

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
ČESKÉ BUDĚJOVICE

Katedra: Zemědělské techniky a služeb

Obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení sklízecích mlátiček John Deere 9880 STS při sklizni
obilovin a kukuřice.

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor bakalářské práce:
Miroslav Slezáček

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Hodnocení sklízecích mlátiček John Deere 9880 STS při sklizení obilovin a kukuřice“. zpracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů uvedených v seznamu literatury.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2006

.....

Miroslav Slezáček

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. M. Frídovi, CSc. za věcné připomínky a odborné vedení bakalářské práce.

Dále děkuji za poskytnutí informací a vytvoření kvalitních podmínek pro vypracování bakalářské práce majiteli zemědělského podniku v Hostech Miroslavu Daňhelovi.

OBSAH

1.	ÚVOD	5
2.	REŠERŠE	6
2.1.	Historie sklízecích mlátiček	6
2.2.	Charakteristika sklizňových podmínek	9
2.3.	Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	13
2.4.	Rozdělení sklízecích mlátiček	15
2.5.	Hlavní části sklízecí mlátičky	15
2.5.1.	Sklízecí adaptéry	15
2.5.2.	Základní jednotka	17
2.5.3.	Mláticí ústrojí	19
2.5.4.	Separace	25
2.5.5.	Čištění zrna	27
2.5.6.	Drcení slámy	30
2.6.	Zjišťování výnosů zrna a pozice stroje	32
3.	CÍL PRÁCE	36
4.	METODIKA	37
4.1.	Provozní parametry	37
4.2.	Ekonomické parametry	44
5.	VÝSLEDKY	48
6.	DISKUSE A ZÁVĚR	66
7.	DOPORUČENÍ PRO PRAXI	69
8.	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	70

1. ÚVOD

Obiloviny tvoří nejdůležitější skupinu plodin ve struktuře celé rostlinné výroby. Pěstují se především na zrno k lidské a živočišné výživě, pro průmyslovou potřebu a jako osivo. Předností obilných zrn je lehká a dlouhodobá skladovatelnost, výhodné chemické složení pro výživu lidí, krmení hospodářských zvířat, průmyslové zpracování a vhodnost pro dopravu na velké vzdálenosti. Obiloviny rozdělujeme do dvou skupin:

- a) Pšenice, žito, ječmen, oves.
- b) Kukuřice, čirok, proso rýže a další.

V první skupině činil v ČR v roce 1999 asi $1560 \cdot 10^3$ ha, v druhé $40 \cdot 10^3$ ha, celkem tedy $1600 \cdot 10^3$ ha, což je necelých 50% z orné půdy.

2. REŠERŠE

2.1. Historie sklízecích mlátiček

Nestará zprávy o sestrojení pojízdné mlátičky se žacíím ústrojíím, nebo žacího stroje na obilí vybaveného též mláticím ústrojíím, pocházejí z dvacátých až třicátých let 19. století ze Severní Ameriky. V roce 1828 získal na takový stroj patent S. Lane, v roce 1835 Askmor a Peck a o rok později Briggs a Carpenter. První prakticky upotřebitelnou žací mlátičku sestrojil H. Moor pocházející z Nové Anglie a hospodařící od roku 1831 v západním Michiganu. Funkční model, pravděpodobně z popudu v sousedství hospodařícího J. Hascalla, zhotovil H. Moor v roce 1834 a nechal jej patentovat roku 1836. Za podpory sousedních farmářů zdokonaleným strojem sklídl v roce 1837 asi 8 ha pšenice, a po dalším zdokonalení v roce 1839 asi 25,5 ha a v roce 1841 s novou žací lištou s vroubkovanými žabkami dokonce 60 ha. H. Moor sestrojil v letech 1841 - 1843 ještě další tři stroje. Ze zdravotních důvodů a pro omezené finanční možnosti své i sousedních farmářů a příznivců a po nezájmu úřadů o prodloužení platnosti jeho patentu se přestěhoval do Wisconsinu. Moorova žací mlátička o záběru 305 cm byla pro 8 párů koní.

V roce 1853 postavil na farmě J. Hornera v Kalifornii sklízecí mlátičku J. E. Pettrson, která však při polním pokusu byla 22 zapřaženými a splašenými mulami zničena. J. Horner pozval téhož roku do Kalifornie na sklizeň obilí v příští sezóně majitele sklízecí mlátičky sestrojené podle H. Moora v roce 1844. Stroj byl z Michiganu přepraven lodí kolem Hornova mysu do Kalifornie a ještě v roce 1854 sklídl na 240 ha pšenice. Pro značnou finanční ztrátu majitelů stroje byl v roce 1855 uložen a znovu sklízel v roce 1856, kdy shořel při požáru způsobeném pravděpodobně přehřátím špatně mazaného ložiska. V dalším období vyráběly sklízecí mlátičky více než dvě desítky dílen. V roce 1871 byl učiněn pokus nahradit tažná zvířata (až 48 koní nebo mul) parním traktorem. V letech 1881 - 1886 postavil G. F. Berry sklízecí mlátičku samojízdnou s jedním parním strojem k pohonu po poli a druhým k pohonu pracovních částí se společným kotlem na topení slámou. Zavedl též umělé osvětlení pro lepší využívání stroje i v noci. Na dalších

zlepšeních se podílelo mnoho konstruktérů a výrobců např. D. Best, výrobci strojů pro svahy bratři Holtové (1891), kteří podobně jako G. F. Harris v roce 1912 postavil samojízdnu sklízecí mlátičku s benzínovým motorem. V roce 1928 vylo v USA 97 % sklízecích mlátiček tažených traktory a 3 % koňmi, přičemž 87 % mělo pomocné motory pro pohon pracovních ústrojí a 13 % bylo poháněných vývodem z traktoru. Ve dvacátých letech se sklízecí mlátičky šířily ze západních oblastí USA do intenzivněji hospodařících závodů ve středních a východních oblastech. Samojízdne stroje se začaly uplatňovat až koncem třicátých let.

V Austrálii, tj. v další oblasti extenzivního pěstování obilnin, se ve čtyřicátých letech 19. století při sklizni každoročně opakovala velmi kritická situace. Pro ohlášenou soutěž na sklízeč obilí sestrojil roku 1843 J. B. Bull tzv. česač, znovuobjevený princip sklizně využívaný kdysi v Galii, tj. česání klasů kovovým hřebenem do zásobníku. Přestože vynálezce sklídl posměch, J. Ridley, který přihlížel, v témž roce stroj vyzkoušel na poli a nechal si jej patentovat. V druhé polovině 19. století se těchto česačů vyrobilo asi 30 tisíc. Byly populární nejen v Austrálii, ale i v Argentině, Kanadě a v USA. Kombinovaný stroj řešený i pro čištění obilí patentoval v roce 1857 Mellor, ale prakticky použitelný zhotovil sedmnáctiletý H. V. McKay v letech 1883 - 1884. Po dalším zlepšení vyrobil roku 1895 pod označením Sunshine 12 strojů a začal je prodávat. Jen do Argentiny jich před první světovou válkou dodal více než 10 tisíc kusů.

V Evropě první pokus o sestrojení sklízecí mlátičky známe z roku 1868, kdy A. R. Vlasenko v obci Borisovskoje v Běžeckém okrese severně od Moskvy zkoušel stroj tažený párem koní. Jeho součástí byly: žací lišta, lištový dopravník k mláticímu bubnu a dřevěný zásobník na zrno s plevami. Původní dva stroje se používaly více let, ale jejich výroba se neujala. V roce 1928 firma A. Douilhet u Bordeaux ve Francii sestrojila sklízeč sekající nízko nad zemí s vázáním vymlácené slámy bez čištění. Pytlované zrno s plevami a úhrabky se nechávalo na sýpce dozrát a doschnout a pak se čistilo. Od roku 1927 se začaly americké sklízecí mlátičky zkoušet v Německu, většinou ve východních obilnářských oblastech. V letech 1928 - 1932 se zkoušelo asi 15 - 19 strojů (Case, IHC, Advance-Rumely, Massey-Harris). Očekávání však nesplnily, jejich provoz přinesl vysoké náklady, neodpovídající výkonnost,

problémy se sklizní slámy a technické problémy se sklizní obilí v humidních oblastech s podstatně vyššími výnosy. Poněkud příznivějších výsledků dosáhli ve Velké Británii, kam byly první stroje dovezeny v roce 1928, a to závěsný typ Massey-Harris pro oxfordskou univerzitu a stroj McCormick-Deering 8 na zkoušky na flamsteadburgském panství. Roku 1929 byly z Kalifornie dovezeny Holtův řádkovač a sklízecí mlátička pro dělenou sklizeň. V témž roce vyrobila první sklízecí mlátičku firma Clayton a Shuttleworth v Lincolnu. Do tehdejšího Sovětského svazu byly první americké sklízecí mlátičky dovezeny asi v roce 1925. Do roku 1941 se v Sovětském svazu vyrobilo více než 140 tisíc sklízecích mlátiček.

V českých zemích se jednotlivé závěsné sklizňové mlátičky objevují před druhou světovou válkou (Vyškov 1937) a v období 1940 - 1942 se zkoušejí v Uhříněvsi (Claas). V roce 1947 bylo v českých zemích 79 sklízecích mlátiček: část tvořily německé stroje firmy Claas do roku 1945 a pak většinou v rámci dodávek UNRRA americké stroje IHC a Massey-Harris. Po roce 1950 ČSR kupovala sovětské závěsné S-6 a samojízdné sklízecí mlátičky S-4 vyráběné v licenci americké IHC z prototypu SP-125 pro extenzivní hospodaření při nízkých výnosech a vysokém řezu. Zdokonalená a upravená verze se od roku 1954 vyráběla pod označením S4M.

Vývoj samojízdnych sklízecích mlátiček naší vlastní koncepce, započatý v roce 1950 v Agrostroji Prostějov přes prototypy ŽM-18 (1951) a ŽM-21 (1952), vyústil ve výrobu prototypů ŽM 300 (1955) a v sériovou výrobu se širším záběrem jako ŽM 330. V roce 1957 byla výroba v rámci dohody zemí RVHP po maďarském povstání převedena do budapešťského podniku EMAG. Jelikož začátkem šedesátých let nebyly splněny požadavky české strany na modernizaci, byl dovoz z Maďarska v roce 1962 zastaven. V roce 1957 byl v Prostějově zahájen vývoj samojízdného univerzálního podvozku PKUS-45 jako nosiče zemědělského nářadí, mimo jiné též sklízecí mlátičky SMNUV-240, jejíž výroba byla předána rovněž do EMAG. Výroba podvozku PKUS-45 a tím i zmíněné sklízecí mlátičky skončila v roce 1962. Koncem šedesátých let se ukazovala potřeba počítat v krátké době s výkonnějšími mlátičkami pro podstatně vyšší hektarové výnosy. Vývojové oddělení prostějovského Agrostroje reagovalo konstrukcí sklízecí mlátičky označené jako SM-500. Jeden z pěti strojů prototypu byl s dokumentací

předán do bývalé NDR jako příspěvek pro vývoj E-516 a druhý byl uchován na Vysoké škole zemědělské v Praze a od roku 1984 uložen v národním zemědělském muzeu.

V Československu byly od padesátých let rozšířeny převážně sklízecí mlátičky sovětské výroby S-6, S-4, S4M, z Maďarska typy AC-400, ACD-400 a ovšem stroje vlastní konstrukce ŽM 330, ŽMV 300, později vyráběné v Budapešti jako EMAG. Koncem šedesátých a na začátku sedmdesátých let převážný podíl zaujímaly sovětské sklízecí mlátičky SK-3 a SK-4. Koncem šedesátých let se rozšiřoval nákup strojů z bývalé NDR, a to typu E-512, který v druhé polovině sedmdesátých let a v osmdesátých letech s modernizovanými typy E-514 a E-516 zcela dominoval. Od poloviny sedmdesátých let Československo nakupovalo menší množství sovětských sklízecích mlátiček SK-5 Niva a SK-6 Kolos. Ostatní stroje, např. Bizon, Gloria atd. byly zastoupeny jen ve velmi malém počtu.

Podobně jako na území českých zemí i v ostatních evropských státech s intenzivní zemědělskou výrobou (Německo, Francie) převládla koncem šedesátých let a v první polovině sedmdesátých let přímá sklizeň obilí sklízecími mlátičkami. V sedmdesátých letech v USA sestrojené sklízecí mlátičky s axiálním mláticím bubnem a rotačními vytrásadly (fa Sperry, New Holland) se v Evropě používají jen omezeně.

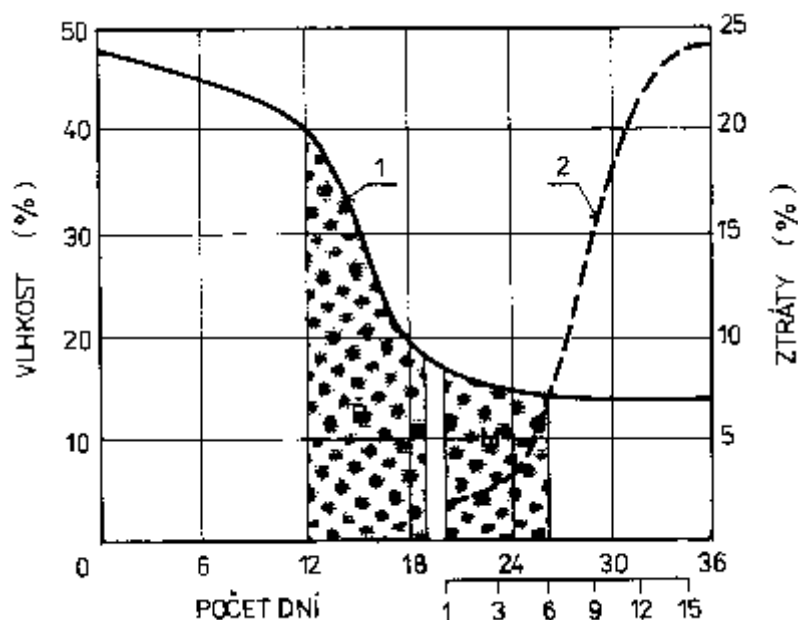
Sláma po sklízecích mlátičkách se sklízela volně ložená nebo lisovaná. V padesátých letech za S-4 nebo ŽM 300 se sklízela kopkovači a lanovými nebo rámovými stahováky, začátkem šedesátých let se rozšiřovaly zejména sklízecí řezačky SŘUS-42 a velkoobjemové vozy a od druhé poloviny šedesátých let sběrací návěsy umožňující 2-3x vyšší objemovou hmotnost sklizené slámy 75 kg.m^{-3} [7].

2.2. Charakteristika sklizňových podmínek, porostů a obilní hmoty

Obiloviny se u nás pěstují ve všech výrobních oblastech, tj. kukuřičné, řepařské, bramborářské i horské. V jednotlivých oblastech jsou rozdílné klimatické i půdní podmínky a to ovlivňuje dobu a někdy i způsob sklizně. Sklizňové období nastupuje v jednotlivých oblastech postupně od června do září, což umožňuje přesouvání a vhodné soustřeďování sklizňové techniky.

Také různé druhy obilovin dozrávají v různou dobu. Ozimé obiloviny dozrávají dříve než jařiny - nejdříve je to ozimý ječmen (VI./VII.), pak dozrává žito (VII.) a ozimá pšenice (VII./VIII.). Z jařin dozrává nejdříve jarní ječmen (VII.), pak jarní pšenice (VII./VIII.) a nakonec oves (VIII.). Při tomto 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.

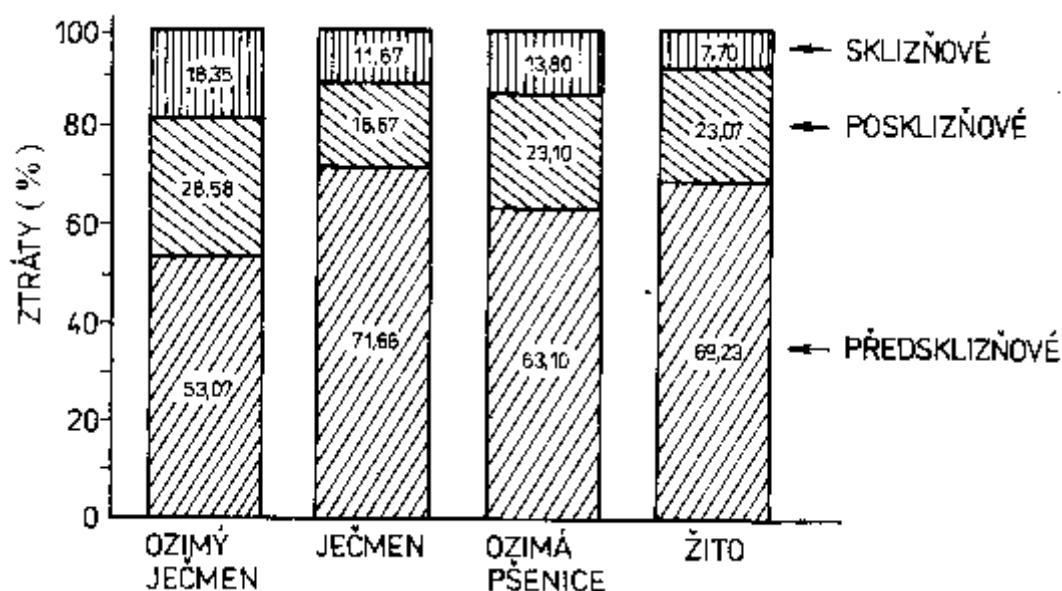
Vlastní sklizeň začíná při dosažení tzv. technologické zralosti. Tato zralost odpovídá při rozdělené (dvoufázové nebo třífázové) sklizni, kdy se obiloviny řádkují, žluté zralosti. Listy i stébla jsou žlutá, kolénka tmavá (spodní suchá) a rostlina přestává přijímat vodu a živiny. Porost na řádku prosychá, zbytek živin z klasů přechází do zrna. Zrno v průběhu 2 až 5 dnů dospěje do plné zralosti. Změna vlhkosti v době zrání a vhodnost nasazení řádkovače (Ř) pro dvoufázovou sklizeň a sklízecí mlátičky (M) pro přímou sklizeň je vidět z grafu na obr. 2.1.



Obr. 2.1. Průběh změny vlhkosti (1) v období dozrávání a ztráty (2) zrna sklízecí mlátičkou v závislosti na počtu dní: Ř- řádkovač, M- žací mlátička.

Porost se sbírá sklízecím adaptérem na mlátičce. Technologická zralost při přímé (jednofázové) sklizni, kdy se porost seče přímo nastojato žací adaptérem na mlátičce, 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, to jsou ztráty a proto by sklizeň měla být provedena nejpozději do 3 dnů po dosažení plné zralosti. Při současné skladbě druhů a odrůd obilovin v zemědělských podnicích se doporučuje optimální agrotechnická lhůta sklizně 10 až 14 vlastních sklizňových dnů.

Velmi vážným problémem, jsou celkové ztráty obr. 2.2. vznikající před, při a po sklizni. Celkové 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). Před sklizňové ztráty vznikají jednak samovolným výdrol (působením větru, deště, ptáků) při opoždění sklizně po dosažení plné zralosti. Sklizňové



Obr. 2.2. Procentický podíl jednotlivých ztrát zrna obilnin.

ztráty především mechanizací, tj. špatným seřízením pracovních ústrojí sklizňových strojů (žacího ústrojí, přiháněče, sběracího ústrojí, mláticího

ústrojí, vytrásadel a čistidla). Posklizňové ztráty při dopravě zrna, posklizňové úpravě a skladování. Na velikost ztrát při sklizni mají vliv druhy obilovin (žito, pšenice atd.) i vlastnosti jednotlivých odrůd nevhodné z hlediska mechanizované sklizně (poléhavost, prorůstání, lámavost stébel, stejnoměrnost dozrávání), popřípadě nerespektování některých speciálních vlastností jednotlivých odrůd. Ztráty předsklizňové, samovolným výdolem ($t \cdot ha^{-1}$) jsou dány vztahem:

$$Z_v = 24 \cdot k_v \cdot D \cdot Q_b \quad [t \cdot ha^{-1}]$$

k_v - Koeficient včasnosti, který udává výši ztrát po dosažení plné zralosti jež vznikají opožděním sklizně o 1 hodinu [1].

D - Počet dnů po dosažení plné zralosti, než dojde ke sklizni [1].

Q_b - Biologický hektarový výnos zrna [$t \cdot ha^{-1}$].

Ztráty zrna způsobené sklízecími mlátičkami při přímé sklizni se povolují do 1,5 %, při dvoufázové do 2 % (hmotnostní z biologického výnosu). Je naprosto reálné omezit sklizňové ztráty kvalitní a včasnou sklizní na 1 až 2 %. Běžné sklizňové ztráty v současné době se však odhadují až na 5 %, v extrémně nepříznivých podmínkách až na 7 %. Uvážíme-li, že při sklizni obilovin 7 mil. tun v naší republice činí jednaprocentní ztráta zrna 70 000 t v hodnotě asi 200 mil. Kč a že toto množství zrna při současném průměrném výnosu kolem 4 t z 1 ha je nutno vyprodukovat asi na 17 500 ha.

Technologický výnos zrna se pohybuje v rozmezí 3 až 6 $t \cdot ha^{-1}$, maximální do 10 $t \cdot ha^{-1}$, slámy 3 až 8 $t \cdot ha^{-1}$. Poměr zrna ke slámě (hmotnostní) bývá od 1 : 0,8 do 1 : 2,5. Vlhkost zrna při sklizni bývá 14 až 22 %, maximálně 30 %, vlhkost slámy 18 až 25 %, maximálně 40 %. Objemová hmotnost zrna ($kg \cdot m^{-3}$) bývá u pšenice 730 až 850, žita 680 až 750, ječmene 580 až 750, ovsa 460 až 550 a slámy 20 až 80 $kg \cdot m^{-3}$. Porost může být stojatý, ale i polehlý (zvířený) do všech stran. Sklizeň obilovin je nutno provádět nejen v oblastech rovinných a se svahy do 8°, ale i v oblastech podhorských a horských se svahovitostí do 20°.

Hustota porostu čili počet stébel (klasů) na 1 m^2 se pohybuje v rozmezí 300 až 1000. Pro vysoké výnosy je třeba porost ovlivňovat tak, aby počet produktivních klasů na 1 m^2 podle druhů a odrůd u pšenice byl 500 až 800, u ovsa a žita 450 až 600, u ječmene 800 až 1000. Výška rostlin bývá od 0,3 do 2,5 m, výška sečení se volí při přímé sklizni 70 až 200

mm. Při řádkování pro víceřázkovou sklizeň 80 až 160 mm. Nařádkovaný porost obilovin má šířku řádků 0,8 až 1,4 m, výšku řádku 0,2 až 0,6 m, hmotnost 1 m délky řádku podle šířky řádkovače a jeho pojezdové rychlosti 6 až 12 kg. Řádek slámy po sklízecích mlátičkách má šířku 1,5 až 1,8 m, výšku do 0,8 m a hmotnost 1 m délky řádku 3 až 6 kg [4], [5].

2.3. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- Stroje jsou určeny pro sklizeň obilovin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a travin na semeno, případně 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 rozptýl slámy po strništi.
- Neposečený porost obilovin 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 žacíím 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 obilných 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

8 m, objemy zásobníků zrna 4 až 10 m³ s plnicí výškou do dopravních prostředků nad 3 m, výkony motorů 100 až 280 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do 8 km.h⁻¹, dopravní nad 20 km.h⁻¹ a výkonnosti W₁ v čase T₁ (hlavní čas) až 4 ha.h⁻¹. Svahová dostupnost 8 až 12°, tlak na půdu pod 0,15 MPa.

- Hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu i odpovídající šířky záběrů žacích stůlů, objemy zásobníků, výkony motorů atd. 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 adaptér pro sklizeň řepky.
- Sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čistidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelí pracovních ústrojí, počítání hektarů, svahové mlátičky pak automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20°. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a podle průchodnosti, automatickou regulaci mláticího ústrojí, 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 železniční.
- Stroj má obsluhovat jeden pracovník [4], [5].

2.4. Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky jsou typu T, kde žací ústrojí je umístěno čelně před mlátičkou a má záběr značně větší, než je šířka mlátičky. Posečený porost prochází přímo, větší část je dopravována nejprve zprava a zleva do středu

žacího stolu, kde mění směr pohybu o 90° a prochází pak spolu s první částí porostu mlátičkou, ve směru pohybu stroje.

Rozděluje je nejčastěji podle těchto hledisek:

a) Podle způsobu získávání obilní nebo semenné hmoty jsou.

- Žací, které porost přímo sečou žacím ústrojím.
- Sběrací, které porost sbírají z řádků sběracím ústrojím.

b) Podle konstrukčního provedení mláticího ústrojí jsou.

- Tangenciální (radiální) s jedním nebo dvěma bubny s mlatkami.
- Axiální, integrované (plní funkci mláticího a separačního ústrojí) a to s jedním nebo dvěma bubny.

c) Podle separace hrubého omlatu.

- Vytráscadlové se 4 až 6 výtraskami, kde výtraska je uložena na dvou klikových hřídelích a nad vytráscadlem mohou být čechrače slámy.
- Bubnové tangenciální.
- Kombinované, jeden až dva bubny s vytráscadlem.
- Bubnové axiální, kde je buben pevný (otáčí se v něm rotor s lopatkami) nebo je buben otočný.

d) Podle dostupnosti na svahu.

- Standardní do 8°.
- Standardní s úpravou do 12°.
- Svahové do 20° [4], [5].

2.5. Hlavní části a technologický proces sklízecí mlátičky

Hlavní části stroje jsou: - vyměnitelné sklízecí ústrojí - adaptér (žací, sběrací, odlamovací) a základní jednotka a příslušenství.

2.5.1. Adaptéry

Žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin se skládá z pasivních děličů , přiháněče s přihánkami řízenými paralelogramovým ústrojím s výškovým a podélným přestavováním, žací lišty prstové, řídké, jednoproběhové nebo přeběhové , příčného, průběžného šnekového dopravníku s levou a pravou

šroubovicí a ve střední části s vkládacími výsuvnými prsty, pohonů a rámu s žací stolem.

Sklízecí ústrojí, které se připojuje k základní jednotce.

Jsou to:

- žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin (s různou šířkou záběru),



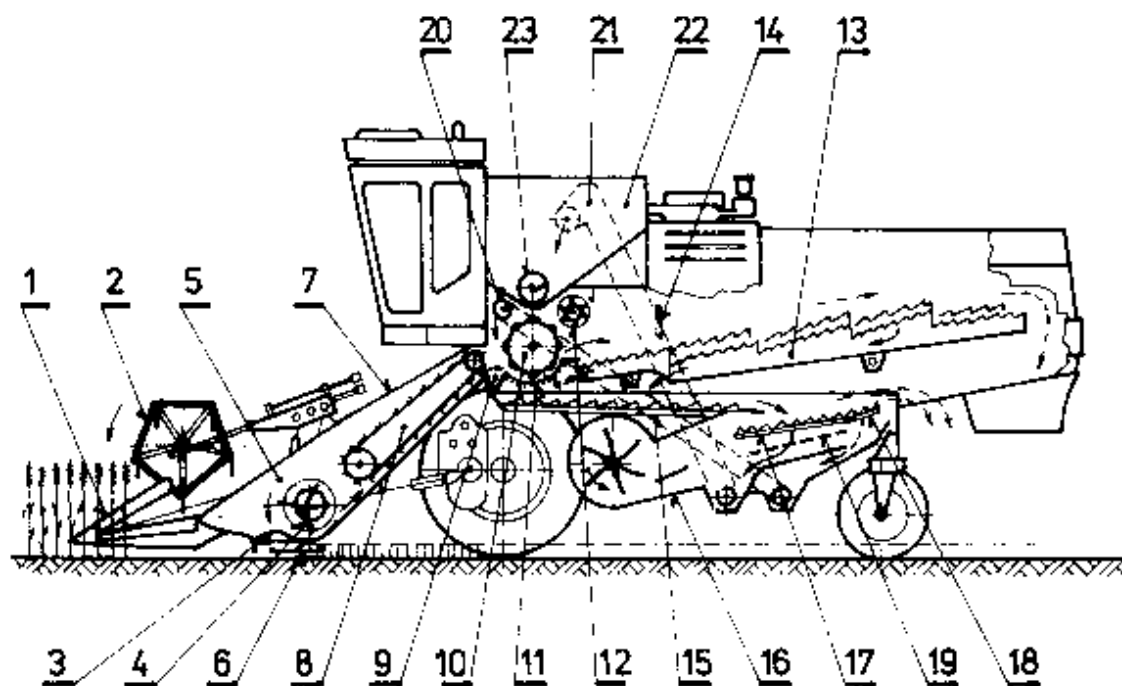
Obr.2.3. Sklízecí adaptér pro přímou sklizeň.

- bubnové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň obilovin, jednoduché nebo rozšířené,
- dopravníkové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň krátkostébelných a lehce vypadávajících plodin (krátké obiloviny, trávy na semeno), jednoduché nebo dvojité,
- odlamovací ústrojí palic ke sklizni kukuřice na zrno,
- žací ústrojí ke sklizni slunečnice,
- žací ústrojí ke sklizni řepky,
- žací ústrojí univerzální s pracovním dopravníkem pro sklizeň obilovin i řepky.

Sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň se používá buď bubnové s pružnými prsty řízenými vodící drahou ke sběru nařádkovaných obilnin nebo dopravníkové ke sběru nařádkovaných krátkostébelných a lehce vypadávajících plodin [4], [5], [12].

2.5.2. Základní jednotka

Základní jednotku obr. 2.4. tvoří dopravní ústrojí porostu, mlátička, která má mláticí ústrojí, separátor (vytrásadlo), čistidlo, dopravníky, zásobník zrna, zařízení k přípravě slámy ke sklizni nebo zaorání, motor, pohony, rám základní jednotky s podvozkem a kabinou, zařízení k ovládání (řízení, seřizování a osvětlení) sklízecí mlátičky.



Obr 2.4. Samojízdná sklízecí mlátička: 1- děliče, 2- přiřádněč, 3- žací lišta, 4- průběžný šnekový dopravník, 5- žlab žacího stolu, 6- kopírovací plazy, 7- komora šikmého dopravníku, 8- šikmý dopravník, 9- lapač kamenů, 10- mláticí buben, 11- mláticí koš, 12- odmítací buben, 13- vytrásadlo, 14- clona, 15- stupňová vynášecí deska, 16- ventilátor, 17- horní-úhrabečné síto, 18- klasový nástavec, 19- spodní – zrnové síto, 20- dopravníky klásků, 21- dopravníky zrna, 22- zásobník zrna, 23- vyprazdňování dopravník.

Základní jednotka se skládá z komory (7) a šikmého dopravníku (8), které dopravují posečený porost. Úplné mláticí ústrojí má nebo většinou nemá vkládací buben, dále má lapač kamenů (9), zpravidla jedno vlastní mláticí ústrojí, skládající se z bubnu (10) a stavitelného koše (11), a jeden nebo dva odmítací bubny (12). K separaci zrna z hrubého omlatu má vytrásadlo (13) dělené, dvouklikové, čtyřdílné a šestidílné. Čistidlo je tlakové skládající se ze stupňovité vynášecí desky (15), ventilátoru (16), horního - úhrabečného síta

(17) s klasovým nástavcem (18) a spodního - zrnového síta (19). Dopravník zrna (21) a klásků (20) je obyčejně tvořen velkým (dolním) šnekem, lopatkovým dopravníkem nebo šikmým šnekem a malým (horním) šnekem. Zásobník zrna (22) je v ose mlátičky, za kabinou nad mláticím ústrojím, s vyprazdňovacím dopravníkem. Vyprazdňovací dopravník (23), umístěný v dolní části zásobníku, má vodorovnou a šikmou část, zároveň sklopnou. Zařízení k přípravě slámy ke sběru tvoří vodící plechy šířkově stavitelné, k zaorání nesený rotační cepový drtič nebo řezačka uložená za vytrásadly.

Motor je zpravidla vznětový, čtyřdobý, čtyřválcový až šestiválcový, výjimečně i osmiválcový. K pohonům se používají předlokové hřídele, převody klínovými řemeny, válečkovými řetězy a ozubenými koly. Do převodů jsou vřazeny variátory a pojišťovací spojky. Pohony pojezdu jsou mechanické nebo častěji hydraulické. Rám základní jednotky je tvořen rámem mlátičky a spočívá na dvounápravovém podvozku. Přední, nosná náprava je většinou hnací, zadní, řídící.

Technologický proces samojízdné sklízecí mlátičky je vysvětlen u varianty s žací ústrojím pro přímou sklizeň obilnin obr. 2.4. Sečený pás porostu je při přímé sklizni od stojícího porostu oddělen děliči (1) a přikláněn přihráněčem (2) k žací liště (3); tou je porost posečen a za součinnosti přihráněče uložen do žlabu žacího stolu (5), odkud je levou a pravou šroubovicí průběžného šnekového dopravníku (4) dopravován do střední části žlabu stolu adaptéru na šířku ústí komory šikmého dopravníku (7). Zde výsuvné prsty šnekového dopravníku mění směr pohybu hmoty o 90° a podávají ji pod šikmý dopravník (8).

Zavěšení adaptéru umožňuje podélné nebo podélné i příčné kopírování nerovností terénu a výška sečení se seřizuje kopírovacími plazy (6). Proud hmoty je odebírán a podáván spodní větví šikmého dopravníku (8) po dnu komory (7) k mláticímu ústrojí. Před mláticím ústrojím je k zachycení kamenů lapač kamenů (9). V mláticím ústrojí, mezi lištami bubnu (10) a koše (11), dojde k rozrušení hmoty a k uvolnění zrna z klasů - k výmlatu.

Mláticím košem (11) propadává část jemného (drobného) omlatu na stupňovitou vynášecí desku (15). Z mláticího ústrojí vylétá dále hrubý omlat, jehož proud je zpomalen a usměrněn lopatkami odmítacího hubnu (12) na začátek vytrásadla (13). Odstřikování zrna brání clona (14). Sláma postupuje

po vytrásadle ven z mlátičky, zbytek jemného omlatu je proséván roštovým povrchem výtrasek na dno výtrasek, po kterém jako po spádové desce postupuje opět na stupňovitou vynášecí desku. Tato deska dopravuje jemný omlat přes koncový prstový rošt, který umožňuje rovnoměrné zatížení horního síta čistidla. Zde se na horním - úhraběčném síti (17) za pomoci vzduchového proudu, vytvářeného ventilátorem (16), oddělí plevy a úhrabky, které po klávesovém nastavci (18) vycházejí ven z mlátičky. Na spodním - zrnovém síti (19), které je také podfukováno, se oddělí lehčí a delší příměsi. Lehčí vylétávají ven z mlátičky a delší (nedomlatky), které spolu s propadem klávesovým sítem (18) jsou pomocí dopravníku klásků (20), složeného z velkého šneku, lopatkového dopravníku a malého šneku, dopraveny přímo do mláticího ústrojí nebo na odmítací buben, a tím do mláticího ústrojí. U některých sklízecích mlátiček je lopatkový dopravník kratší a dopravuje nedomlatky do zvláštního domlacecího ústrojí, odkud po uvolnění zrna je materiál dopraven na stupňovitou vynášecí desku nebo přímo na horní síto čistidla. Zrno je dopravníkem zrna (21), tj. velkým šnekem, lopatkovým dopravníkem a malým šnekem dopraveno do zásobníku zrna (22). Ten se po naplnění vyprazdňuje vyprazdňovacím dopravníkem (23), tvořeným vodorovným a šikmým šnekem, do dopravních prostředků [4], [5].

2.5.3. Mláticí ústrojí

Mláticí ústrojí bývá tangenciální (radiální) zpravidla jedno nebo dvou bubnové mlatkové nebo axiální jedno nebo dvou bubnové. Nejčastěji se dnes používá tangenciální jedno bubnové mláticí ústrojí. Dříve se používalo i zubové mláticí ústrojí, které bylo konstrukčně složité a provozně náročné na seřízení a poškození.

Tangenciální mláticí ústrojí jednobubnové se skládá z rotujícího bubnu a výškově stavitelného koše. Mláticí buben se skládá z hřídele, uložené ve dvou ložiskách; na hřídeli jsou naklínovány dva krajní lisované nosné kotouče.

Uvnitř bubnu jsou ještě dva až tři vnitřní kotouče (výztužné prstence), které udržují přesný válcový tvar rotujícího bubnu. Kotouče nesou po obvodě osm až deset nosičů mlatek, ke kterým jsou přišroubovány šikmo rýhované

mlatky pomocí zapuštěných šroubů. Na obvodu bubnu jsou upevněny střídavě mlatky s pravým a levým rýhováním, aby došlo k axiálnímu kmitání procházející hmoty. Mlatky se otáčejí méně strmým koncem dopředu. Buben je staticky a dynamicky vyvážen a jeho otáčky lze měnit variátorem, ovládaným z kabiny mechanicky nebo hydraulicky i elektricky, popřípadě ještě vestavěným reduktorem. Průměr bubnu bývá 0,4 až 0,7m, délka 1,1 až 1,7m podle hmotnostního průtoku, otáčky lze měnit variátorem v rozsahu asi 500 až 1500 ot.min⁻¹, reduktorem asi v rozsahu 200 až 600 ot.min⁻¹.

Mláticí koš obepíná zespodu buben asi na 40 až 50 % obvodu, takže úhel opásání je asi 110 až 150°. Koš je většinou jednodílný, výjimečně dvoudílný, zpravidla doplněný výběhovým prutovým roštem. Koš se skládá z bočnic, do nichž jsou vsazeny obdélníkové lišty (10 až 16 kusů). Lištami procházejí obloukové ocelové pruty, takže celek tvoří rošt s otvory asi 20 x 40 mm. Někdy se dělá rozteč lišt na začátku a konci koše menší než uprostřed. Po opotřebení se obrací celý koš nebo se vyměňují vložky koše. Koš je zavěšen na soustavě pák a táhel a je výškově stavitelný. Základní poloha koše před sezónou se seřídí změnou délky závěsných táhel pomocí šroubů. Intenzita výmlatu za provozu se seřizuje z kabiny centrálním stavěním koše (mezery) pomocí páky zajištěné na ozubeném segmentu nebo regulačním šroubem. Při poklesu otáček bubnu je nebezpečí ucpání mláticího ústrojí, pak lze koš zvláštní pákou spustit z pracovní polohy asi o 80 mm do spodní polohy k usnadnění průchodu hmoty nebo čištění. Na začátek koše je možno zapojit klasňovací plech nebo lištu a namontovat síťovou vložku pro výmlat jetelovin. Mezera mezi mlatkami bubnu a lištami koše se centrálně mění podle mlácené plodiny na vstupu v rozsahu $s_1 = 11$ až 55 mm, na výstupu $s_2 = 2$ až 40 mm.

Dvoububnové mláticí ústrojí obr. 2.5. má např. první buben urychlovací a druhý mláticí. Druhý buben má dělené (krátké) mlatky uspořádané do šroubovice, zatím co koš je běžné konstrukce - lištový. Mezi prvním a druhým bubnem není odmítací buben, což některé konstrukce mají. Dvoububnové mláticí ústrojí provádí diferencovaný výmlat. V prvním urychlovacím



Obr.2.5. Tangenciální mláticí ústrojí

mláticím ústrojí se uvolní zrno s menší pevností vazby zrna v klasu (ze střední části klasu) a v druhém s větší pevností vazby zrna (z okrajových částí klasu). Opásání prvního bubnu mláticím košem je menší než u druhého. První buben uvolní nejkvalitnější zrno. Toto uvolněné zrno propadne asi ze 70 % košem. Druhý buben dokončuje výmlat. Při správném seřízení se zmenšují nedomlatky a poškození zrna. Zvětšuje se propad zrna koši, takže jde méně uvolněného zrna na separátor a jsou menší ztráty ve slámě. U suchého obilí se však více rozbíjí sláma, snižuje se separační účinek separátoru a přetěžuje se čistidlo. U vlhkého, zapleveleného porostu se koše často zalepují a ucpávají a čištění je obtížnější. Dvoububnové mláticí ústrojí je energeticky náročnější, neboť omlat je urychlován na větší rychlost, až 20 m.s^{-1} .

Pracovní proces výmlatu obilní hmoty u mlatkového mláticího ústrojí probíhá tak, že mlácená hmota je zpravidla vkládána do mláticího ústrojí klasy napřed, převážně kolmo na mláticí buben, a to ve směru radiálním nebo blízkém radiálnímu. Je přiváděna šikmým dopravníkem s rychlostí $3,1$ až $3,5 \text{ m.s}^{-1}$. Při vstupu hmoty do mláticího ústrojí nastává ráz mlatek do hmoty a uvolnění velké části zrn, ale i deformace slámy. Hmota je zachycována bubnem a vtahována do mezery mezi bubnem a košem, směr jejího pohybu se mění v tangenciální - ve směru obvodové rychlosti mlatek. Po vstupu do mezery zmenšující se směrem k výstupu je vrstva materiálu z vnější strany bržděna třením o lišty a pruty koše, z vnitřní strany je urychlována mlatkami bubnu, takže vzniká pohyb ve vrstvě (vrchní část se pohybuje rychleji než spodní) a vrstva je roztahována. Vznikají zde třecí síly, kmitající a zrychlující, jež spolu s vytíráním rýhovaných mlatek bubnu a lišt koše přispívají k dalšímu uvolňování zrna a rozrušování slámy.

Mlatky bubnu předbíhají protahovaný materiál, takže rázy na hmotu se několikrát opakují, protože například obvodová rychlost mlatek pro výmlat obilnin je 28 až 32 m.s⁻¹ a střední rychlost pohybu v mezeře je asi 11 až 12 m.s⁻¹ a maximálně až 15m.s⁻¹. Vlivem přebíhání mlatek a pružnosti hmoty je hmota při míjení mlatky a lišty koše stlačována a po přeběhnutí mlatky hmota expanduje do volného prostoru mezi mlatkami, bubnem, lištami a pruty koše. Tento děj se neustále opakuje, vzniká kmitání v radiálním směru. Prostřídání levé a pravé rýhování mlatek vychyluje hmotu v horní části vrstvy střídavě vpravo a vlevo a vyvolává s přihlédnutím ke spojitosti vrstvy její kmitání v axiální směru. Složením radiálního a axiálního kmitání vzniká prostorové kmitání, jehož frekvence je úměrná počtu otáček mláticího bubnu a počtu mlatek a jehož intenzita přispívá k dalšímu uvolňování zrna. Obilní hmota přiváděna k dvoububnovému mláticímu ústrojí je prvním mláticím (urychlovacím) bubnem urychlována na 12 m.s⁻¹. Druhý mláticí buben omlat dále urychluje zhruba na 20 m.s⁻¹. Odmítací buben ho naopak zpomaluje na rychlost 2 m.s⁻¹, aby se zrno separovalo z hrubého omlatu již od začátku vytrásadla a to přibližně konstantní rychlost omlatu.

Rotující buben má ventilační účinky, vytváří na svém obvodu vrstvu rotujícího vzduchu. Část tohoto vzduchu proniká košem a za košem může vytvářet vzdušné víry. Propad uvolněného zrna košem se děje vlivem odstředivé síly a hmotnosti zrna, procházející vzduch jej může podporovat, naopak vzdušné víry pod košem mohou propad zhoršovat. Ventilační účinky jsou závislé na konstrukčním provedení mláte, bubnu, krytu mláticího bubnu a jeho obvodové rychlosti. Správně upravené ventilační účinky zlepšují vtahovací schopnost bubnu, snižují namotávání hmoty na buben, zlepšují propad jemného omlatu košem a dopravu hrubého omlatu z mláticího ústrojí a podstatně snižují příkon potřebný na chod bubnu na prázdko.

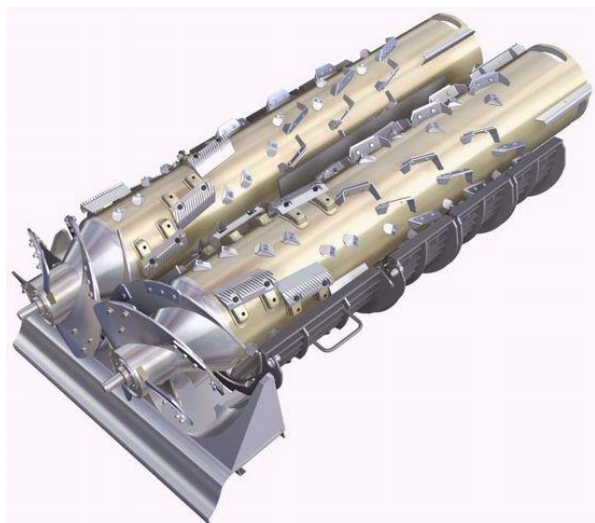
Je patrné, že mlácení je velmi složitý proces. Na mlácení (na uvolňování zrna), deformaci a rozrušování slámy, na propadu jemného omlatu košem a dopravě hrubého omlatu z mláticího ústrojí se podílejí:

- Rázy mlatek bubnu o mlácenou hmotu.
- Síly zrychlující (způsobené mlatkami) a síly třecí (způsobené mezi bubnem a košem).
- Vytírání bubnu mlatkami a koše lištami.

- Prostorové kmitání hmoty.
- Ventilační účinek bubnu.

Axiální mláticí ústrojí obr. 2.6. je konstrukčně řešeno jako samostatné mláticí ústrojí nebo kombinované se separačním ústrojím, nazývané integrované mláticí a separační ústrojí. Podle uspořádání těchto axiálních mláticích a separačních bubnů a tedy i toku obilní hmoty je můžeme rozdělit do čtyř variant:

- Podélný buben (podélný tok obilní hmoty).
- Podélné dva bubny (podélně paralelní tok obilní hmoty).
- Příčný buben (příčný tok obilní hmoty).
- Příčný i podélný buben (kombinace příčného a podélného toku obilní hmoty).



Obr. 2.6. Dvoububnové axiální mláticí ústrojí.

Obilní hmota je přiváděna k tomuto ústrojí obdobně jako u tangenciálních (klasických) sklízecích mlátiček šikmým dopravníkem. V současné době se používá první varianta.

Hmota je zachycena lopatkami vkládacího šneku a v součinnosti s vodícími lištami je vtahována do mezery mezi otáčejícím se kombinovaným bubnem a pevným separačním pláštěm. V přední části má kombinovaný buben mlatky, z nichž některé jsou uloženy axiálně, některé jsou tvarovány do

šroubovice. Zde nastává uvolňování zrna a separace jemného omlatu první separační částí pláště - mláticím košem.

Obilní hmota přitom rotuje mezi bubnem a pláštěm rychlostí rovnající se asi $1/3$ obvodové rychlosti bubnu a pomocí vodicích lišt se zároveň posouvá ve směru osy bubnu. Hmota (hrubý omlat) pak přechází do druhé části ústrojí, kde je uváděna do rotace separačními lištami. Dochází zde k další separaci jemného omlatu druhou separační částí pláště, separačním košem. Zároveň v součinnosti s vodicími lištami je sláma dopravována z ústrojí ven.

Jemný omlat propadlý mláticím košem a část jemného omlatu propadlého separačním košem jsou několika šnekovými dopravníky dopraveny do čistidla obvyklé koncepce. Část jemného omlatu propadlého separačním košem propadá do čistidla přímo. Pokud ve slámě zůstane ještě zrno, může propadávat za odmítací buben na zadní konec horního úhrabečného síta čistidla.

Dvoububnové mláticí a separační ústrojí má dva paralelně umístěné kombinované bubny (menšího průměru než u ústrojí jednobubnového), otáčející se proti sobě v pevných válcových separačních pláštích. Konstrukce a uložení bubnů a plášťů jsou obdobné jako u ústrojí jednobubnového.

Provozní zkoušky, kde se porovnávala axiální sklízecí mlátička s odpovídající tangenciální sklízecí mlátičkou, ukázaly, že za normálních podmínek sklizně je kvalita práce axiální sklízecí mlátičky uspokojivá. Ani při nárazovém plnění stroje při sklizni polehlého obilí se sláma nenavíjela na buben. Axiální sklízecí mlátička měla o 25 % větší hmotnostní průtok při stejných sklizňových podmínkách a ztrátách než tangenciální. U axiální sklízecí mlátičky bylo poškození zrna výrazně nižší (poloviční) při vyšší čistotě a částečně lepší klíčivost zrna. Procento nevydrolených zrn bylo o 0,3 až 0,6 % vyšší než u tangenciální sklízecí mlátičky. Sláma se u axiální sklízecí mlátičky více rozrušuje. Při vlhkosti 21 % byla průměrná délka částic slámy u axiální sklízecí mlátičky 119 mm. U tangenciální 183 mm. Na svazích závisejí ztráty u axiální sklízecí mlátičky na příčné poloze stroje. Je-li stroj nakloněn vlevo, zvyšují se ztráty se zvyšováním hmotnostního průtoku méně, než je-li stroj skloněn vpravo. Při sklonu vlevo je práce axiální sklízecí mlátičky lepší než u tangenciální sklízecí mlátičky. Na vlhkostní rozdíly

obilní hmoty reaguje axiální sklízecí mlátička rychleji než tangenciální. Při sklizni kukuřice na zrno pracuje axiální sklízecí mlátička velmi uspokojivě. Jejich hmotnostní průtok při nízkých ztrátách je o 50 % vyšší než při sklizni obilí a vlhkost zrna může být až 50 %. Seřízení je však náročnější než u tangenciální sklízecí mlátičky a hlavně je větší energetická náročnost [4], [5], [11].

2.5.4. Separátor

Jeho úkolem je oddělit z hrubého omlatu, přicházejícího z mláticího ústrojí, jemný omlat, přivést ho na čistidlo a slámu dopravit z mlátičky ven a uložit ji na strniště do řádků nebo předat k další úpravě. Ve slámě za separátorem nesmí být volné zrno, protože by představovalo ztráty (ztráty nedokonalou separací).

Vytrásadlo dělené - klávesové, má podle šířky mláticího ústrojí tři až šest dílů (kláves, výtrasek). Každá klávesa je tvořena tělesem - žlabem se stupňovitým horním pracovním povrchem (3 až 7 stupňů s různým sklonem), opatřeným pevným žaluziovým sítím se sklonem žaluzií 45°, nebo roštovým povrchem. Bočnice kláves jsou opatřeny plechovými hřebeny s jednostranně skosenými zuby, první stupně navíc lištami se šikmými hřeby nebo plechovými hřebeny. Touto úpravou se omezuje zpětný skluz slámy, zajišťuje její roztažení a rovnoměrný, plynulý posuv po vytrásadle při různém podélném sklonu mlátičky a dále se omezuje její jednostranné sesouvání při příčném sklonu mlátičky. Na prvním stupni se někdy používají značně vyšší plechové hřebeny a lišta s hřebeny se umísťuje ve středu výtrasky, čímž se sníží rychlost proudu hrubého omlatu a dosáhne se intenzivního prosévání zrna na prvním stupni. Jemný omlat propadlý sítovým povrchem výtrasky přechází na její dno a po něm jako po spádové desce postupuje na koncovou část stupňovité vynášecí desky, po níž přichází již jemný omlat propadlý mláticím košem. U výkonných sklízecích mlátiček se používají klávesy bez dna a dopravu jemného omlatu na stupňovitou vynášecí desku nebo přímo do čistidla zajišťuje kývající spádová deska nebo řada šikmo uložených dopravních šneků, umístěných pod vytrásadlem. Některé firmy umísťují ještě nad vytrásadlem zvláštní čechrací ústrojí (hrabice nebo bubny), které

natřásají hrubý omlat, a tím zvyšují separaci zrna. Nad vytrásadlem bývají ještě zavěšeny výškově stavitelné clony, jedna nebo dvě, které zpomalují pohyb hrubého omlatu a zachycují zrno odstříknuté z mláticího ústrojí.

Dvouklikové klávesové vytrásadlo má klávesy uložené v kuličkových ložiskách na dvou klikových hřídelích se stejným poloměrem klik, otáčejících se stejnou úhlovou rychlostí. Kliky hřídelí a klávesy tvoří čtyřčlankový paralelgramový mechanismus, takže klávesy vykonávají postupný pohyb a každý jejich bod se pohybuje po kružnici. Kliky dvou sousedních kláves jsou vzájemně natočeny o úhel β .

Tangenciální separátor s bubny se skládá z řady za sebou umístěných otáčejících se vytrásných bubnů - rotorů s prsty odkloněnými od směru otáčení. Pod každým bubnem je uloženo separační síto - koš s větší relativní světlou plochou ve srovnání s mláticím košem.

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

Axiální (rotační) separátor obr. 2.7. s rotorem se skládá z pevného síťového válcového pláště, ve kterém se otáčí rotor s lopatkami, uložený ve šroubovici. V přední části má rotor větší zakřivené lopatky, které napomáhají při vtahování hmoty do dvou bubnů. Zde nastává separace jemného omlatu,



Obr. 2.7. Třístupňový axiální separátor.

který propadává síťovým válcovým pláštěm. Obilní hmota přitom rotuje mezi rotorem a pláštěm rychlostí rovnající se asi 1/3 obvodové rychlosti rotoru a současně se axiálně posouvá na konec stroje, kde je vodícími plechy usměrňována na řádek.

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

Kombinovaný separátor - je známý ve dvou variantách, jako tangenciální s vytrásadlem nebo kombinace tangenciálního a axiálního separátoru.

Tangenciální (rotační) separátor s vytrásadlem je řešen jako jedno nebo dvoububnový, nahrazující určitou délku vytrásadla. Rotor je zařazen za odmítací buben, takže přebírá již zbržděný omlat na 2 až 3 m.s^{-1} čímž se v něm tvoří větší vrstva slámy, která se postupně zvětšuje až na vytrásadlo, kde dosahuje střední rychlosti do 0,4 m.s^{-1} . Při průchodu slámy mezi rotorem a košem dochází jednak k propadu drobného omlatu, ale i k zrovnoměrnění toku slámy. V suchých podmínkách může být sláma drobena na jemný omlat. Proto někteří výrobci se tomu brání možností seřízení mezery mezi rotorem a košem nebo možností snížení otáček rotoru.

Tangenciální separátor kombinovaný s axiálním separátorem navazuje na mláticí ústrojí, kde odmítací buben mimo zpomalování hmoty provádí již separaci drobného omlatu. Od odmítacího bubnu omlat přechází do tangenciálního separátoru, který omlat dále předává separátoru axiálnímu. Axiální separátor je uložen ve stroji příčně, takže rozděluje omlat na dva proudy. Rotor axiálního separátoru s omlatem otáčí a současně jej posouvá do stran mlátičky. Zde je plášť ze spodní strany otevřen, takže sláma z něj vychází na odmítací bubny, které ji dopravují ven ze stroje [4], [5].

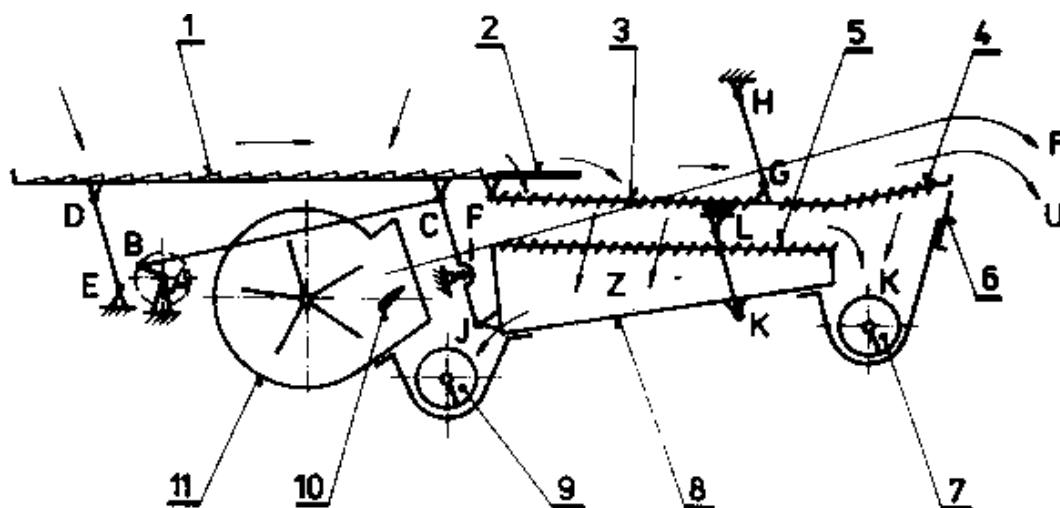
2.5.5. Čištění zrna

Na čistidlo sklízecí mlátičky postupuje jemný omlat propadlý mláticím košem a jemný omlat propadlý roštovým sítem separátoru. Propad mláticím košem obsahuje vysoký podíl uvolněného zrna (až 90 %) a zbytek tvoří plevy, úlomky slámy, klasů, plevelných rostlin a nedomlatky. Propad separátorem obsahuje volné zrno a slamnaté příměsi, kterých bývá do 50%. Na čistidle se

má oddělit z jemného omlatu zrno, které má být co nejčistější (čistota nejméně 97 %), nepoškozené, ztráty v plevách a úhrabcích mají být minimální (do 0,5 %). Jde o obtížný úkol, protože složení jemného omlatu není stálé, mění se podle hmotnostního průtoku, slamnatosti, vlhkosti, zaplevelení sklizeného obilního porostu a také podle konstrukce a seřízení mláticího ústrojí a separátoru.

Části a pracovní proces čistidla

Čistidlo sklízecích mlátiček obr. 2.8. se skládá ze vzduchové části, dopravní části (vynášecí stupňovité desky, soustavy šneků) a sítové skříně, která má v horní části uhrabečné síto a ve spodní síto zrnové. Čistidla je uložené ve spodní části mlátičky.



Obr. 2.8. Čistidlo sklízecí mlátičky: 1- stupňovitá vynášecí deska, 2- paprskový rošt, 3- horní úhrabečné síto, 4- klasový nástavec, 5- spodní – zrnové síto, 6- posuvné hradítko, 7- kláskový šnek, 8- sítová skříň, 9- zrnový šnek, 10- stavitelná klapka, 11- radiální ventilátor, P- plevy, K- klásky, Z- zrno.

Ve vzduchové části je ventilátor, který vytváří proud vzduchu a tlačí ho vzduchovým potrubím do prostoru sítové skříně. Ventilátor může být radiální, axiální nebo diametrální.

Stupňovitá vynášecí deska je před sítovou skříní a navazuje na horní úhrabečné síto. V čistidle axiální mlátičky dopravu jemného omlatu provádí soustava šneků.

Sítová skříň má stavitelná síta - žaluziová nebo výjimečně žaluziová zaháčkovaná. U starších strojů je zrnové síto výměnné - s lisovanými otvory.

Kývavý pohyb stupňovité vynášecí desky a síť je odvozen od klikového mechanismu nebo excentrů.

Pracovní proces čistidla je vysvětlen u čistidla, kde stupňovitá vynášecí deska je spojena s horním sítem a spolu kývají proti směru kývání sítové skříň se spodním sítem. Tímto uspořádáním se dosáhne vyrovnání setrvačných sil kývajících hmot. Jemný omlat propadlý mláticím košem přichází na začátek stupňovité vynášecí desky (1), jemný omlat propadlý vytrásadlem přichází na konec této desky nebo na prstový rošt (2). Jemný omlat dopravovaný vynášecí deskou se dopravou po stupních této desky rozvrství (předseparuje), zrno se setřásá dospodu vrstvy a slamnaté příměsi vzlínají nahoru. Aby omlat nesjížděl při jízdě stroje po vrstevnici k jedné straně, je deska, stejně jako síta, podélně rozdělena 4 až 6 lištami. Jemný omlat přechází z vynášecí desky na její prstový rošt, který je buď rovinný nebo má střídavě (nahoru a dolů) vyhnuté prsty. Zrno a drobné příměsi propadávají mezi prsty roštu na začátek horního - úhrabečného síta (3), delší příměsi jsou podrženy vzduchovým proudem a prsty roštu a usměrněny na střed horního síta. Tímto uspořádáním je začátek horního síta dostatečně zatížen a na první třetině délky síta se oddělí hlavní část zrna (80 až 95 %). Toto síto je zpravidla stavitelné, žaluziové (velikost otvorů lze měnit stavitelnými žaluziemi - pákou nebo šroubovým mechanismem), někdy žaluziové na konci se sítem Graeplovým, které při sklizni luskovin lze nahradit sítem s lisovanými otvory.

Horní - úhrabečné síto je prodlouženo klasovým nástavcem (4), stavitelným žaluziovým nebo Graeplovým či prutovým, s měnitelným sklonem nebo je nástavec pevně spojen se sítem. Spodní - zrnové síto (5) je stavitelné žaluziové nebo vyměnitelné s lisovanými otvory. Jeho sklon lze měnit. Vynášecí deska s horním sítem je kyvně zavěšena na závěsech (DE a GH) s pryžovými silentbloky, sítová skříň (8) se spodním sítem je zavěšena na dvouramenných pákách (CJ) a závěsech (KL). Pohon je řešen hřídelí s klikami nebo excentry (AB) se dvěma ojnicemi (BC) a dvěma dvouramenými pákami (CJ) na bocích čistidla. Kývání vynášecí desky zajišťuje mechanismus ABCDE, kývání horního síta mechanismus ABCFGH, sítové skříň

mechanismus ABCIJKL. Obě síta i klasový nástavec jsou podfukována proudem vzduchu, vytvářeným ventilátorem (11) a usměrňovaným klapkou (10) nebo posuvným hradítkem na zadní straně žlabu kláskového šneku (7).

Horním (úhrabečným) a spodním (zrnovým) sítem propadává zrno a další drobné příměsi (například semena plevelů) a tento propad postupuje po dně sítové skříně do zrnového - velkého šneku (9) dopravníku zrna a tím do zásobníku zrna. Proud vzduchu odnáší lehké příměsi zvané plevy (prach, plevy, jemné úlomky slámy) ve směru šipky (P) ven ze stroje. Větší částice jemného omlatu nepropadlé úhrabečným sítem postupují na klasový nástavec, kterým propadá zbylé zrno, nedomláčené části klasů a další příměsi (K). Po klasovém nástavci postupuje ven ze stroje materiál, který nepropadl úhrabečným sítem ani klasovým nástavcem, tj. větší úlomky slámy a plevelných rostlin, vymláčené klasy, tedy materiál zvaný úhrabky (U). Přepad zrnového síta se spojí s propadem klasového nástavce a postupuje do kláskového - velkého šneku (7) dopravníku klásků, kterým je dopraven do mláticího ústrojí (přímo nebo přes odmítací buben) nebo do mláticího ústrojí. Neobsahuje-li tento materiál nedomlatky, může být u některých strojů dopraven na začátek vytrásadla. U nových sklízecích mlátiček je na boku čistidla domlaceč klásků, který mlátí a dopravuje klásky na začátek čistidla. Je-li ve vracející se hmotě jen volné zrno, pracuje domlaceč pouze jako dopravník. Z pracovního procesu je patrné, že v čistidle sklízecích mlátiček nelze oddělit drobné příměsi (semena plevelů), protože čistidlo nemá plevelové síto. Oddělení je možné až na stacionárním pracovišti v předčističkách nebo čističkách [4], [5].

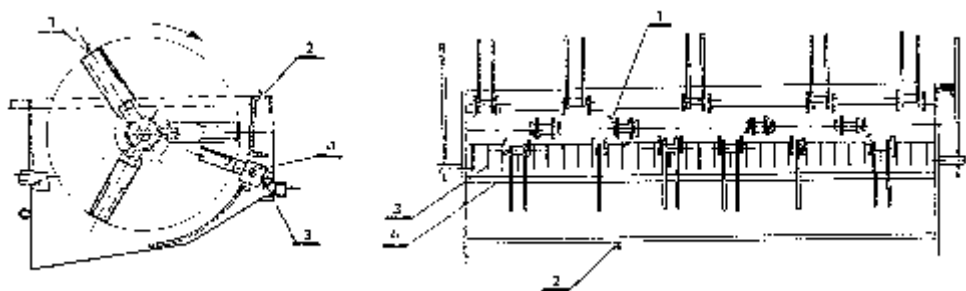
2.5.6. Drcení slámy

Sláma padá z vytrásadel do vlastního drtiče obr. 2.9., který je uchycen ke spodní části krytu sklízecí mlátičky. Nože rotoru procházejí mezerami mezi noži protibřitů a unášená sláma se takto řeže, trhá, drtí a odhazuje na rozptylovací desku, která rozptyluje částice slámy rovnoměrně po celé šířce záběru sklízecí mlátičky.



Obr. 2.9. Nesený drtič slámy sklízecí mlátičky.

Na rozdíl od exaktních řezaček se všechny typy drtičů vyznačují tím, že materiál rozmělní pracovní orgány kombinovaným účinkem - řezáním, trháním a drcením. Výsledkem jsou částice slámy nestejně délky, které jsou na svých koncích jednak odříznuty čistým řezem, jednak jsou rozcupovány trháním a jsou také narušeny podélně a na průměru drcením. Toto narušení částic slámy má příznivý vliv na jejich zapracování do půdy, neboť na ně mohou intenzivněji působit mikroorganismy, a tím uspišit jejich rozpad.



Obr. 2.10. Rotor neseného drtiče slámy: 1- rotor, 2- skříň, 3- nůž, 4- držák protibřitů.

U neseného drtiče je použit rotor obr. 2.10. s dvojitými kyvnými noži. Rotor se skládá z hřídele, na kterém je uchycena trubka; na trubce jsou přivařeny zdvojené držáky. Dynamickým vyvážením rotoru lze dosáhnout plynulého chodu naprázdno i při zatížení, což podstatně umožňuje zjednodušit způsob uchycení drtiče ke sklízecí mlátičce.

Protibřity se skládají z deseti nožů uchycených v držáku čtvercového průřezu s vyfrézovanými otvory. Do obdélníkových otvorů jsou zasunuty nože a jsou zajištěny v této poloze výsuvným čepem. Čep procházející jednak přivařenými pouzdry na držáku, jednak otvory v nožích. Na obou koncích

držáku jsou přivařeny čepy s ovládací pákou. Dvěma pákami, jejichž poloha se zajišťuje na kulise, je možno měnit polohu nožů vůči nožům rotoru.

Rozptylovací deska obr. 2.11. je uchycena ke skříni drtiče kloubově s možností naklápění vůči vertikální rovině. Ve své poloze je zajištěna dvěma rozpěrnými táhly uchycenými ke konzole neseného drtiče. Rozptylovací deska má osm dělicích žeber [3], [9], [12].



Obr. 2.11. Rozptylovací deska

2.6. Zjišťování výnosu zrna a pozice stroje

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 a pod. 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 20000 km. Sklon jejich dráhy vzhledem k rovníku je 55 stupňů a doba oběhu je 12 hodin. Družice jsou vlastně radiovými 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 svoji polohu a zlepšuje přesnost určení polohy v systému DGPS. Součástí tohoto systému je kromě jiných strojů i sklízecí mlátička s potřebnými komponenty.

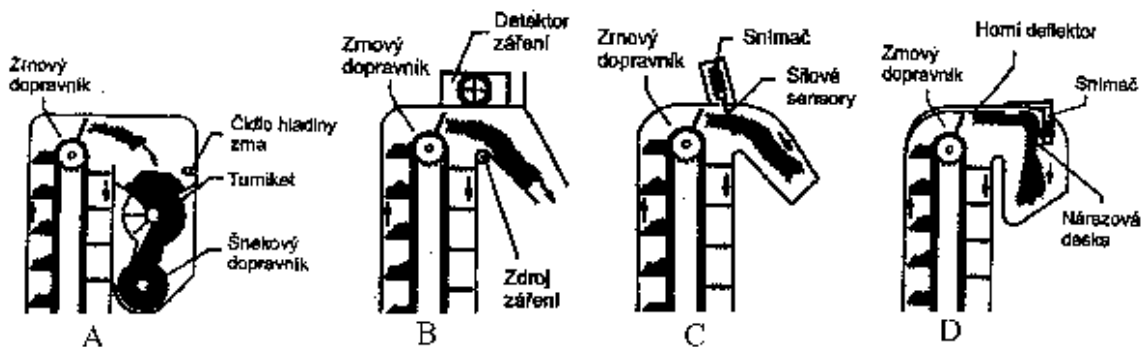
V palubním počítači je mikroprocesor pro příjem a vyhodnocení dat (okamžitý průtok, vlhkost zrna, okamžitá poloha stroje), které se ukládají na paměťovou kartu. Po přenesení karty do osobního počítače je možné vytvořit výnosovou mapu, která se zobrazí na monitoru nebo vytiskne tiskárnou. Z výnosové mapy je vidět, vyrovnanost či nevyrovnanost výnosu zrna na pozemku.

Okamžitý výnos zrna

K určování okamžitého výnosu existuje několik druhů snímačů, jejichž čidla pracují 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. Některá řešení vyžadují ještě další korekční členy, například pro práci na svahu, kde dochází k náklonu stroje.

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.

Mechanické čidlo obr. 2.12.A. Jeho základem je lopatkové kolo a dva senzory. Celé zařízení (turniket) je umístěné na výstupu zrnového dopravníku, kde je lopatkové kolo poháněné 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 zareaguje 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.



Obr. 2.12. Čidla k stanovení okamžitého průtoku zrna

Optické čidlo obr. 2.12.B. 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 obr. 2.12.B. Měří různé zeslabení intenzity záření procházejícím zrnem na výstupu zrnového dopravníku. Skládá se z vysílače radioaktivního záření, umístěného v dolní části. Jako vysílajícího 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 obr. 2.12.C,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 %.

Čidla vlhkosti

Při sklizni se i během jediného dne mění okamžitá vlhkost zrna. Proto většina výrobců používá také čidla pro její zjišťování. Jsou zpravidla umístěna na spodní straně v koncovce šnekového dopravníku, přivádějící vyčištěné zrno do zásobníku sklízecí mlátičky. Jedná se o čidlo kapacitní. Jeho povrch má určitou kapacitu, která se mění při průchodu různě vlhkého zrna. Změna kapacity čidla je snímána a vyhodnocována a na jejím základě je možno usuzovat na okamžitou vlhkost sklizeného zrna. Toto čidlo podle vlhkosti zrna koriguje hmotnost okamžitého výnosu zrna.

Údaje o okamžitém průtoku zrna, jeho vlhkosti, okamžité rychlosti sklízecí mlátičky a její poloze i předvoleném záběru žacího ústrojí se ukládají na paměťovou kartu. Údaje slouží k stanovení okamžitého výnosu zrna a k vytvoření výnosové mapy [4], [5].

3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je posouzení kvality činnosti a kvality práce sklízecích mlátiček John Deere 9880 STS při sklizni obilovin, kukuřice na zrno a ověření vhodnosti použití strojů při sklizni řepky olejné.

Rozbor činností je zaměřen na posuzování rozsahu ztrát zrna, kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků, vlivu sklízené plodiny na velikost ztrát a kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků, zjištění maximální vlhkosti sklízené plodiny, při které je možno stroje použít pro sklizeň a rozbor výkonností.

Uvedení základní charakteristiky zemědělského podniku, základní charakteristika majitele stroje a jednoduchý rozbor investičních a provozních nákladů.

4. METODIKA

Pro správné měření a výpočet specifických hodnot u sklízecích mlátiček John Deere 9880 STS při sklizni obilovin, kukuřice na zrno a ověření vhodnosti použití strojů při sklizni řepky olejné se užije následující metodický postup.

Rozbor činností je zaměřen na posuzování rozsahu ztrát zrna, kvality drcení a rozmetání rostlinných zbytků, vlivu sklizené plodiny na velikost ztrát, kvalitu drcení a rozmetání rostlinných zbytků, zjištění maximální vlhkosti sklizené plodiny, při které je možno stroje použít pro sklizeň a rozbor výkonností.

4.1. Provozní parametry

Jakost drcení a řezání slámy K_d [%]

Vyjadřuje procentický podíl zastoupení jednotlivých velikostních frakcí drcené slámy. Při kvalitně rozdrcené slámě je 90% částic menších než 80mm. Při posuzování sklizňových adaptérů je jejich činnost hodnocena z hlediska drcení stonků a drcení listenů.

Jakost drcení a řezání slámy sklízecím adaptérem K_{da} [%]

Sklízecí mlátička projede zkušebním úsekem, po jejím zastavení a vypnutí mlátičeho ústrojí vyjede z řádku a pod ní se v místě její délky nezasažené spadem výmlatu vytýčí měrné plochy 0,5m x 0,5m po celé šířce rozhozu sklízecího adaptéru, z nichž je sebrána řezanka. Následně se provede oddělení zachycených velikostních frakcí v jednotlivých úsecích, jejich změření a vyhodnocení naměřených hodnot.

Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

Zjišťuje se odchytem slámy a plev ze zkušebního úseku na plachtu (pás široký 1m a dlouhý jako záběr sklízecí mlátičky) vsunutou pod sklízecí mlátičku, která nad ní projede. Posléze se oddělí zachycené velikostní frakce v jednotlivých úsecích, provede se jejich změření a vyhodnocení naměřených hodnot.

Celkové ztráty zrna Z_c [%]

Ztrátami se rozumí ztráty zrna, které nebylo zpracováno nebo dopraveno na místo určení. Zjišťují se s přesností 0,001kg a vyjadřují se v procentech s přesností na 0,01%.

Celkové ztráty zrna Z_c se rozdělují na:

- a) ztráty před sklizní Z_p ,
- b) ztráty způsobené žacími ústrojími a netěsnostmi stroje $Z_{\dot{z}}$,
- c) ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním Z_v .

Celkové ztráty zrna se stanoví podle rovnice IV-1.

$$Z_c = Z_p + Z_{\dot{z}} + Z_v \quad [\%] \quad (IV-1)$$

Z_p – ztráty před sklizní [%],

$Z_{\dot{z}}$ - ztráty způsobené žacími ústrojími a netěsnostmi stroje [%],

Z_v - ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním [%].

a) Ztráty před sklizní Z_p [%]

Na třech místech zkušebního úseku náhodným výběrem umístíme metrovku a z její plochy sebereme palice a semena vypadaná z palic.

Ztráty se stanoví podle rovnice IV-2.

$$Z_p = \frac{b_p}{f} \quad [\%] \quad (IV-2)$$

b_p – hm. zrna vypadaného před sklizní na 1m² [g . m⁻²],

f – výnos zrna [t . ha⁻¹].

b) Ztráty způsobené žacími ústrojími a netěsnostmi stroje $Z_{\dot{z}}$ [%]

Sklízecí mlátička projede zkušebním úsekem, po jejím zastavení a vypnutí mláticího ústrojí vyjede z řádku a pod ní v jednom místě její délky nezasažené spadem výmlatu se vytýčí měrné plochy 0,5m x 0,5m po celé šířce rozhozu sklízecího adaptéru, z nichž se sebere (v případě zdroje elektrické energie se vysaje) zrno.

Ztráty se stanoví podle rovnice IV-3.

$$Z_z = \frac{b_z}{f} \quad [\%] \quad (IV-3)$$

b_z – hmotnost zrna vypadaného po projetí sklízecího adaptéru $[g \cdot m^{-2}]$,
 f – výnos zrna $[t \cdot ha^{-1}]$.

c) Ztráty způsobené nedokonalým výmlatem, výtřasem a čištěním Z_v [%]

Zjišťují se odchylem slámy a plev vycházející ze sklízecí mlátičky. Mezi přední a zadní nápravu sklízecí mlátičky se vsune plachta (pás široký 0,5m a dlouhý jako záběr sklízecí mlátičky), která se po zaplnění mlátičky položí na zem. Zachytí se tak hmota, která mlátičkou prošla. Posléze se oddělí zachycená zrna v jednotlivých měřicích plochách a provede se zvážení.

Ztráty se stanoví podle rovnice IV-4.

$$Z_v = \frac{b_z}{f} \quad [\%] \quad (IV-4)$$

b_z – hmotnost zrna vypadaného po projetí sklízecí mlátičky $[g \cdot m^{-2}]$,
 f – výnos zrna $[t \cdot ha^{-1}]$.

Jakost produktu K_p [%]

Po sklizni z nejméně tří měrných úseků se sklizený produkt ze zásobníku stroje vyprázdní vyprazdňovacím ústrojím. Z proudu vyprazdňovaného produktu se odeberou nejméně čtyři dílčí vzorky o hmotnosti nejméně 1 kg. Smísením dílčích vzorků vznikne hrubý vzorek, z něhož se oddělí laboratorní vzorek o hmotnosti nejméně 1,2 kg, který se uloží do neprodyšného obalu. Rozbor jakosti sklizeného produktu podle ČSN 46 1011 se určuje z laboratorních vzorků, které jsou rozděleny na tyto frakce:

- čistý produkt,
- poškozený produkt,

- nečistoty,
- příměsi.

Výslednou hodnotou je procentuální podíl hmotností příměsí nebo nečistot z celkové hmotnosti vzorku a procentuální podíl hmotnosti poškozeného produktu z celkové hmotnosti produktu ve vzorku.

Průchodnost Q [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]

Průchodnost se stanoví jako podíl hmoty (tj. hmotnost zachyceného zrna, hmotnost zachycené slámy, plev a ostatního materiálu) prošlé strojem a času potřebného na projetí zkušebního úseku. Zjišťuje se s přesností $0,01 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Z metrovky umístěné na zkušební trati se zváží oddělené palice. Průchodnost se stanoví podle rovnice IV-5.

$$Q = B_p * v_p * c \quad [\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (\text{IV-5})$$

B_p – pracovní záběr [m],
 v_p – pracovní rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],
 c – hmotnost palic z šesti jednometrových řádků [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$].

Pracovní záběr B_p [m]

U sklízecího adaptéru na kukuřici je dán konstrukcí - počtem řádků. Zjišťuje se měřením s přesností $0,01\text{m}$.

Pracovní rychlost v_p [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Stanoví se z délky zkušebního úseku a zjištěného času. Zjišťuje se s přesností $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Umístěním dvou výtyček se vymezí úsek 100m . Čas se měří stopkami s přesností na $0,1\text{s}$.

Pracovní rychlost se stanoví podle rovnice IV-6.

$$v_p = \frac{l}{t} \quad [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (\text{IV-6})$$

l – délka měřeného úseku [m],
 t – čas projetí úseku [s^{-1}].

Spotřeba pohonných hmot m [$l \cdot ha^{-1}$]

Měření se provede bez měřicího přístroje. Při příjezdu na pole bude na rovné ploše sklízecí mlátičky doplněna palivová nádrž, po hrdlo a po projetí zkušebních úseků se opětovně nádrž dolije.

Spotřeba pohonných hmot se stanoví podle rovnic IV-7 a IV-8 .

$$m = \frac{O_l}{n_{ha}} \quad [l \cdot ha^{-1}] \quad (IV-7)$$

$$m = \frac{O_l}{n_t} \quad [l \cdot t^{-1}] \quad (IV-8)$$

O_l – objem dolitého paliva [l],

n_{ha} – sklizená plocha [ha],

n_t - sklizené množství produktu [t].

Výška strniště h_s [m]

Je kolmá vzdálenost z místa sřezu k rovině pozemku. Po projetí sklízecí mlátičky se v 5 místech měřicího úseku provede 11 měření výšky strniště po celé šířce záběru stroje s přesností na 0,1cm.

Výška strniště se stanoví podle rovnice IV-9.

$$h_s = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad [m] \quad (IV-9)$$

h_i – výška v i-tém místě [m],

n – počet měření.

Vlhkost zrna u_z [%]

Je procentuální vyjádření obsahu vody ve sklízeném zrne. Zjistí se odběrem vzorků ze zásobníku zrna po projetí měřeným úsekem a změření vlhkoměrem.

Měrná vlhkost slámy u_s [%]

Je procentuální vyjádření obsahu vody ve sklízené slámě vztažené na hmotnost sušiny. Zjistíme ji odběrem 0,5 kg vzorků slámy drcené a nedrcené z měřeného úseku, jejich zvážení na laboratorních vahách a vysušení v sušičce při 105 °C.

Měrná vlhkost slámy se stanoví podle rovnice IV-10.

$$u_s = \frac{M_M - M_{MS}}{M_{MS}} * 100 \quad [\%] \quad (IV-10)$$

M_M – vlhký materiál [kg],

M_{MS} – absolutně suchá látka [kg].

Výška porostu h_p [m]

Je kolmá vzdálenost od země k hornímu okraji rostlin, vyjadřuje se průměrem zjištěných hodnot. Zjišťuje se u 100 rostlin metrem s přesností na 0,01m.

Výška porostu se stanoví podle rovnice IV-11.

$$h_p = \frac{\sum_{i=1}^n h_{pi}}{n} \quad [m] \quad (IV-11)$$

h_{pi} – výška porostu v i-tém místě [m],

n – počet měření.

Výnos zrna q_z [t.ha⁻¹]

Výnos zrna se stanoví výpočtem ze zachyceného množství zrna ze zkušební plochy a hmotnosti celkových ztrát ze zkušebního úseku. Výnos zrna se stanoví průměrem výnosů ze zkušebních úseků s přesností na 0,01 t.ha⁻¹.

Výnos zrna se stanoví podle rovnic IV-12 a IV-13.

$$q_z = \frac{1}{n} \sum_{i'=1}^n q_{zi} \quad [\text{t.ha}^{-1}] \quad (\text{IV-12})$$

q_{zi} – výnos zrna ze zkušební plochy [t.ha⁻¹].

$$q_{zi} = \frac{m_z \left(1 + \frac{Z_c}{100}\right)}{S} * 10 \quad [\text{t.ha}^{-1}] \quad (\text{IV-13})$$

m_z – hmotnost zrna ze zkušební plochy [kg],

Z_c – celkové ztráty zrna [%],

S – zkušební plocha [m²].

Výnos slámy q_s [t.ha⁻¹]

Stanoví se výpočtem ze zachyceného množství slámy ze zkušební plochy. Výnos slámy se stanoví průměrem výnosů ze tří zkušebních úseků s přesností na 0,01 t.ha⁻¹.

Výnos slámy se stanoví podle rovnic IV-14 a IV-15.

$$q_s = \frac{1}{n} \sum_{i'=1}^n q_{si} \quad [\text{t.ha}^{-1}] \quad (\text{IV-14})$$

q_{si} – výnos slámy ze zkušební plochy [t.ha⁻¹].

$$q_{si} = \frac{m_s}{S} * 10 \quad [t.ha^{-1}] \quad (IV-15)$$

m_s – hmotnost slámy ze zkušební plochy [kg],

S – zkušební plocha [m²].

Sklon pozemku α [°]

Průměr ze tří měření v podélném a příčném směru s přesností 1°.

4.2. Ekonomické parametry

Náklady na provoz strojů N_{pro} [Kč.rok⁻¹]

Náklady na provoz strojů mají dvě základní složky:

A) náklady pevné (fixní) N_{fix} [Kč.rok⁻¹],

B) náklady proměnlivé (variabilní) N_{var} [Kč.rok⁻¹].

Náklady se stanoví jako součet jednotlivých složek podle rovnice IV-16.

$$N_{pro} = N_{fix} + N_{var} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-16)$$

N_{fix} - náklady pevné (fixní) [Kč.rok⁻¹],

N_{var} - náklady proměnlivé (variabilní) [Kč.rok⁻¹].

ad.A) Fixní náklady N_{fix} [Kč.rok⁻¹]

Sestávají z nákladů na amortizaci, nákladů na zúročení, nákladů na uskladnění, pojištění a daně. Jsou v podstatě nezávislé na ročním nasazení.

Stanoví se podle rovnice IV-17.

$$N_{fix} = N_a + N_u + N_p + N_d + N_{sk} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-17)$$

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

N_u – náklady na zúročení [Kč.rok⁻¹],

N_p – náklady na pojištění [Kč.rok⁻¹],

N_d – náklady na daně [Kč.rok⁻¹],

N_{sk} – náklady na uskladnění [Kč.rok⁻¹].

a) Náklady na amortizaci N_a [Kč.rok⁻¹]

Vychází se ze skutečné pořizovací ceny strojů a zůstatkové ceny. Rozdíl mezi těmito cenami je rozpočítán jako průměrný úbytek hodnoty stroje na 1 rok doby používání.

Stanoví se podle rovnice IV-18.

$$N_a = \frac{C_{str} - C_z}{d} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-18)$$

C_{str} – pořizovací cena stroje [Kč],

C_z – zůstatková cena [Kč],

d – doba používání stroje [rok].

b) Náklady na zúročení N_u [Kč.rok⁻¹]

Náklady na zúročení představují tzv. alternativní náklady (náklady ušlých příležitostí)

Stanoví se podle rovnice IV-19.

$$N_u = \frac{C_{str} + C_z}{2} * \frac{S_u}{100} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-19)$$

C_z – zůstatková cena stroje [Kč],

S_u – vkladová úroková sazba peněžního ústavu [%.rok⁻¹].

c) Náklady na pojištění N_p [Kč.rok⁻¹]

Náklady na pojištění se z pravidla stanoví podle sazeb jako procentní podíl z pořizovací ceny strojů.

Stanoví se podle rovnice IV-20.

$$N_p = \frac{C_{str} * S_p}{100} \quad [K\check{c}.rok^{-1}] \quad (IV-20)$$

C_{str} – pořizovací cena stroje [Kč],

S_p – roční pojistná sazba [%. rok^{-1}].

d) Náklady na daně N_d [Kč. rok^{-1}]

Jsou stanoveny přímou sazbou [Kč. rok^{-1}] na stroj.

e) Náklady na uskladnění stroje N_{sk} [Kč. rok^{-1}]

Stanovují se podle plochy potřebné pro uskladnění stroje a ročních nákladů na jednotku skladovací plochy (podle druhu – garáže, otevřené přístřešky, zpevněná plocha).

Stanoví se podle rovnice IV-21.

$$N_{sk} = (D + 1) * (S + 1) * N_u \quad [K\check{c}.rok^{-1}] \quad (IV-21)$$

D – délka stroje [m],

S – šířka stroje [m],

N_u – roční náklady na 1 m^2 skladovací plochy [Kč. $m^{-2}.rok^{-1}$].

ad.B) Variabilní náklady N_{var} [Kč. rok^{-1}]

Variabilní náklady na provoz strojů zahrnují náklady na pohonné hmoty a maziva, náklady na opravy a ostatní náklady. Jejich výše závisí na nasazení stroje.

Náklady se stanoví se podle rovnice IV-22.

$$N_{var} = N_{PHM} + N_o + N_m \quad [K\check{c}.rok^{-1}] \quad (IV-22)$$

N_{PHM} – náklady na pohonné hmoty a maziva [Kč. rok^{-1}],

N_o – náklady na opravy a udržování [Kč. rok^{-1}],

N_m – náklady mzdové [Kč. rok^{-1}].

a) Náklady na pohonné hmoty a maziva N_{PHM} [Kč.rok⁻¹]

Spotřeba pohonných hmot a maziv závisí na celé řadě faktorů (druh práce, půdní podmínky, velikost a tvar pozemku, technický stav strojů atd.). Stanoví se podle rovnice IV-23.

$$N_{PHM} = (1 + k_{maz}) * C_p * Q_{PHM} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-23)$$

k_{maz} – koeficient nákladů na maziva,
 C_p – cena paliva [Kč.l⁻¹],
 Q_{PHM} – spotřeba nafty [l.rok⁻¹].

Náklady na maziva se zde odvozují podle spotřeby paliva. Na základě výsledků sledování strojů v provozu se uvažují ve výšší 20 % nákladů paliva.

b) Náklady na opravy a udržování N_o [Kč.rok⁻¹]

Pro energetické stroje – náklady na opravy se vypočítají na základě průměrné hodinové spotřeby paliva a měrných nákladů na opravy a udržování stanovených na 1 litr spotřebovaného paliva a koeficientu oprav. Stanoví se podle rovnice IV-24.

$$N_o = N_{01} * Q_H * k_{01} \quad [Kč.rok^{-1}] \quad (IV-24)$$

N_{01} – měrné náklady na opravy [Kč.l⁻¹],
 Q_H – doba nasazení MP [hod.rok⁻¹],
 k_{01} – průměrná hodinová spotřeba [l.hod⁻¹].

c) Náklady mzdové N_m [Kč.rok⁻¹]

Představují náklady na mzdu obsluhy sklízecí mlátičky.

5. VÝSLEDKY

Na základě výše uvedených metodických postupů byly v terénu zjištěny hodnoty potřebné pro výpočet základních údajů, charakterizující činnost práce sklízecí mlátičky John Deere 9880 STS.

a) Při sklizni pšenice

V tabulce 5.1. jsou uvedeny vypočtené a naměřené hodnoty, které udávají parametry sklízecí mlátičky a charakterizují aktuální stav sklizeného obilí.

- tabulka 5.1. naměřených a vypočtených hodnot

Měřený parametr	Jednotky	Hodnota
Průchodnost Q	$[\text{kg.s}^{-1}]$	12,05
Pracovní záběr B_p	$[\text{m}]$	9,15
Pracovní rychlost v_p	$[\text{m.s}^{-1}]$	1,53
Celkové ztráty Z_c	$[\%]$	0,84
Spotřeba pohonných hmot m	$[\text{l.ha}^{-1}]$	12,56
Spotřeba pohonných hmot m	$[\text{l.t}^{-1}]$	1,93
Výška strniště h_s	$[\text{m}]$	0,121
Vlhkost zrna u_z	$[\%]$	13,267
Výška porostu h_p	$[\text{m}]$	0,824
Měrná vlhkost slámy u_s	$[\%]$	10,7
Výnos zrna q_z	$[\text{t.ha}^{-1}]$	6,5546
Výnos slámy q_s	$[\text{t.ha}^{-1}]$	2,052
Sklon pozemku α	$[\text{°}]$	<3

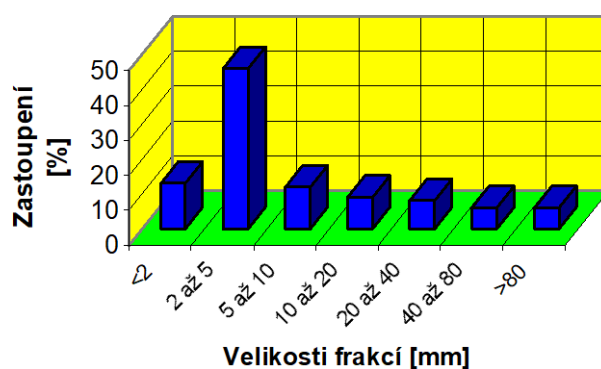
Po projetí sklízecí mlátičky zkušebním úsekem byly ze sledované plochy sebrány jednotlivé vzorky, které byly zváženy, přebrány a vyhodnoceny v tabulce 5.2. a grafech 5.1. až 5.3.

V době měření byl slabý boční vítr do 2 m.s^{-1} , teplota ovzduší 22 °C .

- tabulka 5.2. Jakost drcení a řezání slámy drtičem skl. mlátičky K_{dd} [%]

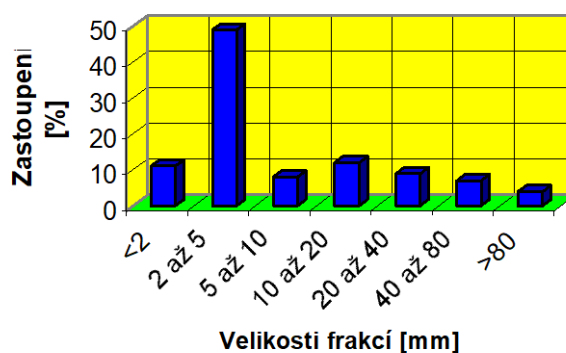
Frakce [mm]	<2	2-5	5-10	10-20	20-40	40-80	>80	Vlhkost[%]
I.	13	46	12	9	8	6	6	10,85
II.	11	49	8	12	9	7	4	8,7
III.	12,5	47,5	11	11	7	6	5	9,3

Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 10,85%



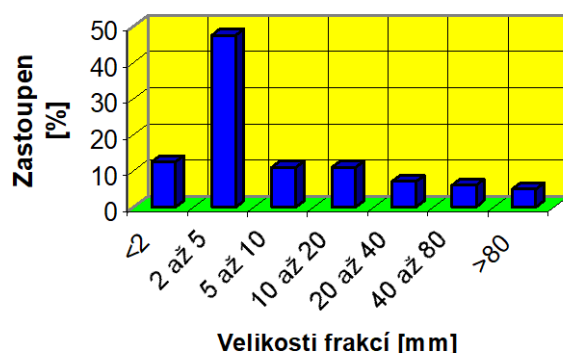
- graf 5.1. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 8,7%



- graf 5.2. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

**Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí
mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 9,3%**

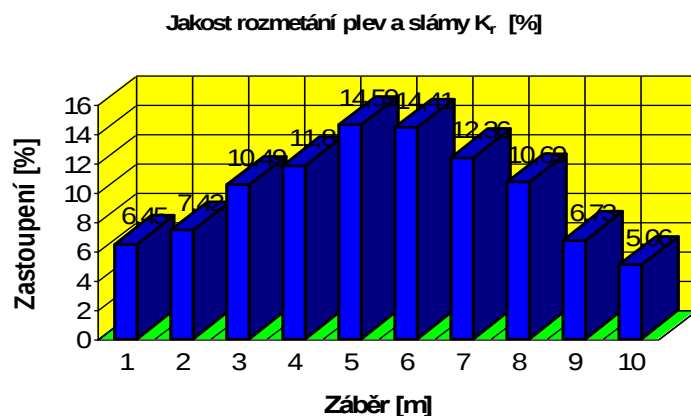


- graf 5.3. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

V tabulce 5.3. je popisováno procentuální zastoupení posklizňových zbytků za sklízecí mlátičkou od posečené (levé) strany ke stávajícímu porostu na straně pravé, v grafu 5.4. je rozmístnění drtě po pozemku.

- tabulka 5.3. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]

	Levá strana					Pravá strana				
Záběr [m]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zastoupení [%]	6,45	7,42	10,49	11,8	14,59	14,4	12,3	10,6	6,73	5,06

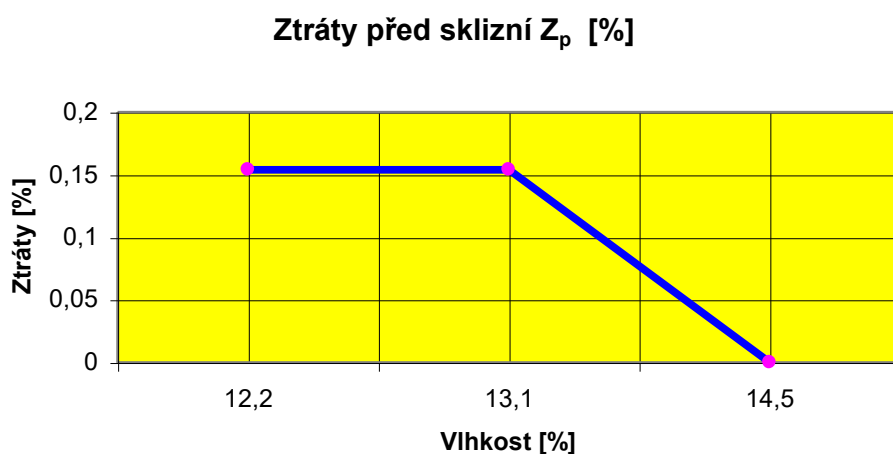


- graf 5.4. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]

V tabulce 5.4. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát před sklizní a v následujícím grafu 5.5. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.4. Ztráty před sklizní Z_p [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m^{-1}]	Ztráty [%]
14,5	0	0
13,1	1	0,1538
12,2	1	0,1538



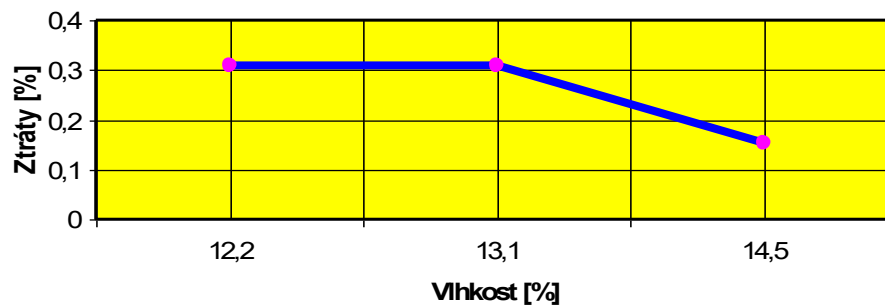
- **graf 5.5. Ztráty před sklizní Z_p [%]**

V tabulce 5.5. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených žácím ústrojím a netěsnostmi stroje a v následujícím grafu 5.6. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.5. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m^{-1}]	Ztráty [%]
14,5	1	0,1538
13,1	2	0,3077
12,2	2	0,3077

Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje
 Z_z [%]



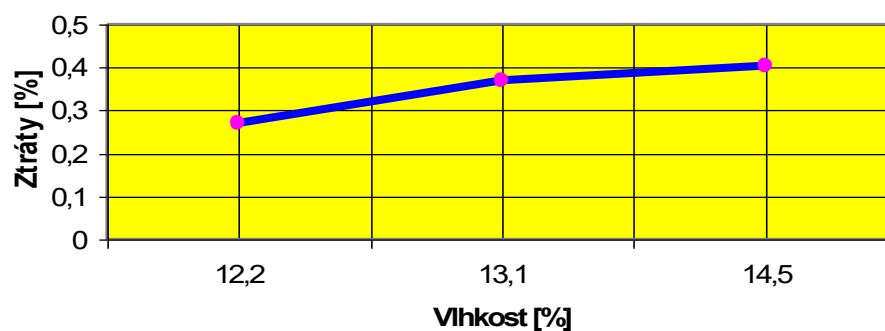
- graf 5.6. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]

V tabulce 5.6. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených výmlatem, výřasem a čištěním a v následujícím grafu 5.7. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- tabulka 5.6. Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním Z_v [%]

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m ⁻¹]	Ztráty [%]
14,5	2,62	0,4031
13,1	2,40	0,3692
12,2	1,75	0,2692

Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním
 Z_v [%]

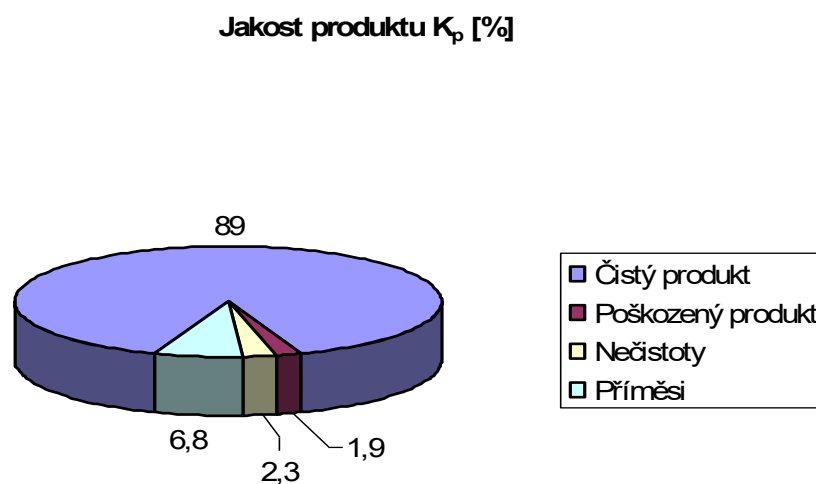


- graf 5.7. Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním Z_v [%]

Tabulka 5.7. udává množství nežádoucích elementů ve zrně vyjmutého ze zrnového zásobníku a graf 5.8. znázorňuje jeho zastoupení.

- **tabulka 5.7. Jakost produktu K_p [%]**

Složení	Zastoupení [%]
Čistý produkt	89
Poškozený produkt	1,9
Nečistoty	2,3
Příměsi	6,8



- **graf 5.8. Jakost produktu K_p [%]**

b) Při sklizni řepky

V tabulce 5.8. jsou uvedeny vypočtené a naměřené hodnoty, které udávají parametry sklízecí mlátičky a charakterizují aktuální stav sklizeného obilí.

- *tabulka 5.8. naměřených a vypočtených hodnot*

Měřený parametr	Jednotky	Hodnota
Průchodnost Q	[kg.s ⁻¹]	21,05
Pracovní záběr B _p	[m]	9,15
Pracovní rychlost v _p	[m.s ⁻¹]	1,25
Celkové ztráty Z _c	[%]	2,738
Spotřeba pohonných hmot m	[l.ha ⁻¹]	13,842
Spotřeba pohonných hmot m	[l.t ⁻¹]	4,33
Výška strniště h _s	[m]	0,372
Vlhkost zrna u _z	[%]	7,67
Výška porostu h _p	[m]	1,224
Měrná vlhkost slámy u _s	[%]	15,6
Výnos zrna q _z	[t.ha ⁻¹]	3,288
Výnos slámy q _s	[t.ha ⁻¹]	1,825
Sklon pozemku α	[°]	<2

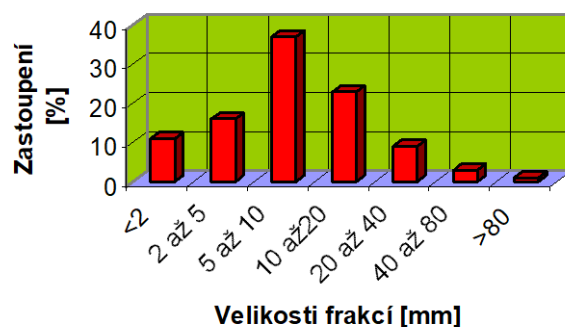
Po projetí sklízecí mlátičky zkušebním úsekem byly ze sledované plochy sebrány jednotlivé vzorky, které byly zváženy, přebrány a vyhodnoceny v tabulce 5.9. a grafech 5.9. až 5.11.

V době měření byl slabý boční vítr do 1 m.s⁻¹, teplota ovzduší 20 °C.

- *tabulka 5.9. Jakost drcení a řezání slámy drtičem skl. mlátičky K_{dd} [%]*

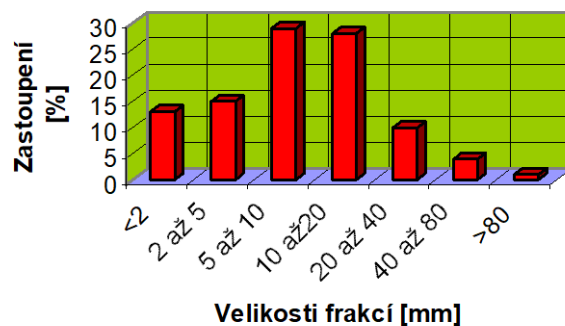
Frakce [mm]	<2	2-5	5-10	10-20	20-40	40-80	>80	Vlhkost[%]
I.	11	16	37	23	9	3	1	16,8
II.	9	19	31	29	7	3	2	13,9
III.	13	15	29	28	10	4	1	16,11

**Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí
mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 16,8%**



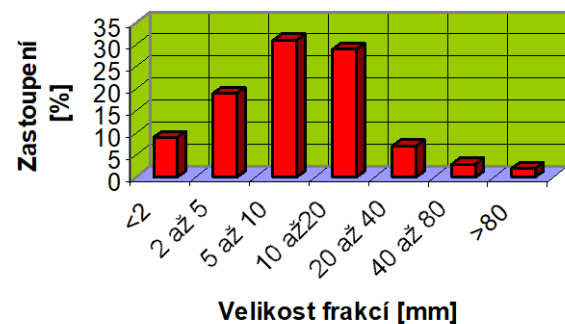
- graf 5.9. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

**Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí
mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 16,11%**



- graf 5.10. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

**Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí
mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 13,9%**

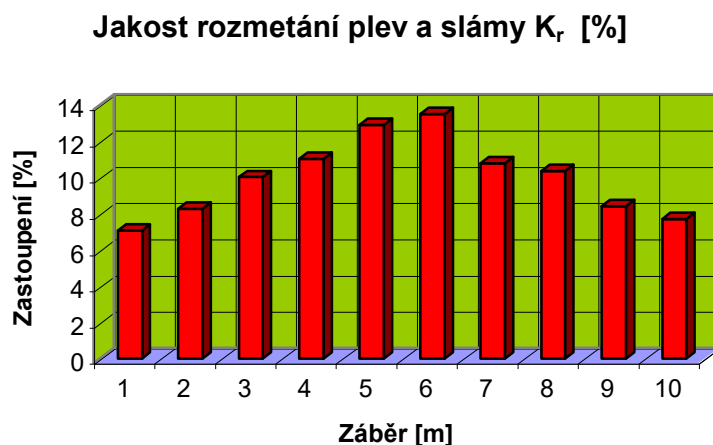


- graf 5.11. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

V tabulce 5.10. je popisováno procentuální zastoupení posklizňových zbytků za sklízecí mlátičkou od posečené (levé) strany ke stávajícímu porostu na straně pravé, v grafu 5.12. je rozmístnění drtě po pozemku.

- **tabulka 5.10. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]**

	Levá strana					Pravá strana				
Záběr [m]	1	2	2	4	5	6	7	8	9	10
Zastoupení [%]	7,07	8,28	10,0	11,0	12,9	13,5	10,7	10,3	8,4	7,7



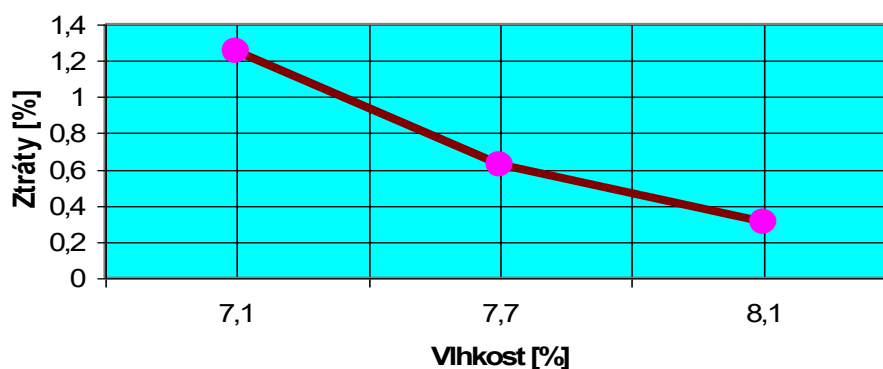
- **graf 5.12. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]**

V tabulce 5.11. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát před sklizní a v následujícím grafu 5.13. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.11. Ztráty před sklizní Z_p [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [$\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$]	Ztráty [%]
8,1	1	0,3125
7,7	2	0,625
7,1	4	1,25

a) Ztráty před sklizní Z_p [%]



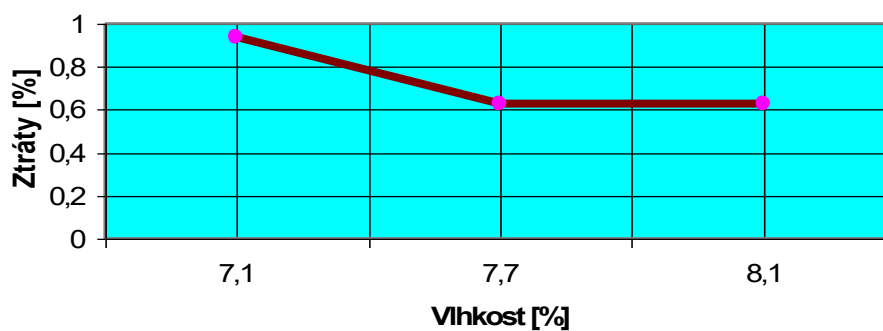
- graf 5.13. Ztráty před sklizní Z_p [%]

V tabulce 5.12. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených žacím ústrojím a netěsnostmi stroje a v následujícím grafu 5.14. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- tabulka 5.12. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]

Vlhkost [%]	Ztráty [$\text{g} \cdot \text{m}^{-1}$]	Ztráty [%]
8,1	2	0,625
7,7	2	0,625
7,1	3	0,938

Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]



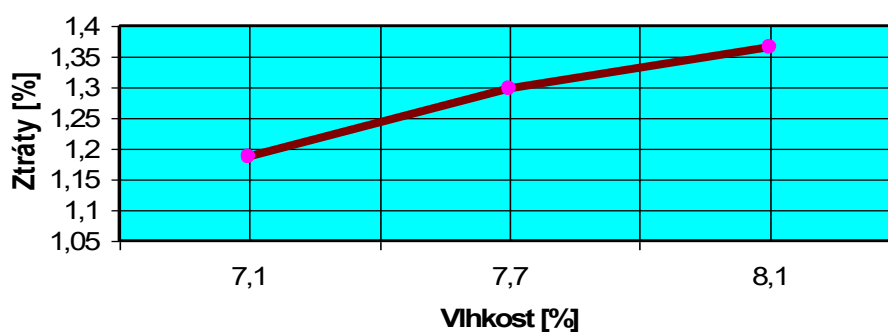
- graf 5.14. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]

V tabulce 5.13. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených výmlatem, výřasem a čištěním a v následujícím grafu 5.15. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.13. Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním Z_v [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m^{-1}]	Ztráty [%]
8,1	4,37	1,366
7,7	4,15	1,297
7,1	3,8	1,188

**Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním
 Z_v [%]**



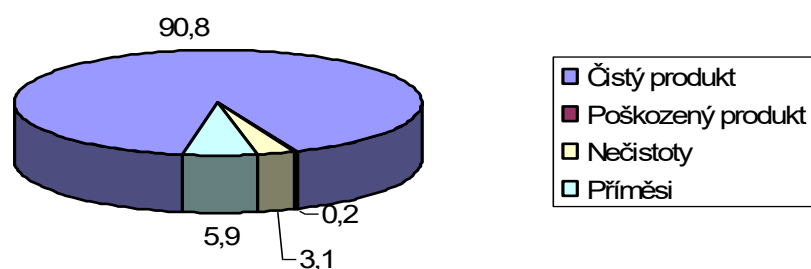
- **graf 5.15. Ztráty způsobené výmlatem, výřasem a čištěním Z_v [%]**

Tabulka 5.14. udává množství nežádoucích elementů ve zrna vyjmutého ze zrnového zásobníku a graf 5.16. znázorňuje jeho zastoupení.

- **tabulka 5.14. Jakost produktu K_p [%]**

Složení	Zastoupení [%]
Čistý produkt	90,8
Poškozený produkt	0,2
Nečistoty	3,1
Příměsi	5,9

Jakost produktu K_p [%]



- graf 5.16. Jakost produktu K_p [%]

c) Při sklizni kukuřice

V tabulce 5.15. jsou uvedeny vypočtené a naměřené hodnoty, které udávají parametry sklízecí mlátičky a charakterizují aktuální stav sklizeného obilí.

- tabulka 5.15. naměřených a vypočtených hodnot

Měřený parametr	Jednotky	Hodnota
Průchodnost Q	[kg.s ⁻¹]	17,53
Pracovní záběr B_p	[m]	6
Pracovní rychlost v_p	[m.s ⁻¹]	2,372
Celkové ztráty Z_c	[%]	0,64
Spotřeba pohonných hmot m	[l.ha ⁻¹]	16,7
Spotřeba pohonných hmot m	[l.t ⁻¹]	1,58
Výška strniště h_s	[m]	0,124
Vlhkost zrna u_z	[%]	30,467
Výška porostu h_p	[m]	2,124
Měrná vlhkost slámy u_s	[%]	17,03
Výnos zrna q_z	[t.ha ⁻¹]	10,5672
Výnos slámy q_s	[t.ha ⁻¹]	9,182
Sklon pozemku α	[°]	<4

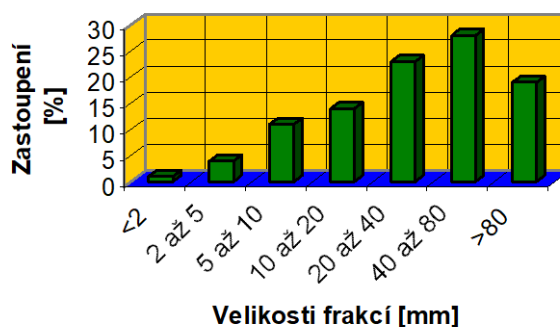
Po projetí sklízecí mlátičky zkušebním úsekem byly ze sledované plochy sebrány jednotlivé vzorky, které byly zváženy, přebrány a vyhodnoceny v tabulce 5.16. a grafech 5.17. až 5.19.

V době měření byl slabý boční vítr do 2 m.s^{-1} , teplota ovzduší $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

- tabulka 5.16. *Jakost drcení a řezání slámy drtičem skl. mlátičky K_{dd} [%]*

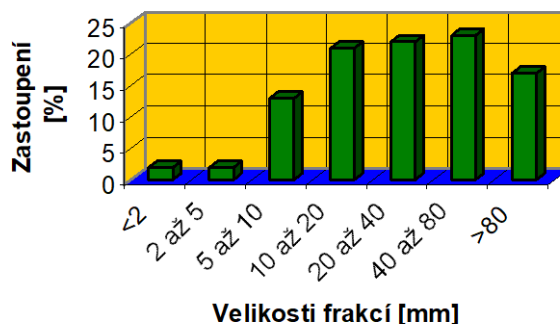
Frakce [mm]	<2	2-5	5-10	10-20	20-40	40-80	>80	Vlhkost[%]
I.	1	4	11	14	23	28	19	17,9
II.	4	6	9	16	19	33	13	16,4
III.	2	2	13	21	22	23	17	16,8

Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 17,9%



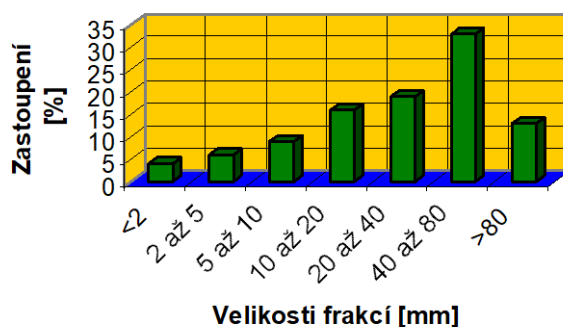
- graf 5.17. *Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]*

Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 16,8%



- graf 5.18. *Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]*

**Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí
mlátičky K_{dd} [%] při vlhkosti 16,4%**



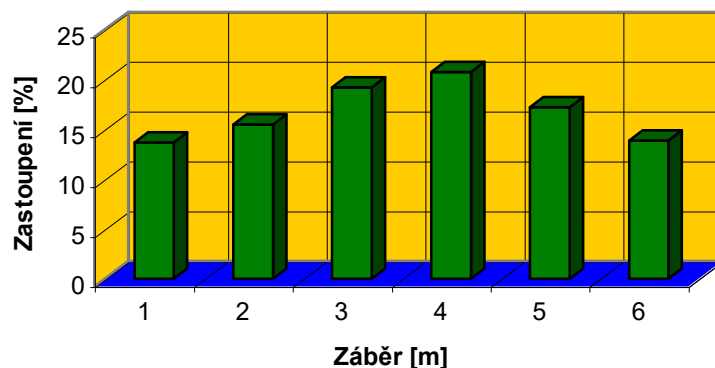
- graf 5.19. Jakost drcení a řezání slámy drtičem sklízecí mlátičky K_{dd} [%]

V tabulce 5.17. je popisováno procentuální zastoupení posklizňových zbytků za sklízecí mlátičkou od posečené (levé) strany ke stávajícímu porostu na straně pravé, v grafu 5.20. je rozmístnění drtě po pozemku.

- tabulka 5.17. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]

	Levá strana			Pravá strana		
Záběr [m]	1	2	3	4	5	6
Zastoupení [%]	13,6	15,4	19,1	20,7	17,2	13,85

Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]

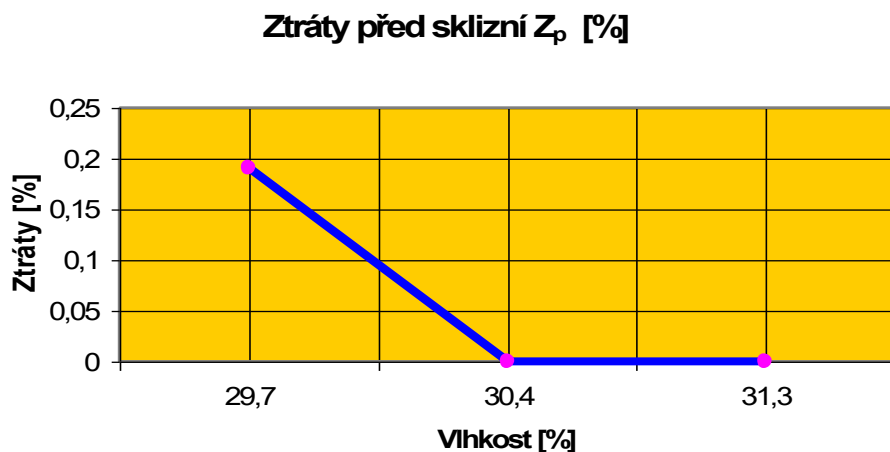


- graf 5.20. Jakost rozmetání plev a slámy K_r [%]

V tabulce 5.18. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát před sklizní a v následujícím grafu 5.21. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.18. Ztráty před sklizní Z_p [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m^{-1}]	Ztráty [%]
31,3	2	0,191
29,7	0	0
30,4	0	0



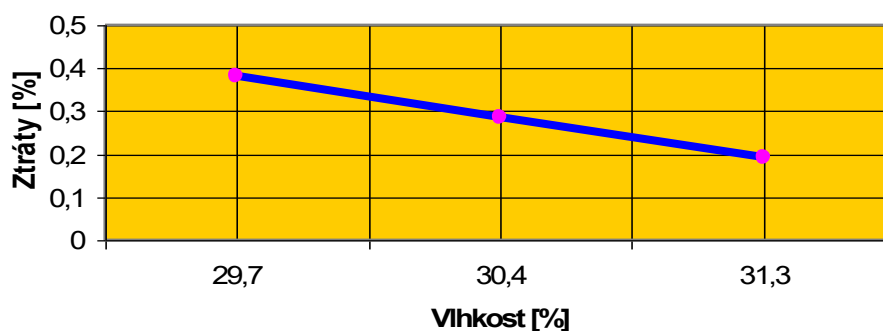
- **graf 5.21. Ztráty před sklizní Z_p [%]**

V tabulce 5.19. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených žácím ústrojím a netěsnostmi stroje a v následujícím grafu 5.22. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- **tabulka 5.19. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_z [%]**

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m^{-1}]	Ztráty [%]
31,3	4	0,381
29,7	2	0,191
30,4	3	0,286

Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_ž [%]



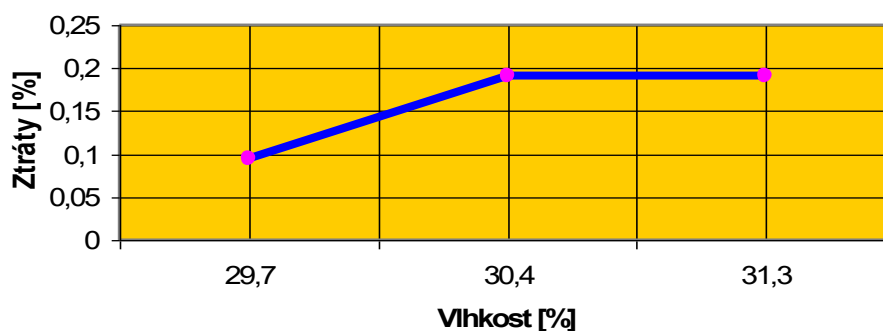
- graf 5.22. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje Z_ž [%]

V tabulce 5.20. jsou zachyceny tři měření hodnot ztrát způsobených výmlatem, výtrásem a čištěním a v následujícím grafu 5.23. je patrná jejich závislost vzhledem k aktuální vlhkosti zrna.

- tabulka 5.20. Ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním Z_v [%]

Vlhkost [%]	Ztráty [g.m ⁻¹]	Ztráty [%]
31,3	2	0,191
29,7	1	0,095
30,4	2	0,191

Ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním Z_v [%]



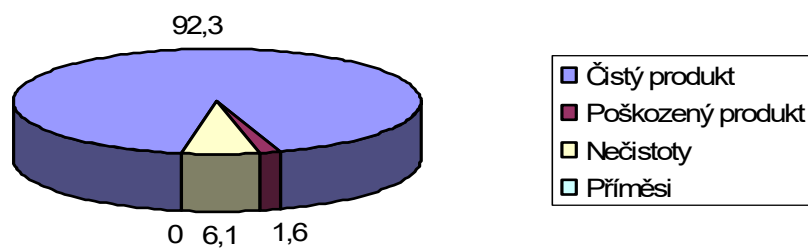
- graf 5.23. Ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním Z_v [%]

Tabulka 5.21. udává množství nežádoucích elementů ve zrně vyjmutého ze zrnového zásobníku a graf 5.24. znázorňuje jeho zastoupení.

- tabulka 5.21. *Jakost produktu K_p [%]*

Složení	Zastoupení [%]
Čistý produkt	92,3
Poškozený produkt	1,6
Nečistoty	6,1
Příměsi	0

Jakost produktu K_p [%]



- graf 5.24. *Jakost produktu K_p [%]*

Ekonomické zhodnocení

Důležitým ukazatelem pro charakteristiku ekonomické náročnosti provozu sklízecí mlátičky je stanovení minimální roční výkonnosti a tím i zajištění rentability provozu, v případě formy poskytování služeb i k vytvoření zisku.

- tabulka 5.22. Ekonomické zhodnocení

Pořizovací cena [Kč]	6 696 000,-
Pořizovací cena adaptéru [Kč]	1 650 000,-
Amortizace [Kč/rok]	880 000,-
Náklady na uskladnění stroje [Kč/rok]	6 730,-
Náklady na pojištění [Kč/rok]	128 368,-
Náklady na spotřebu PHM [Kč/rok]	282 240,-
Náklady na opravy a údržbu [Kč/rok]	232 403,-
Náklady na mzdu obsluhy [Kč/rok]	361 608,-
CELKOVÉ NÁKLADY [Kč/rok]	1 891 349,-

Základní charakteristika provozu

Majitelem zemědělského podniku v Hostech u Týna nad Vltavou je Miroslav Daňhel. Podnik je vybaven svojí zemědělskou technikou a využívá služeb podniku Daňhel spol.s.r.o. Podnik se specializuje na pěstování obilovin.

Disponuje celkem 1750 hektary, z toho 1512 hektarů orné půdy a 238 hektarů louky a pastviny.

V osevním postupu zabírají 805 hektarů obiloviny, 535 hektarů kukuřice na zrno, 172 hektarů kukuřice na siláž.

6. DISKUSE A ZÁVĚR

Hodnocení kvality práce sklízecí mlátičky je ovlivňováno mnoha faktory. Nejdůležitějším faktorem je dostatečně kvalifikovaná a zkušená obsluha, která dovede bystře reagovat na vzniklé nenadálé situace. Dále se při sklizni setkáváme s rozličným počasím, které hraje velikou roli nejen při samotné sklizni, ale také na připravenosti pozemku z hlediska sjízdnosti, zejména prokluzu hnacích kol sklízecí mlátičky. Samotná sklizeň si vyžaduje optimální vlhkost sklizeného obilí, u zrna z hlediska minimalizace ztrát a poškození samotného zrna. U slámy se preferuje minimální vlhkost z hlediska snadného drcení neseným drtičem sklízecí mlátičky.

Vznik ztrát zrna před sklizní pšenice ozimé je odvozen od vývoje počasí a následného dozrávání zrn v klasech. V našem případě je patrné, že s postupným snížením vlhkosti zrna na 13,1 % byly ztráty vzrůstající. Následným snižováním vlhkosti až na 12,2% nebyly zjištěny další nárůsty ztrát. Ztráty způsobené žacími ústrojími a netěsnostmi stroje měli k hranici vlhkosti 13,1% stoupající tendenci, dále až k vlhkosti 12,2% nedošlo k nárůstu ztrát. Ztráty způsobené výmlatem, výtrasem a čištěním mají dle měření od vlhkosti 14,5% klesající tendenci. Ve srovnání s požadavky na maximální ztráty způsobené při přímé sklizni sklízecí mlátičkou, které povolují nejvýše 1,5%, je v našem případě ztrátovost 0,84% uspokojivá. Dá se usoudit, že se snižující se vlhkostí, je zrno dokonaleji odděleno od plev a tím pádem se nedostane mimo stroj. Jakost produktu nám ukazuje, že množství čistého zrna v zásobníku je 89%, tato hodnota je zhruba o pět procent nižší, než je dáno agrotechnickými požadavky, příčinou toho snížení jakosti je nedokonalé odstranění příměsí, které činí 6,8%. Účelem drcení a řezání slámy je co nejlépe poškodit strukturu stébla plodiny, které bude následně zapraveno do země a vystaveno činnosti mikroorganismů. Proto by žádná z drcených frakcí neměla být větší než 160mm a tolerance v rozmezí 80 až 160mm je do 8%. V našem případě se daří většinu slámy upravit na frakce o velikosti 2 až 5mm, tudíž hranici 80mm překročí pouze 5% větších frakcí slámy. Při rozmetání drcené slámy za sklízecí mlátičkou je velmi důležité, co nejrovnoměrněji tento materiál rozmístit po celé šíři záběru do strniště. Tuto operaci ovlivňuje nastavení rozptylové desky a možnost negativně působícího

bočního větru. V našem případě dopadá nejvíce materiálu do míst osy stroje, v levé části je to 14,5% a na pravé je to 14,41%. Naopak nejméně materiálu se dostává do konců zabírané plochy, vlevo je to 6,45% a na pravé straně 5,06%. Ideálem by bylo, aby na naší desetimetrové měřicí ploše bylo na každém čtverečném metru cca 10% rozptýlené nadrcené slámy.

Vznik ztrát zrna před sklizní řepky je odvozen od vývoje počasí a následného dozrávání zrn v šešulích. V našem případě je patrné, že s postupným snížením vlhkosti zrna na 7,1 % byly ztráty vzrůstající. Ztráty způsobené žacími ústrojími a netěsnostmi stroje byly při vlhkosti 8,1% až 7,7% konstantní a činily 0,62%. Ztráty způsobené výmlatem, výtrasem a čištěním mají dle měření od vlhkosti 8,1% do vlhkosti 7,1% klesající tendenci. Ve srovnání s požadavky na maximální ztráty způsobené při přímé sklizni sklízecí mlátičkou, které povolují nejvýše 1,5%, je v našem případě ztrátovost 2,738% neuspokojivá. Dá se usoudit, že se snižující se vlhkostí, je zrno dokonaleji odděleno od plev a tím pádem se nedostává mimo stroj. Jakost produktu nám ukazuje, že množství čistého zrna v zásobníku je 90,8%, tato hodnota je zhruba o tři procenta nižší, než je dáno agrotechnickými požadavky, příčinou toho snížení jakosti je nedokonalé odstranění příměsí, které činí 5,9%. Účelem drcení a řezání slámy je co nejlépe poškodit strukturu stébla plodiny, které bude následně zapraveno do země a vystaveno činnosti mikroorganismů. Proto by žádná z drcených frakcí neměla být větší než 160mm a tolerance v rozmezí 80 až 160mm je do 8%. V našem případě se daří většinu slámy upravit na frakce o velikosti 5 až 40mm, tudíž hranici 80mm překročí pouze 1,33% větších frakcí slámy. Při rozmetání drcené slámy za sklízecí mlátičkou je velmi důležité, co nejrovnoměrněji tento materiál rozmístit po celé šíři záběru do strniště. Tuto operaci ovlivňuje nastavení rozptylové desky a možnost negativně působícího bočního větru. V našem případě dopadá nejvíce materiálu do míst osy stroje, v levé části je to 12,9% a na pravé je to 13,5%. Naopak nejméně materiálu se dostává do konců zabírané plochy, vlevo je to 7,07% a na pravé straně 7,7%. Ideálem by bylo, aby na naší desetimetrové měřicí ploše bylo na každém čtverečném metru cca 10% rozptýlené nadrcené slámy.

Vznik ztrát zrna před sklizní kukuřice je odvozen od vývoje počasí a následného dozrávání zrn v palicích. V našem případě je patrné, že při

vlhkosti zrna 31,3 % až 30,4% byly ztráty nulové. Následným snižováním vlhkosti až na 29,7% se ztráty zvýšily až na 0,19%. Ztráty způsobené žacím ústrojím a netěsnostmi stroje měli od vlhkosti 31,3% až do 29,7% stoupající tendenci až hodnotě 0,38% ztrátovosti. Ztráty způsobené výmlatem, výtrásem a čištěním mají dle měření od vlhkosti 31,3% až do 30,4% hodnotu 0,191%. Ve srovnání s požadavky na maximální ztráty způsobené při přímé sklizni sklízecí mlátičkou, které povolují nejvýše 1,5%, je v našem případě ztrátovost 0,64% uspokojivá. Dá se usoudit, že se snižující se vlhkostí, je zrno dokonaleji odděleno od plev a tím pádem se nedostane mimo stroj. Jakost produktu nám ukazuje, že množství čistého zrna v zásobníku je 92,3%, tato hodnota je zhruba o necelé dvě procenta nižší, než je dáno agrotechnickými požadavky, příčinou toho snížení jakosti je nedokonalé odstranění nečistot, které činí 6,1%. Účelem drcení a řezání slámy je co nejlépe poškodit strukturu stébla plodiny, které bude následně zapraveno do země a vystaveno činnosti mikroorganismů. Proto by žádná z drcených frakcí neměla být větší než 160mm a tolerance v rozmezí 80 až 160mm je do 8%. V našem případě se daří většinu slámy upravit na frakce o velikosti 20 až 80mm, tudíž hranici 80mm překročí pouze 16,33% větších frakcí slámy, což překračuje stanovenou mez. Při rozmetání drcené slámy za sklízecí mlátičkou je velmi důležité, co nejrovnoměrněji tento materiál rozmístit po celé šíři záběru do strniště. Tuto operaci ovlivňuje nastavení rozptylové desky a možnost negativně působícího bočního větru. V našem případě dopadá nejvíce materiálu do míst osy stroje, v levé části je to 19,1% a na pravé je to 20,7%. Naopak nejméně materiálu se dostává do konců zabírané plochy, vlevo je to 13,6% a na pravé straně 13,85%. V ideálním případě by mělo být na každém čtverečném metru cca 16,67% rozptýlené nadrcené slámy z celkového záběru sklízecí mlátičky.

7. DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Hlavním cílem dobré a kvalitní práce sklízecí mlátičky John Deere 9880 STS je využití vlastních technologických kapacit. Sklízecí mlátička je určena svou velikostí a charakterem pro použití v podnicích řádově nad tisíc hektarů, nejlépe však v podnicích poskytujících služby, kde roční výkonnost může dosahovat až ke třem tisícům sklizených hektarů.

Uplatnění této sklízecí mlátičky je při sklizni veškerých obilovin a kukuřice.

Na základě zjištěných výsledků navrhuji:

- pro snížení ztrát zrna vlivem vlhkosti doporučuji přizpůsobit hmotnostní tok pracovním podmínkám a jeho rovnoměrnost by měla být zachována,
- pro snížení množství nečistot a příměsí v zásobníku zrna navrhuji vhodně nastavit rychlost vzduchového proudu od ventilátoru, případně jeho usměrnění.

8. PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- [1]. KROUPA, P.-HŮLA, J.-KOVAŘÍČEK, P.: Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin, ÚZPI, Praha 2002, 65 s.
- [2]. ČSN 47 01 89: Adaptéry sklízecích mlátiček-metody zkoušení, FÚNM, Praha 1992, 11 s.
- [3]. MALÉŘ, J.: Sklizeň zrnin, úprava a využití slámy, SZN, Praha 1982, 292 s.
- [4]. BŘEČKA, J.- HONZÍK, I.- NEUBAUER, K.: Stroje pro sklizeň píce a obilovin, Praha 2001, 147 s.
- [5]. NEUBAUER, K. a KOL. : Stroje pro rostlinnou výrobu, SZN, Praha 1989, 720 s.
- [6]. KAVKA, M.: Využití zemědělské techniky v podmínkách tržního hospodářství, ÚZPI, Praha 1997, 39 s.
- [7]. TEMPÍR, Z.: Sklízecí mlátičky, řezačky a lisy na českém trhu 1995 – 1996, SZN, Praha 1997, 83 s.
- [8]. FIREMNÍ LIT.: John Deere, 2004
- [9]. www.deere.com
- [10]. www.danhel.cz
- [11]. www.agrotec.cz
- [12]. www.claas.com

