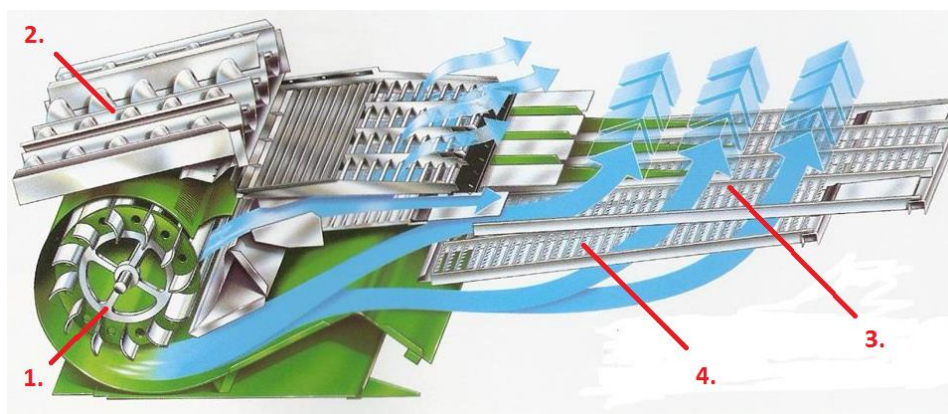
Obrázek 18 NEW HOLLAND TF s kombinovaným separátorem [22]

2.5.5. Čistidlo

Čistící mechanismus sklízecích mlátiček má za úkol oddělit z jemného omlatu zrno od nežádoucích příměsí. Většina jemného omlatu propadne mlátícím košem, zbytek jemného omlatu má za úkol oddělit od hrubého omlatu separační ústrojí. Jemný omlat se skládá ze zrna a příměsí, kterých nesmí být více než 50 %. Čistící mechanismy plní důležitou a složitou práci v procesu sklizně zrnin, jelikož se podle vlhkosti, zaplevelení porostu, výnosu, slamatosti apod. mění složení jemného omlatu. Čistota zrna by měla být nejméně 97 %. [6]

Princip čištění zrna je dnes prakticky stejný u sklízecích mlátiček všech výrobců, používá se většinou čištění pomocí proudu vzduchu s kombinací čištění na sítích [2]

Čistící mechanismus sklízecích mlátiček na obrázku 29 se obecně skládá ze vzduchové části (1), části dopravní - vynášecí desky, vynášecí šneky (2) a sítové skříně , která se skládá z úhrabečného síta (3) a zrnového síta(4). [6]



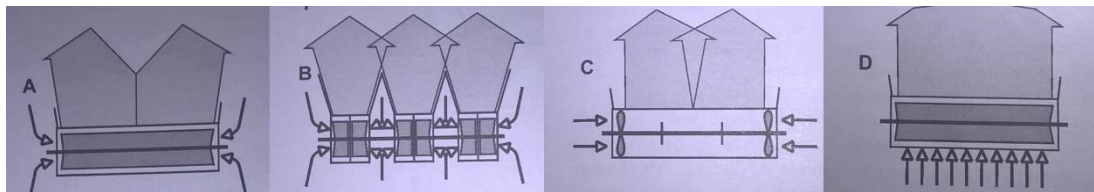
Obrázek 19 Čistidlo JOHN DEERE STS: 1-vzduchová část, 2-dopravní část, 3-úhrabečné síto, 4-zrnové síto [26]

Vzduchová část

Je tvořena ventilátorem, který tlačí proud vzduchu potrubím do sítové skříně. [6]

U starších konstrukcí se používaly jednoduché lopátkové radiální ventilátory (A), ty ale nesplňovaly požadavky na množství vzduchu, proto se začaly používat vícedílné radiální ventilátory (B), které jsou obdobou jednoduchých ventilátorů, jsou však dělené, poskládané za sebe, tím pádem je docíleno vyšší nasávací schopnosti. Další používanou konstrukcí ventilátorů je axiální ventilátor (C), který nasává vzduch

z obou stran a následně je pomocí lopatek usměrňován na střed. Poslední užívanou konstrukcí ventilátorů u sklízecích mlátiček je ventilátor diametrální (D). [2]



Obrázek 20 Rozdělení ventilátorů [6]

Vynášecí mechanismus

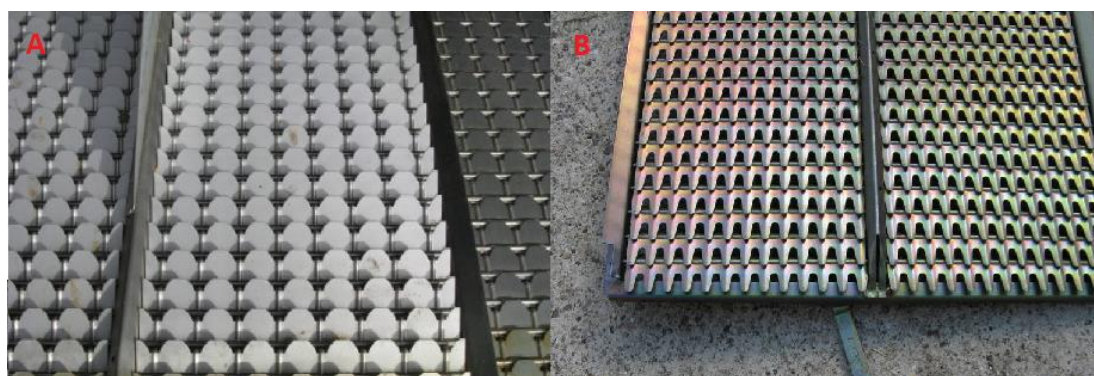
Dopravní část je před sítovou skříňí na obrázku 29, tedy pod mláticím košem a navazuje na horní úhrabečné síto. Tvoří ji většinou stupňovitá vynášecí deska nebo soustava vynášecích šneků, které dopravují jemný omlat na sítovou skříň.

Sítová skříň

Jak vidíme na obrázku 29, skládá se z horního úhrabečného síta a spodního zrnového síta. Horní úhrabečné síto je často prodlouženo o klasový nástavec.

U starších konstrukčních provedení se používala výměnná síta s lisovanými otvory, dnes se používají převážně stavitelná žaluziová síta. [6]

Firma Claas nabízí u konstrukce APS Hybrid systém za příplatek tzv. lichoběžníková síta TM 6 na obrázku 31, která mají větší čistící výkon a jsou schopná zachytit větší poměr úlomků slámy oproti klasickým žaluziovým sítům. [12]



Obrázek 21 Síta: A – Lichoběžníkové síto CLAAS TM6 [27], B – Klasické žaluziové síto [28]

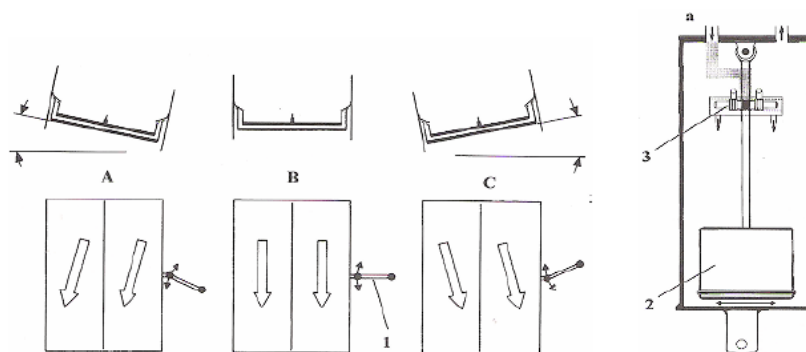
Pro správné fungování čistícího mechanismu je důležitá jeho vodorovná poloha. Důležitá je především jeho poloha v příčném směru, jelikož při naklonění zaplněné sítové skříňe dochází k posunu materiálu na jednu stranu a tím značnému poklesu účinnosti. Z tohoto důvodu používají výrobci sklízecích mlátiček různé

způsoby kompenzace příčného i vodorovného naklonění sítové skříně. Jedním z provedení eliminace tohoto naklání je svahové vyrovnání celé sklízecí mlátičky - tzv. svahové sklízecí mlátičky (obrázek 4).

Může být použito naklání čistidla, k tomu však musí být přizpůsobena jeho konstrukce i konstrukce sklízecí mlátičky. Firma New Holland používala v 90. letech příčné naklání čistícího mechanismu v rámu sklízecí mlátičky. Obdobu tohoto systému používala i firma Deutz Fahr s tím rozdílem, že používali dělená síta a naklápěla se obě poloviny nezávisle na sobě (systém HC).

Claas 3D systém

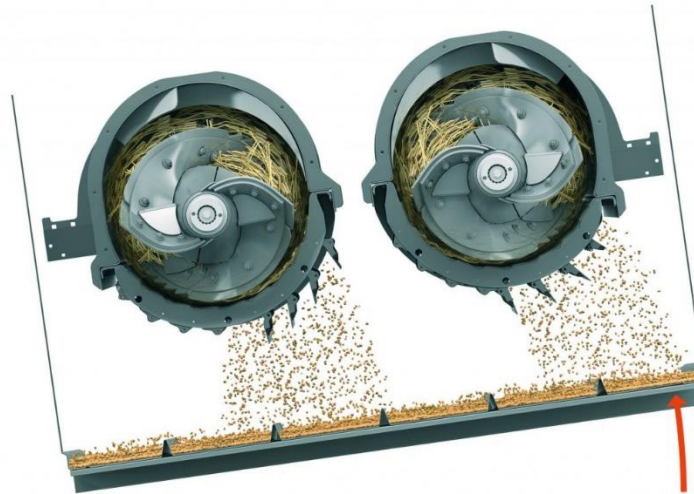
Jedná se o další systém kompenzace příčného naklonění sítové skříně. U tohoto systému nedochází k žádnému naklání sít, ale pomocí bočního závěsu je zajištěno, že se síta nepohybují jen ve dvou rovinách, ale v rovinách třech. To znamená, že při jízdě po svahu s příčným nakloněním sklízecí mlátičky, se pomocí klikového mechanismu pohybují síta jak ve směru sklízecí mlátičky, ale částečně také proti svahu. Tím je zajištěno rovnoměrné rozprostření jemného omlatu na sítěch a dodržení správné funkce čistidla. Firma Claas uvádí, že systém 3D je schopný takto kompenzovat příčný náklon sklízecí mlátičky až do 20%. [2]



Obrázek 22 kompenzace příčného náklonu CLAAS 3D SYSTÉM [6]

Claas 4D systém

U rotorových sklízecích mlátiček je systém 3D vylepšen o spolupráci s klapkami na rotorech tzv. 4D systém. U tohoto systému se při jízdě na svahu zavírají a otvírají některé z usměrňovacích klapek na separačních rotorech. [29]



Obrázek 23 kompenzace příčného náklonu CLAAS 4D SYSTÉM [29]

2.5.6. Zásobník zrna

V dnešní době dosahuje objem až 12 500 l. Plnění samotného zásobníku probíhá zpravidla pomocí šikmo uloženého šnekového dopravníku.

2.5.7. Drtič slámy

Separační ústrojí zajišťuje mimo separace hrubého omlatu dopravu slámy do drtiče, ten slámu drtí a rovnoměrně rozhazuje po záhonu.

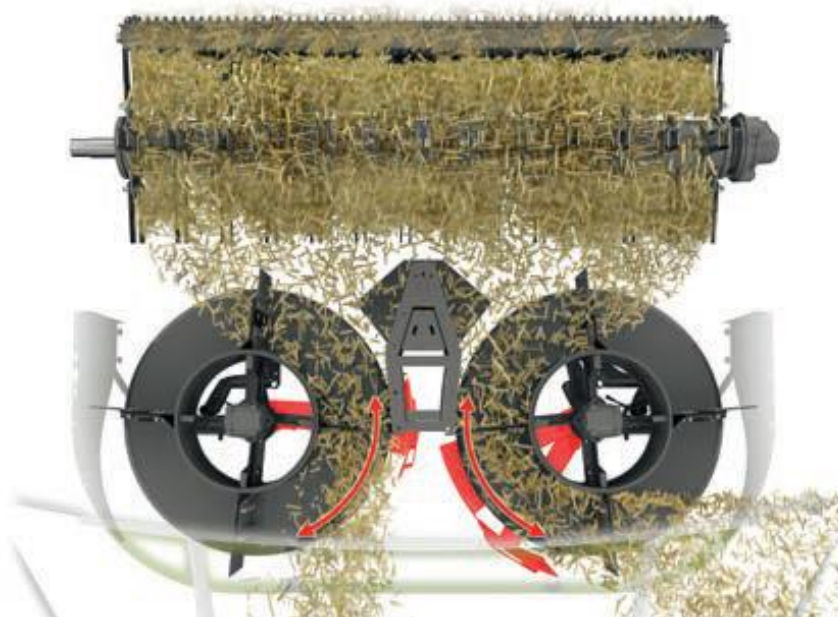
Special CUT II

Jedná se o systém řezačky slámy od firmy Claas, používaný na hybridních mlátičkách Lexion. Skládá se z rotoru, na kterém jsou těsně vedle sebe umístěné oboustranně broušené nože. [12]



Obrázek 24 Systém řezání slámy CLAAS SPECIAL CUT II [12]

Rozhoz slámy po pozemku zajišťuje u sklízecích mlátiček Claas s hybridním mlácením radiální rozhazovač. Jedná se dva protisměrně otáčející se rotory, které zachytí řezanou slámu a rozhazují ji rovnoměrně po pozemku. Šířku rozhozu je možné nastavovat v systému CEBIS, který je pomocí naklápění klapky schopen eliminovat boční vítr nebo jízdu po svahu a zaručí tak za těchto podmínek, rovnoměrný rozhoz. [12]



Obrázek 25 Radiální rozhazovač slámy CLAAS [12]

3. Cíl práce

Hlavním cílem práce je porovnání činnosti, kvality práce a jednoduché ekonomické hodnocení sklízecích mlátiček Claas Lexion 770 TT a Claas Lexion 670 ve sklizňové sezóně 2016. Jedná se tedy o hodnocení strojů s odlišným provedením mlátícího a separačního ústrojí při sklizni obilovin a řepky olejky ve srovnatelných podmínkách.

Práce je zaměřena především na: vliv sklizené plodiny na velikost ztrát, kvalitu drcení a rozmetání posklizňových zbytků, rozbor výkonností a spotřeby PHM.

K práci je doplněna: Stručná charakteristika zemědělských provozů, základní charakteristika majitelů sklízecích mlátiček, jednoduchým rozbořem investičních a provozních nákladů.

4. Metodika

4.1. Stanovení ztrát sklízecí mlátičky

Metodika pro zjišťování ztrát zrnin č. 28 byla vydána ÚVTIZ v roce 1977 a slučuje měřící metody.

4.2. Předsklizňové ztráty

Před zahájením sklizně se na pozemku minimálně 50 m od hranice záhonu ohraničí kontrolní plocha S_1 o rozměrech 1x1m. Z této ohraničené plochy se vysbírá všechno zrno včetně klasů a šesulí. Sesbírané zrno zvážíme včetně vymnutého zrna z klasů a dostaneme tak hmotnost m_k . Počet těchto měření záleží na velikosti pozemku, na 10 h provádíme alespoň 3 kontrolní měření. Pomocí hmotnosti zrna z kontrolní plochy S_1 a biologického výnosu se vypočítá podle vztahu (1) předsklizňové ztráty v procentech.

$$m_p = \frac{m_k}{m_b} 100 \quad (1)$$

m_p – procentuální vyjádření předsklizňových ztrát [%],

m_k – hmotnost zrna z kontrolní plochy S_1 , předsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$],

m_b – biologický výnos [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$].

4.3. Biologický výnos

Stanovuje se jako součet výnosu zrna m_z a hmotnosti zrna z kontrolní plochy m_k dle vztahu (2).

$$m_b = m_z + m_k \quad (2)$$

m_b – biologický výnos [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$],

m_z – výnos zrna [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$],

m_k – hmotnost zrna z kontrolní plochy S_1 , předsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$].

4.4. Sklizňové ztráty

Jedná se o ztráty, ke kterým dochází při samotné sklizni. Jejich výpočet slouží ke správnému nastavení sklízecí mlátičky, při kontrole výmlatu apod. Nejmenších sklizňových ztrát je možno dosáhnout za ideální zralosti, teda za plné zralosti. Po tomto stádiu zralosti začíná zrno z klasů samovolně vypadávat a dochází ke zvýšení ztrát. Sklizňové ztráty rozdělujeme na ztráty způsobené sklízecím adaptérem sklízecí mlátičky m_{za} a ztráty způsobené separačním a čistícím ústrojím m_s .

4.4.1. Ztráty způsobené sklízecím adaptérem (m_{za})

Při zaplnění sklízecího adaptéru se přeruší sklizeň a vyjede ze záběru adaptéru tak, aby posečená plocha nebyla pokryta slámou a plevami. Na této ploše určíme plochu S_3 o velikosti 1x1 m. Vysbíráme všechna zrna na této ploše a zvážíme je.

4.4.2. Ztráty způsobení separačním a čistícím ústrojím (m_s)

Určují se pomocí vzorku odebraného z plachty umístěné cca 1 m před hranu porostu. Délka plachy je odvozená od šířky záběru sklízecího adaptéru a šířka se vypočítá podle vztahu (3) tak, aby plocha S_2 byla rovna ploše 1 m². Sklízecí mlátička najede do porostu a přejeje přes vzorkovací plachtu, na kterou nalítá sláma a plevy společně se ztrátami, vysbírají se zrna, která se následně zváží.

$$\check{S} = \frac{S_2}{B_p} \quad (3)$$

\check{S} – šířka odběrné plachty [m],

S_2 – kontrolní plocha, odběrná plachta [m²],

B_p – záběr stroje [m].

Ztráty způsobené sklízecím adaptérem, čistícím a separačním ústrojím vypočteme pomocí vzorce (4).

$$m_{ko} = m_{za} + m_s \quad (4)$$

m_{ko} – ztráty způsobené adaptérem, čistícím a separačním ústrojím [kg.m⁻²],

m_{za} – ztráty vzniklé činností žacího adaptéru [kg.m⁻²],

m_s – ztráty na čistidlech a separačním ústrojí [kg.m⁻²].

4.4.3. Absolutní ztráty zrna

Vypočítají se pomocí hmotnosti ztrát sklízecím adaptérem a ztrát separačního a čistícího ústrojí podle vzorce (5).

$$Z_a = m_{ko} - m_k \quad (5)$$

Z_a – absolutní ztráty [kg.m⁻²],

m_{ko} – ztráty způsobené adaptérem, čistícím a separačním ústrojím [kg.m⁻²],

m_k – hmotnost zrna z kontrolní plochy S_1 , předsklizňové ztráty [kg.m⁻²].

4.4.4. Relativní ztráty (Z_{rz})

Určují se jako poměr mezi ztrátami sklízecím adaptérem, ztrátami čistícím a separačním ústrojím a výnosem zrna.

Výnos zrna m_z se určí pomocí vysečení plochy 1 m^2 v porostu a následné zvážení vydroleného zrna z posečené plochy. Relativní ztráty vypočítáme podle vztahu (6).

$$Z_{rz} = \frac{m_{ko}}{m_z} \cdot 100 \quad (6)$$

Z_{rz} – relativní ztráty [%],

m_{ko} – ztráty způsobené adaptérem, čistícím a separačním ústrojím [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$],

m_z – výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$].

4.4.5. Relativní ztráty sklízecí mlátičky

Pro tento výpočet je třeba znát hmotnosti ztrát způsobených sklízecím adaptérem, čistícím a separačním ústrojím, předsklizňových ztrát a výnosu zrna. Pomocí těchto výsledků a vztahu (7) lze vypočítat relativní ztráty sklízecí mlátičky.

$$Z_{rs} = \frac{Z_a}{m_z} \cdot 100 \quad (7)$$

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

Z_a – absolutní ztráty [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$],

m_z – výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$].

4.5. Zjišťování provozních parametrů sklízecí mlátičky

4.5.1. Průchodnost sklízecí mlátičky

Jedná se o hmotu, která přichází k mláticímu ústrojí za jednotku času. Značí se Q . Počítá se podle vztahu (8) z parametrů, které byly naměřeny během práce stroje.

$$Q = B_p \cdot V_p \cdot C_h \quad (8)$$

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

B_p – průměrný záběr stroje [m],

V_p – pojezdová rychlost [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

C_h – výnos hmoty [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$].

4.4.2. Výnos hmoty (C_h)

Výnos hmoty sklízecí mlátičky je jeden z nejdůležitějších parametrů pro hodnocení provozu. Měří se minimálně 50 m od hrany pozemku, aby bylo docíleno zaplnění mláticího ústrojí, po přejetí sklízecí mlátičky vytyčíme plochu 1x1m, sesbíráme hmotu a zvážíme. Měření provádíme minimálně 3x pro přesnější výpočet, který provádíme dle vztahu (9).

$$C_h = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} \quad (9)$$

C_h – výnos hmoty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$],

C_x – jednotlivá měření [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$].

4.4.3. Průměrný záběr stroje (B_p)

Určuje se na zkušební trati, která se vytyčí kolíky na několik částí dlouhých 20m. Kolíky jsou v dráze stroje 1m od hrany porostu. Od těchto značek se po průjezdu sklízecí mlátičky měří vzdálenost ke hraně porostu od které se odečte 1m dle vztahu (10). Průměrný záběr (B_p) se poté počítá dle vztahu (11).

$$x_1 = a_1 - 1 \quad (10)$$

x_1 – skutečný záběr žacího adaptéru při jednotlivých měřeních [m],

a_1 – vzdálenost značky od hrany porostu [m].

$$B_p = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad (11)$$

B_p – průměrný záběr stroje [m],

x_x – skutečný záběr, jednotlivá měření [m].

4.4.4. Pojezdová rychlost stroje (v_p)

Pomocí podílu dráhy a času se určí rychlost sklízecí mlátičky, protože rychloměry jsou jen orientační a mohou být nepřesné. Pro stanovení rychlosti se určí úsek dlouhý 100 m, při průjezdu sklízecí mlátičky tímto úsekem měříme čas a parametry zaneseme do vzorce (12).

$$V_p = \frac{s}{t} \quad (12)$$

V_p – pojezdová rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

s – délka dráhy [m],

t – čas jízdy [s].

4.5. Zjištění kvality drcení a rozptylu posklizňových zbytků

4.5.1. Určení kvality drcení

Kvalita drcení se získává ze vzorků, které se sbírají pomocí odběrné plachty dlouhé dle záběru stroje a rozdělené na 24 dílů. Šířka plachty se volí tak, aby její plocha byla 1 m². Plachta se umístí mezi nápravy stroje před zjetím do porostu, po projetí sklízecí mlátičky se posbírání sláma a rozdělí se do skupin dle velikosti částic (0-50 mm, 51-75 mm, 76-100 mm, 101-125 mm, 126-150 mm, 151 mm a výše). Jednotlivé skupiny zvážíme a podle vztahu (13) vypočítáme zastoupení každé velikostní skupiny.

$$K_d = \frac{m_{sk}}{m_c} \cdot 100 \quad (13)$$

K_d – kvalita drcení [%],

m_{sk} – hmotnost jednotlivých skupin [g],

m_c – celková hmotnost zachycených posklizňových zbytků [g].

4.5.2. Určení kvality rozptylu posklizňových zbytků

Odběrná plachta s posklizňovými zbytky se rozdělí na části po 50cm v celé šířce, které se označí D_1 až D_x . Jednotlivé vzorky se zváží a vypočítá se průměr z celého záběru. Určuje se také zastoupení v % na celkové množství posklizňových zbytků. Celé měření provádíme dvakrát a vypočte se podle vzorce (14).

$$R_x = \frac{D_x}{D_c} \quad (14)$$

R_x – procentuální zastoupení [%],

D_x – hmotnost oddílů [kg],

D_c – celková hmotnost[kg].

4.6. Stanovení spotřeby PHM

Před zahájením práce se nádrž stroje natankuje do plna a po posečení určité plochy se opět dotankuje do plna. Sledujeme množství paliva, které jsme dotankovali a podle vztahu (15) vypočteme spotřebu PHM.

$$n = \frac{V}{S} \quad (15)$$

n – průměrná spotřeba paliva [$l \cdot ha^{-1}$],

V – objem doplněného paliva [l],

S – sklizená plocha [ha].

4.7. Stanovení výkonností

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky se určí pomocí času T , za který stroj sklídí plochu S . Časy se měří v klasické pracovní směně, tedy 8 hodin a zaznamenají se do tabulek. Následně se počítají 4 různé výkonnosti:

4.7.1. Plošná efektivní výkonnost

Vypočítá se pomocí vztahu (16).

$$pW_1 = \frac{S}{T_1} \quad (16)$$

pW_1 – plošná výkonnost efektivní [$ha \cdot h^{-1}$],

S – sklizená plocha [ha],

T_1 – čas hlavní [h].

4.7.2. Plošná operativní výkonnost

Vypočítá se dle vztahu (17).

$$pW_{02} = \frac{S}{T_{02}} \quad (17)$$

pW_{02} – plošná výkonnost operativní [$ha \cdot h^{-1}$],

S – zpracovaná plocha [ha],

T_{02} – čas operativní [h].

4.7.3. Plošná produktivní výkonnost

Vypočítá se dle vztahu (18).

$$pW_{04} = \frac{S}{T_{04}} \quad (18)$$

pW_{04} – plošná produktivní výkonnost [$ha \cdot h^{-1}$],

S – zpracovaná plocha [ha],

T_{04} – čas produktivní [h].

4.7.4. Celková plošná výkonnost

Vypočítá se podle vztahu (19).

$$pW_{07} = \frac{S}{T_{07}} \quad (19)$$

pW_{07} – plošná výkonnost celková [$ha \cdot h^{-1}$],

S – zpracovaná plocha [ha],

T_{07} – čas provozní [h].

4.7.5. Rozdělení pracovních časů

Jednotlivé měření, pomocí kterých se určují parametry sklízecích mlátiček, obsahují několik rozdílných druhů časů. Pro výpočet výkonností bývají nejdůležitější součtové časy. Ty se rozdělují dle ČSN 470120 na:

T_1 – čas hlavní [h],

T_2 – čas vedlejší [h],

T_{21} – na otáčení [h],

T_{22} – na přejezdy po pracovišti [h],

T_{23} – na nakládku a vykládku [h],

T_{24} – na pomocné práce [h],

T_3 – čas na technickou údržbu, nastavení, seřízení [h],

T_4 – čas na závady [h],

T_{41} – funkční závady – ucpání [h],

T_{42} – technické – odstranitelné poruchy [h],

T_5 – čas na obsluhu [h],

T_6 – čas na nepracovní přejezdy mezi pracovišti, příprava pracoviště [h],

T_7 – čas prostojů zaviněné jiným strojem v lince [h],

T_8 – čas prostojů nesouvisejících se strojem – počasí, organizace práce [h].

Součtové časy:

Čas operativní se vypočítá podle vztahu (20),

$$\mathbf{T_{02}=T_1+T_2} \quad (20)$$

T_{02} – čas operativní [h],

T_1 – čas hlavní [h],

T_2 – čas vedlejší [h],

Čas produktivní se vypočítá podle vztahu (21),

$$\mathbf{T_{04}= T_{02} + T_3 + T_4} \quad (21)$$

T_{04} – čas produktivní [h],

T_{02} – čas operativní [h],

T_3 – čas na technickou údržbu, nastavení, seřízení [h],

T_4 – čas na závady [h].

Čas provozní se vypočítá dle vztahu (22), (22)

$$\mathbf{T_{07}=T_{04} + T_5 + T_6 + T_7}$$

T_{07} – čas provozní [h],

T_5 – čas na obsluhu [h],

T_6 – čas na přejezdy mezi pracovišti, příprava pracoviště [h],

T_7 – čas prostojů zaviněné jiným strojem v lince [h],

Čas nasazení = celkový čas se vypočítá dle vztahu (23),

$$\mathbf{T_{08}=T_{07} + T_8} \quad (23)$$

T_{08} – čas nasazení [h],

T_{07} – čas provozní [h],

T_8 – čas prostojů nesouvisejících se strojem [h].

4.8. Vliv vlhkosti na sklizeň

4.8.1. Vliv vlhkosti na množství ztrát

Pro správné určení vlivu vlhkosti na ztráty se musí provést minimálně dvě měření, které se provádí podle vztahu (7) obdobně jako relativní ztráty.

4.8.2. Vliv vlhkosti na drcení slámy

Odeberou se posklizňové zbytky z plochy S_2 a následně se třídí na jednotlivé skupiny podle velikosti částic (0–50 mm, 50–75 mm, 75–100 mm, 100–125 mm, 125–150 mm, nad 150 mm). Měření se musí provést minimálně dvakrát při rozdílné vlhkosti. Vliv vlhkosti se potom vypočítá podle vztahu (13).

4.8.3. Hodnocení vlivu vlhkosti na rozmetání posklizňových zbytků.

Provádí se stejně jako při určování kvality rozmetání posklizňových zbytků podle vzorce (14), jen s rozdílem, že se provádí více měření při rozdílných vlhkostech.

4.9. Ekonomické hodnocení provozu stroje

Ekonomické hodnocení provozu strojních linek spočívá ve sledování nákladů na provoz strojů. Do těchto nákladů se řadí dvě skupiny nákladů: náklady fixní a náklady variabilní.

4.9.1. Fixní náklady

Fixní náklady jsou náklady, které vznikají i když stroj nepracuje, jejich výše tedy nezávisí na ročním nasazení stroje, ale na zvolené době odpisů. Skládají se z nákladů na amortizaci, nákladů na uskladnění stroje, z nákladů na pojištění, nákladů zúročení a nákladů na daně. Roční fixní náklady se počítají podle vzorce (24).

$$N_f = rN_a(t) + rN_{hp} + rN_s \quad (24)$$

N_f – fixní náklady [Kč.rok⁻¹],

rN_a – náklady na amortizaci [Kč.rok⁻¹],

rN_{hp} – náklady na pojištění [Kč.rok⁻¹],

rN_s – náklady na garážování nebo uskladnění stroje [Kč.rok⁻¹].

Náklady na amortizaci

Počítají se z pořizovací ceny stroje, průměrného úbytku hodnoty za rok používání a zůstatkové tržní ceny. Náklady na amortizaci se počítají podle vzorce (25).

$$rN_a = \frac{C_s \cdot a_i}{100} \quad (25)$$

rN_a – náklady na amortizaci [Kč.rok⁻¹],

C_s – pořizovací cena stroje [Kč],

a_i – odpisová sazba [%].

Náklady na pojištění

Jejich výška je odvozena od zákonem danými předpisy a majitelem zvolenou pojišťovnou. Výpočet dle vzorce (26).

$$rN_{pr} = \frac{C_s \cdot p}{100} \quad (26)$$

rN_{pr} – Náklady na pojištění [Kč.rok⁻¹],

p – pojišťovací sazba [%],

C_s – pořizovací cena [Kč].

Náklady na parkování a uskladnění stroje

Vyjadřují se pomocí vztahu (27). Určují se dle velikosti stroje.

$$rN_s = (D + 1) \cdot (S + 1) \cdot rN_m^2 \quad (27)$$

rN_s – náklady na garážování nebo uskladnění stroje [Kč.rok⁻¹],

D – délka stroje [m],

S – šířka stroje [m],

rN_m^2 – roční náklady na jednotku skladovací plochy [Kč.rok⁻¹.m⁻²].

4.9.2. Variabilní náklady

Jsou přímo úměrné ročnímu nasazení stroje. Skládají se z nákladů na pohonné hmoty, nákladů na údržbu, nákladů na mzdy obsluh a podobně. Vypočítají se podle vztahu (28).

$$jN_v = (jN_u(t) + jN_{PHM} + jN_o + jN_m) \cdot W_R \quad (28)$$

jN_v – jednotkové variabilní náklady [Kč.rok⁻¹],

jN_{PHM} – náklady na pohonné hmoty [Kč.ha⁻¹].

jN_o – náklady na údržbu a opravy [Kč.h⁻¹],

jN_m – náklady na mzdu obsluhy [Kč.ha⁻¹],

W_R – roční výkonnost stroje [ha.rok⁻¹].

Náklady na pohonné hmoty

Jsou závislé na spotřebě daného stroje a nákupní ceně pohonných hmot. Vypočítají se podle vztahu (29).

$$jN_{PHM} = Q_{ph} \cdot C_{kp} \quad (29)$$

jN_{PHM} – náklady na pohonné hmoty [Kč.ha⁻¹],

Q_{ph} – spotřeba pohonných hmot na jednotku plochy [Kč.ha⁻¹],

C_{kp} – komplexní cena paliva [Kč].

Náklady na údržbu a opravy stroje

Počítají se podle vztahu (30) ze spotřeby pohonných hmot a nákladů na jeden litr spáleného paliva. Výpočet se upravuje koeficientem oprav.

$$jN_o = Q_{phm} \cdot N_{ol} \cdot k_{ol} \quad (30)$$

jN_o – náklady na údržbu a opravy [Kč.ha⁻¹],

Q_{phm} – průměrná spotřeba paliva [l.ha⁻¹],

N_{ol} – měrné náklady na opravy [Kč.l⁻¹],

k_{ol} – koeficient upravující měrné náklady na opravy a udržování energetických prostředků podle jejich skutečného ročního využití.

Náklady na mzdy obsluh

Určují se pomocí konstanty vyjadřující podíl zaměstnavatele na zdravotním a sociálním pojištění. Počítají se podle vztahu (31).

$$jN_m = \frac{hN_m \cdot 1,35}{pW_{02}} \quad (31)$$

jN_m – náklady na mzdu obsluhy [Kč.ha⁻¹],

hN_m – hodinová mzda [Kč.h⁻¹],

pW_{02} – plošná výkonnost operativní [ha.h⁻¹],

1,35 – konstanta vyjadřující podíl zaměstnavatele na zdravotním a sociálním.

5. Vlastní práce

5.1. Charakteristika zemědělských podniků

Majitelem jedné ze dvou porovnávaných sklízecích mlátiček je soukromý zemědělec Ing. Jan Zadina se sídlem v Dolních Bučicích. Jeho farma s dnešní rozlohou 210 ha byla založena v roce 1994.

Farma je zaměřena na rostlinnou výrobu, na kterou klade velký důraz. Veškeré plodiny jsou produkovány v nejvyšší kvalitě. Pěstována je zde především ozimá pšenice a řepka olejka, ale také svazenka, hořčice, mák a kukuřice. V neposlední řadě nabízí farma také zemědělské služby.

Téměř všechny práce na farmě provádí sám majitel, případně brigádníci. Jelikož farma nedisponuje téměř žádnými sklady na zrniny a pozemky jsou poměrně daleko od výkupů komodit, je na odvoz najímána kamionová doprava.

Majitelem druhé porovnávané sklízecí mlátičky je Farma rodiny Lebduškových se sídlem v Hostovicích. Rodina Lebduškových soukromě hospodaří od roku 1992 a dnes obhospodařují 120 ha.

Farma je zaměřena jak na rostlinnou a živočišnou výrobu, tak i na poskytování zemědělských služeb, především při sklizni zrnin. Na rozloze 120 ha pěstují ozimou pšenici, řepku olejku, kukuřici a ječmen jarní.

5.2. Charakteristika sklízecích mlátiček

Charakteristika porovnávaných sklízecích mlátiček je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1 Charakteristika sklízecí mlátiček

	Claas Lexion 770 Terra	
	Track	Claas Lexion 670
Rok výroby	2015	2011
Motor		
Výrobce	Mercedes Benz	Mercedes Benz
Výkon [kW]	430	320
Počet válců	řadový 6ti válec	řadový 6ti válec
Zdvih. objem	15,6	10,7
Podvozek		
Pojezdové ústrojí	pásové Terra Track	kolové
Odpružení	hydrostatické	-
převodovka	dvoustupňová	dvoustupňová
Mlátící ústrojí		
Provedení	APS (tangenciální)	APS (tangenciální)
Šířka bubnu [mm]	1700	1700
Průměr bubnu [mm]	600	600
plocha mlátícího koše [m ²]	1,26	1,26
Separační ústrojí		
Provedení	rotační - axiální	klávesová vytrásadla plocha 9,85 m ²
Čistící ústrojí		
Provedení	JET STREAM	
Ventilátor	8mi dílný, turbínový	6 ti dílný, turbínový
Vyrovnávání	4D	3D
Zásobník		
Objem [l]	11000	13500
Hmotnosti		
Hmotnost [kg]	15400	18200

5.3. Charakteristika sklizňových podmínek

Sklizeň řepky olejky probíhala na čtyřech pozemcích nedaleko od sebe. Podmínky sklizně byly na všech čtyřech pozemcích velice podobné. Charakteristika podmínek při sklizni řepky olejky je uvedena v tabulce číslo 2.

Tabulka 2 Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni řepky olejky

Měření	Claas Lexion 770 Terra Track		Claas Lexion 670	
	1.	2.	3.	4.
Plodina	řepka olejka	řepka olejka	řepka olejka	řepka olejka
Výměra [ha]	22,3	46,8	17,5	31,9
Výnos [t.ha ⁻¹]	4,2	3,9	4,5	3,8
Vlhkost zrna [%]	9,5	9,1	8,9	8,7
Terén	rovinatý	rovinatý	rovinatý	rovinatý
Stav porostu	stojatý	občas polehlý	stojatý	občas polehlý
Zaplevelení	minimální	minimální	minimální	minimální
Sláma	drcena	drcena	drcena	drcena
Datum	22.07.2016	25.07.2016	26.07.2016	26.07.2016
Teplota [°C]	29	31	33	33

Měření při sklizni pšenice ozimé bylo provedeno stejně jako u řepky na čtyřech různých pozemcích s velice podobnými sklizňovými podmínkami. Charakteristika těchto podmínek je uvedena v tabulce číslo 3.

Tabulka 3 Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni pšenice ozimé

Měření	Claas Lexion 770 Terra Track		Claas Lexion 670	
	5.	6.	7.	8.
Plodina	pšenice ozimá	pšenice ozimá	pšenice ozimá	pšenice ozimá
Výměra [ha]	12,5	28,3	20,6	32,8
Výnos [t.ha ⁻¹]	9,6	10,5	12,5	8,8
Vlhkost zrna [%]	10,3	11,2	12,9	9,8
Terén	mírně svažité	rovinatý	rovinatý	rovinatý
Stav porostu	stojatý	stojatý	občas polehlý	stojatý
Zaplevelení	minimální	minimální	minimální	minimální
Sláma	drcena	drcena	drcena	drcena
Datum	05.08.2016	06.08.2016	12.08.2016	12.08.2016
Teplota [°C]	30	27	34	34

5.4. Ztráty při sklizni

5.4.1. Předsklizňové ztráty

Předsklizňové ztráty jsou uvedeny v tabulce 4. Ztráty na všech pozemcích jsou do 1,5 %. Znamená to tedy, že jsou v normě.

Tabulka 4 Předsklizňové ztráty při sklizni řepky a pšenice

Měření	Plodina	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]	Hmotnost zrn z plochy S_1 [kg.m ⁻²]
1.	řepka	0,226	0,421	0,00095
2.		0,223	0,391	0,00087
3.		0,208	0,451	0,00094
4.		0,223	0,381	0,00085
5.	pšenice	0,229	0,962	0,0022
6.		0,269	1,053	0,00283
7.		0,243	1,253	0,00305
8.		0,272	0,882	0,0024

5.4.2. Velikost kontrolní plochy

Vypočítá se podle vztahu (3) tak, aby výsledná plocha vzorkovací plachty byla 1 m². Délka kontrolní plochy je stejná jako pracovní záběr sklízecí mlátičky.

Šířka vzorkovací plochy pro vzorky 1,2,5 a 6 je 11,8 cm.

Šířka vzorkovací plochy pro vzorky 3,4,7 a 8 je 13 cm.

5.4.3. Sklizňové ztráty

Tabulka 5 Sklizňové ztráty řepky a pšenice

Měření	Plodina	Ztráty způsobené činností žacího adaptéru m_{za} [kg.m ⁻²]	Ztráty na separacím a čistícím ústrojí m_s [kg.m ⁻²]	Sklizňové ztráty m_{k_o} [kg.m ⁻²]
1.	řepka	0,000015	0,0041	0,0041
2.		0,000018	0,0042	0,0042
3.		0,00002	0,004	0,004
4.		0,00002	0,0039	0,0039
5.	pšenice	0	0,0035	0,0035
6.		0	0,0042	0,0042
7.		0	0,0045	0,0045
8.		0	0,0038	0,0038

5.4.4. Absolutní ztráty

Tabulka 6 Absolutní ztráty při sklizni řepky a pšenice

Měření	Plodina	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Sklizňové ztráty m_{k_o} [kg.m ⁻²]	Absolutní ztráty Z_a [kg.m ⁻²]
1.	řepka	0,226	0,0041	0,003165
2.		0,223	0,0042	0,003348
3.		0,208	0,004	0,00308
4.		0,223	0,0039	0,00307
5.	pšenice	0,229	0,0035	0,0013
6.		0,269	0,0042	0,00137
7.		0,243	0,0045	0,00145
8.		0,272	0,0038	0,0014

5.4.5. Relativní ztráty

Tabulka 7 Relativní ztráty při sklizni pšenice a řepky

Měření	Plodina	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Sklizňové ztráty m_{k_o} [kg.m ⁻²]	Výnos zrna m_z [kg.m ⁻²]	Relativní ztráty Z_{rz} [%]	Relativní ztráty skl. Mlátičky Z_{rs} [%]
1.	řepka	0,226	0,0041	0,42	0,98	0,754
2.		0,223	0,0042	0,39	1,082	0,858
3.		0,208	0,004	0,45	0,893	0,684
4.		0,223	0,0039	0,38	1,032	0,808
5.	pšenice	0,229	0,0035	0,96	0,365	0,135
6.		0,269	0,0042	1,05	0,4	0,13
7.		0,243	0,0045	1,25	0,36	0,116
8.		0,272	0,0038	0,88	0,432	0,159

5.5. Vliv vlhkosti zrna na ztráty

Tabulka 8 Vliv vlhkosti zrna na množství ztrát při sklizni řepky a pšenice

Měření	Plodina	Vlhkost zrna [%]	Relativní ztráty Z_{rz} [kg.m ⁻²]
1.	řepka	9,5	0,98
2.		9,1	1,082
3.		8,9	0,893
4.		8,7	1,032
5.	pšenice	10,3	0,365
6.		11,2	0,4
7.		12,9	0,36
8.		9,8	0,432

5.6. Průchodnost sklízecí mlátičky

Označuje množství materiálu procházejícího sklízecí mlátičkou v daném čase. Je zaznamenána v tabulce 9.

Tabulka 9 Průchodnost sklízecí mlátičky při sklizni pšenice a řepky

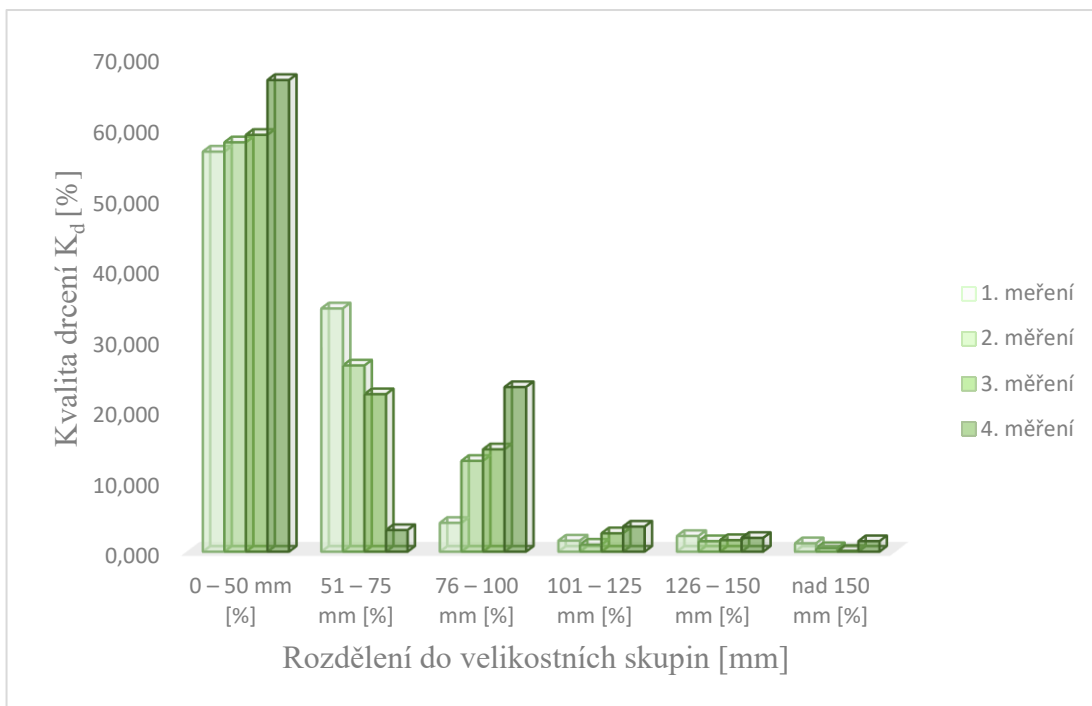
Sklízecí mlátička	Plodina	Výnos hmoty C_h [kg.m ⁻²]	Průměrný záběr stroje B_p [m]	Pojezdová rychlost V_p [m.s ⁻¹]	Průchodnost sklízecí mlátičky Q [kg.s ⁻¹]
Claas Lexion 770	řepka	0,92	9,083	1,24	10,363
	pšenice	1,033	9,083	1,502	14,093
Claas Lexion 670	řepka	0,743	7,443	1,143	6,325
	pšenice	0,883	7,443	1,47	9,663

5.7. Kvalita drcení posklizňových zbytků

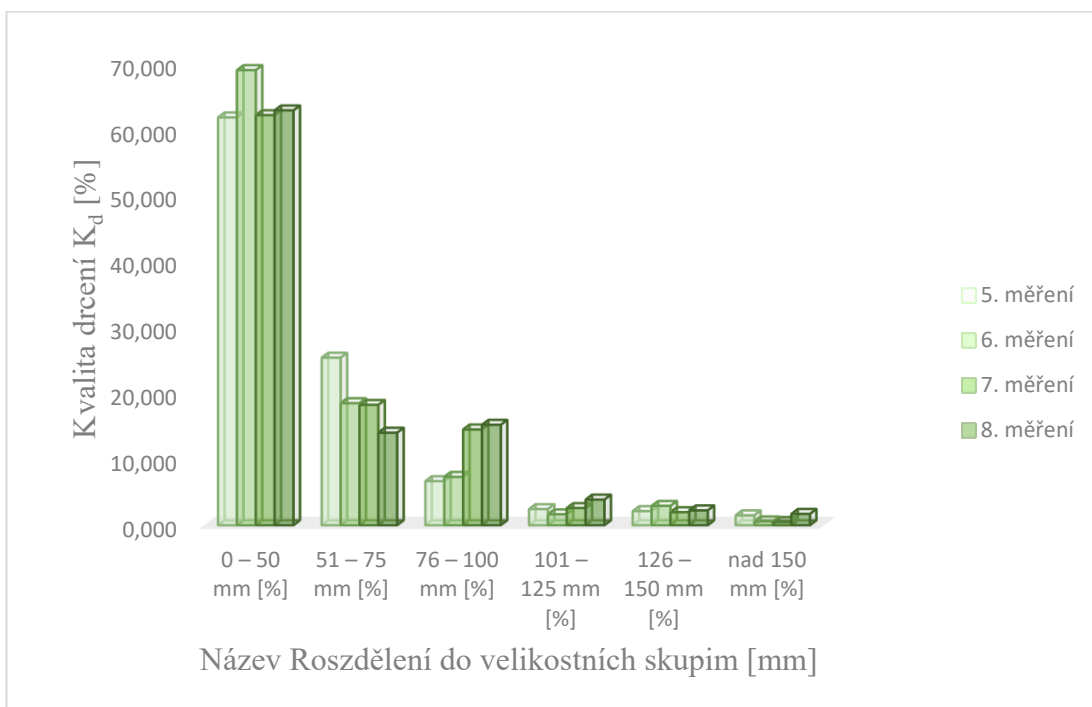
Kvalita drcení posklizňových zbytků je zásadní pro jejich zapracování do půdy. Při nekvalitním drcení se posklizňové zbytky hůře zapravují a rozkládají, ovlivňují tak následnou plodinu. Kvalita drcení je znázorněna v tabulce číslo 10.

Tabulka 10 Kvalita drcení posklizňových zbytků

Měření	Plodina	Vlhkost zrna [%]	0-50 mm [%]	51-75 mm [%]	76-100 mm [%]	101-125 mm [%]	126-150 mm [%]	nad 150 mm [%]
1.	řepka	9,5	56,58	34,386	4,064	1,563	2,219	1,118
2.		9,1	57,89	26,316	12,829	0,99	1,48	0,193
3.		8,9	58,95	22,247	14,461	2,6	1,631	0,111
4.		8,7	66,7	3,05	23,256	3,546	1,944	1,487
5.	pšenice	10,3	61,83	25,4	6,684	2,44	2,139	1,504
6.		11,2	69	18,5	7,325	1,658	2,93	0,578
7.		12,9	62,17	18,243	14,52	2,6	1,973	0,484
8.		9,8	58,23	12,982	21,513	3,598	2,077	1,595



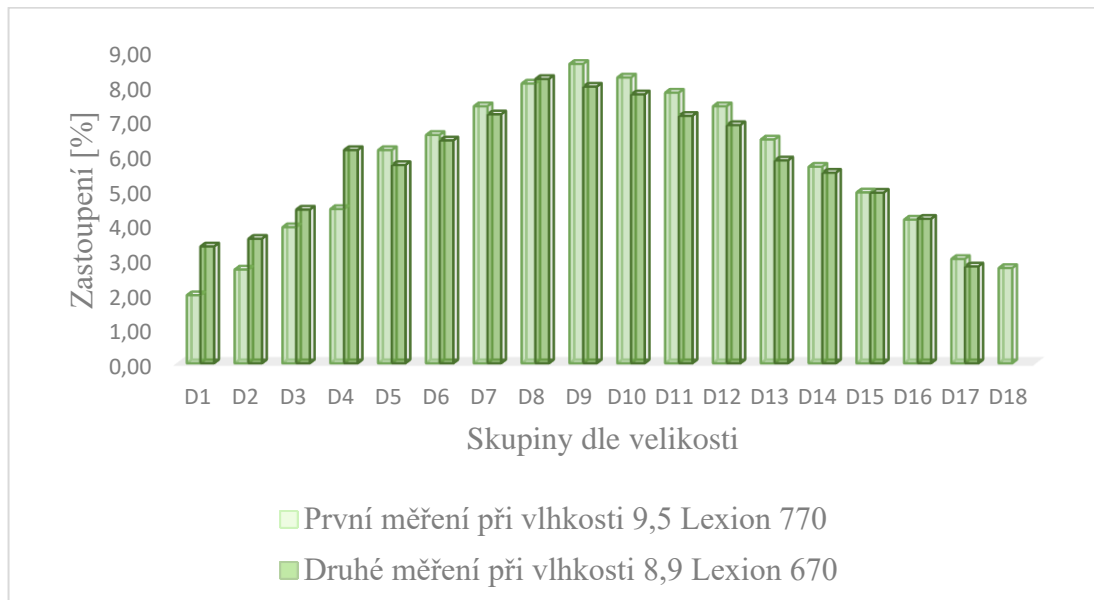
Graf 1 Kvalita drcení posklizňových zbytků řepky olejky



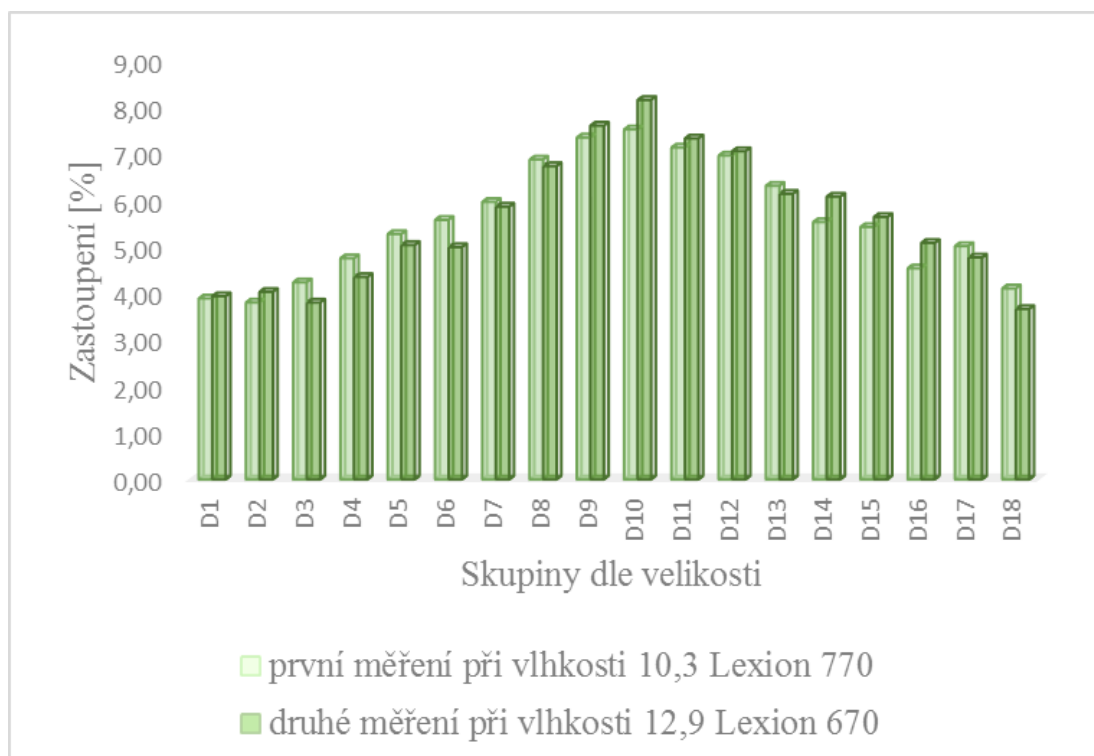
Graf 2 Kvalita drcení posklizňových zbytků pšenice ozimé

5.8. Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni řepky olejky a pšenice ozimé

Při nerovnoměrném rozptylu posklizňových zbytků může docházet k problémům při jejich zapravení.



Graf 3 Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni řepky olejky



Graf 4 Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni pšenice ozimé

5.9. Stanovení výkonností sklízecích mlátiček

Jedná se o jeden z nejdůležitějších parametrů při výběru stroje. Výkonnost je důležitá pro návratnost investice do stroje. Závisí na mnoha okolnostech, na podmínkách sklizně, na zkušenostech obsluhy apod. Počítají se pomocí pracovních časů uvedených v tabulce 11 a součtových časů uvedených v tabulce 12. Výkonnost sklízecích mlátiček je zaznamenána v tabulce 14.

Tabulka 11 Provozní časy

Čas	Pšenice ozimá (770)	Řepka olejka (770)	Pšenice ozimá (670)	Řepka ozimá (670)
T ₁	5,48	5,1	5,15	4,8
T ₂	0,72	0,65	0,82	0,55
T ₃	0,35	0,6	0,63	0,45
T ₄	0	0	0	0,2
T ₅	0,3	0,5	0,2	0,45
T ₆	0,95	1,15	1	0,95
T ₇	0,2	0	0,2	0,6
T ₈	0	0	0	0

Tabulka 12 Součtové časy

Čas	Pšenice ozimá (770)	Řepka olejka (770)	Pšenice ozimá (670)	Řepka olejka (670)
T ₀₂	60,2	5,75	5,97	5,35
T ₀₄	6,55	6,35	6,6	6
T ₀₇	8	8	8	8
T ₀₈	8	8	8	8

Tabulka 13 Výkonnosti sklízecích mlátiček Claas při sklizni pšenice a řepky

	Pšenice ozimá (770)	Řepka ozimá (770)	Pšenice ozimá (670)	Řepka ozimá (770)
Plošná efektivní výkonost [ha.h ⁻¹]	4,562	4,118	3,883	3,75
Plošná operativní výkonost [ha.h ⁻¹]	4,032	3,652	3,25	3,364
Plošná produktivní výkonost [ha.h ⁻¹]	3,817	3,307	3,03	3
Plošná celková výkonost [ha.h ⁻¹]	3,125	2,625	2,5	2,25

5.10. Spotřeba PHM**Tabulka 14 Spotřeba paliva sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 při sklizni řepky a pšenice**

Plodina	Dotankované palivo [l]	Sklizená plocha [ha]	Průměrná spotřeba paliva [l.ha ⁻¹]
Řepka olejka	590	33	17,88
Pšenice ozimá	720	39	18,46

Tabulka 15 Spotřeba paliva sklízecí mlátičky Claas Lexion 670 při sklizni řepky a pšenice

Plodina	Dotankované palivo [l]	Sklizená plocha [ha]	Průměrná spotřeba paliva [l.ha ⁻¹]
Řepka olejka	490	27	18,15
Pšenice ozimá	520	31	16,8

5.11. Ekonomické hodnocení sklízecích mlátiček

Tabulka 16 Rozbor investičních nákladů

	Claas Lexion 770 TT	Claas Lexion 670
Pořizovací cena [Kč]	10958000	7765000
Odpisová sazba [%]	20	
Úroková sazba [%]	1,5	
Sazba pojištění [%]	1	
Potřebná plocha na garážování [m]	76	81
Cena skladovací plochy [Kč.m ⁻²]	200	
Cena nafty [Kč.l ⁻¹]	30	
Přírůstek nákladů na PHM a maziva [%]	20	
Koeficient oprav [%]	0,4	
Hodinová mzda obsluhy [Kč]	200	
Průměrná spotřeba paliva [l.ha ⁻¹]	18,17	17,5
Roční výkonnost stroje [ha.rok ⁻¹]	620	730

5.11.1. Fixní náklady

Do fixních nákladů se řadí náklady na amortizaci, zúročení, uskladnění a náklady na pojištění stroje. Fixní náklady nejsou závislé na ročním vytížení stroje. Jsou zaznamenány v tabulce 17.

Tabulka 17 Fixní náklady

	Claas Lexion 770 TT	Claas Lexion 670
Náklady na amortizaci [Kč.rok ⁻¹]	2191600	1553000
Náklady pojištění [Kč.rok ⁻¹]	109580	77650
Náklady na garážování [Kč.rok ⁻¹]	15200	16200

5.11.2. Variabilní náklady

Jsou závislé na ročním vytížení stroje. Jsou zaznamenány v tabulce 18.

Tabulka 18 Variabilní náklady

	Claas Lexion 770 TT	Claas Lexion 670
Náklady na PHM [Kč.rok ⁻¹]	337962	383250
Náklady na obsluhu [Kč.rok ⁻¹]	43130,43478	61473,68421
Náklady na opravy [Kč.rok ⁻¹]	121666,32	137970

5.11.3. Celkové náklady

Celkové roční náklady a náklady na 1 ha jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19 Celkové náklady na provoz strojů

	Claas Lexion 770 TT	Claas Lexion 670
Roční fixní náklady [Kč.rok ⁻¹]	2316380	1646850
Fixní náklady na 1 ha [Kč.ha ⁻¹]	3736,096774	2255,958904
Roční variabilní náklady [Kč.rok ⁻¹]	502758,7548	582693,6842
Variabilní náklady na 1 ha [Kč.ha ⁻¹]	810,9012174	798,2105263
Celkové roční náklady [Kč.ha ⁻¹]	2822874,852	2231799,643
Cena práce [Kč.ha ⁻¹]	4546,997992	3054,16943
Cena práce dle agronormativu [Kč.ha ⁻¹]	2000	2000
Ztráty na 1 ha [Kč.ha ⁻¹]	2546,997992	1054,16943
Minimální roční výkon pro docílení zisku [ha.rok ⁻¹]	1409	1114,5

6. Výsledky

6.1. Ztráty při sklizni řepky olejky

Měření sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 při sklizni řepky probíhalo na dvou pozemcích s podobnými podmínkami. Na prvním pozemku o výměře 22,3 ha byla naměřena vlhkost zrna 9,2 % a průměrný výnos zde činil 4,2 t·ha⁻¹. Předsklizňové ztráty zde byly spočítány na 0,226 % biologického výnosu. Absolutní ztráty na tomto pozemku byly 0,003165 t·ha⁻¹, což je 31 kg·ha⁻¹. Relativní ztráty byly vypočítány na 0,754 %.

Druhé měření sklízecí mlátičky mlátičky Claas Lexion 770 při sklizni řepky olejky probíhalo za obdobných podmínek jako první. Velikost sklizeného pozemku byla 46,8 ha, výnos zde činil 3,9 t·ha⁻¹ a vlhkost zrna byla naměřena na 9,1 %. Předsklizňové ztráty byly spočítány na 0,223 % biologického výnosu. Absolutní ztráty činily 0,003348 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,858 %.

Měření sklízecí mlátičky Claas Lexion 670 probíhalo stejně jako u předchozího stroje na dvou rozdílných pozemcích s podobnými podmínkami. Na prvním pozemku s výměrou 17,5 ha byl průměrný výnos 4,5 t·ha⁻¹ a vlhkost zrna činila 8,9 %.

Předsklizňové ztráty zde byly 0,208 %, absolutní ztráty činily 0,00308 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,684 %.

Poslední měření při sklizni řepky probíhalo na pozemku s výměrou 31,9 ha. Vlhkost zrna byla 8,7 a průměrný výnos zrna 3,8 t·ha⁻¹. Předsklizňové ztráty činily na tomto pozemku 0,223 %, absolutní ztráty 0,00307 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,808 %.

Všechny měřené pozemky byly s minimálním zaplevelením a se stojatým porostem. Veškerá sláma byla drcena.

6.2. Ztráty při sklizni pšenice ozimé

Měření ztrát při sklizni pšenice ozimé probíhalo na čtyřech pozemcích. Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 byla měřena v pátém a šestém měření. Páté měření probíhalo na pozemku s výměrou 12,5 ha. Průměrný výnos zrna zde činil 9,6 t·ha⁻¹ s vlhkostí zrna 10,3 %. Předsklizňové ztráty byly 0,229 %. Absolutní ztráty činily 0,0013 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,135 %.

Šesté měření probíhalo na pozemku s 28,3 ha, vlhkost zrna zde činila 11,2 % a výnos zrna dosahoval 10,5 t·ha⁻¹. Předsklizňové ztráty činily 0,229 %, absolutní ztráty 0,00137 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,13 %.

Sedmé a osmé měření probíhalo na pozemku s porostem pšenice sklízeném sklízecí mlátičkou Claas Lexion 670. Sedmé měření probíhalo na pozemku s výměrou 20,6 ha, průměrným výnosem zrna 8,8 t·ha⁻¹ a vlhkostí zrna 9,8 %. Předsklizňové ztráty činily 0,243 %, absolutní ztráty 0,00145 t·ha⁻¹ a relativní ztráty 0,116 %.

Osmé měření ztrát probíhalo při sklizni pšenice na pozemku o výměře 32,8 ha. Vlhkost zrna byla 9,8 % a výnos zrna byl 8,8 t·ha⁻¹. Předsklizňové ztráty činily 0,272 %, absolutní ztráty činily 0,0014 t·ha⁻¹ a relativní ztráty činily 0,159 %.

Všechny pozemky byly s minimálním zaplevelením a stojatým porostem. Všechna sláma byla drcena.

6.3. Průchodnost sklízecích mlátiček

Průchodnost sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 TT při sklizni řepky činila 10,363 kg·s⁻¹ a při sklizni pšenice 14,093 kg·s⁻¹.

Sklízecí mlátička Claas Lexion 670 měla při sklizni řepky průchodnost 6,325 kg·s⁻¹ a při sklizni pšenice 9,663 kg·s⁻¹.

6.4. Kvalita drcení

Pro kvalitní zapravení posklizňových zbytků je důležité, aby byly rozřezány na co nejmenší části. Velikost řezanky by neměla být větší než 75 mm.

Při prvním měření při sklizni řepky sklízecí mlátičkou Claas Lexion 770 bylo nadrceno 90,1 % na požadovanou velikost za vlhkosti 9,5 %.

Při druhém měření bylo stejným strojem za podobných podmínek sklizně na požadovanou velikost nadrceno 84,2 % za vlhkosti 9,1 %.

Sklízecí mlátička Claas Lexion 670 nadrtila při třetím měření 81,2 % slámy na požadovanou velikost při vlhkosti 8,9 % a při vlhkosti 8,7 % 69,8 % posklizňových zbytků.

Při sklizni pšenice byla provedena taktéž 4 měření. Sklízecí mlátička nadrtila při vlhkosti 10,3 % celých 87,2 % slámy na požadovanou velikost a 87,5 % při vlhkosti 11,2 %. Sklízecí mlátička Claas Lexion 670 nadrtila na požadovanou velikost 80,4 % slámy při vlhkosti 12,9 a při vlhkosti 9,8 nadrtila na požadovanou velikost 71,2 % slámy.

6.5. Kvalita rozptylu posklizňových zbytků

Rozptyl posklizňových zbytků je zanesen do grafů číslo 3 a 4. Je zde vidět i závislost na vlhkosti sklizené plodiny.

6.6. Spotřeba PHM

Spotřeba pohonných hmot je znázorněna v tabulce 14 a 15. Spotřeba sklízecí mlátičky claas Lexion při sklizni řepky činila $17,88 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ a při sklizni pšenice $18,46 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Spotřeba sklízecí mlátičky Claas Lexion 670 činila při sklizni řepky $18,15 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ a při sklizni pšenice $16,8 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

6.7. Plošná výkonnost

Jednotlivé výkonnosti lze vyčíst z tabulky 13. Plošná celková výkonnost sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 činila při sklizni řepky $2,625 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ a při sklizni pšenice $3,125 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Claas Lexion 670 měl plošnou výkonnost při sklizni řepky $2,25 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ a při sklizni pšenice $2,5 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

6.8. Ekonomické hledisko

U obou strojů je počítáno s odpisem v 5 letech. Parametry a výsledky ekonomického hodnocení je zaneseno v tabulkách 16 až 19. Roční provoz sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 TT vyjde na 2822874,9 Kč. Roční provoz sklízecí mlátičky Claas Lexion 670 vychází při ročním výkonu 730 ha na 2231799,6 Kč.

7. Diskuse

Podle agrotechnických požadavků uvedených 2001 nesmí celkové ztráty při přímé sklizni přesáhnout 1,5 % biologického výnosu. [30]

Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 TT měla nejvyšší ztráty při sklizni řepky 0,858 % při vlhkosti zrna 9,1% a při sklizni pšenice 0,135 % při vlhkosti zrna 10,3%. Sklízecí mlátička Claas Lexion 670 má nejvyšší ztráty při sklizni řepky 0,808 % při vlhkosti zrna 8,7% a při sklizni pšenice 0,159 % při vlhkosti 9,8%. Tímto měřením bylo zjištěno, že obě porovnávané sklízecí mlátičky splňují agrotechnické požadavky z hlediska množství ztrát.

Autoři Sloboda, Jech, Poničen, Sinay (2001) také udávají, že by se průchodnost sklízecích mlátiček měla pohybovat mezi 8 a 20 kg·s⁻¹. [30]

Tento požadavek splnily obě sklízecí mlátičky při sklizni pšenice, při sklizni řepky už jen sklízecí mlátička Claas Lexion 770, která byla z hlediska průchodnosti značně výkonnější.

Neubauer (1989) udává v agrotechnických požadavcích, že se klade požadavek na rovnoměrné rozptýlení posklizňových zbytků. [4]

Tohoto se v praxi nepodařilo docílit ani jedné ze srovnávaných sklízecích mlátiček. Může to být dáno špatným nastavením, špatnými sklizňovými podmínkami apod. Jednotlivé naměřené parametry jsou zaneseny v grafech 1 a 2.

8. Závěr

Sklízecí mlátičky jsme porovnávali při sklizni pšenice a řepky z hlediska množství ztrát, průchodnosti mlátičky, kvality drcení a rozmetání posklizňových zbytků, spotřeby pohonných hmot a ekonomiky provozu. U každého ze strojů byly provedeny dvě měření na každé plodině, Výsledky jsme následně zprůměrovali a dosáhli jsme následujících výsledků:

Z hlediska množství ztrát se jevila výhodněji sklízecí mlátička Claas Lexion 770, u které byly naměřeny ztráty při sklizni pšenice v průměru 0,1325 % a při sklizni řepky 0,746 %. Obě sklízecí mlátičky splňovaly maximální přípustnou hranici množství ztrát 1,5 %.

Z hlediska průchodnosti sklízecí mlátičky v porovnání obstála opět lépe sklízecí mlátička Claas Lexion 770, u které činila průchodnost při sklizni řepky 10,363 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a při sklizni pšenice 14,093 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 splňuje normu průchodnosti 8 a 20 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$, sklízecí mlátička Claas Lexion 670 tohoto množství dosáhla pouze při sklizni pšenice.

Dalším porovnávaným parametrem byla kvalita drcení posklizňových zbytků, která je znázorněna v grafech 1 a 2. Kvalita drcení se porovnává podle procentuálního zastoupení jednotlivých velikostních skupin. Mělo by být co nejvíce hmoty rozdrobeno na řezanku o maximální velikosti 75 mm. Z tohoto hlediska na tom byla opět lépe sklízecí mlátička Claas Lexion 770, která nadrtila při sklizni řepky až 90 % do velikosti řezanky 75 mm. Při sklizni pšenice nadrtila do velikosti 75 mm cca 87 % posklizňových zbytků. Lepších výsledků sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 při drcení může být docíleno provedením separačního ústrojí. Tato sklízecí mlátička disponuje rotačními separátory, které mohou pomoci při drcení posklizňových zbytků.

Při rozptylu posklizňových zbytků je snaha o rovnoměrné rozprostření po pozemku. Toho se však nepodařilo docílit ani u jedné z porovnávaných sklízecích mlátiček. Výsledky rozptylu posklizňových zbytků jsou u obou sklízecích mlátiček zhruba srovnatelné a jsou zaznamenány v grafech 3 a 4.

Z hlediska spotřeby pohonných hmot, která je uvedena v tabulkách číslo 14 a 15. je pro sklizeň řepky výhodnější sklízecí mlátička Claas Lexion 770, u které byla naměřena průměrná spotřeba paliva 17,88 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Při sklizni pšenice však vycházela

ekonomicky lépe sklízecí mlátička Claas Lexion 670, u které byla naměřena spotřeba 16,8 17,88 l·ha⁻¹.

Z ekonomického hlediska je výhodnější sklízecí mlátička Claas Lexion 670 s pořizovací cenou 7765000 Kč. Celkové náklady u tohoto stroje činí 2231799,6 Kč při ročním výkonu 730 ha. I tak je však stroj s náklady 3054 na 1 ha prodělečný. Aby nedocházelo k prodělku, musel by stroj sklidit minimálně 1114,5 ha. Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 s pořizovací cenou 10958000 Kč má náklady na provoz stroje 2822874,852 Kč ročně při výkonu 620 ha. Náklady na sklizeň 1 ha činí 4547 Kč. Aby stroj začal vydělávat, musel by sklidit více než 1409 ha.

9. Použitá literatura

- [1] [Http://www.apic-ak.cz/soupis-ploch-osevu-k-31-kvetnu-2016.php](http://www.apic-ak.cz/soupis-ploch-osevu-k-31-kvetnu-2016.php) [online], [cit. 2017-02-27].,
- [2] HEŘMÁNEK, P., KUMHÁLA, F. (1997), *Nové konstrukce sklízecích mlátiček: New construction of combine harvesters* (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 54 s. Studijní informace. ISBN 80-861-5333-9
- [3] [Https://www.tradefarmmachinery.com.au/spec/detail/claas-lexion-670-53584](https://www.tradefarmmachinery.com.au/spec/detail/claas-lexion-670-53584) [online], [cit. 2017-03-22].
- [4] NEUBAUER, K. (1989), *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 720 s., ISBN 80-209-0075-6 [5]
- [5] STEHNO, L. a kol. (2014) *Historie sklízecích mlátiček*. Vydání 1. Praha: Profi press s. r. o., 284 s. ISBN 978-80-86726-58-8.
- [6] BŘEČKA, J., HONZÍK, I., NEUBAUER K. (2001) *Stroje pro sklizeň pícnin a obilovin*, vydání 1., Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta v tiskárně Power Print Praha – Suchdol, 147 s., ISBN 80-213-0738-2
- [7] [Http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf](http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf) [online], [cit. 2017-04-27].
- [8] [Http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/laverda-v-novem/](http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/laverda-v-novem/) [online], [cit. 2017-03-22].
- [9] [Https://www.klas-bohemia.cz/produkt/666/zaci-ustroji](https://www.klas-bohemia.cz/produkt/666/zaci-ustroji) [online], [cit. 2017-03-24].
- [10] [Http://www.agromel.cz/tucano-450-320](http://www.agromel.cz/tucano-450-320) [online], [cit. 2017-03-24].
- [11] [Http://www.agrall.cz/upload/1463042660.pdf](http://www.agrall.cz/upload/1463042660.pdf) [online], [cit. 2017-03-25].
- [12] [Http://www.agrall.cz/produkt/38/lexion-780-750](http://www.agrall.cz/produkt/38/lexion-780-750) [online], [cit. 2017-03-25].
- [13] [Http://viewer.zmags.com/publication/451229a7#/451229a7/14](http://viewer.zmags.com/publication/451229a7#/451229a7/14) [online], [cit. 2017-03-25].
- [14] [Https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agritechnica_Silber,10,JOHN-DEERE---T-Serie.html](https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agritechnica_Silber,10,JOHN-DEERE---T-Serie.html) [online], [cit. 2017-03-25].
- [15] [Https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agritechnica_Silber,10,JOHN-DEERE---T-Serie.html](https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agritechnica_Silber,10,JOHN-DEERE---T-Serie.html) [online], [cit. 2017-03-26].

- [16] [Http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/nova-modelova-rada-new-holland-cr/](http://www.newholland-biso.eu/vsechny-clanky/nova-modelova-rada-new-holland-cr/) [online], [cit. 2017-03-26].
- [17] [Http://www.agrics.cz/axial-flow-8230?sid=googlebot](http://www.agrics.cz/axial-flow-8230?sid=googlebot) [online], [cit. 2017-03-26].
- [18] [Http://www.agrics.cz/axial-flow-8230?sid=googlebot](http://www.agrics.cz/axial-flow-8230?sid=googlebot) [online], [cit. 2017-03-27].
- [19] [Http://www.theprairiestar.com/news/regional/agco-beefs-up-gleaner-s-series-combines/article_3e62b960-0837-11e1-ab83-001cc4c002e0.html](http://www.theprairiestar.com/news/regional/agco-beefs-up-gleaner-s-series-combines/article_3e62b960-0837-11e1-ab83-001cc4c002e0.html) [online], [cit. 2017-03-27].
- [20] [Http://www.wheatfarm.com/journal_00/gleaner/index.html](http://www.wheatfarm.com/journal_00/gleaner/index.html) [online], [cit. 2017-03-28].
- [21] [Http://www.agromel.cz/lexion-670-620](http://www.agromel.cz/lexion-670-620) [online], [cit. 2017-03-28].
- [22] [Http://docplayer.cz/8900793-Mlatici-a-separacni-mechanismy-sklizecich-mlaticek.html](http://docplayer.cz/8900793-Mlatici-a-separacni-mechanismy-sklizecich-mlaticek.html) [online], [cit. 2017-03-28].
- [23] [Http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/mlaticky_9780/mlaticky_9780.htm](http://www.agrotip-blazek.cz/katalog/html/mlaticky_9780/mlaticky_9780.htm) [online], [cit. 2017-03-29].
- [24] [Http://www.agrall.cz/produkt/659/tucano-570](http://www.agrall.cz/produkt/659/tucano-570) [online], [cit. 2017-03-30].
- [25] [Http://landtechnik-forum.de/forum_anhang/9F2C364-13092420130507.jpg](http://landtechnik-forum.de/forum_anhang/9F2C364-13092420130507.jpg) [online], [cit. 2017-03-30].
- [26] [Http://images.slideplayer.cz/12/4076433/slides/slide_10.jpg](http://images.slideplayer.cz/12/4076433/slides/slide_10.jpg) [online], [cit. 2017-04-02].
- [27] [Https://www.landwirt.com/ez/index.php/kleinanzeigen/anfrage/560098](https://www.landwirt.com/ez/index.php/kleinanzeigen/anfrage/560098) [online], [cit. 2017-04-02].
- [28] [Http://www.technikboerse.com/thumbnails/99024972/4559098/2aea13ffd39ba2b0c7ed16b858012d4f_800x600.jpg](http://www.technikboerse.com/thumbnails/99024972/4559098/2aea13ffd39ba2b0c7ed16b858012d4f_800x600.jpg) [online], [cit. 2017-04-02].
- [29] [Http://mechanizaceweb.cz/4d-cisteni-v-podani-claas/](http://mechanizaceweb.cz/4d-cisteni-v-podani-claas/) [online], [cit. 2017-04-09].

- [30] SLOBODA, J., JECH, A., PONIČEN, J., SINAY, J. (2001), Stroje na zber krmíván a zrnín, Košice, 245 s.

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 Sklízecí mlátička CLAAS [3].....	10
Obrázek 2 Tangenciální mlátící ústrojí [7]	13
Obrázek 3 Axiální mlátící ústrojí [7]	14
Obrázek 14 Mlátící ústrojí CLAAS APS [12]	19
Obrázek 15 Pětibubnový mlátící mechanismus JD T [14].....	20
Obrázek 16 Hřebové mlátící ústrojí [7]	20
Obrázek 17 Axiální mlátící ústrojí CASE [15].....	21
Obrázek 18 Dvourotorové mlátící ústrojí NEW HOLLAND CR.....	22
Obrázek 19 Axiální příčné mlátící ústrojí GLEANER [20].....	22
Obrázek 20 Axiální příčné mlátící ústrojí LAVERDA-FIATAGRI [22]	23
Obrázek 21 Axiální mlátící ústrojí MDW ARCUS [22].....	23
Obrázek 22 Vytřásadlový separátor CLAAS [21]	24
Obrázek 23 Rotační tangenciální separátor CLAAS COMMANDOR [7].....	25
Obrázek 24 Axiální separátory JOHN DEERE S [23].....	25
Obrázek 25 Axiální separátory CLAAS LEXION [12].....	25
Obrázek 26 Axiální separátor CLAAS TUCANO [24]	26
Obrázek 27 Kombinovaný separátor [25]	26
Obrázek 28 NEW HOLLAND TF s kombinovaným separátorem [22]	26
Obrázek 29 Čistidlo JOHN DEERE STS: 1-vzduchová část, 2–dopravní část, 3-úhrabečné síto, 4–zrnové síto [26]	27
Obrázek 30 Rozdělení ventilátorů [6]	28
Obrázek 31 Síta: A – Lichoběžníkové síto CLAAS TM6, B – Klasické žaluziové síto [27, 28]	28
Obrázek 32 kompenzace příčného náklonu CLAAS 3D SYSTÉM [6].....	29

Obrázek 33 kompenzace příčného náklonu CLAAS 4D SYSTÉM [29].....	30
Obrázek 34 Systém řezání slámy CLAAS SPECIAL CUT II [12]	31
Obrázek 35 Radiální rozhazovač slámy CLAAS [12]	31

11. Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika sklízecí mlátiček	45
Tabulka 2 Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni řepky olejky.....	46
Tabulka 3 Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni pšenice ozimé.....	47
Tabulka 4 Předsklizňové ztráty při sklizni řepky a pšenice.....	47
Tabulka 5 Sklizňové ztráty řepky a pšenice.....	48
Tabulka 6 Absolutní ztráty při sklizni řepky a pšenice.....	48
Tabulka 7 Relativní ztráty při sklizni pšenice a řepky.....	49
Tabulka 8 Vliv vlhkosti zrna na množství ztrát při sklizni řepky a pšenice	49
Tabulka 9 Průchodnost sklízecí mlátičky při sklizni pšenice a řepky	50
Tabulka 10 Kvalita drcení posklizňových zbytků.....	50
Tabulka 11 Provozní časy	53
Tabulka 12 Součtové časy.....	53
Tabulka 13 Výkonnosti sklízecích mlátiček Claas při sklizni pšenice a řepky	54
Tabulka 14 Spotřeba paliva sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 při sklizni řepky a pšenice.....	54
Tabulka 15 Spotřeba paliva sklízecí mlátičky Claas Lexion 670 při sklizni řepky a pšenice.....	54

Tabulka 16 Rozbor investičních nákladů.....	55
Tabulka 17 Roční fixní náklady.....	55
Tabulka 18 Roční variabilní náklady.....	55
Tabulka 19 Celkové náklady na provoz strojů.....	56

12.

13. Seznam grafů

Graf 1 Kvalita drcení posklizňových zbytků řepky olejky	51
Graf 2 Kvalita drcení posklizňových zbytků pšenice ozimé.....	51
Graf 3 Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni řepky olejky	52
Graf 4 Rozptyl posklizňových zbytků při sklizni pšenice ozimé.....	52