

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Technická fakulta**

**Katedra zemědělských strojů**



**Bakalářská práce**

**Trendy v technice pro sklizeň zrnin**

**Pavel Janata**

© 2023 ČZU v Praze

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Janata

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Trendy v technice pro sklizeň zrnin**

Název anglicky

**Trends in grain harvest techniques**

---

## Cíle práce

Cílem práce je popis vývoje techniky a technologie sklizně zrnin sklízecími mlátičkami John Deere se zaměřením na model sklízecích mlátiček typu T.

## Metodika

Práce bude pojednávat o vývojových trendech v technice a technologii sklizně zrnin a semenných plodin vyráběných společnostmi Deere and Co. se zaměřením na modelovou řadu T.

Osnova práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika práce
3. Vlastní řešení
4. Shrnutí a doporučení
5. Závěr
6. Seznam použité literatury

## Doporučený rozsah práce

35-40 stran textu

## Klíčová slova

sklizeň, tangenciální, mlátička, čistidlo, separace

---

## Doporučené zdroje informací

časopis Mechanizace zemědělství

firemní literatura John Deere

HEŘMÁNEK, P. – KUMHÁLA, F. *Nové konstrukce sklízecích mlátiček = New construction of combine Harvesters: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-86153-33-9.

KVÍZ, Z.–RYBKA, A. *Kvalita práce drtičů slámy a rozmetadel plev na sklízecích mlátičkách z hlediska vlivu na následnou plodinu: Doktorská disertační práce*. Disertační práce. Praha: 2007.

MIU, P. *Combine harvesters: theory, modeling, and design*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 1466505125.

---

## Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

## Vedoucí práce

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno: 15. 11. 2022

**prof. Dr. Ing. František Kumhála**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 15. 11. 2022

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 24.1. 2023

---

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Trendy v technice pro sklizeň zrnin" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2023

---

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za jeho čas, věcné připomínky a pomoc při zpracování bakalářské práce.

## **Trendy v technice pro sklizeň zrnin**

Abstrakt: V práci se nejprve rozebírá historie a vývoj sklízecích mlátiček, od prvních zmínek o mechanizované sklizni přes vznik žacích kos a první sklízecí mlátičky. Následuje technický rozbor a popis jednotlivých částí tangenciálního mláticího ústrojí. Další část práce se věnuje současným trendům v tangenciální technologii, především zvýšení průchodnosti mláticího ústrojí a efektivnosti práce. Zvláštní pozornost je věnována technologiím precizního zemědělství. Poslední část práce se zaměřuje na zhodnocení provozu a popis sklízecí mlátičky řady T od společnosti John Deere. Tento popis zahrnuje zhodnocení telematických dat devíti sklízecích mlátiček a jejich výkonu v různých podmínkách.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, tangenciální ústrojí, aktivní separační plocha, provozní data, precizní zemědělství

## **Trends in grain harvest techniques**

Abstract: The thesis first discusses the history and development of combine harvesters, from the first mentions of mechanized harvesting to the development of reapers and the first combine harvesters. This is followed by a technical analysis and description of the individual parts of the tangential threshing mechanism. The next section focuses on current trends in tangential technology, particularly in increasing the throughput of the threshing mechanism and improving its efficiency. Special attention is paid to precision farming technologies. The final section of the thesis focuses on the evaluation of the operation and description of the John Deere T-series combine harvester. This description includes an evaluation of telematics data from nine harvesters operated under different conditions, providing insight into the performance of the T660i model.

Keywords: combine harvester, tangential mechanism, active separation area, operational data, precision farming

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce .....	2
3. Metodika.....	3
4. Historie a vývoj sklízecích mlátiček.....	4
4.1. Vývoj tangenciálního ústrojí.....	5
4.2. Vývoj axiálního ústrojí .....	8
5. Tangenciální sklízecí mlátička .....	12
5.1. Doprava materiálu do ústrojí .....	12
5.1.1. Sklizňové adaptéry.....	12
5.1.2. Šikmý dopravník .....	16
5.2. Mláčení.....	17
5.2.1. Mláčící buben.....	18
5.3. Separace .....	19
5.3.1. Rotační separátor .....	20
5.3.2. Odmítací buben .....	20
5.3.3. Klávesové vytřásadlo .....	21
5.4. Čistění.....	22
5.5. Domláčení zrna.....	23
5.6. Práce s posklizňovými zbytky .....	24
5.6.1. Drtič slámy .....	24
6. Současné trendy tangenciálních mlátiček .....	26
6.1. Konstrukce a uspořádání prvků mláčícího ústrojí.....	26
6.2. Precizní zemědělství .....	29
6.2.1. Automatické družicové navádění .....	30
6.2.2. Telematika .....	30
6.2.3. Automatické nastavení mlátičky .....	31
6.2.4. NIR senzor.....	32
7. Zhodnocení provozu a popis sklízecí mlátičky John Deere řady T.....	34
7.1. Technická specifikace .....	34
7.2. Mláčící ústrojí.....	35
7.3. Zhodnocení provozu řady T ve sklizňových službách .....	36
8. Závěr .....	40
9. Seznam literatury.....	41
10. Seznam obrázků.....	42
11. Seznam grafů .....	42
12. Seznam tabulek.....	42

# Úvod

Již po staletí se sklizeň v zemědělství řadí na vrchol zemědělských prací a představuje jakési zakončení celoročního úsilí vypěstovat plodiny v té nejlepší možné kvalitě a kvantitě. Pro producenta v rostlinné výrobě to znamená finální finanční zhodnocení po předchozím investování nákladů v podobě prvotního zpracování půdy, přes hnojení a setí až po přihnojování a ochranu rostlin v době vegetačního období.

Na kvalitu sklizně jsou zejména dnes kladeny, čím dál vyšší nároky a tím pádem i na samotné sklízecí mlátičky, potažmo technologické linky sklizně. Je to dáno také tím, že časový horizont pro sklizeň se vlivem klimatické změny neustále zužuje, proto rostou i požadavky na zvyšování efektivity a produktivity sklízecích mlátiček.

Dnes se na trhu evropského kontinentu vyskytují sklízecí mlátičky se třemi koncepcemi mláticího ústrojí a tj.: tangenciální, axiální a hybridní. Vhodnost každé koncepce závisí na konkrétních požadavcích a podmínkách, ve kterých zemědělec hospodaří. V této práci se detailně budeme zabývat sklízecími mlátičkami s tangenciálním mláticím ústrojím a zhodnotíme jejich vývojové trendy.

V první části práce rozebereme vývoj sklízecích mlátiček a trendy nastupující v průběhu let. Dále si podrobně rozebereme tangenciální mlátičku na trhu řady T od společnosti John Deere, objektivně zhodnotíme její parametry a uvedeme si výhody a nevýhody dané tangenciální koncepcí.



## **1. Cíl práce**

Cílem práce je porovnat a zhodnotit současné trendy v konstrukci sklízecích mlátiček se zaměřením na tangenciální koncepci. Práce by mohla pomoci všem, kteří zabývají tématem sklizně v zemědělství a konstrukci sklízecích mlátiček. Také by mohla pomoci těm, kteří vyhledávají data o sklízecí mlátičce řady T a zvažují její nákup, díky sumarizaci provozních dat.

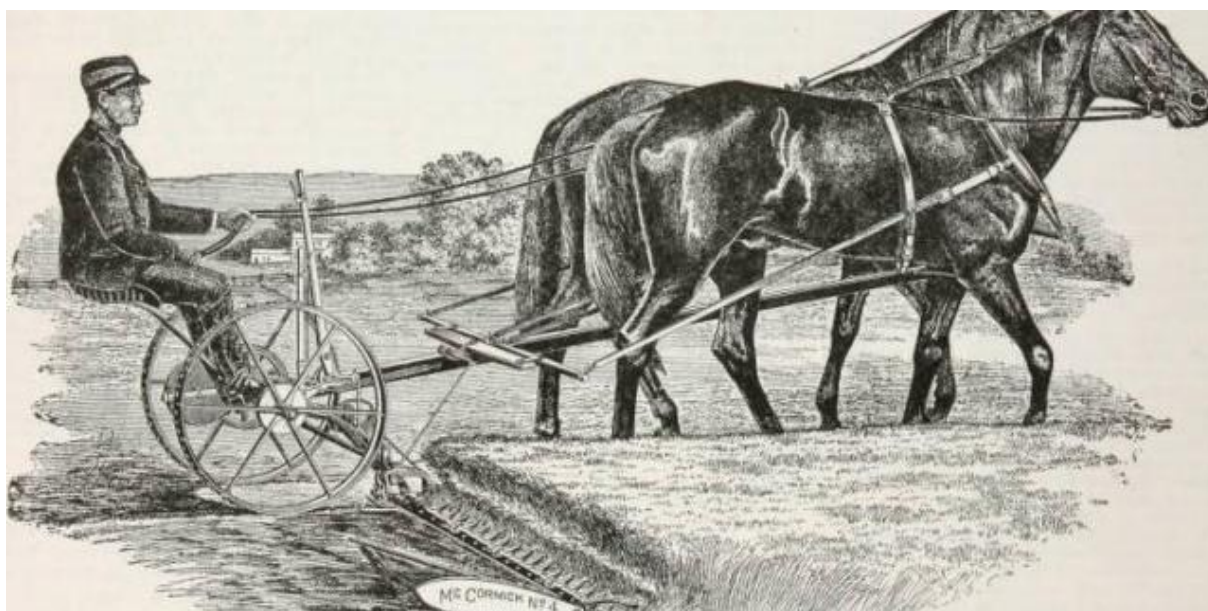
## **2. Metodika**

Práce bude pojednávat o vývojových trendech v technice a technologii sklizně zrnin a semenných plodin vyráběných společností Deere and Co., se zaměřením na modelovou řadu T. Postup práce byl formou rešerše s přidáním vlastních znalostí a zkušeností v dané problematice.

### 3. Historie a vývoj sklízecích mlátiček

Mechanizace sklizně má velice dlouhou historii. První zmínky sahají až do prvního století našeho letopočtu. Počátky mechanizovaného výmlatu byly zpočátku pomocí jednoduchých nástrojů. Výmlat zrna byl tehdy vykonáván pomocí klacků, později je nahradili cepy. Některé pranárody, jako například Féničané, vrstvlí pokosené obilí a jezdili přes něj rýhovanými nebo hladkými válci taženými zvířaty. Ke kosení sloužil nejprve srp a následně kosa. (ROH, 2004)

Prvním zásadním milníkem ve vývoji mechanizace sklizně do dnešní podoby nastal v roce 1800, kdy byla vynalezena první žací lišta. Vynálezcem byl Robert Maers, který si nechal patentovat originální žací stroj s nůžkovým ústrojím a ovlivnil tím tak následující vývoj mechanizace sklizně. Maersův žací stroj v letech 1826-28 upravil Patrik Bell a stroj byl již lépe použitelný pro praxi. V polovině devatenáctého století převzali iniciativu ve vývoji žacích lišt američtí konstruktéři, konkrétně McCormick a Husaey. Žací lišty byly v Evropě a USA v té době na rozmachu a ke konci 19. století se stávaly běžnou mechanizací farmářů. Tehdejší žací lišty se ve své podstatě podobaly dnešním žacím kosám na sklízecích mlátičkách. Samotná ocelová lišta byla opatřena přišroubovanými prsty z lisované oceli nebo temperované litiny, v nichž byly výřezy, kde se nacházela kosa, která se pohybovala přímočarým vratným pohybem. Vnitřní plocha prstů byla prokládána ocelovými kalenými destičkami pro menší opotřebení prstů. Kosa byla složena z ocelové tyče a nanýtaných trojúhelníkových nožů – žabek. Pohon žací lišty zajišťoval pohyb koní, který uváděl do chodu pojezdová kola napojená na klikový mechanismus, k němuž byla připevněna kosa na vratném rameni. Rychlost kosa se pohybovala v rozmezí 1,8 až 2,4 m/s dle rychlosti pohybu koní. (Kulovaná, 2001)



Obrázek 1 Žací lišta McCormick

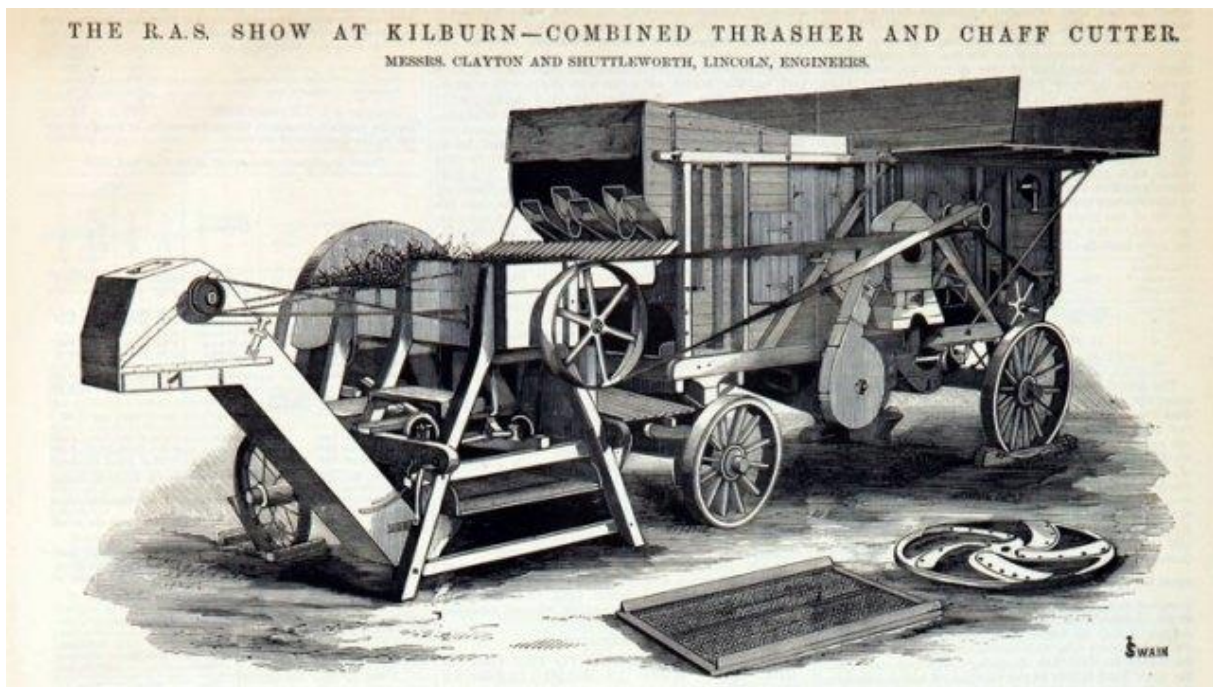
Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2020/03/640x363-exact/mccormick-zaci-stroj-uzlovac-1-crop.jpg>

Následně došlo i k vynálezu vazače, který po pokosení vázal obilí do snopů. Snopy se pak na vozech dovážely ke stacionárním sklízecím mlátičkám, které byly vyvíjeny a zdokonalovány již od roku 1800. Hlavním přelomem byl vývoj parního stroje a později elektromotoru, kterými byla mlátička poháněna.

### 3.1. Vývoj tangenciálního ústrojí

Tangenciální mlátičí ústrojí stojí na počátku všech dnešních sklízecích mlátiček. Také proto je tangenciální ústrojí často označováno jako konvenční.

První tangenciální stacionární mlátičky poháněné parními stroji se začaly objevovat v polovině devatenáctého století, konkrétně v roce 1841, dva roky po vynalezení prvního přenosného parního stroje, kdy Angličan Alexander Dean vynalezl první mlátičku poháněnou parním strojem. V roce 1879 začala firma Clayton and Shuttleworth vyrábět stacionární tangenciální mlátičky, které se časem staly velmi populární a mlátičky podobné koncepce se objevovaly po celé Evropě následujících několik desetiletí. Stroj byl plněn jedním člověkem ze strany. Tangenciální mlátičí buben měl průměr 1600 mm a mlátička byla vybavena ventilátorem pro vyčištění zrna od plev. Zrno plnilo pytle, které byly postupně měněny. Sláma vypadávala ven na zem z vytrásadel, kde byla sbírána dalším člověkem nebo vázána vazačem. (MIU, 2016)



Obrázek 2 Stacionární mlátička Clayton and Shuttleworth

Zdroj: <https://nigelstickells.files.wordpress.com/2016/02/clayton-shuttleworth-thresing-machine.jpg?w=640>

Na počátku dalšího tisíciletí v roce 1911 v Illinois společnost Holt Manufacturing Company (později známá jako Holt Caterpillar Company) začala používat pro pohon mlátiček spalovací motor. Následně v roce 1925 společnost International Harvester z Chicaga vyvinula první potahovou sklízecí mlátičku taženou traktorem, která mohla být zároveň zapřažena do koní. Zásadní přelom nastal v roce 1939, kdy firma Massey Harris představila první samojízdnu sklízecí mlátičku se spalovacím motorem. Stroj nesl název Model 21 a jednalo se o konstrukci velmi podobnou dnešním sklízecím mlátičkám čili žací lišta byla umístěna před mlátičkou a mlátička měla vlastní zásobník na zrno. Ze zásobníku vedl šnekový dopravník. Výkonnost činila až 12 ha za den, což představovalo na tehdejší dobu obrovský posun kupředu. (MIU, 2016)



Obrázek 3 Obrázek: První samojízdna sklízecí mlátička.

Zdroj: <https://i.pinimg.com/564x/82/fb/a8/82fba875b1531357411ff4ea8741c963.jpg>

V roce 1953 představila firma Claas první samojízdnu sklízecí mlátičku pro evropský kontinent s názvem Herkules. Žací lišta této mlátičky měla záběr 2,1 metru a mlátička byla schopna sklidit 5 tun pšenice denně. Technologie samojízdnych tangenciálních mlátiček se od

roku 1960 začala rozšiřovat a nadále posouvat a vyvíjet. Dalšími vylepšení této technologie v následujících letech bylo například použití diesellového agregátu jako pohonné jednotky, vybavení mlátiček variátorem pro plynulou změnu pojezdové rychlosti a možnosti jednoduché regulace otáček mláticího bubnu a ventilátoru. Později firma Versatille Manufacturing začala sklízecí mlátičky vybavovat hydrostatickou převodovkou, která umožňovala obsluze plynule měnit rychlost stroje z 0 km/h na maximální rychlost. (MIU, 2016)

Samojízdně mlátičky se začaly objevovat i na našem území. V roce 1956 vyrobil Agrostroj Pelhřimov sklízecí mlátičku ŽM 330. V dalších letech se do ČR sklízecí mlátičky převážně dovážely ze zemí SSSR a NDR. Nejprve převládaly sklízecí mlátičky ze SSSR, a to typy SK3 a SK4. Později přišly stroje z NDR s označením E512 z podniku Fortschritt. E512 se stala tehdy jednou z nejmodernějších sklízecích mlátiček na evropském kontinentu. (ROH, 2004) (JEDLIČKA, 2019)

S dalším významným pokrokem přišla v roce 1970 firma John Deere, když své sklízecí mlátičky řady 3300-7000 vybavila výměnným systémem adaptérů tak, jak ho známe dnes. Stroj mohl tedy jednoduše během pár minut sundat adaptér například kvůli přejezdu po komunikacích. Do té doby trvalo odpojení adaptéru více než hodinu a jednalo se o složitou operaci. (FIREMNÍ LITERATURA JOHN DEERE, 2023)



Obrázek 4 Sklízecí mlátička John Deere 7700 s možností výměny sklízňového adaptéru

Zdroj: <https://www.deere.cz/cs/campaigns/sklizeci-mlaticky-75-let/>

Tangenciální mláticí ústrojí vypadalo u všech prodejců tehdy ve své podstatě velmi podobně. Mláčení obstarával jeden mláticí buben, za ním se nacházel buben odmítací a následovala dlouhá vytrásadla, která se starala o separaci.

V roce 1972 představila firma New Holland rotační separátor na modelové řadě 1550. Díky tomu byla ulehčena separace vytrásadel a bylo dosaženo vyšší výkonnosti. New Holland si rotační separátor nechal patentovat a začala ho používat na všech následující tangenciálních modelových řadách. Dnes po uplynutí patentu používají rotační separátor i další výrobci.



Obrázek 5 New Holland 1550

zdroj: <https://assets.cnhindustrial.com/nhag/eu/assets/Combine/cx7-cx8-tier-4b/features/history/cx7-and-cx8-tier-4b-history-07.jpg>

### 3.2. Vývoj axiálního ústrojí

Konvenční tangenciální sklízecí mlátičky nesly v polovině 50. let řadu konstrukčních a provozních nevýhod. Konvenční tangenciální ústrojí vyžadovalo v té době k efektivní separaci velkou plochu na vytrásadlech. Ke zvýšení separace by bylo zapotřebí neustále zvětšování plochy vytrásadel, a tím pádem i neustále zvětšování celé konstrukce stroje. Další nevýhodou tangenciálního ústrojí byly poměrně špatné výsledky kvality sklizně kukuřice, luskovin a olejnin, zejména pak vysoká náchylnost k poškození zrna. Sklizeň kukuřice byla v té době ve Střední Americe a následně na celém kontinentu v rozmachu a hrála pro tamní farmáře klíčovou roli. Kvůli těmto a dalším faktorům se muselo začít uvažovat nad vývojem zcela nové koncepce výmlatu.

Počáteční zmínky o axiální technologii výmlatu se datují do pozdních 50. let 20. století. Firma International Harvester tehdy začala testovat zcela novou koncepci výmlatu pomocí jednoho axiálně (podélně) uloženého rotoru, který bude zastávat jak funkci mláticí, tak separační. Vývoj trval bezmála dvě desetiletí jako utajený projekt v garáži ve městě East Moline

ve státě Illinois. Utajovaná zkušebna zahrnovala samotný rotor uložený na stojanech a čistící ústrojí. Pohon obstarával elektrický motor se záznamovým zařízením pro měření dat k následnému zkoumání. Inženýři vkládali do ústrojí materiál a analyzovali práci rotoru za pomoci série kamer. (JEDLIČKA, 2018)

První firmou, která představila na trh axiální sklízecí mlátičku v roce 1975 byla firma Sperry-New Holland. První axiální sklízecí mlátička s názvem TR70 využívala dvurotorovou axiální koncepci výmlatu – TwinRotor a pohonnou jednotkou byl dieselový agregát o výkonu 124 kW. TR70 vynikala zejména doposud neobvyklou kvalitou zrna při sklizni kukuřice a dokázala být agregována až s šestiřádkovým kukuřičným adaptérem. (Firemní literatura New Holland, 2023)

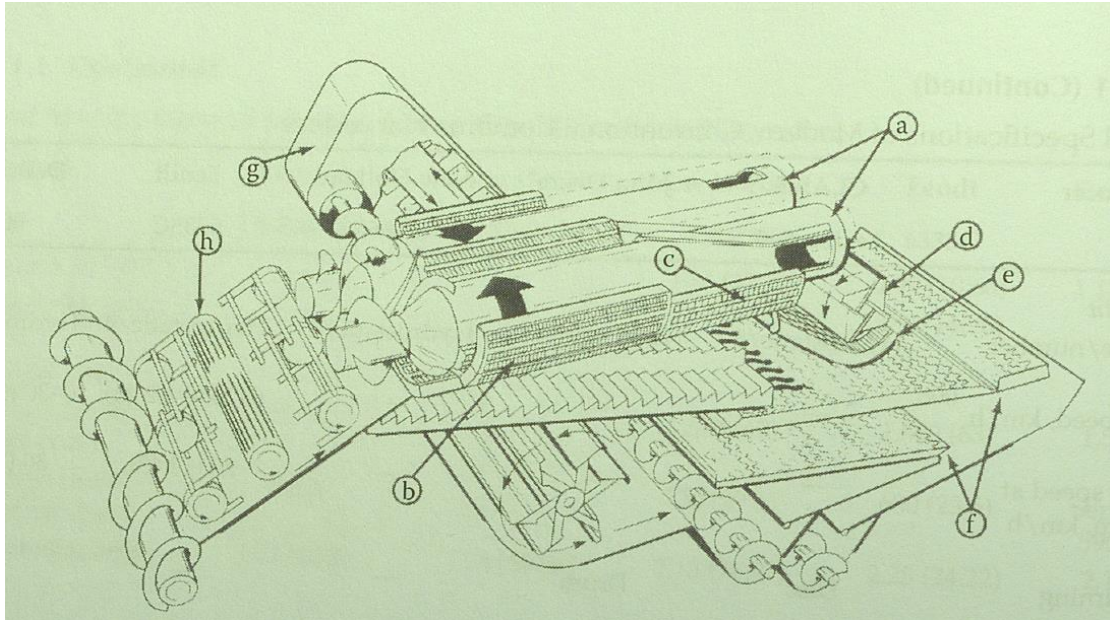


Obrázek 6 New Holland TR70

Zdroj: <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/equipment/products/combine-harvesters/cr-revelation-stage-v/details/history>



Koncepce vycházela ze dvou uložených axiálních rotorů, které měly na začátku ve vkládacím válci lodní šroubovici. Následovala mláticí část rotorů osazenými mlatkami a na ní navazovala část separační. Chod obou rotorů byl protichůdný a směrem k sobě. Zajímavostí byl buben, uložený v šikmém dopravníku mezi příčkami, který měl za úkol srážení vniklého kamení a tím zamezením vstupu do mláticího ústrojí.

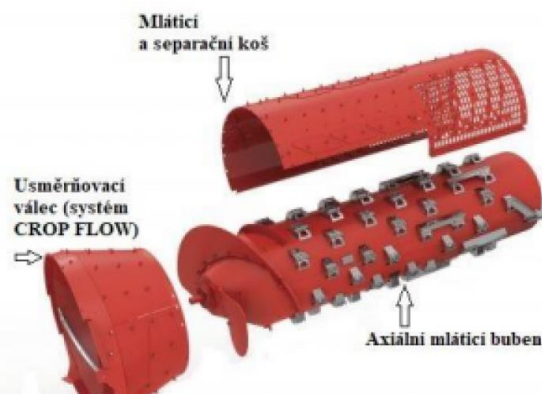


Obrázek 7: a) axiálně uložené rotory, b) Mláticí koš, c) Separační koš, d) odmítací buben e) koš pod odmítacím bubnem f) síťová skříň g) kláskový dopravník, h) buben pro srážení kamene g) domlaceč

zdroj: MIU, Petro. *Combine Harvesters – theory, modeling and design*. London: CRC Press, 2015.

Rozdíl ve výmlatu oproti tangenciálnímu ústrojí spočívá v tom, že axiální ústrojí nemlátí v pravé slova smyslu, tedy úderem mlátek do klasů, nýbrž vytírá materiál o materiál.

V roce 1977 Case IH (tehdy IH) představil na trh vlastní dlouho připravovanou koncepci axiální sklízecí mlátičky. Axiální mechanismus Axial-Flow využívá na rozdíl od konceptu firmy New Holland jeden podélně uložený rotor. Case IH toto řešení používá dodnes na svých sklízecích mlátičkách. Zároveň se jedná o nejvyužívanější axiální koncepci. (BRÝNA, 2019)



Obrázek 8 Axiální ústrojí Case IH

Zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/06/1024x800-fit/axialni-mlatici-ustroji-case-ih.png>

V roce 1999 představil také jeden z nejvýznamnějších výrobců zemědělské techniky John Deere novou mlátičku s označením STS, která měla výkonově jednu z nejlepších pozic na trhu. Tento model využíval jeden podélně uložený axiální buben pro výmlat a separaci. Společnost John Deere inovovala tím, že přišla s novým způsobem uložení rotoru vůči koši. Na rozdíl od konkurenčních mlátiček, které měly identické osy rotoru a koše, model STS měl rovnoběžné osy, což znamenalo, že v dolní části bylo méně prostoru mezi košem a rotorem a v horní části naopak více. Tato inovativní koncepce umožňovala nejprve intenzivní stlačení a následné povolení sklizeného materiálu, což zajišťovalo lepší výmlat, snížení energetických nároků a zlepšení kvality slámy. Firma John Deere stále používá tento tzv. excentricky uložený rotor u svých mlátiček řady S a nyní i na nově představené dvourotorové axiální sklízecí mlátičce řady X.

V porovnání s tangenciálním mláticím ústrojím má axiální několik následujících výhod:

- Menší poškození zrna
- Větší průchodnost
- Lepší přizpůsobení ke sklizňovým podmínkám
- Nízké ztráty za vyšší průchodnosti
- Možnost redukování počtu oběhu materiálu v ústrojí
- Větší přizpůsobení materiálu s vyšší vlhkostí

K nevýhodám pak patří zejména:

- Větší energetická náročnost pro pohon ústrojí
- Větší hmotnost stroje
- Horší výsledky při nedostatečně zaplněném ústrojí (MIU, 2016)

## 4. Tangenciální sklízecí mlátička

Podstata tangenciálního konceptu výmlatu vychází z uspořádání mláticího a separačního ústrojí napříč neboli tangenciálně sklízecí mlátičkou. Materiál je tedy dopravován pomocí vkládacího ústrojí (sklizňový adaptér a šikmý dopravník) do ústrojí mláticího, kde prochází mezerou mezi mláticím bubnem a mláticím košem. Zde je zrno uvolňováno nárazem mlatek do klasu a následně pomocí separace odděleno od materiálu propadem zrna košem. O zbytkovou separaci zrna se starají vytrásadla, která materiál nadhazují, aby gravitační silou dopadl zpět na vytrásadlo a zbytkové zrno propadlo roštem do žlabu vytrásadla. Tok materiálu je kolmý na osu rotace bubnu a nedochází zde ke změně toku materiálu podél axiální osy mlátičky po vložení do ústrojí jako je tomu například u axiálních sklízecích mlátiček.

### 4.1. Doprava materiálu do ústrojí

Abychom z rostliny ve fázi zralosti požadované zrno či semeno vůbec dostali, je nejprve potřeba celou rostlinu od země odstříhnout a následně dopravit materiál klasem napřed do mlátičky, a to co nejrovnoměrněji. To, jakým způsobem je rostlina odsekuta a dopravena do mláticího ústrojí, pak ovlivňuje celkovou obtížnost výmlatu a kvalitu práce sklízecí mlátičky.

#### 4.1.1. Sklizňové adaptéry

Sklizňové adaptéry se rozdělují na několik typů a vždy záleží na skladbě plodin, které jsou schopny sklízet. Jelikož práce sklízecí mlátičky začíná právě na sklízecím adaptéru, je za potřebí vždy volit vhodný sklizňový adaptér a zejména klíčové je pak jeho nastavení. Sklizňové adaptéry se také rozdělují podle způsobu sklizně na žací adaptéry pro přímou sklizeň a sklizňové adaptéry pro dvoufázovou sklizeň.

Tím naprosto nejběžnějším sklizňovým adaptérem pro přímou sklizeň je žací lišta. Žací lištou lze sklízet širokou škálu těch nejpěstovanějších plodin jako jsou obilniny, olejniny, luskoviny, traviny na semeno, jeteloviny na semeno a mnoho dalších. Samotná žací lišta pak může disponovat další řadou technických řešení, jako je například:

- Aktivní nebo pasivní plnění
- S pevným nebo výsuvným dnem
- S flexibilní kosou
- S děleným rámem

Nejpoužívanějšími žacími lištami jsou žací lišty s pasivním plněním. Konstrukce této lišty sestává z žacího stolu, který nese vpředu kosu s přímočarým vratným pohybem. Žací stůl může být buď pevný, nebo pomocí hydraulických pístnic výsuvný. Jedná se o takzvané „vario“ lišty.

Jejich výhodou spočívá v tom, že u nich lze měnit vysunutí žacího stolu a tím tak reagovat na měnící se výšku porostu a zachovat rovnoměrné plnění mlátičky. Nad kosou se nachází přihraněč, který má funkci plynulého vkládání materiálu do lišty klasem napřed. Jedná se o rotující válec nesoucí šestici trubek, na kterých jsou připevněné prsty. Prsty mohou být buď kovové, nebo plastové. Výšku a vysunutí přihraněče je možno měnit díky hydraulickým pístnicím na bocích.

Materiál následně dopadá k průběžnému šnekovému dopravníku s vkládacími prsty (palci) uprostřed pro vkládání materiálu do šikmého dopravníku. Šnekový dopravník je s levou i pravou šroubovicí. Uvnitř šnekového dopravníku se nachází klikový hřídel s uložením vkládacích prstů. Vkládací prsty mají kruhový profil a jsou ve čtyřech nebo šesti řadách uchyceny ve volných plastových pouzdrech na vyoseném klikovém hřídeli. Prsty se tak vpředu vysunují pro vložení materiálu a v zadní poloze zasunují. Vysunutí a zasunutí prstů změnou polohy klikového hřídele vůči šnekovému dopravníku je možno měnit pomocí stavěcího pákového mechanismu. (BŘEČKA, 2001)

Žací lišta s pevným žacím stolem může být opatřena řepkovým žacím stolem, který prodlouží délku dna a po boku je opatřen bočními kosami pro oddělení částí rostlin od porostu. U žacích lišt s variabilně výsuvným dnem lze jednoduše boční děliče s kosami namontovat namísto jednoduchých obilných děličů. Pohon kos pak může být mechanický přes mechanickou spojku, hydraulický díky hydromotoru nebo elektrický přes elektromotor.



Obrázek 9 Žací lišta s pasivním plněním a variabilním výsuvem stolu řady X od firmy John Deere

Zdroj: <https://www.deere.cz/assets/images/region-2/products/combindes/combine-headers/700x-series/r2g021528-large.jpg>

Žací lišty s aktivním plněním, často označované jako lišty pásové, disponují, místo plechového dna a průběžným šnekovým dopravníkem, gumovým pásem. Pásky jsou celkem tři, z čehož pravý pás se pohybuje zprava doleva, levý pás zleva doprava a prostřední pás se pak pohybuje směrem do mláticího ústrojí. Vložení do šikmého dopravníku zajišťuje vkládací válec s vkládacími prsty. Pásové lišty také mohou být vybaveny srážecími šnekovými dopravníky, které se nacházejí na levé a pravé straně lišty a jsou uloženy výše. Jejich funkce je pouze pomocná a srážecí pro vkládání objemných rostlin při sklizni například řepky olejné, aby materiál neměl tendenci přepadat přes horní rám žací lišty.

U pásových lišt není možno vysouvat žací stůl. Pásky mají hned několik výhod. Zejména zvyšují produktivitu celé sklízecí mlátičky, protože umožňují rovnoměrnější a plynulejší plnění. Tím je pak usnadněn i výmlat. Další výhodou jsou menší ztráty díky gumovým pásům, které lépe zachytí zrna, jež vypadne již při dotyku s přihaněčem. (PTÁČNÍK, 2021)

Další možností provedení žací lišty je žací lišta s flexibilní kosou. Flexibilní kosou může být opatřena jak lišta s pasivním plněním, tak lišta s aktivním plněním. Flexibilní provedení kosy umožňuje kosení porostů s nízkými patry, jako například luskoviny, a ležatých porostů. Díky tomuto řešení se pak rapidně snižují sklizňové ztráty. Kopírování kosy může být zajištěno buď mechanicky nebo hydraulicky s možností regulace přítlaku.



Obrázek 10 Pásová lišta s flexibilní kosou značky MacDon typ FD 235 při kosení polehlého porostu ve flexibilním režimu.

Zdroj: [https://www.agrics.cz/getattachment/content/gallery/Produkty/MacDon/MacDon/DJI\\_0113.jpg.aspx](https://www.agrics.cz/getattachment/content/gallery/Produkty/MacDon/MacDon/DJI_0113.jpg.aspx)



Obrázek 11 Flexibilní kosa New Holland

zdroj: <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/about-us/buying-services/before-purchase/download-a-brochure?series=CX7%20%EF%BC%86%20CX8>

Dalším často užívaným adaptérem je kukuřičný adaptér. Ten funguje na principu stahování celé rostliny pod adaptér a odlamování kukuřičných palic. Do sklízecí mlátičky tedy nejde celá rostlina, ale pouze kukuřičné klasy. Díky tomu je dosaženo relativně malého zatížení mlátičích a separačního ústrojí. Konstrukce kukuřičného adaptéru vychází z děličů řádku, které jsou uzpůsobené na běžnou rozteč řádků kukuřice – 75 cm. Mezi děliči se nachází vtahovací válce, které mohou být různého druhu. V běžném provedení se jedná o válce s ostrými hranami. Existují i vylepšené varianty, kdy je přidán jeden válec s rotačními pilami. Stonek je pak okamžitě nařezán. Nad válci se nachází odlamovací desky, mezi kterými je taková mezera, aby se v ní mohl protáhnout stonek rostliny, ale kukuřičná palice nepropadla a odlomila se na deskách. Palice jsou pak pomocí řetězových dopravníků vtahovány dále do adaptéru a přes průběžný šnekový dopravník vkládány do sklízecí mlátičky. Spodní část adaptéru může být ještě vybavena nožovým drtičem stonků, který zastává v podstatě funkci mulčovače, jenž by musel být použit, pokud by na poli zůstaly celé kukuřičné stonky. Mezi děliči mohou být také hmatače řádků, díky kterým může být sklízecí mlátička naváděna. Hmatače se dotýkají stonků kukuřice v řádku a dotyk je pak převeden na elektrický impuls, díky kterému pak mlátička pozná řádek, v kterém může být vedena.



Obrázek 12 Kukuřičný adaptér značky John Deere

Zdroj: <https://www.deere.com/en/harvesting/corn-heads/c12r-corn-head/>

#### 4.1.2. Šikmý dopravník

Šikmý dopravník spojuje sklizňový adaptér se samotnou sklízecí mlátičkou a má tak několik zásadních úkolů:

- stlačení materiálu a rovnoměrné plnění mláticího ústrojí po celé šíři sklízecí mlátičky
- zdvih celého adaptéru a umožnění příčného a podélného kopírování adaptéru
- náklon adaptéru na patu a špičku (pokud není adaptér vybaven mezirámem)
- pohon adaptéru pomocí tisícíhřanného hřídele po boku šikmého dopravníku
- spojení s hydraulickým systémem sklízecí mlátičky pro hydraulické funkce adaptéru například zdvih a výsun přihrádky u žací lišty

Konstrukce šikmého dopravníku spočívá v uložení hřídele osazeného řetězovými koly v horní části šikmého dopravníku a vkládacího válce ve spodní části, které mezi sebou napínají sérii řetězů nesoucích vtahovací příčky. Hnací hřídel je uložen na pevně a vkládací válec je výkyvný pro stlačení materiálu a přizpůsobení se změnám v jeho objemu. Počet řetězů a příček mezi nimi závisí na velikosti a typu sklízecí mlátičky, nicméně u většiny sklízecích mlátiček nalezneme trojici nebo čtveřici řetězů o dvou a třech řadách vtahovacích příček. Někteří výrobci používají místo řetězů také řemeny. Vpředu šikmého dopravníku se nachází kopírovací deska, na které je zavěšen a zajištěn adaptér. Kopírovací deska umožňuje adaptéru příčné kopírování,

a zároveň je ji možno obvykle naklápet buď mechanicky, nebo hydraulicky na tzv. patu a špičku v případě potřeby vysbírání nízkých pater rostlin nebo polehlého porostu. Princip šikmého dopravníku pak spočívá vtahování materiálu do mláticího ústrojí mezerou mezi dnem šikmého dopravníku a vtažovacími příčkami přišroubovaným k řetězům.

Šikmý dopravník, zejména pak jeho délka a uložení, závisí na výhledu do adaptéru, toku materiálu a klidném chodu mlátičky, s čímž souvisí celková kvalita a efektivita práce mláticího a separačního ústrojí. Obecně platí, že čím menší negativní úhel svírá šikmý dopravník při práci ke strništi, tím lepší a plynulejší je vstup materiálu do sklízecí mlátičky. (PTÁČNÍK, 2021)



Obrázek 13 Šikmý dopravník sklízecí mlátičky John Deere T670

zdroj: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=b52aae6e#16>

## 4.2. Mláčení

Jak již bylo řečeno v kapitole 2.2., mlácením rozumíme uvolňování zrna z klasu, přičemž dochází zároveň k rozrušování celé rostliny. Dále mláticí ústrojí rozděljuje materiál na jemný a hrubý omlat. Jemný omlat propadává mláticím košem, kdy se vymláčené zrna ve směsi s plevy a dalšími částmi rostliny odseparuje již na mláticím koši. V mláticím ústrojí tedy nedochází pouze k mlácení, ale také k separaci. Hrubý omlat je materiál, ve kterém bylo



vymláčeno zrno, ale nedošlo k separaci na mláticím koši, tudíž postupuje výstupní mezerou koše na separační ústrojí. (BŘEČKA, 2001)

#### 4.2.1. Mláticí buben

Nejvíce rozšířeným mláticím bubnem je dnes mlatkový mláticí buben díky své univerzálnosti. Konstrukce mláticího bubnu se spočívá v uložení kotoučů neboli výztužných prstenců na hřídeli, zachyceném ve dvou ložiskách. Kotouče na hřídeli udržují válcovitý tvar bubnu a společně s hřídelem tvoří jeho kostru. Počet kotoučů na hřídeli závisí na šířce mláticího bubnu a jedná se o dva krajní a určitý počet vnitřních (v praxi to bývá dva až pět). Na kotoučích jsou pak připevněny nosiče mlatek, ke kterým jsou přišroubovány samotné mlatky pomocí zapuštěných šroubů. Mlatky jsou vyrobeny většinou z litiny nebo oceli a na povrchu jsou šikmo rýhovány. Rýhování mlatek se střídá na pravé a levé za účelem axiálního kmitání materiálu v prostoru mezi bubnem a košem. Buben je staticky i dynamicky vyvážen a poháněn je vícenásobným klínovým řemenem. Otáčky bubnu mohou být regulovány pomocí variátoru, který může být ovládán mechanicky, elektricky nebo hydraulicky. Buben může být opatřen také reduktorem, který zajistí menší rozsah otáček. Díky tomu má buben větší točivý moment a dosahuje větší možnosti použití například pro luskoviny, olejniny či kukuřici. Speciální úpravou mláticího bubnu je výměna mlatek za zuby, kdy je zubový mláticí buben používán pro sklizeň rýže. (BŘEČKA, 2001)



Obrázek 14 Mláticí buben o šesti mlatkách s mláticím košem

zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozdeleni-sklizecich-mlaticek-a-jejich-konstrukcni-prvky>

V minulosti existovaly i sklízecí mlátičky s vícero mláticími bubny. Od této konstrukce se ale časem rychle opustilo, kvůli zřejmým důvodům jako je vysoké poškození zrna a energetická náročnost.

Aby mohl mláticí buben vykonávat svou práci, musí být opatřen mláticím košem pod ním, jenž slouží jako statická třecí plocha, kterou propadává jemný omlat z mláčení. Poloha koše je nastavitelná přes elektrický píst (může být provedeno i hydraulicky či mechanicky) a ovladatelná z kabiny řidiče. Mezera mezi mláticím bubnem a košem je jedním z klíčových prvků pro správný chod sklízecí mlátičky a její seřízení musí být prováděno na základě sklizňových podmínek a kvality sklizeného materiálu. Mezera je v řádech jednotek milimetrů a bývá vždy od 1 mm do zhruba 50 až 60 mm. Moc malá mezera na koši může způsobovat velké množství úlomků slámy ve sklizeném materiálu a do jisté míry i poškození zrna. Naopak moc velká mezera může mít za příčinu nevymláčené zrno v klasech ve slámě, a tím pádem způsobovat sklizňové ztráty, nevymláčené klasy ve sklizeném materiálu, přičemž se jedná o posklizňovou ztrátu, nebo se může ve sklizeném materiálu vyskytovat zrno nevytřené od plev. U mláticího koše je důležitý také úhel opásání. V závislosti na sklizňových podmínkách bývá také možností výměna části nebo celého koše s klasickým prutovým roštem za koš s tenkými dráty, pro sklizeň zejména travních semen, nebo trubkami, pro sklizeň převážně kukuřice.

Úhel opásání koše bývá většinou v rozmezí 110° - 150°. Všichni dnešní výrobci používají jeden mláticí buben s průměry zpravidla buď 450, 600 nebo 750 mm podle výkonnostní třídy. Šířka bubnu bývá řádově 1050 mm až 1700 mm opět podle výkonnosti a typu. (JAVOREK, 2015)

### **4.3. Separace**

Separace má za úkol oddělit z hrubého omlatu jemný omlat. Jemný omlat je pak pročištěn na čistícím ústrojí, kde se od zrna oddělí rostlinné zbytky a plevy. Sláma, ze které byl jemný omlat odseparován je následně vynášena ven ze sklízecí mlátičky a zpracována drtičem nebo uložena na řádek. Pokud separační ústrojí nedokáže odseparovat vymláčené zrno ve slámě, dochází ke sklizňovým ztrátám. (BŘEČKA, 2001)

Separací ústrojí tangenciálních sklízecích mlátiček se může lišit u každého výrobce způsobem a uspořádáním jednotlivých segmentů separace. Společným prvkem všech je pak přítomnost vytrásadel, jakožto tradičního, konvenčního prvku tangenciální separace.

Ztráty na separaci je možné eliminovat jednak správným nastavením mlátičky, nicméně nejčastěji dochází ke ztrátám tangenciální sklízecí mlátičky při příliš rychlé pojzdové rychlosti, kdy separační ústrojí nedokáže odseparovat všechny hrubý omlat a vznikají ztráty.

### 4.3.1. Rotační separátor

Rotační separátor se dnes stal nepodstatnou součástí všech světových výrobců, zejména na nejvýkonnějších tangenciálních modelech. Konstrukce se v zásadě velmi podobá konstrukci mláticího bubnu. Buben se skládá z nosných kotoučů uložených na hřídeli, tak jako mláticí buben. Rozdílem je, že kotouče nenesou nosiče mlatek, jako v případě mláticího bubnu, ale nosiče prstů, na nichž je série prstů. Rotační separátor musí separovat materiál s co nejvyšší možnou intenzitou, avšak také nepoškozovat zrno. Mezera mezi rotačním separátorem a separačním košem obvykle nebývá plynule měnitelná, ale jedná se většinou o dvě polohy, do kterých je koš možné nastavit. Přiblížený koš slouží k výmlatu běžných obilovin a jemnozrnných plodin. Oddálený koš slouží k výmlatu plodin s větším objemem rostlinného materiálu nebo více náchylných na poškození, jako například řepka, kukuřice či sója. Někteří výrobci umožňují rotační separátor omezit z provozu vyřazením separačního koše, který se vysune nad separační buben.



Obrázek 15 Rotační separátor firmy New Holland

zdroj: [https://www.youtube.com/watch?v=zzAAB-CZiEbg&ab\\_channel=NewHollandAgriculture](https://www.youtube.com/watch?v=zzAAB-CZiEbg&ab_channel=NewHollandAgriculture)

### 4.3.2. Odmítací buben

Úkolem odmítacího bubnu je hmotu stlačenou v mláticím ústrojí opět navrstvit a načechrat, aby bylo umožněno efektivní separace na vytrásadlech. Zároveň zde také dochází k částečné separaci. Pod odmítacím bubnem může být odmítací koš, avšak záleží na konstrukci a na konkrétním výrobcu, zda se rozhodne koš pod odmítacím bubnem zařadit. U některých sklízecích mlátiček se například vůbec odmítací buben nevyskytuje jako poslední buben před vytrásadly, ale zastává funkci usměrňovacího bubnu mezi mláticím bubnem a rotačním

separátorem. Rychlost odmítacího bubnu bývá obvykle větší než rychlost bubnů předcházejících. Jeho konstrukce se liší u každého výrobce, ale po většinou se jedná o plný buben s ostrými hrany a často mývá i čtvercový profil.



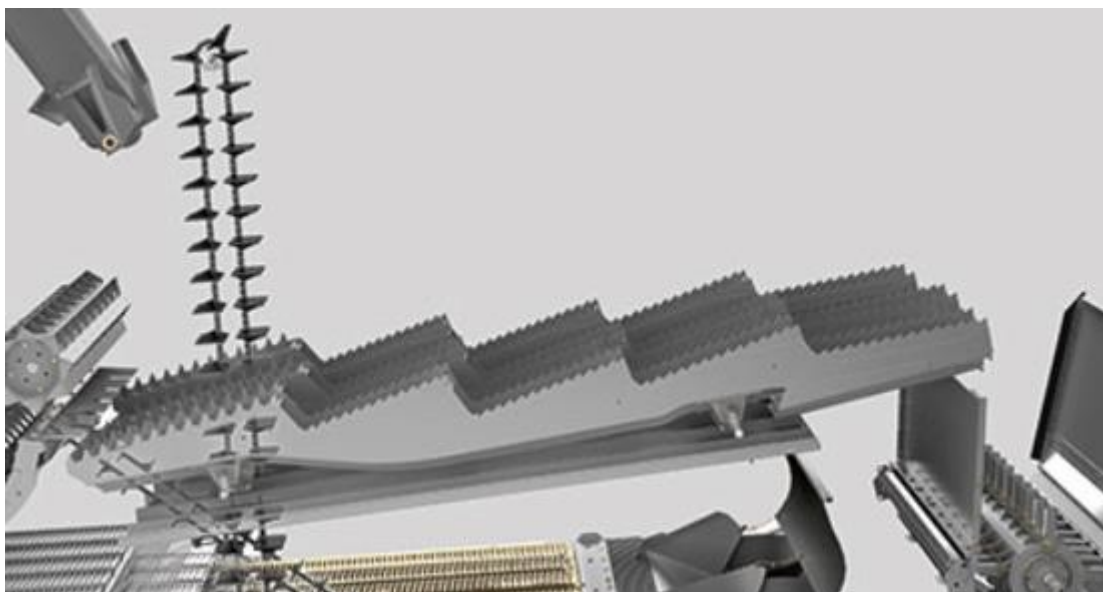
Obrázek 16 Odmítací buben firmy John Deere

zdroj: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=b52aae6e#18>

#### 4.3.3. Klávesové vytrásadlo

Vytrásadlo patří k konvenčnímu a typickému prvku všech tangenciálních mlátiček. Konstrukčně se jedná o až šestici kláves, z nichž každá klávesa má vlastní rošt, kudy propadává jemný omlat do žlabu vytrásadla. Z vytrásadel pokračuje jemný omlat do čistícího ústrojí. Klávesová vytrásadla jsou stupňovitá až se 7 stupni. Mezi jednotlivými klávesami jsou plechové předěly se zubovými hřebeny. To má za cíl zamezení zpětnému sesuvu materiálu, rovnoměrné rozvrstvení po celé ploše vytrásadel a také omezení bočního sesuvu při náklonu sklízecí mlátičky. Klávesová vytrásadla jsou uložena na klikových hřídelích, aby každá klávesa vykonávala vlastní kmitavý pohyb. Jak již bylo řečeno v 5. kapitole, vytrásadla mají za úkol nadhazovat materiál, který pomocí gravitační síly dopadá zpět na rošt vytrásadla a dopadem se z materiálu uvolňuje zbytkové zrno, potažmo jemný omlat, který dopadá do žlabu vytrásadla. (NEUBRAUER, 1989)

Ke zvýšení intenzity separace na vytrásadlech se často používá také hrabicové čechrače nebo hladké válce s prstovými čechrači. Ty mají za úkol stlačit, povolit a nadhodit materiál na vytrásadlech.



Obrázek 17 Model vytřásadel firmy Claas

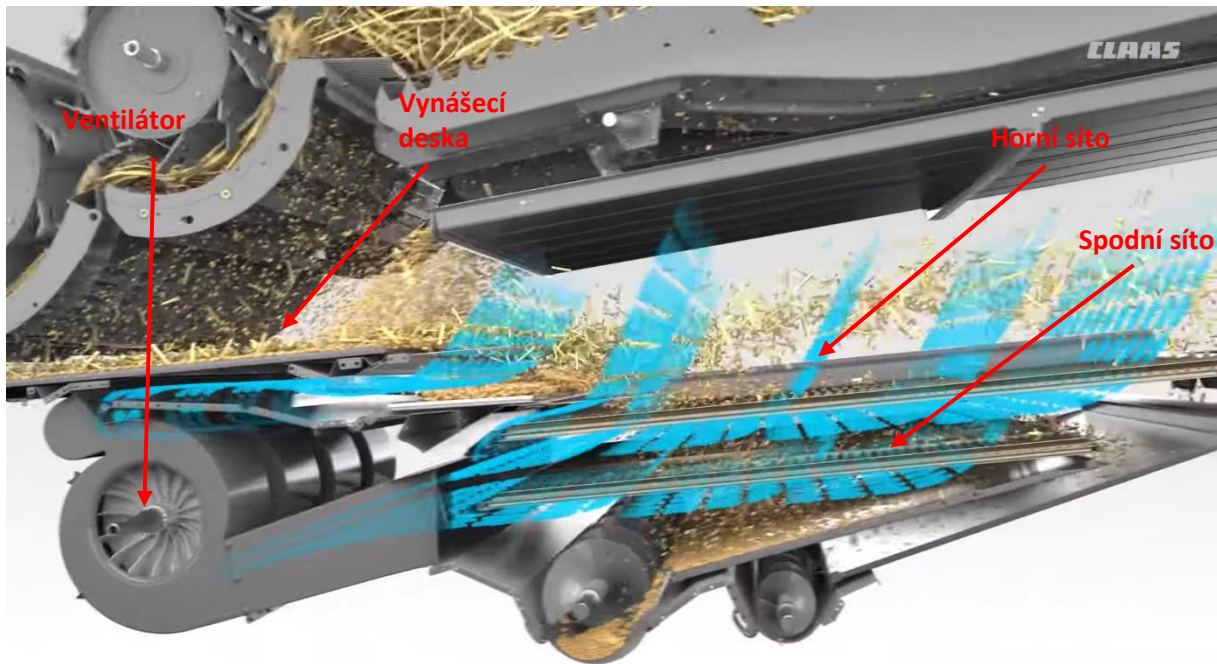
zdroj: [https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2020/08/Threshing\\_system.jpg](https://stmaaprodfwsite.blob.core.windows.net/assets/sites/1/2020/08/Threshing_system.jpg)

#### 4.4. Čistění

Jemný omlat, který se uvolnil na mláticím a separačním ústrojí, postupuje na ústrojí čistící. Jemný omlat propadlý na mláticím koši obsahuje zhruba 90 % zrna a zbytek jsou plevy, nečistoty a nedomlatky. Propadlý jemný omlat na separačním ústrojí pak tvoří zhruba 50 % zrna a 50 % slamnaté příměsi. Úkolem čistícího ústrojí je oddělit zrna od zbytku jemného omlatu, pokud možno v nejvyšší možné čistotě – minimálně 97 %. To může být velmi problematické vzhledem k proměnlivému sklizenému objemu hmoty, vlhkosti či obsahu nežádoucích plevelů. (BŘEČKA, 2001)

Čistící ústrojí má několik částí. Jak již bylo řečeno i u dalších ústrojích, i konstrukce čistícího ústrojí se bude lišit u každého výrobce. První částí je vynášecí deska, na kterou dopadá jemný omlat z mláticího a separačního ústrojí. Materiál na vynášecí desce je nadhazován kývavým pohybem a díky stupňovitému profilu desky prostupuje dále. Vynášecí deska může být nahrazena vynášecími šnekovými dopravníky. Materiál je následně vnesen do síťové skříň. Síťová skříň se stává z horního a spodního žaluziového síta, případně může být ještě zařazeno předsíto. To může mít pevnou nebo nastavitelnou mezeru, neboť mezeru předsíta není často upravována, většinou pouze z přechodu na jiné plodiny. Celá síťová skříň stejně jako vynášecí deska nadhazuje materiál kývavým pohybem a je profukována proudem vzduchu díky ventilátoru. Otáčky ventilátoru se dají díky variátoru plynule dle potřeby měnit. Mezeru horního a spodního síta je stejně jako otáčky ventilátoru klíčovým prvkem správného seřízení síťové skříň. Pokud je horní síto přivřeno moc, může to mít za následek ztráty na sítech. Naopak

pokud je otevřeno moc, ovlivní to výsledný vzorek čistoty zrna v zásobníku. Mezera spodního síta potom ovlivňuje množství materiálu, které putuje kláskovým dopravníkem na domlat.



Obrázek 18 Sítová skříň - Lexion 6000

Zdroj: [https://www.youtube.com/watch?v=1-QB8OaJSBw&t=76s&ab\\_channel=CLAAS](https://www.youtube.com/watch?v=1-QB8OaJSBw&t=76s&ab_channel=CLAAS)

## 4.5. Domlácení zrna

Jelikož výmlat mláticího bubnu není vždy stoprocentní, vznikají v jemném omlatu nedomlatky. Tyto nedomlatky, které se dostávají do čistícího ústrojí, je potřeba znovu dostat do mláticího ústrojí nebo do domlaceče, což jsou dva možné způsoby domlácení.

První zmíněným způsobem je nevymlácené zrna dopraveno kláskovým řetězovým dopravníkem nad mláticí buben, kde dochází opět k výmlatu. Nevýhoda toho způsobu je, že dochází ke zvýšení zahlcení mláticího ústrojí, a tím ke snížení potenciálu průchodnosti mlátičky.

Druhý způsob spočívá v přítomnosti domlaceče. Domlaceč má v dolní části drhlíkový rotor otáčející se v uzavřeném plášti s vyměnitelnou pevnou vložkou. Domlácené zrna putuje následně zpět na horní síto, kam je vymršťováno lopatkovým rotorem. Jistým záporem tohoto způsobu může být, že je konstrukčně složitější, než způsob omlatu přes vynášení nedomlatků na mláticí buben a také zde vzniká nutnost složitější údržby, avšak zpracování nedomlatků je prováděno mimo samotné mláticí ústrojí.

## 4.6. Práce s posklizňovými zbytky

Poslední neméně důležitou prací, kterou sklízecí mlátička zastává je práce s posklizňovými zbytky. Ačkoliv sklízecí mlátička koná finální činnost v rostlinné výrobě, zároveň svou prací tvoří podmínky k následujícímu zpracování půdy a zakládání nastávajícího porostu. Právě proto je práce s posklizňovými zbytky velice důležitou součástí pracovního procesu sklízecí mlátičky.

Slámu vycházející z mláticího ústrojí je možno uložit na řádek a následně ji použít k dalšímu zpracování. Zde sláma jednoduše vychází z mláticího ústrojí a volně se ukládá na řádek, který je možno jednoduše zúžit či rozšířit díky tvarovačům řádku.

### 4.6.1. Drtič slámy

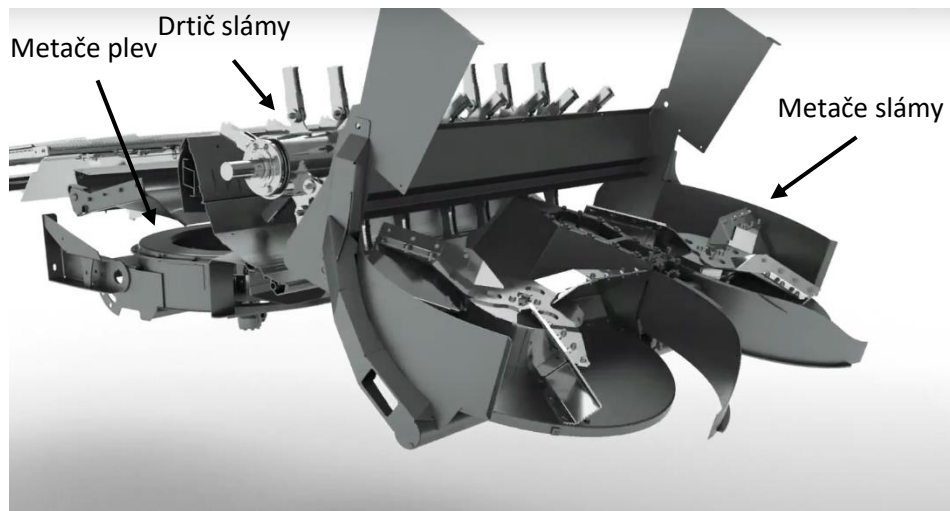
V opačném případě, kdy není možno slámu dále zpracovat, je ji nutno rozdrtit a rozprostřít po celém záběru sklízecí mlátičky. V současné době se na sklízecích mlátičkách používá jednorotorový drtič s vodorovnou osou rotace. Na dutém válci jsou uloženy v úchytech s oky výkyvné nože. V jednom úchytu jsou namontovány dva nože. Nože bývají nejčastěji v šesti řadách a mohou být buď s hladkým ostřím nebo zubovaným ostřím. Výkyvnost nožů zaručuje nižší energetickou náročnost a je docíleno kluzného řezu. Součástí drtiče je pak stacionární protiostrí, které se skládá ze série výsuvných nožů. Ty se vysouvají do mezer mezi noži na rotoru drtiče. Intenzitu drcení nastavuje obsluha vysunutím nožů protiostrí a nastavení úhlu naklonění nožů. Nastavení protiostrí lze vykonat buď mechanicky, nebo elektronicky z kabiny řidiče. Drtič lze obvykle uvést do nižních otáček přehozením řemenu na druhou řemenici. To má uplatnění zejména při sklizni kukuřice, slunečnice, ale také například řepky. (KVÍZ, 2007)

Slámu nadrcenou drtičem je potřeba následně rozptýlit do celé šíře záběru. To může být prováděno buď aktivně, nebo pasivně. Pasivní rozhoz zajišťuje rozptylovací deska s žebrovanými lamelami. Šíři rozhozu lze zde jednoduše mechanicky nastavit vytočením lamel. Omezení toho způsobu spočívá v limitu šíře rozhozu, kdy pasivním rozhozem jednoduše nelze rozprostřít slámu u velmi širokých záběrů. Obecně lze z praxe říci, že pasivním rozhozem je možno rozmetat slámu do 9 m pracovního záběru sklízecí mlátičky. Nespornou výhodou na druhou stranu je konstrukční jednoduchost a nulová energetická náročnost.

Pro záběry širší než 9 m je nutno použít mechanismus aktivního rozhozu. Ten je konstruován pomocí metacích lopatkových kotoučů umístěných za drtičem. Pohon je zajišťován převážně hydraulicky. Kotouče jsou dva a jejich chod je opačný směrem od sebe. Aktivní rozhoz používají dnes všechny nejvýkonnější mlátičky s širokým pracovním záběrem. Nadrcená sláma je aktivním rozhozem rovnoměrněji rozvrstvena a lépe dokáže reagovat na

změnu objemu materiálu. Naopak, jak již bylo naznačeno, nevýhodou je zde konstrukční složitost, energetická náročnost a vyšší pořizovací cena.

Kromě slámy lze také aktivně rozmetat i plevy a rostlinné zbytky ze sítové skříně. Nejčastěji mají dnešní sklízecí mlátičky metače plev umístěné za sítovou skříní, které fungují na stejném principu jako metače pro aktivní rozhoz slámy. Někteří výrobci tuto problematiku řeší tak, že mají pouze metače pro aktivní rozhoz a plevy ze sít ženou na tyto metače.



Obrázek 19 Práce s posklizňovými zbytky firmy New Holland

Zdroj: [https://www.youtube.com/watch?v=hFmoYO1zWEk&ab\\_channel=NewHollandAgriculture](https://www.youtube.com/watch?v=hFmoYO1zWEk&ab_channel=NewHollandAgriculture)



## 5. Současné trendy tangenciálních mlátiček

Jasným trendech posledních desetiletí ve vývoji sklízecích mlátiček obecně je neustálé zvyšování výkonnosti potažmo průchodnosti. Zde tangenciální mlátičky naráží na úskalí z hlediska limitu průchodnosti, kvůli přítomnosti vytrásadel, jakožto separačnímu ústrojí. Také proto dnes vidíme výrazný skok kupředu ve vývoji axiálních sklízecích mlátiček, které jsou schopny dosahovat rekordních průchodností a být agregovány s adaptéry nejširších záběrů. Nicméně uplatnění a pozici na trhu mají tangenciální mlátičky stále velmi silnou.

Oproti ostatním koncepcím ta tangenciální má hned několik jasných výhod. Tou hlavní a nespornou je šetrnost ke slámě, kdy, jak je známo, tak tangenciální ústrojí dosahuje té nejvyšší možné kvality slámy, kdežto naopak sláma po průchodu rotorem axiální sklízecí mlátičky utrpí výrazné poškození. Sláma, jako vedlejší produkt, hraje nepostradatelnou roli v živočišných výrobcích či tam, kde se používá jako materiál pro průmyslové zpracování. Na druhou stranu je potřeba říci, že některé podniky s živočišnou výrobou rozrušenou slámu od axiálních mlátiček naopak vítají. Vždy se jedná o daný způsob ustájení a zastýlání v živočišných výrobcích.

Trend zvyšování průchodnosti nastává i u tangenciálního ústrojí, a to zejména konstrukcí a uspořádáním jednotlivých částí mláticího a separačního ústrojí. Stejně jako ostatní zemědělské stroje, tak i sklízecí mlátičky jsou vybaveny řadou prvků precizního zemědělství. Nyní více než jindy můžeme zaznamenat nedostatek pracovních sil v zemědělství a tím i nedostatek kvalitních obsluh sklízecích mlátiček. Zde je trendem poslední doby zdokonalování systému automatického nastavení mlátičky, díky kterému odpadá nutnost kvalifikované obsluhy. V neposlední řadě je dnes trendem řešit otázku utužení půdy a její co největší možnou minimalizaci, s čímž je spjato i precizní zemědělství.

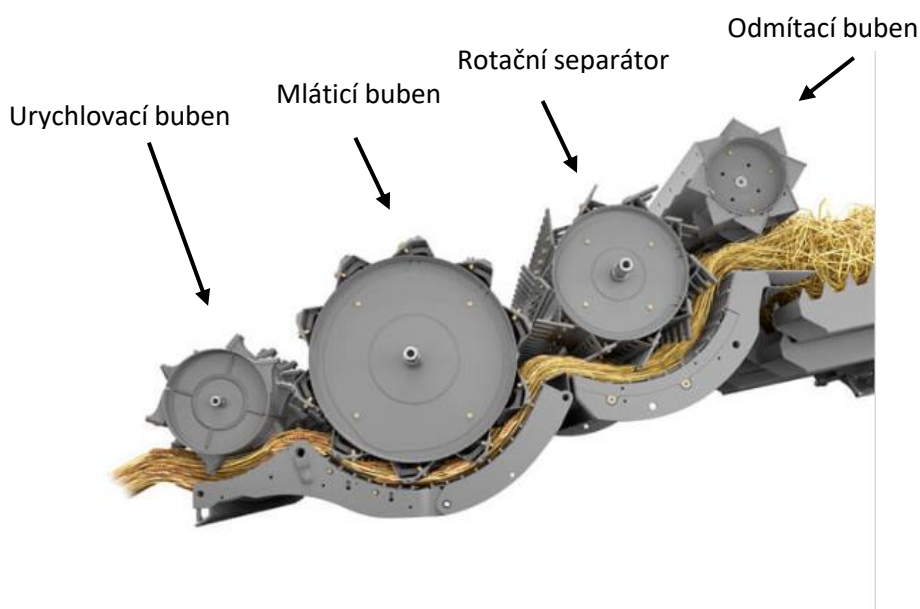
### 5.1. Konstrukce a uspořádání prvků mláticího ústrojí

Zvýšit průchodnost tangenciální sklízecí mlátičky lze zejména zvětšením aktivní separační plochy neboli plochy košů a tím snížit nutnost separace zrna na vytrásadlech. Jednotliví výrobci zemědělské techniky využívají různá řešení uspořádání bubnů tangenciálního ústrojí, aby maximalizovali průchodnost a aktivní separační plochu.

Jedním společným trendem většiny světových výrobců, který můžeme vidět za poslední dekádu, je zvětšování průměru mláticího bubnu. To nese řadu výhod, a kromě zvětšení plochy koše a tím pádem zvětšení průchodnosti, také větší šetrnost k zrně díky možnosti snížení otáček mláticího bubnu. Naopak jistou nevýhodou je vyšší energetická náročnost pro pohon bubnu, která je ovšem díky neustálému vývoji a zdokonalování pohonných agregátů s nízkou spotřebou paliva značně eliminována. Takřka všichni světový výrobci dnes používají na svých

největších vytrásadlových mlátičkách mláticí buben s deseti mlatkami. Buben s nižším počtem mlátek se vyskytuje již zpravidla na sklízecích mlátičkách menších výkonostních kategorií.

Jednou z firem, která zachycuje tento trend, je firma Claas. Ta v roce 2019 inovovala svůj dlouholetý tangenciální koncept APS (Accelerated Pre Separation) právě zvětšením průměru mláticího bubnu na 755 mm s deseti mlatkami z původních osmi a přidáním rotačního separátoru. Došlo tak k výraznému zvětšení průchodnosti. APS se vyznačuje urychlovacím bubnem, který urychluje tok materiálu až na 20 m/s a vytváří velkou odstředivou sílu pro lepší separační účinek aktivní separační plochy. Současně, díky uložení urychlovacího bubnu před mláticím, dochází do jisté míry k určitému „předmlácení“ a práce mláticího bubnu je ulehčena. (Firemní literatura Claas, 2023)



Obrázek 20 Mláticí ústrojí Claas APS

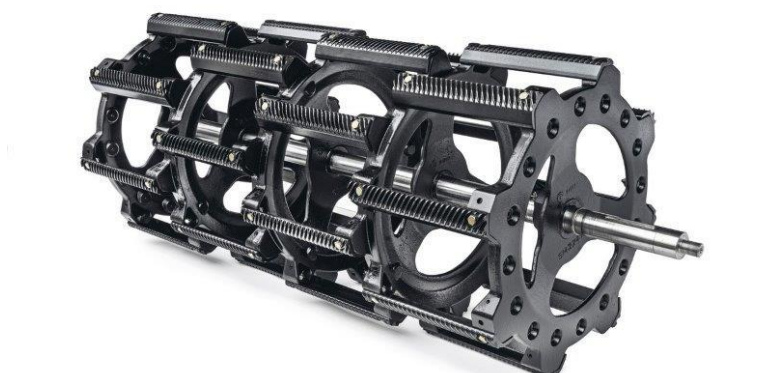
Zdroj: <https://www.claas.cz/produkty/sklizeci-mlaticky/lexion-6900-5300>

Claas také již od řad Lexion 600 disponuje pozměněnou geometrií mlátek a uzavřeným mláticím bubnem. Tím došlo na jednu stranu ke zvýšení účinnosti výmlatu a šetrnosti k zrnu, na druhou stranu tím, že je buben zakrytován je značně omezen ventilační efekt a nastává situace zvýšené prašnosti před šikmým dopravníkem a zhoršené viditelnosti řidiče do lišty. Claas tento efekt kompenzoval přidáním systému pro odsávání prachu z šikmého dopravníku. (MAŠEK, 2015)

S inovovaným mláticím bubnem přišla také firma New Holland na svých tangenciálních mlátičkách CX. Na svém novém mláticím bubnu upravila nosné kotouče bubnu a také použila dělené mlatky. Tím se snížila energetická náročnost bubnu a buben je schopen lépe reagovat na

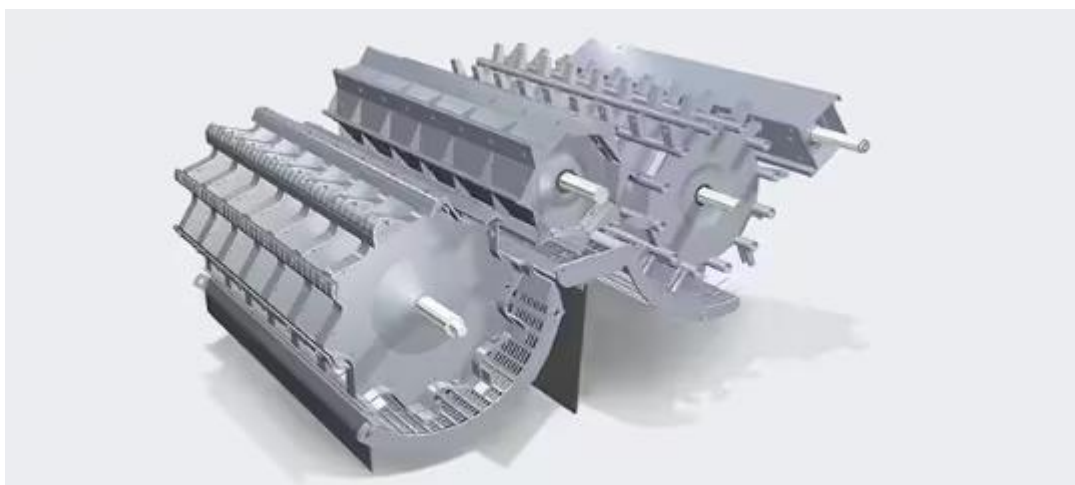
nerovnoměrné vkládání. Zároveň výrobce uvádí tišší chod a menší vibrace. (Firemní literatura New Holland, 2023)

Mláticí ústrojí firmy New Holland na řadách CX vypadá následovně:



Obrázek 22 Mláticí buben s dělenými mlatkami UltraFlow od společnosti New Holland

Zdroj: <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/equipment/products/combine-harvesters/cx7-cx8-stage-v/details/threshing>



Obrázek 21 Mláticí ústrojí sklízecí mlátičky New Holland řady CX

zdroj: <https://agriculture.newholland.com/eu/en-uk/equipment/products/combine-harvesters/cx7-cx8-stage-v/details/threshing>

Mláticí buben přebírá materiál rovnou z šikmého dopravníku. Následuje buben usměrňovací (odmítací), který upravuje tok materiálu a zároveň se pod ním nachází vlastní koš, kde dochází k separaci. Prstový rotační separátor pak obstarává hlavní část aktivní separace. Pod odmítacím bubnem se nenachází koš a odmítací buben tak zastává funkci pouze pro odmetení materiálu a lepší rozvrstvení na vytrásadlech.

Nevýhodou tohoto uspořádání může být velký úhel zlomu mezi mláticím a usměřovacím bubnem. To může mít za následek horší kvalitu slámy. Naopak výhodou je velké opásání košů.

## 5.2. Precizní zemědělství

Prvky precizního zemědělství můžeme na sklízecích mlátičkách dnes vidět běžně. Prvními takovými prvky na sklízecích mlátičkách jsou již řadu let senzory a čidla, jako například ztrátoměry, vlhkoměr a výnosoměr.

### **Ztrátoměr**

Ztrátoměry u konvenčních mlátiček se vyskytují zpravidla vždy na konci vytrásadel – pro zjištění ztrát na separaci a na konci sítové skříně – pro zjištění ztrát na čistidle. Ztrátoměr je v podstatě pouze poklepové čidlo, které detekuje dopad zrna na desku, náraz je převeden na elektrický signál a řidiči se zachycuje na displeji. Kalibraci provádí řidič sám, kdy si určí odhadovanou rychlost sklizně s takovou průchodností, kdy si myslí, že by mohly sklizňové ztráty být v požadované míře. Následně se vystoupí podívat ven za mlátičku, a pokud ztráty neodpovídají optimu, upraví kalibrační koeficient na vyšší nebo nižší, čímž upraví citlivost ztrátoměrů. Pro přesné určení ztrát se používají desky, které je potřeba hodit za mlátičku. Zrno v zachycené desce je potřeba zvážit a přes vzorec vypočítat. Dnes existuje již celá řada mobilních aplikací, které při zadání požadovaných parametrů vypočítají procento ztrát. K přesnému měření ztrát je kromě hmotnosti ztrátového zrna také používán výnos v místě hození desky, což může být mnohdy obtížné, pokud není sklízecí mlátička vybavena zkalibrovaným výnosoměrem.

### **Výnosoměr**

Výnosoměr dle Kumháli může být následujícími způsoby:

#### **Měření okamžitého výnosu založené na měření objemu**

- Měření objemu zrna světelným paprskem (System CEBIS)
- Měření objemu zrna pomocí odměrného kola

#### **Měření okamžitého výnosu zrna založené na principu měření hmotnosti**

- Měření hmotnosti zrna pomocí radiačního čidla (dnes již zakázáno)
- Měření hmotnosti zrna pomocí nárazové desky
- Měření hmotnosti zrna pomocí nárazových tyčinek
- Měření hmotnosti pomocí nárazové desky a potenciometru
- Měření hmotnosti zrna pomocí vážení dopravníku zrna (v praxi nepoužíváno)
- Měření zrna pomocí kapacitního čidla (KUMHÁLA, 2007)

S novým řešením měření výnosu přišla firma John Deere na svých axiální mlátičkách řady S700. Mlátička používá v měření sérii tenzometrických vahách umístěných v zásobníku. Ty pak měří výnos v reálném čase a kalibraci stačí provést pouze jednou a následně se výnosoměr kalibruje automaticky.

### **5.2.1. Automatické družicové navádění**

V dnešní době se v zemědělství automatické navádění stroje stává již běžnou součástí zemědělských strojů takřka při všech pracovních operacích, sklízecí mlátičky nevyjímaje. Princip družicového navádění spočívá v opatření stroje přijímačem GPS signálu, displejem (terminálem) s řídicí jednotkou a elektro-hydraulickými prvky pro automatické řízení. GPS přijímač zachytává signál, který určuje současnou polohu stroje v souřadnicovém systému. Naváděcí systém pak definuje body v souřadnicovém systému, které určují trasu stroje. Možnosti trasy mohou být například:

- Přímka A + B tvořená z dvojice zvolených bodů
- Křivka – zachycující nahranou jízdu tvořenou sérií bodů
- Hraniční stopa (křivka) - stroj může být naváděn pro práci na souvratích
- Kruhová stopa
- Adaptivní křivka – křivka, kterou se s každou následující jízdou snaží systém narovnat

Každou trasu může obsluha vytvořit projetím nebo zapsat do systému souřadnice bodů, z kterých má být přímka tvořena. Trasy je možné také vytvořit v aplikačním systému na počítači a následně je do stroje nahrát buď přes flashdisk, nebo posláním přímo do stroje přes datovou síť, pokud je stroj vybaven datovým přijímačem.

Přesnost navádění závisí na typu signálu a také každém výrobcí. Většinou se jedná o základní signál z družicových systémů GPS a GLONASS nebo RTK signál. RTK přijímač využívá kromě družicových vysílačů také signál z pozemních vysílačů. Může se jednat například o rádiové nebo datové signály a systém je tak schopen zaručit větší přesnost, stabilitu, dosah signálu a stálou opakovatelnost.

### **5.2.2. Telematika**

Telematika se v posledních letech stává trendem, který nachází stále větší uplatnění. Podstata vychází ze sběru dat zemědělskými stroji a jejich následnému využití. K tomu je potřeba stroj vybavit datovým přijímačem, hardwarem a softwarem. Stroj je pak schopen zaznamenávat a v reálném čase posílat data jako okamžitá spotřeba, hodinová výkonnost apod.

na cloudové úložiště. Tyto data pak mohou být vyhodnocovány příslušnou osobou (např. agronomek).

Sklízecí mlátičky dokáží zaznamenávat velice klíčové výstupy, jelikož jimi prochází všechna sklizená produkce. Zejména klíčové jsou pak záznamy o výnosu u mlátiček vybavených výnosoměrem. Z těchto záznamů lze získat jako výstup výnosové mapy, které nám poskytují přehled celkovém stavu sklizeného pozemku. Na základě výnosových map a jejich sběru a porovnávání po určitou řadu let sklizně, můžeme na pozemku vidět výnosový potenciál oblastí na pozemku. Následně je možné na základě těchto podkladů vytvořit například aplikační mapy pro následné zemědělské operace.

Vyhodnotit lze také další provozní data jako například spotřeba paliva, doba činnosti sklízecí mlátičky, doba sypání za stání nebo za jízdy apod.. Vyhodnocení provozních dat pak může vést obsluhu ke zlepšení práce se sklízecí mlátičkou. Další možností telematiky je také ve sdílení polohy stroje. To má řadu výhod například v usnadnění logistiky odvozových prostředků. Pokud pracují na stejném pozemku dvě sklízecí mlátičky o různém pracovním záběru (se stejným telematickým softwarem), mohou si sdílet svou polohu a při použití družicového navádění vynechávat linie přesně na požadovaný záběr.

Novinkou z pohledu telematiky je funkce, která umožňuje obsluze mlátičky ovládat odvozový prostředek při vykládce za jízdy. Sklízecí mlátička je vybavena Wi-Fi routerem a vytvoří datovou síť kolem své polohy. Obsluha odvozového prostředku, vybaveného Wi-Fi přijímačem, se na tuto Wi-Fi síť připojí a umožní tím sklízecí mlátičce ovládat pojezd i řízení. S touto inovací s názvem MachineSync přišla firma John Deere. Podmínkou je plynulá převodovka traktoru s plně aktualizovaným softwarem.

### **5.2.3. Automatické nastavení mlátičky**

Správné nastavení mlátičky, aby vykonávala práci kvalitně, je naprosto zásadní požadavek pro obsluhu stroje. Taková obsluha musí mít pro správně nastavení mlátičky dostatek teoretických znalostí a praktických zkušeností, zároveň je ale často zapotřebí také intuice a cit. Tím, že pracovníků v zemědělství stále ubývá, je mnohdy těžké takovou obsluhu najít. Z tohoto důvodu je trendem výrobců v poslední době se zaměřovat na zdokonalování a vývoj systémů pro automatické nastavení sklízecí mlátičky. Tyto systémy jsou řešeny pomocí soustav čidel a kamer umístěných po sklízecí mlátičce. Čidla na mláticím ústrojí dokáží podle krouticího momentu na hřídeli mláticího bubnu zjišťovat zaplnění mlátičky a podle toho ji nastavovat či je také možnost, že si mlátička dokáže sama regulovat pojezdovou rychlost dle zaplnění a ztrát.

O něco sofistikovanější zařízení jsou pak kamery umístěné v zrnovém a kláskovém dopravníku, pomocí nichž celý systém dostává vlastní „oči“ a je schopné v reálném čase vyhodnocovat množství úlomků, slámy, plev a nečistot a podle těchto kritérií nastavovat sklízecí mlátičku tak, aby se docílilo požadovaného výsledku.

Někteří výrobci také používají systém pro automatické nastavování sítové skříně v závislosti na naklonění mlátičky na svahu. To je dosaženo pomocí gyroskopů a následně systém vyhodnotí přivření či otevření sít nebo úpravu otáček ventilátoru. Firma New Holland nabízí na své řadě CX také variabilní chod vytrásadel v závislosti polohy na svahu. Sklízecí mlátička pak zpomalí pohyb vytrásadel, pokud mlátička sklízí do kopce nahoru či zvýší, pokud mlátička sklízí z kopce dolů.

#### **5.2.4. NIR senzor**

Nejaktuálnějším trendem precizního zemědělství na sklízecích mlátičkách je použití NIR spektroskopické technologie. Princip NIRS spočívá v osvětlení vzorku infračerveným světlem, které je schopno proniknout až na úroveň molekul vody, bílkovin, škrobu, popelovin a dalších. Každá z molekul má jinou odrazivost paprsku a podle této odrazivosti je senzor schopen zachytit obsah živin v materiálu.

NIRS se běžně v zemědělství využívalo ke zjištění obsahu živin vzorku materiálu (siláže či zrna) ke konkrétnímu dni, kdy byl vzorek odebrán. Použitím NIR senzoru přímo na stroji je ale možno sledovat obsah živin v reálném čase a k určitému místu, kde byl vzorek pořízen (sklizen). Největší uplatnění tato technologie měla na sklízecích rezačkách a aplikátorech kejdy. Momentálně se ale NIR senzor začíná uplatňovat právě i na sklízecích mlátičkách. Ze sklízecích mlátiček je tak možno získávat, kromě běžné výnosové mapy, také mapy obsahu živin nebo vlastností jako jsou dusíkaté látky či škrob, olejnatost apod. (viz. Obrázek 20) Na sklízecích mlátičkách je NIR senzor umístěn v zrnovém dopravníku, kdy šnek hnaný elektromotorem odebírá vzorek před čočku NIR senzoru. (viz. Obrázek 19).



Obrázek 23 NIR senzor s názvem HarvestLab společnosti John Deere

zdroj: <https://www.strom.cz/>



Obrázek 20 Mapa surového proteinu v ozimé pšenici

zdroj: <https://www.strom.cz/>



## 6. Zhodnocení provozu a popis sklízecí mlátičky John Deere řady T

V této kapitole se zaměříme na tangenciální mlátičku řady T od společnosti John Deere a zhodnotíme její technologické přínosy. Díky datům z provozu od společnosti Daňhel Agro a.s., která provozuje devět těchto mlátiček (T660i) si můžeme udělat obrázek o této sklízecí mlátičce z praxe.

### 6.1. Technická specifikace

První generace řady T byla na trh představena v roce 2007. Od roku 2016 je ve své již třetí generaci po sérii vylepšení. Celkově jsou nabízeny 4 modely – T550i, T560i, T660i a T670i. První dva modely jsou s pěti vytrásadly a další dva s šesti vytrásadly.

	<b>T550i</b>	<b>T560i</b>	<b>T660i</b>	<b>T670i</b>
<b>Objem motoru (6 válců)</b>	6.8 l	9 l	9 l	9 l
<b>Jmenovitý výkon</b>	202 kW	249 kW	249 kW	292 kW
<b>Šířka mláticího bubnu</b>	1400 mm	1400 mm	1670 mm	1670 mm
<b>Průměr mláticího bubnu</b>	660 mm	660 mm	660 mm	660 mm
<b>Počet mlátek</b>	10	10	10	10
<b>Úhel opásání</b>	124°	124°	124°	124°
<b>Průměr separačního bubnu</b>	800 mm	800 mm	800 mm	800 mm
<b>Objem zásobníku zrna</b>	10000 l	10000 l	10000 l	10000 l
<b>Počet vytrásadel</b>	5	5	6	6
<b>Aktivní separační plocha</b>	3,30 m <sup>2</sup>	3,30 m <sup>2</sup>	4,00 m <sup>2</sup>	4,00 m <sup>2</sup>
<b>Plocha sít</b>	5,2 m <sup>2</sup>	5,2 m <sup>2</sup>	6,3 m <sup>2</sup>	6,3 m <sup>2</sup>

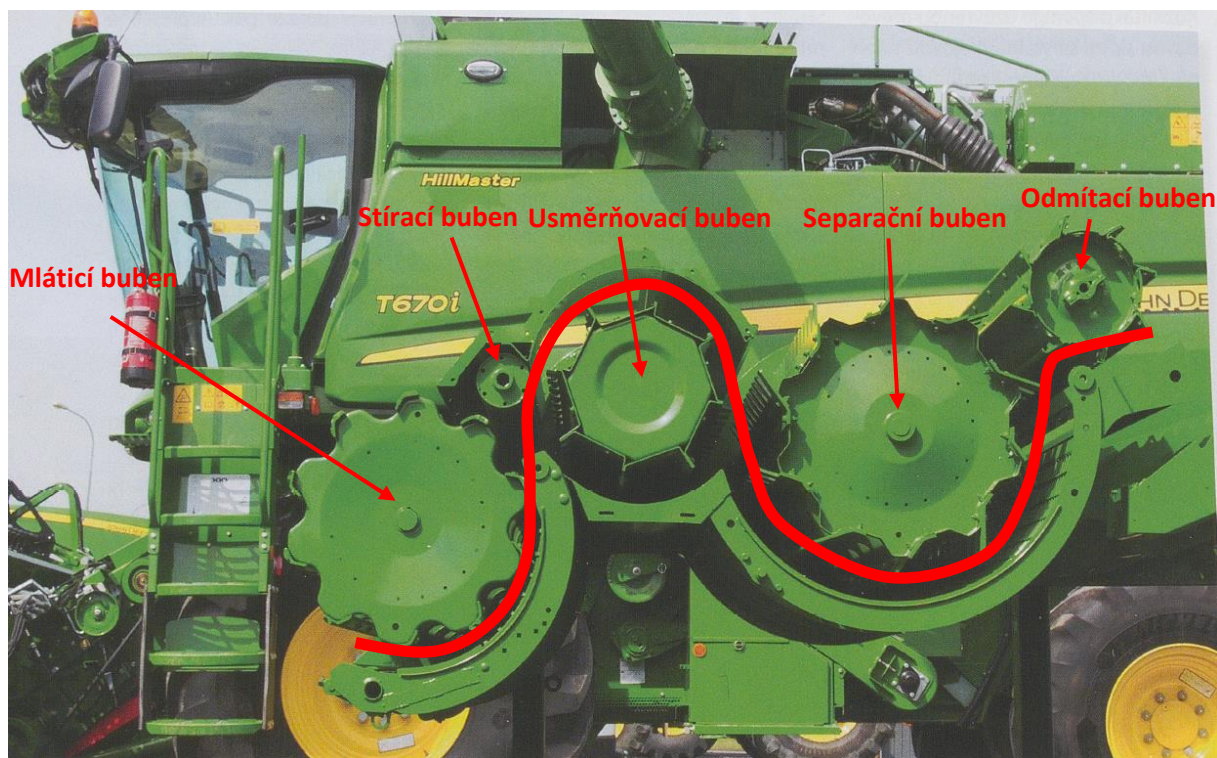
Tabulka 1 Technická specifikace řady T

zdroj: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=b52aae6e#12>

## 6.2. Mláčicí ústrojí

Tou nejdůležitější předností na sklízecích mlátičkách řady T je mláčicí ústrojí a uspořádání mláčicích a separačních prvků. Výjimečností mláčicího ústrojí Tangencial Plus je vrchní vedení materiálu mezi mláčicím a separačním bubnem pomocí usměrňovacího bubnu. Díky tomu je docíleno velkého opásání mláčicího bubnu a materiál odsud odchází cestou nejmenšího odporu, kdy je přebírán usměrňovacím bubnem. Není zde žádná ostrá hrana a materiál odchází volně, tudíž se minimalizuje energetická náročnost a nedochází k poškození slámy přes ostrou hranu. Mezi mláčicím a usměrňovacím bubnem se nachází ještě malý stírací buben, který je hladký a má za úkol zamezit materiálu nabalování zpět na mláčicí buben.

Tím, že materiál je veden vrchem, je umožněno velké opásání i separačního koše. Rotační separátor opět přebírá materiál volně, cestou nejmenšího odporu, a nemusí materiál přebírat přes hranu. Rotační separátor je prstový o průměru 800 mm.



Obrázek 24 Tok materiálu v mláčicím ústrojí řady T

zdroj: Kombajnová akademie „profesora Mlátičky“ – 2. díl. Mechanizace zemědělství, 2021

Mláčicí koš může být segmentový a jeho části se dají vyměnit z klasického roštu za tenké dráty, pro sklizeň drobnosemenných plodin, či trubky, pro sklizeň kukuřice a luskovin. Pro větší intenzitu výmlatu může být použita také tzv. protimlatka. Ta se nachází na začátku mláčicího koše a jedná se o běžnou mlatku z mláčicího bubnu, kterou lze jednoduše přes šroubový mechanismus uvést do aktivní polohy. Protimlatka má široké využití a hodí se zejména pro

sklizeň ječmene či obilí se zaschlými špičkami, a sklizeň drobnosemenných plodin. Díky těmto i dalším možnostem je řada T velice univerzální sklízecí mlátička.

Sklízecí mlátičky řady T, díky uspořádání mláticích prvků a jejich konstrukčnímu řešení, disponují největší aktivní separační plochou v porovnání s konkurencí.

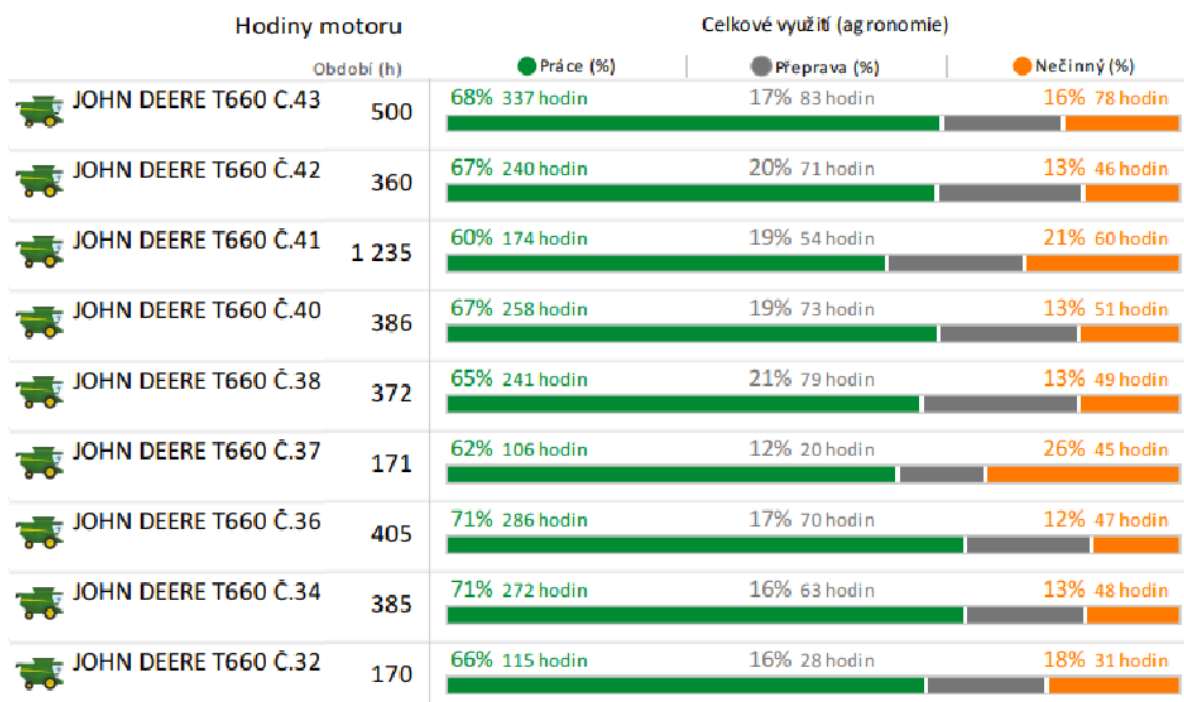
<b>Tabulka porovnání aktivní separační plochy tangenciálních sklízecích mlátiček</b>			
<b>John Deere T670i</b>	<b>Claas Lexion 6900</b>	<b>New Holland CX 8.90</b>	<b>Fendt 6335 C (AGCO)</b>
<b>4,00 m<sup>2</sup></b>	<b>3,18 m<sup>2</sup></b>	<b>2,54 m<sup>2</sup></b>	<b>2,25 m<sup>2</sup></b>

*Tabulka 2 Porovnání aktivních separačních ploch jednotlivých výrobců*

### **6.3. Zhodnocení provozu řady T ve sklizňových službách**

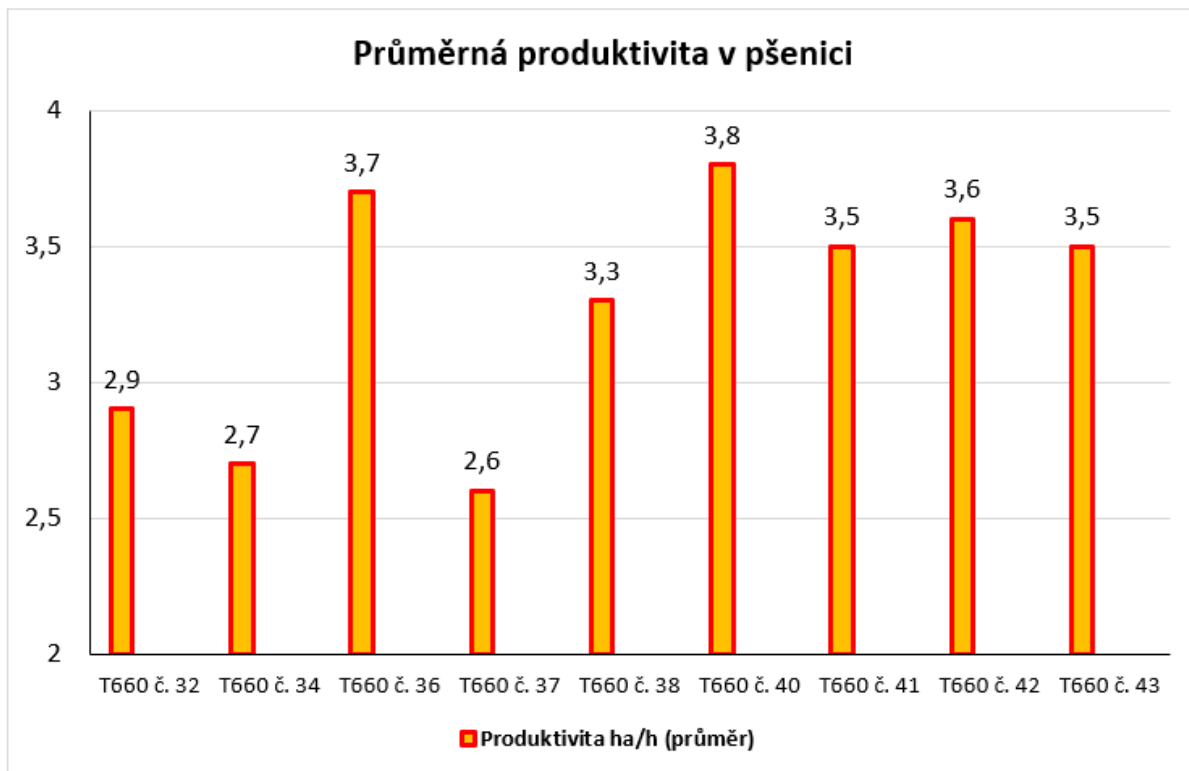
Pro zhodnocení provozu byla použita data z telematické jednotky JDLink™, kterou byly všechny sklízecí mlátičky vybaveny. Data jsou dostupná z portálu myjohndeere.com v aplikaci Operations Center™. Pro porovnání bylo vybráno 9 sklízecích mlátiček John Deere T660i agregovány s žacími lištami 630R o záběru 9 metrů. Výkon motoru byl upraven z původních 285 kW na zhruba 316 kW, tudíž výkon mlátiček se více podobal nejvýkonnějšímu modelu T670i. Všechny sklízecí mlátičky jsou provozovány firmou Daňhel Agro a.s. ve sklizňových službách a v obilné části sezony jsou schopny sklídit až 900 ha. Pro posouzení produktivity, průchodnosti a spotřeby byla vybrána práce v pšenici ozimé, jelikož se jedná o nejběžnější a nejvíce zastoupenou obilninu.

Na obrázku 21 můžeme vidět celkové využití stroje za provozované období v roce 2022. Procentuálními poměry rozdělují celkový čas na jednotlivé časy při práci, přepravě a nečinnosti. Nutno říci, že stroje jezdily v rozdílných podmínkách na celém území České republiky a čelily různým technickým a provozním problémům, proto nelze jednoznačně vyhodnocovat efektivitu provozu například porovnáním času při práci a v nečinnosti.



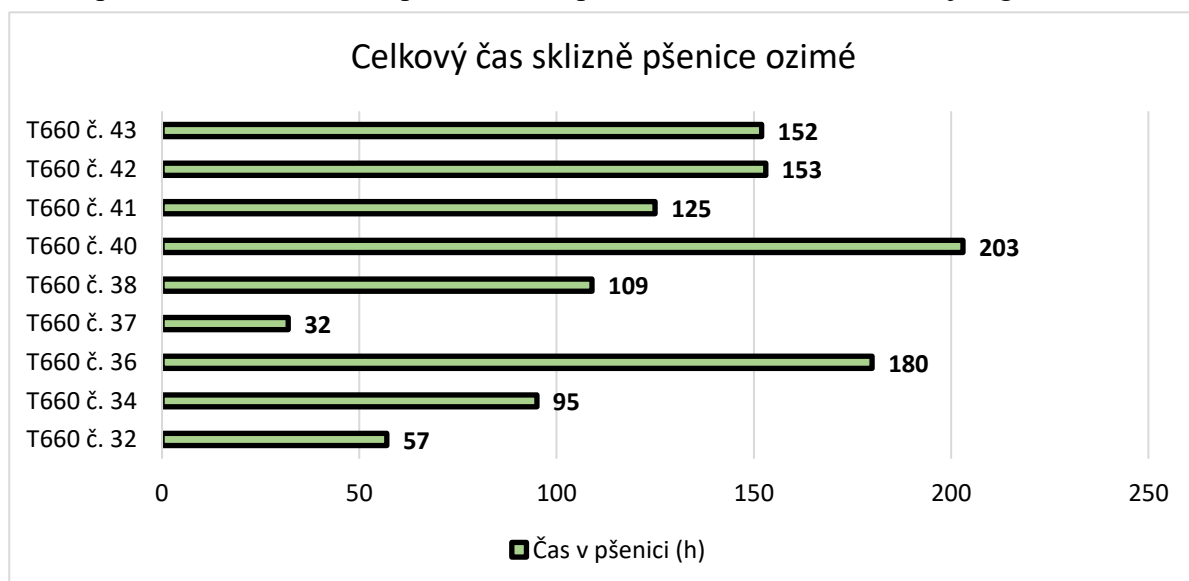
Obrázek 25 Celkové využití posuzovaných sklizecích mlátiček

Graf 1 porovnává produktivitu (výkonnost) všech devíti posuzovaných mlátiček. Výrazně nižší produktivita u strojů číslo 32, 34 a 37 může být způsobena tím, že tyto mlátičky sklízely na Šardicku, v oblasti s pozemky s velkým svahovým sklonem. Průměrná výkonnost v pšenici ozimé všech mlátiček je pak 3,3 ha/h.



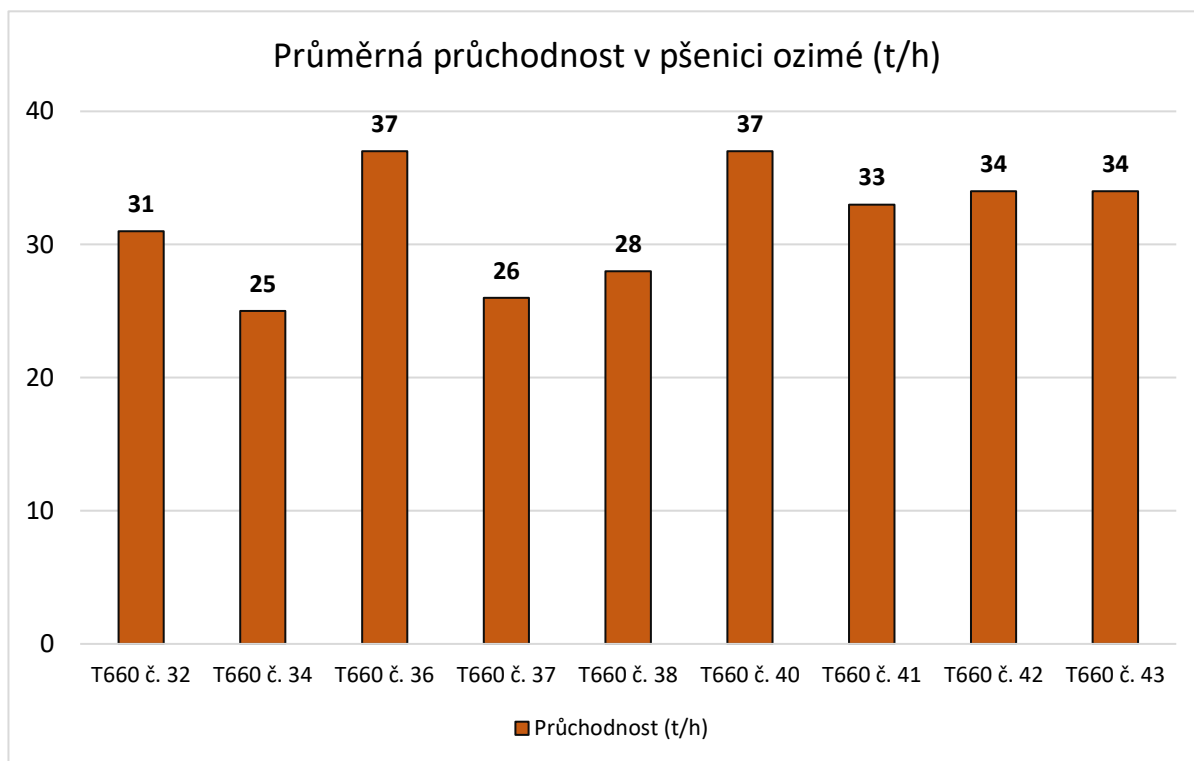
Graf 1 Graf průměrných výkonností v pšenici ozimé

Pro představu celkové času práce sklizně pšenice ozimé slouží následující graf 2.



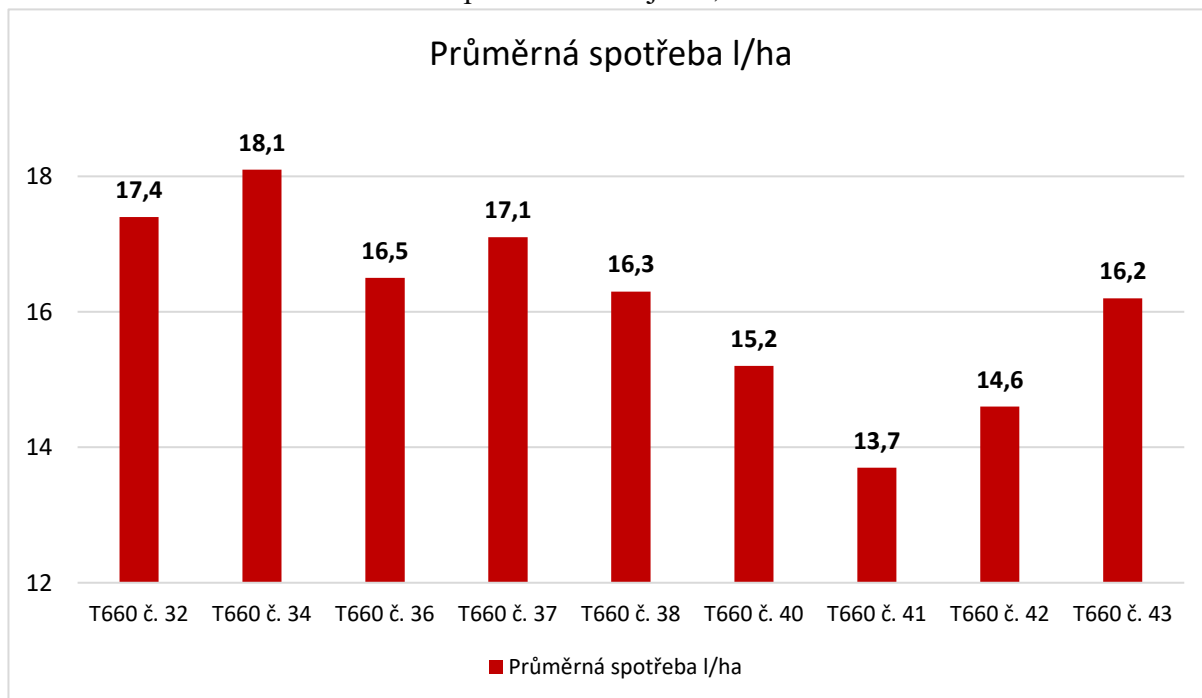
Graf 2 Celkový čas sklizně pšenice ozimé

Graf 3 porovnává průměrnou průchodnost jednotlivých strojů za celou sezonu, kdy průměrná průchodnost všech mlátiček v pšenici ozimé je 32 t/h.



Graf 3 Graf průchodnosti v pšenici ozimé

Nakonec graf 4 ukazuje spotřebu na jeden hektar, kterou měly posuzované stroje v pšenici ozimé za celou sezonu. Průměrná spotřeba všech je 16,1 l/ha.



Graf 4 Průměrná hodinová spotřeba na jeden hektar v pšenici

## 7. Závěr

V první části této práci jsme si rozebrali historii a vývoj sklízecích mlátiček. Zde se ukazují první zmínky o mechanizované sklizni, vznik žací kosi a následně i první sklízecí mlátičky. Následně jsme se zaměřili na tangenciální sklízecí mlátičky, jejich technický rozbor a popis jednotlivých částí tangenciálního ústrojí. I přesto, že tangenciální mlátičí ústrojí má již dlouhou historii a většina konstrukčních byla ve své podstatě již objevena, každý výrobce v konstrukci přichází s vlastním řešením, které rozvíjí možnosti opět o kus kupředu.

V další části jsme se věnovali současným trendům v tangenciální technologii. Zde je možno vidět, že i když vytrásadlové mlátičky naráží na úskalí v průchodnosti oproti axiálním mlátičkám, stále existují způsoby, jak zvýšit průchodnost tangenciálního ústrojí a zefektivnit jejich práci. Nemalou pozornost jsme věnovali také technologiím precizního zemědělství, které se vyvíjejí obrovským tempem. Díky těmto technologiím se stále zjednodušují nároky na obsluhu, co se týče nastavení mlátičky a nutnosti udržovat pozornost při dlouhých pracovních směnách. Ovšem potřeba kvalifikace a školení obsluhy roste, a to zejména vlivem neustále větší elektrifikace a složitosti sklízecích mlátiček. Dnešní obsluhy musí kromě technické stránky stroje znát také ovládání softwaru a palubního rozhraní sklízecí mlátičky.

Poslední část je zaměřena na zhodnocení provozu a popis sklízecí mlátičky řady T od společnosti John Deere. Tato část zahrnuje zhodnocení telematických dat devíti sklízecích mlátiček provozovaných ve sklizňových službách. Z těchto dat si můžeme udělat obrázek o celkových výsledcích modelu T660i. Je potřeba, ale zmínit, že každá mlátička sklízela v odlišných podmínkách a klíčová je pak pozice obsluhy stroje, která nakonec vždy rozhoduje o tom, zda dokáže využít daný potenciál stroje či nikoliv. Dalším důležitým faktorem, který hrál roli, je logistika odvozových prostředků, neboť ne všechny stroje disponovaly stabilním a průběžným odvozem z pole.

## 8. Seznam literatury

1. BŘEČKA, Josef et al. Stroje pro sklizeň píce a obilovin. Praha: Grada Publishing, 2001.
2. JEDLIČKA, Milan. Jak probíhal tajný vývoj axiální technologie u CASE IH v 50. letech? Všechno začalo v garáži. [online]. 2018 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/jak-probihal-tajny-vyvoj-axialni-technologie-u-case-ih-v-50-letech-vsechno-zacalo-v-garazi>.
3. MAŠEK, Jiří. Sklízecí mlátičky. [online]. 2015 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/sklizeci-mlaticky-100>.
4. Class. LEXION 6900-5300. [online]. 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/produkty/sklizeci-mlaticky/lexion-6900-5300>.
5. New Holland. CR History. [online]. 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://agriculture.newholland.com/africa/en/equipment/products/combine-harvester/cr/details/cr-history>.
6. PTÁČNÍK, Jiří. Kombajnová akademie „profesora Mlátičky“ – 1. díl. Mechanizace zemědělství, 2021
7. PTÁČNÍK, Jiří. Kombajnová akademie „profesora Mlátičky“ – 2. díl. Mechanizace zemědělství, 2021
8. KULOVANÁ, Eliška. Historie žacích strojů. [online]. [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/z-historie-zacich-stroju/>.
9. MIU, Petro. Combine Harvesters – theory, modeling and design. London: CRC Press, 2015.
10. JEDLIČKA, Milan. Východoněmecká legenda sklízí obilí přes půl století. [online]. 2019 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/fortschritt-e-512-vychodonemecka-ikona-sklizi-obili-pres-pul-stoleti>.
11. KUMHÁLA, František et al. Zemědělská technika – stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007.
12. JAVOREK, Filip. Mechanizovaná sklizeň obilnin. Mechanizace zemědělství, 2015.
13. NEUBAUER, Karel et al. Stroje pro rostlinnou výrobu. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989.
14. KVÍZ, Zdeněk: Kvalita práce drtičů slámy a rozmetadel plev na sklízecích mlátičkách z hlediska vlivu na následnou plodinu: Doktorská disertační práce. Praha, 2007.



15. ROH, Jiří et al.: Stroje používané v rostlinné výrobě. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003.

16. John Deere. Combines 75 Years. [online]. 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.deere.co.uk/en/campaigns/combines-75-years>

## 9. Seznam obrázků

Obrázek 1 Žací lišta McCormick.....	4
Obrázek 2 Stacionární mlátička Clayton and Shuttleworth .....	5
Obrázek 3 Obrázek: První samojízdná sklízecí mlátička. ....	6
Obrázek 4 Sklízecí mlátička John Deere 7700 s možností výměny sklizňového adaptéru .....	7
Obrázek 5 New Holland 1550.....	8
Obrázek 6 New Holland TR70.....	9
Obrázek 7: a) axiálně uložené rotory, b) Mláticí koš, c) Separáčnický koš, d) odmítací buben e) koš pod odmítacím bubnem f) sítová skříň g) kláskový dopravník, h) buben pro srážení kamene g) domlaceč	10
Obrázek 8 Axiální ústrojí Case IH.....	10
Obrázek 9 Žací lišta s pasivním plněním a variabilním výsuvem stolu řady X od firmy John Deere .....	13
Obrázek 10 Pásová lišta s flexibilní kosou značky MacDon typ FD 235 při kosení polehlého porostu ve flexibilním režimu. ....	14
Obrázek 11 Flexibilní kosa New Holland .....	15
Obrázek 12 Kukuřičný adaptér značky John Deere .....	16
Obrázek 13 Šikmý dopravník sklízecí mlátičky John Deere T670 .....	17
Obrázek 14 Mláticí buben o šesti mlatkách s mláticím košem .....	18
Obrázek 15 Rotační separátor firmy New Holland.....	20
Obrázek 16 Odmítací buben firmy John Deere .....	21
Obrázek 17 Model vytřásadel firmy Claas.....	22
Obrázek 18 Sítová skříň - Lexion 6000.....	23
Obrázek 19 Práce s posklizňovými zbytky firmy New Holland .....	25
Obrázek 20 Mláticí ústrojí Claas APS.....	27
Obrázek 21 Mláticí ústrojí sklízecí mlátičky New Holland řady CX.....	28
Obrázek 22 Mláticí buben s dělenými mlatkami UltraFlow od společnosti New Holland .....	28
Obrázek 23 NIR senzor s názvem HarvestLab společnosti John Deere .....	33
Obrázek 24 Tok materiálu v mláticím ústrojí řady T .....	35
Obrázek 25 Celkové využití posuzovaných sklízecích mlátiček .....	37

## 10. Seznam grafů

Graf 1 Graf průměrných výkonností v pšenici ozimé .....	38
Graf 2 Celkový čas sklizně pšenice ozimé.....	38
Graf 3 Graf průchodnosti v pšenici ozimé.....	39
Graf 4 Průměrná hodinová spotřeba na jeden hektar v pšenici .....	39

## 11. Seznam tabulek

Tabulka 1 Technická specifikace řady T.....	34
Tabulka 2 Porovnání aktivních separáčnických ploch jednotlivých výrobců .....	36