

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Bakalářská práce

**Porovnání sklízecích mlátiček s odlišným provedením
mláticích ústrojí při sklizni obilovin a řepky olejky**

Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby
Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Fríd, CSc.
Autor: Vojtěch Točík

České Budějovice 2013

Prohlášení autora bakalářské práce

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s paragrafem č. 111/ 1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své Bakalářské práce elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích a na jejich interních stránkách.

V Českých Budějovicích dne 28. 11. 2013

Podpis autora

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

Jméno a příjmení: **Vojtěch TOČÍK**
Osobní číslo: **Z10312**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Porovnání sklízecích mlátiček s odlišným provedením mláticích ústrojí při sklizni obilovin a řepky olejky.**
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 :

Cílem práce je porovnání činnosti a kvality práce sklízecích mlátiček odlišné konstrukce mláticího 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:
 - ztrát,
 - vlivu vlhkosti sklizené plodiny na velikost ztrát, kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků,
 - kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků,
 - rozboru výkonnosti a spotřeby PHM.

2. Práci doplňte:
 - a) základní charakteristikou zemědělských provozů,
 - b) základní charakteristikou majitele stroje,
 - c) jednoduchým rozбором investičních a provozních nákladů.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

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 pícnin 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 Frid, CSc.


Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 14. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013


Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF


JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚLENSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Sudovská 13
370 05 České Budějovice

doc. Ing. Antonín Jělník, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 27. března 2012

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma Porovnání sklízecích mlátiček s odlišným provedením mláticích ústrojí při sklizni obilovin a řepky olejky v teoretické části podává přehled o konstrukci a vývoji hlavních částí sklízecí mlátičky, především se zaměřením na mláticí ústrojí spolu s vývojem dalších celků zajišťujících větší efektivnost a výkonnost.

Praktická část uvádí metodiku a výsledky polně-laboratorního měření s cílem porovnání činnosti sklízecích mlátiček New Holland CX 8090 a New Holland CR 9080 z hlediska ztrát, kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků, spotřeby pohonných hmot a výkonností.

Klíčová slova: Sklízecí mlátička, mláticí ústrojí, ztráty zrna.

ABSTRACT

The Bachelor thesis on the Comparison of combine harvesters with different implementations of threshing for the harvesting of cereal and oilseed rape gives an overview of the construction and development of the main parts of the harvester. In the theoretical part it is mainly focused on the threshing unit as well as on the development of other units providing higher efficiency and performance.

Practical part presents the methodology and results of the field-laboratory measurements with the aim to compare the activities of combine harvesters New Holland CX 8090 and New Holland CR 9080 in terms of loss, quality crushing and spreading of crop residues, fuel consumption and performance.

Keywords: Combine harvesters, threshing system, grain losses.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	REŠERŠE	8
2.1	SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	8
2.1.1	AGROTECHNICKÉ POŽADAVKY NA SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	9
2.2	MLÁTÍCÍ ÚSTROJÍ A FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY VÝMLATU	10
2.3	SKLÍZECÍ MLÁTIČKY PODLE MLÁTÍCÍHO A SEPARAČNÍHO ÚSTROJÍ	10
2.3.1	TANGENCIÁLNÍ MLÁTÍCÍ ÚSTROJÍ	11
2.3.2	AXIÁLNÍ MLÁTÍCÍ ÚSTROJÍ.....	14
2.3.3	HYBRIDNÍ MLÁTÍCÍ ÚSTROJÍ.....	16
2.3.4	SEPARAČNÍ ÚSTROJÍ	16
2.3.5	TECHNOLOGICKÝ PROCES SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	20
2.4	NOVINKY MEZI SKLÍZECÍMI MLÁTIČKAMI	25
3	CÍL PRÁCE	33
4	METODIKA	34
4.1	METODY STANOVENÍ ZTRÁT	34
4.1.1	ZJIŠTĚNÍ PŘEDSKLIZŇOVÝCH ZTRÁT	34
4.1.2	ZPŮSOBY ZJIŠŤOVÁNÍ SKLIZŇOVÝCH ZTRÁT	35
4.2	METODY ZJIŠTĚNÍ VLHKOSTI ZRNA	36
4.3	METODY ZJIŠTĚNÍ VÝKONNOSTÍ A SPOTŘEBY PHM	37
4.3.1	VÝKONNOST STROJE	37
4.3.2	PRŮCHODNOST SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	38
4.3.3	SPOTŘEBA PHM SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	40
4.4	METODY ZJIŠTĚNÍ KVALITY DRCENÍ A ROZMETÁNÍ ROSTLINNÝCH ZBYTKŮ	40
4.4.1	ZJIŠTĚNÍ CELKOVÉ KVALITY DRCENÍ SLÁMY	40
4.4.2	ZJIŠTĚNÍ ROZPTYLU SLÁMY V CELÉM ZÁBĚRU SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	41
4.5	METODIKA ZJIŠŤOVÁNÍ EKONOMIKY PROVOZU	42
5	VÝSLEDKY MĚŘENÍ	43

5.1	CHARAKTERISTIKA PODNIKU ZEMĚDĚLSKÉ PRVOVÝROBY A MAJITELE SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK	43
5.2	CHARAKTERISTIKA SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK	44
5.3	CHARAKTERISTIKA SKLIZŇOVÝCH PODMÍNEK	45
5.4	ZTRÁTY SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK.....	46
5.4.1	ZTRÁTY PŘEDSKLIZŇOVÉ.....	46
5.4.2	ZTRÁTY SKLIZŇOVÉ.....	47
5.5	VLIV VLHKOSTI NA VELIKOST ZTRÁT	49
5.6	KVALITA DRCENÍ A ROZMETÁNÍ ROSTLINNÝCH ZBYTKŮ	50
5.6.1	VLIV VLHKOSTI NA KVALITU DRCENÍ SLÁMY	50
5.6.2	VLIV VLHKOSTI NA ROZPTYL SLÁMY	52
5.7	PRŮCHODNOST SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	56
5.8	SPOTŘEBA POHONNÝCH HMOT	58
5.9	VÝKONNOST SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK	58
5.10	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	60
6	<u>DISKUSE</u>	61
7	<u>ZÁVĚR</u>	63
8	<u>SEZNAM POUŽITÉ LIERATURY</u>	64

1 ÚVOD

Obiloviny jsou jednou z hlavních plodin zajišťujících výživu lidstva a hospodářských zvířat jím domestikovaných, zabírají téměř 50% osevních ploch orné půdy. Jejich sklizeň si bez samojízdných sklízecích mlátiček již nelze ani představit.

Jsou to stroje neustále vyvíjené ve snaze zvýšit výkonnost při co nejnižších ztrátách a snižování provozních nákladů. Vývoj samojízdných sklízecích mlátiček se ubírá dvěma směry. Zdokonalováním konvenční sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím a separátoru složeného z klávesových vytrásadel. Druhý směr vyvíjený firmou New Holland od sedmdesátých let využívající místo tangenciálního bubnu a vytrásadel axiálně uložený rotační buben. Pro sklízecí mlátičky této konstrukce se vžil název podle dle uložení bubnu, tedy axiální.

Se zvyšujícími výnosy plodin, nároky na výkonnost, a kvalitu práce se konstruktéři těchto strojů snažili vyrovnat zvětšováním mláticího a separačního ústrojí. Tím se však brzy dospělo k maximálním přípustným rozměrům dovolující silniční dopravu. Další vývoj tedy vede ke zdokonalování nejslabších článků mláticích a separačních ústrojí přidáváním speciálních zařízení jako jsou urychlovací bubny, separační bubny, čechrací prsty slámy nad vytrásadly a další.

2 REŠERŠE

2.1 Sklízecí mlátičky

Úkolem sklízecích mlátiček je získat porost ze stanoviště sečením (přímá sklizeň) nebo sbíráním (dělená dvoufázová sklizeň), hmotu vymlátit (uvolnit zrno), zrno oddělit a vyčistit od ostatních částí rostlin, shromáždit je v zásobníku a připravit k odvozu. Ostatní zbytky rostlin (slámu, plevy, úhrabky) upravit k dalšímu, tj. ke sklizni či zapravení do půdy (*Slavík, 2000*).

Samojízdná sklízecí mlátička pro přímou sklizeň zrnin dominuje nad všemi ostatními technologiemi, které se jí snažily konkurovat (stripovací technologie, vícefázové způsoby sklizně) a to především pro svoji univerzálnost, použití při sklizni různých druhů zrnin a vysokou produktivitu sklizňových prací.

První modely žacích mlátiček byly pouhým spojením žacích strojů s mláticím ústrojí stacionárních mlátiček. Jejich charakteristickým znakem byl tok materiálu kolmo na směr pohybu stroje. V dalším vývoji se velmi rychle prosadilo praktičtější uspořádání hlavních prvků žacích mlátiček tak, že tok materiálu prochází žací mlátičkou proti směru pohybu stroje. Toto uspořádání se zachovalo dodnes. Konstrukteři se prakticky zaměřili na zlepšování funkce jednotlivých konstrukčních celků (pojezdového ústrojí, pohonné jednotky, žacího ústrojí, mláticího ústrojí, separačních prvků, vybavení kabiny atd.). Všechno jejich úsilí směřuje ke zvýšení výkonnosti žacích mlátiček, k většímu komfortu pro obsluhu stroje, ke zvyšování kvality práce v různých terénních a klimatických podmínkách, ke zvyšování provozních spolehlivostí stroje.

Současné typy žacích mlátiček využívají stále výkonnějších motorů s dostatečnou rezervou krouticího momentu pro překonání kritických zatížení mláticího a pojezdového ústrojí. Teoretická výkonnost žací mlátičky ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$) je dána šířkou pracovního záběru a pracovní rychlosti stroje. Špičkové typy předních výrobců dosahují výkonnosti kolem $5 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ při průměrných výnosech 4 - 6 t zrna z ha s kvalitativními ztrátami zrna pod 2 %. Jejich nasazení na pozemky s extrémně nízkými výnosy obilovin ($2 - 3 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$) již neumožňuje z ergonomických a technických důvodů zabezpečit provozní podmínky pro dosažení optimální průchodnosti a tím i maximálního využití žací mlátičky (*Pastorek a kol, 2002*).

2.1.1 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- stroje jsou určeny pro sklizeň obilnin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin,
- porost obilnin je s výnosem zrna do $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, výška rostlin od 0,3 do 2,5m. Vlhkost zrna do 30 %, vlhkost slámy do 40 %. Poměr zrna ke slámě od 1 : 0,8 do 1 : 2,5. Porost stojatý i polehlý (zvířený) do všech stran,
- výška strniště rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm. Ztráty zrna při přímé sklizni do 1,5 % (hmotnostní z biologického výnosu), z toho za žacím stolem do 0,5 %, za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna při dělené sklizni do 2 %, z toho po řádkovači do 0,5 %, za sběracím ústrojím do 0,5 % a za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna z nedomlatků do 0,5 %. Poškození zrna do 3 %. Obsah obilních příměsí a nečistot v zrně (v zásobníku) do 3 % (hmotnostních), z toho nečistot nejvýše do 1 %. Šířka řádku slámy do 180 cm,
- hmotnostní průtok (průchodnost) u standardních sklízecích mlátiček se pohybuje od 8 do $20 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, tomu odpovídají šířky záběrů žacích stolů 4 až 12 m, objemy zásobníků zrna 4 až 14 m^3 s plnicí výškou dopravních prostředků nad 4 m, výkony motorů 100 až 450 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, dopravní do $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a výkonnosti až $8 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Svahová dostupnost 8 až 12° , tlak na půdu pod 0,15 MPa,
- hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu i odpovídající šířky žacích stolů, objemy zásobníků, výkony motorů, atd. Svahová dostupnost 22° , tlak na půdu pod 0,15 MPa,
- sklízecí mlátičky standardní i svahové mají mít možnost vybavení těmito adaptéry s příslušenstvím: sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň, nesený drtič slámy, podvozek na žací stůl, klimatizovaná kabina. Standardní sklízecí mlátičky navíc: adaptér pro sklizeň kukuřice na zrno, adaptér ke sklizni slunečnice a adaptér pro sklizeň řepky,

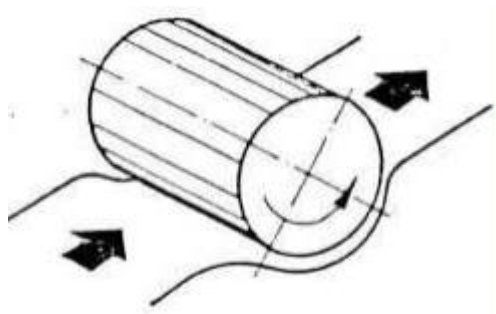
- sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za separátory a čistidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelí pracovních ústrojí, počítání hektarů, svahové mlátičky pak automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20°. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a podle průchodnosti, automatickou regulaci mláticího ústrojí, vytřásadel a čistidla, mapování výnosů,
- sklízecí mlátičky mají pracovat s vysokou provozní spolehlivostí, musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, předpisům o provozu na veřejných komunikacích,
- stroj má obsluhovat jeden pracovník (*Břečka, Honzík, Neubauer, 2001*).

2.2 Mláticí ústrojí a fyzikální základy výmlatu

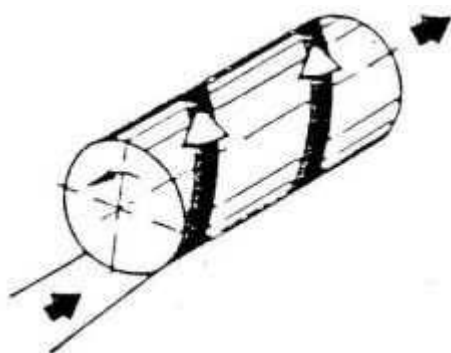
Úkolem mláticího mechanismu je uvolnit zrno z klasů, přičemž dochází i k rozrušování slámy a plevelných rostlin. Uvolnit se má všechno zrno a při uvolňování se nemá poškodit. Dále má mláticí ústrojí rozdělit zpracovávaný materiál na jemný a na hrubý omlat. Hrubý omlat je výstupní mezerou a odmítacím bubnem dopravován na separátor (vytřásadlo). Jemný omlat propadává mláticím košem, kterým má propadat co nejvíce uvolněného zrna, aby byla uvolněna práce separátoru (*Neubauer a kol, 1989*).

2.3 Sklízecí mlátičky podle mláticího a separačního ústrojí

Z hlediska konstrukčního řešení můžeme mláticí a separační ústrojí rozdělit do tří skupin. První skupinou je tangenciální ústrojí na obrázku 2.1, které se skládá z mláticího bubnu kolmo uloženého na směr pohybu mlácené hmoty a klávesového vytřásadla. Druhou skupinou je mláticí ústrojí axiální na obrázku 2.2, kde mlácená hmota postupuje ve směru osy mláticího bubnu, který je rozdělen na mláticí a separační část. Poslední je ústrojí hybridní, které se skládá z tangenciálního mláticího ústrojí a rotačního separátoru na místo vytřásadel.



Obrázek 2.1 Tok hmoty tangenciálního bubnu

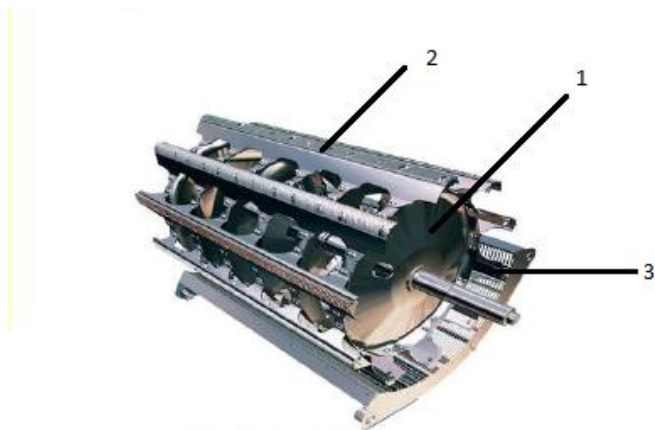


Obrázek 2.2 Tok hmoty axiálního bubnu

Každé z uvedených provedení má celou řadu modifikací, kterými se snaží jednotliví výrobci vzájemně konkurovat. Faktem zůstává, že axiální mláticí ústrojí v klasickém provedení má v našich sklizňových podmínkách více limitujících faktorů (vlhkost obilní hmoty, odrůdy s vysokým podílem slámy,...), které se konstruktéři těchto strojů snaží překonat (*Pastorek a kol. 2002*).

2.3.1 Tangenciální mláticí ústrojí

Hlavní části tvoří rotující mláticí buben (1) a pevný mláticí koš (2) na obrázku 2.3, mezi kterými je klínovitá mláticí mezera.



Obrázek 2.3 Tangenciální mlátící ústrojí: 1- mlátící buben, 2- mlátící koš.

Mlátící buben tvoří hřídel s několika kotouči, na jejichž obvodu je rozmístěno 6 až 10 profilovaných nosičů mlatek. Na nosičích jsou připevněny mlatky (mlátící lišty) které mají střídavě levé a pravé šikmé zářezy. Mlatky pravé a levé jsou na bubnu vystřídány, aby docházelo k střídavému axiálnímu posunování procházející mláčené hmoty a intenzita výmlatu se tím zvyšovala. Mlatky jsou tvarovány tak, aby ventilační účinek byl co nejmenší.

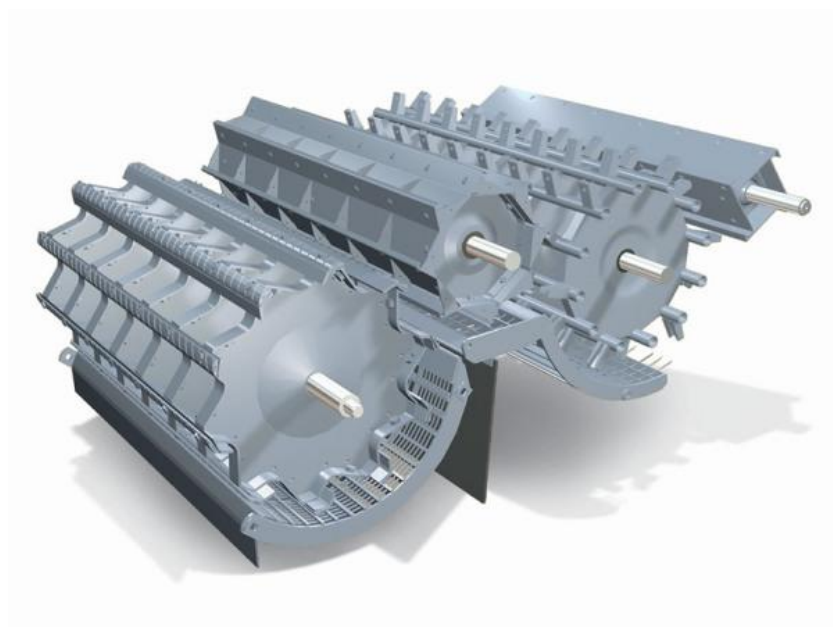
Průměr bubnu je od 400 do 800 mm, délka bubnu 700 až 1800 mm podle velikosti mlátičky. Otáčky bubnu jsou nastavitelné a volí se tak, aby byl zajištěn úplný výmlat při minimálním poškození zrna. Rozhodující je obvodová rychlost mlátícího bubnu, která se pro jednotlivé plodiny mění. Například pro obiloviny je obvodová rychlost mlátícího bubnu 30 až 32 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, pro kukuřici 15 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Mlátící koš má tvar obloukové mříže. Obepíná mlátící buben ze spodní části, přičemž úhel opásání je od 110° do 150°. Mlátící koš se skládá z ocelových lišt, které jsou po stranách propojeny bočnicemi. Lištami procházejí ocelové pruty, které tvoří výplet koše. Koš je většinou jednodílný. Na výběhové straně je koš zakončen výběhovým roštem. Mlátící mezera mezi mlátícím košem a bubnem je stavitelná (Rédl, Slavík, 2000).

Pro zvýšení výkonnosti a větší konkurence schopnosti doplňují výrobci mlátící ústrojí o vkládací, urychlovací a separační bubny.

Rotační separátor používaný za mláticím mechanismem většina výrobců označuje jako část mláticího mechanismu, svou funkcí však napomáhá separaci zrna od slámy, a tudíž spíše přísluší k vytrásadlu. Umožňuje, aby se na malé délce oddělilo více zrna a snížilo se zatížení vytrásadla. Má však také nevýhody, protože je-li obilí zaplaveno a sláma vlhká, dochází ke zvýšeným ztrátám (*Heřmánek, Kumhála 1997*).

První mláticí ústrojí se separačním bubnem použila firma New Holland v modelu CX 8080 na obrázku 2.4. Jedná se o čtyř bubnové mláticí ústrojí s velkým mláticím bubnem o průměru 75 cm, při úhlu opásání 111° tvoří plochu mláticího koše 1,18 m², za separačním bubnem následuje usměrňovací buben Sraw Flow, který přispívá k udržení rovnoměrnému proudu hmoty na vytrásadla.



Obrázek 2.4 Mláticí ústrojí New Holland CX

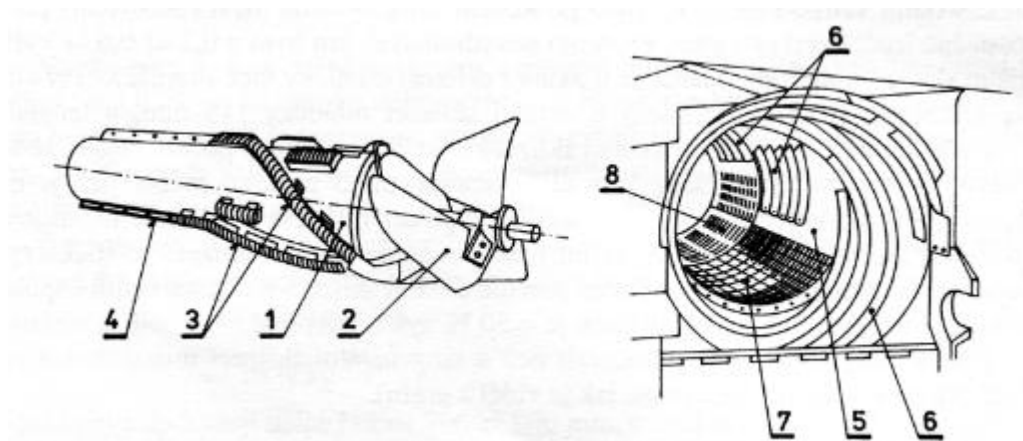
Systém APS na obrázku 2.5 vyvinula firma Claas. Jedná se o urychlovací buben s vlastním separačním košem umístěný před hlavním mláticím bubnem. Urychlovací buben zrychlí tok sklizené hmoty, rovnoměrně ji rozvrství a částečně již odloučí zrno, zachovává stálý poměr 80 % otáček mláticího bubnu. (*Janda*)



Obrázek 2.5 Claas APS systém

2.3.2 Axiální mláticí ústrojí

Mláčená plodina u tohoto ústrojí prochází přes obvyklý šikmý dopravník a postupuje do mezery mezi podélně umístěným mláticí košem a bubnem obrázek 2.6. Mláticí ústrojí přechází v rotační ústrojí separační. Podélně uložený mláticí buben působí na mláčenou plodinu kombinovaným účinkem nárazu, tření a odstředivé síly. Na bubnu jsou umístěny lišty ve tvaru šroubovice, které mají zároveň dopravní účinek. Mláticí buben má vpředu lopátkové kolo, které odebírá mláčenou hmotu do šikmého dopravníku a uvádí ji do pohybu po šroubovici. Obilní hmota postupuje přes sloučené mláticí a separační ústrojí ve směru rovnoběžném s osou (odtud axiální). Mláticí buben je dynamicky vyvážen. Mláticí komora má na začátku kuželový tvar a šroubovitě uspořádané lišty, které pomáhají účinku lopatek. Ostatní lišty po stranách válcového koše regulují průchod mláčené hmoty. Používají se dva typy mláticích košů: hustší pro zrniny, řidší pro kukuřici a sojové boby. Otáčky mláticího bubnu a seřízení mláticího koše se nastaví podle plodiny a podle podmínek výmlatu. Pod integrovaným mláticím a separačním bubnem je soustava podélných šnekových dopravníků, které dopravují jemný omlat (zrno, plevy a úhrabky) rovnoměrně na celou plochu čistidla, bez ohledu na polohu sklízecí mlátičky. Slámu vyhazuje ze stroje odmítací buben (*Rédl, Slavík 2000*).

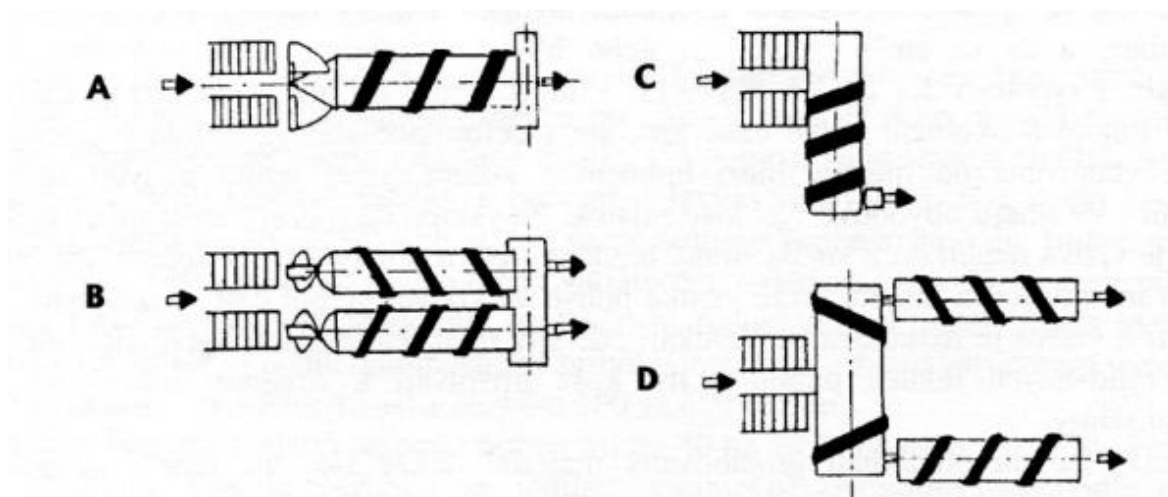


Obrázek 2.6 Axiální mláticí a separační ústrojí:

1 - kombinovaný buben, 2 - vkladací šnek, 3 - mlatka, 4 - separační lišta, 5 - separační část, 6 - separační lišta (žebro), 7 - první separační část pláště (mláticí koš), 8 - druhá separační část pláště (separační koš).

Podle uspořádání axiálních mláticích a separačních bubnů a tedy i toku obilní hmoty je můžeme rozdělit do 4 variant jak je zřejmé z obrázku 2.7, kde je:

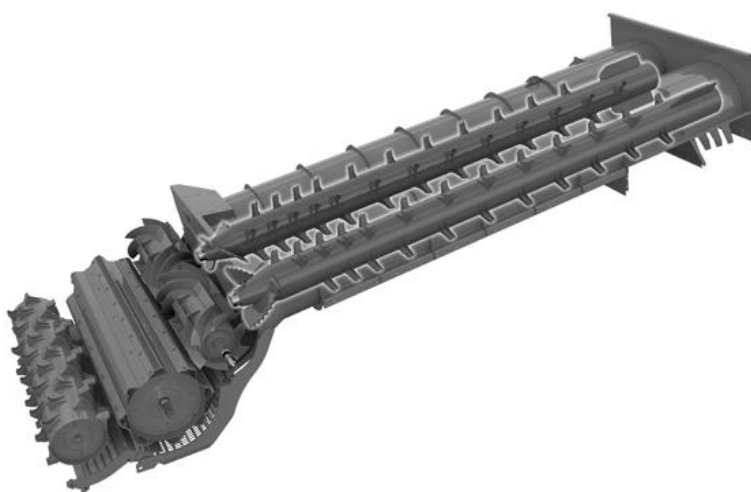
- podélný buben (podélný tok obilní hmoty) - A,
- podélné dva bubny (podélný paralelní tok hmoty) - B,
- příčný buben (příčný tok obilní hmoty) - C,
- příčný i podélný buben (kombinace příčného a podélného toku hmoty) - D.



Obrázek 2.7 Uspořádání axiálních mláticích a separačních bubnů

2.3.3 Hybridní mláticí ústrojí

Spojuje výhody tangenciálního mláticího ústrojí a rotačního separátoru. Claas hybrid systém na obrázku 2.8 představuje kombinaci dvou známých technologií, mláticího ústrojí APS a systému separace zrna Roto plus. Odmítací buben mláticího ústrojí APS rozdělí slámu na dva proudy a přivádí ji k oběma vysoce výkonným separačním rotorům. Protiběžné rotory jsou ve skříní uloženy excentricky a vyvíjejí neustále odstředivou sílu, jejímž působením jsou od slámy oddělena zbytková zrna. Otáčky rotorů lze plynule regulovat v rozmezí 350 - 1010 ot·min⁻¹. Vyznačuje se nízkými ztrátami při vysoké průchodnosti a šetrnou manipulací se slámou.



Obrázek 2.8 Claas hybrid systém

2.3.4 Separační ústrojí

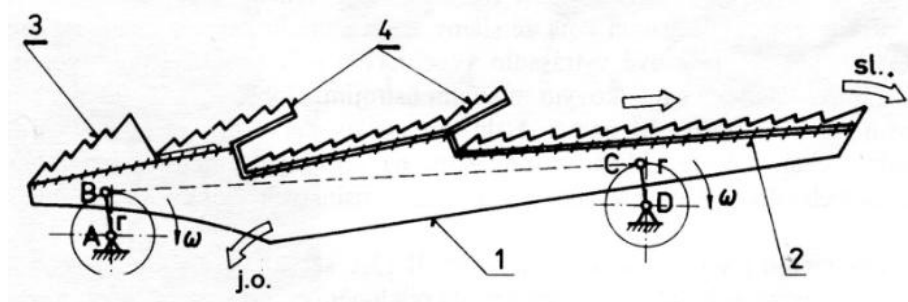
Na mláticí ústrojí navazuje separátor, jeho úkolem je oddělit jemný omlat od hrubého a přivést ho na čistidlo a slámu dopravit z mlátičky ven. Ve slámě za separátorem nesmí zůstat volné zrna, představovalo by ztráty nedokonalou separací.

Podle provedení může separátor být:

- vytřásadlový
- rotační tangenciální nebo axiální
- kombinovaný

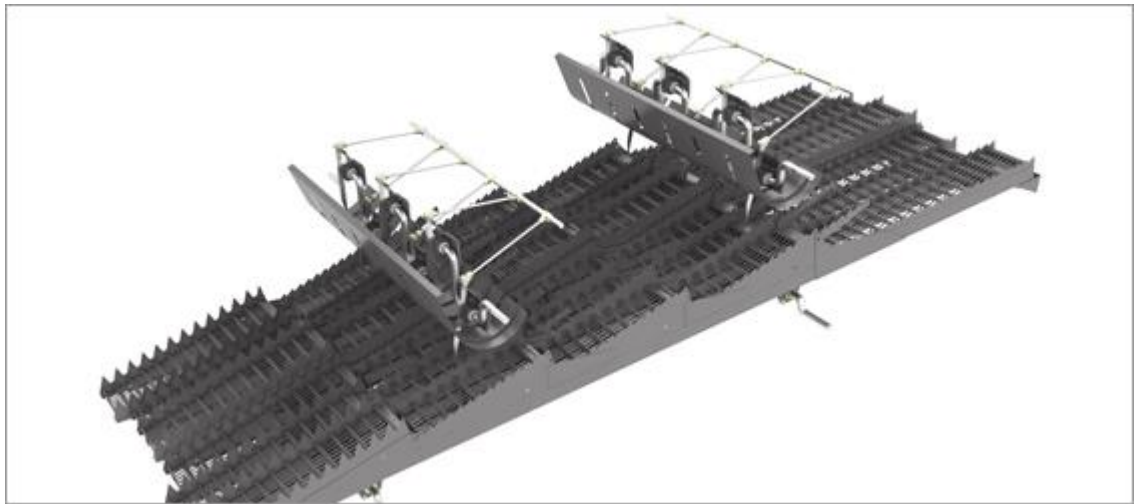
2.3.4.1 Vytřásadlo dělené

Má podle šířky mláticího ústrojí tři až šest dílů (kláves, výtřasek). Každá klávesa na obrázku 2.9 je tvořena tělesem – žlabem (1) se stupňovitým horním pracovním povrchem (3 až 7 stupňů s různým sklonem), opatřeným pevným žaluziovým sítím se sklonem žaluzií 45°, nebo roštovým povrchem. Bočnice kláves jsou opatřeny plechovými hřebeny (3) s jednostranně skosenými zuby, první stupně navíc lištami (4) se šikmými hřebky nebo plechovými hřebky. Touto úpravou se omezuje zpětný skluz slámy, zajišťuje její roztažení a rovnoměrný, plynulý posuv po vytřásadle při různém podélném sklonu mlátičky a dále se používají značně vyšší plechové hřebky (3) a lišta s hřebky (4) se umísťuje ve středu výtřasky, čímž se sníží rychlost proudu hrubého omlatu a dosáhne se intenzivního prosévání zrna na prvním stupni. Jemný omlat propadlý sítovým povrchem výtřasky (2) přechází na její dno a po něm jako po spádové desce postupuje na koncovou část stupňovité vynášecí desky, po níž přichází již jemný omlat propadlý mláticím košem.



Obrázek 2.9 Vytřásadlo separátoru: 1 - těleso klávesy, 2 - síto, 3 - hřeben, 4 - lišta.

U výkonných sklízecích mlátiček se používají klávesy bez dna a dopravu jemného omlatu na stupňovitou vynášecí desku nebo přímo do čistidla zajišťuje kývající spádová deska nebo řada šikmo uložených dopravních šneků, umístěných pod vytřásadlem. Některé firmy umísťují ještě nad vytřásadlem zvláštní čechrací ústrojí (hrabice nebo bubny) obrázek 2.10, které natřásají hrubý omlat, a tím zvyšují separaci zrna. Nad vytřásadlem bývají ještě zavěšeny výškově stavitelné clony, jedna nebo dvě, které zpomalují pohyb hrubého omlatu a zachycují zrno odstříknuté z mláticího ústrojí (Břečka, Honzík, 2001).

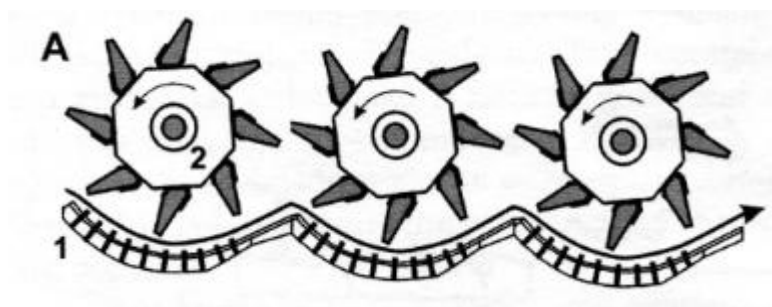


Obrázek 2.10 Vytřasadlo Claas s čehracími prsty

2.3.4.2 Tangenciální separátor s bubny

Tangenciální separátor s bubny na obrázku 2.11 se skládá z řady za sebou umístěných otáčejících se výtrásných bubnů – rotorů s prsty odkloněnými od směru otáčení (2). Pod každým bubnem je uloženo separační síto – koš (1) s větší relativní světlou plochou ve srovnání s mláticím košem.

Bubny pročešávají a natřásají hrubý omlat, oddělený jemný omlat se prosévá sítem. Toto vytřasadlo dobře odděluje zrno z hrubého omlatu při sklizni dlouhostébelného materiálu se zvýšenou vlhkostí, je málo citlivé na sklon mlátičky, ale při sklizni obilí normální vlhkosti rozbíjí slámu a na čistidlo přichází větší množství slamnatých příměsí (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

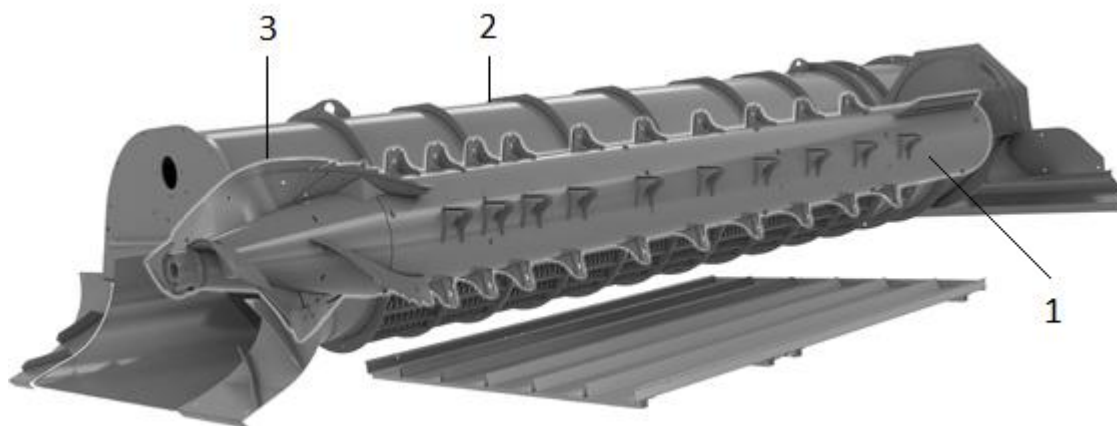


Obrázek 2.11 Tangenciální rotační separátor

2.3.4.3 Axiální (rotační) separátor s rotorem

Axiální separátor s rotorem na obrázku 2.12 se skládá z pevného síťového válcového pláště (2), ve kterém se otáčí rotor s lopatkami (1) uloženými

ve šroubovici. V přední části má rotor větší zakřivené lopatky (3), které napomáhají při vtahování hmoty do dvou bubnů. Zde nastává separace jemného omlatu, který propadává síťovým válcovým pláštěm (2). Obilní hmota přitom rotuje mezi rotorem a pláštěm rychlostí rovnající se asi 1/3 obvodové rychlosti rotoru a současně se axiálně posouvá na konec stroje, kde je vodícími plechy usměrňována na řádek.



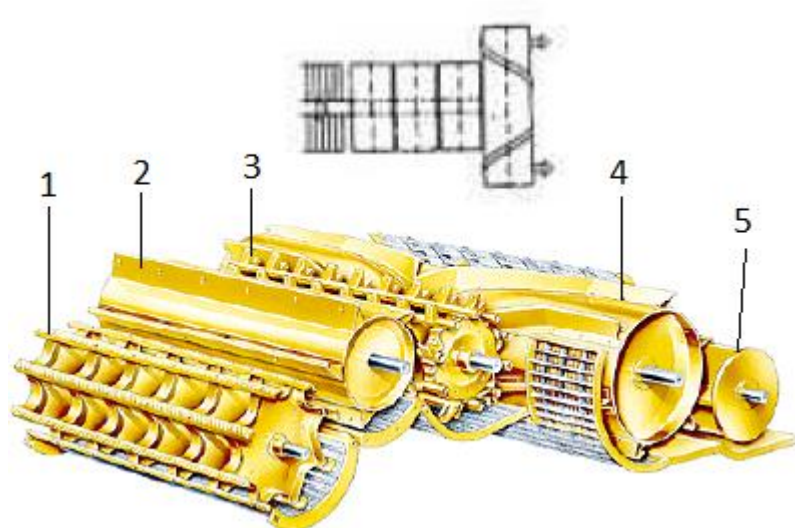
Obrázek 2.12 Rotační separátor: 1- rotor, 2- plášť rotoru, 3- zakřivené lopatky.

Tento separátor není citlivý na sklon mlátičky. Dnes jej používá např. firma John Deere v sestavě dvou bubnů ve své nejvýkonnější mlátičce. Na podobném principu pracuje axiální separační ústrojí, které místo lopatek na rotoru má ozubenou šroubovici. Šroubovice podobně jako lopatky otáčí a posouvuje omlat v síťovém plášti. Tento princip používá firma Claas na nejvýkonnější mlátičce (systém Roto Plus) (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

2.3.4.4 Kombinovaný separátor

Je známý ve dvou variantách. Jako tangenciální s vytřásadlem nebo kombinace tangenciálního a axiálního separátoru. Tangenciální (rotační) separátor s vytřásadlem je řešen jako jedno nebo dvoububnový, nahrazující určitou délku vytřásadla. Rotor je zařazen za odmítací buben, takže přebírá již zbrzděný omlat na 2 až 3 m·s⁻¹ čímž se v něm tvoří větší vrstva slámy, která se postupně zvětšuje až na vytřásadlo, kde dosahuje střední rychlosti 0,4 m·s⁻¹. Při průchodu slámy mezi rotorem a košem dochází jednak k propadu drobného omlatu, ale i k zrovnoměrnění toku slámy. V suchých podmínkách může být sláma drobena na jemný omlat. Proto někteří výrobci se tomu brání možností seřízení mezery mezi rotorem a košem nebo

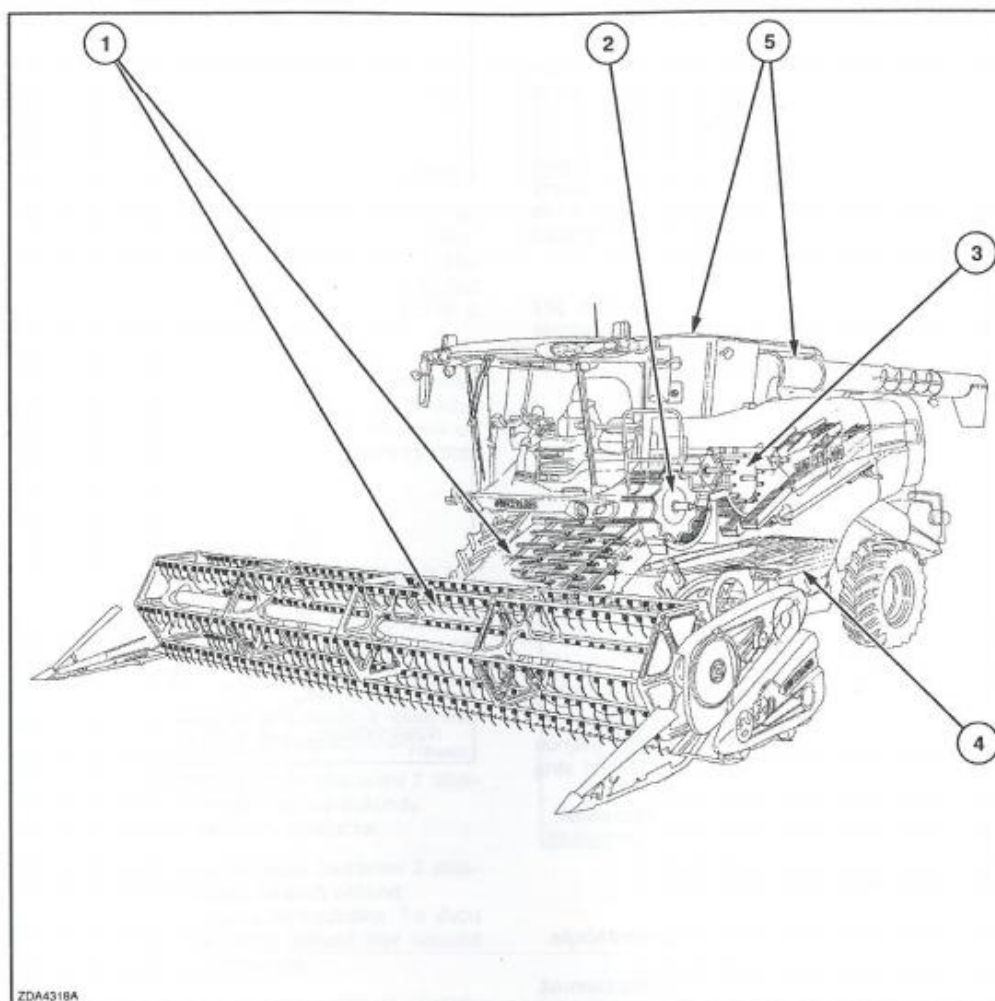
možností snížení otáček rotoru. Tangenciální separátor kombinovaný s axiálním separátorem na obrázku 2.13 navazuje na mláticí ústrojí (1), kde odmítací buben (2) mimo zpomalování hmoty provádí již separaci drobného omlatu. Od odmítacího bubnu omlat přechází do tangenciálního separátoru (3), který omlat dále předává separátoru axiálnímu (4). Axiální separátor je uložen ve stroji příčně, takže rozděljuje omlat na dva proudy. Rotor axiálního separátoru s omlatem otáčí a současně jej posouvá do stran mlátičky. Zde je plášť ze zadní strany otevřen, takže sláma z něj vychází na odmítací bubny (5), které ji dopravují ven ze stroje (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).



Obrázek 2.13 Kombinovaný separátor: 1 - mláticí ústrojí, 2 - odmítací buben, 3 - tangenciální separační buben, 4 - axiální separační buben, 5 - odmítací bubny.

2.3.5 Technologický proces sklízecí mlátičky

Technologický proces tangenciální sklízecí mlátičky je vysvětlen na sklízecí mlátičce New Holland CX na obrázku 2.14. Proces axiální mlátičky je téměř totožný, liší se pouze v pohybu obilní hmoty mláticím ústrojí, které bylo popsáno v předešlé části.



Obrázek 2.14 Sklízecí mlátička New Holland CX: 1 - vkládání, 2 - mlácení, 3 - separace, 4 - čištění, 5 - ukládání a vyprazdňování.

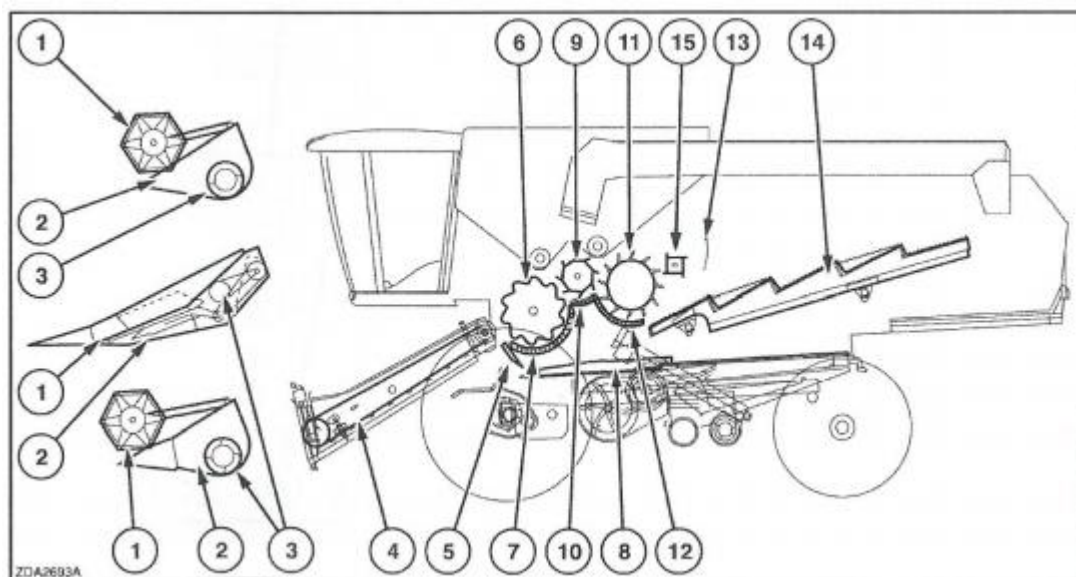
1. Vkládání

Přiháněč (1) na obrázku 2.15 (na obilním nebo flexibilním adaptéru) nebo sběrací řetěz (na adaptéru pro kukuřici) vkládá plodiny/klasy do adaptéru (2) směrem ke šneku (3). Šnek (3) podává plodiny do přední části šikmého dopravníku (4).

Hlavice šikmého dopravníku je otočná na rámu dopravníku, což umožňuje, aby adaptér sledoval na obou stranách rozdíly sklonu až 3° vzhledem k poloze základní jednotky.

Plodiny jsou pak šikmým dopravníkem podávány nahoru, kde prochází přes lapač kamenů (5) do oblasti mláticího bubnu a mláticího koše. V tomto okamžiku je vkládání ukončeno a začíná mlácení. *(Návod k používání New Holland)*

Lapač kamenů (5) je zkonstruován tak, aby zachycoval kameny a další cizí předměty, které by mohly poškodit vnitřní součásti sklízecí mlátičky.



Obrázek 2.15 Technologické schéma sklízecí mlátičky

2. Mláčení

Jak se mláticí buben (6) otáčí, odírá plodiny proti lištám mláticího koše (7). Během tohoto odírání se asi 90 % zrna oddělí od slámy.

- Čisté zrna padá na vynášecí desku (8).
- Sláma a zbývající zrna jsou zaváděny do odmítacího bubnu (9).

Pod mláticí koš na malé zrna lze vyklopit klasňovací plechy, aby bylo mláčení intenzivnější při mláčení ozimého ječmene nebo obtížně mlátitelných plodin.

Pro zvýšení účinnosti mláčení lze mlatky (drhlíkové lišty) nainstalovat na přední část mláticího koše (zvláště důležité v pšenici).

3. Separace

Odmítací buben (9) s košem (10) stahuje slámu z bubnu a zavádí ji do rotačního separátoru (11) a mláticího koše (12), čímž se dále separuje zrna od slámy.

Zpomalovací přepážka slámy (13) brání tomu, aby rotační separátor odhazoval slámu příliš daleko na vytrásadla slámy (14).

Standardně je nainstalovaný odmítací buben slámy (15) pro zlepšení transportu slámy směrem k vytrásadlům slámy, aby byl umožněn hladší průchod materiálu při náročných podmínkách.

Vytrásadla slámy (14) kmitají, zvedají a převalují slámu, přičemž umožňují, aby zbývající zrno propadalo vytrásadly a klouzalo po vratných deskách dolů na zadní část vynášecí desky (8).

4. Čištění

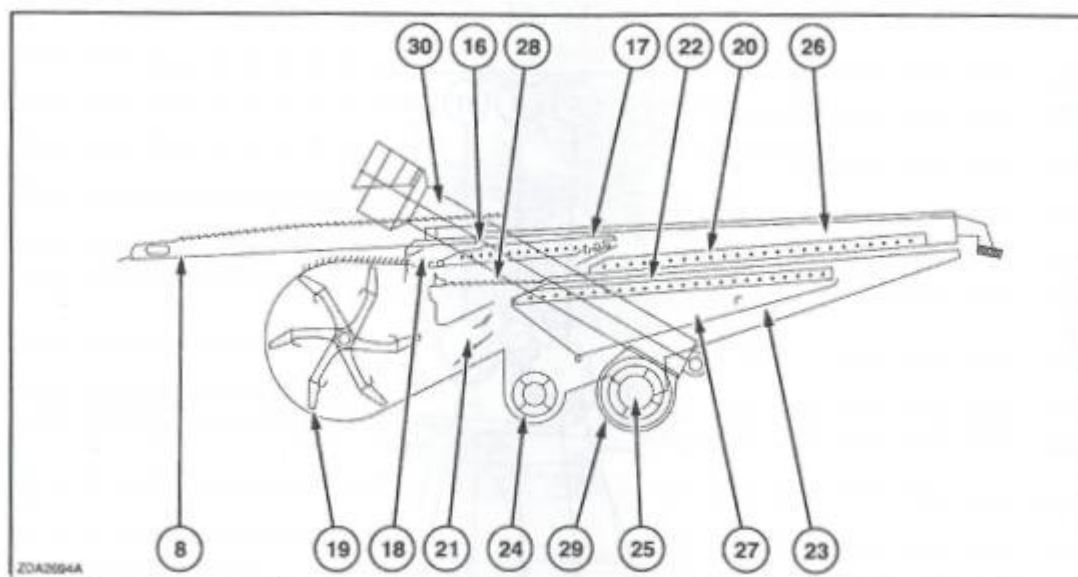
Zrno a plevy na vynášecí desce (8) jsou vratným pohybem čistidla přepravovány dozadu. U sklízecích mlátiček se samovyrovnávacím čistidlem zajišťuje elektrický pohon automatické udržování čistidla v horizontální poloze vzhledem k příčné ose stroje i při provozu na úbočích se sklonem až 17 %. Tato inovace značně zvyšuje výkon čistidla při práci v kopcovitém terénu.

Jestliže čistidlo není vybaveno systémem automatického vyrovnání (pevné čistidlo), zlepší se činnost na mírných svazích instalováním zvýšených děličů na předsítu a horním sítu.

Zvýšené děliče se instalují jako standardní výbava na vynášecí desku (8), kde zajišťují rovnoměrnou distribuci materiálu před tím, než dosáhne krátké vynášecí desky (28).

Čistidlo na obrázku 2.16 se skládá z horního síta (26) a spodního síta (27), které se pohybuje opačným směrem. První separace se koná na vynášecí desce, protože lehčí plevy tvoří horní vrstvu a těžší zrno spodní vrstvu. Materiál propadáva roštem (16) nainstalovaným v zadní části vynášecí desky na předsítu (17). Vzduch přicházející ze sekundárního vyfukovacího otvoru (18) čistícího ventilátoru (19) fouká plevy přes předsítu, takže jím propadáva zrno značně vyššího stupně čistoty. Tato akce se bude opakovat podruhé mezi předsítem (17) a horním sítem (20).

Vzduch přicházející z vyfukovacího otvoru (21) čistícího ventilátoru (19) vyfukuje plevy přes horní síto ven ze stroje, zatímco zrno, nevymláčené klasy a malé množství těžkých plev padá na spodní síto (22).



Obrázek 2.16 Čistící systém sklízecí mlátičky CX

5. Ukládání zrna a vyprazdňování (obrázek 2.17)

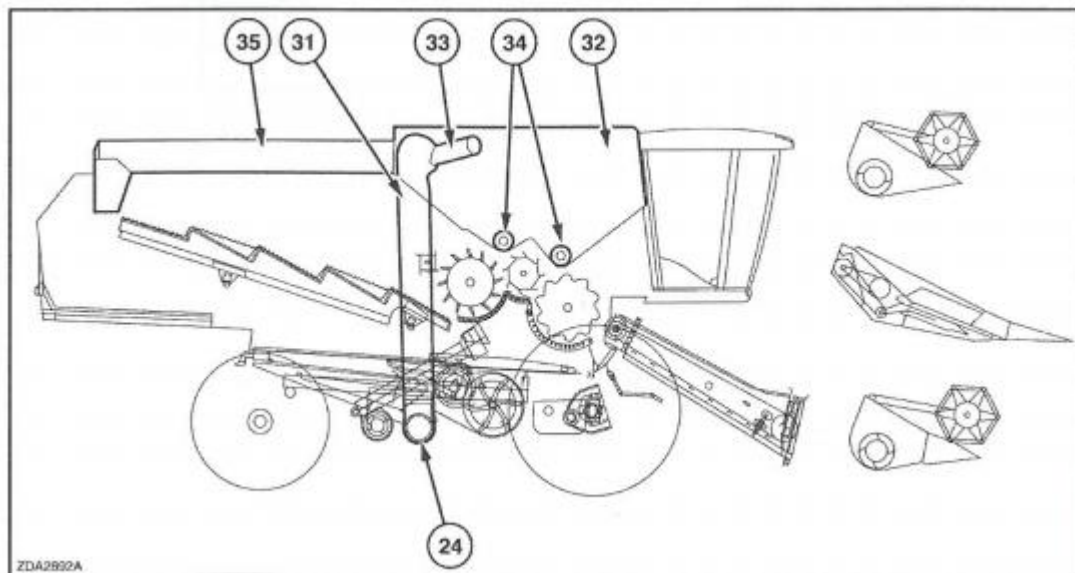
Čisté zrno je příčným šnekem na čisté zrno (24), dopravníkem zrna (31) a plnicím šnekem bubble-up (33) usměrňováno do zásobníku zrna (32).

Zásobník zrna je vyprazdňován vyprazdňovacími šneky zásobníku zrna (34) a šnekem vyprazdňovací roury (35).

Navíc je zrno separované předsítem (17) zaváděno vynášecí deskou na malé zrno 28 ke spodnímu sítu. Instalace předsíta značně zvyšuje výkon čistidla, protože hlavní separace zrna a plev se děje na obou roštech. Spodní síto (nebo čistící síto) zajišťuje konečnou operaci čištění. Zrno, které projde čistícím sítem, je vedeno přes desku (23) k příčnému šneku čistého zrna (24). Nevymláčené klasy, které nepropadnou spodním sítem, jsou kláskovým (-i) dopravníkem (-y) (25) transportovány k rotačnímu mláticímu ústrojí (29) na přemláčení.

Z rotačního mláticího ústrojí je tento materiál vedeno šnekem (-y) kláskového dopravníku (30) k vynášecí desce na čištění. Dělicí desky rozdělují vrácený materiál

rovnoměrně na vynášecí desce, kde je přebírá samovyrovňovací čisticí nebo pevné čisticí. (Návod k používání New Holland)



Obrázek 2.17 Ukládání a vyprazdňování zrna mlátičky CX

2.4 Novinky mezi sklízecími mlátičkami

Claas

Tradiční výrobce firma Claas v roce 2012 představila novou sklízecí mlátičku Lexion 780 na obrázku 2.18. Za inovace představené na sklízecí mlátičce získala jednu zlatou a stříbrnou medailí SIMA Innovation Awards 2013.



Obrázek 2.18 Claas Lexion 780

Claas Lexion 780 se stal nejvýkonnější mlátičkou společnosti Claas a zároveň nejsilnějším modelem řady 700, do které nyní patří další tři modely, technické parametry řady Lexion 700 jsou uvedeny v tabulce 2.1. Celkem řada nabízí výkon motoru od 330 kW do 440 kW. Vylepšení najdeme také na mláticím ústrojí. Sklízecí mlátičky Lexion řady 700 mají hybridní mláticí systém APS a Roto plus, kde nejdříve materiál prochází soustavou tří mláticích bubnů a dále pokračuje do dvou axiálních rotorů, kde dochází k separaci zbytkových zrn. Na jeden rotor připadá u modelů Lexion 750, 760 a 770 pětidílný mláticí koš, u modelů Lexion 780 je tento koš šestidílný. Rovněž rychlost rotorů se zvýšila na $1250 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ (Paulová, 2013).

Tabulka 2.1 Technická data sklízecí mlátičky Lexion řady 700

LEXION	780	770	760	750
Mláticí systém / šířka [mm]	APS/1700	APS/1700	APS/1420	APS/1420
Separace zbytkového zrna	ROTO PLUS	ROTO PLUS	ROTO PLUS	ROTO PLUS
Objem zásobníku zrna [l]	12500	12500 nebo 11500	11000	10000
Maximální výkon motoru (ECE R 120) [kW/PS]	440/598	405/551	360/490	330/449

Dynamic cooling

S ohledem na zvýšení výkonu motoru vyvinula firma CLAAS pro novou modelovou řadu sklízecích mlátiček LEXION 700 zcela novou koncepci chlazení – DYNAMIC COOLING – za který získává v rámci udělování ocenění SIMA Innovation Awards 2013 stříbrnou medaili. Nový chladicí systém s variabilním pohonem ventilátoru pracuje dle principu „cooling on demand“: Je vytvářen pouze takový chladicí výkon, jaký je skutečně potřeba.

Stejně tak došlo k značnému vývojovému pokroku vedení vzduchu. Čerstvý vzduch je nasátý v horní části, pokračuje přes chladič, který je uložen horizontálně za motorem a je poté odváděn přes prostor motoru a žebrování chladiče. Čímž vzniká efekt „opony“, která aktivně zamezuje stoupání prachu, jak je znázorněno na obrázku 2.19. Tím je nejen zajištěno nasávání pouze čistého vzduchu, ale také díky menšímu znečištění klesají značně náklady na údržbu.



Obrázek 2.19 Claas Dynamic Cooling

Cemos Automatic

CEMOS AUTOMATIC na obrázku 2.20 je první plně automatické nastavení sklízecí mlátičky pro zbytkovou separaci a čištění. CEMOS AUTOMATIC zpracovává svými mnohačetnými senzory na sekundu přesně nejrůznější parametry sklízecí mlátičky a přizpůsobuje bez jakýchkoli časových ztrát nastavení aktuálním pracovním podmínkám – zcela samostatně a plně automaticky. Jedná se o dva pracovní systémy: CEMOS AUTO SEPARATION slouží optimalizaci zbytkové separace zrna pomocí nastavení parametrů otáček rotoru a pozice klapky rotoru. CEMOS AUTO CLEANING reguluje čištění přes parametry otáčky ventilátoru, otevření horního a dolního síta. V kombinaci s automatickým naváděním GPS PILOT a regulací průchodnosti CRUISE PILOT nabízí CLAAS téměř plně automatickou sklizeň obilí.



Obrázek 2.20 Schéma Cemos Automatic

Fendt

Nová řada sklízecích mlátiček pro střední zemědělce představená v roce 2013 nese označení C a obsahuje celkem čtyři modely s označením 5275 C, 5275 C PL, 6335 C, 6335 C PL na obrázku 2.21. Jsou vybaveny šestiválcovými motory AGCO Power s technologií SCR o zdvihovém objemu 7,4 litru (203 kW) a 8,4 litru (265 kW) s vysokotlakým vstřikovacím systémem Common Rail a čtyřventilovou technikou. Nižší spotřeba pohonných hmot se ukazuje při práci na poli, ale i při pohybu po silnici rychlostí $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ při redukovaných otáčkách motoru (Paulová, 2013).

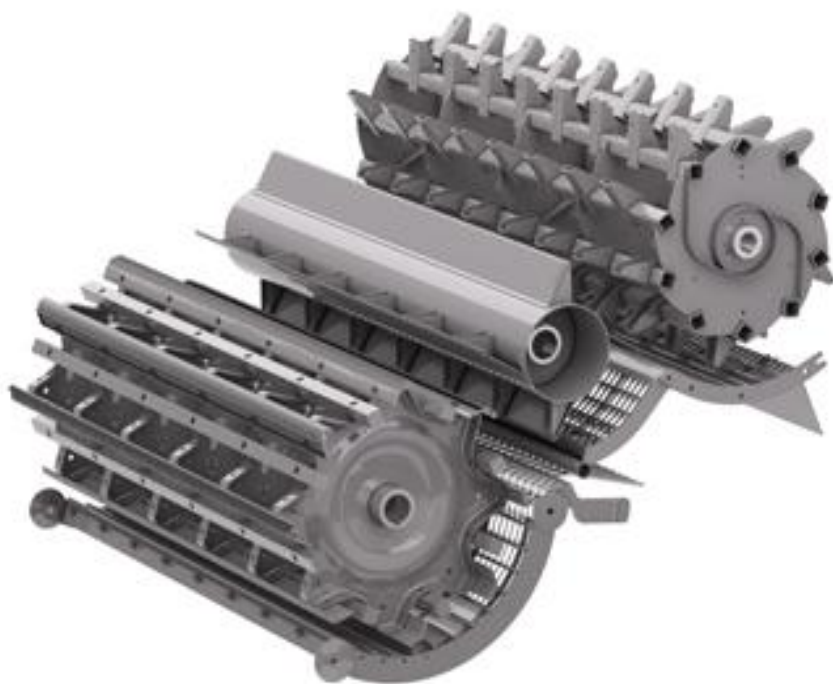


Obrázek 2.21 Fendt 6335 C PL

Mlátičky spojují osvědčenou technologii mláčení, úspornou technologii SCR a jedinečným svahovým vyrovnávacím systémem ParaLevel s inovovanou koncepcí obsluhy. Tím jde výrobce zemědělské techniky Fendt také u sklízecích mlátiček zcela novou cestou.

Mláticí systém Fendt MCS Plus

Vysoká výkonnost mláticího bubnu vyplývá mimo jiné z jeho velkého průměru 600 mm. Mláticí buben garantuje svou velkou odstředivou silou také při těžkých podmínkách sklizně rovnoměrný přísun sklizené hmoty za klidného chodu stroje a šetrného zacházení se zrnem a slámou. Zvláštností je mláticí systém Multicrop Separátor (MCS) na obrázku 2.22, který je možné elektricky vyklápat nad rotační odlučovač, když momentálně není potřeba. Tím jsou k dispozici další možnosti nastavení, aby bylo možné optimálně reagovat na různé podmínky sklizně.



Obrázek 2.22 Fendt MCS Plus

ParaLevel

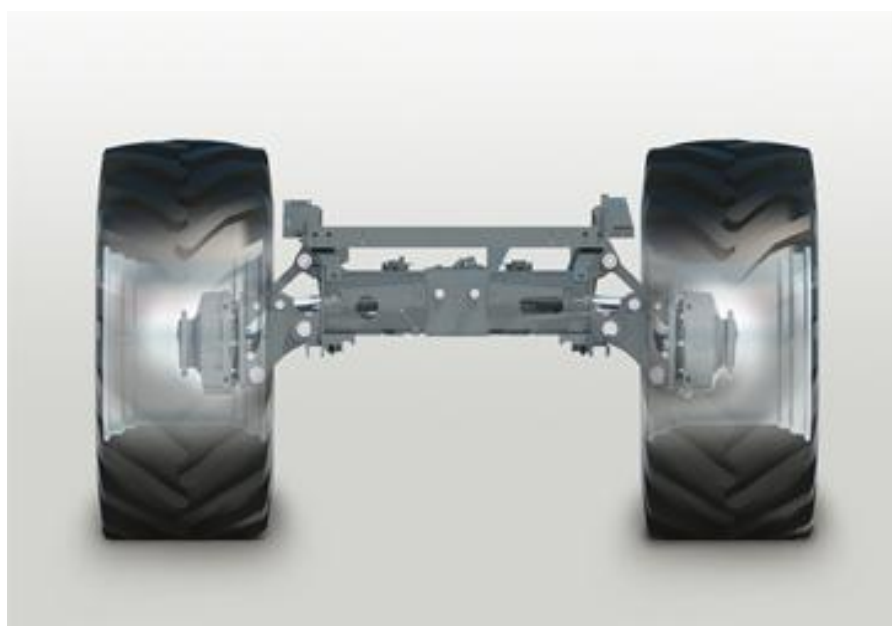
Pro zajištění optimálního a rovnoměrného průchodu sklízeným porostem i na svahu jsou k dispozici modely řady C (5275 C PL, 6335 C PL) s kompletně nově vyvinutou přední nápravou ParaLevel.

Ty umožňují kompletní náklon stroje až do sklonu svahu 20 procent a garantují tak i ve svažitých regionech rovnoměrné rozdělení sklízené hmoty na mlátící ústrojí a v separačním a čistícím systému a tím i maximální produktivitu a efektivitu. Koncepce této patentované přední nápravy je založena na struktuře paralelogramů a nabízí vedle klasických výhod výkyvné nápravy ještě další pozitivní vlastnosti.

Tak může řidič volit mezi pracovním módem na obrázku 2.23 a transportním módem na obrázku 2.24. V pracovním módu stoupá setrvání stroje ve vodorovné poloze a tím i stabilita a bezpečnost jízdy na svahu. Oproti tomu v transportním módu je v důsledku snížení přední nápravy zachována maximální dovolená vnější šířka a výška. U modelu 5275 C PL je dokonce pro zvláštní ochranu půdy obutí rozměrů 800/65 R 32 s vnější šířkou stroje pod 3,50 m (Paulová, 2013).



Obrázek 2.23 Náprava ParaLevel v pracovním módu



Obrázek 2.24 Náprava ParaLevel v transportním módu

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce je porovnání činnosti a kvality práce sklízecích mlátiček odlišné konstrukce mlátícího ústrojí, konkrétně sklízecí mlátičky New Holland CX 8090 a New Holland CR 9080 při sklizni obilovin a řepky olejky z hlediska:

- ztrát,
- vlivu vlhkosti plodiny na velikost ztrát,
- kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků,
- spotřeby PHM a rozboru výkonností.

Dalším cílem je zpracování:

- základní charakteristiky zemědělských provozů,
- základní charakteristiky majitele zemědělských strojů,
- jednoduchý rozbor investičních a provozních nákladů.

4 METODIKA

4.1 Metody stanovení ztrát

4.1.1 Zjištění předsklizňových ztrát

Zjišťují se před projetím sklízecí mlátičky, a to na minimálně třech místech měřeného pozemku. Po zahájení sklizně se vytyčí ve stěně nesklizené plodiny kontrolní plocha K_1 o velikosti 1 x 1 m nejméně 30 m od okraje pozemku, z té se vysbírají všechna zrna včetně klasů nebo šesulí, které jsou níže než nastavená výška strniště. Zrno se vymne, zbaví nečistot, zváží a stanoví průměr ze všech kontrolních míst a stanoví se předsklizňové ztráty v % z biologického výnosu dle vztahu (4.1).

$$m_p = \frac{m_k}{m_b} * 100 \quad (4.1)$$

kde:

m_p předsklizňové ztráty procentuální [%]

m_k průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy K_1 [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

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

Biologický výnos - tento parametr se stanovuje jako součet výnosů zrna a všech ztrát dle vztahu (4.2).

$$m_b = m_z + m_k \quad (4.2)$$

kde:

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 K_1 [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

4.1.2 Způsoby zjišťování sklizňových ztrát

4.1.2.1 Zjištění sklizňových ztrát

Po projetí sklízecí mlátičky vytyčíme kontrolní plochu K_2 o velikosti 1m^2 kolmo na řádek, kde pracovní záběr sklízecí mlátičky je shodný s délkou kontrolního obdélníku, šířka se stanoví dle vztahu (4.3).

$$\check{s} = \frac{K_2}{d} \quad (4.3)$$

kde:

\check{s} šířka obdélníku [m]

d délka obdélník [m]

Vzhledem k malé šířce kontrolní plochy je třeba vytrást slámu a vybrat nevymláčené klasy z řádku slámy z dvojnásobné šířky, než je šířka kontrolního obdélníku. Teprve po této operaci je možno vytyčit kontrolní obdélník. Pro výpočet ztrát se použije zrno z poloviny z vybraných nedomláčených klasů.

1. Absolutní ztráty zrna

Absolutní ztráty zrna Z_a jsou rozdílem hmotností ztrát sklízecí mlátičky a ztrát předsklizňových. Stanovíme je dle vztahu (4.4).

$$Z_a = m_{ko} - m_p \quad (4.4)$$

kde:

Z_aztráty zrna absolutní [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_{ko}hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_ppředsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

2. Relativní ztráty zrna – určují se z výnosu zrna

a) relativní ztráty celkové (předsklizňové + sklizňové)

- stanovíme dle vztahu (4.5)

$$Z_{rc} = \frac{m_{ko}}{m_z} * 100 \quad (4.5)$$

b) relativní ztráty sklízecí mlátičky

- stanovíme dle vztahu (4.6)

$$Z_{rs} = \frac{(m_{ko} - m_p)}{m_z} * 100 \quad (4.6)$$

kde:

Z_{rc}relativní ztráty celkové [%]

Z_{rs}relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]

m_{ko}hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_ppředsklizňové ztráty [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

m_zvýnos zrna [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]

Výnos zrna je množství zrn v $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, které se sklídí bez předsklizňových a sklizňových ztrát. Stanoví se přímo čidlem okamžitého výnosu na sklízecí mlátičce.

4.2 Metody zjištění vlhkosti zrna

Měření vlhkosti zrna je důležité pro vyjádření vlivu vlhkosti zrna na velikost ztrát a kvalitu drcení. Vlhkost indikovanou počítačem sklízecí mlátičky nebudeme brát v potaz, měření vlhkosti zrna se provede ručním přístrojem pro měření vlhkosti zrna v %, značena bude symbolem v_z .

4.3 Metody zjištění výkonností a spotřeby PHM

4.3.1 Výkonnost stroje

Plošná výkonnost se stanoví ze zjištěné zpracované plochy P za určitý čas T . Jednotlivé časy získáme sledováním sklízecí mlátičky během směny. Zjišťujeme 4 různé výkonnosti: W_1 (efektivní), W_{02} (operativní), W_{04} (produktivní) a W_{07} (provozní).

K výpočtu se použije vztah (4.7a) až (4.7d).

$$\text{Plošná výkonnost: -efektivní} \quad pW_1 = \frac{P}{T_1} \quad [\text{ha} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.7a)$$

$$\text{-operativní} \quad pW_{02} = \frac{P}{T_{02}} \quad [\text{ha} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.7b)$$

$$\text{-produktivní} \quad pW_{04} = \frac{P}{T_{04}} \quad [\text{ha} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.7c)$$

$$\text{-provozní} \quad pW_{07} = \frac{P}{T_{07}} \quad [\text{ha} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.7d)$$

Hmotnostní výkonnost se stanoví ze zjištěné hmotnosti získaného vzorku V_1 za určitý čas T . Zjišťujeme opět 4 různé výkonnosti: W_1 (efektivní), W_{02} (operativní), W_{04} (produktivní) a W_{07} (provozní). K výpočtu se použije vztah (4.8a) až (4.8d).

$$\text{Výkonnost hmotnostní : -} \quad mW_1 = \frac{m}{T_1} \quad [\text{t} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.8a)$$

efektivní

$$\text{-operativní} \quad mW_{02} = \frac{m}{T_{02}} \quad [\text{t} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.8b)$$

$$\text{-produktivní} \quad mW_{04} = \frac{m}{T_{04}} \quad [\text{t} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.8c)$$

$$\text{-provozní} \quad mW_{07} = \frac{m}{T_{07}} \quad [\text{t} \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (4.8d)$$

kde:

mhmotnost vzorku V_1 při měření [t]

Pzpracovaná plocha při měření [ha]

T_1čas hlavní [hod]

T_{02}čas operativní [hod]

T_{04}čas produktivní [hod]

T_{07}čas celkový [hod]

Čas pracovního nasazení sklízecí mlátičky se zjistí přímým měřením a skládá se z několika dílčích druhů časů. Pro měření jsou důležité 4 časy, podle kterých zjišťujeme 4 různé výkonnosti. Čas T_1 pro výkonnost W_1 (efektivní). Čas T_{02} pro výkonnost W_{02} (operativní). Čas T_{04} pro výkonnost W_{04} (produktivní). Čas T_{07} pro výkonnost W_{07} (provozní).

Dílčí časy:	T_1	- čas hlavní
	T_2	- čas vedlejší
	T_{02}	- čas operativní
	T_3	- čas na údržbu
	T_4	- čas na odstranění poruch
	T_{04}	- čas produktivní
	T_5	- čas prostojů zaviněných obsluhou
	T_6	- čas pro zahájení a ukončení práce SM
	T_7	- čas ostatních prostojů
	T_{07}	- čas celkový

4.3.2 Průchodnost sklízecí mlátičky

Vyjadřuje kolik hmoty v kg projde sklízecí mlátičkou za sekundu. Je to jeden z hlavních ukazatelů pro hodnocení provozu sklízecí mlátičky. Stanoví se z parametrů změřených při práci stroje, vždy při zaplněném mláticím ústrojí, alespoň 50 m od kraje pozemku. Stanoví se dle vztahu (4.9).

$$Q = B_p * v_p * c_h \quad (4.9)$$

kde:

Qprůchodnost SM [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]

B_pprůměrný záběr žacího stolu [m]

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

c_hvýnos hmoty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

Pro výpočet je třeba změřit:

1. výnos hmoty c_h - pomocí rámu 1x1m vytyčíme kontrolní plochu K_3 , ve výšce strniště posečeme všechnu hmotu i s případnými plevelely a následně zvážíme. Pro dosažení dostatečné přesnosti je toto měření třeba nejméně třikrát opakovat. Ze všech měření se stanoví aritmetický průměr dle vztahu (4.10).

$$c_h = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3} \quad (4.10)$$

kde:

c_hvýnos hmoty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

$c_{(1-3)}$ jednotlivá měření [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

2. skutečná pracovní rychlost v_p - zjistíme výpočtem z měření času potřebného k projetí kontrolního úseku (100 m). Skutečná pracovní rychlost se stanoví dle vztahu (4.11).

$$v_p = \frac{s}{t} \quad (4.11)$$

kde:

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

sdélka dráhy [m]

tčas jízdy [s]

3. průměrný záběr stroje B_p - na 100 metrovém kontrolním úseku rozmístíme tři značky 20 metrů od sebe, každá značka je kolmo umístěna ve vzdálenosti 1 metr od porostu. Po projetí sklízecí mlátičky se znovu změří vzdálenost značky od porostu. Z naměřených hodnot vypočítáme průměrný záběr žacího stolu dle vztahu (4.12).

$$B_p = \frac{a_1 - 1 + a_2 - 1 + a_3 - 1}{3} \quad (4.12)$$

kde:

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

B_p průměrný záběr žacího stolu [m]

4.3.3 Spotřeba PHM sklízecí mlátičky

Spotřeba se měří dolitím PHM. Spotřebu udávající sklízecí mlátičkou nelze brát v potaz z důvodu nepřesnosti. Před sklizní měřeného úseku se doplní nádrž až po hrdlo. Po sklizení měřeného úseku (1 ha) se nádrž opět doplní po hrdlo. Spotřeba se určí dle vztahu (4.13).

$$m = \frac{O_l}{n_{ha}} \quad (4.13)$$

kde:

mspotřeba PHM [$l \cdot ha^{-1}$]

O_lobjem dolitého paliva [l]

n_{ha}sklizená plocha [ha]

4.4 Metody zjištění kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků

4.4.1 Zjištění celkové kvality drcení slámy

Kvalitu drcení slámy vypočteme ze vztahu (4.14). Pro odebrání vzorku použijeme plachtu, kterou umístíme mezi přední a zadní kola sklízecí mlátičky. Na tuto plochu roztáhneme ještě jednu plachtu ve tvaru obdélníku o délce žací lišty sklízecí mlátičky a šířce rovnající se měrné ploše 1 m^2 . Po zajetí sklízecí

mlátičky do porostu plachtu poponášíme tak dlouho, dokud se sklízecí mlátička zcela nezaplní, poté položíme, přiložíme na ni vyrobený obdélník a necháme zadními koly přejet. Drtič sklízecí mlátičky nám následovně rozpráší podrcené posklizňové zbytky na námi vyrobený obdélník. Jednotlivé frakce se oddělí, provede se jejich změření a vyhodnocení. Následně se jednotlivé frakce rozdělí do jednotlivých tříd podle délky slámy (0 - 50 cm, 5,1 - 7,5 cm, 7,6 - 10 cm, 10,1 - 12,5 cm, 12,6 - 15 cm, 15,1 cm a více). Kvalitu drcení slámy zjistíme dle vztahu (4.14).

$$K_d = \frac{f_i}{m_c} * 100 \quad (4.14)$$

kde:

K_dcelková kvalita drcení [%]

f_ihmotnost jednotlivé skupiny částic [g]

m_ccelková hmotnost zachycené slámy [g]

4.4.2 Zjištění rozptylu slámy v celém záběru sklízecí mlátičky

Podrcené posklizňové zbytky ležící na odběrné plachtě ve tvaru obdélníku se rozdělí po 0,5 m v celém záběru sklízecí mlátičky, tím vzniknou jednotlivé vzorky, které se označí D1 až D15 pro sklízecí mlátičku New Holland CX 8090 jak je znázorněno na obrázku 4.1, rozdělením záběru sklízecí mlátičky New Holland CR 9080 vzniknou vzorky D1 až D18. Odběr provedeme dvakrát. Vzorky se zváží a vypočteme průměr hmotností obou vzorků z jednotlivé části záběru SM, poté se stanoví procentické zastoupení na celkovém množství slámy v celém záběru SM dle vztahu (4.15).

$$K_r = \frac{m_i}{m_c} * 100 \quad (4.15)$$

kde:

K_rcelková kvalita drcení [%]

m_ihmotnost jednotlivého vzorku [g]

m_ccelková hmotnost zachycené slámy [g]



Obrázek 4.1 Rozdělení záběru sklízecí mlátičky

4.5 Metodika zjišťování ekonomiky provozu

Výpočty byly provedeny v programu Tech Consult[®], který po zadání pořizovací ceny, nákladů na pojištění, ceny práce a skutečné roční výkonnosti provede výpočty. Program Tech Consult[®] dokáže spočítat celkové i jednotkové náklady na provoz, dokáže rovněž vypočítat roční minimální využití sklízecí mlátičky.

5 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

5.1 Charakteristika podniku zemědělské prvovýroby a majitele sklízecích mlátiček

Měření proběhlo na pozemcích DZV Nova a.s. patřící do holdingu Agrofert. Společnost vznikla v roce 1993 jako zemědělské družstvo, v roce 2010 se změnila v akciovou společnost. DZV Nova a.s. hospodaří na farmách Petrovice, Ouběnice, Petroupim, Soběhrdy a Bystřice. Celková obhospodařovaná plocha je téměř 4900 ha.

Mezi nejvýznamnější pěstované plodiny patří pšenice ozimá a řepka olejná, dále ozimý ječmen a ozimé žito. Společnost se od začátku zabývá jak rostlinou, tak živočišnou výrobou. K této činnosti přibyla v roce 2011 výroba elektrické energie bioplynovou stanicí o výkonu 1MW. Bioplynová stanice byla postavena na farmě Petrovice, kde využívá ke svému chodu kejdu od 640 dojnic zde chovaných.

Sklízecí mlátičky jsou ve vlastnictví ZZN Pelhřimov a.s. patřící do holdingu Agrofert. Společnost ZZN Pelhřimov a.s. se zabývá výrobou a prodejem krmných směsí, nákupem a prodejem rostlinných produktů, výrobou směsných minerálních hnojiv a prodejem minerálních hnojiv, prodejem agrochemických přípravků, výrobou a prodejem osiv, poskytováním aplikačních a sklizňových služeb v oblasti zemědělské prvovýroby.

Agri služby provozuje od roku 1995, v současné době nabízejí sklizňové práce, aplikační práce, zakládání porostů kukuřice, dopravu.

Technika Agri služeb ZZN Pelhřimov a.s.:

- sklízecí řezačka New Holland FR 9060, 32 nožový buben pro sklizeň senáží kukuřic a GPS pro bioplynové stanice a skot,
- sklízecí mlátička New Holland CX 8090 SL 3x, žací ústrojí New Holland Varifeed™ 7,32 m,
- sklízecí mlátička New Holland CR 9080 SL/AGR s pohonem zadní nápravy 1x, žací ústrojí New Holland Varifeed™ HD 30 (9,15 m) + kukuřičný adaptér New Holland 8mi řádkový,
- všechny sklízecí mlátičky jsou kompletně vybaveny GPS technologií pro sběr dat pro další využití v precizním zemědělství,

- Claas Lexion 550 2x, žací ústrojí 7,5 m + 1x kukuřičný adaptér Claas Conspide 8 řádků, + 1x 6-ti řádkový slunečnicový adaptér Nas 876 (8řádek s roztečí řádků 76 cm),
- Mačkač vlhkého zrna Romill M-2,
- traktor New Holland T 7.270,
- překládací vůz HM 25/30,
- přesný secí stroj KINZE 3500 pro výsev kukuřice,
- TerraGator 8103 s nástavbou Aispreader pro aplikaci minerálních hnojiv,
- TerraGator 8203 s nástavbou Airmax pro aplikaci minerálních hnojiv,
- TerraGator 1844 pro aplikaci jemně mletých vápenatých hmot šnekovými rameny.

5.2 Charakteristika sklízecích mlátiček

Technická data sklízecích mlátiček New Holland CX 8090 a New Holland CR 9080 jsou uvedena v tabulce (5.1).

Tabulka 5.1 Technická data sklízecích mlátiček

	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
Rok výroby	2007	2010
Motor	IVECO Cursor 10 Tier III, přeplňovaný 6-ti válec obsahu 10,3 l, o výkonu 317 kW při 2100 otáčkách·min ⁻¹	IVECO Cursor 13 Tier III, přeplňovaný 6-ti válec obsahu 12,9 l, o výkonu 350 kW při 2100 otáčkách·min ⁻¹
Pojezdové ústrojí	Hydrostatické, 4-rychlostní, maximální přepravní rychlost 30 km·h ⁻¹	Hydrostatické, 4-rychlostní, maximální přepravní rychlost 30 km·h ⁻¹
Žací ústrojí	Varifeed™ HD 25	Varifeed™ HD 30
Mláticí a separační ústrojí	Tangenciální čtyř-bubnové mláticí ústrojí s rotačním separátorem, 6 klávesových vytrásadel, plocha vytrásadel 5,93 m ²	Axiální dvourotorové, plocha separátoru 3,3 m ²
Plocha sít [m²]	6,5	6,5
Velikost zásobníku [l]	10500	11500

5.3 Charakteristika sklizňových podmínek

Sklízecí mlátičky pracovaly vždy na stejném pozemku. Kvalita práce sklízecích mlátiček byla zkoumána dvakrát při sklizni pšenice ozimé a jednou při sklizni řepky olejky.

Měření číslo 1, pole Vrankova

Plodina: Ozimá pšenice

Odrůda: Midas

Rozloha pozemku: 55,3 ha

Vlhkost zrna: 14,2 %

Počasí: jasno, mírný vítr, teplota 26° C

Měření číslo 2, pole V Rovných

Plodina: Ozimá pšenice

Odrůda: Midas

Rozloha pozemku: 28,88 ha

Vlhkost zrna: 16,7%

Počasí: mírná oblačnost, mírný vítr, teplota 24° C

Měření číslo 3, pole Růžek

Plodina: Řepka ozimá

Odrůda: Pulzar

Rozloha pozemku: 34,8 ha

Vlhkost zrna: 8,8%

Počasí: jasno, téměř bezvětří, teplota 26° C

5.4 Ztráty sklízecích mlátiček

5.4.1 Ztráty předsklizňové

Jsou to ztráty vzniklé ještě před průjezdem sklízecí mlátičky, zásadní vliv má doba sklizně a počasí před sklizní. Výsledky měření pšenice ozimé jsou v tabulkách 5.2 a 5.3, měření řepky olejky v tabulce 5.4.

Tabulka 5.2 Předsklizňové ztráty, pole Vrankova

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_L, m_k [kg.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty procentuální m_p [%]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
New Holland CX 8090	0,0	0,0	0,0	0,57
New Holland CR 9080	0,0	0,0	0,0	0,57

Tabulka 5.3 Předsklizňové ztráty, pole V Rovných

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_L, m_k [kg.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty procentuální m_p [%]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
New Holland CX 8090	0,0005	0,09	5	0,5285
New Holland CR 9080	0,0005	0,09	5	0,5285

Tabulka 5.4 Předsklizňové ztráty, pole Růžek

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_L, m_k [kg.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty procentuální m_p [%]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
New Holland CX 8090	0,0084	2,61	84	0,3216
New Holland CR 9080	0,0084	2,61	84	0,3216

5.4.2 Ztráty sklizňové

5.4.2.1 Absolutní ztráty

Absolutní ztráty jsou ztráty vzniklé sklízecí mlátičkou, výsledky měření jsou v tabulkách 5.5 – 5.7.

Tabulka 5.5 Absolutní ztráty, pole Vrankova

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2, m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
New Holland CX 8090	0,0	21,530	21,530
New Holland CR 9080	0,0	20,190	20,190

Tabulka 5.6 Absolutní ztráty, pole V Rovných

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2, m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
New Holland CX 8090	5	32,4	27,4
New Holland CR 9080	5	30,1	25,1

Tabulka 5.7 Absolutní ztráty, pole Růžek

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2, m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
New Holland CX 8090	2,61	105	21
New Holland CR 9080	2,61	128	44

5.4.2.2 Relativní ztráty

Relativní ztráty jsou absolutní ztráty sklízecí mlátičky hodnocené vzhledem k výnosu zrna. Celkové relativní ztráty jsou součtem předsklizňových a sklizňových ztrát, výsledky měření jsou v tabulkách 5.8 - 5.10.

Tabulka 5.8 Relativní ztráty, pole Vrankova

Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.m ⁻²]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 , m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové Z_{rc} [%]
New Holland CX 8090	0,57	21,5	0,0	0,37	0,37
New Holland CR 9080	0,57	20,2	0,0	0,35	0,35

Tabulka 5.9 Relativní ztráty, pole V Rovných

Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.m ⁻²]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 , m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové Z_{rc} [%]
New Holland CX 8090	0,528	32,4	5	0,52	0,61
New Holland CR 9080	0,528	30,1	5	0,48	0,57

Tabulka 5.10 Relativní ztráty, pole Růžek

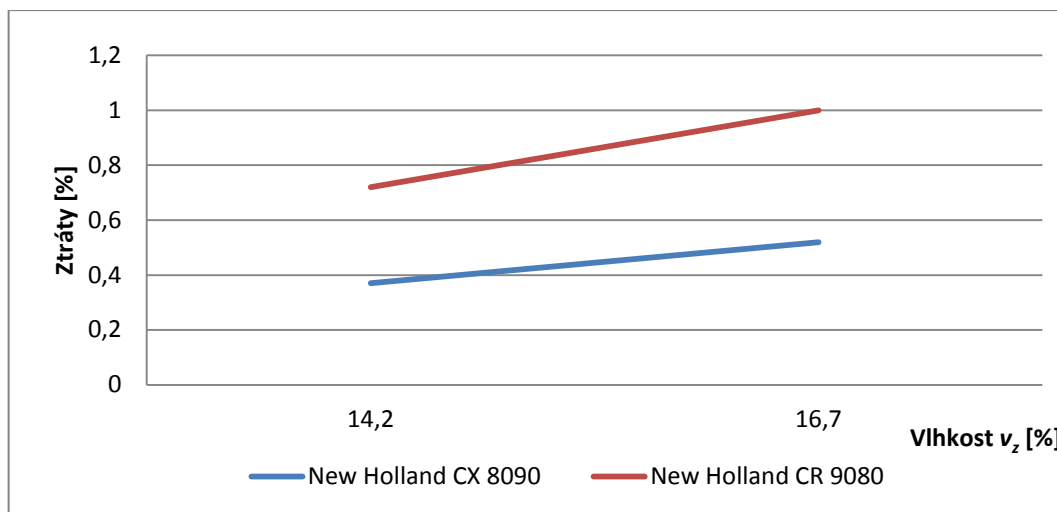
Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.m ⁻²]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 , m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové Z_{rc} [%]
New Holland CX 8090	0,3132	105	84	0,67	3,35
New Holland CR 9080	0,3132	128	84	1,40	4,09

5.5 Vliv vlhkosti na velikost ztrát

Vliv vlhkosti na velikost ztrát pšenice ozimé je pro sklízecí mlátičky znázorněn v tabulce 5.11, graficky v grafu 5.1. Vliv vlhkosti na velikost ztrát řepky olejné je v tabulce 5.12.

Tabulka 5.11 Vliv vlhkosti na velikost ztrát pšenice ozimé

Sklízecí mlátička	měření č.	Vlhkost zrna v_z [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové Z_{rc} [%]
New Holland CX 8090	1	14,2	0,37	0,37
	2	16,7	0,52	0,61
New Holland CR 9080	1	14,2	0,35	0,35
	2	16,7	0,48	0,57



Graf 5.1 Vliv vlhkosti na velikost ztrát pšenice ozimé

Tabulka 5.12 Vliv vlhkosti na velikost ztrát řepky olejně

Sklízecí mlátička	měření č.	Vlhkost zrna v_z [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové Z_{rc} [%]
New Holland CX 8090	3	8,4	0,67	3,35
New Holland CR 9080	3	8,4	1,40	4,09

5.6 Kvalita drcení a rozmetání rostlinných zbytků

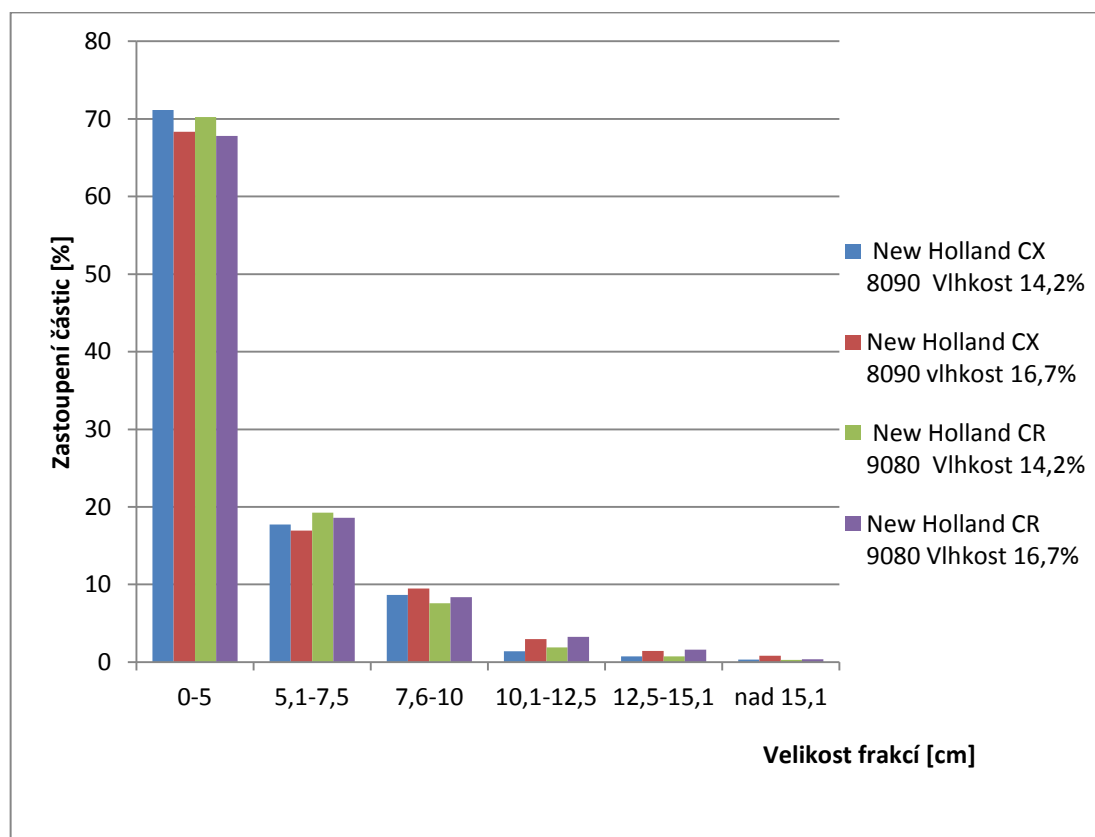
5.6.1 Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy

Úkolem drtiče je nařezat rostlinné zbytky na malé částice, pokud má podrcená sláma sloužit jako organické hnojivo je nutné dodržet kvalitu drcení, kdy má drcená hmota řezanky 80 % částic délku 2 až 5 cm. Dlouhé částice při následném zpracování půdy se hůře zapravují do země a déle se rozkládají, tím dávají možnost vzniku nežádoucím, choroboplodným zárodkům jež se mohou přenášet na následující plodinu. Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy ozimé pšenice

znázorňuje tabulka 5.13 a graf 5.2, vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy řepky ozimé znázorňuje tabulka 5.14 a graf 5.3.

Tabulka 5.13 Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy pšenice ozimé

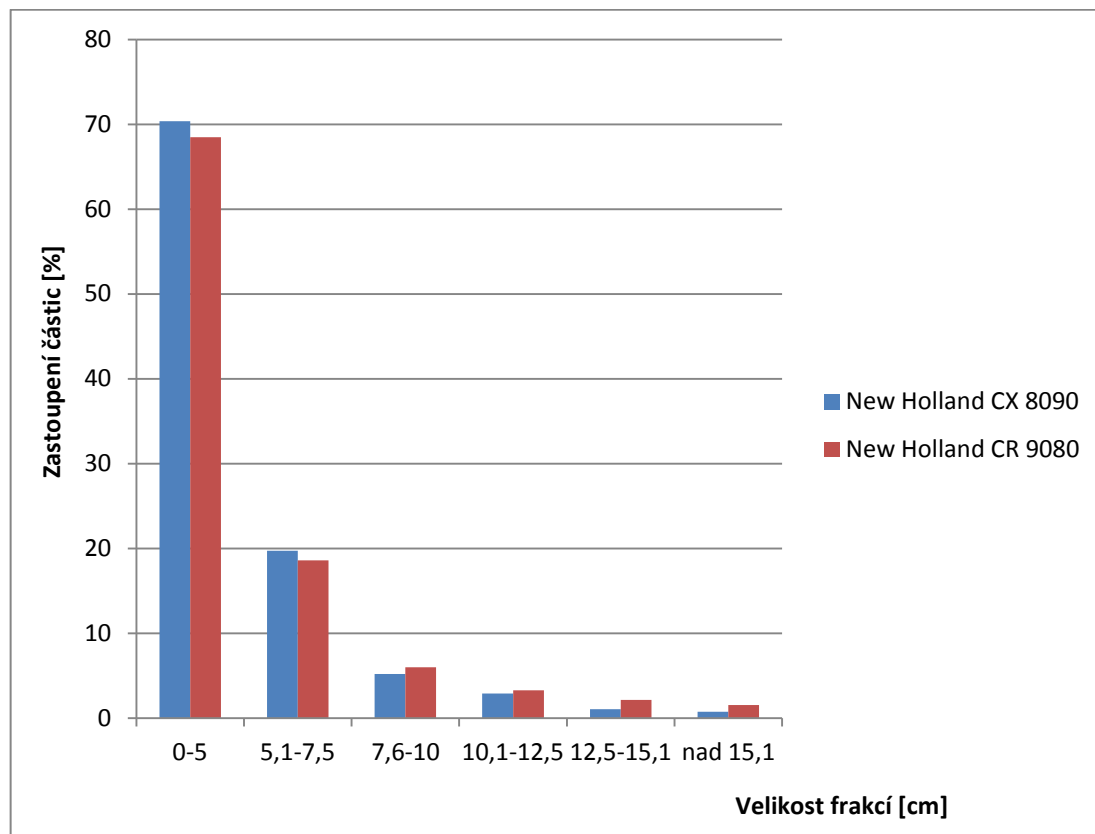
New Holland CX 8090	Zastoupení částic [%]					
	Velikost jednotlivých frakcí [cm]					
	0 - 5	5,1 - 7,5	7,6 - 10	10,1 - 12,5	12,5 - 15,1	nad 15,1
Vlhkost zrna v_z 14,2 %	71,14	17,74	8,65	1,42	0,74	0,31
Vlhkost zrna v_z 16,7 %	68,33	16,95	9,49	2,98	1,43	0,82
New Holland CR 9080	Zastoupení částic [%]					
	Velikost jednotlivých frakcí [cm]					
	0 - 5	5,1 - 7,5	7,6 - 10	10,1 - 12,5	12,5 - 15,1	nad 15,1
Vlhkost zrna v_z 14,2 %	70,25	19,24	7,59	1,88	0,75	0,29
Vlhkost zrna v_z 16,7 %	67,82	18,59	8,37	3,25	1,62	0,35



Graf 5.2 Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy pšenice ozimé

Tabulka 5.14 Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy řepky olejky

Sklízecí mlátička	Zastoupení částic [%]					
	Velikost jednotlivých frakcí [cm]					
	0 - 5	5,1 - 7,5	7,6 - 10	10,1 - 12,5	12,5 - 15,1	nad 15,1
New Holland CX 8090	70,35	19,73	5,21	2,89	1,06	0,76
New Holland CR 9080	68,46	18,59	5,99	3,26	2,15	1,55



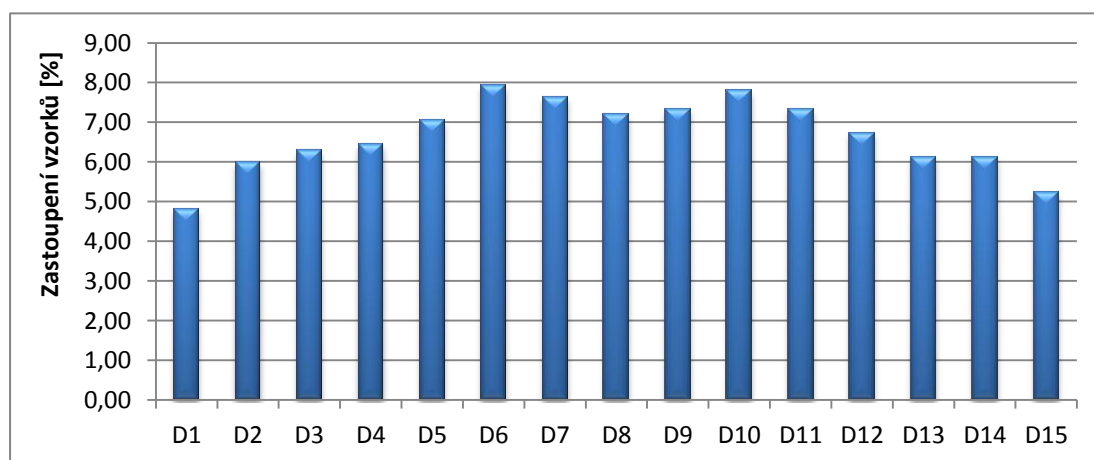
Graf 5.3 Vliv vlhkosti na kvalitu drcení slámy řepky olejky

5.6.2 Vliv vlhkosti na rozptyl slámy

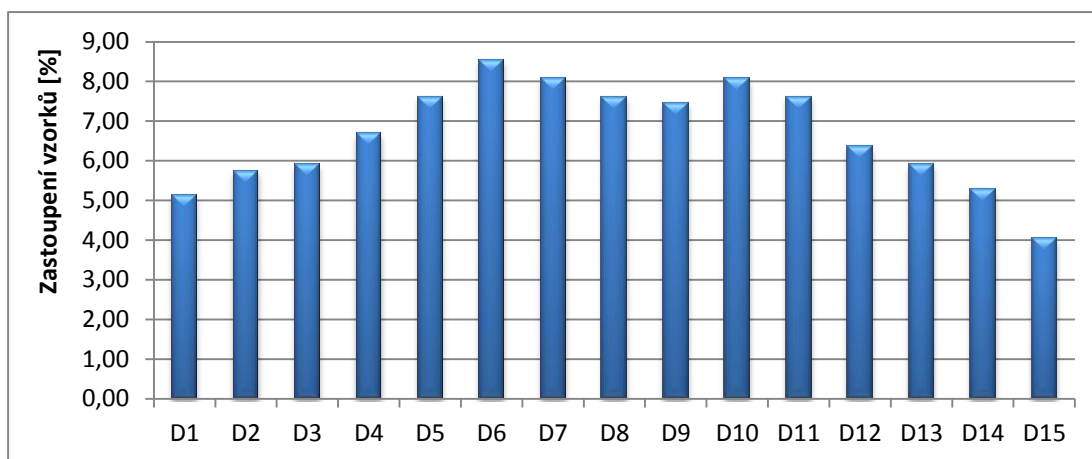
Stejně jako samotná kvalita drcení je důležité i rozptýlení řezanky posklízňových zbytků po pozemku, při nerovnoměrném rozprostření dochází k "zalepování" podmiítačů. Rozptyl slámy pšenice ozimé je uveden v tabulce 5.15 a grafech 5.4 – 5.7, pro řepku ozimou v tabulce 5.16 a grafu 5.8.

Tabulka 5.15 Vliv vlhkosti na rozptyl slámy pšenice ozimé

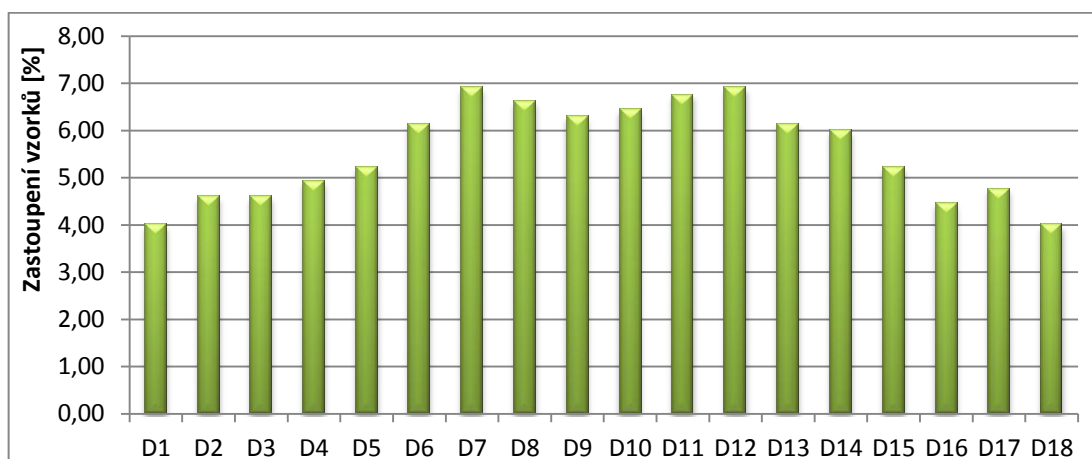
	New Holland CX 8090		New Holland CR 9080	
	Procentní zastoupení vzorků [%]		Procentní zastoupení vzorků [%]	
	Vlhkost zrna v_z 14,2 %	Vlhkost zrna v_z 16,7 %	Vlhkost zrna v_z 14,2 %	Vlhkost zrna v_z 16,7 %
D1	4,79	5,12	3,99	3,65
D2	5,99	5,75	4,61	4,38
D3	6,29	5,90	4,61	4,53
D4	6,44	6,68	4,92	4,96
D5	7,04	7,61	5,22	4,67
D6	7,93	8,54	6,14	6,13
D7	7,63	8,07	6,91	7,30
D8	7,19	7,61	6,61	6,57
D9	7,34	7,45	6,30	6,13
D10	7,78	8,07	6,45	5,99
D11	7,34	7,61	6,76	6,72
D12	6,74	6,37	6,91	7,59
D13	6,14	5,90	6,14	6,28
D14	6,14	5,28	5,99	4,96
D15	5,24	4,04	5,22	4,38
D16			4,45	4,67
D17			4,76	3,94
D18			3,99	3,50



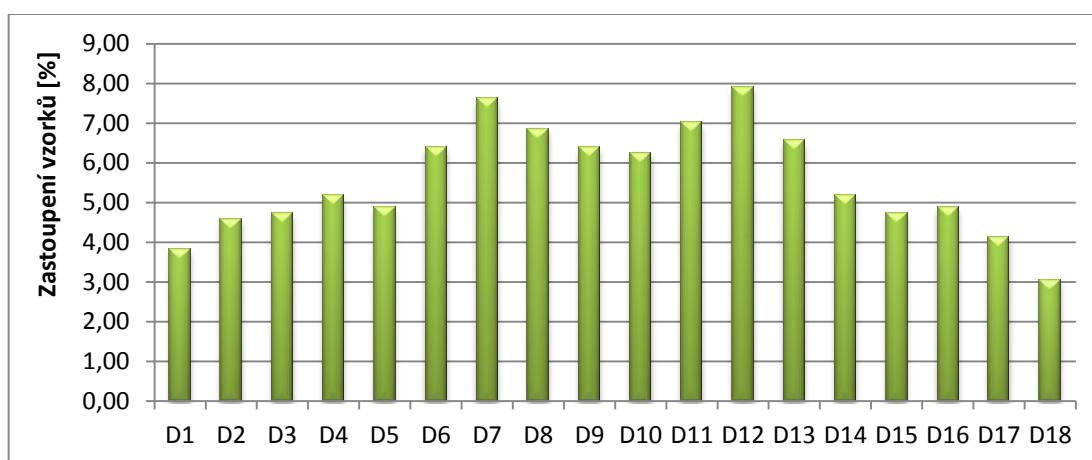
Graf 5.4 Kvalita rozptylu slámy pšenice ozimé, New Holland CX 8090, vlhkost 14,2%



Graf 5.5 Kvalita rozptylu slámy pšenice ozimé, New Holland CX 8090, vlhkost 16,7%



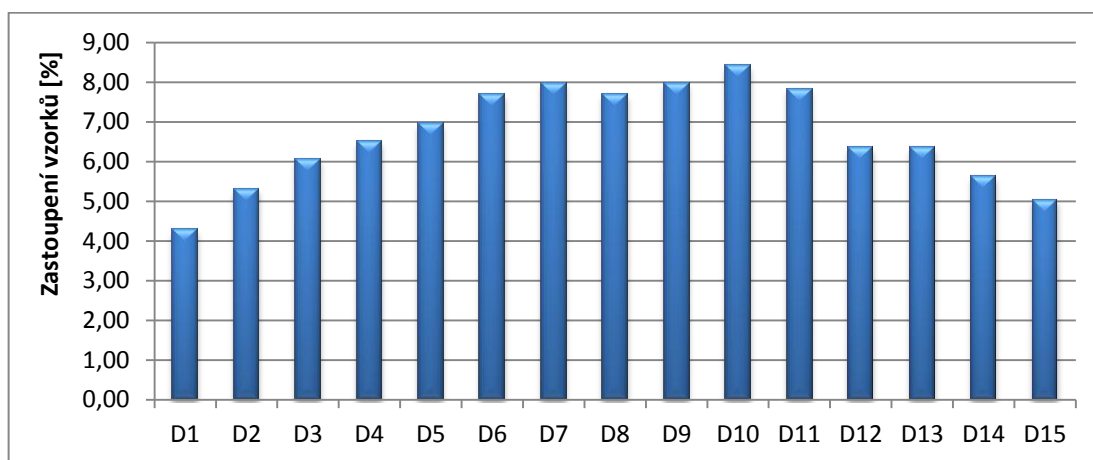
Graf 5.6 Kvalita rozptylu slámy pšenice ozimé, New Holland CR 9080, vlhkost 14,2%



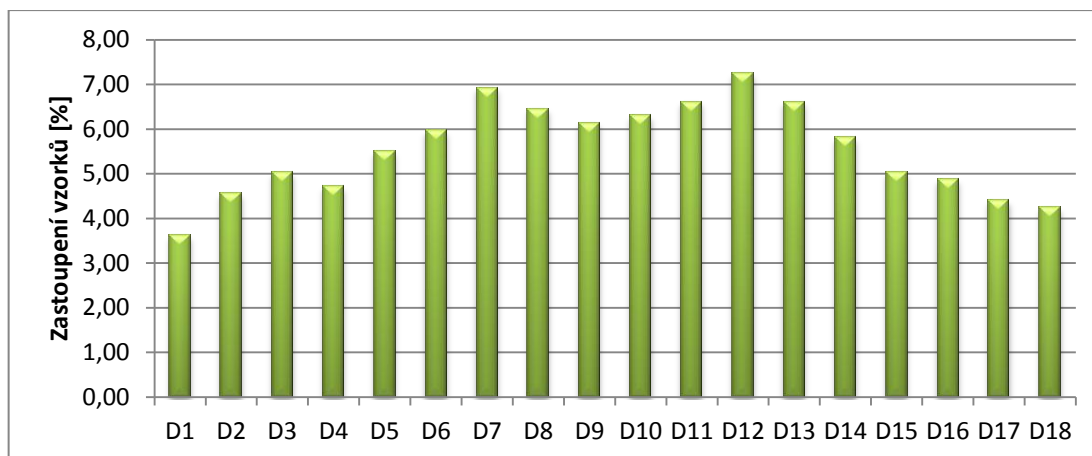
Graf 5.7 Kvalita rozptylu slámy pšenice ozimé, New Holland CR 9080, vlhkost 16,7%

Tabulka 5.16 Vliv vlhkosti na kvalitu rozptylu slámy řepky olejky

	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
	Procentní zastoupení vzorků [%]	Procentní zastoupení vzorků [%]
	Vlhkost zrna v_z 8,8 %	
D1	4,28	3,62
D2	5,32	4,56
D3	6,06	5,03
D4	6,50	4,72
D5	6,94	5,50
D6	7,68	5,97
D7	7,98	6,92
D8	7,68	6,45
D9	7,98	6,13
D10	8,42	6,29
D11	7,83	6,60
D12	6,35	7,23
D13	6,35	6,60
D14	5,61	5,82
D15	5,02	5,03
D16		4,87
D17		4,40
D18		4,25



Graf 5.8 Kvalita rozptylu posklizňových zbytků řepky olejky, New Holland CX 8090



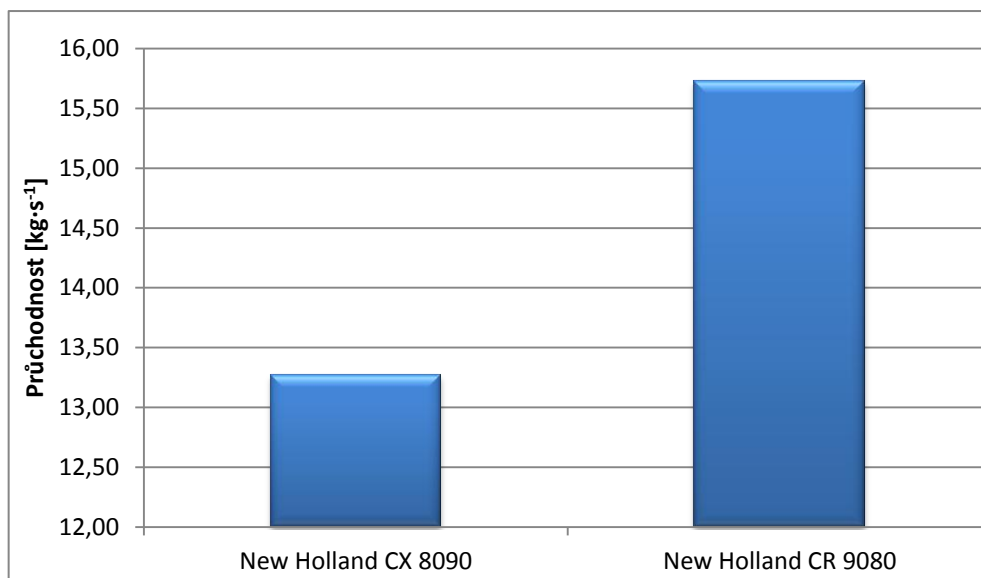
Graf 5.9 Kvalita rozptylu posklizňových zbytků řepky olejky, New Holland CR 9080

5.7 Průchodnost sklízecí mlátičky

Průchodnost sklízecí mlátičky vyjadřuje kolik hmoty v kg projde sklízecí mlátičkou za sekundu. Průchodnost sklízecích mlátiček jsou pro pšenici ozimou uvedeny v tabulce 5.17, grafu 5.10, pro řepku olejku v tabulce 5.18 a grafu 5.11.

Tabulka 5.17 Průchodnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé

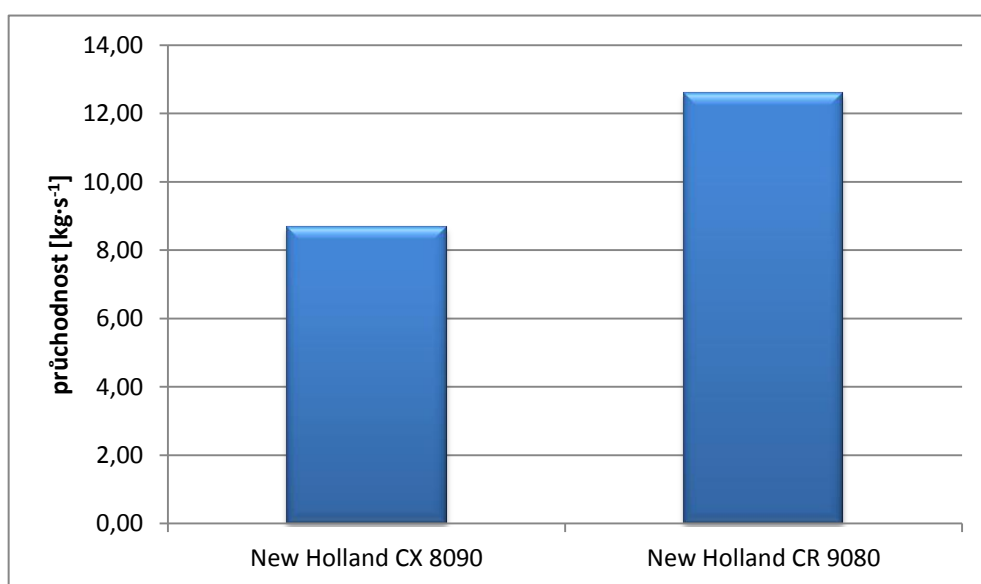
Sklízecí mlátička	Výnos hmoty c_h [kg·m ⁻²]	Skutečná pracovní rychlost v_p [m·s ⁻¹]	Průměrný záběr žacího stolu B_p [m]	Průchodnost Q [kg·s ⁻¹]
New Holland CX 8090	1,197	1,54	7,2	13,27
New Holland CR 9080	1,197	1,46	9	15,73



Graf 5.10 Průchodnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé

Tabulka 5.18 Průchodnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky olejky

Sklízecí mlátička	Výnos hmoty c_h [kg·m ⁻²]	Skutečná pracovní rychlost v_p [m·s ⁻¹]	Průměrný záběr žacího stolu B_p [m]	Průchodnost Q [kg·s ⁻¹]
New Holland CX 8090	0,886	1,38	7,1	8,68
New Holland CR 9080	0,886	1,58	9	12,60



Graf 5.11 Průchodnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky olejky

5.8 Spotřeba pohonných hmot

Velikost spotřeby pohonných hmot sklízecích mlátiček je velmi důležitý faktor projevující se v nákladech na sklizený hektar. Spotřeba pohonných hmot je uvedena v tabulce 5.19.

Tabulka 5.19 Spotřeba pohonných hmot sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátička	Spotřeba pohonných hmot m [$l \cdot ha^{-1}$]	
	pšenice ozimá	řepka olejka
New Holland CX 8090	16,5	15,9
New Holland CR 9080	17,3	16,4

5.9 Výkonnost sklízecích mlátiček

Výkonnost sklízecích mlátiček je jeden z nejzásadnějších faktorů při volbě sklízecí mlátičky. Výkonnost je ovlivňována mnoha faktory, jako je obsluha, spolehlivost atd. Výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé je uvedena v tabulkách 5.21 - 22, časový snímek v tabulce 5.20. Výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky ozimé je uvedena v tabulce 5.23 - 24, časový snímek je uveden v tabulce 5.22.

Tabulka 5.20 Časový snímek sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé

Čas [h]	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
T_1	5	5,05
T_2	0,8	0,9
T_3	0,85	1
T_4	0,4	0
T_5	0,25	0,4
T_6	0,5	0,65
T_7	0,2	0
T_{02}	5,8	5,95
T_{04}	7,05	6,95
T_{07}	8	8

Tabulka 5.21 Plošná výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé

Výkonnost plošná	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
	[ha·h ⁻¹]	[ha·h ⁻¹]
pW ₁ (efektivní)	5,92	6,75
pW ₀₂ (operativní)	5,10	5,73
pW ₀₄ (produktivní)	4,20	4,91
pW ₀₇ (provozní)	3,70	4,26

Tabulka 5.22 Hmotnostní výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé

Výkonnost hmotnostní	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
	[t·h ⁻¹]	[t·h ⁻¹]
mW ₁ (efektivní)	30,44	34,71
mW ₀₂ (operativní)	26,24	29,46
mW ₀₄ (produktivní)	21,59	25,22
mW ₀₇ (provozní)	19,03	21,91

Tabulka 5.23 Časový snímek sklízecích mlátiček při sklizni řepky ozimé

Čas [h]	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
<i>T</i> ₁	4,65	4,82
<i>T</i> ₂	0,8	1
<i>T</i> ₃	0,65	0,8
<i>T</i> ₄	0	0,3
<i>T</i> ₅	0,35	0,3
<i>T</i> ₆	0,6	0,4
<i>T</i> ₇	0,95	0,38
<i>T</i> ₀₂	5,45	5,82
<i>T</i> ₀₄	6,1	6,92
<i>T</i> ₀₇	8	8

Tabulka 5.24 Plošná výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky ozimé

Výkonnost plošná	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
	[ha·h ⁻¹]	[ha·h ⁻¹]
pW ₁ (efektivní)	4,80	5,19
pW ₀₂ (operativní)	4,09	4,30
pW ₀₄ (produktivní)	3,66	3,61
pW ₀₇ (provozní)	2,79	3,13

Tabulka 5.25 Hmotnostní výkonnost sklízecích mlátiček při slizni řepky ozimé

Výkonnost hmotnostní	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
	[t·h ⁻¹]	[t·h ⁻¹]
mW ₁ (efektivní)	15,31	16,60
mW ₀₂ (operativní)	13,06	13,75
mW ₀₄ (produktivní)	11,67	11,56
mW ₀₇ (provozní)	8,90	10,00

5.10 Ekonomické zhodnocení

Struktura ročních fixních a variabilních nákladů a dalších ekonomických ukazatelů znázorňují vliv pořizovací ceny a ročního využití sklízecích mlátiček na sklizený hektar. Výsledné vypočítané hodnoty v programu Tech Consult[®] jsou v tabulce 5.26.

Tabulka 5.26 Ekonomické hodnocení strojů

Sklízecí mlátička	New Holland CX 8090	New Holland CR 9080
Pořizovací cena P_c [Kč]	5 900 000	6 550 000
Náklady na amortizaci rN_a [Kč·rok ⁻¹]	590 000	655 000
Náklady na pojištění rN_p [Kč·rok ⁻¹]	1 956	1 956
Náklady na garážování rN_s [Kč·rok ⁻¹]	11 390	12 350
Celkové roční fixní náklady rN_f [Kč·rok⁻¹]	603 346	669 306
Náklady na pohonné hmoty jN_{phm} [Kč·ha ⁻¹]	492	557
Náklady na opravy a udržování jN_o [Kč·ha ⁻¹]	357	410
Náklady na mzdu obsluhy jN_m [Kč·ha ⁻¹]	82	82
Celkové variabilní náklady jN_v [Kč·ha ⁻¹]	931	1049
Celkové roční variabilní náklady rN_v [Kč·rok⁻¹]	607 012	1 047 951
Náklady celkem při ročním využití N_e [Kč·rok⁻¹]	1 210 358	1 717 257
Cena práce na trhu cp [Kč·ha ⁻¹]	1900	1900
Roční výkonnost skutečná rW [ha·rok ⁻¹]	652	999
Výnos stroje V [Kč·rok ⁻¹]	1 238 800	1 898 100
Zisk stroje Z [Kč·rok ⁻¹]	28 442	180 843
Minimální roční využití rW_{min} [ha·rok ⁻¹]	637	903

6 DISKUSE

Hodnocení ztrát

Předsklizňové ztráty pšenice ozimé při sklizni na pozemku Vrankova představovaly 0 %, ztráty na pozemku V Rovných dosahovaly hodnot 0,09 % a při sklizni řepky ozimé na pozemku Růžek 2,61 %.

Absolutní ztráty sklízecí mlátičky New Holland CX 8090 při sklizni pšenice ozimé dosahovaly hodnot na pozemku Vrankova $21,530 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, na pozemku V Rovných $27,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Sklízecí mlátička New Holland CR 9080 si při sklizni pšenice ozimé vedla lépe na pozemku Vrankova, kde ztráty činily $20,190 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, což je o $1,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ méně, na pozemku V Rovných ztráty činily $25,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, což je o $2,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Při sklizni řepky ozimé byly naměřeny menší ztráty sklízecí mlátičky New Holland CX 8090, a to $21 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Absolutní ztráty sklízecí mlátičky New Holland CR 9080 dosahovaly hodnoty $44 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, což bylo o $23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ víc.

Relativní ztráty při sklizni pšenice ozimé na pozemku Vrankova sklízecí mlátičky New Holland CX 8090 dosahovaly 0,37 %, New Holland CR 0,35 %, což je o 0,02 % méně, na pozemku V Rovných sklízecí mlátička New Holland CX 8090 pracovala se ztrátami 0,61 %, New Holland CR 9080 0,57 %, lepší výsledky znovu předvedl New Holland CR 9080 a to 0,04 %.

Hodnocení kvality drcení posklizňových zbytků

Drtiče sklízecích mlátiček dosáhly v daných podmínkách téměř stejných výsledků, při sklizni pšenice ozimé o vlhkosti zrna 14,2 % pracoval lépe drtič sklízecí mlátičky New Holland CX 8090, kde 71,14 % tvořily částice 0 - 5 cm, drtič sklízecí mlátičky New Holland CR 9080 produkoval 70,25 % částic 0 - 5 cm.

Při sklizni řepky ozimé drtič sklízecí mlátičky New Holland CX 8090 produkoval 70,35 % částic 0 - 5 cm, drtič sklízecí mlátičky New Holland CR 9080 produkoval 68,46 % částic stejného rozměru.

Hodnocení kvality rozptylu posklizňových zbytků

Ani jedna sklízecí mlátička nedokázala rovnoměrně rozprostřít posklizňové zbytky v celém záběru, nejvíce hmoty bylo vždy v místě průjezdu kol sklízecí mlátičky. Při vyšší vlhkosti sklizené plodiny se nerovnoměrnost zvyšuje.

Hodnocení průchodnosti

Větší průchodnosti dosáhla sklízecí mlátička New Holland CR 9080, a to v obou případech, při sklizni pšenice ozimé to bylo $15,73 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, New Holland CR 9080 dosáhl průchodnosti $13,27 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Při sklizni řepky ozimé prošlo sklízecí mlátičkou New Holland CR 9080 $12,60 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ materiálu, New Holland CX 8090 $8,68 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. New Holland CR 9080 tedy potvrdil větší průchodnost axiálních mlátiček oproti tangenciálním.

Hodnocení spotřeby sklízecích mlátiček

Nižší spotřeby pohonných hmot dosáhly sklízecí mlátičky při sklizni řepky ozimé, kde byla naměřena hodnota $15,9 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ pro sklízecí mlátičku New Holland CX 8090 a $16,4 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ pro New Holland CR 9080. Vyšší spotřeba pohonných hmot při sklizni pšenice ozimé je způsobena větší průchodností, tím dochází k většímu zatížení motoru. Spotřeba pohonných hmot při sklizni pšenice ozimé se ustálila na hodnotě $16,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ pro New Holland CX 8090 a $17,3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ pro New Holland CR 9080.

Hodnocení výkonnosti

Vyšší plošné provozní výkonnosti dosáhla sklízecí mlátička New Holland CR 9080 a to $4,26 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, oproti sklízecí mlátičce New Holland CX 8090, pro kterou byla naměřena hodnota $3,70 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Je to dáno větším záběrem žacího adaptéru a průchodností.

Ekonomické zhodnocení

Sklízecí mlátičky dosáhly zisku, New Holland CX 8090 $28\,442 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$ a New Holland CR 9080 $180\,843 \text{ Kč}\cdot\text{rok}^{-1}$. Nízký zisk sklízecí mlátičky New Holland CX 8090 je způsoben nižším nasazením za sezónu, které je $652 \text{ ha}\cdot\text{rok}^{-1}$, New Holland CR 9080 je nasazen při $999 \text{ ha}\cdot\text{rok}^{-1}$. Obě sklízecí mlátičky tedy splňují minimální roční využití.

7 ZÁVĚR

Nákup sklízecí mlátičky je velmi nákladná investice. Proto by měl zájemce o sklízecí mlátiče získat všechny informace a také si je ověřit. Velmi vhodné jsou zejména polní dny, kde si může danou sklízecí mlátičku porovnat za totožných podmínek.

Na základě provedeného měření lze doporučit obě sklízecí mlátičky. Velikost ztrát, kvalita drcení a rozprostření posklizňových zbytků je téměř totožná. Větší výkonnosti dosahuje sklízecí mlátička New Holland CR 9080, je to dáno mláticím a separačním ústrojí Twin Rotor, které dosahuje vyšší průchodnosti, nevýhoda této technologie je větší energetická náročnost projevující se zvětšenou spotřebou pohonných hmot.

Sklízecí mlátičku New Holland CX 8090 bych doporučil středním zemědělským podnikům s roční sklizenou plochou obilovin kolem 637 hektarů, aby bylo zajištěno minimální roční využití. Výkonnější sklízecí mlátičku New Holland CR 9080 bych doporučil velkým zemědělským podnikům, co zajistí minimální roční využití 903 hektarů. Pro větší využití sklízecí mlátičky New Holland CR 9080 je vhodné zakoupit adaptér pro sklizeň kukuřice a slunečnice.

8 SEZNAM POUŽITÉ LIERATURY

1. BŘEČKA, Josef, Ivo HONZÍK a Karel NEUBAUER. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, 2001, 147 s. ISBN 80-213-0738-2.
2. Firemní literatura Claas
3. Firemní literatura New Holland
4. JANDA, D. *Mláticí a separační mechanismy sklízecích mlátiček*, [online]. [6.4.2013] Dostupné na: <http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>
5. NEUBAUER, Karel. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. 1. vyd. Praha: SZN, 1989, 716 s. Mechanizace, výstavba a meliorace. ISBN 80-209-0075-6.
6. *New Holland: Návod k používání*. 1. vyd. 2006.
7. PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. 1. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 144 s. ISBN 80-902-4134-4.
8. PAULOVÁ, Martina, *Inteligentní sklízecí mlátička, Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*. Praha: Profi Press s.r.o, 2012, roč. 2012, č. 9. ISSN 0373-6776.
9. PAULOVÁ, Martina, *Novinky mezi sklizňovými stroji, Mechanizace zemědělství: Odborný časopis pro zemědělskou a lesnickou techniku*. Praha: Profi Press s.r.o, 2013, roč. 2013, č. 4. ISSN 0373-6776.
10. RĚDL, Otta, Václav VOHRALÍK a Milan SLAVÍK. *Základy mechanizace 2: učebnice pro střední zemědělské školy*. Vyd. 1. Praha: Credit, 1997, 257 s. ISBN 80-902-2951-4.

11. ROH, Jiří, František KUMHÁLA a Petr HEŘMÁNEK. Vyd. 1. Praha: Credit, 1997, 275 s. ISBN 80-213-0327-1.

12. Tech Consult[®]. Poradenský systém pro oblast strojové techniky