

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Katedra zemědělské techniky a služeb

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby

Hodnocení sklízecích mlátiček

FENDT 8350

a

CLAAS Lexion 580 TERRA TRAC

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor:

Josef Urban

2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Hodnocení sklízecích mlátiček FENDT 8350 a CLAAS Lexion 580 TERRA TRAC vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 15.4. 2009

Josef Urban

Poděkování

Touto cestou chci poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Milanu Frídovi, CSc. za cenné rady a odborné vedení mé bakalářské práce.

Dále chci poděkovat rodině Blažkových za spolupráci a ochotu při získávání podkladů pro tuto práci.

OBSAH

1. Úvod	12
2. Literární přehled.....	13
2.1. Historie sklizně obilovin a sklízecích mlátiček	13
2.1.1. Sečení.....	13
2.1.2. Výmlat.....	14
2.1.3. První sklízecí mlátičky.....	15
2.2. Charakteristika sklizňových podmínek, porostů a obilní hmoty.....	16
2.3. Přehled sklizňových pracovních postupů, strojů a operací.....	18
2.3.1. Sklizeň zrnin.....	18
2.3.2. Vlastnosti zrnin.....	19
2.4. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	21
2.5. Rozdělení sklízecích mlátiček	22
2.5.1. Sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím mechanismem.....	23
2.5.2. Sklízecí mlátičky s axiálním mláticím mechanismem.....	25
2.5.3. Rozdíl mezi konvenční a axiální mlátičkou	26
2.6. Hlavní části sklízecí mlátičky.....	27
2.6.1. Adaptéry sklízecích mlátiček	27
2.6.2. Mláticí ústrojí	27
2.6.2.1. Typy tangenciálního mláticího ústrojí.....	28
2.6.2.2. Typy axiálního mláticího ústrojí.....	29
2.6.3. Separáčn \acute{y} ústrojí.....	31
2.6.3.1. Typy vytrásadlových separátorů.....	31
2.6.3.2. Rotační separátor tangenciální.....	33
2.6.3.3. Rotační separátor axiální.....	33
2.6.3.4. Kombinovaný separátor.....	34
2.7. Čistidlo.....	35
2.8. Ventilátor.....	36
2.9. Svahové sklízecí mlátičky.....	36
2.9.1. Úprava jednotlivých ústrojí	36
2.10. Zjišťování výnosu a ztrát zrna, systém GPS.....	40
2.10.1. Zjišťování výnosu zrna a systém GPS	40
2.10.2. Zjišťování ztrát zrna.....	43

3. Cíl práce.....	46
4. Metodika.....	47
4.1. Metody stanovení ztrát.....	47
4.1.1. Zjištění předsklizňových ztrát.....	47
4.1.2. Způsoby zjišťování sklizňových ztrát.....	48
4.1.2.1. Zjištění sklizňových ztrát.....	48
4.2. Metody zjištění rozboru výkonností a spotřeby PHM.....	50
4.2.1. Výkonnost stroje.....	50
4.2.2. Průchodnost sklízecí mlátičky.....	51
4.2.3. Spotřeba PHM sklízecí mlátičky.....	53
4.3. Metody zjištění kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků.....	53
4.3.1. Zjištění celkové kvality drcení slámy K_d	53
4.3.2. Zjištění rozptylu slámy v celém záběru SM.....	54
4.4. Metodika zjišťování ekonomiky provozu sklízecích mlátiček.....	55
5. Výsledky měření.....	56
5.1.1. Charakteristika podniku.....	56
5.1.2. Charakteristika sklízecích mlátiček.....	57
5.2. Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni řepky ozimé.....	58
5.2.1. Předsklizňové ztráty.....	58
5.2.2. Sklizňové ztráty.....	59
5.2.2.1. Absolutní ztráty.....	59
5.2.2.2. Relativní ztráty.....	60
5.2.3. Vliv vlhkosti sklizené plodiny na velikost ztrát.....	60
5.2.4. Kvalita rozptylu rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu rozptylu.....	62
5.2.5. Kvalita drcení rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu drcení.....	63
5.2.6. Spotřeba PHM.....	65
5.2.7. Průchodnost.....	65
5.2.8. Výkonnost stroje.....	65
5.3. Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni pšenice ozimé.....	67
5.3.1. Předsklizňové ztráty.....	67
5.3.2. Sklizňové ztráty.....	68
5.3.2.1. Absolutní ztráty.....	68
5.3.2.2. Relativní ztráty.....	69

5.3.3. Vliv vlhkosti sklizené plodiny na velikost ztrát.....	69
5.3.4. Kvalita rozptylu rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu rozptylu.....	70
5.3.5. Kvalita drcení rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu drcení.....	72
5.3.6. Spotřeba PHM.....	73
5.3.7. Průchodnost.....	74
5.3.8. Výkonnost stroje.....	74
5.4. Ekonomické zhodnocení sklízecích mlátiček.....	75
6. Závěr.....	76
7. Doporučení pro praxi.....	78
8. Summary.....	79
9. Seznam použité literatury.....	80
10. Přílohy.....	82

1. Úvod

Sklizení semenných plodin už v dnešní době nelze provádět bez sklízecích mlátiček. Jde o složité stroje, které stále procházejí technickým vývojem, kde stále dochází k zvyšování výkonnosti a snižování provozních nákladů a ztrát. Protože každý zemědělský podnik, firma poskytující sklizňové služby nebo samotný zemědělec chce sklídit svoji úrodu v co nejlepší kvalitě, s nejmenšími ztrátami a co nejrychleji.

V dnešní době se především používají dva systémy mlátících mechanismů. Nejběžnější a vývojově starší je mlátící mechanismus tangenciální, který je kvůli zlepšení separace u výkonných strojů zpravidla vylepšován urychlovacími, vkládacími nebo separačními bubny. Druhý systém je axiální mlátící mechanismus. Ten je ve srovnání s tangenciálním výkonnější a méně poškozuje zrno. Více však rozbíjí slámu, je energeticky náročnější a není zpravidla tak univerzální. Nejdůležitější úkol v technologickém procesu sklízecí mlátičky je separace zrna od slámy, proto se systémy separace stále vylepšují.

Současné nejvýkonnější sklízecí mlátičky dosahují výkonností až $60 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ a jsou běžně vybaveny motory nad 200 kW a záběry od 6 do 10 m.

2. Literární přehled

2.1. Historie sklizně obilovin a sklízecích mlátiček

Velký zlom zaznamenal v historii lidstva počátek zemědělství. Ten je spojen již v pravěkém období a rozvojem pěstování obilnin. S pěstováním obilnin samozřejmě neoddělitelně souvisí také jejich sklizeň. Člověk měl od nepaměti snahu si také operace související se sklizní obilovin usnadnit použitím vhodných nástrojů, později strojů.

Protože sklízecí mlátička nevznikla od počátku jako celek, věnujme se zde dvěma nejzákladnějším operacím jejího technologického postupu, a to sečení a výmlatu (Hanzlík, Tempír, 1995).

2.1.1. Sečení

Nejstarším způsobem sklizně obilí bylo patrně prosté sbírání nebo trhání klasů obilnin v době jejich zralosti. Pro zjednodušení této operace se záhy začal používat nůž ke žnutí obilí (již ve 4. tis. př. n. l. např. Jericho, o něco později také Evropa). Nože byly rovné, měly kamenné čepele o délce asi 5 až 12 cm zasazené v dřevěných nebo kostěných násadách.

Nože byly velice záhy nahrazeny srpy (3. tis. př. n. l.). Ty měly zpočátku také kamenné ostří, nejprve s více oddělenými kamennými čepelkami, posléze byla snaha o jejich spojení v nepřerušované delší ostří. V dalším vývoji byly kamenné srpy nahrazeny srpy bronzovými a poté železnými. V českých zemích se obilí žnulo srpy až do druhé poloviny 19. století.

Dalším pokrokem při sklizni obilovin byla kosa. Vznikla později než srp, ale vyvíjela a používala se prakticky současně. Nejprve existovaly kosy krátké, ty byly ve 12. až 13. století nahrazeny kosami dlouhými. Zpočátku se kos používalo ke žnutí trávy, až asi v 15. století se jich začalo používat ke sklizni obilí a k obecnému rozšíření pro tento účel došlo až během 19. století. Kosa měla pro obilí upravené kosiště, nazývané hrabice. V našich podmínkách se kosy používaly ke sklizni obilí než byly nahrazeny žacími stroji na obilí, mnohdy až do roku 1950. Žací stroje na obilí byly ve srovnání s kosami už skutečné stroje se vším všudy a zaznamenávaly značný pokrok.

Jako nejstarší zmínka o žacím stroji bývá nejčastěji uváděna Pliniova zpráva z počátku našeho letopočtu z antického Říma. Stroj byl tlačen hospodářským zvířetem a v podstatě pouze česal klasy ze sklízeného obilí. Vlastním sklízecím mechanismem byl jakýsi hřeben, který nebyl poháněn. Až v roce 1800 patentoval Boyce rotační žací stroj se svislou osou rotace a Maers žací stroj s nůžkovým žacím mechanismem. O zdokonalení těchto strojů se až do roku 1855 snažilo mnoho vynálezců zvučných jmen (Rundell, McCormick, Newton atd.). Patrně první skutečně použitelný žací stroj sestrojil skot P. Bell. Stroj měl nůžkový žací mechanismus (přímovratný pohyb). Dalším významným výrobcem se později stal Američan McCormick.

V druhé polovině 19. století byly žací stroje s přímovratným pohybem nožů již velice podobné konstrukce jako stroje používané prakticky dodnes. První příhaněč byl použit v roce 1822 a záhy následovaly hrst'ovky a žací vazače. Ty se běžně používaly ještě po 2. světové válce. Byly nahrazeny až sklízecími mlátičkami. (Heřmánek, Kumhála, 1997).

2.1.2. Výmlat

Prvním nástrojem používaným k výmlatu byl patrně cep. Předtím se obilí z klasů uvolňovalo ručně. Za zmínku snad stojí ještě občasné použití zvířat, která tahala za sebou po mlatě válec a nahrazovala tak do jisté míry práci cepů (s použitím zvířat se dodnes můžeme setkat např. v Africe nebo Asii). Na našem území je dokladováno použití cepu už v 11. stol. V 17. století se objevují cepové mlátící stroje poháněné vodními koly, které obsluhovali tři lidé a nahradili asi 18 mlatců s cepy.

Rozhodující význam pro vznik a vývoj klasických mlátiček měl vynález mlátícího mechanismu, který vytloukal zrna pomocí rychle rostoucího bubnu s lištami (předchůdce mlatkového mlátícího mechanismu). Tento stroj vynalezl Skot Andrew Meickle v roce 1786 a jeho syn postavil první mlátičku. V roce 1831 postavil patrně první hřebový mlátící mechanismus (a také mlátičku) Američan Turner. Těmto mlátičkám se pak také říkalo mlátičky americké.

Mlátičky těchto koncepcí byly nejprve stavěny na ruční pohon. Celá mlátička se skládala zpravidla pouze z mlátícího bubnu a koše.

Nutnou pracovní operací před uskladněním zrna bylo jeho čištění. Vymláčené obilí bylo nutno nejprve zbavit slámy, která se odebírala ručně, potom drobnějších nečistot

(úlomky a plevy). Pro čištění zrna od lehkých příměsí se začalo používat fukarů. Poté byla přidána pohyblivá síta různé velikosti, vznikly tak tzv. čistící mlýnky na obilí.

Ty už používaly kombinace čištění na sítích a ve vzduchovém proudu tak, jak se využívá u sklízecích mlátiček dodnes. Mlýnky se začaly běžně používat v sedmdesátých letech 19. století.

Ve čtyřicátých letech 19. století vznikla v Anglii vytrásadla, která oddělovala zrno od slámy. Ta se začala používat u mlátiček od padesátých let 19. století.

Později došlo ke spojení všech těchto tří operací a vznikla klasická stacionární mlátička.

Největšího počtu stacionárních mlátiček různého stupně technické dokonalosti bylo u nás dosaženo v roce 1930. Byly poháněny žentourem, lokomobilou nebo později stacionárním benzínovým motorem. (Heřmánek, Kumhála, 1997).

2.1.3. První sklízecí mlátičky

První sklízecí mlátičky slučující dvě hlavní operace, sečení a výmlat, jsou známy již z přelomu 19. a 20. století. Známy je například Mooreův kombinovaný žací stroj a mláticí ústrojí, patentovaný jako celek v roce 1836. Prvním strojům se říkalo sklízeče klasů, protože sklízely skutečně pouze klasy a nechávaly vysoké strniště. Měly velký záběr, až 15 m. Tyto stroje se začaly používat především na velkých polích s relativně malým výnosem v USA, Kanadě, Austrálii, Argentině a Rusku. Byly taženy 20 až 25 koňmi. Kolem roku 1925 se začaly tyto mlátičky vybavovat pomocným motorem. Ten sloužil k pohonu všech mechanismů mlátičky. K jejímu tažení sloužili koně, později pásové traktory.

První samojízdnu sklízecí mlátičku postavil Američan G. S. Berry. Stroj byl poháněn dvěma parními stroji se společným kotlem. K topení pod ním se používalo slámy. První samojízdnu sklízecí mlátičku s benzínovým motorem vyvinul v roce 1912 patrně G. F. Harris. Firma Massey-Harris vyrobila v roce 1922 sklízecí mlátičku s vestavěným motorem a v roce 1938 již firma Massey-Ferguson vyrobila svou první samojízdnu sklízecí mlátičku, která se s úspěchem prodávala. V této době však sklízecí mlátičky v USA vyrábělo již několik výrobců.

V letech 1910 až 1930 se však všeobecně dávala přednost strojům taženým, především z ekonomických důvodů. V těchto letech se také sklízecí mlátičky rozšiřují v Evropě. Např. Firma Claas vyrobila v roce 1937 svou první taženou sklízecí mlátičku,

kteřá patrně byla první sklízecí mlátičkou vyrobenou na evropském kontinentě. Samojízdnou sklízecí mlátičku tato firma vyrobila v roce 1953.

V našich zemích se první sklízecí mlátičky objevily po roce 1945. Nepatrné množství bylo dovezeno ze západní Evropy, většího rozšíření však dosáhla sovětská návěsná sklízecí mlátička typu S-6. V roce 1957 se začínají používat samojízdné sklízecí mlátičky typu S-4 z bývalého SSSR a maďarské stroje ADC-343 přibližně stejné výkonnosti s naftovým motorem. Od roku 1956 do roku 1957 vyrábí také Agrostroj Prostějov sklízecí mlátičku ŽM-330.

V této době se začal dovážet nový typ sklízecích mlátiček ze SSSR, a to SK-3, který později nahradil typ SK-4. Od roku 1968 se k nám začaly dovážet stroje E-512 z bývalé NDR, které se záhy staly velice oblíbenými a kterých k nám patrně bylo dovezeno nejvíce ze všech u nás prodávaných mlátiček. Od roku 1974 se v menší míře dovážejí také typy SK-5 Niva a SK-6 Kolos z bývalého SSSR. Od roku 1979 se dovážejí sklízecí mlátičky E-516 z bývalé NDR, které se posléze stávají spolu s E-512 a E-514 základními stroji na sklizeň obilovin používaných v našem zemědělství. Kromě nich se v menší míře používají polské stroje Bizon Z-056 a Z-060, rumunské CP-12 Gloria v horské úpravě a výjimečně další.

Po roce 1989 se dříve či později do republiky dostávají téměř všichni světoví výrobci sklízecích mlátiček (Case, Claas, John Deere, MDW, Massey-Ferguson, New Holland atd.) (Heřmánek, Kumhála, 1997).

2.2. Charakteristika sklizňových podmínek, porostů a obilní hmoty

Obilniny se u nás pěstují ve všech výrobních oblastech, tj. kukuřičné, řepařské, bramborařské i horské. V jednotlivých oblastech jsou rozdílné klimatické i půdní podmínky a to ovlivňuje dobu a někdy i způsob sklizně. Sklízňové období nastupuje v jednotlivých oblastech postupně od června do září, což umožňuje přesouvání a vhodné soustředování sklizňové techniky. Také různé druhy obilnin dozrávají v různou dobu. Ozimé obilniny dozrávají dříve než jařiny.

Při dozrávání však mají významnou úlohu i odrůdy, které mohou být rané, středně pozdní a pozdní. Dále jsou rozhodující pro dobu dozrávání i klimatické a půdní podmínky, jako je množství dusíku v půdě, ale i nadmořská výška místa pěstování.

Mohou tedy při nevhodných klimatických a půdních podmínkách ve vyšších polohách dozrávat pšenice a oves i v září.

Vlastní sklizeň začíná při dosažení tzv. technologické zralosti. Tato zralost odpovídá při rozdělené (dvoufázové nebo třífázové) sklizni, kdy se obilniny řádkují, žluté zralosti. Listy i stébla jsou žlutá, kolénka tmavá (spodní suchá) a rostlina přestává přijímat vodu a živiny. Porost na řádku prosychá, zbytek živin z klasů přechází do zrna. Zrno v průběhu 2 až 5 dnů dospěje do plné zralosti. Porost se sbírá sklízecími mlátičkami nebo řezačkami vybavenými sběracím ústrojím. Technologická zralost při přímé jednofázové sklizni, kdy se porost seče přímo nastojato žacími mlátičkami, odpovídá plné zralosti zrna. Ta se dostavuje při normálních klimatických podmínkách asi za 3 až 5 dnů po žluté zralosti, při chladném a vlhkém počasí může být tato doba až dvojnásobná. Porost je zaschlý, a to i nejhořejší kolénka, ječmen háčkuje. Zrno je tvrdé, obsahuje asi 13 až 17 % vody a dochází u něj k mírnému smrštění objemu. Po dosažení plné zralosti, zvláště u některých odrůd, nastává samovolný výdrol zrna, proto by sklizeň měla být provedena nejpozději do 3 dnů po dosažení plné zralosti. Při současné skladbě druhů a odrůd obilnin v zemědělských podnicích se doporučuje optimální agrotechnická lhůta sklizně 10 až 14 vlastních sklizňových dnů.

Velmi vážným problémem jsou ztráty vznikající při sklizni. Sklizňové ztráty na 1 ha jsou dány rozdílem mezi biologickým výnosem (veškerá hmotnost zrna, které se na rostlinách na ploše 1 ha urodilo) a technologickým výnosem (skutečná, sklizená hmotnost zrna). Sklizňové ztráty vznikají jednak samovolným výdrol (působením větru, deště, ptáků) při opoždění sklizně po dosažení plné zralosti, jednak mechanizací, tj. špatným seřízením pracovních ústrojí sklizňových strojů (žacího ústrojí, přiháněče, sběracího ústrojí, mláticího ústrojí, vytřásadel a čistidla), dále při dopravě zrna, při posklizňové úpravě a skladování. Na velikost ztrát při sklizni mají vliv i vlastnosti jednotlivých odrůd nevhodné z hlediska mechanizované sklizně (poléhavost, prorůstání, lámavost stébel, stejnoměrnost dozrávání), popřípadě nerespektování některých speciálních vlastností jednotlivých odrůd. Ztráty zrna způsobené sklízecími mlátičkami při přímé sklizni se povolují do 1,5 %, při vícefázové sklizni do 2 % (hmotnostní z biologického výnosu). Je naprosto reálné omezit sklizňové ztráty kvalitní a včasnou sklizní na 2 až 3 %. Běžné sklizňové ztráty v současné době se však odhadují asi na 5 až 7 %, v extrémně nepříznivých podmínkách až na 10 %.(Neubauer a kol., 1989).

2.3. Přehled sklizňových pracovních postupů, strojů a operací

Sklizňové pracovní postupy u obilnin, ale i dalších semenných plodin (luskovin, olejnin, jetelovin, trav na semeno) jsou zajišťovány kombinovanou sklizňovou linkou, jež se dělí na část mobilní, technologickou dopravu a část stacionární.

Sklizňové pracovní postupy zajišťované mobilní linkou mohou být:

a) přímá (jednofázová sklizeň):

Kdy se porost sklízí nastojato v plné zralosti přímo samojízdnými sklízecími mlátičkami, od nichž se získává finální produkt, tj. víceméně čisté zrno. U obilnin, které poměrně rovnoměrně dozrávají, se porost před sklizní neupravuje. U nestejně dozrávajících semenných porostů, například jetelovin, řepky, bobu, se porost před sklizní upravuje chemickou desikací. Přímá sklizeň obilnin nejefektivněji využívá příznivé počasí, ale i po dešti porost nastojato velmi rychle osychá. V současné době je to u nás prakticky jediný způsob sklizně obilnin.

b) dělená (rozdělená sklizeň):

- vazačová sklizeň, kdy žací vazač seče porost ve voskové - žluté zralosti a vytváří z obilní hmoty snopy, které se stavějí do panáků a po proschnutí slámy a dozrání zrna se převážejí k výmlatu na stacionární mlátičce. Tato sklizeň je pro svou pracnost, vysoké ztráty a náklady historicky překonána a u nás se již prakticky nepoužívá.

- ze řádků (dvoufázová sklizeň), kdy žací řádkovač seče porost obilnin ve žluté zralosti a vytváří řádky. Porost dozrává za 2 až 5 dnů do technologické (plné) zralosti a pak se sbírá sběrací mlátičkou (Neubauer a kol., 1989).

2.3.1. Sklizeň zrnin

Za zrniny považujeme všechny plodiny sklizené na semeno včetně luskovin, olejnin, zeleniny, jetelovin i trávy na semeno, atd. Hlavní skupinu však tvoří obiloviny, které se pěstují asi na 50 % orné půdy. V průběhu sklizně se získává jednak zrno, které je nutno okamžitě odvázet k dalšímu ošetření na stacionární pracoviště nebo alespoň zabezpečit jeho krátkodobou konzervaci. Dále se získává sláma, která sice nemusí být

okamžitě upravovaná a odvážená, ale s ohledem na další zásahy, jako je podmítka a setí do nevyschlé půdy i požadavky proudové sklizně, by se měla sklízet současně se zrnem. Výnosy zrna i slámy se pohybují od 5 do 8 t.ha⁻¹.

Sklizeň podle oblasti probíhá v období 3 měsíců od června do září. V příslušném zemědělském podniku trvá sklizeň 10 – 30 dní (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

2.3.2. Vlastnosti zrnin

Z hlediska práce mechanismů sklízecích mlátiček mají zrniny řadu rozdílných vlastností.

1. Rovnoměrnost dozrávání:

- a) stejně dozrávají všechna semena (obiloviny)
- b) nestejně dozrávají semena (hrách, řepka, jeteloviny)

2. Mlátitelnost (energie nutná na uvolňování zrna):

- a) snadná (hrách, řepka, mák)
- b) střední (obiloviny – síla potřebná na uvolnění 1 zrna je 1-2 N)
- c) obtížná (jeteloviny)

3. Velikost zrna:

- a) drobná (řepka, jetel)
- b) střední (obiloviny)
- c) velká (kukuřice, bob)

4. Náchylnost k poškození:

- a) velká (luskoviny, olejníny)
- b) malá (obiloviny, jeteloviny)

5. Vlhkost v době sklizně:

- a) malá vlhkost (většina plodin, zrna 12-22 %, sláma 20-50 %)
- b) velká vlhkost (kukuřice, která se sklízí v září a říjnu při vlhkosti zrna 20-40 %, slámy 40-70 %)

6. Čistitelnost, tj. obtížnost oddělování příměsí:

- a) dobrá (hrách a bob)
- b) průměrná (většina zrnin)
- c) špatná (tráva, která má mnohdy některé vlastnosti stejné, jako příměsí)

7. Hustota porostu:

- a) řídký (5-10 rostlin.m⁻², kukuřice, slunečnice)
- b) středně hustý (300-700 rostlin.m⁻²)
- c) hustý (10 000-20 000 rostlin.m⁻² má tráva, nebo polehlé obiloviny s podrostem)

8. Výška porostu:

- a) nízký (jeteloviny, hrách)
- b) střední (obiloviny)
- c) vysoký (kukuřice, slunečnice až 3 m)

9. Vzájemná poloha rostlin:

- a) jednotlivé rostliny jsou oddělené (obiloviny)
- b) rostliny jsou navzájem propletené (hrách, řepka)

10. Polehlost porostu:

- a) nepoléhavý (kukuřice, slunečnice)
- b) částečně poléhavý (obiloviny)
- c) poléhavý (hrách)

Skřízecí mlátička se musí před zahájením práce seřídít a upravit, tj. přizpůsobit vlastnostem plodiny. Některé vlastnosti se mění v průběhu dne nebo v průběhu jízdy na stejném pozemku. Např. zralost, vlhkost, zaplevelenost, polehlost porostu. Vzájemná závislost těchto faktorů a vliv každého z nich na výmlat zrna se neprojevují jednoznačně, nezávisí jenom na pevnosti vazby zrna v klasu a stavu rostlinné hmoty, ale i na režimu práce mlátičích ústrojí (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

2.4. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky lze charakterizovat takto:

- stroje jsou určeny pro sklizeň obilnin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin.
- vykonávané operace jsou: sečení porostu nebo sbírání z řádků, doprava materiálu do mláticího ústrojí, jeho výmlat, separace hrubého a jemného omlatu, doprava zrna do zásobníku a slámy na řádek nebo drcení a rozptyl slámy po strništi.
- neposečený porost obilnin s výnosem zrna do $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, výška rostlin od 0,3 do 2,5 m. 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.
- při řádkování je porost sečen čelním samojízdným řádkovačem se šířkou záběru 4 až 6 m. Šířka řádku 0,8 až 1,4 m, výška řádku 0,2 až 0,6 m. Stébla jsou k podélné ose řádku uložena pod úhlem 15 až 25°. Řádek nesmí být uložen do stopy kol. Množství klasů po řádkování v bezprostředním styku s půdou do 5 %.
- 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 150 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 9 m, objemy zásobníků zrna až 10 m^3 s plnicí výškou do dopravního prostředku nad 3 m, výkony motorů až 300 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do 8 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ a výkonnosti až $4 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$. Svahová dostupnost 8 až 12°, tlak na půdu pod 0,15 MPa.

- hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu odpovídají šířky záběrů žacích stůlů, objemy zásobníků, výkony motorů, pracovní rychlosti a výkonnosti. Svahová dostupnost 20°, 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 řepky.
- sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čistidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelů 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, vytrásadel 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, popřípadě předpisům o dopravě po železnici.
- stroj má obsluhovat jeden pracovník.
(Neubauer a kol., 1989)

2.5. Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky rozdělujeme nejčastěji podle těchto hledisek:

- a) podle způsobu připojení:
 - přívěsné
 - návěsné
 - samojízdné

- b) podle směru průchodu materiálu strojem:
 - s podélným tokem
 - s příčným tokem
 - s kombinovaným tokem

- c) podle způsobu získávání obilní nebo semenné hmoty:
 - žací
 - sběrací

- d) podle typu mlátícího a separačního ústrojí:
 - tangenciální: - s vytrásadlovým separačním mechanismem (konvenční)
 - s rotačním separačním mechanismem (hybridní)
 - axiální

- e) podle počtu mlátících bubnů
 - jednobubnové
 - vícebubnové

- f) podle způsobu zpracování slámy:
 - do řádku
 - drcením slámy

- g) podle provedení podvozku:
 - kolové: - s řízením vzadu (malá kola vzadu)
 - s řízením vpředu (malá kola vpředu)
 - pásové

2.5.1. Sklízecí mlátičky s tangenciálním mlátícím mechanismem

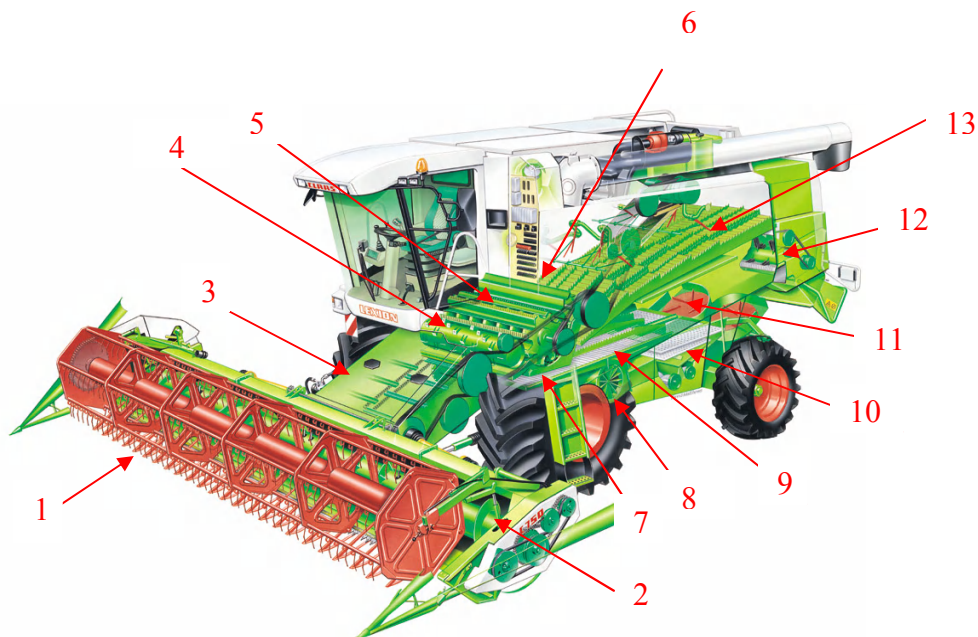
Sklízecí mlátičky s tangenciálním mlátícím mechanismem jsou nejpoužívanějšími stroji. Typický představitel této klasické koncepce je na obrázku 1 (Kumhála, Heřmánek, 1997).

U tangenciálního mláticího mechanismu se na výmlatu podílí především:

- údery mlátek bubnu do mláčené hmoty
- zrychlujícími a třecími silami ve vrstvě mláčeného materiálu
- vytíráním mlatkami bubnu a lištami koše
- prostorovým kmitáním hmoty
- ventilační účinky bubnu.

Výmlatu napomáhají především tyto děje s intenzitou přibližně danou pořadím, v jakém jsou uvedeny. U tangenciálních mlátíček jsou proto skutečně nejdůležitějším prvkem mláčení údery mlátek bubnu do mláčené hmoty. Následující třecí síly, kmitání mláčeného materiálu a ventilační účinky (Mechanizace zemědělství, 2005).

U tangenciálního mláticího mechanismu postupuje mláčená hmota okolo mláticího bubnu ve směru kolmém na osu jeho otáčení



Obrázek 1 - Sklízecí mlátička s tangenciálním mláticím mechanismem a vytrásadlovým separačním mechanismem

(1 - přihaňč adaptéru, 2 - průběžný šnek adaptéru, 3 - šikmý dopravník, 4 - urychlovací buben, 5 - hlavní mláticí buben, 6 - odmítací buben, 7 - mláticí koš, 8 - ventilátor, 9 - vynášecí (spádová) deska, 10 - sítová skříň, 11 - metač plev, 12 - drtič slámy, 13 – klávesové vytrásadlo)

Převážná část mechanismů je poháněna od spalovacího motoru řemenovým, nebo řetězovým převodem, který může být doplněn variátorem. Pro pohon některých mechanismů se využívá hydrostatický pohon.

Pojezdová kola se pohánějí od motoru mechanicky pomocí variátoru a převodovky nebo v kombinaci hydraulického uzavřeného obvodu a převodovky. Dále následuje rozvodovka, diferenciál, koncové převody a vlastní pojezdová kola. Je možné se setkat s hydrostatickým pohonem pojezdových kol, který má hydrogenerátor a hydromotory u pojezdových kol v uzavřeném obvodu. Převodovka, rozvodovka a diferenciál u tohoto řešení nejsou (Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997).

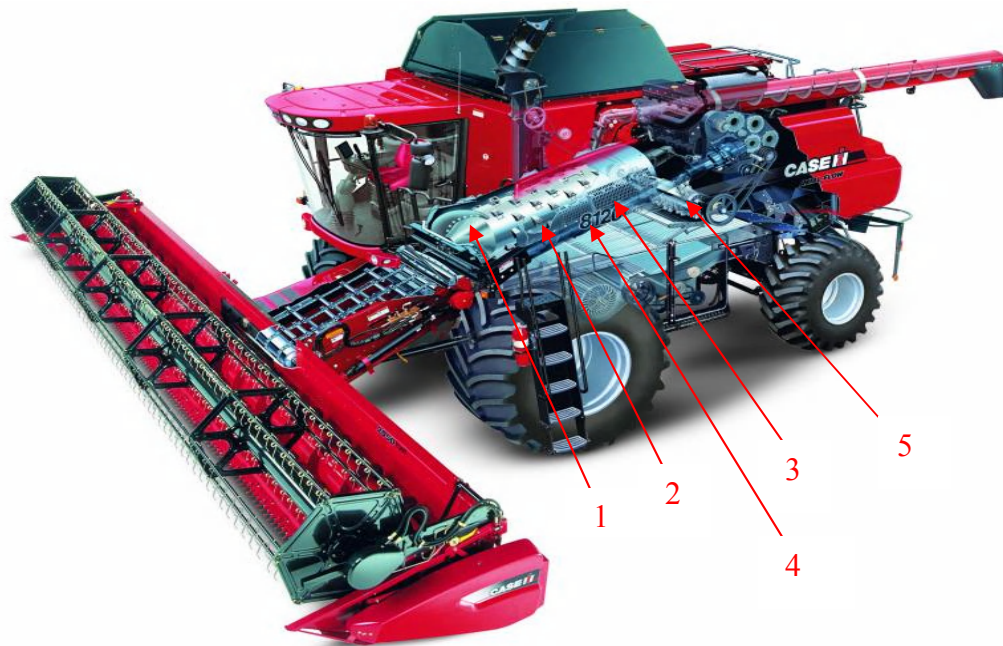
2.5.2. Sklízecí mlátičky s axiálním mláticím mechanismem

Sklízecí mlátička s axiálním mláticím a separačním mechanismem se od klasických tangenciálních mlátiček tímto mechanismem výrazně liší. Jak již sám název napovídá, mláticí mechanismus je ve stroji uložen tak, že materiál je nucen při výmlatu postupovat ve směru jeho osy, tedy axiálně. Jak je patrné z obrázku 2, je sklízecí mlátička vybavena žacími a dopravními mechanismy, které jsou shodné se sklízecí mlátičkou tangenciální. Poněkud odlišný je šikmý dopravník obilí, který bývá kratší a celkově menší (Kumhála, Heřmánek, 1997).

U axiálních sklízecích mlátiček dochází k výmlatu především:

- zrychlujícími a třecími silami ve vrstvě mláceného materiálu
- vytíráním mlatkami bubnu a lištami koše
- separaci výrazně napomáhá odstředivá síla

Jde o vývojově mladší systém mlácení. Mlácený materiál se pohybuje okolo mláticího bubnu a výsledný pohyb je ve směru osy, proto se nazývá axiální. Mláticí buben má dvě části. V jeho první polovině dochází k výmlatu (mláticí ústrojí), ve druhé pak k separaci vymláčeného zrna (separační ústrojí).



Obrázek 2 - Sklízecí mlátička s axiálním mláticím a separačním mechanismem (1 - vkládací šnek, 2 - mláticí část bubnu, 3 - separační část bubnu, 4 - koš (rozdělen na mláticí a separační část), 5 - odmítací buben).

2.5.3. Rozdíl mezi konvenční a axiální mlátičkou

Axiální mláticí mechanismus je výkonnější než mláticí mechanismus tangenciální, protože je u něj možno dosáhnout větší průchodnosti materiálu. Je však náchylný na zaplnění mlácenou hmotou. Není-li správně zaplněn, stoupají sklizňové ztráty.

Axiální mláticí mechanismus má ve srovnání s mláticím mechanismem tangenciálním větší nároky na spotřebu energie.

Axiální mláticí mechanismus je výhodnější z hlediska poškození zrna. K výmlatu dochází oproti tangenciálnímu mechanismu šetrněji.

Tangenciální mláticí mechanismus je univerzálnější. Je vhodný ke sklizni široké škály plodin a lépe pracuje s vlhkým a slamnatým materiálem.

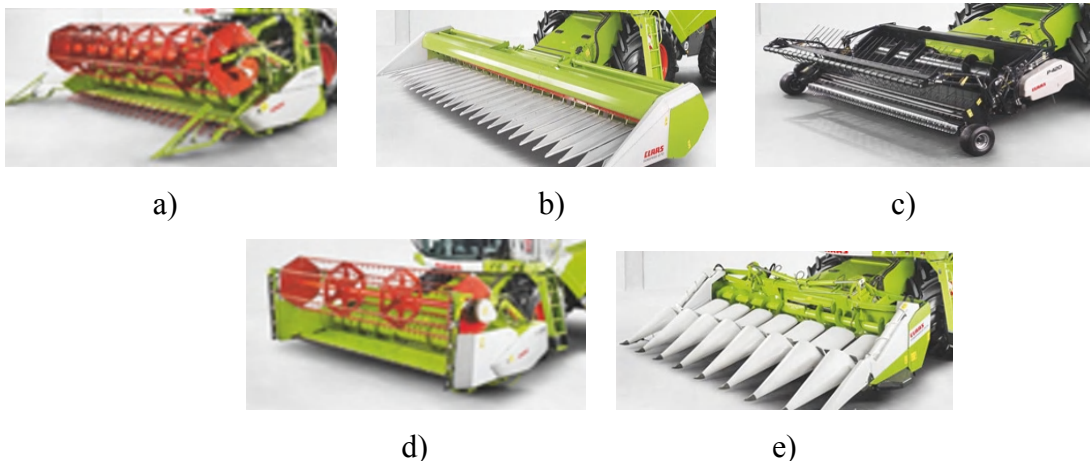
Axiální sklízecí mlátičky jsou pro sklizeň kukuřice nejlepším známým řešením (Mechanizace zemědělství, 2005).

2.6. Hlavní části sklízecí mlátičky

2.6.1. Adaptéry sklízecích mlátiček

Adaptéry (Obrázek 3) se připojují k základní jednotce. Používají se následující typy:

- žací ústrojí pro přímou sklizeň obilnin
- bubnové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň
- dopravníkové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň pícnin
- odlamovací ústrojí ke sklizni kukuřice na zrno
- žací ústrojí pro přímou sklizeň slunečnice
- žací ústrojí pro přímou sklizeň řepky
- žací ústrojí univerzální s pracovním dopravníkem pro sklizeň obilnin i řepky



Obrázek 3 - Adaptéry sklízecích mlátiček

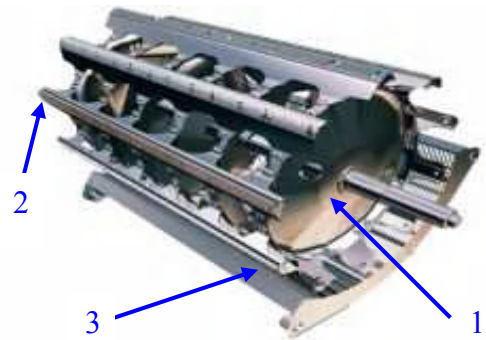
- a) žací ústrojí pro přímou sklizeň obilnin, b) žací ústrojí pro přímou sklizeň slunečnice, c) bubnové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň, d) žací ústrojí pro přímou sklizeň řepky, e) odlamovací ústrojí ke sklizni kukuřice na zrno

2.6.2. Mlátící ústrojí

Mlátící mechanismus navazuje na žací a dopravní mechanismy. Slouží k uvolňování zrna (semena) z klasů, lat, palic, lusků, šešulí aj. a jeho oddělování od slámy. Průchod obilní hmoty je řešen buď tangenciálně nebo axiálně. (Kumhála, Heřmánek, 1997)

2.6.2.1. Typy tangenciálního mláticího ústrojí

Nejčastějším typem je mlatkové mláticí ústrojí na obrázku 4. Skládá se z bubnu (1), který má po obvodu mláticí lišty nazvané mlatky (2), ty mají střídavě levé a pravé zářezy, aby se mláčená hmota neposouvala jednostranně. Mláticí koš (3) je uložen pod mláticím bubnem, je tvořen ocelovými lištami po stranách spojených bočnicemi, mezi lištami prochází ocelové pruty, vzniklými otvory propadá jemný omlat.



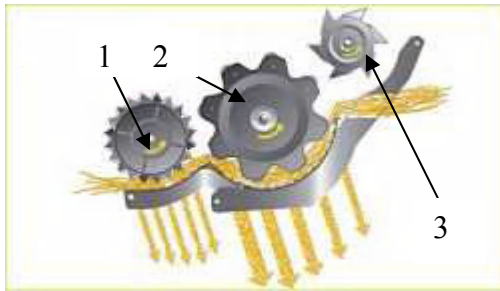
Obrázek 4 - Mlatkové mláticí ústrojí (1 - mláticí buben, 2 - mlatky, 3 - mláticí koš)



Obrázek 5 - Hřebové mláticí ústrojí

Dalším typem je hřebové mláticí ústrojí na obrázku 5 používané především na sklízecích mlátičkách určených pro sklizeň rýže.

Systém APS na obrázku 6 vyvinula firma Claas. Jedná se o urychlovací buben (1) s vlastním separačním košem umístěný před hlavním mláticím bubnem (2). Urychlovací buben zrychlí tok sklizené hmoty, rovnoměrně ji rozvrství a částečně již odloučí zrno, zachovává stálý poměr 80% otáček mláticího bubnu. Je používán na strojích Mega a Lexion.



Obrázek 6 - Systém APS
(1 - urychlovací buben, 2 - hlavní mlátící buben, 3 - odmítací buben)

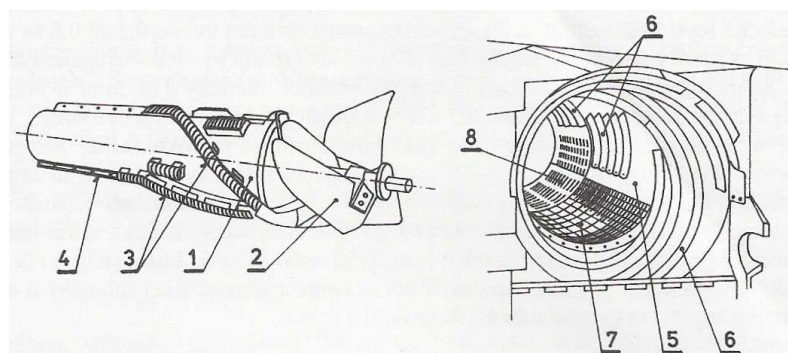


Obrázek 7 - Mlátící mechanismus John Deere T

Mlátící mechanismus na obrázku 7 sklízecích mlátiček John Deere T se skládá z pěti bubnů. Za mlátícím a odmítacím bubnem postupuje mlácená hmota po horním obvodu třetího bubnu do rotačního separátoru, za ním je ještě odmítací buben s přídatnou separací, dále následují klávesová vytrásadla.

2.6.2.2. Typy axiálního mlátícího ústrojí

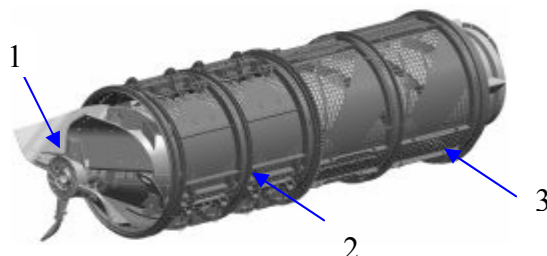
Rotor axiálního mlátícího ústrojí na obrázku 8 je tvořen kombinovaným bubnem (1), v přední části opatřen vkladací částí tvořenou lopatkami nebo šnekem (2), následuje mlátící část s mlatkami (3) a po ní separační část, na které jsou separační lišty (3). Koš zakrývá rotor po celém obvodu a po vnitřním obvodu je opatřen vodícími lištami (6) které usměrňují tok obilní hmoty. Dělí se na separační pláště (5). A to na první separační část pláště (mlátící koš) (7) a na druhou separační část pláště (separační koš) (8). Za rotorem bývá ještě odmítací buben.



Obrázek 8 - Demontované axiální integrované mlátící a separační ústrojí

- axiální jednorotorové ústrojí podélné:

Axiální mechanismus jednomotorový na obrázku 9 sklízecí mlátičky Rostselmaš využívá zvýšenou separaci, kdy se současně otáčí rotor a v protisměru se otáčí i plášť.

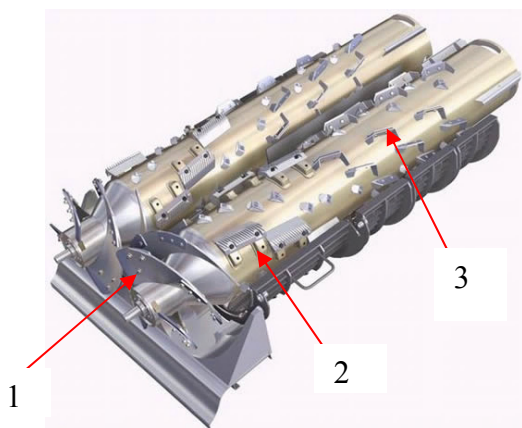


Obrázek 9 - Rotor sklízecí mlátičky Rostselmaš

(1 - vkladací šnek, 2 - mlátící část, 3 - separační část)

- axiální dvourotorové ústrojí podélné:

Axiální mechanismus na obrázku 10 se dvěma podélnými rotory je používám na strojích New Holland TR/CR. New Holland byl první světový sériový výrobce rotačních mlátiček, v roce 1975 začala výroba prvního dvourotorového typu TR70, v roce 2002 je série TR nahrazena novu řadou CR. Za rotory je uložen odmítací buben, který zajišťuje ještě přídatnou separaci.



Obrázek 10 - Dva podélné rotory New Holland CR

(1 - vkladací šnek, 2 - mlátící část, 3 - separační část)

- **axiální jednorotorové příčné:**

Axiální mechanismus s jedním příčným rotorem na obrázku 11 byl poprvé použit na sklízecích mlátičkách Allis Chalmes Gleaner N v roce 1978. Mláčený materiál vykoná v mechanismu axiální pohyb kolmo na směr jízdy stroje.



Obrázek 11 - Agco Gleaner R65 s příčným axiálním rotorem (1)

2.6.3. Separační ústrojí

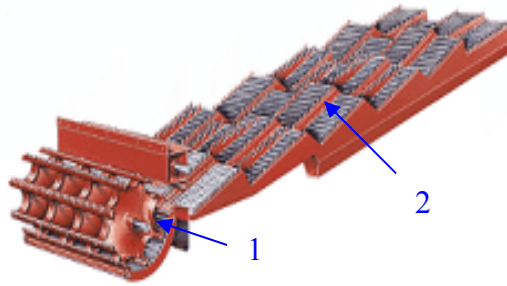
Separátor má za úkol oddělit z hrubého omlatu jemný omlat, přicházejícího z mláticího ústrojí, dovést ho na čistidlo a slámu dopravit ven z mlátičky.

Dle konstrukce může být separátor:

- vytrásadlový (klávesový)
- rotační: - tangenciální
 - axiální
- kombinovaný

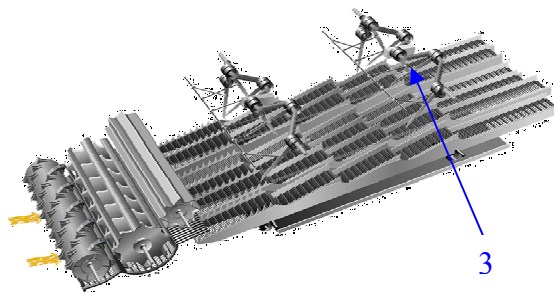
2.6.3.1. Typy vytrásadlových separátorů:

Klávesové vytrásadlo na obrázku 12 je hlavní separační mechanismus konvenčních sklízecích mlátiček. Tvoří ho 3 - 8 kláves uložených na dvou klikových hřídelích, klávesy mají 3 - 6 stupňů nastavených lištami s hřebeny, které zajišťují posuv slámy, na povrchu vytrásadla je rošt. Natřásáním a posuvem hrubého omlatu dochází k separaci zbylého zrna od slámy, které propadá roštem vytrásadla do čistícího mechanismu nebo na spádovou desku. Pro zvýšení výkonu a separačního účinku mohou být nad vytrásadlem uloženy prstové kývavé čechrače nebo buben s výsuvnými prsty.

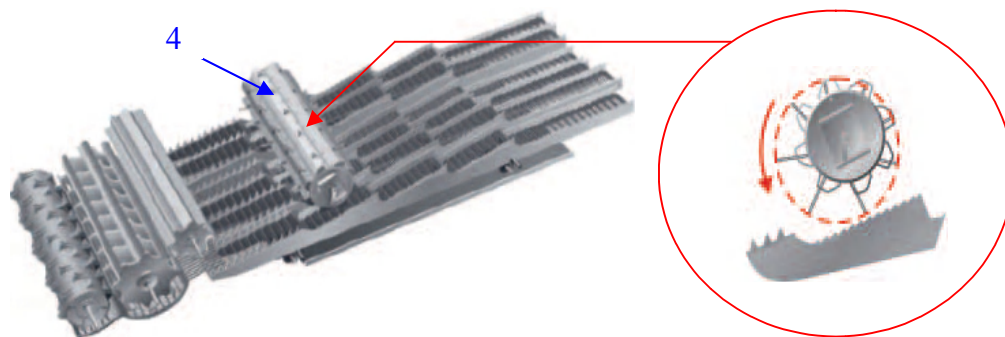


Obrázek 12 - Klávesové vytrásadlo
(1-tangenciální mlátící ústrojí, 2-klávesové vytrásadlo)

Pro zvýšení výkonu a separačního účinku jsou nad vytrásadlem uloženy prstové kývavé čechrače zobrazeny na obrázku 13 nebo jen buben s výsuvnými prsty zobrazeny na obrázku 14.



Obrázek 13 - Klávesové vytrásadlo s prstovými kývavými čechrači (3)

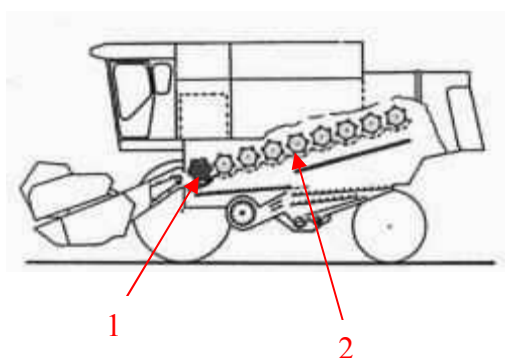


Obrázek 14 - Klávesové vytrásadlo s bubnem s výsuvnými prsty (4)

2.6.3.2. Rotační separátor tangenciální

Rotační separátor tangenciální na obrázku 15 je jedna z variant, která se nachází u hybridních sklízecích mlátiček mající mláticí mechanismus tangenciální, ale vytrásadlo je nahrazeno rotačním separačním mechanismem. Skládá se z řady za sebou umístěných otáčejících se bubnů. Pod každým bubnem je uloženo separační síto – koš. To má větší světlou výšku než koš mláticí.

Bubny pročešávají a natřásají hrubý omlat a prosévají jemný omlat sítím. Toto vytrásadlo dobře odděluje zrno při sklizni dlouhostébelnatých plodin se zvýšenou vlhkostí. Je málo citlivé na sklon mlátičky. Při sklizni obilnin o normální vlhkosti rozbíjí slámu a v zrnu se objevuje větší množství slamnatých příměsí.



Obrázek 15 - Tangenciální rotační separátor

(1 - mláticí ústrojí, 2 - separační bubny se sítí)

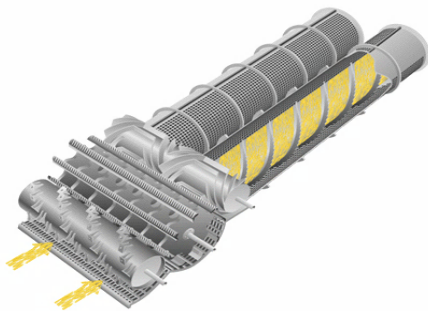
2.6.3.3. Rotační separátor axiální

Jde o druhou variantu hybridní mlátičky, lišící se ve způsobu uložení separačních bubnů. Tok materiálu je souběžný s osou rotace bubnů. Tento separátor není citlivý na sklon mlátičky.

Skládá se z pevného síťového pláště, ve kterém se otáčí rotor. Lopatky rotoru jsou uloženy ve šroubovici (používá firma John Deere) (Obrázek 16) nebo jsou lopatky nahrazeny ozubenou šroubovicí (používá firma Claas) (Obrázek 17). Hmota mezi rotorem a pláštěm rotuje rychlostí $\frac{1}{3}$ obvodové rychlosti rotoru a současně je posouvána na konec stroje. Zde je uložena na řádek nebo usměrňována do drtiče.



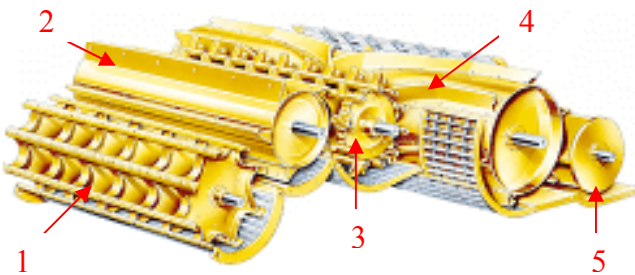
Obrázek 16 - Lopatkový rotační axiální separátor



Obrázek 17 - Rotační axiální separátor s ozubenou šroubovicí

2.6.3.4. Kombinovaný separátor

Kombinovaný separátor na obrázku 18 je proveden jako kombinace tangenciálního a axiálního separátoru, navazuje na mlátičí ústrojí (1). Za odmítacím bubnem (2) se nachází tangenciální separátor (3) a následuje axiální separátor (4). Ten bývá ve stroji uložen příčně, tím rozděluje materiál na dva proudy a posouvá ho ke stranám mlátičky. Zde je plášť ze zadní strany otevřen a dva malé odmítací bubny (5) dopravují materiál ven z mlátičky.



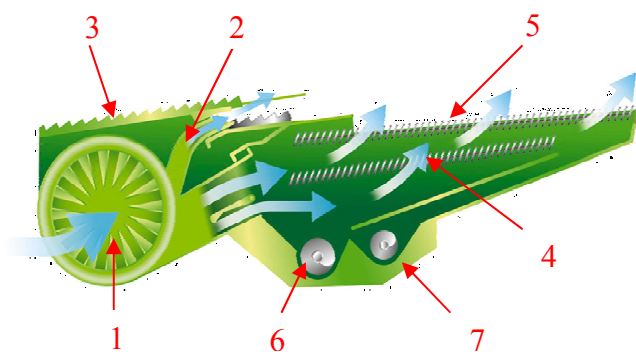
Obrázek 18 - Kombinovaný separátor sklízecí mlátičky

2.7. Čistidlo

Mechanismy čištění na obrázku 19 mají za úkol vyčistit jemný omlat tak, aby se do zásobníku stroje dostávalo zrno v co nejlepší čistotě. Princip čistících mechanismů používaných u sklízecích mlátiček je dnes u všech výrobců stejný. Využívá se kombinace čištění pomocí vzduchového proudu s čištěním na sítích. Konstrukce je podobná, liší se v některých významných detailech. Jednoznačným trendem je v současné době upřednostnění používání vzduchového proudu před zvětšováním plochy sít. Proto téměř všechna čistidla dnes vyráběných sklízecích mlátiček používají přídatný proud vzduchu do kanálu, který ústí zpravidla buď v dělené stupňovité vynášecí desce nebo v děleném horním úhrabečném sítu.

Síta se zpravidla používají dvě, horní úhrabečné a spodní zrnové. Obě dnes bývají vyrobeny jako žaluziová s jednoduchou možností regulace jejich otvorů. Úhrabečné síto bývá dále vybaveno regulovatelným klasovým nástavcem (Kumhála, Heřmánek, 1997).

Zdroj proudu vzduchu pro čištění vytváří ventilátor (1). Proud je přiváděn do čistidla dvěma směry. První je díky pomocnému kanálu (2) usměrňován těsně za konec vynášecí desky (3). Druhý je usměrňován do sítové skříně, kde se nachází zrnové síto (4) a úhrabečné síto (5). Skříně je uložena na kyvném mechanismu. Pomocí tohoto pohybu a proudu vzduchu dochází k čištění, kdy plevy jsou vzduchem dopraveny ven z mlátičky a zbylý omlat je síty rozdělen na čisté zrno, které se posouvá do zrnového šneku (6) a následně do zásobníku zrna. Dále na nedomláčené klásky, které se posouvají do kláskového šneku (7) a jsou dopraveny zpět k mláticímu ústrojí k opětovnému výmlatu.

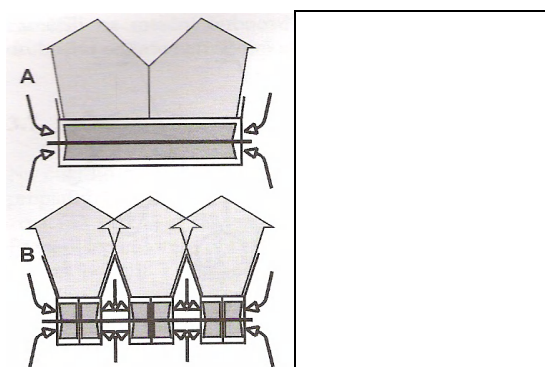


Obrázek 19 - Čistidlo sklízecích mlátiček

(1 - ventilátor, 2 - pomocný kanál, 3 - vynášecí deska, 4 - zrnové síto, 5 - úhrabečné síto, 6 - zrnový šnek, 7 - kláskový šnek)

2.8. Ventilátor

K zajištění dostatečného množství vzduchu již většinou nepostačuje klasický lopatkový ventilátor (A), tak jak tomu bylo u starších typů sklízecích mlátiček. Dnešní stroje používají nejčastěji děleného ventilátoru (B). Je to z důvodu nasávání vzduchu. Při použití ventilátoru z více částí může vzduch do ventilátoru snadněji vstupovat a lze tak dosáhnout vydatnějšího a rovnoměrnějšího výsledného proudění vzduchu (Kumhála, Heřmánek, 1997).



Obrázek 20 - typy ventilátorů:

A - radiální jednodílný

B - radiální vícedílný

C - axiální

D - diametrální

2.9. Svahové sklízecí mlátičky

Tyto mlátičky mají různými konstrukčními úpravami zvětšený úhel svahové použitelnosti, takže mají často problém se svahovou dostupností. Svahová dostupnost se zvětšuje větším rozchodem předních i zadních kol (dvojmontáží), svislým paralerogramovým zavěšením hnacích kol, snížením těžiště. Svahová použitelnost se zlepšuje různými konstrukčními úpravami jednotlivých mechanismů pro zlepšení práce na svahu nebo se vyrovnávají všechny mechanismy mlátičky.

2.9.1. Úprava jednotlivých ústrojí

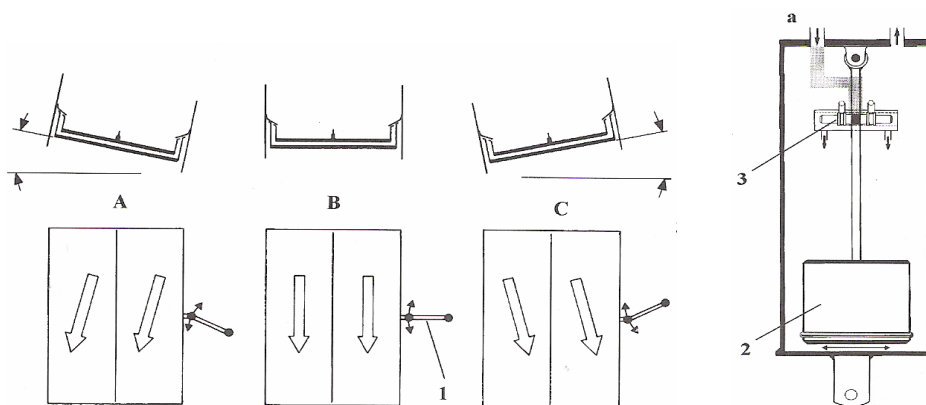
Vychází většinou z jednodušší nebo složitější konstrukční úpravy standardní sklízecí mlátičky. Jedná se předně o úpravu čisticího, které se na svahu nejvíce podílí na ztrátách zrna.

Úprava spočívá:

- ve vyrovnání celé skříně čistidla s vynášecí deskou do vodorovné roviny,
- ve vyrovnání dvou podélných částí skříně čistidla s vynášecími deskami,
- v přidání třetího bočního pohybu jen hornímu sítu.

Systém 3D-CLAAS (způsob vyrovnávání sítové skříně)

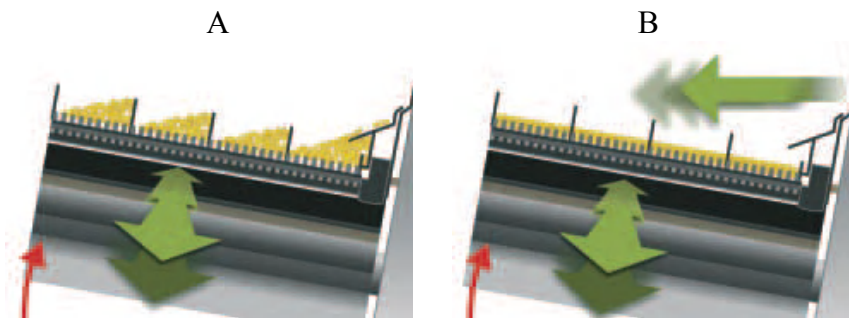
Pohyb síta je ve třech směrech a to s konstantní dráhou dopředu, dozadu i nahoru, dolů a navíc proměnlivou dráhou do strany proti svahu, která se automaticky zvětšuje až do 12° (20%) svahu pozice A, C obrázek 21. Pohyb síta do strany rovnoměrně rozděljuje jemný omlat po celé šířce síta, neboť se omlat pohybuje proti příčnému sklonu síta. Čím je sklon větší, tím je dráha pohybu síta proti svahu větší. Pohyb síta proti svahu je vyvozen táhlem (1) kloubově připojeným k sítu a druhý jeho konec mění svoji polohu. V rovině (B) je táhlo kolmé k sítu a na svahu (A,C) se střídavě natáčí řídicí jednotkou (a). Řídicí jednotkou je mechanické kyvadlo, ve skříní naplněné olejem k tlumení pohybu kyvadla. Kyvadlo v horní části ovládá hydraulický rozvaděč (systém 3D) nebo kontakty elektrického obvodu. Celá řídicí jednotka je udržovaná za pomoci pístového dvojčinného hydromotoru stále ve svislé poloze. Ve všech případech je vyrovnávání skříně i přidání pohybu automatické a plynulé. Rozdíl v použití systému 3D a bez něj je znázorněn na obrázku 22.



Obrázek 21 - Systém 3D-Claas

Přidání třetího pohybu hornímu sítu. A, C - pohyb síta do strany na svahu, B - pohyb síta v rovině

(1 - táhlo, 2 - kyvadlo, 3 - rozvaděč)

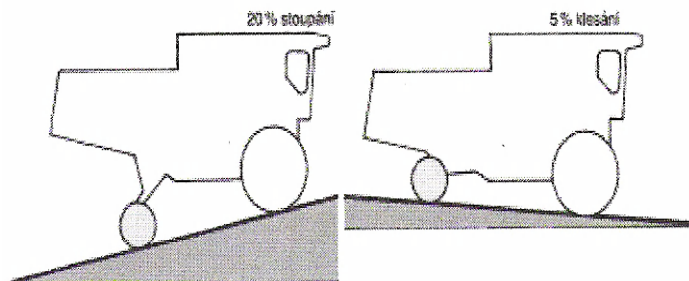


Obrázek 22 - Sítová skříň

(A - bez systému 3D, B - se systémem 3D)

Podélné vyrovnávání celé mlátičky

Podélné vyrovnání na obrázku 23 pracuje v malém rozsahu při jízdě z kopce (5%) a větším rozsahu při jízdě do kopce. Sestává se ze speciálního rámu upevnovaného za zadní částí rámu mlátičky. K němu je výkyvně připojen rám se dvěma zadními koly a dvěma přímočarými hydromotory. Podélné vyrovnávání uskutečňují hydromotory s rozvaděčem ovládaným kyvadlem nebo pákou (ne automaticky), které jsou zapojeny v samostatném obvodu hydraulické podsoustavy řídicích a ovládacích prvků (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).



Obrázek 23 - Podélné vyrovnávání sklízecí mlátičky na svahu při stoupání a klesání

Příčné vyrovnávání celé mlátičky

Příčné vyrovnávání na obrázku 24 umožňuje větší svahovou dostupnost při jízdě po vrstevnici do 27 % (12°), ovšem za cenu konstrukčních úprav na žacím válu i podvozku mlátičky.

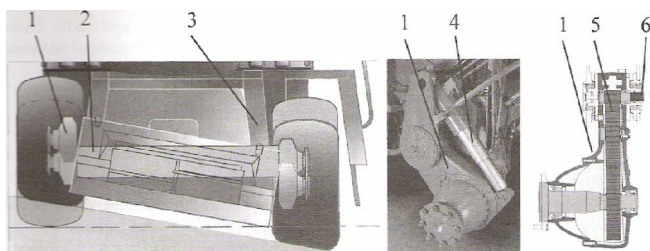
Žací vál má stejně jako u některých standardních sklízecích mlátiček, vzhledem ke komoře, velký rozsah příčného kopírování 24 % (11°). Proto pro práci na svahu nevyžaduje další úpravu. Tyto mlátičky mohou mít na vstupním otvoru komory šikmého dopravníku dvoje řešení připojení žacího válu:

- přímo ke komoře (horší utěsnění a menší výkyv)
- nepřímo na rám (vložku) otočně uložený ke komoře (lepší utěsnění, větší výkyv)

Příčné vyrovnávání má velmi příznivý vliv na:

- větší výkonnost (hmotnostní průtok) sklízecí mlátičky,
- menší ztráty zrna za separátorem a čistidlem,
- menší opotřebení ložisek a hřídelí v důsledku vodorovné polohy mlátičky,
- možnost většího naplnění zásobníku zrna, který je ve vodorovné poloze,
- větší pohodlí obsluhy sklízecí mlátičky,
- větší bezpečnost stroje při práci na svahu.

(Břečka, Honzík, Neubauer, 2001)



Obrázek 24 - Systém příčného vyrovnávání

(1 - koncový převod, 2 - náprava, 3 - komora, 4 - hydromotor, 5 - převodová kola, 6 - hnací hřídel).

Příčné a podélné vyrovnávání

Příčné a podélné vyrovnání na obrázku 25 umožňuje libovolný směr jízdy po svahu a většina výrobců sklízecích mlátiček v Evropě i v Americe volí tento systém jako modifikaci některého typu standardních mlátiček, většinou s menším hmotnostním tokem a větší svahovou dostupností mlátiček (40 %, 22°). Při konstrukční úpravě se spojují výše popsané principy podélného a příčného vyrovnávání mlátičky. K pohonu pojezdových kol jsou používány kromě mechanických převodů i hydropohony s hydromotory v jednotlivých kolech, které jsou k tomuto účelu vhodné (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).



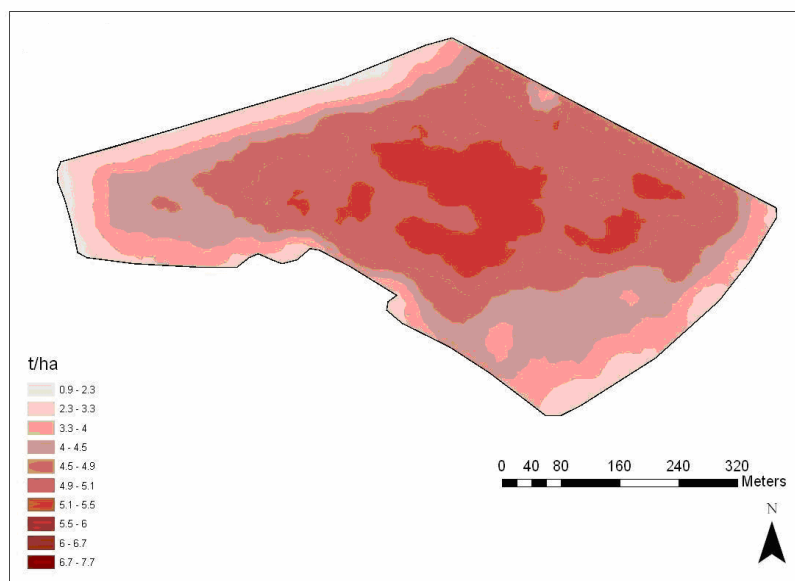
Obrázek 25 – Příčné a podélné vyrovnávání sklízecí mlátičky Claas Tucano v modifikaci Montana

2.10. Zjišťování výnosu a ztrát zrna, systém GPS

2.10.1. Zjišťování výnosu zrna a systém GPS

Zjišťování okamžitého výnosu zrna je základním prvkem v rozvíjejícím se systému hospodaření u nás známém pod názvem precizní zemědělství. Precizní zemědělství zohledňuje skutečnost, že pole jako celek, ale i půda svými vlastnostmi, zásobami živin, vlhkostí apod. představují prostorově proměnlivé prostředí. Této skutečnosti je přizpůsobován i systém jednotlivých operací např. hnojení, ochrana rostlin. Vychází z globálního navigačního systému GPS (Global Positioning System) vyvinutého v USA původně pro vojenské účely. Princip GPS je založen na vysílání signálu navigačními družicemi, jeho příjmu a zpracování přijímači GPS. Země obíhá na velmi přesných drahách 24 navigačních družic ve výšce 20 000 km. Sklon jejich dráhy vzhledem k rovníku je 55 stupňů a doba oběhu je 12 hodin. Družice jsou vlastně radiovémi majáky na oběžné dráze, které nepřetržitě vysílají informace o své poloze na kmitočtu 1,5 GHz. GPS přijímač na Zemi dokáže tyto informace přijmout a dekodovat a zobrazit polohu s přesností 1 až 5 m. Pokud požadujeme maximální přesnost je nutné použít technologii DGPS (Differential Global Positioning System). Diferenční GPS nebo zkráceně DGPS jsou označovány systémy, které kromě signálu GPS jsou schopny přijímat diferenční signál z pozemní referenční stanice. Stanice zná svojí polohu a zlepšuje přesnost určení polohy v systému DGPS. Součástí tohoto systému je kromě jiných strojů i sklízecí mlátička s potřebnými komponenty.

V palubním počítači je mikroprocesor pro příjem a vyhodnocování dat (okamžitý průtok, vlhkost zrna, okamžitá poloha stroje), které se ukládají na paměťovou kartu. Po přenesení karty s daty do osobního počítače je možné vytvořit výnosovou mapu (Obrázek 26), která se zobrazí na monitoru nebo vytiskne tiskárnou (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

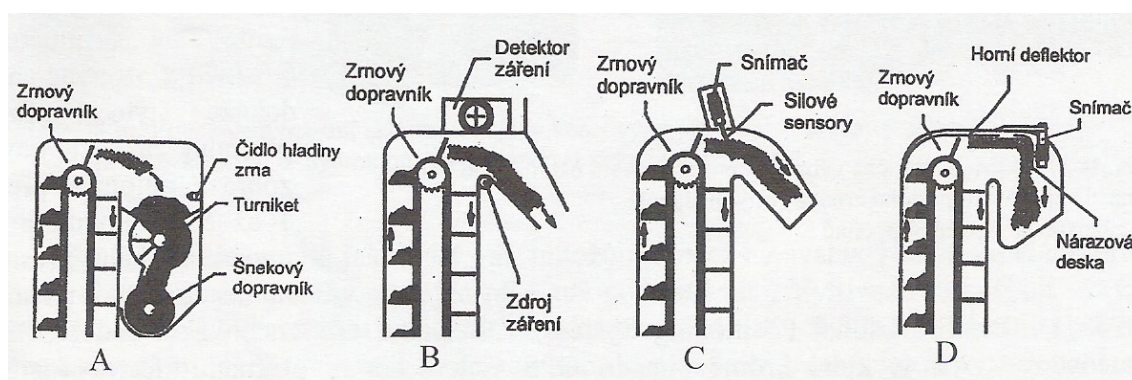


Obrázek 26 – Výnosová mapa

Okamžitý výnos zrna

K určování okamžitého výnosu zrna existuje několik druhů snímačů, jejichž čidla pracující na rozdílných principech. Signály od snímačů okamžitého průtoku jsou zpravidla zpřesňovány údaji o okamžité vlhkosti sklizeného materiálu a celý systém je doplněn čidlem sledujícím polohu žacího válu sklízecí mlátičky.

Okamžitý průtok se zjišťuje pomocí měření hmotnostního nebo objemového průtoku vyčištěného zrna do zásobníku sklízecí mlátičky. Okamžitý průtok zrna je možno určit pomocí čidel mechanických, optických, kapacitních, nárazových a paprskových. Schématické uspořádání většiny čidel a jejich principů práce i umístění ve sklízecí mlátičce je na obrázku 27.



Obrázek 27 – Čidla k stanovení okamžitého průtoku zrna

Mechanické čidlo (obrázek 27A) bylo vyvinuto a použito nejdříve. Jeho základem je lopatkové kolo a dva senzory. Celé zařízení (turniket) je umístěné na výstupu zrnového dopravníku, kde je lopatkové kolo poháněno řetězem přes elektromagnetickou spojku od hřídele šnekového dopravníku v zásobníku sklízecí mlátičky. Při práci stroje zrno začne naplňovat prostor nad lopatkovým kolem tak dlouho, až se dostane k hornímu čidlu. Jakmile horní čidlo zaregistruje hladinu zrna, dá impuls k elektromagnetické spojce a ta přivede pohon k lopatkovému kolu. To se začne otáčet a otáčí se tak dlouho, dokud spodní čidlo nezjistí, že již nevypadává žádné zrno.

Objem prostoru mezi lopatkami je přesně známý. Na výnos se potom dá usuzovat z počtu otáček lopatkového kola a měrné hmotnosti zrna, kterou je nutno zjistit. Protože tento systém měření okamžitého výnosu není dostatečně přesný, začíná se od něj ustupovat.

Optické čidlo (obrázek 27B) měří výšku vrstvy zrna, které právě prochází okolo něj na lopatce zrnového dopravníku sklízecí mlátičky. Čidlo má dvě části - vysílač (zdroj) světelného paprsku a jeho přijímač. Pomocí tohoto čidla (detektoru) se zjistí, jakou dobu byl vysílaný světelný paprsek přerušen zrnem. Pro výpočet okamžitého výnosu se využívají údaje o době přerušení světelného paprsku a rychlosti řetězu zrnového dopravníku. Celé zařízení je nutno kalibrovat, to znamená nastavit pro různé sklizené plodiny.

Paprskové čidlo (obrázek 27B) měří různé zeslabení intenzity záření procházejícím zrnem na výstupu zrnového dopravníku. Skládá se z vysílače radioaktivního záření, umístěného v dolní části. Jako vysílacího média se používá radioizotopu ^{241}Am Americia, které má velmi slabou intenzitu záření. Paprsky zeslabené procházejícím zrnem jsou přijímány přijímačem umístěným v horní části dopravníku proti vysílači. Jestliže žádné zrno neprochází, zařízení se samo kalibruje. Ze změny intenzity přijímaného záření je možno usuzovat na okamžitou hmotnost sklizeného zrna.

Nárazové čidlo (obrázek 27C,D) je poměrně jednoduché a rozšířené. Zrno je u výstupu ze zrnového dopravníku nuceno dopadnout na zakřivenou nárazovou desku. Poloha nárazové desky je v malém rozmezí pohyblivá vůči pevné nosné desce a je snímána pomocí tenzometrických snímačů. Na základě změny polohy této desky je možno usuzovat na hybnost narážejícího zrna a z té se dá určit jeho hmotnost. Aby čidlo pracovalo s dostatečnou přesností, musí se pro různé plodiny kalibrovat.

Kapacitní čidlo pracuje na principu změny kapacity kondenzátoru. Kondenzátor je v tomto případě tvořen tak, že jeho jedna deska je umístěna na dně u výstupu zrna ze

zrnového dopravníku. Na protější straně je umístěna druhá deska kondenzátoru. Zrno, které je nuceno procházet mezi těmito dvěma deskami, ovlivňuje elektrické pole mezi deskami kondenzátoru a tím se mění jeho kapacita. Změny jsou závislé na množství, vlhkosti a elektrické vodivosti procházejícího zrna. Na základě těchto změn je možno usuzovat na množství prošlého materiálu a z toho na okamžitý výnos.

Jak vyplývá z popisu jednotlivých čidel, měří se buď objem (mechanické a optické čidlo) nebo hmotnost (čidlo nárazové, kapacitní a paprskové) zrna procházejícího zrnovým dopravníkem. Z hlediska přesnosti je lepší měřit hmotnost, protože výsledky měření objemu jsou ovlivněny hustotou (měrnou hmotností) sklizeného materiálu, která se může měnit. Nejméně přesná jsou čidla mechanická. Optická čidla dosahují přesnosti do 20 %, nárazová do 5 % a u paprskových výrobci uvádějí přesnost do 2 % (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

2.10.2. Zjišťování ztrát zrna

Metody stanovení předsklizňových ztrát

Předsklizňové ztráty se zjišťují po zahájení sklizně, současně se ztrátami sklizňovými. Správná volba začátku sklizně má proto mimořádný dopad na jejich výši a vzájemný poměr. O zahájení seče rozhoduje především zralost porostu, kterou je možné přibližně posoudit s využitím znalosti o vlhkosti porostu, a především vlhkosti zrna. Při dvoufázové sklizni jsou předsklizňové ztráty podstatně menší, než při sklizni přímé, neboť řádkovač se nasazuje při vlhkosti zrna asi 40 %, zatímco sklízecí mlátička se nasazuje až při poklesu vlhkosti zrna pod 18 % (Břečka, 1994).

Metody stanovení sklizňových ztrát

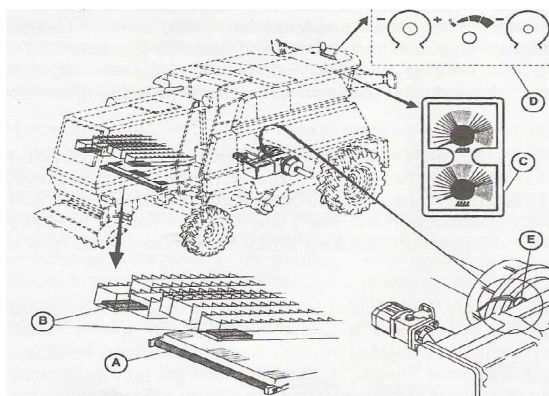
Sklizňové ztráty jsou nejmenší při dosažení plné zralosti zrna. Lze je považovat za optimální po dobu asi 3 dní po dosažení tohoto stavu. V následující době se velmi rychle zvětšují a při nepříznivých podmínkách počasí mohou dosáhnout 25 – 30 % z celkového biologického výnosu plodiny (Břečka, 1994).

Posuzování ztrát je závislé na typu mlátičky a druhu plodiny. Ztráty se považují pro obilniny za nízké do 0,5 %, střední 0,5 - 1 %, vyšší 1 – 2 % a nepřijatelné nad 2 % (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

Zjišťování ztrát indikátorem (ztrátoměrem)

Zjišťování sklizňových ztrát ztrátoměrem se uskutečňuje v průběhu práce (jízdy) sklízecí mlátičky. Ztrátoměr zjišťuje jen část sklizňových ztrát a to za separátorem a čistidlem. Ztráty snímá čidlo (snímač) za sítovou skříní (obrázek 29A) na konci horního síta (klasového nástavce) a čidlo za separátorem nebo v koncích dílů vytrásadla.

Čidlem mohou být opatřeny jen krajní díly jak je vidět z obrázku 29B. Princip práce ztrátoměru je založen na indikaci počtu úderů na čidlo, které mění údery na elektrické impulsy. Ty se vyhodnocují a zesilují v obvodu a diferencují se od úderů slámy a jiných lehčích nečistot potenciometry (D). Takto upravený tok impulsů (elektrického proudu) odpovídající počtu úderů zrna nebo také hmotnostnímu toku se měří ampérmetrem s ukazatelem (C). Pokud se podělí hmotnostní tok zrna, ve srovnávacím obvodu informací o okamžitém výnosu ukazatel ukazuje relativní ztráty v %.



Obrázek 28 - Zařízení pro monitorování ztrát na sklízecí mlátičce

A, B - nárazová čidla, C - ukazatel ztrát, D - potenciometry seřízení citlivosti, E - čidlo pojezdové rychlosti.

Ztráty uvedené na ukazateli (C) jsou zatíženy určitou chybou, proto je třeba ji zmenšit cejchováním ztrátoměru.

Cejchování ztrátoměru se provádí na začátku sklizně a to:

- pro konkrétní sklizňové podmínky, jimž se přizpůsobí pracovní mechanismy mlátičky
- zvolí se, na základě zkušeností, vhodná pojezdová rychlost stroje
- za jízdy by měla ručička být na doporučeném dílku ukazatele (obrázek 29C). Pokud není, je možné provést korekci pojezdovou rychlostí

- po projetí zkušebního úseku (asi 100 m) se stanoví ztráty ručním odběrem. Neodpovídají-li přípustným ztrátám, změníme pojížděcí rychlost stroje a cejchování opakujeme
- přepínačem citlivosti (D) lze vyloučit signály od lehčích nečistot
- dalším přepínačem lze určit, zda je příčinou ztrát separátor nebo čistidlo (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001)

Příčiny a možnosti snížení sklizňových ztrát zrna

Ztráty můžeme snížit odstraněním jejich hlavních příčin, tj. vhodnou volbou sklízecí mlátičky např. na svahovité pozemky, horské modifikace nebo alespoň upravené standardní mlátičky pro práci na svahu. Příčinou ztrát bývá i technický stav, který se projevuje i ve výkonnosti stroje. Zde se zaměřujeme na:

- Žací ústrojí, kde mají být namontovány vhodné děliče, zvedače klasů, seřízená výška strniště, poloha a otáčky přiháněče. Velký význam má i vhodná volba směru jízdy v polehlém nebo ležatém porostu.
- Mlátičku, její technický stav mláticího ústrojí i čistota koše a seřízení mezery a otáček bubnu. Na separátoru kontrolovat napnutí hnacího řemene, čistotu síta (koše) a polohu i stav clon nad separátorem. V čistidle volit vhodnou velikost otvoru sít a odpovídající rychlost vzduchového proudu od ventilátoru, případně jeho usměrnění.
- Netěsnosti, které bývají mezi válem žacího ústrojí a komorou šikmého dopravníku, u komory lapače kamenů, vpředu i na boku vynášecí stupňovité desky, sítové skříně, krytů dopravníků zrna, klásků i sklopného vyprazdňovacího dopravníku zrna.
- Hmotnostní tok by měl být přizpůsoben pracovním podmínkám (ráno - menší, v poledne, při sušším materiálu - větší) a jeho rovnoměrnost by měla být zachována, k čemuž přispívá hlavně seřízení mechanismů žacího válu.

Doba sklizně ovlivňuje nejenom ztráty zrna, ale i jeho vlhkost a namáhání stroje včetně spotřeby PHM (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

3. Cíl práce

Cílem práce je hodnocení kvality činnosti a kvality práce sklízecích mlátiček Fendt 8350 a Claas Lexion 580 Terra trac při sklizni řepky ozimé a pšenice ozimé z hlediska:

- ztrát
- vlivu vlhkosti sklizených plodin na velikost ztrát, kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků
- kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků
- rozboru výkonností a spotřeby PHM

Práce je doplněna o dílčí údaje:

- základní charakteristiku zemědělských provozů
- základní charakteristiku majitele stroje
- jednoduchým rozbohem investičních a provozních nákladů

4. Metodika

4.1. Metody stanovení ztrát

Metodika pro zjišťování ztrát zrnin č. 28 z roku 1977 vydaná ÚVTIZ sjednocuje dosavadní metody. Tato metodika rozlišuje ztráty předsklizňové a sklizňové.

4.1.1. Zjištění předsklizňových ztrát

Zjišťují se na minimálně třech místech měřeného pozemku a to před projetím sklízecí mlátičky. Vytyčí se kontrolní plocha K_I o velikosti 1 x 1 m a z té se vysbírají všechna zrna včetně klasů nebo šesulí. Čisté zrno se zváží, stanoví se průměr ze všech kontrolních míst a stanoví se předsklizňové ztráty v % z biologického výnosu dle vztahu (IV – 1).

$$m_p = \frac{m_k}{m_b} * 100 \quad (\text{IV} - 1)$$

kde:

m_p předsklizňové ztráty [%]

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

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

- a) **Kontrolní plocha $K_I - 1 \text{ m}^2$ (1 x 1)** - Po zahájení sklizně se vymezení kontrolní plocha ve stěně porostu neposečeného obilí vedle již sklizeného pásu obilí, a to nejméně 30 m od okraje honu. Počet kontrolních míst je závislý na velikosti honu (do 10 ha alespoň 3 kontrolní plochy).
- b) **Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_I** - Vybírají se volná zrna i klasy, které leží na zemi, nebo níže, než je nastavená výška strniště. Zrno ze sebraných klasů se vymne a zváží se spolu se sebraným zrnem. Stanoví se aritmetický průměr ze všech měření.
- c) **Biologický výnos** - Tento parametr se stanovuje jako součet výnosů zrna a všech ztrát.

4.1.2. Způsoby zjišťování sklizňových ztrát

Ruční metody zjišťování ztrát - vymezením pásu po celé šířce stroje - sesbíráním zrna a klasů spadlých na zem..

4.1.2.1. Zjištění sklizňových ztrát

Kontrolní plocha $K_2 = 1\text{m}^2$ a vymezí se kolmo na řádek. Délka kontrolního obdélníku je shodná s pracovním záběrem sklízecí mlátičky, šířka se stanoví dle vztahu (IV – 3).

$$\check{s} = \frac{K_2}{d} \quad (\text{IV} - 3)$$

kde:

\check{s}šířka obdélníku [m]

ddélka obdélníku [m]

Vzhledem k malé šířce kontrolní plochy je třeba vytrást slámu a vybrat nevyláčené 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

- stanovíme dle vztahu (IV – 4)

$$Z_a = m_{ko} - m_p \quad (\text{IV} - 4)$$

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

Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 se zjišťuje zvážením volných zrn na zemi i ve slámě, včetně zrna z klasů neprošlých mlátičkou a nedomlatků. Vyjádří se v jednotkách $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($1\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2} = 10\,000\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

2. Relativní ztráty zrna – určují se z výnosu zrna

a) relativní ztráty celkové: (předsklizňové + sklizňové)

- stanovíme dle vztahu (IV – 5)

$$Z_{rc} = \frac{m_{ko}}{m_z} * 100 \quad (\text{IV} - 5)$$

kde:

Z_{rc}relativní ztráty celkové [%]

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

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

b) relativní ztráty sklízecí mlátičky

- stanovíme dle vztahu (IV – 6)

$$Z_{rs} = \frac{(m_{ko} - m_p)}{m_z} * 100 \quad (\text{IV} - 6)$$

kde:

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 rozboru výkonností a spotřeby PHM

4.2.1. Výkonnost stroje

Plošná výkonnost se stanoví ze zjištěné zpracované plochy P za určitý čas. Zjišťujeme 4 různé výkonnosti: výkonnost W_1 (efektivní), výkonnost W_{02} (operativní), výkonnost W_{04} (produktivní) a výkonnost W_{07} (celkovou).

K výpočtu se použije vztah (IV – 7a) až (IV – 7d).

$$\text{- efektivní} \quad pW_1 = \frac{P}{T_1} \quad [\text{ha.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 7\text{a})$$

$$\text{- operativní} \quad pW_{02} = \frac{P}{T_{02}} \quad [\text{ha.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 7\text{b})$$

$$\text{- produktivní} \quad pW_{04} = \frac{P}{T_{04}} \quad [\text{ha.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 7\text{c})$$

$$\text{- celková} \quad pW_{07} = \frac{P}{T_{07}} \quad [\text{ha.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 7\text{d})$$

Hmotnostní výkonnost se stanoví ze zjištěné hmotnosti získaného vzorku V_1 za určitý čas T . Zjišťujeme opět 4 různé výkonnosti: výkonnost W_1 (efektivní), výkonnost W_{02} (operativní), výkonnost W_{04} (produktivní) a výkonnost W_{07} (celkovou).

K výpočtu se použije vztah (IV – 8a) až (IV – 8d).

$$\text{- efektivní} \quad mW_1 = \frac{m}{T_1} \quad [\text{t.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 8\text{a})$$

$$\text{- operativní} \quad mW_{02} = \frac{m}{T_{02}} \quad [\text{t.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 8\text{b})$$

$$\text{- produktivní} \quad mW_{04} = \frac{m}{T_{04}} \quad [\text{t.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 8\text{c})$$

$$\text{- celková} \quad mW_{07} = \frac{m}{T_{07}} \quad [\text{t.hod}^{-1}] \quad (\text{IV} - 8\text{d})$$

kde:

mhmotnost vzorku V_1 při měření [t]

Pzpracovaná plocha při měření [ha]

T_1 čas měření pro efektivní výkonnost [hod]

T_{02} čas měření pro operativní výkonnost [hod]

T_{04} čas měření pro produktivní výkonnost [hod]

T_{07} čas měření pro celkovou výkonnost [hod]

Čas pracovního nasazení sklízecí mlátičky se stanoví přímým měřením a skládá se z několika dílčích druhů časů. Pro měření jsou důležité jen 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} (celkovou).

Dílčí časy:	T_1	-	<u>čas hlavní</u>
	T_2	-	čas vedlejší (vyprazdňování zásobníku, otáčení)
	$\hookrightarrow T_{02}$	-	<u>čas operativní</u>
	T_3	-	čas na údržbu
	T_4	-	čas na odstranění poruch
	$\hookrightarrow T_{04}$	-	<u>čas produktivní</u>
	T_5	-	čas prostojů zaviněných obsluhou
	T_6	-	čas pro zahájení a ukončení práce SM
	T_7	-	čas ostatních prostojů
	$\hookrightarrow T_{07}$	-	<u>čas celkový</u>

4.2.2. Průchodnost sklízecí mlátičky

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 (IV – 9).

$$Q = B_p * v_p * c_h \quad (\text{IV} - 9)$$

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 - zjistíme zvážením posečené hmoty (ve výšce strniště) na ploše $K_3 = 1 \text{ m}^2$. Tuto plochu vytyčíme pomocí kontrolního rámu (1 x 1 m) ve stěně porostu neposečeného obilí. Pro dosažení dostatečné přesnosti je toto měření třeba nejméně třikrát opakovat. Ze všech měření se stanoví aritmetický průměr dle vztahu (IV – 10).

$$c_h = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3} \quad (\text{IV} - 10)$$

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 - tuto hodnotu musíme zjistit, protože rychlost indikovaná na rychloměru SM není přesná a nelze ji při výpočtech použít. Skutečnou pracovní rychlost lze zjistit výpočtem z měření času, potřebného k letnému průjezdu sklízecí mlátičky, na vymezené trati (100 m). Skutečná pracovní rychlost se stanoví dle vztahu (IV – 11).

$$v_p = \frac{s}{t} \quad (\text{IV} - 11)$$

kde:

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

sdélka dráhy [m]

tčas jízdy [s]

3. průměrný záběr stroje B_p - měří se na 100 metrové zkušební trati. Zde se 20 metrů od sebe instalují značky, ve vzdálenosti 1 m od porostu. Po průjezdu SM se změří třikrát vzdálenost od značky ke stěně porostu a od tohoto údaje se odečte 1 m dle vztahu (IV – 12b). Z těchto údajů se stanoví průměrný záběr žacího stolu dle vztahu (IV – 12b).

$$B_p = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad (\text{IV} - 12a)$$

$$x_{1-3} = a_{1-3} - l \quad (\text{IV} - 12b)$$

kde:

x_{1-3}skutečný záběr žacího stolu při jednotlivých měřeních [m]

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

B_pprůměrný záběr žacího stolu [m]

4.2.3. Spotřeba PHM sklízecí mlátičky

Spotřeba se měří bez měřicího přístroje. Po příjezdu sklízecí mlátičky na pole se dolije palivová nádrž až po hrdlo. Sklízecí mlátička projede vytyčenými úseky a poté se nádrž opět dolije až po hrdlo. Stanovení spotřeby PHM se provede dle vzorce (IV – 13).

$$m = \frac{O_l}{n_{ha}} \quad (\text{IV} - 13)$$

kde:

mspotřeba PHM [$\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$]

O_lobjem dolitého paliva [l]

n_{ha}sklizená plocha [ha]

4.3. Metody zjištění kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků

4.3.1. Zjištění celkové kvality drcení slámy K_d

Pro odebrání vzorku se použije odběrná plachta o šířce 80 cm a délce 720 cm a obdélník o délce skutečného záběru žacího stolu a šířce tak, aby měrná plocha odpovídala 1 m^2 . Plachta se roztáhne mezi přední a zadní kola SM a po zjetí SM do porostu se položí na pozemek. Poté se přiloží na plachtu vyrobený obdélník. Z něho se sesbírá podrcená sláma. Sesbírání vzorků se provede na dvou různých místech, vzorky se sesypou a odebere se průměrný vzorek. Ten se rozdělí do jednotlivých skupin dle velikosti částic (0-50 mm, 50-75 mm, 75-100 mm, 100-125 mm, 125-150 mm, nad 150 mm). Zjistí se hmotnostní podíly jednotlivých frakcí na celkové množství slámy a vyjádří se procentuální zastoupení každého intervalu. Kvalitně rozdrčená sláma obsahuje 90 % částic menších než 80 mm. Kvalita drcení slámy se stanoví dle vztahu (IV – 14).

$$K_d = \frac{f_i}{m_c} * 100 \quad (\text{IV} - 14)$$

kde:

K_dcelková kvalita drcení [%]

f_ihmotnost jednotlivé skupiny částic [g]

m_ccelková hmotnost zachycené slámy [g]

4.3.2. Zjištění rozptylu slámy v celém záběru SM

Podrcená sláma ležící na odběrné podložce ve tvaru obdélníku se rozdělí po 0,5 m v celém záběru SM. Tím vzniknou vzorky, které se označí D1 až Dx (obrázek 29, tabulka 1a – 1b), u sklízecí mlátičky Fendt 8350 je 16 vzorků a u sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Terra Trac je 18 vzorků. Odběr se provede dvakrát. Vzorky se zváží a vypočte se průměr hmotností obou vzorků z příslušné části záběru SM, poté se stanoví procentické zastoupení na celkovém množství slámy v celém záběru SM dle vztahu (IV – 15).

$$K_r = \frac{m_i}{m_c} * 100 \quad (\text{IV} - 15)$$

kde:

K_dcelková kvalita drcení [%]

m_ihmotnost jednotlivého vzorku [g]

m_ccelková hmotnost zachycené slámy [g]

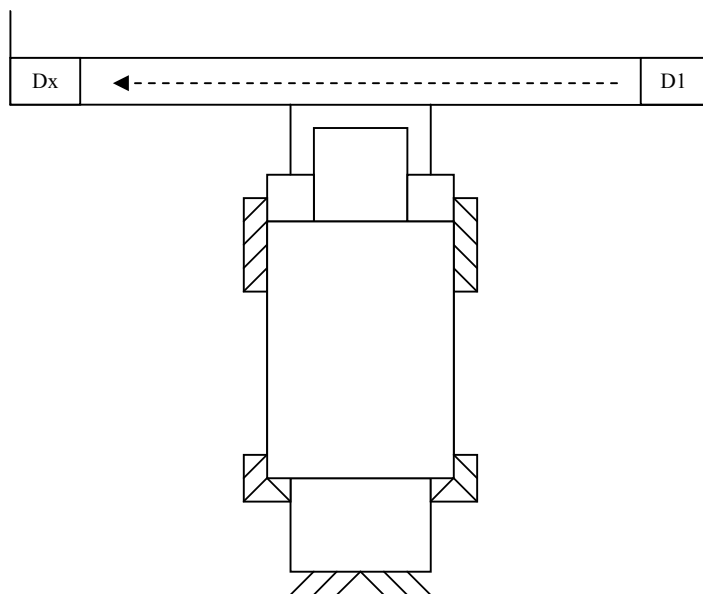
Rozdělení záběru SM

Tabulka 1a - rozdělení záběru sklízecí mlátičky Fendt 8350 [m]

0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-7,8
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16

Tabulka 1b - rozdělení záběru sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Tt Terra Trac [m]

0-0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	5,5-6	6-6,5	6,5-7	7-7,5	7,5-8	8-8,5	8,5-9
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18



Obrázek 29 - Schéma odebrání vzorků SM

4.4. Metodika zjišťování ekonomiky provozu sklízecích mlátiček

Ekonomika provozu sklízecích mlátiček se zjišťovala pomocí programu Tech Consult[®]. Tento program je schopen vypočítat jednotkové i celkové náklady na provoz sklízecích mlátiček při různém ročním využití a bod zvratu, tzn. kolik hektarů ročně musí sklízecí mlátička sklídit, aby se celkové náklady na její provoz minimalizovaly.

5. Výsledky měření

5.1.1. Charakteristika podniku

Majitelem obou sklízecích mlátiček Fendt 8350 a Claas Lexion 580 Terra trac je farma rodiny Blažkových, se sídlem v Praze - Řeporyjích. Historie jejich zemědělské činnosti se datuje již od roku 1780. Od roku 1990 rodina podniká jako soukromě hospodařící rolníci.

Práce na farmě zajišťují manželé Jiří a Vladislava Blažkovi, Ing. Petr Blažek, jeho syn Martin Blažek a dva traktoristé. Farma je z velké části zaměřena na rostlinnou výrobu a počítá i nadále s jejím intenzivním rozvojem. Mezi hlavní pěstované plodiny patří pšenice ozimá, tritikale ozimé, ječmen jarní, řepka ozimá, hořčice jarní.

Z ekonomických důvodů byl v roce 2007 zrušen chov dojnic. Pouze ze zájmu jsou na pastvinách chovány ještě masné kusy krav a volí.

Rozloha farmy je cca 1 100 hektarů zemědělské půdy. Větší část zemědělské půdy, to je cca 600 hektarů, se táhne podél jihozápadní části Prahy, zbývajících cca 500 hektarů půdy je v pronájmu na Berounsku u Lochovic. Výhledově hodlají rozšířit zemědělskou činnost ještě na Rakovnicko. Hlavním důvodem této snahy je obava z postupné ztráty pozemků v Praze, kde se stále výrazněji uplatňuje výkup pozemků na parcely.

Na aktuální rozloze zemědělské půdy pěstují následující tradiční plodiny:

- pšenice ozimá: 330 ha, průměrný výnos: 6,8 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 5,88 t.ha⁻¹
- ječmen jarní: 290 ha, průměrný výnos: 6,0 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 4,64 t.ha⁻¹
- tritikale ozimé: 120 ha, průměrný výnos: 7 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 4,42 t.ha⁻¹
- řepka ozimá: 150 ha, průměrný výnos: 3,4 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 2,94 t.ha⁻¹
- cukrovka: 60 ha, průměrný výnos: 68 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 57,26 t.ha⁻¹
- kukuřice na zrno: 54 ha, průměrný výnos: 10 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 7,5 t.ha⁻¹
- peluška: 8 ha, průměrný výnos: 2,4 t.ha⁻¹, v ČR v roce 2008: 2,35 t.ha⁻¹
- jetel na semeno: 16 ha, průměrný výnos: 1,1 t.ha⁻¹
- ostatní (louky, pastviny, trvalé travní porosty) - 70 ha, ke spásání i na seč

U pěstovaných plodin dosahuje farma i v ostatních letech ve srovnání s celorepublikovým průměrem dlouhodobě velmi dobrých výnosů.

5.1.2. Charakteristika sklízecích mlátiček

Charakteristika popisu sklízecích mlátiček a jejich nastavení je v tabulkách 2a a 2b.

Tabulka 2a – charakteristika sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Terra trac

Rok výroby	2005	
Motor	8 válcový Mercedes Benz – výkon 377 kW	
Žací vál	V 900 vario, 2x laser pilot, záběr 9 m	
Mláticí ústrojí	tangenciálně axiální s rotačními separátory, s urychlovacím bubnem a dvěma rotorovými odlučovači, odsávání plev a prachu od šikmého dopravníku.	
Mláticí buben	Průměr [mm]	600
	Šířka [mm]	1700
	Otáčky mláticího bubnu [min]	1150
	Úhel opásání mláticího koše [°]	142
	Plocha hlavního mláticího koše [m ²]	1,26
Plocha sít [m ²]	5,8	
Velikost zásobníku zrna [l]	10 500	

Tabulka 2b – charakteristika sklízecí mlátičky Fendt 8350

Rok výroby	2003	
Motor	Sisu - výkon 257 kW	
Žací vál	Pásové podavače - záběr 7,8 m	
Mláticí ústrojí	tangenciální s vytrásadlovou separací (8 vytrásadel)	
Mláticí buben	Průměr [mm]	600
	Šířka [mm]	1680
	Otáčky mláticího bubnu [min]	1100
	Úhel opásání mláticího koše [°]	119
	Plocha hlavního mláticího koše [m ²]	1,06
Plocha sít [m ²]	5,3	
Velikost zásobníku zrna [l]	10 500	

5.2. Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni řepky ozimé

Naměřené a zjištěné parametry měřených pozemků a meteorologických podmínek.

Sklízecí mlátičky: Claas Lexion 580 Terra trac
Fendt 8350

Měření 1. Pole: 7 ha, rovina
Výnos: 3,2 t.ha⁻¹
Vlhkost: 11,5 %
Počasí: polojasno, mírný vítr, teplota 25° C
Stav porostu: ze 70 % polehlý, zaplevelení minimální
Sláma: drcena

Měření 2. Pole: 22 ha, rovina
Výnos: 2,9 t.ha⁻¹
Vlhkost: 9,4 %
Počasí: polojasno, mírný vítr, teplota 27° C
Stav porostu: z 50 % polehlý, zaplevelení minimální
Sláma: drcena

5.2.1. Předsklizňové ztráty

Předsklizňové ztráty při sklizni řepky ozimé byly na obou sledovaných pozemcích minimální a to pod 3 %, jak znázorňují tabulky 3 a 4.

Tabulka 3 – velikost předsklizňových ztrát řepky při 1. měření

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy KI m_k [g.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
Fendt 8350	8,8	2,68	0,3288
Claas Lexion 580 Tt	8,8	2,68	0,3288

Tabulka 4 – velikost předsklizňových ztrát řepky při 2. měření

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K1$ m_k [g.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
Fendt 8350	7,2	2,42	0,2972
Claas Lexion 580 Tt	7,2	2,42	0,2972

5.2.2. Sklizňové ztráty

Rozdělení velikosti kontrolní plochy $K2$ pro stanovení sklizňových ztrát a pro jednotlivé sklízecí mlátičky znázorňuje tabulka 5.

Tabulka 5 – velikosti kontrolní plochy $K2$ pro jednotlivé SM

Sklízecí mlátička	Délka kontrolního obdélníku d [m]	Šířka kontrolního obdélníku $š$ [m]
Fendt 8350	7,8	0,13
Claas Lexion 580 Tt	9	0,11

5.2.2.1. Absolutní ztráty

Absolutní ztráty jsou úplné sklizňové ztráty v kg.ha⁻¹. Jejich velikost pro každé měření znázorňují tabulky 6 a 7.

Tabulka 6 - velikost absolutních ztrát řepky při 1. měření

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K2$ m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
Fendt 8350	88	156	68
Claas Lexion 580 Tt	88	142	54

Tabulka 7 - velikost absolutních ztrát řepky při 2. měření

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K2$ m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
Fendt 8350	72	106	34
Claas Lexion 580 Tt	72	101	29

5.2.2.2. Relativní ztráty

Relativní ztráty sklízecí mlátičky, jsou absolutní ztráty hodnocené vzhledem k výnosu zrna. Relativní ztráty celkové, jsou předsklizňové a sklizňové ztráty hodnoceny vzhledem k výnosu zrna. Ztráty zrna způsobené při přímé sklizni se povolují do 1,5 %. Běžné celkové ztráty v současné době se však odhadují až na 5 %, v extrémně nepříznivých podmínkách až na 7 %. Velikosti ztrát pro každé měření znázorňují tabulky 8 a 9.

Tabulka 8 - velikost relativních ztrát řepky při 1. měření

Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty mp [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové P_C [%]
Fendt 8350	3200	156	2,68	2,13	4,88
Claas Lexion 580 Tt	3200	142	2,68	1,69	4,44

Tabulka 9 - velikost relativních ztrát řepky při 2. měření

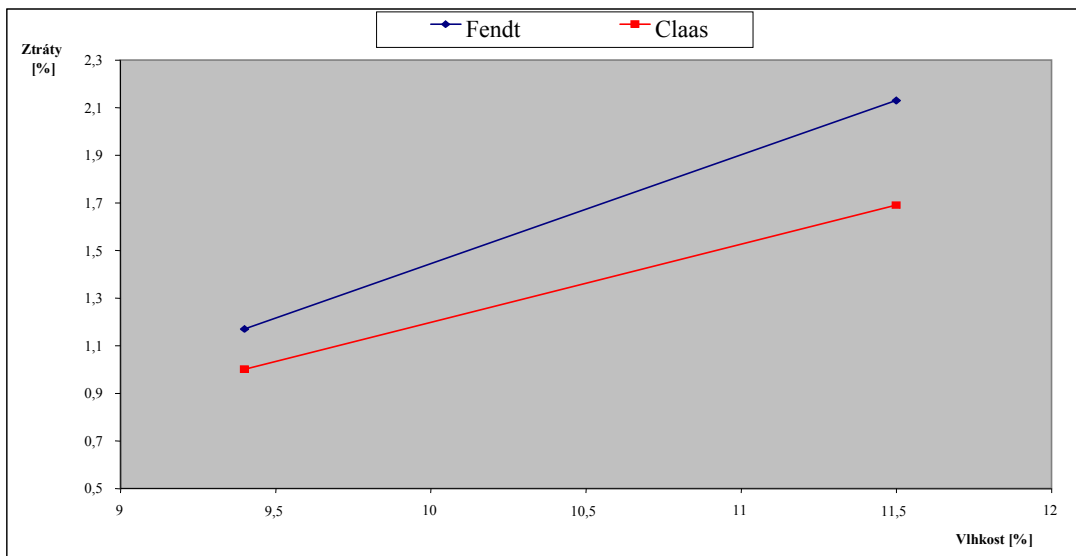
Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty mp [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové P_C [%]
Fendt 8350	3130	106	2,42	1,17	3,66
Claas Lexion 580 Tt	3130	101	2,42	1,00	3,48

5.2.3. Vliv vlhkosti sklizené plodiny na velikost ztrát

Znázornění vlivu vlhkosti na velikost ztrát při sklizni řepky ozimé podle jednotlivých sklízecích mlátiček je v tabulce 10 a grafické znázornění je v grafu 1.

Tabulka 10 – vliv vlhkosti na velikost ztrát řepky ozimé

Sklízecí mlátička	Měření	Vlhkost [%]	Velikost ztrát [%]
Fendt 8350	1.	11,5	2,13
	2.	9,4	1,17
Claas Lexion 580 Tt	1.	11,5	1,69
	2.	9,4	1



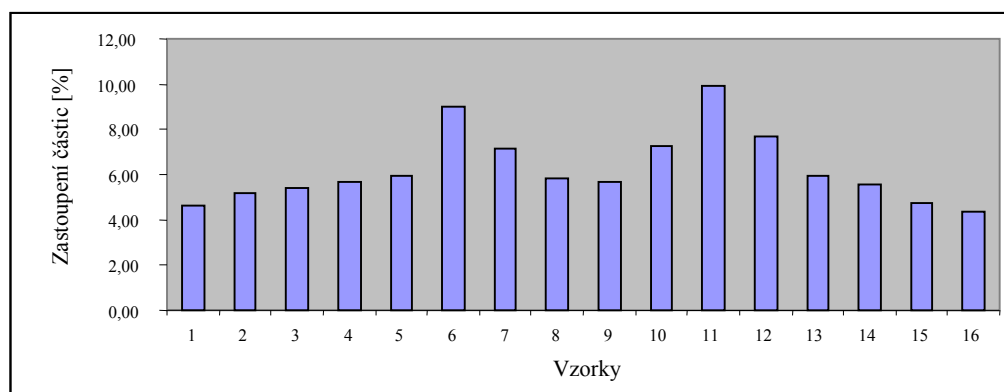
Graf 1 - vliv vlhkosti na velikost ztrát řepky ozimé

5.2.4. Kvalita rozptylu rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu rozptylu

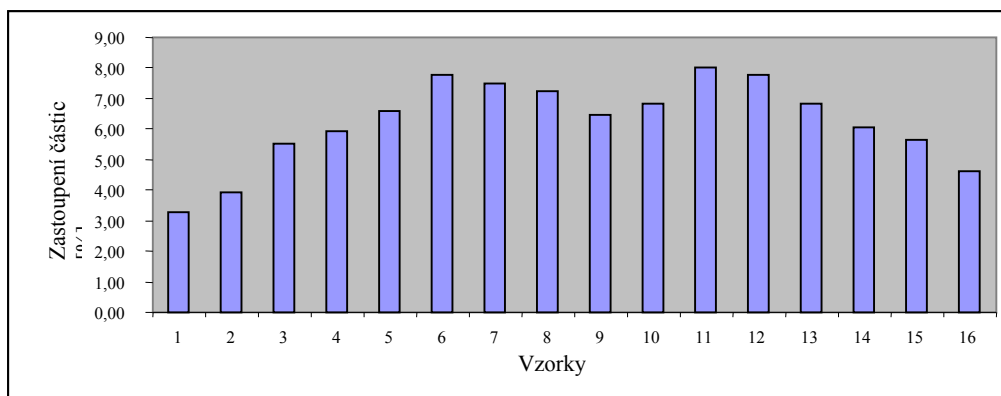
Kvalita rozptylu je důležitá pro následné zpracování půdy a zapracování posklizňových zbytků. Špatné rozmetání pořezané slámy a špatné zapracování posklizňových zbytků vytváří špatné podmínky pro následující plodinu a má vliv na její růst. Kvalita rozptylu podle jednotlivých sklízecích mlátiček a vlivu vlhkosti je znázorněna v tabulce 11 a grafech 2, 3, 4, 5.

Tabulka 11 – zastoupení jednotlivých vzorků v % podle vlhkosti

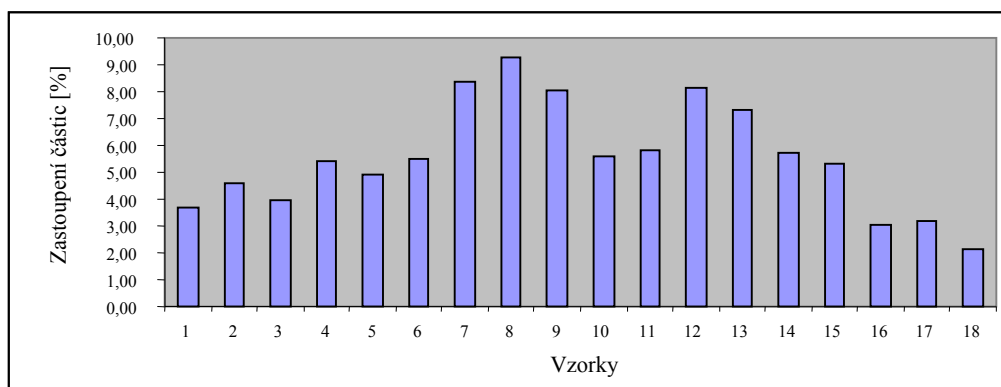
	Fendt 8350		Claas Lexion 580 Tt	
	Vlhkost [%]		Vlhkost [%]	
	11,5	9,4	11,5	9,4
D1	4,63	3,29	3,67	3,67
D2	5,16	3,95	4,59	4,22
D3	5,42	5,53	3,98	4,67
D4	5,69	5,92	5,40	5,11
D5	5,95	6,58	4,89	5,56
D6	8,99	7,76	5,50	5,78
D7	7,14	7,50	8,36	6,44
D8	5,82	7,24	9,28	6,89
D9	5,69	6,45	8,05	6,56
D10	7,28	6,84	5,61	6,11
D11	9,92	8,03	5,81	6,22
D12	7,67	7,76	8,15	7,00
D13	5,95	6,84	7,34	6,67
D14	5,56	6,05	5,71	6,11
D15	4,76	5,66	5,30	5,67
D16	4,37	4,61	3,06	5,00
D17	-	-	3,16	4,33
D18	-	-	2,14	4,00



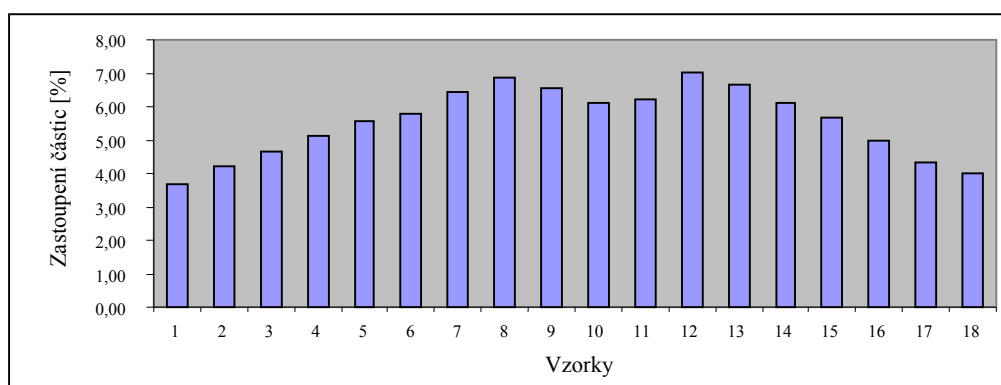
Graf 2 – kvalita rozptylu při vlhkosti 11,5 % u SM Fendt 8350



Graf 3 – kvalita rozptylu při vlhkosti 9,4 % u SM Fendt 8350



Graf 4 – kvalita rozptylu při vlhkosti 11,5 % u SM Claas Lexion 580 Tt



Graf 5 – kvalita rozptylu při vlhkosti 9,4 % u SM Claas Lexion 580 Tt

5.2.5. Kvalita drcení rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu drcení

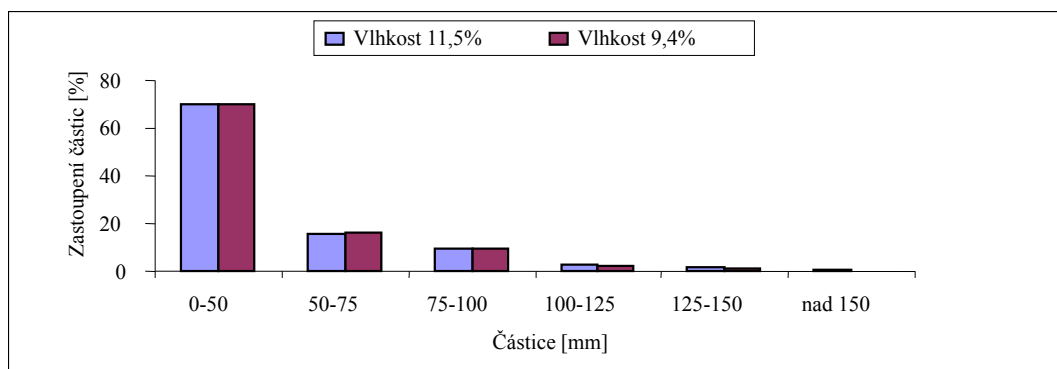
Kvalita jakosti drcení rostlinných zbytků má vliv na dobu jejich rozkladu. Příliš dlouhá doba rozkladu dává podklad pro zrod plísňových infekcí, které se přenáší na následnou plodinu. Kvalitně rozdrcená sláma obsahuje 90 % částic menších než 80 mm. Kvalita drcení a její vliv na vlhkost je znázorněna v tabulkách 12 a 13 a v grafech 6 a 7.

Tabulka 12 – kvalita drcení slámy při vlhkosti 11,5 % podle jednotlivých sklízecích mlátiček

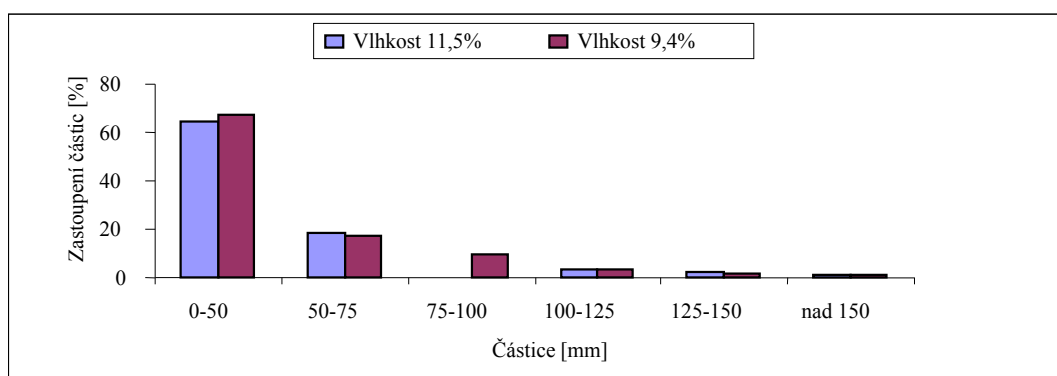
Velikost částic [mm]	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	nad 150
SM	Zastoupení částic [%]					
Fendt 8350	69,9	15,6	9,5	3	1,5	0,5
Claas Lexion 580 Tt	64,7	18,4	0,2	3,6	2	1,1

Tabulka 13 – kvalita drcení slámy při vlhkosti 9,4 % podle jednotlivých sklízecích mlátiček

Velikost částic [mm]	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	nad 150
SM	Zastoupení částic [%]					
Fendt 8350	70,1	16,2	9,3	2,1	0,9	0,2
Claas Lexion 580 Tt	67,4	17	9,7	3,4	1,6	0,9



Graf 6 – vliv vlhkosti na kvalitu drcení u sklízecí mlátičky Fendt 8350



Graf 7 – vliv vlhkosti na kvalitu drcení u sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Tt

5.2.6. Spotřeba PHM

Velikost spotřeby PHM je u sklízecích mlátiček velice důležitým ukazatelem, který se projevuje v nákladech na sklizený hektar. Výši spotřeby znázorňuje tabulka 14.

Tabulka 14 – velikost spotřeby PHM u sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátička	Spotřeba PHM m [l.ha ⁻¹]
Fendt 8350	16,5
Claas Lexion 580 Tt	17,8

5.2.7. Průchodnost

Průchodností se rozumí množství hmoty, které projde mláticím ústrojím za daný čas. Jednotlivé průchodnosti znázorňuje tabulka 15.

Tabulka 15 – průchodnost sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátička	Množství hmoty c_h [kg.m ⁻²]	Skutečná pracovní rychlost v_p [m.s ⁻¹]	Skutečný záběr B_p [m]	Průchodnost Q [kg.s ⁻¹]
Fendt 8350	0,836	1,1	7,6	6,99
Claas Lexion 580 Tt	0,836	1,18	8,85	8,73

5.2.8. Výkonnost stroje

Struktura časů zjištěných přímým měřením je znázorněna v tabulce 16, spolu se součtovými časy. Za směnu 8 hodin bylo sklizeno u sklízecí mlátičky Fendt 8350 28 ha řepky, tj. 85,4 t zrna. U sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Tt bylo sklizeno 32 ha řepky, tj. 97,6 t zrna. Rozborem časové struktury získáme údaje o efektivním nebo neefektivním využití sklízecí mlátičky. Hodnoty plošné a hmotnostní výkonnosti znázorňují tabulky 17 a 18.

Tabulka 16 – časový snímek sklízecích mlátiček při sklizni řepky

čas	Fendt 8350 [h]	Claas Lexion 580 Tt [h]
T ₁	3,6	3,4
T ₂	1	1,1
T ₃	1,2	1,2
T ₄	0,17	0,1
T ₅	0,25	0,3
T ₆	0,65	0,7
T ₇	1,13	1,2
T ₀₂	4,6	4,5
T ₀₄	5,97	5,8
T ₀₇	8	8

Tabulka 17 – plošná výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky

	Fendt 8350 [ha.h ⁻¹]	Claas Lexion 580 Tt [ha.h ⁻¹]
pW ₁ (efektivní)	7,22	8,82
pW ₀₂ (operativní)	5,65	6,67
pW ₀₄ (produktivní)	4,36	5,17
pW ₀₇ (provozní)	3,25	3,75

Tabulka 18 – hmotnostní výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni řepky

	Fendt 8350 [t.h ⁻¹]	Claas Lexion 580 Tt [t.h ⁻¹]
mW ₁ (efektivní)	13,72	15,35
mW ₀₂ (operativní)	10,74	11,60
mW ₀₄ (produktivní)	8,27	9,00
mW ₀₇ (provozní)	6,18	6,53

5.3. Charakteristika sklizňových podmínek při sklizni pšenice ozimé

Naměřené a zjištěné parametry měřených pozemků a meteorologických podmínek

Sklízecí mlátičky: Claas Lexion 580 Terra trac

Fendt 8350

Měření 1. Pole: 37 ha, rovina

Výnos: 8,7 t.ha⁻¹

Vlhkost: 16 %

Počasí: polojasno, mírný vítr, teplota 25° C

Stav porostu: z 50 % polehlý, zaplevelení minimální

Sláma: drcena

Měření 2. Pole: 22 ha, rovina

Výnos: 9,8 t.ha⁻¹

Vlhkost: 13 %

Počasí: polojasno, mírný vítr, teplota 25° C

Stav porostu: z 50 % polehlý, zaplevelení minimální

Sláma: drcena

5.3.1. Předsklizňové ztráty

Velikost předsklizňových ztrát při jednotlivých měření u pšenice ozimé znázorňují tabulky 19 a 20.

Tabulka 19 – velikost předsklizňových ztrát pšenice při 1. měření

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy Kl m_k [g.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
Fendt 8350	0	0	0,87
Claas Lexion 580 Tt	0	0	0,87

Tabulka 20 – velikost předsklizňových ztrát pšenice při 2. měření

Sklízecí mlátička	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K1$ m_k [g.m ⁻²]	Předsklizňové ztráty m_p [%]	Biologický výnos m_b [kg.m ⁻²]
Fendt 8350	0	0	0,98
Claas Lexion 580 Tt	0	0	0,98

5.3.2. Sklizňové ztráty

Rozdělení velikosti kontrolní plochy $K2$ pro stanovení sklizňových ztrát a pro jednotlivé sklízecí mlátičky znázorňuje tabulka 21.

Tabulka 21 – velikosti kontrolní plochy $K2$ pro jednotlivé SM

Sklízecí mlátička	Délka kontrolního obdélníku d [m]	Šířka kontrolního obdélníku $š$ [m]
Fendt 8350	7,8	0,13
Claas Lexion 580 Tt	9	0,11

5.3.2.1. Absolutní ztráty

Absolutní ztráty jsou úplné sklizňové ztráty v kg.ha⁻¹. Jejich velikost pro každé měření znázorňují tabulky 22 a 23.

Tabulka 22 - velikost absolutních ztrát pšenice při 1. měření

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K2$ m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
Fendt 8350	0	21,6	21,6
Claas Lexion 580 Tt	0	17,4	17,4

Tabulka 23 - velikost absolutních ztrát pšenice při 2. měření

Sklízecí mlátička	Předsklizňové ztráty m_p [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy $K2$ m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Absolutní ztráty Z_a [kg.ha ⁻¹]
Fendt 8350	0	20	20
Claas Lexion 580 Tt	0	19,1	19,1

5.3.2.2. Relativní ztráty

Relativní ztráty hodnocené vzhledem k výnosu zrna znázorňují pro každé měření tabulky 24 a 25.

Tabulka 24 - velikost relativních ztrát pšenice při 1. měření

Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty mp [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové P_c [%]
Fendt 8350	8700	21,6	0	0,25	0,25
Claas Lexion 580 Tt	8700	17,4	0	0,20	0,20

Tabulka 25 - velikost relativních ztrát pšenice při 2. měření

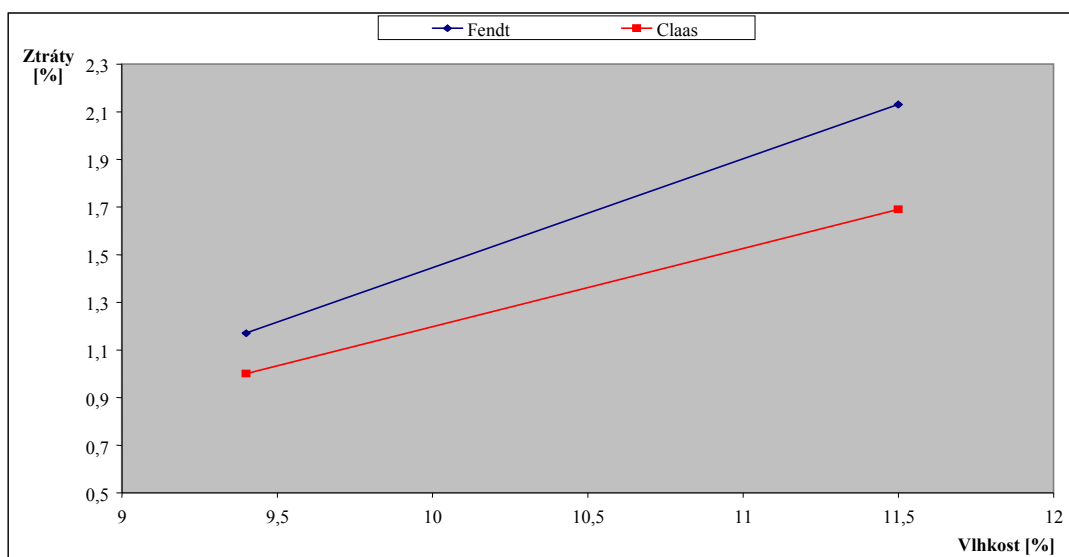
Sklízecí mlátička	Výnos zrna m_z [kg.ha ⁻¹]	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_2 m_{ko} [kg.ha ⁻¹]	Předsklizňové ztráty mp [%]	Relativní ztráty sklízecí mlátičky Z_{rs} [%]	Relativní ztráty celkové P_c [%]
Fendt 8350	9800	20	0	0,20	0,20
Claas Lexion 580 Tt	9800	19,1	0	0,19	0,19

5.3.3. Vliv vlhkosti sklizené plodiny na velikost ztrát

Znázornění vlivu vlhkosti na velikost ztrát při sklizni pšenice ozimé podle jednotlivých sklízecích mlátiček znázorňuje tabulka 26 a graf 8.

Tabulka 26 – vliv vlhkosti na velikost ztrát pšenice ozimé

Sklízecí mlátička	Měření	Vlhkost [%]	Velikost ztrát [%]
Fendt 8350	1.	16	0,25
	2.	13	0,21
Claas Lexion 580 Tt	1.	16	0,2
	2.	13	0,22



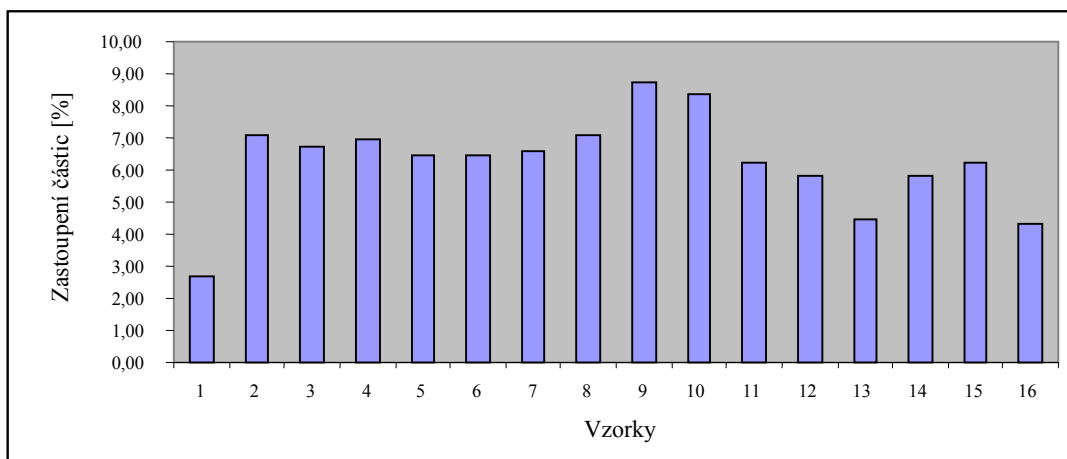
Graf 8 - vliv vlhkosti na velikost ztrát pšenice ozimé

5.3.4. Kvalita rozptylu rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu rozptylu

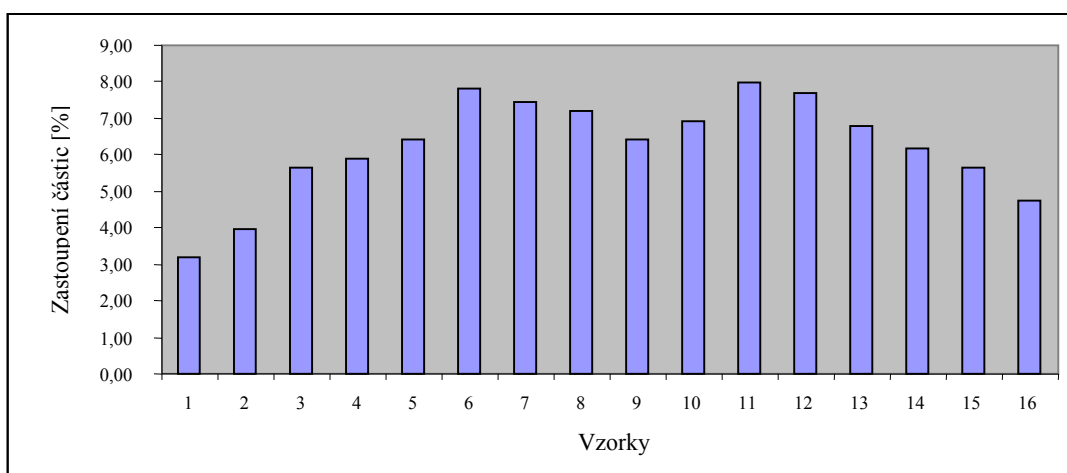
Kvalita rozptylu jednotlivých sklízecích mlátiček a vliv vlhkosti je znázorněna v tabulce 27 a grafech 9, 10, 11, 12.

Tabulka 27 – zastoupení jednotlivých vzorků v % podle vlhkosti

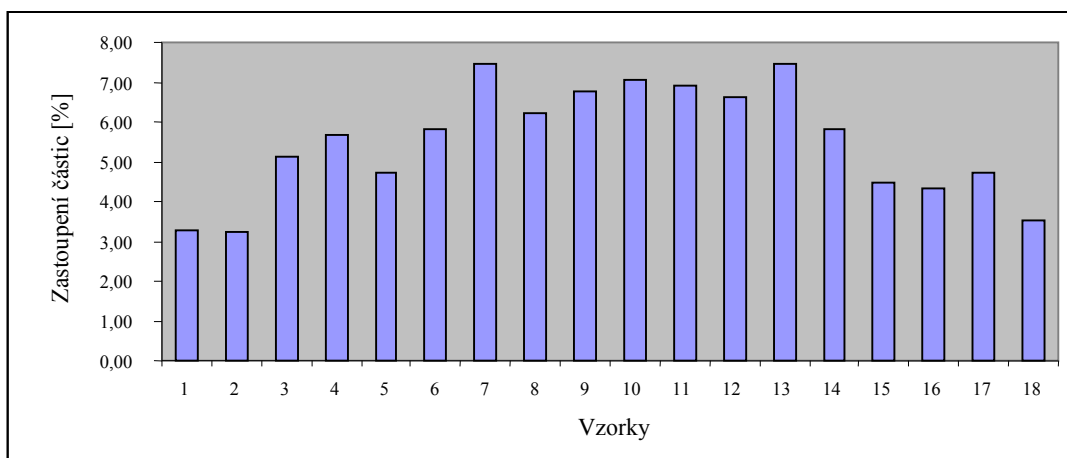
	Fendt 8350		Claas Lexion 580 Tt	
	Vlhkost [%]		Vlhkost [%]	
	16	13	16	13
D1	2,66	3,21	3,26	4,47
D2	7,10	3,98	3,25	5,28
D3	6,72	5,65	5,14	5,95
D4	6,97	5,91	5,68	6,36
D5	6,46	6,42	4,74	6,90
D6	6,46	7,83	5,82	7,17
D7	6,59	7,45	7,44	8,12
D8	7,10	7,19	6,22	8,53
D9	8,75	6,42	6,77	8,12
D10	8,37	6,93	7,04	7,44
D11	6,21	7,96	6,90	7,71
D12	5,83	7,70	6,63	8,66
D13	4,44	6,80	7,44	8,39
D14	5,83	6,16	5,82	7,58
D15	6,21	5,65	4,47	7,17
D16	4,31	4,75	4,33	6,22
D17			4,74	5,28
D18			3,52	5,01



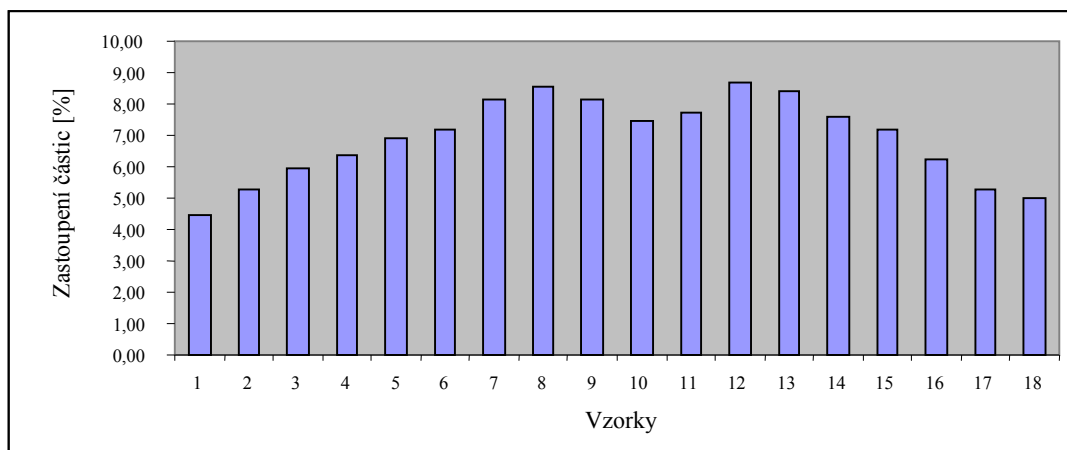
Graf 9 – kvalita rozptylu při vlhkosti 16 % u SM Fendt 8350



Graf 10 – kvalita rozptylu při vlhkosti 13 % u SM Fendt 8350



Graf 11 – kvalita rozptylu při vlhkosti 16 % u SM Claas Lexion 580 Tt



Graf 12 – kvalita rozptylu při vlhkosti 13 % u SM Claas Lexion 580 Tt

5.3.5. Kvalita drcení rostlinných zbytků a vliv vlhkosti na kvalitu drcení

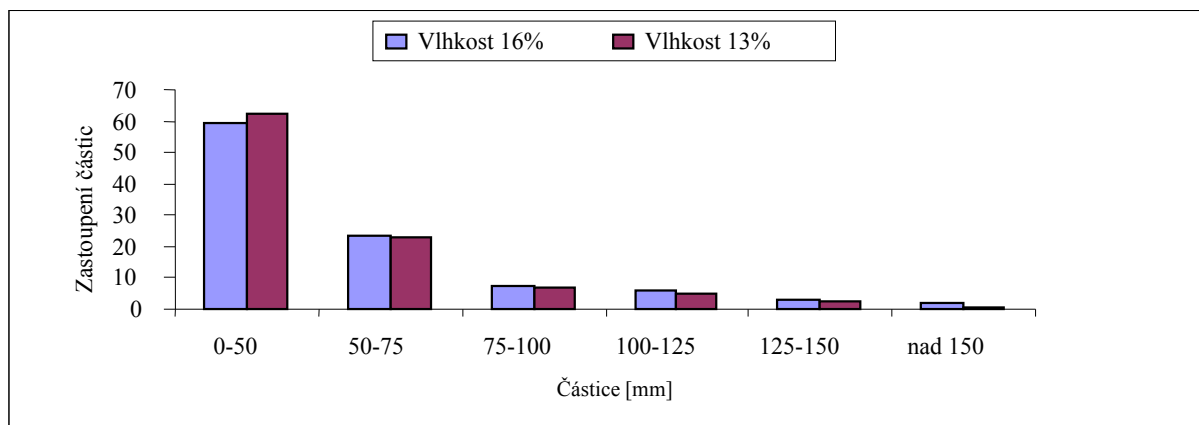
Kvalita drcení a její vliv na vlhkost je znázorněna v tabulkách 28 a 29 a v grafech 13 a 14.

Tabulka 28 – kvalita drcení slámy při vlhkosti 16 % podle jednotlivých sklízecích mlátiček

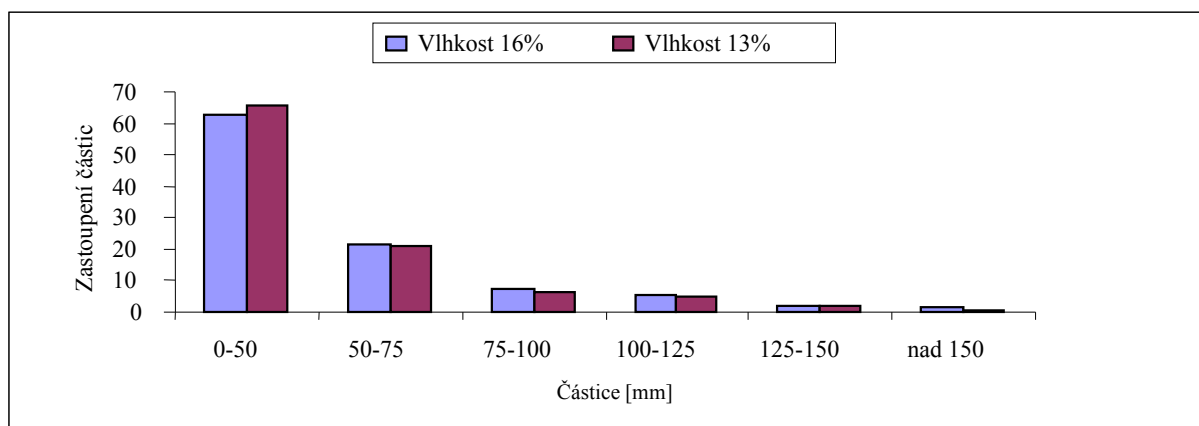
Velikost částic [mm]	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	nad 150
SM	Zastoupení částic [%]					
Fendt 8350	59,2	23,3	7,1	5,6	3	1,8
Claas Lexion 580 Tt	62,5	21,5	7,2	5,3	2,1	1,4

Tabulka 29 – kvalita drcení slámy při vlhkosti 13 % podle jednotlivých sklízecích mlátiček

Velikost částic [mm]	0-50	50-75	75-100	100-125	125-150	nad 150
SM	Zastoupení částic [%]					
Fendt 8350	62,3	22,9	6,9	5	2,6	0,3
Claas Lexion 580 Tt	65,4	20,9	6,3	4,8	2	0,6



Graf č.13 – vliv vlhkosti na kvalitu drcení u sklízecí mlátičky Fendt 8350



Graf č.14 – vliv vlhkosti na kvalitu drcení u sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Tt

5.3.6. Spotřeba PHM

Výši spotřeby znázorňuje tabulka 14.

Tabulka 30– velikost spotřeby PHM u sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátička	Spotřeba PHM <i>m</i> [l.ha ⁻¹]
Fendt 8350	17,5
Claas Lexion 580 Tt	18,6

5.3.7. Průchodnost

Jednotlivé průchodnosti znázorňuje tabulka 31. Průchodnost je množství hmoty, které projde mláticím ústrojím za daný čas.

Tabulka 31 – průchodnost sklízecích mláticích

Sklízecí mlátička	Množství hmoty c_h [kg.m ⁻²]	Skutečná pracovní rychlost v_p [m.s ⁻¹]	Skutečný záběr B_p [m]	Průchodnost Q [kg.s ⁻¹]
Fendt 8350	1,1	1,79	7,72	15,20
Claas Lexion 580 Tt	1,1	1,8	8,9	17,62

5.3.8. Výkonnost stroje

Struktura časů zjištěných přímým měřením je znázorněna v tabulce 32, spolu se součtovými časy. Za směnu 8 hodin bylo sklizeno u sklízecí mlátičky Fendt 8350 38 ha pšenice, tj. 351,5 t zrna. U sklízecí mlátičky Claas Lexion 580 Tt bylo sklizeno 46 ha pšenice, tj. 425,5 t zrna. Hodnoty plošné a hmotnostní výkonnosti znázorňují tabulky 33 a 34.

Tabulka 32 – časový snímek sklízecích mláticích při sklizni pšenice

čas	Fendt 8350 [h]	Claas Lexion 580 Tt [h]
T ₁	3,2	2,9
T ₂	0,9	1,2
T ₃	1,4	1,1
T ₄	0,2	0,45
T ₅	0,25	0,3
T ₆	0,25	0,2
T ₇	1,8	1,85
T ₀₂	4,1	4,1
T ₀₄	5,7	5,65
T ₀₇	8	8

Tabulka 33 – plošná výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice

	Fendt 8350 [ha.h ⁻¹]	Claas Lexion 580 Tt [ha.h ⁻¹]
pW ₁ (efektivní)	11,88	15,86
pW ₀₂ (operativní)	9,27	11,22
pW ₀₄ (produktivní)	6,67	8,14
pW ₀₇ (provozní)	4,75	5,75

Tabulka 34 – hmotnostní výkonnost sklízecích mlátiček při sklizni pšenice

	Fendt 8350 [t.h ⁻¹]	Claas Lexion 580 Tt [t.h ⁻¹]
mW ₁ (efektivní)	62,44	77,83
mW ₀₂ (operativní)	48,73	55,05
mW ₀₄ (produktivní)	35,05	39,95
mW ₀₇ (provozní)	24,98	28,21

5.4. Ekonomické zhodnocení sklízecích mlátiček

Struktura ročních nákladů fixních, variabilních a dalších ekonomických ukazatelů znázorňují vliv pořizovací ceny a ročního využití sklízecích mlátiček na sklizený hektar. Oba stroje vykazují zisk a splňují požadavek na minimální roční využití. Zakoupení bylo podporováno úvěrem. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 35.

Tabulka 35 – ekonomické zhodnocení sklízecích mlátiček

	Claas Lexion 580 Tt	Fendt 8350
Pořizovací cena SM [Kč]	4 200 000	3 200 000
Náklady na amortizaci [Kč.rok ⁻¹]	462 000	352 000
Náklady na zúročení [Kč.rok ⁻¹]	11 550	8 800
Náklady na pojištění [Kč.rok ⁻¹]	1 000	1 000
Náklady na garážování [Kč.rok ⁻¹]	15 444	15 532
<i>Celkové fixní náklady [Kč.rok⁻¹]</i>	<i>489 994</i>	<i>377 332</i>
Náklady na pohonné hmoty [Kč.ha ⁻¹]	336	252
Náklady na opravy a udržování [Kč.ha ⁻¹]	660	737
Náklady na mzdu obsluhy [Kč.ha ⁻¹]	64	64
Celkové variabilní náklady [Kč.ha ⁻¹]	1 060	1 052
<i>Celkové roční variabilní náklady [Kč.rok⁻¹]</i>	<i>593 336</i>	<i>452 478</i>
Náklady celkem při ročním využití [Kč.rok⁻¹]	1 083 330	829 810
Cena práce na trhu [Kč.ha ⁻¹]	1 970	1 970
Roční výkonnost skutečná [ha.rok ⁻¹]	560	430
Výnos stroje [Kč.rok ⁻¹]	1 103 200	847 100
Zisk stroje [Kč.rok ⁻¹]	19 870	17 290
Minimální roční využití [ha.rok ⁻¹]	538	411

6. Závěr

Sklizňové podmínky byly pro obě mlátičky stejné. Během měření pracovaly na stejném pozemku, ve stejnou dobu. Naměřené výsledky by proto měly být plně srovnatelné.

Z hlediska sklizňových ztrát se nejlépe osvědčila sklízecí mlátička Claas Lexion 580 Terra trac a to při sklizni obou sledovaných plodin, kde se podařilo dosáhnout průměrné hodnoty 1,35 % u řepky ozimé a 0,2 % u pšenice ozimé. Celkové ztráty u řepky se vyšplhaly na hodnotu 3,96 % a u pšenice na hodnotu 0,2 %. U sklízecí mlátičky Fendt 8350 se sklizňové ztráty pohybovaly u řepky na hodnotě 1,65 % (celkové ztráty byly 4,27 %) a u pšenice na hodnotě 0,23 % (celkové ztráty byly 0,23 %). Celkové ztráty se ovšem odvíjejí hlavně od vlastností konkrétní plodiny a průběhu počasí, proto nelze na kvalitu práce stroje nahlížet takto komplexně. Vyšší ztráty u řepky ozimé oproti pšenici ozimé jsou dány zejména velkou náchylností zrna řepky k předčasnému výdrolu s blížící se dobou sklizně, respektive se snižující se vlhkostí zrna a tak malé odolnosti šesulek proti namáhání při seči a následnému transportu do šikmého dopravníku. Největší ztráty tak vznikají vlivem žacího ústrojí.

Z hlediska vlivu vlhkosti na velikost ztrát je sklízecí mlátička Fendt 8350 náchylnější na změnu vlhkosti než sklízecí mlátička Claas Lexion 580 Terra trac. Rozdíl může být způsoben tím, že sklízecí mlátička Claas využívá systém APS, který má lepší mláticí účinky než klasický systém.

Při hodnocení kvality drcení a řezání posklizňových zbytků nebyl u žádné plodiny prokázán větší vliv vlhkosti. A rozdíl mezi sklízecími mlátičkami není skoro žádný. Komplexně lze říci, že drtiče na výstupu obou sklízecích mlátiček pracovaly kvalitně u všech plodin. Oba drtiče splnily požadavek na kvalitu drcení, kdy kvalitní řezanka obsahuje 90 % částic menších než 80 mm.

Pokud jde o kvalitu rozptylu omlatu, měly sklízecí mlátičky problém s rovnoměrným rozprostřením rostlinných zbytků. Tendence byla je vrhat spíše do středu záběru (resp. za stopy kol sklízecí mlátičky). Ale i tak vzhledem k velikosti záběru mlátiček je rozptyl kvalitní jak u řepky, tak i pšenice. U mlátičky Claas byl pro velikost záběru použit přídatný rozhazovač. K vlivu vlhkosti lze říci, že s její vyšší hodnotou

byl rozptyl rovnoměrnější u sledovaných plodin. Částice s vyšší vlhkostí mají totiž vyšší hmotnost a tedy i kinetickou energii, což znamená, že doletí dále.

Výkonnost je velmi důležitým kritériem pro hodnocení sklízecí mlátičky. Nejvyšší výkonnosti dosáhla sklízecí mlátička Claas při sklizni pšenice ozimé, kde byla průchodnost $17,62 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, to je o $2,42 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ vyšší než u sklízecí mlátičky Fendt. O něco nižší byla při sklizni řepky, kde měl Claas průchodnost $8,73 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a Fendt $6,99 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Během měření časového snímku, tj. 8 hodin, sklídila mlátička Claas 32 ha řepky, tj. 97,6 t zrna, její provozní výkonnost byla $3,75 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Sklízecí mlátička Fendt sklídila za tu samou dobu 28 ha, tj. 85,4 t zrna, její provozní výkonnost byla $3,25 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. U pšenice byla výkonnost mlátičky Fendt 38 ha, tj. 351,5 t zrna, provozní výkonnost byla $4,75 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. U mlátičky Claas bylo sklizeno 46 ha, tj. 425,5 t zrna, provozní výkonnost byla $5,75 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$.

Spotřeba pohonných hmot u sklízecích mlátiček byla nižší při sklizni řepky, kde spotřeba paliva u mlátičky Fendt byla $16,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ a mlátičky Claas $17,8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, než při sklizni pšenice, kde Fendt dosáhl spotřeby $17,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ a Claas $18,6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Způsobují to zejména vlastnosti porostu. Pšenice dovoluje mlátičkám vyšší pojezdovou rychlost a tím i vyšší průchodnost. To má ovšem vliv na vyšší spotřebu paliva. Rozdíl mezi mlátičkami je způsoben tím, že mlátička Claas má větší záběr žacího adaptéru a je vybavena axiálním separačním systémem, který je oproti vytřásadlovému systému více energetiky náročnější.

Z ekonomického hlediska dosáhly obě mlátičky zisku. Sklízecí mlátička Claas dosahuje vyššího zisku než sklízecí mlátička Fendt a to díky vyššímu nasazení při sklizni. Obě mlátičky byly placeny s pomocí úvěru. Sklízecí mlátičky splňují požadavek na minimální roční využití, tj. u sklízecí mlátičky Claas 538 ha za rok a u sklízecí mlátičky Fendt 411 ha za rok.

Obě sledované sklízecí mlátičky splňovaly agrotechnické požadavky (zmněné v kapitole 2.4.) z pohledu velikosti ztrát, průchodnosti, výkonnosti, pracovní rychlosti a kvality drcení a rozptylu. Sklízecí mlátička Fendt 8350 nesplnila požadavek na velikost ztrát při sklizni řepky ozimé a je více náchylná na vliv vlhkosti co se ztrát týče.

7. Doporučení pro praxi

Nákup sklízecí mlátičky je pro zemědělské podnikatele finančně velmi náročná položka. Proto by se měli při nákupu rozhodovat s dostatečnými informacemi o možnostech a vlastnostech dnešních sklízecích mlátiček a získat i reference od jiných vlastníků. Stroj by měli využívat při sklizni různých plodin, zlepšit se tak roční využití stroje, růst zisk a klesají náklady na provoz.

Na základě zjištěných údajů lze komplexně říci, že sklízecí mlátička Claas Lexion 580 Terra trac se chová lépe než sklízecí mlátička Fendt 8350. I když rozdíl v měření je mezi nimi jen minimální.

Z pohledu ekonomického zhodnocení bych sklízecí mlátičku Claas Lexion 580 Tt doporučil podnikům, které pro ni dokážou zajistit minimální roční využití kolem 1 000 ha. Z důvodu vyšších ročních nákladů by měla mít zajištěny i vyšší výnosy, aby její provoz nebyl ztrátový. Sklízecí mlátička Fendt 8350 je v tomto směru výhodnější a můžou ji využívat i v menších podnicích.

Oba stroje jsou vhodné pro sklizeň řepky a pšenice. Proto bych je doporučil podnikům, které mají zaměřenou rostlinnou produkci převážně na tyto plodiny.

8. Summary

There is a large number of reaping threshers of various brands used in the Czech agriculture. One of the biggest European producers of reaping thresher is Claas Company. The main advantage is high efficiency in the size of components, less losses and less damage of grain.

Fendt Company is not so developed in the Czech agriculture, but it offers reliable and powerful. The main aim of this work was the evaluation of quality activities and quality of work Fendt 8350 and Claas Lexion 580 Terra trac during winter oilseed rape and winter wheat in terms of losses, the effect of moisture on the harvested crop size and quality losses and quality of crushing and spreading of plant residues.

Analysis of efficiency and fuel consumption and a simple analysis of investment and operating costs were other aims. Reaping threshers were working on the same place in the same time under the same conditions. Reaping thresher Claas achieved the best results in all categories except of fuel consumption where Fendt reaping thresher was the most successful. It was caused due to different coverage of cutting adapter and different efficiency both reaping threshers. Their results were good and their evaluation was positive.

In terms of annual use it is Claas which is more suitable for larger companies with more than 1000 hectares of arable land. On the other hand Fendt is better for smaller companies which don't have so large area of arable land.

Key words:

Thresher, Evaluation, development, quality, analysis

9. Seznam použité literatury

1. Břečka, J. *Porovnání a zhodnocení sklízecích mlátiček na našem trhu*. In: MZ, 1994. str. 6 - 14
2. Břečka, J., Honzík, I., Neubauer, K. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. 147 s.
3. *Claas* – firemní literatura
4. *Claas* [online]. [15.3.2009]. Dostupné na: http://www.claas.com/countries/generator/cl-pw/en/home_feature_lang=en_UK.html
5. ČSN 47 01 89. *Adaptéry sklízecích mlátiček – metody zkoušení*. Praha: FÚNM, 1992. 12 s.
6. *Fendt* – firemní literatura
7. *Fendt* [online]. [10.3.2009]. Dostupné na: <http://www.fendt.at/default.asp>
8. Hanzlík, V., Tempír, Z. *Sklízecí mlátičky, řezačky a lisy na českém trhu*. GT Club, 1995. 152 s
9. Heřmánek, P., Kumhála, K. *Nové konstrukce sklízecích mlátiček*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 54 s.
10. *Jak šel vývoj ...* [online]. [6.3.2009]. Dostupné na: <http://kombajny.wz.cz/>
11. Janda, D. *Mláticí a separační mechanismy sklízecích mlátiček* [online]. [20.3.2009]. Dostupné na: <http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>
12. *Mechanizace zemědělství*, odborný časopis. Praha: Profi Press, 4/2006. str. 42 – 49

13. *Mechanizace zemědělství*, odborný časopis. Praha: Profi Press, 4/2005. str. 30 - 48
14. Neubauer, K. a kol. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: SZN, 1989. 716 s.
15. Roh, J., Kumhála, F., Heřmánek, P. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Praha: ČZU, Technická fakulta, 1997. 278 s.
16. *Sklizeň obilovin* [online]. [20.3.2009]. Dostupné na:
<http://www.ewa.cz/index.php?sekce=97&d=1>
17. Tech Consult[®]. Poradenský systém pro oblast strojové techniky

10. Přílohy



Obrázek 30 – Sklízecí mlátička Claas Lexion 580 Terra Trac při sklizni



Obrázek 31 – Sklízecí mlátička Fendt 8350 při sklizni