JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby
Katedra: Zemědělské, dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

## Sklízecí mlátičky: příprava výukových materiálů

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Filip
Autor bakalářské práce: Ondřej Šáda

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
**Fakulta zemědělská**
Akademický rok: **2016/2017**

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

| | |
|---|---|
| Jméno a příjmení: | **Ondřej ŠÁDA** |
| Osobní číslo: | **Z15116** |
| Studijní program: | **B4131 Zemědělství** |
| Studijní obor: | **Zemědělská technika: obchod, servis a služby** |
| Název tématu: | **Sklízecí mlátičky: příprava výukových materiálů** |
| Zadávající katedra: | **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky** |

Zásady pro vypracování:

*Cíl práce:*

Cílem bakalářské práce je návrh textu, který by mohl být využit jako podpůrný studijní materiál pro studenty Katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky ZF JU. Práce se bude zabývat problematikou sklízecích mlátiček

*Struktura hlavní části práce bude následující:*

1. Stručný úvod do problematiky, základní přehled, názvosloví, souvislosti s dalšími obory, historický kontext.
2. Technické principy sklízecích mlátiček.
3. Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky.
4. Přehled a charakteristika techniky dostupné na stávajícím trhu.
5. Závěrečné shrnutí a poznámky.
6. Obsáhlá obrazová příloha. Vítanou součástí práce může být soubor video-dokumentace, který bude přiložen na datovém nosiči. Součástí práce může být soubor fotografií či video dokumentace, který bude přiložen na datovém nosiči. Umožní-li to charakter získaných dat, pokusí se student výsledky opublikovat.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**STEHNO, Luboš et al. Historie sklízecích mlátiček. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014. 284 s. ISBN 978-80-86726-58-8.**
**MALEŘ, Josef. Mechanizace sklizně obilovin a pícnin na svazích: (studijní zpráva) = Mechanizacija uborki zernovych i kormovych so sklonov: (obzor) = Mechanization of cereal and fodder harvesting on slopes: (review). Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, 1982. 52 s. Studijní informace. Zemědělská technika; 2/82.**
**HEŘMÁNEK, Petr a KUMHÁLA, František. Nové konstrukce sklízecích mlátiček = New construction of combine harvesters: (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 54 s. Studijní informace. Zemědělská technika a stavby, č. 3/97. ISBN 80-86153-33-9.**
**PÍCHA, Vladimír. Katalog sklizňové techniky. 1. vyd. Praha: Zemědělský týdeník, 2007. 134 s. ISBN 978-80-87002-02-5.**
**PASTOREK, Zdeněk a kol. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. [Praha]: Martin Sedláček, 2002. 144 s. ISBN 80-902413-4-4.**
**KUMHÁLA, František a kol. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.**
**DÖRFLINGER, Michael. 1000 zemědělských strojů. 1. vyd. [Praha]: Knižní klub, 2009. 336 s. ISBN 978-80-242-2461-9.**
**materiály přístupné přes databáze (např. Web of Knowledge, ScienceDirect atp.)**
**propagační materiály prodejců zemědělské techniky**
**internet**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Filip**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **16. ledna 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2018**

V. Z.

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

L.S.

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

V Českých Budějovicích dne 22. března 2017

## Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne ……

..……

vlastnoruční podpis autora

**Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl zejména poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Filipovi za jeho vedení a mnoho cenných rad při vypracovávání bakalářské práce.

**Abstrakt**

Tato práce poskytuje přehled sklízecích mlátiček. Práce je rozdělena do kapitol podle jednotlivých používaných ústrojí a poskytuje pohled na agrotechnické požadavky, rozdělení hlavních částí, popis jejich základního fungování. Práce by měla sloužit jako doplňující výukový text pro studenty Katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky Zemědělské fakulty Jihočeské Univerzity.

**Klíčová slova:** sklizeň, sklízecí mlátičky, sklízecí ústrojí, mláticí ústrojí, separační ústrojí

**Abstract**

This thesis contains an overview of harvesting thrashing machines. The thesis is divided to chapters according to the used systems and it provides a view of agro technical requirements, a division of the main parts, and the description of their fundamental functions. This work should be used as an additional study material for the students from the agricultural department, transport and manipulative techniques department of the South Bohemian University.

**Key Words:** harvest, harvesting thrashing machines, harvesting system, thrashing system, separating system

# Obsah


Úvod ..... 10

1. Cíl práce ..... 11
2. Historie sklízecích mlátiček ..... 12
3. Sklízecí mlátičky ..... 14

3.1 Přímá sklizeň (jednofázová) ..... 14

3.2 Dělená sklizeň (dvoufázová) ..... 15

4. Agrotechnické požadavky ..... 15
5. Rozdělení sklízecích mlátiček ..... 16
6. Hnací a pojezdová ústrojí ..... 18

6.1 Energetická náročnost ..... 18

6.1.1 Motor ..... 18

6.2 Hydraulická soustava ..... 19

6.2.1 Hydraulická soustava řízení směru jízdy ..... 19

6.2.2 Hydraulická soustava ovládání pracovních částí ..... 20

6.3 Mechanické pohony pojezdu ..... 20

6.4 Hydraulické pohony pojezdu ..... 20

6.4.1 Vlastnosti hydraulických mechanismů ..... 20

6.5 Hydrostatické převody ..... 21

6.6 Pojezdové převodovky sklízecích mlátiček ..... 22

6.6.1 Převodovka řazená pod zatížením ..... 22

6.7 Podvozek a pojezdové ústrojí ..... 23

6.7.1 Kolový podvozek ..... 23

6.7.2 Polopásový podvozek ..... 24

6.7.3 Podvozek s předními řídícími koly ..... 24

6.7.4 Pohon zadní nápravy ..... 25

6.8 Svahové vyrovnávání sklízecí mlátičky ..... 25

6.8.1 Vyrovnávání čistidel ..... 25

6.8.2 Vyrovnávání mlátičky ..... 27

6.8.3 Příčné a podélné vyrovnávání ... 28
6.9 Pohon mlátičky ... 28
6.9.1 Řemenové pohony ... 28
6.9.2 Variátor ... 29
6.9.3 Variátor bez vložené řemenice ... 29
6.9.4 Variátor s vloženou dvojitou řemenicí ... 29
6.9.5 Pohon pomocí CVT převodovky ... 30
7. Mláticí ústrojí ... 31
7.1 Tangenciální mláticí ústrojí ... 31
7.1.1 Varianty tangenciálního mláticího ústrojí ... 32
7.2 Axiální mláticí ústrojí ... 33
7.2.1 Mechanismus s jedním podélným rotorem ... 34
7.2.2 Mechanismus s dvěma podélnými rotory ... 34
7.2.3 Mechanismus s příčně uloženým rotorem ... 35
8. Separační ústrojí ... 36
8.1 Klávesová vytřásadla ... 36
8.2 Rotační tangenciální separátory ... 37
8.3 Rotační axiální separátory ... 37
8.4 Kombinované separátory ... 37
8.5 Separace axiálních mlátiček ... 38
9. Popis sklízecí mlátičky ... 38
9.1 Šikmý dopravník ... 38
9.2 Mláticí ústrojí ... 39
9.3 Separační ústrojí ... 40
9.4 Čistící ústrojí ... 40
9.5 Zásobník zrna ... 42
9.6 Drtiče slámy a metač plev ... 43
9.7 Kabina a ovládání ... 45
10. Sklízecí ústrojí ... 47
10.1 Rozdělení sklízecího ústrojí ... 47

10.2 Žací adaptér ..... 47
10.3 Popis žacího adaptéru ..... 48
10.4 Vario žací lišta ..... 52
10.5 Přídavný adaptér pro sklizeň řepky ..... 53
10.6 Žací adaptér se sklápěním ..... 54
10.7 Adaptér pro sklizeň kukuřice ..... 54
10.8 Adaptér pro sklizeň slunečnice ..... 56
10.9 Sběrací adaptér ..... 57
10.10 Vyčesávací adaptér (stipper) ..... 57
10.11 Kopírování pozemku ..... 58
10.12 Systém na přepravu sklízecích adaptéru po pozemních komunikacích 59
11. Naváděcí systémy ..... 60
11.1 Systém automatického navádění na hranu neposečeného porostu 60
11.2 Systém automatického navádění na řádek ..... 61
11.3 Navádění pomocí satelitní navigace (GPS) ..... 62
11.3.1 Druhy signálu John Deere ..... 62
Závěr ..... 64
Seznam použité literatury: ..... 65
Seznam obrázků ..... 69

# Úvod

Obiloviny jsou nejdůležitější skupinou v rostlinné výrobě. Jejich hlavní účel pěstování je pro potravinářské účely, krmivo pro hospodářská zvířata, průmyslové zpracování a k dalšímu množení na osivo. Největší výhodou obilovin je lehká a dlouhodobá možnost skladování, vhodné chemické složení pro výživu lidí (pšenice a V ČR jsou obilniny pěstovány na 55 % orné půdy.

Sklizeň semenných plodin, ale hlavně obilovin je jedním z nejdůležitějších prací zemědělců nejen v ČR, ale i po celém světě. Dříve před prvním použitím sklízecích mlátiček se zrno z klasů dostávalo všemi možnými způsoby. Dnes si tuto práci nedokážeme představit bez použití moderních sklízecích mlátiček, které zajišťují nejjednodušší a nejspolehlivější způsob sklizně. S narůstajícími výnosy obilovin kladou výrobci důraz na výkonnost sklízecích mlátiček. Další snahou je co největší minimalizace sklizňových ztrát a provozních nákladů stroje.

Dříve se zvyšování výkonnosti dosahovalo zvětšováním hlavních částí sklízecích mlátiček. To však nelze zvětšovat stále kvůli omezení přepravní velikosti, proto jdou výrobci cestou zdokonalování jednotlivých pracovních ústrojí, kterými se zvyšuje účinnost a výkonnost jednotlivých součástí, a tím i celé sklízecí mlátičky.

Hlavní vývoj jde u sklízecích mlátiček třemi směry. Prvním je vývoj tangenciálního mláticího ústrojí, které je nejvíce rozšířené na našem území. Druhým směrem je vývoj axiálního mláticího ústrojí. Posledním směrem je kombinace tangenciálního a axiálního ústrojí. Zde se používá kombinace největších výhod těchto systémů.

Mezi hlavní světové výrobce sklízecích mlátiček patří firma Claas, John Deere, New Holland a společnost AGCO.

# 1. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je návrh textu, který by mohl být využit jako podpůrný studijní materiál pro studenty Katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky ZF JU. Práce se bude zabývat problematikou sklízecích mlátiček.

## 2. Historie sklízecích mlátiček

Vývoj prvních sklízecích mlátiček byl okolo roku 1900. Strojům se v této době říkalo sklízeče klasů. Tyto stroje měly velké záběry 10 až 15 m a zanechávaly za sebou vysoké strniště, protože sbíraly pouze klasy. Stroje byly tažené koňmi později poháněné párou nebo taženy traktory. Výkon parních mlátiček byl až 60 hektarů za den. Své uplatnění nalezli na velkých lánech s malým hektarovým výnosem na území Kanady, USA, Austrálie, Argentiny a Ruska. Po první světové válce se dostávají i do západní Evropy, zásluhou německé firmy Claas, která začala s výrobou sklízecích mlátiček. V roce 1922 se objevila na trhu sklízecí mlátička s vestavěným motorem, která byla vyrobena firmou Massey-Harris. První přívěsnou sklízecí mlátičku vyrobila firma Claas v roce 1937 a samojízdnou až v roce 1953. V roce 1938 totiž vyrobila firma Massey-Ferguson první samojízdnou sklízecí mlátičku. [1]

První sklízecí mlátička byla ČSSR vystavována již v roce 1928, stroj byl americké výroby. Používání sklízecích mlátiček začalo až po roce 1942. Objevily se zde v malém množství stroje ze západní Evropy. Nejvíce rozšířené byli sklízecí mlátičky ze SSSR typu S-6, přívěsná mlátička vybavená pomocným motorem o výkonu 30 kW. Sezónní výkonost mlátiček v roce 1955 byla v ČSSR 95 hektarů. Největším problémem v této době byla na řádkovaná sláma, z důvodu nedostatku strojů určených pro sklizeň slámy. Práce s přívěsnými mlátičkami byla velice obtížná, to se projevilo na sezónní výkonosti, která klesla v roce 1957 na 70 hektarů. [2]

Po roce 1957 nastává obrat u sklízecích mlátiček, které už nebyli pouze vzácností, ale začínají mít velké využití v rostlinné výrobě, kde se stávají opravdovými pomocníky. Začínají se zde využívat samojízdné sklízecí mlátičky dovezené ze SSSR typ S-4 a stroj ACD 343 dovezený z MLR od firmy EMAG. Od roku 1956 do roku 1957 se u nás vyráběla sklízecí mlátička typu ŽM-330 (obrázek 1), kterou vyráběla firma Agrostroj Prostějov. Záběr sklízecí mlátičky byl 3,3 m a byla vybavena prvky, jaké se používají dodnes. Jednalo se o jednu z nejmodernějších mlátiček této doby. Stroj byl vybaven pneumaticko-hydraulickou pružinou pro nadlehčování žacího válu, regulace počtu otáček přiháněče, zařízením pro kopírování pozemku, variátor pojezdu na prvním rychlostním stupni a dvoje čistidla. Od roku 1960 se dovážely mlátičky z MLR, kam byla předána výroba z Agrostroje Prostějov.

V této době k nám začal dovoz sklízecích mlátiček ze SSSR. Jednalo se o nový typ sklízecí mlátičky SK-3, který měl na svou dobu velmi dokonalé příčné kopírování,

pojezdový variátor umístěný před převodovkou, zásobník zrna umístěný vpředu a motor vzadu nad vytřásadlem. Po této mlátičce následovali další typy, které měli menší úpravy a zvětšenou průchodnost. Jednalo se o typ SK-4 a poté od roku 1974 následovaly typy SK-5 Niva a SK-6 Kolos, který se kvůli velké poruchovosti přestal dovážet. Díky těmto sklízecím mlátičkám se značně zvýšila i sezónní výkonost.

Od roku 1969 začal dovoz nových sklízecích mlátiček od východoněmecké firmy Fortschritt. Typ E-512 se záběrem 4,2 m. Tento výrobek NDR dosahoval snadno a trvale průchodnosti 5 $kg.s^{-1}$ uváděné výrobcem.

Agrostroj Prostějov uvedl v roce 1970 své dva prototypy sklízecí mlátičky SM-480 a o rok později tři prototypy typu SM-500. Stroje měly později srovnatelné parametry jako sklízecí mlátička E-516. [1]

Od roku 1978 se do Československa z NDR hromadně dovážely mlátičky E-516 se záběrem 6,7 m, který byl vybavený mláticím bubnem o šířce 1,6 m s průchodností přibližně 10 $kg.s^{-1}$ a motorem o výkonu 168 kW. Podobné parametry jako u E-516 mělo i několik strojů dovezených z Polska označením Z-060 a Bizon Gigant. Z Rumunska do Československa byla dovážena jediná sklízecí mlátička se svahovou úpravou, jednalo se o typ Gloria CP-12.

Po roce 1980 probíhal stále dovoz mlátiček typu E-516B a E-517 později, ale začala firma Claas dovážet a testovat svůj nový model Dominator 114CS, který dokázal v sedmi podnicích za jeden rok sklidit 546,6 hektarů. [2]

**Obrázek 1 Historická sklízecí mlátička ŽM – 330** [2]

# 3. Sklízecí mlátičky

Hlavním úkolem sklízecích mlátiček je získání porostu ze stanoviště. Porost se získá sečením (přímá sklizeň) nebo sbíráním (dělená – dvoufázová sklizeň). Poté sklízenou hmotu vymlátit (uvolnění zrna), zrno oddělit a vyčistit od ostatních částí rostlin a následně je shromáždit v zásobníku. Ostatní zbytky rostlin (sláma, plevy, úhrabky) připravit k následnému zpracování, ke sklizni nebo zapravení. Mají umožnit různé způsoby zpracování zbytků rostlin jako je ukládání slámy na řádek, slámu lisovat, řezat nebo drtit. Sklízecí mlátičky jsou víceúčelové stroje, které umožňují sklizeň většiny semenných kultur. Mlátičky jsou určeny do všech svahových i rovinatých oblastí. Svahová dostupnost do 8° jsou standartní sklízecí mlátičky, do 12° standartní s úpravou nebo do svahových oblastí 20° jsou mlátičky nazývané svahové, které mají speciální úpravy vyrovnávání. [3]

**Obrázek 2 Sklízecí mlátička Claas** [4]

## 3.1 Přímá sklizeň (jednofázová)

Pro přímou sklizeň se nejčastěji používá sklízecí mlátička s žacím ústrojím. Sklízí se zpravidla stojaté plodiny, které jsou v tzv. plné zralosti. Jednofázová sklizeň je nejefektivnější způsob sklizně a také nejideálnější způsob s ohledem na počasí, protože porost i po zmoknutí poměrně dobře a rychle usychá, díky tomu může sklizeň brzy pokračovat. V případě že porost má nerovnoměrné zrání, může být ošetřen desikanty. Desikace porostu se využívá zejména u jetelovin, luskovin, olejnin. U obilovin se desikace příliš nepoužívá. Přímá sklizeň je nejvíce používaná. [5]

### 3.2 Dělená sklizeň (dvoufázová)

Při dělené sklizni se plodiny sečou nejčastěji žacím strojem v tzv. žluté zralosti a ukládají se na široké řádky pro lepší dozrávání. Na řádku se nechá daná plodina dozrát při ideálním počasí 2-5 dní do technologické (plné) zralosti. Zralý porost se získává sklízecí mlátičkou vybavenou sběracím ústrojím. Touto metodou se nejčastěji sklízí traviny (například Jílek). Bývá více ztrátová než přímá sklizeň. [6]

## 4. Agrotechnické požadavky

- Sklízecí mlátičky jsou stroje určeny pro sklizeň obilovin, olejnin, luskovin, trav, jetelovin, kukuřice na zrno a dalších zrnin. Pro dosažení univerzálnosti sklízecích mlátiček a sklízení co nejvíce možných zrnin, mají mlátičky možnost výměny sklízecích adapterů (obilní a kukuřičný adaptér nebo sběrací adaptér určený pro dvoufázovou sklizeň apod.)
- Mlátičky musí zvládat vykonávané operace, kterými jsou: sečení porostu nebo sběr řádků, výmlat hmoty a následné ukládání slámy na řádek nebo drcení a rozptyl slámy po strništi. [5]
- Stroje by měly spolehlivě sklidit porost stojatý, polehlý (zvířený) porost do všech stran s výnosem zrna obilnin do 10 $t.ha^{-1}$ a výškou rostlin od 0,3 do 2,5 m. Sklízené zrno s vlhkostí až do 30 % a vlhkostí slámy až do 40 % a poměrem zrna ke slámě od 1: 0,8 do 1: 2,5.
- Výška strniště je od 70 do 600 mm má být rovnoměrná a také plynule měnitelná.
- Sklizňové ztráty zrna při přímé sklizni mohou být maximálně do 1,5 % z výnosu, kde ztráta na žacím stole může být maximálně 0,5 a na sklízecí mlátičce maximálně 1 %. Při dělené sklizni mohou ztráty dosahovat maximálně 2 %, kde 0,5 % je ztráta po řádkovači, ztráta za sběracím ústrojím do 0,5 % a za sklízecí mlátičkou do 1 %.
- Při sklizni nesmí poškození zrna mlátičkou být větší než 3 %. Obsah příměsí v zásobníku může být maximálně do 2 % a nečistot do 1 %.
- Sklízecí mlátička musí zajišťovat kvalitní drcení a rozptyl slámy v celé šířce záběru nebo uložení slámy na řádek o maximální šířce 180 cm.
- Průchodnost mlátiček při podobných podmínkách je u tangenciálního mláticího ústrojí maximálně 15 $kg.s^{-1}$, u axiálního mláticího ústrojí od 8 do 21

kg.s$^{-1}$. Záběr žacího stolu dosahuje až 16 m. Objem zásobníku 2,3 ÷ 17 m$^3$ s plnící výškou vynášecího dopravníku nad 3 m.

- Motory dosahují výkonu až 475 kW.
- Pro kvalitní a spolehlivou práci je třeba plynulá změna pracovní rychlosti od 1 do 12 km.h$^{-1}$, při svahové dostupnosti až 12° u klasických mlátiček a u svahových sklízecích mlátiček do 30°. Rychlost při přepravě až 40 km.h$^{-1}$.
- Tlak sklízecích mlátiček na půdu musí být co nejmenší maximální hranice je 0,15 MPa, k tomu pomáhá využití např. pásových podvozků.
- Sklízecí mlátičky musí být vybaveny prvky automatizace pro zkvalitnění sklizně a zvýšení bezpečnosti: ztrátoměry umístěné za separátory a čistidly, indikátory poklesu otáček na hlavních hřídelích
- Další vybavení pro kvalitní a pohodlnější sklizeň, patří možnosti stroje vybavit: počítačem hektarů, navádění stroje na obilní stěnu nebo navigační systém, automatická regulace rychlosti dle sklizňových ztrát nebo průchodnosti, mapování výnosů apod.
- Stroje musí vyhovovat všem bezpečnostním předpisům a předpisům o provozu na pozemních komunikacích.
- Stroje musí pracovat s co největší provozní spolehlivostí a měly by vyhovovat požadavkům precizního zemědělství.
- Obsluhu stroje by měl zvládnout jeden pracovník, který byl proškolen. [3]

## 5. Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky lze dnes rozdělit do několika různých skupin. Nejčastěji se dnes používají samojízdné sklízecí mlátičky typu T, které mají žací ústrojí umístěné čelně před mlátičkou. Žací ústrojí má záběr značně větší, než je šířka mlátičky. Posečený porost žacím ústrojím prochází přímo, ale větší část je dopravována zprava a zleva průběžným šnekovým dopravníkem do středu žacího stolu, kde mění směr pohybu o 90° a dál pak porost prochází mlátičkou ve směru pohybu stroje. [3]

a) Podle způsobu pohonu dělíme sklízecí mlátičky na:
   - traktorové, přívěsné nebo návěsné s pomocným motorem nebo bez něj,
   - samojízdné, s vlastním motorem pro pohon všech částí mlátičky.

Dnes se již používají díky vyspělému zemědělství zejména samojízdné sklízecí mlátičky.

b) Podle použitého provedení mláticího mechanismu dělíme sklízecí mlátičky na:

   - tangenciální (radiální), s mlatkovým nebo zubovým mechanismem.

   Zubový mechanismus se dnes již téměř nevyužívá z důvodu velkého poškození zrna. Mlatkový mechanismus se využívá s jedním nebo dvěma bubny s mlatkami.

   - axiální nebo také tzv. integrované, mají funkci mláticího a separačního ústrojí s využitím jednoho nebo dvěma bubny.

V Evropských podmínkách se nejvíce využívají tangenciální sklízecí mlátičky, jejich zastoupení je 80 %. Na Americkém kontinentě mají větší zastoupení axiální mlátičky z důvodu vyššího pěstování kukuřice na zrno.

c) Podle konstrukce separačního ústrojí dělíme sklízecí mlátičky na:

   - vytřásadlové se 4 až 6 vytřáskami, kde vytřáska je uložena na jedné klikové hřídeli nebo na dvou klikových hřídelí

   - bubnové tangenciální

   - kombinované, jeden až dva bubny spojené s vytřásadlem

   - axiální, využíván u axiálních mlátiček, kde přední část slouží k výmlatu a zadní část k separaci

   - rotační separátor po tangenciálním vymlácení probíhá axiální separace použití u mlátiček New Holland pod názvem Twin Flow rotor. [5]

d) Podle způsobu získávání porostu jsou:

   - žací, které porost přímo sečou žacím ústrojím, nejčastěji prstovou žací lištou,

   - sběrací, které porost sbírají z řádků pomocí sběracího ústrojí bubnového nebo pásového. [3]

e) Podle svahové dostupnosti dělíme sklízecí mlátičky na:

   - standartní do 10°

   - standartní s úpravou až 22°

   - svahové do 30°

Svahová dostupnost se dnes liší podle jednotlivých výrobců. Výrobci se předhání svými možnostmi ve svahové dostupnosti již v základních výbavách sklízecích mlátiček, to velice mění podmínky a rozdělení sklízecích mlátiček. Ve svahové dostupnosti nejvíce vynikají sklízecí mlátičky od firmy Laverda. [7]

# 6. Hnací a pojezdová ústrojí

## 6.1 Energetická náročnost

Pohonná jednotka mlátičky musí mít dostatek výkonu pro vlastní pojezd po poli, pro pohon jednotlivých funkčních skupin a zároveň mít dostatečnou energetickou rezervu pro překonání kritických situací mláticího a pojezdového ústrojí.

Energetická náročnost sklízecí mlátičky závisí na stavu sklízené hmoty (např. vlhkost hmoty, výška porostu), na půdním reliéfu, stavu půdy, sklonu pozemku.

Energetická náročnost je určena hlavně průchodností a s tím spojenou pojezdovou rychlostí. Vyjadřuje se měrným příkonem na 1 kg průchodnosti sklízecí mlátičky. U sklízecích mlátiček s tangenciálním mláticím ústrojím je celkový měrný příkon do 25 kW na $kg.s^{-1}$, u axiálního mláticího ústrojí je o 10 až 15 % vyšší to je do 29 kW na $kg.s^{-1}$. Příkon na pohon pracovního ústrojí se skládá z příkonu na pohon naprázdno a z příkonu na zpracovávání sklízeného materiálu.

Ztráty v mechanických pohonech jsou průměrně okolo 20 % (účinnost 0,8), ztráty v hydraulických pohonech jsou až 35 % (účinnost 0,65). [8]

### 6.1.1 Motor

Pohyb mlátičky a pohon pracovního ústrojí zajišťují přeplňované vznětové motory. Tyto motory jsou již dnes vybaveny vstřikováním paliva Common Rail. Tento systém nabízí značné navýšení výkonu motoru. To je možné využít například při vyprazdňování zásobníku za jízdy.

Výkon motoru použitý do mlátičky se odvíjí hlavně podle záběru žacího adaptéru, kde konstruktéři počítají s předpokládaným výnosem a optimální pojezdovou rychlostí.

Motor musí splňovat speciální požadavky sklízecí mlátičky, které jsou:

a) trvalý provoz při maximálním výkonu motoru,
b) provoz při velkém kolísání zatížení,
c) nízká spotřeba paliva
d) vysoká spolehlivost s tím spojená snadná a rychlá diagnostika poruch,

e) pokles otáček klikového hřídele při práci je nepřípustný. Odchylka frekvence otáčení klikové hřídele při zatížení motoru od 50 do 100 % jmenovitého výkonu nesmí být větší než 3 %,
f) motor musí správně pracovat i při zvýšené prašnosti okolního prostředí,
g) dlouhé servisní intervaly a vysoká životnost motoru. [8]

Motor je nejčastěji umístěn nad horním krytem mláticího a separačního ústrojí za zásobníkem zrna. Chladič provozních kapalin nasává čistý vzduch, který prochází přes rotorové čističe. Objem palivových nádrží se pohybuje od 200 až do 1150 litrů. Velikost nádrže by měla být dostačující pro celodenní provoz bez nutnosti dočerpání. Spalovací motory jsou chlazené vodou. Počet válců je podle výkonu motoru sklízecí mlátičky od 4 do 8. Výkon motoru je od 74 do 475 kW. [9]

**Obrázek 3 Motor John Deere** [10]

## 6.2 Hydraulická soustava

Slouží k ovládání a řízení sklízecí mlátičky a všech jejich pracovních ústrojí. Zahrnuje několik samostatných hydraulických soustav. Patří mezi ně základní soustava řízení směru jízdy soustava ovládání pracovních mechanismů a soustava pohonu pojezdových kol. [11]

### 6.2.1 Hydraulická soustava řízení směru jízdy

Pomocí hydraulické soustavy se ulehčuje řízení směru jízdy sklízecí mlátičky, proto spojení mezi volantem a hydromotorem natáčející kola je hydraulické. Soustava musí z důvodu bezpečnosti pracovat i při zastaveném motoru. [11]

### 6.2.2 Hydraulická soustava ovládání pracovních částí

Hydraulická soustava ovládání pracovních částí umožňuje zvedat a spouštět sklízecí ústrojí, ovládat přiháněč, pohánět reverzaci sklízecího ústrojí, a pohánět vyskladňovací šnekový dopravník. Dále ovládá svahové vyrovnávání sklízecích mlátiček, ovládání hydraulických spojek a další. [11]

Celé ovládání je uskutečněno pomocí rozváděčů hydraulické soustavy. Ti mají vždy několik dílů (sekcí). V tělese každého dílu rozváděče jsou šoupátka se středícími pružinami a uzavíracími ventily. Jsou umístěny nejčastěji mimo kabinu řidiče, tam se nachází pouze mechanické nebo elektrické ovládání. Součástí jsou také pojistné ventily, které omezují maximální tlak v soustavě. Pro správnou funkci rozváděčů je hydraulický olej filtrován. [8]

## 6.3 Mechanické pohony pojezdu

Mechanické pohony se používají zejména u jednodušších sklízecích mlátiček s nižší průchodností. Dnes bývají mechanické pohony nahrazovány hydrostatickými pohony pojezdu.

Pohonné prvky, převodovka, rozvodovka s diferenciálem a koncové převody jsou nejčastěji umístěné na přední nápravě. Převodovky jsou vybaveny obvykle třemi stupni vpřed a jedním vzad. Plynulé změny pojezdové rychlosti se u jednotlivých rychlostních stupňů dosahuje hydraulicky ovládaným, nejčastěji jedno-řemenovým variátorem, kde sešlápnutím spojky se variátor nastaví na nejmenší otáčky a tím umožní snadné přeřazení převodových stupňů. [12]

## 6.4 Hydraulické pohony pojezdu

V současné době jsou hydrostatické pohony pojezdu samozřejmostí skoro ve všech výkonnostních třídách sklízecích mlátiček. Jen u nejjednodušších typů s nižší průchodností se stále využívají mechanické pohony pojezdu. Od vznětového motoru je točivý moment přenášen na olejové čerpadlo (hydrogenerátor), který vytváří zdroj proudu tlakové kapaliny. Proud kapaliny je potrubím usměrňován k hydromotoru, ten mění proud takové kapaliny zpět na točivý moment na výstupním hřídeli. [12]

### 6.4.1 Vlastnosti hydraulických mechanismů

Hydraulické mechanismy sklízecích mlátiček mají příznivé i nepříznivé vlastnosti. Všude, kde se hydrostatické mechanizmy používají, by mělo být více

příznivých vlastností než nepříznivých. Proto se někdy používají jen pro některou vlastnost, kterou nelze dosáhnout jiným prostředkem.

Mezi příznivé vlastnosti a výhody můžeme zařadit:

a) snadný přenos velkých sil a točivých momentů,
b) lehký rozvod energie i na špatně přístupná místa,
c) plynulá měnitelnost rychlosti v širokém rozsahu,
d) snadné jištění proti přetížení,
e) malý rozměr hydraulických prvků
f) snadná reverzace pohybu a blokování pohybu,
g) snadná údržba a provozní spolehlivost s možností průběžné kontroly funkce mechanizmu.

Nepříznivé vlastnosti a nevýhody hydraulických mechanizmů jsou:

a) menší účinnost hydrostatických převodů,
b) závislost na vlastnostech pracovní kapaliny a citlivost na nečistoty v kapalině,
c) vyšší pořizovací náklady sklízecí mlátičky,
d) Při poruše mechanismu možnost znečištění životního prostředí únikem oleje. [12]

## 6.5 Hydrostatické převody

Hydrostatický převod vzniká spojením hydrogenerátoru a hydromotoru v otevřeném nebo uzavřeném hydraulickém obvodu, a to spolu s dalšími hydraulickými prvky, nutnými pro řízení, jištění a úpravu kapaliny. Mohou mít konstantní nebo proměnný geometrický objem.

Hydrostatické převody u sklízecích mlátiček jsou dražší než jiné druhy převodů a často mají obvykle i nižší účinnost. Výkon soustavy je dán součinitelem úhlové rychlosti a momentu u sklízecích mlátiček tomu odpovídá součin průtoku a tlaku. Průtok i tlak se dá jednoduchým způsobem řídit a při použití regulačních převodníků probíhá řízení bez energetické ztráty. Výhodou je řízení při zatížení (bez přerušení toku energie) a celý regulační rozsah lze měnit plynule. U mlátiček se používají čtyři typy hydrostatických pohonů, které jsou jednodílné, dvoudílné, třídílné a vícedílné. U mlátiček s velkým rozpětím přenášených točivých momentů i s velkým rozpětím rychlostí se upřednostňují dvoudílné hydrostatické pohony se dvěmi až čtyřmi

rychlostními stupni. Vícedílné pohony se používají u sklízecích mlátiček vybavených pohonem zadní nápravy. Dnes u moderních mlátiček se v pohonech uplatňuje elektronika. Data od soustavy snímačů a ovladačů vyhodnocuje řídící jednotka, která poté upravuje řídící prvky hydraulické soustavy. [8]

## 6.6 Pojezdové převodovky sklízecích mlátiček

Hlavním požadavkem na převodové ústrojí je změna převodového poměru mezi hnacím motorem a pojezdovými koly, a tím bylo dosaženo optimálního využití točivého momentu. Převodovka musí umožňovat zpětný chod stroje. To zatím splňují aktuálně pouze stroje s mechanicky řešenými pojezdy. Hydrostatické pojezdy řeší zpětný chod změnou otáčení hydromotoru. Převodovky se rozdělují podle způsobu řazení rychlostních stupňů na přímé řazení (ovládané přímo řidičem), nepřímé řazení (pomocí pomocného ústrojí), samočinné. Dále podle počtu převodových stupňů na jednostupňové, reverzační, vícestupňové.

Nejčastěji se používá dvou až čtyř rychlostní převodovky, kde nejvyšší převodový stupeň slouží zejména k transportu. Zbylé převody jsou vhodné pro pracovní operace sklízecí mlátičky.

V současné době jsou nejlépe vybaveny řady sklízecích mlátiček převodovkami s elektronicky řazenými převodovými stupni. Některé sklízecí mlátičky bývají vybaveny uzávěrkou diferenciálu přední nápravy, to usnadňuje pohyb ve svazích, podmáčených půdách a na půdách s nízkou únosností. Pro zvýšení hnací síly ve špatných podmínkách je možnost pohonu zadní nápravy. [13]

### 6.6.1 Převodovka řazená pod zatížením

Tento systém pohonu nazývaný ProDrive je používán u sklízecích mlátiček firmou John Deere. Systém využívá technologii řazení jednotlivých stupňů pod zatížením, to zajišťuje hladké řazení mezi dvěma rozsahy rychlostí. Výhoda je poznat hlavně při měnících se podmínkách pozemku, kde nám tento systém udrží sklízecí mlátičku v optimální pojezdové rychlosti. Proto je využití tohoto automatického řazení zejména při sklizni ve svazích nebo při výjezdu z pole. Systém má dva režimy, první režim bývá nastaven pro klasické sklízecí rychlosti a druhý režim může být použit pro vyšší rychlosti jízdy na poli nebo pro transport sklízeče. Rychlost může být měněna uvnitř obou režimů pomocí pojezdového ovladače na loketní opěrce. [14]

## 6.7 Podvozek a pojezdové ústrojí

U samojízdných sklízecích mlátiček je podvozek nejčastěji čtyřkolový, dvounápravový. Přední náprava je hnací, zadní náprava slouží k řízení, ale může být také hnací. Proto na přední nápravě většinou najdeme rozmístěné mechanické nebo hydrostatické pohony. U zadních náprav se k pohonu používají hydrostatické pohony. Jelikož se neustále zvyšují objemy zásobníků, které dnes dosahují až 17 000 litrů (cca 14 000 kg obilí), ale také sklizňové adaptéry a tím jejich hmotnost, je zatížení hlavně hnané přední nápravy značné, to negativně ovlivňuje tlak na půdu i průchodnost terénem. Toto spojené s nároky na výkonnost, kterou není možné dosahovat při nepříznivých půdních podmínkách s nevhodným podvozkem, proto se stroje začali vybavovat různými vylepšeními například polopásovým podvozkem. [13]

### 6.7.1 Kolový podvozek

U sklízecích mlátiček se věnuje pozornost výběru správných pneumatik, protože se musí brát ohled na nízký půdní tlak, průchodnost terénem i následné pracovní operace spojené zejména se sklizní slámy a přípravou půdy. Standardně se mlátičky vybavují širokými radiálními pneumatikami pro zlepšení styčné plochy a měrného tlaku na půdu. Další možností je použít dvoumontáže pneumatik, které jsou šetrnější k půdě. Toto používání je ale omezeno celkovou šířkou stroje, z důvodu nutnosti přepravovat sklízecí mlátičky mezi pozemky po pozemní komunikaci. [13]

**Obrázek 4 Kolový podvozek** [15]

### 6.7.2 Polopásový podvozek

Používá se při zejména při obtížných podmínkách, nejčastěji v podzimních měsících například při sklizni kukuřice na zrno nebo na méně únosných půdách. Jsou namontovány na předních nápravách nejčastěji pryžová pásová ústrojí. Pásový podvozek má velkou styčnou plochu pásu s pozemkem a tím značně snižuje měrný tlak, takže nedochází k nadměrnému utužování půdy. Dále nabízí jízdní komfort systémem odpružení a také šířkou stroje, která je příznivější pro provoz na pozemních komunikacích. Při polopásovém podvozku nabízejí firmy také větší přepravní rychlost, která je 40 $km.h^{-1}$. [16]

**Obrázek 5 Polopásový podvozek Terra trac** [17]

### 6.7.3 Podvozek s předními řídícími koly

Toto řešení sklízecí mlátičky je velmi neobvyklé. Je použit u mlátičky MDW Arcus (obrázek 6). Díky tomuto uspořádání se mohl umístit zásobník zrna přímo nad zadní nápravu a dosáhnout tak optimální zatížení náprav 50:50. Přední náprava je řídící s menšími koly, zatímco zadní náprava je pevná s hydrostaticky poháněná s velkými koly. [18]

**Obrázek 6 MDW Arcus** [19]

### 6.7.4 Pohon zadní nápravy

Některé sklízecí mlátičky jsou dodávány s hnací řídící nápravou. Kola těchto náprav jsou nejčastěji poháněná hydromotory. K dosažení pohonu zadní nápravy musí být mlátička vybavena speciálními hydrostatickými pohony rozšířenými o další rozváděče, ventily, potrubí a reduktory s hydromotory

Hnací kola zlepšují přizpůsobivost sklízecí mlátičky na nejrůznější provozní podmínky. Značně zvyšují svahovou dostupnost a průjezdnost zamokřeným terénem. [14]

## 6.8 Svahové vyrovnávání sklízecí mlátičky

Zvýšení svahové dostupnosti se dosahuje různými konstrukčními úpravami. Většího úhlu svahové dostupnosti se dá dosáhnout větším rozchodem předních i zadních kol (dvojmontáží), svislým paralelogramovým zavěšením hnacích kol, snížením těžiště. Pro zlepšení svahové použitelnosti se při práci na svahu používá vyrovnávání všech mechanismů sklízecí mlátičky. [7]

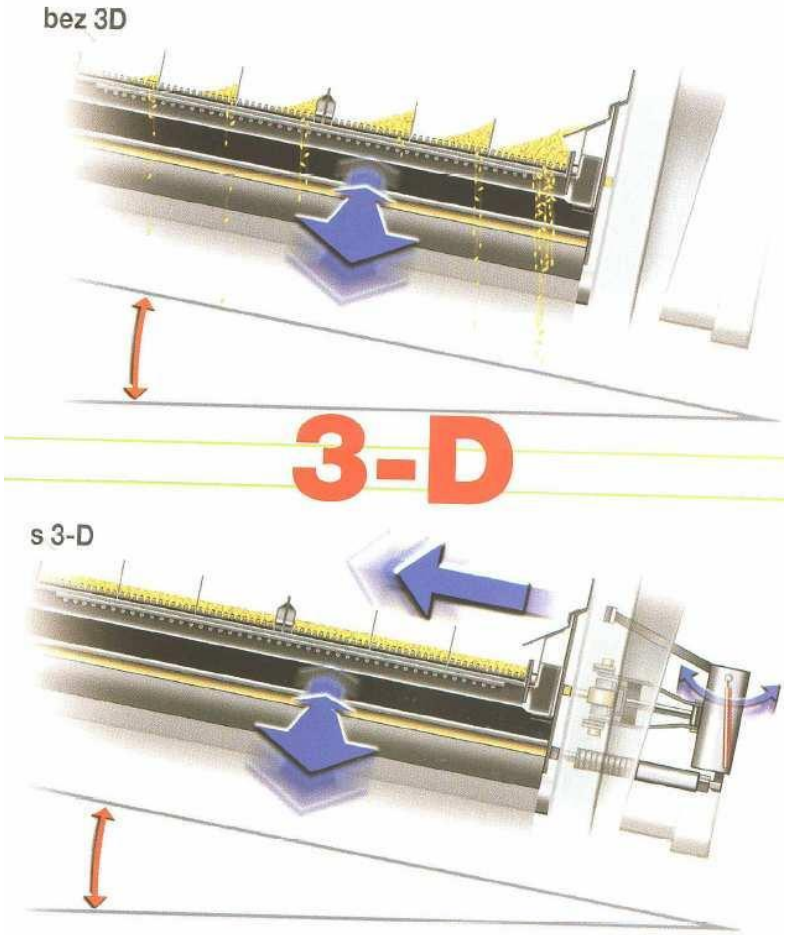
### 6.8.1 Vyrovnávání čistidel

Jednou z možností je vyrovnávání čistidel na svahu, kde hlavním směrem vývoje posledních let je omezovat vliv práce sklízecí mlátičky na svahu na činnost čistidel. Prakticky se dnes používají tři principy vyrovnávání čistidel.

První princip je od firmy Claas, která uplatňuje systém 3-D u tangenciálních mlátiček s vytřásadly (obrázek 7) a systém 4-D u svého systému APS na hybridních sklízecích mlátičkách. U tohoto systému je podstatnou částí boční impuls, který je

kombinován s podélným kmitáním horního síta. Toto řešením čistidel je čištěná směs (omlat), vrhán ve směru stoupajícího síta dozadu a zároveň i bočně proti sklonu svahu. Výhodou tohoto systému je úspora dělících lišt, rovnoměrné rozložení zrnové směsi a snadnější přístupnost sít. [16]

Horní síto má umožněný pohyb do tří stran, a to s konstantní dráhou dopředu, dozadu i nahoru a dolů a k tomu ještě navíc proměnlivou dráhou do strany proti svahu, která se zvětšuje do 12° (20 %) svahu. Pohyb horního síta do stran rozděluje jemný omlat po celé šířce síta, a to hlavně díky tomu že se omlat pohybuje proti příčnému sklonu síta. Podle sklonu svahu je dráha pohybu síta do strany čím větší sklon, tím je dráha pohybu síta větší. Pohyb je konstruován pomocí táhla kloubově připojeným k sítu a druhý konec mění svoji polohu. Řídící jednotkou pro tento systém je mechanické kyvadlo, umístěné ve skříni naplněné olejem k tlumení pohybu kyvadla, které svou horní částí ovládá hydraulický rozvaděč nebo kontakty elektrického obvodu. [3]




**Obrázek 7 3D vyrovnávání Claas** [4]

### 6.8.2 Vyrovnávání mlátičky

Sklízecí mlátička se může vyrovnávat podélně (jízda po a proti spádnici), příčně (jízda po vrstevnici) nebo podélně i příčně (jízda v libovolném směru).

a) Podélné vyrovnávání.

Pracuje v malém rozsahu při jízdě z kopce pouze 5 % a větším rozsahu při jízdě do kopce 40 %. Je zkonstruován ze speciálního rámu upevněného na zadní části rámu sklízecí mlátičky. K tomuto rámu je výkyvně připojený trojúhelníkový rám se dvěma zadními koly a dvěma přímočarými hydromotory. Toto vyrovnávání je zajištěno pomocí hydromotorů s rozvaděčem ovládaným kyvadlem nebo pákou, které jsou zapojeny v samostatném obvodu hydraulické pod soustavy řídících a ovládacích systémů. Ovládání není řešeno automaticky. Tento systém je často spojován s vyrovnáváním sít D, aby sklízecí mlátička mohla jezdit v libovolném směru. [3]

b) Příčné vyrovnávání.

Toto vyrovnávání umožňuje větší svahovou dostupnost při jízdě po vrstevnici do 12° (27 %), ale musí být konstrukční úpravy na sklízecím ústrojí i podvozku sklízecí mlátičky. Sklízecí ústrojí má u některých mlátiček, vzhledem ke komoře velký rozsah kopírování až 11° (24 %). Toto sklízecí ústrojí nepotřebuje již žádnou velkou úpravu. Příčný výkyv žacího válu umožňují nejčastěji 2 hydromotory umístěné na boku šikmého dopravníku. Žací vál kopíruje povrch v příčném směru nuceně, pomocí vychýlení plazů – čidel. V podélném směru probíhá kopírace s komorou šikmého dopravníku, kde je zvedán dvěmi až třemi přímočarými hydromotory umístěnými pod komorou. Práce se odlehčuje dvěma mechanickými nebo hydropneumatickými pružinami u hydraulických válců.

Podvozek stroje umožňuje práci na svahu tím, že se sklízecí mlátička příčně vyrovnává do vodorovné polohy, a to jen při jízdě po vrstevnici. Svahové vyrovnávání umožňují koncové převody kola, které jsou natáčené hydromotorem. Oba tyto koncové převody, které jsou poháněné hnacím hřídelem a převodovými koly, jsou na nápravě uloženy otočně a společně s rovinou terénu tvoří paralelogramový mechanismus udržující kola na svahu ve svislé poloze, a tím se zvětšuje stabilita stroje. Příčné vyrovnávání má velmi dobrý účinek na výkonnost sklízecí mlátičky a trvale udržuje menší ztráty zrna za separátorem a čistidlem. Pozitivně působí také na

opotřebení ložisek a hřídelí v důsledku vodorovné polohy a zátěže mlátičky. Splňuje větší bezpečnost stroje při práci a pohodlí obsluhy stroje. [7]

**Obrázek 8 Příčné vyrovnání mlátičky** [7]

### 6.8.3 Příčné a podélné vyrovnávání

Spojením příčného a podélného vyrovnávání se umožňuje libovolný směr jízdy po svahu, tento systém bývá nejvíce používaný výrobci sklízecích mlátiček. Ti mají většinou menší hmotnostní tok, ale větší svahovou dostupnost. K pohonu pojezdových kol jsou používány mechanické převody a hydropohony s hydromotory v jednotlivých kolech, které jsou k tomuto systému nejvíce vhodné. [7]

## 6.9 Pohon mlátičky

Pohony pracovních mechanizmů jsou nejčastěji řešeny mechanicky pomocí řemenových nebo řetězových převodů, hydraulicky nebo elektricky.

### 6.9.1 Řemenové pohony

Převody pomocí klínových řemenů se využívá jak k pohonu hnacích kol (mechanické pohony), tak i k pohonu mláticího bubnu, rotoru ventilátoru, přiháněče a drtiče. Jedny z nejspolehlivějších jsou klínové řemeny s textilními vložkami. Stále častěji se používají řemeny se zubovým vnitřním povrchem. U skupinového pohonu se využívá vícedílných řemenů se společným základem, který umožní rovnoměrné

rozdělení zatížení po celé šířce řemenu. Dále se vylučuje nutnost stejných párů řemenů, které je důležité u skupinového pohonu více klínovými řemeny. Společný základ umožní kompaktnost převodů, řemeny se méně vytahují a zjednodušují konstrukci mechanizmů zapínání pohonu sklízecí mlátičky. [8]

### 6.9.2 Variátor

Variátory se používají ke změně frekvence otáčení mláticího bubnu, přiháněče i rotoru ventilátoru s jednodílnými nebo dvoudílnými klínovými řemeny. Řemenice umožňují plynule měnit průměr, po kterém se pohybuje řemen. Změna průměru řemenice probíhá na řemenici hnací, hnané nebo obou. Při změně průměru řemenic dochází ke změně převodového poměru a tím i frekvence otáčení. [16]

**Obrázek 9 Pohon pomocí variátoru** [20]

### 6.9.3 Variátor bez vložené řemenice

Hnací a hnané řemenice variátoru jsou dělené, axiálně posuvné. Posuvnou část hnané řemenice variátoru přitlačuje k neposuvné části tlačná pružina, která vytlačuje řemen od středu na vnější obvod, čímž vzniká převod do pomala. V tělese posuvné části hnací řemenice jsou umístěné jednočinné pístové hydromotory, které jsou schopné pomocí rozvaděče přesunovat pohyblivou část řemenice k nepohyblivé a tím vytlačovat řemen na vnější obvod, čímž vzniká převod do rychla. [16]

### 6.9.4 Variátor s vloženou dvojitou řemenicí

Dvojitá klínová řemenice, která je vložená mezi hnací a hnanou řemenicí mění svou polohu účinkem přímočarého hydromotoru. Změna polohy probíhá v rozmezí

daném umístěním zarážek na vodící tyči, kde se vždy jeden řemen ve vložené řemenici posunuje ke středu a druhy se vytlačuje od středu, to umožňuje část dvojité vložené řemenice pohyblivé do stran. Tímto se mění převodový poměr a frekvence otáčení. [16]

### 6.9.5 Pohon pomocí CVT převodovky

Využití u axiálních mlátiček u firmy Case, která k pohonu rotoru používá CVT převodovku (CVT – Continuously Variable Transmission). Řez touto převodovkou můžeme vidět na obrázku 10. Tento pohon umožňuje plynule měnit převodový poměr s vysokým přenášeným výkonem, nízkými nároky na údržbu a zároveň dlouhou životností. Vyznačuje se vysoce účinným přenosem síly ve své mechanické tří rychlostní převodovce spolu se snadným ovládáním hydraulické regulace otáček. V případě zablokování rotoru velkým množstvím hmoty umožňuje možnost reverzace. Ta lze provést z kabiny i při zapnuté mlátičce, musí se ovšem spustit mláticí koše a rozkýváním rotoru se uvolní jeho blokování.

Část výkonu je přenášena mechanicky pomocí ozubených kol planetové převodovky a regulační část pracuje na hydrostatickém principu. Reverzaci zajišťuje jen hydrostatická větev. Technologie CVT převodovky bývá použita zároveň i k pohonu šikmého dopravníku a také k pohonu sklízecího ústrojí. [21]

**Obrázek 10 Řez CVT převodovkou** [21]

# 7. Mláticí ústrojí

Mláticí ústrojí má za úkol vymlátit a oddělit zrno od slámy a ostatních částí rostlin. Ústrojí má sloužit k uvolnění zrn z klasů, částečnému rozrušení slámy a dalších částí vstupujících do mlátičky jako je například plevel. Dále má za úkol rozdělit hmotu na jemný a hrubý omlat. Hrubý omlat následně postupuje k separačnímu ústrojí. Jemný omlat pokračuje dále na čistidla. Mláticí ústrojí musí zvládnout tyto funkce včas kvůli navazujícím operacím ve sklízecí mlátičce, ale také musí splnit kvantitativní a kvalitativní požadavky. Nejvíce používané je mlatkové mlátící ústrojí, ale používá se také hřebové zejména pro sklizeň rýže.

Za hlavní dělení mláticího ústrojí se považuje rozdělení na tangenciální a axiální způsob výmlatu. [22]

## 7.1 Tangenciální mláticí ústrojí

U tangenciálního výmlatu jde hmota ve směru tečny mláticího bubnu, tedy má směr kolmý na jeho osu otáčení. Používá se zde zubové nebo mlatkové ústrojí. Dnes se tedy hlavně používá už jen mlatkové ústrojí. Toto ústrojí není tolik náchylné na poškození vůči vniknutí cizího předmětu oproti zubovému. Materiál postupuje od šikmého dopravníku přes lapač kamenů do prostoru mezi pevně uložený koš a otáčející se mláticí buben. K uvolnění zrna dochází při nárazu mlatek mláticího bubnu do materiálu a následným vytíráním mezi mlatkou a košem. Mláticí buben je válec, který má na svém obvodu umístěné mlatky. Koš je tvořen soustavou ocelových lišt, mezi kterými prochází ocelové pruty zabraňující průchodu slámy na čistidlo. Těmito vzniklými mezerami propadá jemný omlat. Koš je uložen pod mláticím bubnem a podle plochy, jakou zabírá k průměru bubnu, používáme tzv. úhel opásání a nejčastěji se pohybuje od 115 až do 142 stupňů. Mezera mezi bubnem a košem je stavitelná podle sklízené plodiny. [5]

Za mláticím bubnem je umístěn odmítací buben, který odebírá hrubý omlat a zamezuje materiálu, aby se navíjel zpátky na mlátící buben. Směr otáčení má stejný jako mláticí buben, ale menší rychlostí a zpomalený materiál usměrňuje na vytřásadla.

Otáčky mláticího bubnu a mezera mezi košem a bubnem někdy i tvar mezery na koši jsou jedny ze základních parametrů pro nastavení a správnou funkci tangenciální mlátičky. [16]

**Obrázek 11 Mláticí ústrojí s odmítacím bubnem** [23]

### 7.1.1 Varianty tangenciálního mláticího ústrojí

Pro lepší výmlat a zdokonalení tangenciálního ústrojí se používá několik modifikací ústrojí. Jedním z nich a také nejpoužívanějším řešením je vložení tzv. urychlovacího bubnu před mláticí buben. Urychlovací buben má vlastní koš a jeho otáčky jsou závislé na otáčkách mláticího bubnu. Hlavním úkolem urychlovacího bubnu je částečně vymlátit materiál a zrychlit ho. Materiál je zde zrychlen z 3 $m.s^{-1}$ na 20 $m.s^{-1}$. Urychlovací buben uvolní až 30 % zrn před vstupem na hlavní buben tím značně odlehčuje hlavní mláticí buben. Tento systém zvyšuje výkon mlátičky až o 20 % při stejně spotřebě pohonných hmot. [16]

**Obrázek 12 Vložení urychlovacího bubnu** [23]

Další možností je tangenciální mláticí ústrojí se separačním bubnem. Jde o prstový buben s vlastním separačním košem. Je umístěn za odmítacím bubnem a jeho hlavním účinkem je zvýšit separační účinnost, průchodnost a snížit zatížení vytřásadel.

Výrobce New Holland pro zlepšení vlastností ještě umisťuje za separační rotor odmítací buben. Firma John Deere ve svých modelech dokonce používá systém s 5 bubny (obrázek 13), kde za hlavním mláticím bubnem následuje odmítací buben a dále postupuje materiál po horním obvodu třetího bubnu na separační, za kterým je také odmítací buben. Druhý odmítací buben i separační buben mají vlastní koš. [14]

**Obrázek 13 Pěti bubnové mláticí ústrojí** [10]

## 7.2 Axiální mláticí ústrojí

Axiální mláticí ústrojí ve své funkci kombinuje mláticí ústrojí, tedy oddělení zrna od klasu a separační ústrojí funkci vytřásadla. Celý tento systém je ve sklízecí mlátičce uložen axiálně. Podávání materiálu je stejné jako u tangenciálních mlátiček, kde hmota je přiváděna k mláticímu ústrojí šikmým dopravníkem. Za šikmým dopravníkem je materiál zachycený lopatkami podávacího šneku a dále vtahována mezi otáčející se kombinovaný buben a pevný separační plášť. Mlácený materiál v tomto prostoru rotuje třetinovou rychlostí proti obvodové rychlosti bubnu a zároveň je za pomoci vodících lišt posouván směrem nahoru. V přední části mláticího rotoru se nacházejí mlatky, které oddělují zrno od hrubého omlatu. Dále hrubý omlat postupuje do druhé části bubnu, kde je uváděn do rotace a dochází zde k separaci jemného omlatu. Kolem celého obvodu rotoru je umístěn mláticí koš má tedy úhel opásání 360° a také je rozdělen na část mláticí a část separační. Mláticí koš je vybaven vodícími lištami pro lepší postup materiálu. Za tímto ústrojím je odmítací buben, který nám zbylou slámu vyhazuje ven ze stroje. Pod celým mláticím ústrojím jsou umístěny šnekové dopravníky, ty nám dopravují jemný omlat na čistící ústrojí. [6]

Tento typ mláticího ústrojí je řešen také jako dvourotorový, kde je nahrazen jeden rotor dvěma menšími bubny. Tyto bubny jsou umístěné paralelně vedle sebe a otáčí se proti sobě. Princip mlácení je obdobný jako u jedno rotorové axiální mlátičky. [22]

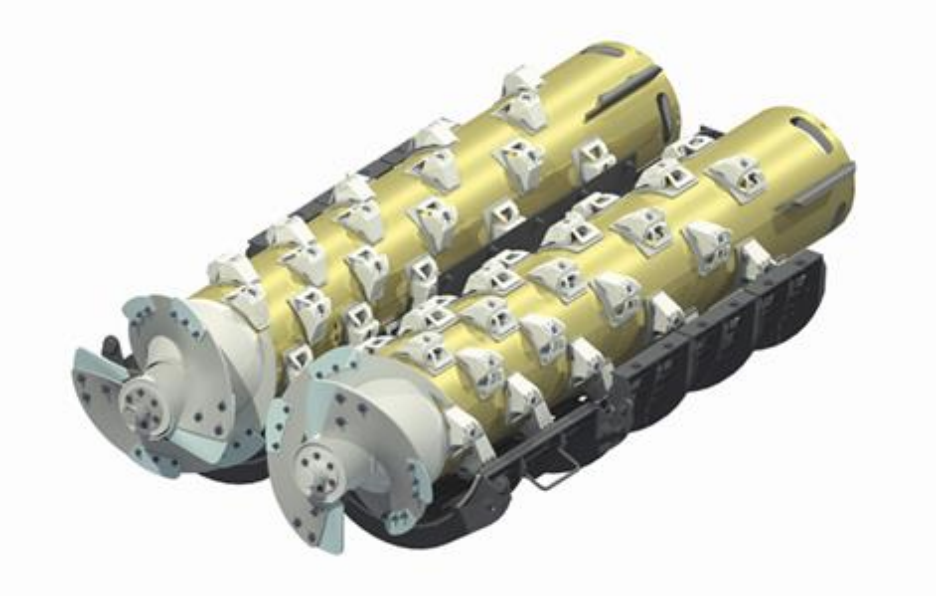
### 7.2.1 Mechanismus s jedním podélným rotorem

Tento mláticí mechanismus byl vyvinutý roku 1977 firmou Case a je používán do dnes jen s menšími úpravami. Sklízený materiál postupuje od šikmého dopravníku přes zúžení přímo do rotoru. Za rotorem je umístěný drtič slámy. Tento systém byl hlavně využíván pro sklizeň kukuřice. Dnes díky vysoké výkonosti je používán pro všechny plodiny. [21]

**Obrázek 14 Jednorotorové axiální mláticí ústrojí** [21]

### 7.2.2 Mechanismus s dvěma podélnými rotory

Tento mechanismus se často nazývá také Twin Rotor podle výrobce New Holland. Technologie využívá dvou podélných rotorů umístěných vedle sebe. Každý rotor má svůj vlastní mláticí koš. Vkládání materiálu je řešeno vkládacím bubnem, který rozděluje tok hmoty mezi oba rotory a zároveň plní ochranou funkci lapače kamenů. Za rotory se nachází odmítací buben, pro správný tok materiálu, který posouvá dál mlátičkou. [22]



**Obrázek 15 Twin rotor firmy New Holland** [24]

### 7.2.3 Mechanismus s příčně uloženým rotorem

Tento typ axiálního mechanismu byl poprvé použit v roce 1978 firmou Gleaner. Principem bylo rotor umístit napříč mlátičkou jako tomu je u tangenciální mláticího ústrojí. Materiál je vkládán do mlátičky pomocí prodlouženého šikmého dopravníku, který materiál dopraví na pravou stranu mlátičky, kde je vkládán do rotoru a poté zpracováván směrem doleva. Následně vstupují zbytky rostlin do drtiče. Tento mechanismus byl nejčastěji využíván zejména pro sklizeň kukuřice na zrno. Dnes je používán pouze ve dvou modelech společnosti AGCO. [22]

**Obrázek 16 Příčně uložený axiální rotor** [25]

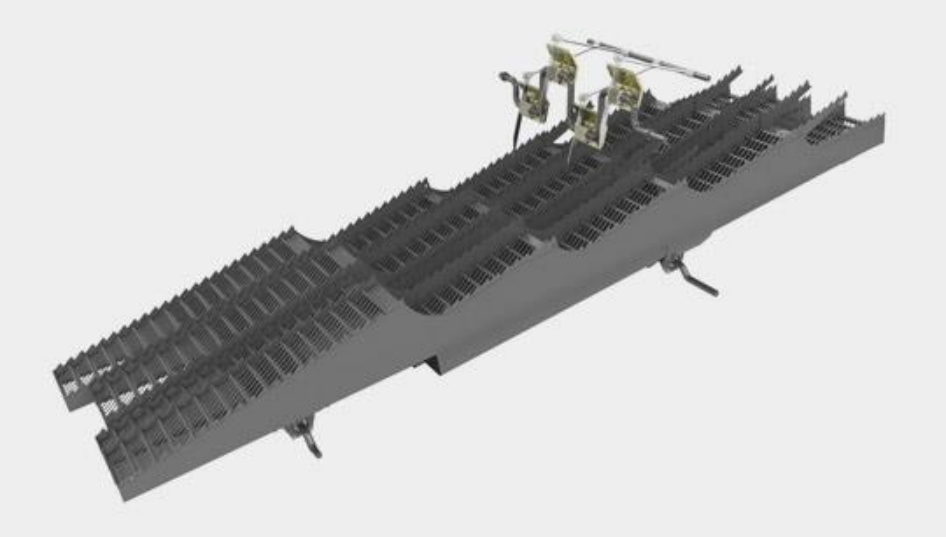
# 8. Separační ústrojí

Jeho úkolem je oddělit zbytek zrna z hrubého omlatu, které nebylo odděleno v mláticím ústrojí. Množství zrna v hrubém omlatu může tvořit 5 až 40 %. Dále posouvá slámu a zbytky materiálu mlátičkou k drtiči nebo ukládá na řádek. Tangenciální mlátičky používají klávesová vytřásadla nebo rotační separátory, které mohou být uloženy příčně nebo podélně a mít jeden, dva nebo více separačních elementů. Využití hybridních sklízecích mlátiček, kde je spojeno tangenciální mláticí ústrojí s axiálním mechanizmem separace. Separace u axiálních mlátiček tvoří vlastní skupinu. [5]

## 8.1 Klávesová vytřásadla

Hlavní separační mechanizmus konvenčních mlátiček. Mechanizmus tvoří 3-8 kláves uložených nejčastěji na dvou klikových hřídelích. Klávesy mají 3-6 stupňů nastavených lištami s hřebeny, aby byl zajištěný posuv slámy. Povrch klávesového vytřásadla tvoří tvarované síto (rošt). Pohybem vytřásadel vzniká natřásání a posuv hrubého omlatu, a tak dochází k separaci zbylého zrna od slámy. Zrno propadá roštem vytřásadla do čistícího mechanizmu.

Pro zvýšení účinnosti a výkonu klávesových vytřásadel bývají nad vytřásadla uloženy prstové čechrače nebo buben s výsuvnými prsty, který nejenom zvyšuje separační účinek, ale také zrychluje tok materiálu. [22]



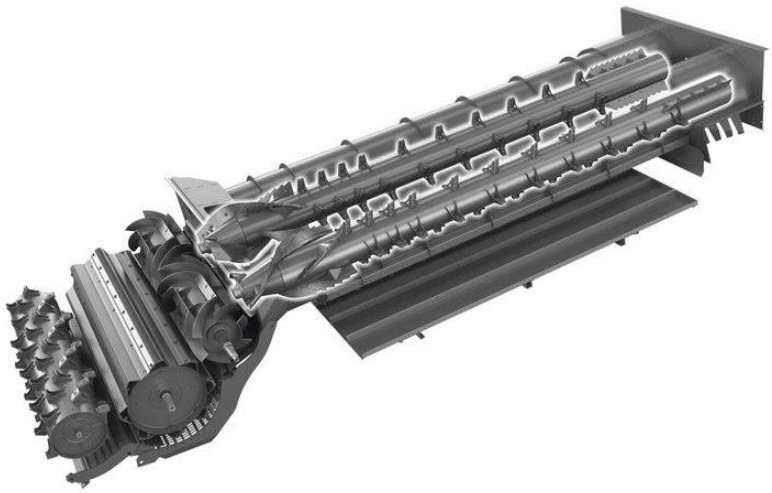
**Obrázek 17 Klávesová vytřásadla** [23]

## 8.2 Rotační tangenciální separátory

Použitím rotačních separátorů se dosahovalo vysoké denní výkonosti, které nešlo dosáhnout vytřásadlovým mechanizmem. Používají se u hybridních sklízecích mlátiček. Osa rotace tangenciálních separátorů je stejná jako osa rotace mláticího bubnu. Bubny jsou umístěny vedle sebe v celé délce mlátičky. Pod bubny je umístěno separační síto, kterým propadává jemný omlat do čistidla. Bubny svým rotačním pohybem natřásají hrubý omlat a mají tak dobrý dopravní účinek. Tyto separátory jsou vhodné také do vlčího porostu. Tangenciální separátory nejsou příliš citlivé na naklonění sklízecí mlátičky jako vytřásadlové separátory. [5]

## 8.3 Rotační axiální separátory

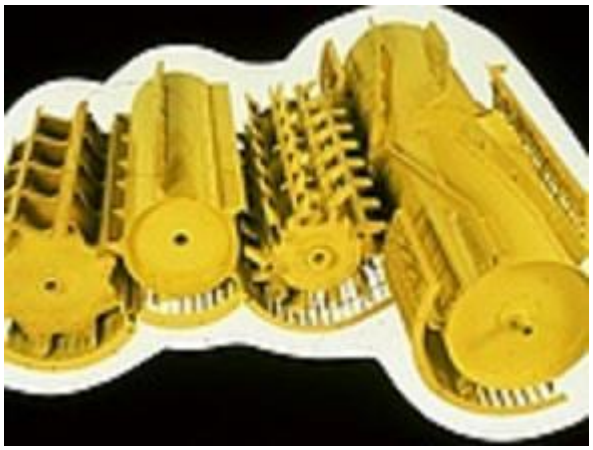
Jde o hybridní sklízecí mlátičku, která má nejvýkonnější separační mechanizmus. Axiální separátory se skládají nejčastěji ze dvou axiálně uložených rotorů, které na svém obvodu opásá pevný síťový plášť. Vkládání do separátoru zajišťuje tangenciální vkládací buben. Tato konstrukce separátorů není náchylná na naklonění mlátičky. Konstrukce rotorů jsou rozdílné podle výrobců. [9]



**Obrázek 18 Axiální separátory Claas** [26]

## 8.4 Kombinované separátory

Kombinace tangenciálních a axiálních separátorů s osou rotace kolmou na pohyb materiálu. Na tangenciální mláticí ústrojí navazují tangenciální separátory, které dopravují hrubý omlat k axiálnímu rotoru uloženému kolmo na směr jízdy. Axiální rotor posunuje materiál do stran, kde ho odebírají odmítací bubny. Toto provedení bylo používáno na sklízecích mlátičkách New Holland. [22]



**Obrázek 19 Kombinovaný separátor New Holland** [27]

### 8.5 Separace axiálních mlátiček

U těchto mlátiček se separační ústrojí nachází na druhé polovině rotoru. Rotor tedy plní dvě funkce mlácení a separaci. Mláticí koš je rozdělen na dvě části. První část je mláticí a druhá část separační. Mláticí část se mění podle sklízené plodiny. Separační část zůstává pro všechny plodiny stejná. Separace hrubého omlatu probíhá podobně jako u hybridního systému tangenciálních mlátiček, kde se materiál otáčí a postupuje mlátičkou mezi košem a rotorem. Pro větší účinnost jsou na horní straně koše umístěny lišty, které materiál stlačují, uvolňují a tím dochází k lepšímu uvolňování zrn. [5]

## 9. Popis sklízecí mlátičky

### 9.1 Šikmý dopravník

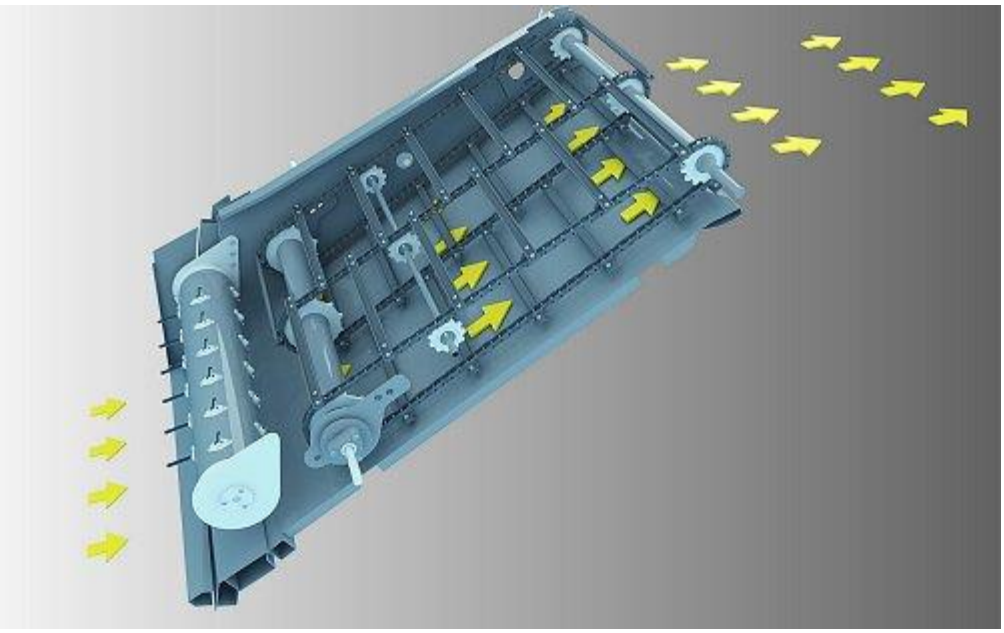
Šikmý dopravník odebírá materiál od žacího stolu a podává spodní větví šikmého dopravníku po dně komory k mláticímu ústrojí. V komoře šikmého dopravníku se nachází robustní řetězový dopravník se vkládacími hrabicemi, hnací hřídel, napínací buben. Řetězový dopravník bývá často vybaven středovou opěrnou kladkou, která zaručuje silnější podpěru vkládacích lišt ve vodící kladce a tím zvyšuje stabilitu a optimalizuje vedení řetězu. Na dně komory je umístěný vyměnitelný opotřebitelný plech nebo výměnné plastové nebo dřevěné latě pro delší životnost šikmého dopravníku. [3]

Sklízecí mlátičky jsou vybaveny reverzací šikmého dopravníku a žacího stolu. Reverzace se provádí pomocí řemenového převodu, elektromotoru nebo hydromotoru. Hydraulická reverzace umožňuje šetrné obrácení chodu s vysokým náběhovým

točivým momentem. Zařízení se jednoduše ovládá spínačem z kabiny. Automaticky se přitom změní i otáčení hydraulického pohonu přiháněče, což značně usnadní reverzaci. [16]

Při sklizni vzniká značné množství prachu, který značně omezuje výhled řidiče, proto se šikmé dopravníky vybavují odsáváním prachu, čímž je značně vylepšená viditelnost z kabiny. Na šikmém dopravníku jsou umístěné také dva vertikální hydraulické válce na pravé a levé straně, na kterých je umístěná žací lišta. Hydraulické válce také slouží k vyrovnávání sklonu žacího stolu ve svahu. Ze základné polohy lze úhel nastavit o 8° zpět a 11° dopředu.

Součástí šikmého dopravníku je také lapač kamenů, který je umístění za šikmým dopravníkem. Jeho úkolem je chránit mláticí ústrojí před poškozením zejména kameny. Lapač je čištěn automaticky nebo obsluhou sklízecí mlátičky.



**Obrázek 20 Průběh hmoty šikmým dopravníkem** [28]

## 9.2 Mláticí ústrojí

Hlavním úkolem mláticího ústrojí je uvolnit zrno z klasů. Při tomto procesu dochází také i k rozrušování slámy a plevelných rostlin. V mláticím ústrojí se má uvolnit všechno zrno, ale nemá se při uvolňování poškodit. Dělí se zde zpracovávaný materiál na jemný a hrubý omlat. Hrubý omlat je výstupní mezerou. Odmítací buben dopravuje hrubý omlat na separátor (vytřásadlo). Uvolněný jemný omlat propadává mláticím košem. Mláticím košem má propadat co nejvíce uvolněného zrna. Při uvolnění co největšího množství zrna se ulehčuje práce separátoru. [6]

Uvolňování zrna z klasů (výmlat) v mláticím ústrojí probíhá pomocí úderů mlatek do obilné hmoty a jejím současným protahováním mezerou mezi mlatkovým bubnem a košem, tak aby byla ulehčena práce hlavního mláticího bubnu, čímž uvolní urychlovací buben až 30 % zrnin. Mezeru můžeme pomocí oddalování a přibližování mláticího koše měnit. Tím také omezujeme poškození zrn a kvalitu jemného omlatu. Mláticí koš se nastavuje hydraulicky ze sedadla řidiče. Pomocí úderů a protahováním mezerou se porušuje pevné spojení mezi zrnem, klasovým vřetenem a plevami, přičemž na mlátitelnosti závisí mnoho faktorů, jako je zralost zrnin a jejich vlhkost a poměr zrna ke slámě. [3]

Dnes jsou používané dva typy mláticího ústrojí tangenciální mláticí ústrojí a axiální mláticí ústrojí, ale také kombinace tangenciálního a axiálního ústrojí. Mláticí ústrojí je vybaveno hydraulickou pojistkou proti přetížení, která chrání mláticí ústrojí před poškozením cizími tělesy a tím se dá využívat sklízecí mlátička na hranici maximálního výkonu. [16]

## 9.3 Separační ústrojí

Hlavním úkolem separačního ústrojí je oddělit z hrubého omlatu, který přichází z mlátícího ústrojí, jemný omlat, který propadává na čistidlo. Dalším úkolem vytřásadel je dopravit slámu z mlátičky ven a uložit ji na strniště na řádek nebo předat k další úpravě jako je například drcení. Ve slámě za vytřásadlem nesmí být žádné volné zrno. Zrno, které se zde nachází, představuje ztráty nedokonalým vytřásáním. Na vytřásadlech jsou umístěné ztrátoměry, které nám měří ztrátu, kterou vidíme na palubním počítači. [6]

Separace je řešena pomocí dělených klávesových vytřásadel, rotačními tangenciálními nebo axiálními rotory, kombinací (například tangenciální s vytřásadlem, tangenciální s axiálním). Součástí separátoru jsou natřásače slámy, které mají rovnoměrně rozmístit slámu a zvýšit výkon a stabilitu na vytřásadlech. Dnes je také používán buben s řízenými prsty, který pomáhá hlavně při zhoršených pracovních podmínkách. [3]

## 9.4 Čistící ústrojí

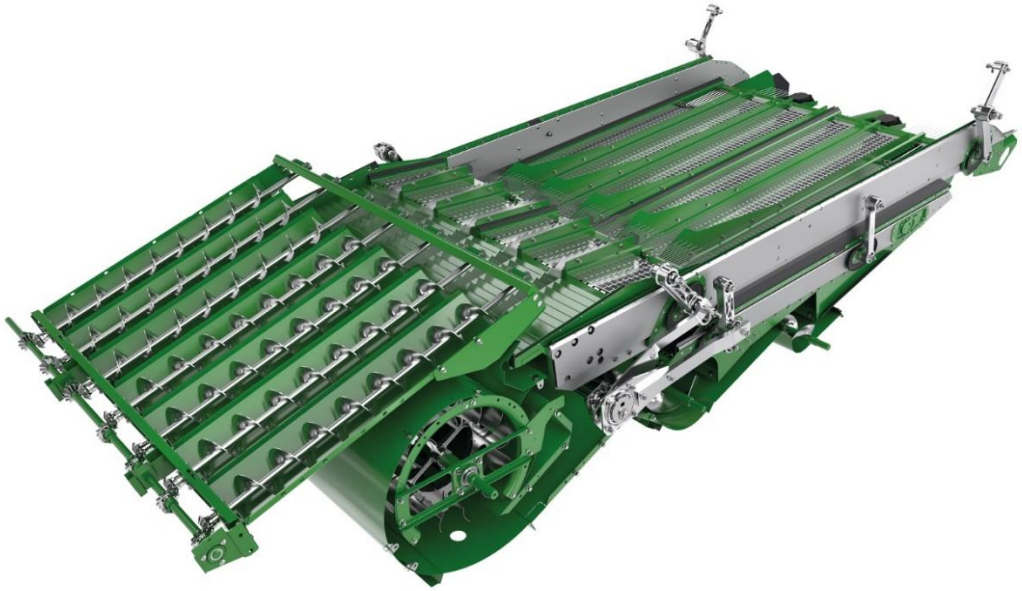
Čistící ústrojí se skládá ze vzduchové části a dopravní části. Vzduchovou část tvoří nejčastěji turbinový ventilátor poháněný elektromotorem, který vytváří proud vzduchu a tlačí ho vzduchovým potrubím do prostoru sítové skříně. Pomocí

elektromotoru můžeme z kabiny ovládat velice citlivě otáčky ventilátoru. Ventilátor může také být axiální, radiální nebo diametrální typ použitého ventilátoru se liší podle výrobců sklízecích mlátiček.

Dopravní část se skládá z vynášecí stupňové desky, soustavy šneků a sítové skříně. Sítová skříň má ve své horní části úhrabečné síto a ve spodní části síto zrnové. Čistidlo se nachází ve spodní části mlátičky. U sítové skříně se používají elektronicky stavitelná síta, která jsou žaluziová nebo méně používaná žaluziová zaháčkovaná. Dnes se sklízecí mlátičky vybavují až dvoustupňovým předčištěním. Předčištění zpracuje a vyčistí až 40 % zrna dříve, než se materiál dostane na horní síto. V axiální mlátičce dopravu jemného omlatu provádí soustava šneků.

Úkolem čistícího ústrojí je oddělit příměsi od zrna. Příměsi tvoří plevy, úlomky slámy, klasů, plevelných rostlin a nedomlatky. Do čistícího ústrojí postupuje jemný omlat propadlý mláticím košem a roštovým sítem separátoru. Jemný omlat propadlý mláticím košem obsahuje až 90 % uvolněného zrna, zbytek tvoří příměsi. Propad roštovým sítem separátoru obsahuje volné zrno a slamnaté příměsi, kterých bývá do 50 %. Čistící ústrojí oddělí z jemného omlatu zrno, které má být co nejčistší nejméně 97 %. Zrno má být nepoškozené, ztráty v plevách mají být minimálně do 0,5 %. Udržení čistoty je velice obtížné, protože složení jemného omlatu není stálé a mění se podle hmotnostního průtoku, slamnatosti, vlhkosti, zaplevelení sklízeného porostu, ale také podle konstrukce a seřízení mláticího ústrojí a separátoru. [3]

Dnes se sklízecí mlátičky vybavují 3D čistícím ústrojím, které slouží k vyrovnávání ve svahu pomocí aktivního ovládání horního síta. Díky 3D vyrovnávání při čištění zaručuje plnou stabilitu výkonu na bočních svazích se sklonem až 22 %. Čistění 3D není náročné na údržbu, nevyžaduje téměř žádnou údržbu a je odolný proti opotřebení. Hlavní funkcí 3D čištění je rovnoměrné rozložení zrna po sítech a tím zmenšení ztrát zrna ve svazích. U axiálních mlátiček se dnes už využívá čištění 4D. [16]



**Obrázek 21 Čistící ústrojí** [10]

## 9.5 Zásobník zrna

Zásobní zrna je umístěn za kabinou, z důvodu zlepšení rozložení hmotnosti a lepší stability sklízecí mlátičky. V zadní stěně kabiny se nachází velké okno pro vizuální kontrolu sklízeného produktu. U kabiny se nachází okénko pro rychlé odebrání vzorku. Zásobník má hladké stěny, aby byl při vyprazdňování co nejvíce vyprázdněn.

Zásobník zrna má také možnost rozkládání své horní části, díky kterým se zvětší objem zásobníku, ale také pro zmenšení přepravní výšky mlátičky. Objemy zásobníků se pohybují od 4000 od firmy New Holland až 17100 litrů, které nabízí společnost AGCO. Rychlost vyprazdňování zásobní by neměla přesáhnout 2 minuty. Nejvyšší rychlost vyprazdňování 210 l. $s^{-1}$ je použita ve sklízecí mlátičce Fendt. [32]

Vyprazdňování zásobníku zajišťuje šnekový dopravník, který je umístěn na dně zásobníku po celé šířce. Délka šnekového dopravníku musí přesahovat žací lištu pro snadné vyprazdňování. Na konci dopravníku bývá umístěna usměrňovací plachta a kamera. Kamera slouží pro lepší orientaci a pohodlí obsluhy sklízecí mlátičky.

Plnění zásobníku zajišťuje řetězový dopravník a šnekový dopravník. Řetězový dopravník odebírá zrno pod čistícím ústrojím a vynáší jej do zásobníku. Pro plné a rovnoměrné naplnění se používá šnekový dopravní, který je umístěn v zásobníku

šikmo od řetězového dopravníku do středu zásobníku maximální výšky, aby nedošlo k přesýpání materiálu mimo zásobník.

Zásobníky jsou vybaveni také snímači zaplnění zásobníku, měřičem výnosu a měřičem vlhkosti.

**Obrázek 22 Zásobník zrna** [29]

## 9.6 Drtiče slámy a metač plev

Základní funkcí drtiče slámy je nadrtit slámu na co nejmenší velikost pro lepší přístup mikroorganismů a rozkladným činitelům, ale také snadné zapravení do půdy. Rotor je osazen až 120 noži a na pevné části je umístěné proti-ostří nebo drtící hřeben. Velké množství nožů s proti-ostřím zaručují krátkou řezanku, která by měla být rovnoměrně rozprostřena po celém záběru žací lišty, ta může být až 14 metrů. Rovnoměrné rozprostření zabezpečují radiální rozhazovače. Řezačka slámy předává sklízený materiál přímo na radiální rozhazovač, ten zajišťuje dodatečné urychlení toku materiálu a rozdělí jej po celé pracovní šířce. [14]

**Obrázek 23 Nože drtiče slámy** [30]

Radiální rozhazovač se při drcení slámy s rozhazovacími ventilátory plev. Směs plev a krátké řezanky může tvořit až 25 % celkového průchodu. Každý rozhazovací rotor má dva pohyblivé usměrňovací plechy, díky kterým lze nastavit šířku rozhozu i při nepříznivých podmínkách jako je vysoký podíl slámy, rozdílná vlhkost slámy, silný boční vítr nebo práce ve svahu. Sklízecí mlátičky mohou být vybaveny senzory pro automatické přizpůsobení směru odhozu řezanky. Senzory se nacházejí na ramenech osvětlení stroje. Jejich citlivost jde regulovat z kabiny mlátičky. [16]

Při ukládání slámy na řádek se drtič slámy a radiální rozhazovač sklopí směrem dolů a tím je automaticky odpojen pohon obou zařízení. Odpojení drtiče lze provést přímo z kabiny, ale pouze při vypnuté mlátičce, aby nedocházelo k prokluzům řemenů a rázům sklízecí mlátičky. [16]

Metač plev se používá zejména při velkých záběrech, aby nedocházelo k řádkování plev, ale rovnoměrnému rozhozený do stran. Při drcení slámy bývá metač spojen přímo s rozhazovačem, který plevy společně s drcenou slámou rozprostře na pozemek. Při řádkování slámy se plevy a krátká sláma ze síťové skříně rozptýlí přímo z rozhazovacího ventilátoru na pozemek nebo pod řádek v závislosti na budoucím použití zbytků podle preferencí farmy. Řádek je formován na strniště stavitelnou clonou, kterou lze nastavit velikost řádku. Při velkém záběru žací lišty je možnost ukládání do dvou od sebe vzdálených řádků a tím zajistit následnou snadnou manipulaci. [14]

**Obrázek 24 Složený metač plev** [31]

## 9.7 Kabina a ovládání

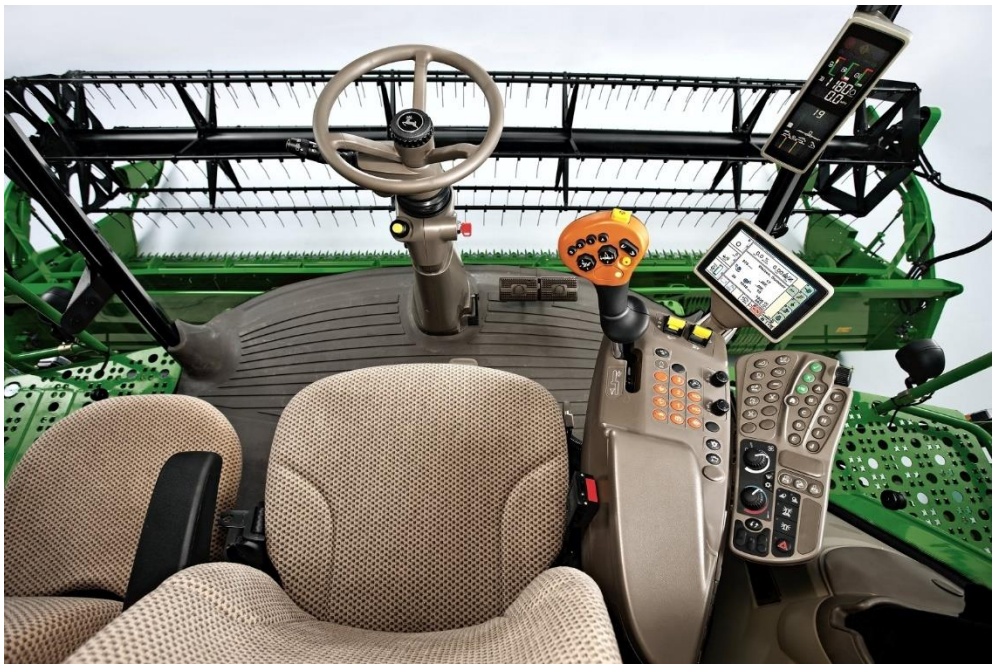
Kabina je jednou z hlavních součástí sklízecí mlátičky. Nachází se v ní veškeré ovládání sklízecí mlátičky. Kabina musí zaručovat vynikající výhled vpřed na šikmý dopravník a žací vál, ale také vzad pro vizuální kontrolu chodu mlátičky. Dobrý výhled můžou zaručovat velká tónovaná skla a použití úzkých rohových sloupků nebo otočné sedadlo řidiče, které využívá firma John Deere. [14]

V dnešní době je kladen velký důraz na pohodlí řidiče, ale také spolujezdce. Pro komfort obsluhy se kabiny vybavují pohodlnými odvětrávanými sedadly, snadným ovládáním, klimatizací, rádiem a chladícím boxem. Pro práci v zimních dnech například při sklizni kukuřice se využívá podlahové vytápění. Komfort a pohodlí řidiče zajištuje větší výkon obsluhy stroje, ale za menší fyzické náročnosti obsluhy. [16]

Ovládání sklízecích mlátiček je řešeno pomocí elektronického ovládání. Bez elektronických kontrolních řídících a automatizačních prvků se dnes již neobejde. Pomáhá nejen obsluze k lehčímu ovládání, ale slouží také pro diagnostiku a tím ulehčení práce pro servisní techniky. [33]

Hlavní ovládání je řešeno pomocí multifunkční páky integrované vpravo do loketní opěrky sedadla řidiče. Ovládají se pomocí ní všechny důležité prvky stroje, jako je pojezdová rychlost stroje, směr jízdy, poloha žacího ústrojí a přiháněče, sklopení a vyklopení šnekového výsypníku, zapnutí a vypnutí vyprazdňování zásobníku zrna, ale také spínač rychlého zastavení mlátičky a ovládání přestavení vario lišty.

Na vedlejším panelu, které jsou dnes již také zabudovány do loketní opěrky se umisťují méně používané ovládání, ale důležité pro chod celé mlátičky. Jsou umisťovány mimo hlavní ovládání z důvodu nechtěného sepnutí způsobené neopatrnou obsluhou. Na tomto panelu je umístěná až 10 palcová obrazovka, která je dotyková. Dále se na vedlejším panelu nachází spínač mláticího ústrojí, spínač ovládání sklizňového adaptéru, ovládání reverzu šikmého dopravníku a žacího ústrojí, zapnutí automatického řízení (navigace nebo laser pilot), zapnutí pohonu všech kol, regulace otáček motoru, parkovací brzda, klapky krytu zásobníku. [14]



**Obrázek 25 Kabina s ovládáním sklízecí mlátičky** [10]

# 10.Sklízecí ústrojí

Jednou z hlavních částí sklízecí mlátičky je sklízecí ústrojí, které se připojuje přímo na rám šikmého dopravníku. Sklízecí ústrojí musí být optimálně zkonstruováno pro sklizeň dané plodiny, na které je určeno. Adaptér by měl být schopen kopírovat povrch pozemku v podélném a příčném směru a pracovat s co nejmenšími ztrátami.

## 10.1 Rozdělení sklízecího ústrojí

a) Podle rámu:
   - pevný, ústrojí se jízdu po komunikaci musí složit na vozík,
   - sklopný, není potřeba ústrojí odpojovat z rámu dopravníku.

b) Podle konstrukce
   - s pevným dnem, není možné regulovat vzdálenost kosy
   - s prodloužitelným dnem, jde o vario žací lištu
   - s pásovým dopravníkem ve dně, spojen s průběžným šnekovým dopravníkem nebo šnekový dopravník nahrazuje.

c) Adaptéry určené pro přímou sklizeň:
   - univerzální žací adaptéry pro sklizeň obilnin a řepky,
   - adaptéry pro sklizeň slunečnice,
   - odlamovací adaptéry pro sklizeň kukuřice,
   - strippery, vyčesávací adaptér.

d) Adaptéry určené pro dělenou sklizeň:
   - bubnové sběrací ústrojí pro sběr všech na řádkovaných plodin,
   - pásové (dopravníkové) sběrací ústrojí využívá se spíše u snadno vypadávaných plodin. [34]

## 10.2 Žací adaptér

Žací adaptér má velice široké využití. Používají se pro sklizeň obilovin, trav, luskovin, ale také po úpravě ke sklizni řepky či hořčice. Adaptér se skládá z žací lišty, přiháněče, příčného šnekového dopravníku nebo pásového dopravníku, děliče, žlabu žacího válu a při polehlých porostech zvedače klasů. Žací adaptéry a jejich součásti se mohou velice lišit podle různých výrobců, kteří se předhánějí v modernizaci a v kvalitě používaných materiálů. Jedním z nejčastějších zásahů do konstrukce žací lišty bývá plynulé prodlužování nebo zkracování žacího stolu to vede ke zlepšení efektivnosti při

sklizni rozdílných plodin. Dalším zlepšením je také jednoduchá výměna pasivních děličů za aktivní, která dnes trvá i méně než 3 minuty.

Princip činnosti žacího adaptéru je posekat porost a dopravit ho do sklízecí mlátičky s minimálními ztrátami a poškozením zrna. Adaptér musí dobře kopírovat terén, aby došlo k co nejkvalitnějšímu posečení porostu i polehlého, plynule dopravovat a plnit sklízecí mlátičku. V případném ucpání žacího adaptéru materiálem musí být vybavena reverzním chodem, který pomůže s vyprázdněním. [9]

**Obrázek 26 Žací adaptér** [16]

## 10.3 Popis žacího adaptéru

a) Žací lišta,

Slouží k oddělení nadzemní části rostliny. V současné době se u obilných žacích lišt používá tzv. prstová žací lišta, řídká, jednopřeběhová nebo s přeběhem kosy a pracuje na principu řezu s oporou. Rozteč nožů je 76,2 mm. Prsty žacích lišt jsou různě tvarované podle výrobců, nejčastěji se jedná o dvojitý prst. Pohon kosy musí vykonávat poměrně vysokou frekvenci pohybu, dnes frekvence dosahuje rychlost okolo 1020 až 1220 řezů za minutu. Dnes se používají nejčastěji dva mechanismy, které zajišťují takovouto frekvenci převádějící otáčivý pohyb na pohyb přímočarý vratný. První mechanismus je známí téměř od první samojízdné mlátičky a jde o prostorový mechanismus šikmého čepu, ten je umístěný kvůli velkému namáhání v olejové skříni. Ze skříně vychází kyvná páka k pohonu kosy a k ní kolmo umístěná poháněcí hřídel s řemenicí. Druhým způsobem pohonu je použití planetového mechanismu. Ten využívá například systém Schumacher. Tento systém

umožní vyšší frekvenci, než je tomu u klasické žací lišty. U tohoto systému jsou nahrazeny přidržovače dojitými nebo trojitými prsty. Jednotlivé nože jsou střídavě otočeny, tím se žací lišta lépe čistí a sníží se tak odpor kosy. [9]

**Obrázek 27 Prstová žací lišta** [10]

b) Přiháněč,

Účelem je oddělit pás porostu, přihrnout porost k žací liště napříč jízdy stroje. Dalším využitím je přidržet porost při sečení a po posečení uložit na stolové dopravníky a následně očistit od porostu prstovou žací lištu. Konstrukční řešení přiháněče je pomocí řízených přiháněk vedených paralelogramovým ústrojím nebo pomocí vodící dráhy. Pohon přiháněče je dnes řešen třemi systémy. První způsob je pomocí klínového řemenu, který plní funkci také pojistné spojky. Druhý způsob je řetězový pohon, který je jištěný nejčastěji pomocí třecí spojky. Posledním způsobem pohonu přiháněče je pomocí hydraulického pohonu, který je umístěný v hlavní rouře přiháněče. Tento způsob je dnes u výrobců velmi oblíbený, protože lze velice lehce regulovat otáčky průtokem oleje. Systém je jištěný proti přetížení tlakovým ventilem.

Přiháněč má mít možnost posouvání ve vertikálním a horizontálním směru, kvůli použití u více druhů rostlin. Na ramenech jsou umístěné pružné prsty z oceli nebo plastu, které pomáhají k lepšímu rozdělení porostu. [5]

**Obrázek 28 Prstový přiháněč s gumovými prsty** [35]

c) průběžný šnekový dopravník nebo pásový dopravník,

Hlavním úkolem je zúžit tok stébel ze záběru žacího adaptéru na šířku šikmého dopravníku. Šnekový dopravník se skládá z pravé a levé šroubovice a uvnitř na klikovém mechanismu jsou uchyceny vkládací prsty. U tohoto dopravníku lze seřizovat výškovou i stranovou polohu a oblast vysouvání a zasouvání prstů. [3]

Dnes se nahrazuje nebo spojuje průběžný šnekový dopravník s pásovým dopravníkem. Spojením pásového dopravníku se šnekovým dopravníkem se zlepšuje posun materiálu do stroje, ale také prodlužuje žací vál, a tedy není potřeba úpravy pro sklizeň řepky pouze přidán aktivního děliče. Nahrazení šnekového dopravníku pásovým dopravníkem se využívá zejména pro větší záběry, kde se díky pryžovému pásu může docílit lepší kopírování pozemku. Pásový dopravník pracuje šetrněji s porostem, a tak dosahuje menších ztrát. [14]

**Obrázek 29 Průběžný šnekový dopravník** [36]

**Obrázek 30 Pásový dopravník** [36]

d) Děliče,

Mají za úkol oddělit pás porostu, který je při jízdě sečen od nesečeného porostu v podélném směru. Podle provedení se dělí děliče na aktivní a pasivní. Do pasivních děličů patří dělič krátký špičkový, dlouhý torpédový, třídílný, obloukový a prutový dělič. Krátký špičkový dělič je vhodný do stojícího kratšího porostu např. ječmen jarní. Dlouhý torpédový a třídílný dělič se využívá ve vysokém stojatém nebo polehlém porostu jejich výhodou je snadné přizpůsobení stavu porostu a podmínkám práce. Obloukový a prutový dělič je vhodný pro porosty luskovin. Aktivní dělič se využívají zejména pro sklizeň řepky. Zde se využívá přímkový dělič s vratným pohybem. Je

umístěn na přední části žacího stolu, kde odřezává sečený pás od stojícího porostu. Tvoří ho dvě šikmo postavené kosy, které jsou protiběžné nebo jedna pevná a druhá pohyblivá. Dělič má hydraulický pohon a tím má možnost vypnout jednu stranu, kde není potřeba pohybu kosy. [5]

**Obrázek 31 Aktivní dělič** [16]

e) Zvedače obilí

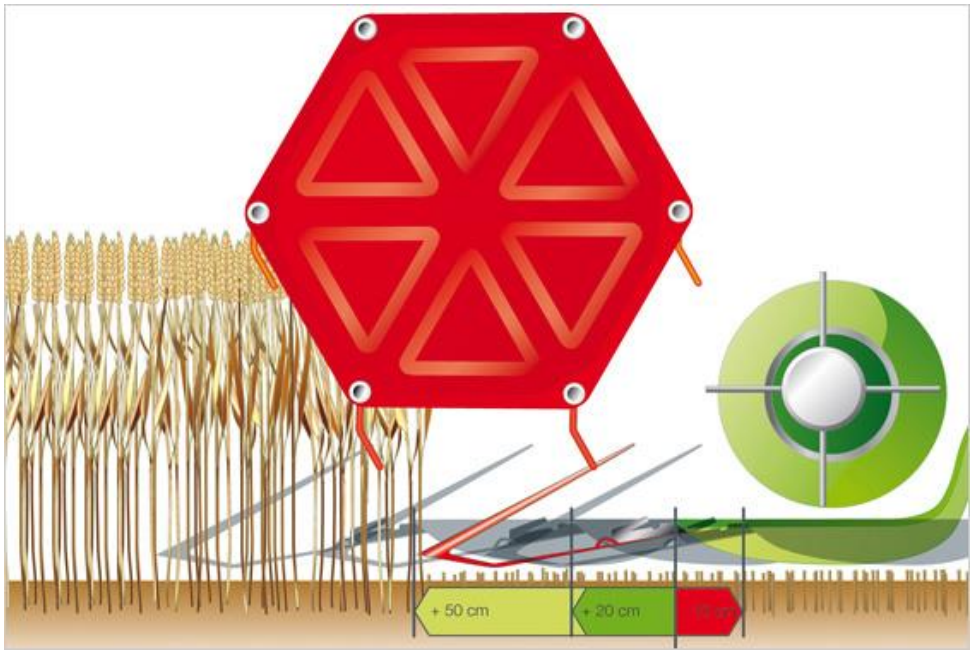
Používají se pasivní pevné zvedače při sklizni polehlých porostů. Připojují se na každý třetí až osmý prst žací lišty podle délky porostu velikosti polehání. Hlavním úkolem zvedačů je nadzvednout polehlý porost nad úroveň řezu, aby minimalizovali ztráty uříznutím klasů nebo jiných polehlých plodin. Dokáží kopírovat povrch jen díky vlastní pružnosti a jednoduché konstrukci. [5]

## 10.4 Vario žací lišta

Jedná se o běžnou žací lištu, ale s možností plynule měnitelnou částí před příčným šnekovým dopravníkem. Pro obiloviny je možné tuto délku prodloužit o 20 cm nebo o 10 cm zkrátit. Tyto změny je možné provádět za chodu mlátičky obsluhou přímo z kabiny stroje. Pro sklizeň řepky se vál prodlouží o 50 cm a pasivní děliče se nahradí aktivními, což značně šetří čas při přechodu mezi plodinami. Změna se dá vykonat za méně než půl hodiny. Toto nalezneme v nabídce Claas. [16]

Firma John Deere u svého žacího válu 600PF délka stolu lze nastavit pomocí ovládací páky, kde ukazatel délky stolu udává ideální délku pro sklízenou plodinu. Výhodou této lišty je přechod mezi plodinami, který se dá vykonat za méně než tři

minuty bez použití nářadí. Díky nejdelšímu nastavitelnému stolu jsou ztráty při sklizni řepky menší 1 %. [14]




**Obrázek 32 Princip vario žací lišty** [37]

## 10.5 Přídavný adaptér pro sklizeň řepky

Adaptér pro sklizeň řepky tzv. řepkový před vál je upravený adaptér pro sklizeň obilovin. Skládá se z žacího stolu s žací kosou a aktivními děliči na obou stranách. Děliče se skládají z dvou protiběžných lišt. Jeho úprava spočívá v připojení řepkového adaptéru k běžné žací liště, a tím dochází k prodloužení žacího stolu. Připevnění k žacímu válu je pomocí několika napínáků. Touto úpravou se tak zabraňuje větším ztrátám u řepky. Tento systém bývá dnes často nahrazován vario žací lištou, kde se pouze nasadí aktivní děliče. [6]

**Obrázek 33 Řepkový předvál** [38]

## 10.6 Žací adaptér se sklápěním

Z důvodu provozu velkých sklízecích mlátiček po komunikaci a malých prostor k nasazení žacího adaptéru vedl konstruktéry u firmy Claas k řešení sklápěného adaptéru, který se do dopravní polohy pouze slouží bez nutnosti demontáže na přepravní vozík. To také vede ke zkrácení stroje při přejezdech po komunikaci. Složený adaptér má šířku 3 metry a nepřesahuje šířku stroje. Ovládání je zajištěno přímo z kabiny. Záběr žací lišty je 4,5 m. Mechanický pohon lišty je pouze na jedné straně i přesto že je lišta dělená. Podobný sklápěcí systém se vyskytuje spíše u kukuřičných adaptérů. [16]

**Obrázek 34 Sklopený žací adaptér** [16]

## 10.7 Adaptér pro sklizeň kukuřice

Adaptéry pro sklizeň kukuřice se připojují místo žacího stolu. Většina adaptérů má odlamovací ústrojí, které odlomí palice kukuřice a následně jsou řetězovými dopravníky dopravovány k průběžnému dopravníku, ten dopravuje palice k šikmému dopravníku. Zbylá sláma se drtí drtičem, který je součástí adaptéru. Adaptéry mají možnost seřizování rozpětí řádků. Pohon adaptérů je nejčastěji řešen pomocí předlohového hřídele, jako tomu je u obilného sklízeče. Přepravní poloha je u menších záběrů řešena pouze složením adaptéru a u větších záběrů je nutno složení adaptéru na podvozek určený na přepravu. Většina kukuřičných adaptérů je řešena jako univerzální a po úpravě lze použít také na sklizeň slunečnice.

Adaptér je vybaven bočními a vnitřními děliči. Boční děliče mají podobný tvar jako dlouhé děliče pro obilniny. Vnitřní děliče jsou tvarované do jehlanu, vpředu s pevným hrotem. Jsou vyrobené z plechu, aby nedošlo k poškození jehlanu. Uchycení děličů je konstruováno na čepech, kvůli nastavování kopírování pozemku to se využívá

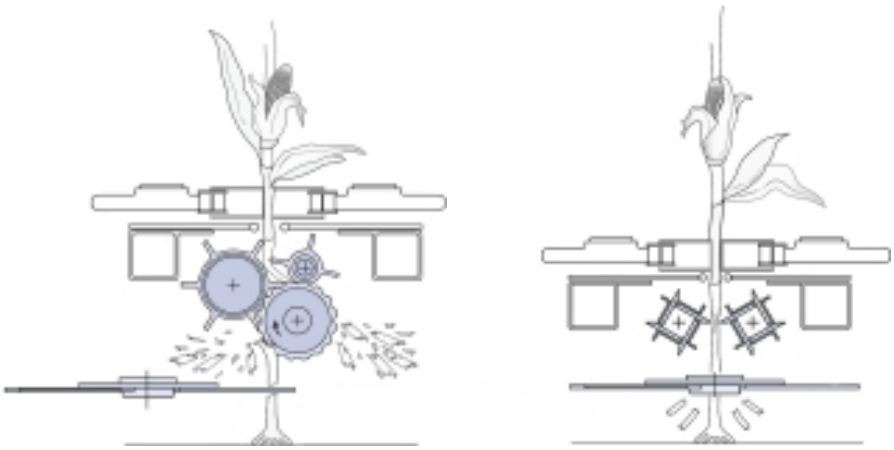
zejména při nízkých polehlých porostech, kde se nastavují na nejmenší výšku nad povrchem pozemku. Záběr adaptéru je od 4 do 16 řádků. [6]

**Obrázek 35 Kukuřičný adaptér** [39]

Princip činnosti kukuřičného adaptéru:

Děliče rozdělují porost, zdvihají polehlá stébla kukuřice a dál je usměrňují k unášecím řetězům. Současně s unášecími řetězy působí na stébla kukuřic usměrňovací kužely. Spolu usměrní stéblo mezi dva nebo tři proti sobě se otáčející odlamovací válce, které svým rotačním pohybem táhnou stéblo kukuřic s palicemi směrem dolů. Palice pohybem dolů narážejí na listy, jejichž rozestupy můžeme měnit podle poměru velikosti palic. Vtahované palice neprojdou mezerou, odlomí se a díky prstu unášecího řetězu se dopravují do průběžného šnekového dopravníku a následně do šikmého dopravníku. Ve spodní části adaptéru pod usměrňovacími kužely a odlamovacími válci jsou protibřity, které mají zabránit namotávání stébel, plevelů a jejich částí na kužely a odlamovací válce. Velikost mezi odlamovacími válci a protibřity je hydraulicky stavitelná. Dále rotory slouží k drcení slámy a jsou konstruovány podle nové techniky jako třírotorové nebo dvourotorové. Dříve byla používána i jednorotorová konstrukce, která se dnes už téměř nepoužívá. Díky kotoučovým nožům je sláma kvalitně rozdrcená na pozemek a tím připravená na další zpracování. Pod rotory se umisťují horizontální nože, které zajišťují velmi nízké strniště a tím zlepšení zapravení a rozklad rostlinných zbytků. [6]

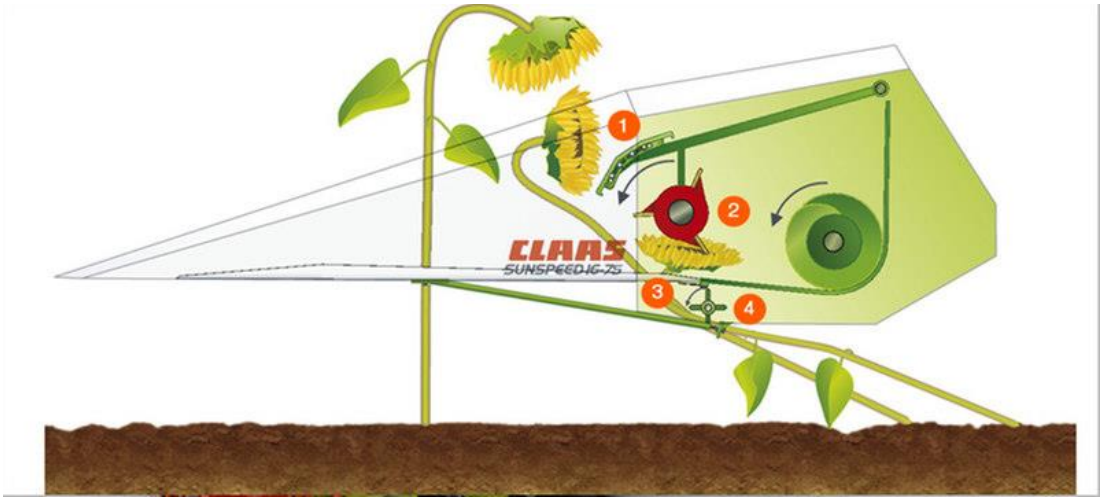
Nejznámějším výrobcem kukuřičných adaptéru je firma Geringhoff, která má na trhu 5 adaptérů na kukuřici s rozdílným provedením pracovních rotorů.



**Obrázek 36 Princip kukuřičného adaptéru** [39]

## 10.8 Adaptér pro sklizeň slunečnice

Na sklizeň slunečnice se využívají upravené kukuřičné adaptéry nebo především přímo k tomu určené slunečnicové adaptéry. Tyto adaptéry nejsou oproti kukuřičným závislé na meziřádkové vzdálenosti slunečnice, která je navedena článkovým děličem na stavitelný usměrňovací plech (1), ten přitlačí košíky slunečnice dopředu. Tím usměrňovací plech současně zabraňuje trhacímu válci (4), aby přitáhl stonek k řezací liště (3). Díky tomu se dostanou pouze košíky slunečnice k podávacímu zubovému válci (2), který je dodatečně vybaven gumovým usměrňovačem. Zubový podávací válec dopraví odříznuté košíky slunečnice na průběžný šnekový dopravník, odkud se dostanou k šikmého dopravníku a dále do mlátičky. Tyto adaptéry jsou konstruovány jako pevné, proto pro jejich dopravu na komunikaci musí být odkládány na transportní vozík. Záběry slunečnicových adaptéru jsou od 6 do 12 metrů. [16]




**Obrázek 37 Slunečnicový adaptér** [40]

## 10.9 Sběrací adaptér

Tyto adaptéry se využívají většinou pro sběr travní hmoty při dvoufázové sklizni trav na semeno nebo pro sklizeň řepky to nejvíce na americkém kontinentu. Adaptér má podobnou konstrukci jako sběrací zařízení u sklízecí řezačky. Hlavní rozdíl je pouze ve vlastním sběracím ústrojí, které se skládá z pryžového dopravníku, který je osazen ocelovými pružnými podávacími sklopnými prsty vedenými vodící dráhou. Výška sbírání se nastavuje pomocí kopírovacích koleček. Nad sběračem je výkyvně uložený prutový přidržovač, který přitlačuje sbíranou hmotu ke sběracímu ústrojí a tím zlepšuje její předání na průběžný šnekový dopravník. Přidržovač se nechá výškově nastavit podle výšky řádků nebo demontovat. Při reverzaci se musí zvednout jinak muže dojít ke zničení. [3]

**Obrázek 38 Sběrací adaptér** [41]

## 10.10 Vyčesávací adaptér (stipper)

Jde o zařízení, které se dá využít hlavně pro sklizeň obilovin, hrachu, trav, lnu a rýže. Adaptér z rostlin pouze vyčesává klasy, které jsou následně vymláceny v mlátičce. Stébla rostlin po přejezdu vyčesávacím adaptérem zůstávají stát, takže je nutné zajistit jejich odstranění z pozemku.

Hlavní částí adaptéru je vyčesávací rotor, na kterém jsou umístěné vyčesávací hřebeny. Rotor se otáčí proti směru jízdy. Je z čela chráněn krycím plechem nastavitelným pro různé plodiny. Klasy odpadávají na pevný žlab, odkud jsou odebírány průběžným dopravníkem a jdou dále do mlátičky. Shora je možný přístup díky otevíracímu plechu. Jeho záběr je od 3 do 9 metrů.

Výhody adaptéru je vysoká pojezdová rychlost, ta může být až 20 km. hod$^{-1}$ a tím je dosažena velká výkonnost stroje. Dále nižší zatížení mlátičky, protože do mlátičky jde malé množství slámy a tím i kvalitnější výmlat. Nevýhodou adaptéru je neuniverzálnost, protože ho nelze použít na všechny plodiny například řepky, která stripperem nelze sklízet. Při nevyrovnaném porostu může docházet k vylétávání klasů. Jednou z nevýhod jsou také nezpracované zbytky rostlin, které se poté musí rozdrtit a tím vzniká a další pracovní operace a zvyšování utužení půdy.

V Evropě se využití tohoto adaptéru nerozšířilo, kvůli potřebě obilné slámy pro živočišnou výrobu. [42]

**Obrázek 39 Vyčesávací adaptér** [42]

## 10.11 Kopírování pozemku

Kopírování pozemku je řešeno u každého výrobce rozdílně. Nejčastěji se samotná kopírace skládá ze soustavy senzorů. Při nastavení strniště nad 150 mm se využívá senzor u/9místěný na šikmém dopravníku, kde snímá jeho polohu. Při výšce strniště do 150 mm jsou kontaktní snímače umístěné na krajích a uprostřed žacího ústrojí. Tyto snímače snímají tlak na podložku a následně tyto hodnoty zpracovává a vyhodnocuje palubní počítač podle nastavených hodnot řidičem a následně díky elektrohydraulickému systému ovládá příslušné přímočaré hydromotory. Hydraulické obvody jsou jištěny proti rázům a přetížení dusíkovými akumulátory tlaku. Tento

systém dokáže automaticky velmi rychle reagovat na příčné i podélné nerovnosti na pozemku. Zvyšuje se také výkonnost a značně se ulehčuje práce pro obsluhu při velkém záběru žacích lišt, v noci nebo v kopcovitém terénu. [16]

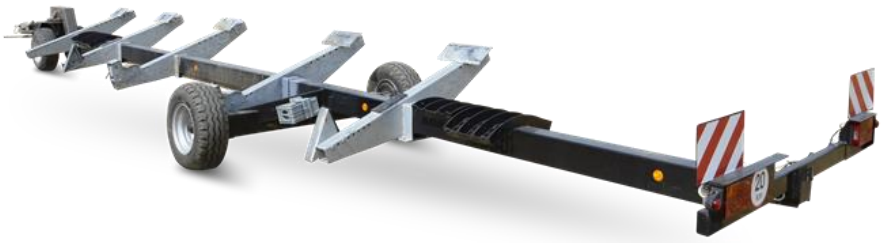
Při záběru lišty nad 9 metrů se také využívají kopírovací kolečka, které jsou umístěné za žací lištou. Výška strniště se nastavuje vysunutím koleček. Tento systém částečně také odlehčuje sklízecí mlátičku o váhu adaptéru.

### 10.12 Systém na přepravu sklízecích adaptéru po pozemních komunikacích

Pro přepravu adaptérů na komunikacích se využívají transportní podvozky, sklopné adaptéry a integrované vozíky v adaptéru.

a) Transportní podvozky

Jde o nejčastěji používaný způsob přepravy sklízecího ústrojí po komunikacích. Konstrukci podvozku si vybírá kupující zákazník podle svých potřeb a dostupnosti pozemků. Největší inovací je podvozek s řiditelnými oběma nápravami, který téměř kopíruje stopu mlátičky. [43]



**Obrázek 40 Transportní podvozek** [44]

b) Sklopné sklízecí adaptéry

Jedná se o sklopné sklízecí ústrojí, které je složeno z více částí a tím nahrazuje pevnou konstrukci adaptéru. Adaptér má menší záběry, a tak se využívá u méně výkonných mlátiček. Je vhodný pro zemědělce o velkém počtu malých polí, protože rozkládání zabere méně času, přejezdy mezi poli jsou tak rychlejší. [39]

c) Integrované podvozky

Jde o přepravní podvozek, který zároveň po složení slouží jako kopírace pozemku. Na každé straně sklízecího adaptéru je jeden pár kol, ty se pomocí několika čepů vpředu povolí, poté se přetáhnou pod lištu a otočí o 90°. Zadní část se rozdvojí. Jedno rameno se protáhne pod lištou, začepuje se a otočí po směru jízdy. Poté se mezi přední pár kol se připojí oj. Tento systém se používá na adaptéry o záběru 9 a více metrů. [35]

# 11.Naváděcí systémy

V posledních letech je snaha pracovat s co největším využitím zemědělské techniky, proto se i výrobci zaměřili na systémy pro přesné navádění sklízecí mlátičky v porostech. U mlátiček se jedná hlavně o využití automatického navádění na hranu neposečeného porostu (laserové navádění), automatické navádění na řádek nebo již rozsáhlé využití satelitní navigace. Hlavním důvodem jde o co možná nejvyšší využití pracovního záběru sklízecího adaptéru a tím zvýšení výkonnosti celé mlátičky. [5]

## 11.1 Systém automatického navádění na hranu neposečeného porostu

Hlavní částí tohoto systému navádění je elektronicko-laserový senzor, který vysílá laserový paprsek na hranu porostu a snímá odražené paprsky. Systém pracuje na principu měření času, za který se vrátí odražený paprsek od porostu a od strniště. Paprsek odražený od strniště musí urazit delší vzdálenost, a tím je i jeho čas delší. Tyto data vyhodnocuje řídící jednotka, která následně koriguje směr jízdy.

Mezi nejznámější výrobce těchto systémů navádění patří firma Claas s laser pilotem a firma New Holland se systémem SmartSteer. Jediný rozdíl mezi těmito systémy je v umístění samotného senzoru. U firmy Claas je senzor nainstalován přímo na žacím adaptéru. Pro využití navádění z levé a pravé strany musí být lišta osazena dvěma piloty umístěné na každé straně adaptéru. [16]

Senzor na mlátičkách New Holland je umístěn na levé straně kabiny vedle zpětného zrcátka. Výhodou tedy je použití pouze jednoho otočného senzoru pro obě strany adaptéru. Díky umístění senzoru na kabině není náchylný na mechanické poškození, oproti snímačům umístěných přímo na sklízecích adaptérech. Nevýhodou tohoto umístění ale je horší navádění na pravou stranu při záběru větším než 11 metrů. [39]

**Obrázek 41 Laser pilot** [45]

## 11.2 Systém automatického navádění na řádek

Tento systém je určen spíše při sklizni kukuřice na zrno. Dva elektronické senzory umístěné nejčastěji v prostředním hrotu děliče sledují porost mezi dvěma řádky. Hodnoty zpracuje řídící jednotka a následně upravuje směr na optimální úroveň vedení mlátičky. Tím systém pomáhá se snižováním ztrát, a to i při snížené viditelnosti nebo vysokých pracovních rychlostech. Pro ještě větší přesnost lze systém propojit také s GPS, kde se ještě více zpřesní pohyb mlátičky, ale také pro větší orientaci mlátičky. [39]

**Obrázek 42 Systém sledování řádků Kukuřic** [39]

## 11.3 Navádění pomocí satelitní navigace (GPS)

Navigačním systémem můžou být sklízecí mlátičky vybaveny na přání zákazníka. Tento systém obsahuje autopilota s přesností až 2,5 cm. Hlavní výhodou navádění je omezení přejezdu po pozemku díky plného využití sklízecího adaptéru, a tím snížení nákladů na provoz. Satelitní navigace umožňuje vytváření výnosových map a zaznamenává pohyb stroje. Všechna data o stroji jsou přenášena díky internetovému připojení do polní kanceláře, ale také do servisního střediska při případné poruše stroje lze okamžitě reagovat a stroj brzy uvést zpět do provozu. Nejvyspělejší systém navádění má firma John Deere pod názvem Green star, která jako první uvedla tento systém na trh s odchylkou od 15 do 30 cm. [5]

**Obrázek 43 Umístění satelitního přijímače** [14]

### 11.3.1 Druhy signálu John Deere

a) Signál SF1

Tento druh signálu je bezplatný, ale dnes není příliš přesný, jeho návaznost jízd pracuje s přesností okolo 15 cm. Využívá se zejména pro orbu, postřik a hnojení u sklízecích mlátiček se preferují přesnější navigace. Hlavními přínosy je snížení spotřeby paliva, snížené vstupní náklady.

b) Signál SF2

Jedná se o placený signál díky, kterému se zvýší přesnost navazujících jízd okolo 5 cm. Proto se využívá hlavně zpracování půdy, setí, hnojení, postřik, ale také

zejména při sklizni sklízecí mlátičkou. Hlavní výhodou je snížení překrývání, vyšší komfort obsluhy nebo možnost vyšší provozní rychlost.

c) Využití RTK

Systém pracuje s přesností 2,5 cm. Pracuje na principu vlastní základní stanice umístěné na vyšších místech např. vysílači. Tento systém se u sklizně spíše nevyužívá. [14]

# Závěr

Sklízecí mlátičky jsou v dnešní moderní zemědělské výrobě nepostradatelné. Sklízecí mlátičky za celou svou existenci prošly dlouhým a zajímavým vývojem, ve kterém bylo zkoušeno různé provedení všech hlavních částí. V současnosti se na trhu objevují dva odlišné způsoby řešení hlavních částí, ale stále častěji se využívá kombinace těchto dvou způsobů.

Technická řešení hlavních funkčních celků prošly v poslední době velkými změnami a úpravami, které umožňují neustálé zvyšování jejich výkonnosti, komfortu obsluhy, zvětšování záběrů adaptéru a snižování sklizňových ztrát. I přes zvyšování výkonu motoru musí být dodržovány zavedené emisní normy. Toho výrobci dosahují přidáváním čistících prvků do výfukové soustavy, jako je filtr pevných částic, EGR ventil nebo systém selektivní katalytické redukce SCR pomocí vstřikování AdBlue. Jednou z největších změň a velký význam je ve využití elektroniky, která slouží k ovládání a kontrole činnosti celého stroje. Výrobci kladou důraz také na celkový vzhled sklízecích mlátiček.

Díky zvyšování výkonností sklízecích mlátiček klesá jejich počet. Sklízecí mlátičky patří mezi velké investice pro zemědělské podniky, proto jejich využití bývá především v podnicích služeb.

## Seznam použité literatury:


[1] ROH, Jiří. Řízení a obsluha sklízecích mlátiček. Praha: MON, 1987.

[2] STEHNO, Luboš et al. *Historie sklízecích mlátiček*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014. 284 s. ISBN 978-80-86726-58-8.

[3] BŘEČKA J., HONZÍK, I., NEUBAUER K. (2001), Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin. 1. vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita, 147 s., ISBN 80-213-0738-2.

[4] Claas lexion 670-620 Agrall [online]. [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: http://www.agrall.cz/produkt/37/lexion-670-620

[5] KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.

[6] NEUBAUER, K. (1989), Stroje pro rostlinnou výrobu. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 720 s., ISBN 80-209-0075-6.

[7] Laverda-M400 Lc Series [online]. [cit. 12.01.2018]. Dostupné z: http://www.laverdaworld.com/en/prodotti/m400-levelling-concept-series_17

[8] MALEŘ, Josef. Samojízdné sklízeče zrnin. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0000-4.

[9] HEŘMÁNEK, P., KUMHÁLA, F. (1997), Nové konstrukce sklízecích mlátiček: New construction of combine harvesters (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 54 s. Studijní informace. ISBN 80-861-5333-9

[10] John Deere řada T | DAŇHEL AGRO a.s. [online]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/produkty/zemedelska-technika-john-deere/kombajny-john-deere/kombajny-john-deere-t550-t560-t660-t670.html

[11] ROH, Jiří. Hydraulické mechanismy zemědělských strojů. Praha: SZN, 1989. ISBN 80-209-0055-1.

[12] BAUER, František a Alois NOVOTNÝ. Hydraulické systémy zemědělských strojů. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993. ISBN 80-7157-079-6.

[13] BAUER, František, Pavel SEDLÁK a Tomáš ŠMERDA. Traktory. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-86726-15-0

[14] John Deere-Řada S [online]. [cit. 04.01.2018] Dostupné z: http://johndeeredistributor.cz/Zemedelska-technika/Produkty/Sklizeci-mlaticky/Rada-S

[15] John Deere-Řada W330-440 [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.strompraha.cz/produkty/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky-john-deere/rada-w330/w440

[16] sklizeci mlaticky | Agrall [online]. [cit. 12.12.2017] Dostupné z: http://www.agrall.cz/kategorie/2/sklizeci-mlaticky

[17] Pásový podvozek Terra trac [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.agrall.cz/produkt/670/terra-trac

[18] Nejdivnější kombajn na světě. Vše ze světa agro-Agroportal24h [online]. [cit. 12.02.2018]. Dostupné z: http://www.agroportal24h.cz/novinky/1567

[19] MDW Arcus - [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.tractorfan.cz/picture/372528/

[20] Variátor Claas lexion [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: https://www.lammaxchange.com/content.php?id=82

[21] AXIAL FLOW 8240 | AGRI CS - [online]. [cit. 02.02.2018] Dostupné z: http://www.agrics.cz/axial-flow-8230?sid=googlebot

[22] JANDA, D., Mlátící a separační mechanismy sklízecích mlátiček [online]. [cit. 12.02.2018] Dostupné z: http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf

[23] Claas avero 240-160 | Agrall [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.agrall.cz/produkt/35/avero-240-160

[24] Twin rotor New Holland [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://novlanbros.com/showroom/new+holland/547/cr_series.html

[25] Gleaner Super Series Combines [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: https://www.pinterest.co.uk/pin/412149803368378221/

[26] Claas lexion 780-740 Agrall [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.agrall.cz/produkt/38/lexion-780-740

[27] Trommelwickler New Holland TF44 - M Wickler Abscheidek R [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://landtechnik-forum.de/forum/forum.php?id=69

[28] Šikmý dopravník, C9000 - C9205 - C9206, DEUTZ-FAHR [online]. Deutz Fahr [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: http://www.garnea-as.cz/deutz-fahr/sklizeci-mlaticky/5-vytrasadlove/c9000-c9205-c9206/sikmy-dopravnik

[29] Separace, čištění, vyprazdňování, C9000 - C9205 - C9206, DEUTZ-FAHR [online]. Deutz Fahr [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: http://www.garnea-as.cz/deutz-fahr/sklizeci-mlaticky/5-vytrasadlove/c9000-c9205-c9206/separace-cisteni-vyprazdnovani

[30] Mechanizace zemědělství [online]. Dostupné z: http://mechanizaceweb.cz/zpracovani-pudy-predchazi-uprava-poskliznovych-zbytku/

[31] Novinky | AGRALL Servis, a.s. [online]. Claas [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: http://www.agrallservis.cz/novinka/28/s-novou-technikou-vstric-dalsim-vyzvam/

[32] Fendt IDEAL-AGCO [online]. All rights reserved. [cit. 15.12.2017]. Dostupné z: https://www.fendt.com/int/fendt-ideal.html

[33] PASTOREK, Zdeněk. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. 1. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 144 s. ISBN 80-902413-4-4.

[34] KROUPA, Pavel, Josef HŮLA a Pavel KOVAŘÍČEK. Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin. 2. vyd. /. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 80-7271126-1.

[35] FLEXIBILNÍ A PEVNÉ PÁSOVÉ LIŠTY FD75 A D65 [online]. cit. 20.03.2018] Dostupné z: http://docplayer.cz/16288351-Flexibilni-a-pevne-pasove-listy-fd75-a-d65.html

[36] W70 Combine Harvester | Grain Harvesting | John Deere [online]. John Deere [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: https://www.deere.co.in/en/grain-harvesting/w70-combine-harvester/

[37] Sklízecí mlátičky CLAAS TUCANO 400. Prodej a servis zemědělské techniky CLAAS, VADERSTAD, HARDI, KVERNELAND [online]. Copyright © 2009 Všechna práva vyhrazena. [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: http://m.slezskastrojni.webnode.cz/products/tucano-400/

[38] www.atechnika.lt [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.atechnika.lt/technika/kita-technika/rapso-stalai-siegler

[39] Adaptéry na kukuřici, žací lišty na obiloviny, šrotovníky [online]. Geringhoff [cit. 02.04.2018]. Dostupné z: http://www.geringhoff.cz/produkty/detail/4333/horizon-star-ii

[40] CLAAS [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.claas.pl/produkty/kombajny

[41] Draper Platforms | Harvesting | John Deere Australia [online].John Deere [cit. 10.04.2018]. Dostupné z: https://www.deere.com.au/en/harvesting/draper-platforms/

[42] Shelbourne Reynolds [online]. Shelbourne Reynolds Engineering [cit. 15.11.2017]. Dostupné z: http://www.shelbourne.com/3/products/1/harvesting

[43] Agrotechnické práce Hejtmánek Znojmo [online]. [cit. 02.03.2018] Dostupné z: http://www.agrotech-hejtmanek.cz/transportni_voziky.html

[44] Podvozky pod žací lišty ZDT [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.zdt.cz/cz/vyrobky/podvozky-pod-zaci-listy

[45] CLAAS [online]. [cit. 10.04.2018] Dostupné z: http://www.claas.co.uk/products/easy/steering-systems/optical-steering-systems/laser-pilot

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Historická sklízecí mlátižka ŽM – 330 [2] ..... 13
Obrázek 2 Sklízecí mlátička Claas [4] ..... 14
Obrázek 3 Motor John Deere [10] ..... 19
Obrázek 4 Kolový podvozek [15] ..... 23
Obrázek 5 Polopásový podvozek Terra trac [17] ..... 24
Obrázek 6 MDW Arcus [19] ..... 25
Obrázek 7 3D vyrovnávání Claas [4] ..... 26
Obrázek 8 Příčné vyrovnání mlátičky [7] ..... 28
Obrázek 9 Pohon pomocí variátoru [20] ..... 29
Obrázek 10 Řez CVT převodovkou [21] ..... 30
Obrázek 11 Mláticí ústrojí s odmítacím bubnem [23] ..... 32
Obrázek 12 Vložení urychlovacího bubnu [23] ..... 32
Obrázek 13 Pěti bubnové mláticí ústrojí [10] ..... 33
Obrázek 14 Jednorotorové axiální mláticí ústrojí [21] ..... 34
Obrázek 15 Twin rotor firmy New Holland [24] ..... 35
Obrázek 16 Příčně uložený axiální rotor [25] ..... 35
Obrázek 17 Klávesová vytřásadla [23] ..... 36
Obrázek 18 Axiální separátory Claas [26] ..... 37
Obrázek 19 Kombinovaný separátor New Holland [27] ..... 38
Obrázek 20 Průběh hmoty šikmým dopravníkem [28] ..... 39
Obrázek 21 Čistící ústrojí [10] ..... 42
Obrázek 22 Zásobník zrna [29] ..... 43
Obrázek 23 Drtič slámy [30] ..... 43
Obrázek 24 Složený metač plev [31] ..... 44
Obrázek 25 Kabina s ovládáním sklízecí mlátičky [10] ..... 46
Obrázek 26 Žací adaptér [16] ..... 48
Obrázek 27 Prstová žací lišta [10] ..... 49
Obrázek 28 Prstový přiháněč s gumovými prsty [35] ..... 50
Obrázek 29 Průběžný šnekový dopravník [36] ..... 51
Obrázek 30 Pásový dopravník [36] ..... 51
Obrázek 31 Aktivní dělič [16] ..... 52
Obrázek 32 Princip vario žací lišty [37] ..... 53

Obrázek 33 Řepkový předvál [38] ..... 53
Obrázek 34 Sklopený žací adaptér [16] ..... 54
Obrázek 35 Kuřičný adaptér [39] ..... 55
Obrázek 36 Princip kukuřičného adaptéru [39] ..... 56
Obrázek 37 Slunečnicový adaptér [40] ..... 56
Obrázek 38 Sběrací adaptér [41] ..... 57
Obrázek 39 Vyčesávací adaptér [42] ..... 58
Obrázek 40 Transportní podvozek [44] ..... 59
Obrázek 41 Laser pilot [45] ..... 61
Obrázek 42 Systém sledování řádků Kukuřic [39] ..... 61
Obrázek 43 Umístění satelitního přijímače [14] ..... 62