

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Diplomová práce

**Vyhodnocení provozních parametrů soudobých
sklízecích mlátiček**

Bc. František Feix

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. František Feix

Zemědělské inženýrství

Zemědělská technika

Název práce

Vyhodnocení provozních parametrů soudobých sklízecích mlátiček

Název anglicky

Evaluation of operating parameters of contemporary combine harvesters

Cíle práce

Cílem práce bude faktické srovnání nejdůležitějších provozních parametrů u několika sklízecích mlátiček v reálném nasazení.

Metodika

V rešeržní části ze soudobé literatury bude popsán aktuální vývoj u sklízecích mlátiček z pohledu změn konstrukce i informačních systémů pro podporu sklizně. Praktická část práce bude zaměřena na srovnání provozních hodnot dosažených během reálného nasazení během sklizně. Data budou náležitě zpracována a s využitím statistickým metod i vhodně popsána.

Doporučený rozsah práce

50 stran

Klíčová slova

spotřeba paliva, provozní náklady, výkonnost

Doporučené zdroje informací

CORDESSES, L.; CARIOU, C.; BERDUCAT, M. Combine harvester control using real time kinematic GPS. Precision Agriculture, 2000, 2.2: 147-161.

MAŠEK, J, NOVÁK, P. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions. Engineering for rural development, 2017, 16: 1180-1185.

MIU, Petre. Combine harvesters: theory, modeling, and design. CRC Press, 2015, ISBN-13: 978-1-4822-8237-5..

Odborné databáze, firemní literatura

OLT, Jüri, et al. Assessment of the harvesting costs of different combine harvester fleets. Research in Agricultural Engineering, 2019, 65.1: 25-32.

Předběžný termín obhajoby

2020/2021 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Novák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2020

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 09. 05. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vyhodnocení provozních parametrů soudobých sklízecích mlátiček" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. 5. 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Novákovi, Ph.D. A všem dalším, kteří mi ochotně poskytli všechny informace a materiály.

Vyhodnocení provozních parametrů soudobých sklízecích mlátiček

Abstrakt

Tato diplomová práce popisuje typy navádění sklízecích mlátiček, vytváření výnosových map a systémy k tomu potřebné. Je zde vylíčeno, jak měřit sklizňové ztráty a jaké jsou k tomu vhodné pomůcky. Krátce je uvedena evoluce modelů CX a T. Poslední díl teoretické části porovnává tangenciální a axiální sklízecí mlátičky v rámci jejich typů. Praktická část porovnává kvalitu práce sklízecí mlátičky John Deere T660i Hillmaster a Case 8250. Také srovnává spotřebu paliva v rámci tří sezón u sklízecích mlátiček New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster. Předposlední část pojednává o závislosti průměrné hodinové spotřeby paliva vůči průměrnému zatížení motoru. A v poslední části je uveden vliv vykládky zásobníku zrna během jízdy.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, hodinová spotřeba paliva, vykládka zásobníku zrna, navádění, ztráty zrna, poškození zrna, spotřeba paliva, provozní náklady, výkonnost, tangenciální, axiální

Evaluation of operating parameters of contemporary combine harvesters

Abstract

This diploma thesis describes the types of combine harvester guidance. Creating yield maps and the systems needed for that. It also describes how to measure harvest losses and what tools are appropriate for this. The work also briefly presents the evolution of the CX and T models. The last part of the theoretical part compares tangential and axial combine harvesters within their types. The practical part is a comparison of the quality of work of the John Deere T660i Hillmaster and Case 8250 combine harvesters. There is also a comparison of fuel consumption within three seasons for the New Holland CX 8070 and John Deere T560i Hillmaster combine harvesters. The penultimate part deals with the dependence of the average hourly fuel consumption on the average engine load. And the last part shows the effect of unloading the grain hopper while driving.

Keywords: combine harvester, hourly fuel consumption, unloading of grain tank, guidance, seeds losts, grain damage, fuel consumption, operating costs, performance, tangential, axial

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod | 1 |
| 2. Cíl práce..... | 2 |
| 3. Metodika..... | 2 |
| 4. Navádění strojů..... | 3 |
| 4.1. Vysvětlení systémů Global Positioning System (GPS), Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema (GLONASS) a evropského navigačního systému GALILEO..... | 3 |
| 4.1.1. Systém GPS | 3 |
| 4.1.2. Systém GLONASS..... | 5 |
| 4.1.3. Systém Galileo..... | 5 |
| 4.2. Systémy navádění strojů John Deere | 5 |
| 4.2.1. Základní možnosti linií pro navádění sklízecích mlátiček John Deere | 8 |
| 4.2.2. Praktická ukázka spuštění systému AutoTrac, tj. automatického řízení díky navádění..... | 11 |
| 4.3. Systémy navádění strojů New Holland..... | 13 |
| 4.4. Systémy navádění strojů Claas | 14 |
| 5. Výnosoměry | 15 |
| 6. Vlhkoměry | 19 |
| 7. Vytváření výnosových map..... | 20 |
| 8. Automatizované plnění..... | 22 |
| 8.1. Automatická korekce jednotlivých mechanismů | 23 |
| 9. Měření ztrát..... | 24 |
| 9.1. Příklad výpočtů ztrát..... | 25 |

| | | |
|----------|---|----|
| 9.2. | Aplikace pro výpočet ztrát | 25 |
| 9.2.1. | Feiffer Consult | 26 |
| 10. | Měření poškozených zrn..... | 29 |
| 11. | Evoluce modelů CX a T | 30 |
| 11.1. | Model CX..... | 30 |
| 11.2. | Model T | 31 |
| 12. | Porovnání tangenciálních a axiálních sklízecích mlátiček | 32 |
| 12.1. | Porovnání tangenciálních sklízecích mlátiček New Holland a John Deere | 32 |
| 12.1.1. | Průchod materiálu sklízecí mlátičkou New Holland CX..... | 33 |
| 12.1.2. | Průchod materiálu sklízecí mlátičkou John Deere T | 33 |
| 12.1.3. | Mlátičí buben a koš..... | 33 |
| 12.1.4. | Odmítací a podávací buben..... | 35 |
| 12.1.5. | Separční buben | 36 |
| 12.1.6. | Klávesová vytrásadla | 36 |
| 12.1.7. | Vynášecí mechanismus | 37 |
| 12.1.8. | Domlacování jemného omlatu | 38 |
| 12.1.9. | Sítová skříň | 39 |
| 12.1.10. | Svahová vyrovnávání..... | 39 |
| 12.2. | Porovnání axiálních sklízecích mlátiček New Holland, John Deere, Case..... | 40 |
| 12.2.1. | Průchod materiálu sklízecí mlátičkou New Holland CR..... | 40 |
| 12.2.2. | Průchod materiálu sklízecí mlátičkou John Deere S | 40 |
| 12.2.3. | Průchod materiálu sklízecí mlátičkou Case | 40 |

| | | |
|----------|--|----|
| 12.2.4. | Vkládací buben | 41 |
| 12.2.5. | Mláticí axiální rotor | 42 |
| 12.2.6. | Separáčnické koše | 43 |
| 12.2.7. | Odmítací buben..... | 46 |
| 12.2.8. | Drtič | 46 |
| 12.2.9. | Vynášecí mechanismus..... | 46 |
| 12.2.10. | Čisticí ústrojí..... | 47 |
| 12.2.11. | Domlacování | 47 |
| 12.2.12. | Technické parametry..... | 48 |
| 13. | Porovnání kvality práce sklízecích mlátičky John Deere T660i Hillmaster a..... Case 8250 | 50 |
| 13.1. | Hlavní porovnávané technické parametry T660i Hillmaster, Case 8250..... | 55 |
| 14. | Porovnání spotřeby paliva u sklízecích mlátiček New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster..... | 56 |
| 14.1. | Životopis sklízecích mlátiček | 56 |
| 14.1.1. | Parametry porovnávaných sklízecích mlátiček..... | 57 |
| 14.2. | Průměrné spotřeby paliva sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé, řepky olejky a ječmene jarního v rámci tří let..... | 58 |
| 15. | Měření ztrát a poškození zrna při sklizni pšenice ozimé předváděcí sklízecí mlátičkou John Deere T660i Hillmaster..... | 60 |
| 16. | Porovnání průměrné hodinové spotřeby paliva v závislosti na průměrném zatížení motoru při sklizni sklízecích mlátiček John Deere T660, T670, S780, S785, S790 | 63 |
| 17. | Vliv vykládky zásobníku zrna během sklizně | 66 |
| 18. | Výsledky a diskuze..... | 67 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 19. Závěr..... | 68 |
| Seznam použité literatury | 71 |
| Seznam obrázků..... | 75 |

1. Úvod

V současnosti se již řadu let využívají v zemědělství technologicky vyspělé a výkonné stroje, které dokážou vykonat jednotlivé pracovní operace na pozemku za kratší dobu a lépe. Ať už jde o zakládání porostů, hnojení, ochranu rostlin — kde lze využívat variabilního zacházení s pozemkem — nebo sklizeň či posklizňovou úpravu. Strojům napomáhá nejen stále se zvyšující výkon motorů a výkonnost souprav, ale také řada elektronických zařízení, která jsou schopna udržet pracovní nasazení souprav ve vysoké výkonnosti a efektivnosti.

Téma diplomové práce bylo zvoleno na základě autorova zájmu o sklízecí mlátičky a jeho víceleté praxe v zemědělství a firmě Strom a.s. Autor považuje práci sklízecí mlátičky za jednu z nejdůležitějších částí ve smyčce pěstebních operací. Dále též z důvodu přístupu k datům o provozních parametrech sklízecích mlátiček.

Sklízecích mlátiček existuje velké množství druhů. Jsou to velmi univerzální stroje, které dokážou sklidit velké množství plodin. V evropských podmínkách, kde se pěstují převážně obilniny, je variabilita sklizňových strojů taktéž velká. Lze je ale zařadit do tří hlavních skupin způsobu výmlatu, a to do skupiny konvenční (tangenciální), axiální a kombinované neboli hybridní. Sklízecí mlátičky jsou jedním z nejsložitějších strojů, které může mít zemědělec ve stodole. Komplikovanost nespočívá jen v mláticích a separačních mechanismech, které sice mají své kořeny v počátcích minulého století, a jsou stále modernizovány a zlepšovány, ale v elektronických systémech stroje, jako je například tvorba výnosových map či automatické plnění dle zatížení pracovních mechanismů sklízecí mlátičky. Také jsou jedním a v některých případech úplně nejdražším strojem v podniku, který ještě k tomu pracuje pouze v sezóně. Je proto v zájmu majitele aby jeho sklízecí mlátička pracovala co nejlépe a její náklady na provoz byly co nejnižší. Je také důležité vybrat si sklízecí mlátičku adekvátně k tomu, k čemu bude v budoucnu používána, například jestli je podnik zaměřen spíše na výrobu osiv, nebo se podnik zabývá více živočišnou produkcí, či se stroj bude využívat pro službu jiným zemědělcům. Sklízecí mlátičku lze u všech zastoupených výrobců v ČR nakonfigurovat ve velkém množství variant, výkonností a výbav. To dává zákazníkovi možnost si vybrat stroj, který opravdu potřebuje, a který vyhoví jeho technickým a finančním požadavkům.

Teoretická část obsahuje stručné popisy navádění strojů, kalibraci jednotlivých mechanismů, měření ztrát a poškození zrna a jaké pomůcky lze k tomu využít. Dále je zde vylíčena stručná evoluce konvenčního čtyřbubnového mláticího mechanismu společnosti New Holland a John Deere a porovnání tangenciálních a axiálních mechanismů od různých výrobců.

Praktická část porovnává kvalitu práce sklízecích mlátiček Case a John Deere. Dále také srovnává spotřebu paliva během tří let u dvou výkonnostně podobných sklízecích mlátiček John Deere a New Holland. Je zde zdokumentováno měření ztrát a poškození zrna předváděcí demo sklízecí mlátičky obsluhované autorem této práce v sezóně 2020 a jeho porovnání se sklízecími mlátičkami, které sklízely na stejných pozemcích ve stejnou dobu. Praktická část dále popisuje vliv průměrného zatížení motoru sklízecích mlátiček John Deere na hodinové spotřebě paliva a jejich zajímavosti. Poslední část se věnuje průměrnému využití vykládky zásobníku zrna během jízdy z modelů T660, T670 a modelových řad S700 a jeho vliv na náklady spojené s vykládkou za stání.

2. Cíl práce

Diplomová práce si za cíl stanovila popsání elektronických systému využívaných u sklízecích mlátiček. V neposlední řadě také popis měření sklizňových ztrát a použití možných pomůcek pro jejich snadnější zjištění. V praktické části pak objasnění sklizňových nákladů převážně tedy ve spotřebě paliva, kvalitu práce sklízecích mlátiček a provozní parametry.

3. Metodika

Postup práce vycházel od popisu různých typů navádění sklízecích mlátiček a vhodných spolupracujících systémů. Dále deskripcí systémů pro zjišťování vlhkosti a výnosu zrna a jeho záznamem, popisem zjišťování ztrát, poškození zrna a výkladem různých typů axiálních a tangenciálních mechanismů. Práce na praktické části započala již v roce 2018 sběrem dat vlhkosti, výnosu, a spotřeby paliva při sklizni sklízecích mlátiček John Deere T560i a New Holland CX 8070. Data byla poté zpracována a přenesena do grafů. Další úsek praktické části byl naměřen během roku 2020 v rámci demo tour, tedy předvádění sklízecí mlátičky John Deere T660i Hillmaster. Data byla zpracována a vyjádřena pomocí grafů. Pro poslední díl praktické části byla data získána díky přístupu do myjohndeere.com. Vzhledem k možnému přístupu k veškerým provozním datům z téměř všech sklízecích mlátiček na území ČR vybavených telematikou, byly znázorněny závislosti zatížení motoru a době vykládání zásobníku zrna na spotřebě paliva.

4. Navádění strojů

V zemědělské technice vždy byla snaha o zvyšování výkonnosti souprav a zemědělských operací. Stroje jsou tedy větší, výkonnější a všeobecně se usiluje strávit při jakékoliv operaci na pozemku co nejméně času a také na ni vynaložit co nejméně peněz. To klade vyšší nároky na obsluhu stroje nejen z důvodů dodržování kvality vykonávané práce, ale i správného využití výkonnostní kapacity zemědělské techniky.

Sklízecí mlátičky tak zaujímají velmi důležité místo v zemědělství hned z několika důvodů. Jedním z nich je včasná sklizeň při zachování kvality zrna, především u potravinářských či sladovnických plodin, neboť optimální doba sklizně může být v některých letech velmi krátká.

Trendy precizního zemědělství uvažují, že pole nemá jednoduté vlastnosti, naopak různé části pozemku vyžadují jiné zacházení pro dobrý výsledek. Rovněž je dobré zaměřit se i na malé části pozemku.

To vše pomáhají splňovat prvky precizního zemědělství. Jedním z nejvýznamnějších je využívání navigací v zemědělské technice. Navádění strojů zemědělské techniky je dnes již jejich nedílnou součástí. Proto také na trhu vystupuje řada firem nabízející služby navádění strojů po pozemcích. Systémů pro navádění je tedy celá řada a v této práci si dále uvedeme jen ty, které jsou využívány posuzovanými sklízecími mlátičkami v praktické části diplomové práce. (1) (2) (3)

4.1. Vysvětlení systémů Global Positioning System (GPS), Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja systém (GLONASS) a evropského navigačního systému GALILEO

4.1.1. Systém GPS

Global Positioning System je naváděcí systém, jenž byl původně vyvinut pro americkou armádu. Skládá se z dvaceti čtyř aktivních a tří záložních družic, které obíhají planetu Zemi v šesti oběžných drahách ve výšce 20 200 km nad mořskou hladinou. Doba oběhu družice je 11 hodin a 58 minut. První družice GPS byly uvedeny do provozu v roce 1978 pro vojenské účely. Pro veřejnost se služba zpřístupnila v roce 2001. Družice odesílají do přijímače signál s údaji, jako jsou přesný čas, poloha, označení družic a poloha ostatních družic. Družice získávají přesný čas z atomových hodin, které jsou na palubě družice.

Vysílaný signál nezachycuje jen přijímač (například navigace v osobních vozech), ale i pozemní řídicí stanice. Pozemní řídicí stanice zabezpečují provoz celého systému, vypočítávají korekce a provádí případné opravy poloh družic na oběžné dráze. Přijímač signálu GPS určuje svou aktuální polohu pomocí měření vzdálenosti tzv. pseudovzdáleností mezi sebou a viditelnými družicemi nad obzorem. Pseudovzdálenost je získávána měřením času mezi vysláním a příjmem signálu při známé rychlosti šíření družicového signálu. K určení přibližné zeměpisné polohy (délka a šířka) vystačí tři družice. Systém dále vypočte tři pseudovzdálenosti, podobně jako triangulace vysílačů mobilních operátorů, kdy se překrývají dosahy minimálně tří vysílačů. Pro určení polohy ve třech dimenzích (délka, šířka, výška) je zapotřebí signál z minimálně čtyř družic. Signál z nižšího počtu družic, než jsou čtyři, neumožňuje výpočet polohy přijímače. Naopak vyšší počet družic polohu zpřesňuje. Samotný signál GPS odeslaný z družic má přesnost několika metrů. Například pro automobilové navigace, které pracují s mapovým podkladem, je tento způsob určování polohy dostačující. Pro přesné navádění, zejména v zemědělství, letectví či lodní dopravě, je tento způsob nedostačující. Pro přesnější určování polohy se využívají pozemní statické referenční stanice, které mají přesně definovanou polohu. Díky korekčnímu signálu Wass/Egnos referenčních stanic je možné pracovat s odchylkou plus minus třiceti centimetrů. Korekční signál Egnos (European Geostationary Navigation Overlay Service) lze využít k mnoha činnostem v zemědělské výrobě a je poskytován zdarma. Princip je založen na simultaneitě zaslání informací o poloze do přijímače a referenční pozemní stanice. Referenční pozemní stanice získaná data ze signálu zpracuje, přidá korekční údaje a signál odešle satelitům systému Egnos. Satelity Egnos, jež se pohybují ve výšce 40 000 km nad Zemí, následně odešlou data k příslušnému přijímači. Tento systém je diferenciální, GPS systém se nazývá DGPS. S korekčním signálem Omnistar XP/HP je to přesnost pět až patnáct centimetrů. Jestliže navigační systém obsahuje RTK stanici a dokáže přenášet korekční signál rádiovými vlnami či prostřednictvím GSM sítě poté lze pracovat s přesností kolem tří centimetrů. Se systémy GPS, GLONASS a Galileo je na oběžné dráze velký počet družic, které zajišťují pokrytí země. Je tedy zaručeno celkem dobré pokrytí pokud se ovšem nepohybujete někde v hlubokém údolí, které je ještě k tomu zalesněno nebo v polárních oblastech. Tam může být příjem signálu z dostatečného počtu družic problém.

4.1.2. Systém GLONASS

Systém GLONASS byl vyvinut ruským, dříve sovětským, ministerstvem obrany a pro vojenské účely funkční od roku 1982. Pro veřejné účely byl spuštěn až po roce 2000. Čtyřicet družic GLONASS obíhá tři oběžné dráhy, a to ve výšce 19 100 km nad mořem, čímž se trochu odlišují od výšky orbity GPS družic. Čas, za jaký družice obletí planetu Zemi, se oproti GPS výrazně neliší, rozdíl činí 43 minut.

4.1.3. Systém Galileo

Evropský navigační systém Galileo se sídlem v Praze byl vyvinut z důvodů stálého využití navigačního systému i za předpokladu, že by se vlády USA či Ruska rozhodly přerušit poskytování služeb svých navigačních systémů. Systém Galileo je funkční pro běžné uživatele od roku 2016. Od té doby se na systému pracuje a stále se doplňují chybějící družice na oběžné dráze. K tomu, aby navigační systém Galileo fungoval i v odvětvích, kde se na přesnost a spolehlivost určování polohy klade vyšší důraz, je zapotřebí minimálně dvaceti čtyř družic na oběžné dráze a dále odzkoušená a deklarovaná funkce systému. Ke dni 9. 2. 2020 bylo na oběžné dráze dvaadvacet družic. K plnému zprovoznění by mělo dojít do konce roku 2021. Galileo funguje s dvěma různými frekvencemi, to umožňuje oproti konkurenčním systémům přesnější určování polohy a je zde zvýšená odolnost proti rušení signálu. Díky metodě určování polohy Precise Point Positioning (PPP), jež se využívá při měření jednoho GNSS přijímače, Galileo nepotřebuje korekce z referenčního stacionárního přijímače. To platí pro případ, že zná korekce hodin družic a jejich aktuální polohu. Nevýhoda této metody je v pomalé konvergenci, kdy určení přesné polohy může trvat až třicet minut. (1) (4) (5) (6) (7) (2)

4.2. Systémy navádění strojů John Deere

Systém navádění strojů John Deere využívá navigační systémy, jako jsou GLONASS a GPS. Pro správnou funkci navigačního systému je vždy nutné, aby byl stroj spojen s nejméně čtyřmi satelity. John Deere nabízí signály navádění SF1, SF3 a RTK. Signál SF1 disponuje přesností mezi přejezdy kolem patnácti centimetrů a je zdarma. Se signálem SF3 lze pracovat s přesností mezi přejezdy kolem tří centimetrů a opakovatelnosti po dobu devíti měsíců. Načtení signálu pro dodržení přesnosti navádění proběhne do třiceti minut. Pro používání tohoto signálu je však nutné zakoupení licence. Zpoplatněn je taktéž signál RTK, jehož přesnost se pohybuje kolem dvou a půl centimetru mezi přejezdy. John Deere v rámci signálu RTK nabízí dva typy,

a to systém rádio RTK a Mobile RTK. Radio RTK funguje za pomoci jedné nebo více lokálních stanic, viz obrázek 1.



Obrázek 1: Lokální stanice StarFire 6000 Rádio RTK

Tyto stanice se umisťují v blízkosti pole, a to přímo na jeho ploše, nebo na vysokém místě například silu, nebo sušárnách chmele, aby byl zaručen dosah signálu ke stroji. Radio RTK sleduje aktuální polohy družic a korekční signál přenáší do přijímače StarFire. U systému Mobile RTK se korekční signál přenáší pomocí mobilní sítě, jeho výhodou oproti Radio RTK je, že systém funguje i v hornatější krajině. Přijímač StarFire využívá korekční signál RTK prostřednictvím modemu RTK se dvěma anténami, viz obrázek 3. Pro navigaci strojů je tedy zapotřebí přijímač StarFire, dále pak displej a jakékoliv řízení stroje, a to jak integrované nebo dodělané.

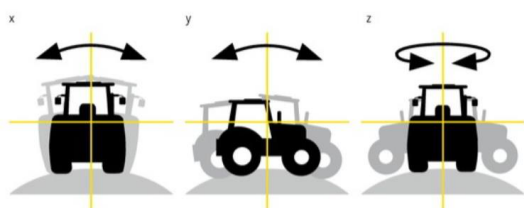


Obrázek 3: Přijímač StarFire 6000, s modemem Mobile RTK



Obrázek 2: Přijímač StarFire 6000 s držákem

Přijímač StareFire 6000, který je na obrázku 2, tedy může být se signálem SF1, SF3 a dovybavením pro RTK. Přijímač je odnímatelný, po odpojení kabelu a odjištění aretace ho lze ze stroje sejmout a případně jej umístit na jiný stroj nebo ho jen uklidit a předejít případné krádeži. U nových traktorů řad 7R a 8R je přijímač integrován přímo v kabině (obrázek 4), nelze ho tedy sundat, což může znemožnit případné krádeže. Přijímač je také vybaven třemi gyroskopy pro snadnější navádění v kopcích nebo na jiných nerovnostech. Díky gyroskopům pozná, v jakých osách je stroj nakloněn (viz obrázek 5), což napomáhá zpřesňovat odchylky od správné polohy přijímače.



Obrázek 4: Kompenzace nerovností



Obrázek 5: Přijímač StareFire zabudovaný do kabin 7R a 8R

Moderní, v tuto dobu používané displeje, jsou řady 4200 a 4600 s uhlopříčkou 21,3 – 26 centimetrů, viz obrázek 7. Displeje 4240 a 4640 jsou přenosné. Dále se používají displeje 2630, viz obrázek 6, ty jsou již, ale spíše na ústupu. U traktorů jsou ještě pro navigaci displeje, které jsou takové rozšíření sloupkových displejů. Variant a typů navádění, které John Deere nabízí je ještě mnoho, například aktivní a pasivní navádění náradí, automatické otáčení na souvrati, isteer a tak dále. Tato práce se však bude dále zabývat pouze naváděním sklízecích mlátiček. Sklízecí mlátičky jsou naváděny signálem SF1 to pro tuto pracovní operaci bezpochyby vystačí. Určitě se ale vyplatí zmínit systém MachineSync, tedy synchronizaci linií a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky a traktoru s návěsem nebo přívěsem při vysýpaní za jízdy. To umožňuje vykládku obsahu zásobníku sklízecí mlátičky za jízdy i méně zdatným obsluhám odvozu. Předejde se tím zbytečným ztrátám a možné kolizi strojů. Také se uleví nervům obsluhám sklízecí mlátičky. Funkce MachineSync ale také umožňuje obsluhám odvozu vidět na displeji kde se jaká sklízecí mlátička na poli nachází, a také z jaké části je zaplněn její zásobník. Obsluha odvozu tak ví, ve kterých místech pole bude sklízecí mlátička vysypávat.

(8) (9) (10) (11)



Obrázek 7: Displej GreenStar 4200



Obrázek 6: Displej GreenStar 2630

4.2.1. Základní možnosti linií pro navádění sklízecích mlátiček John Deere

Při navádění sklízecích mlátiček John Deere je možné použít více linií, ale obvykle se využívají linie přímé. Nejpoužívanější typy přímých linií při sklizni jsou metody (A + B), (A + kurz) a (A + Auto B), viz obrázek 8. Samozřejmě linie lze vytvořit dopředu na serveru myjohndeere.com a přenést je do stroje. Linie také lze nakonfigurovat tak aby stroj jezdil po pozemku co nejefektivněji.



Obrázek 8: Metody přímých linií v displeji CommandCenter 4600

U metody (A + B) se nastaví počáteční bod A a koncový bod B. Stiskem tlačítka počátečního bodu A (viz obrázek 9, 1) se uloží aktuální pozice. Poté se ujede minimálně 3,05 m (viz obrázek 9, 2) a lze stisknout tlačítko bodu B (viz obrázek 9, 3). Tím se mezi propojenými body vytvoří přímka, která je však prodloužena před bod A i B. V praxi to pak vypadá následovně. Obsluha se sklízecí mlátičkou tzv. obseká pole, sklídí tedy vnější strany pozemku. Poté obsluha navede sklízecí mlátičku k plodině tak, aby podélná osa jízdy byla ve stejném směru jako je zasetá sklízená plodina a začne tzv. prosekávat. V tento moment stiskne obsluha tlačítko bodu A a následně ujede pár metrů minimálně tedy 3,05 m a stiskne B, nebo stiskne tlačítko bodu B pro vytvoření linie až na konci pole. Pokud je pozemek zaset v přímých liniích podle navigace je tento způsob vhodný. Jestliže obsluha navede sklízecí mlátičku tak, aby dělič žacího adaptéru byl veden v kolejovém řádku až na konec pole, tak sklízená část pozemku je v přímce a druhý výše popisovaný způsob tvorby linie (A + B) je vhodnější. V případě, že pozemek není takto zaset nebo se průsek vytváří mimo kolejový řádek, je vhodnější sklídit pouze pár metrů a vytvořit linii, neboť by obsluha hůře udržela sklízecí mlátičku v přímé linii a zpáteční cesta, která by již byla naváděna navigací by mohla ukázat zakřivení první jízdy v podobě zůstávající neskližené plochy na jedné straně a na druhé nedostatečné zaplnění žacího adaptéru.



Obrázek 9: Postup nastavení linie metodou (A + B)

Při použití metody (A + Kurz) obsluha zadá kurz (viz obrázek 10, 2) a najede se sklízecí mlátičkou ke sklízené plodině, následně stiskne tlačítko bodu A. Kurz je v rozmezí 0.0000 a 359.9999. Po stisknutí tlačítka hotovo (viz obrázek 10, 3) se vytvoří linie dle zadaného kurzu a polohy sklízecí mlátičky. Tato metoda umožňuje sdílení linií i mezi jinými stroji. Je tedy možné

nasdílet si linie s jinými sklízecími mlátičkami, například služba může využít vašich linií při práci na jednom pozemku. Metod sdílení linií, a také polohy, je samozřejmě více.



Obrázek 10: Postup nastavení linie metodou (A + kurz)

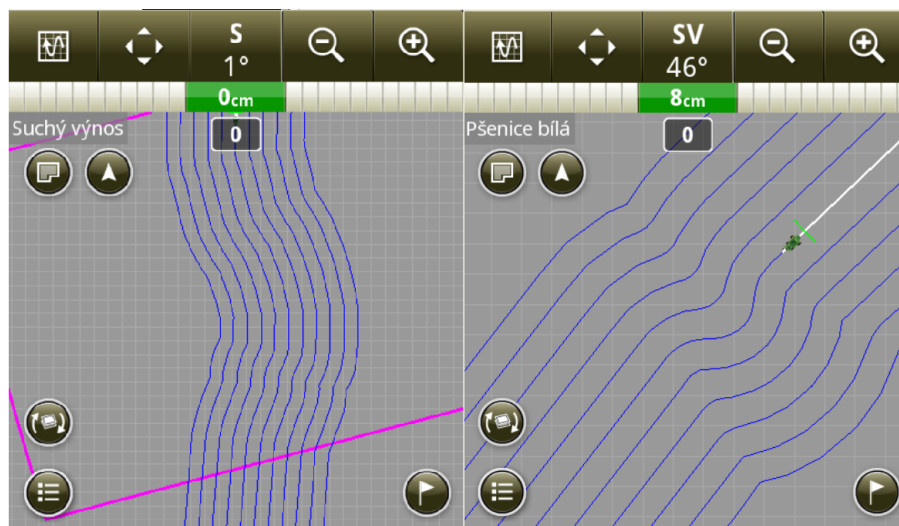
V případě použití metody (A + Auto B) je postup obdobný jako u metody (A + B), jen s rozdílem, že bod B se vytvoří automaticky po ujetí patnácti metrů. Tím je zaručeno, že třeba obsluha nezapomene na konci pole stisknout tlačítko bodu B.

Další z linií používaných u sklízecích mlátiček může být zakřivená stopa, a to (křivka AB viz obrázek 11) například v případě pozemku, který není úplně pravidelný a zároveň není tak velký, aby se vyplatilo ho prosekávat přímou linií.



Obrázek 11: Tlačítko křivky AB v displeji CommandCenter 4600

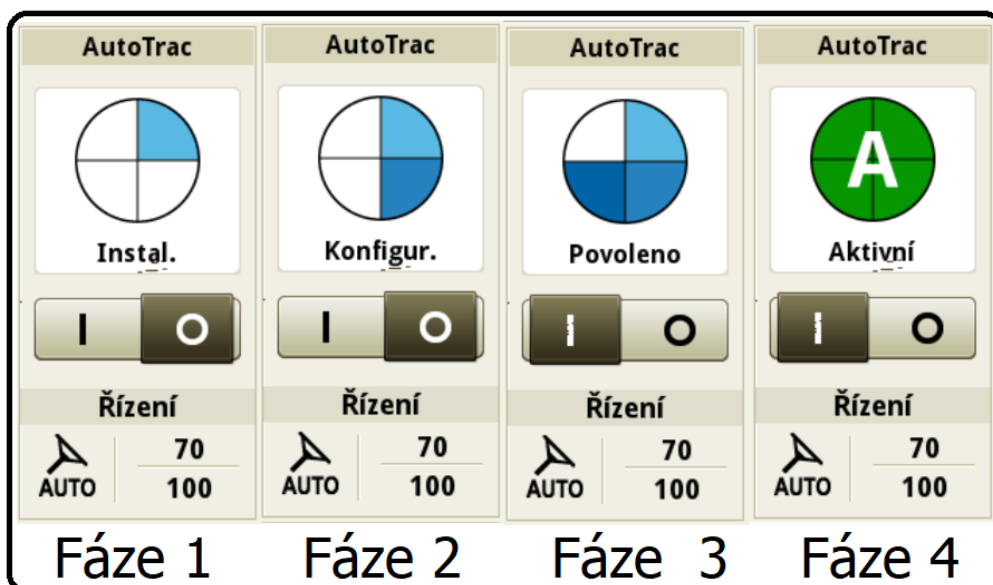
Obsluha vybere křivku AB a první jízdu obsekaného pozemku vede stroj ručně, na začátku tedy stiskne tlačítko bodu A a na konci bodu B. Vygenerovaná křivka se upraví i na vedlejší jízdy a započítá i šíři záběru žacího adaptéru. Názorná ukázka křivky AB na obrázku 12. (12) (13)



Obrázek 12: Křivky AB

4.2.2. Praktická ukázka spuštění systému AutoTrac, tj. automatického řízení díky navádění

Obsluha vytvoří naváděcí linii, a to výše popsaným způsobem nebo jinou možnou metodou přímo na displeji, případně již má linie přenesené ze serveru myjohndeere.com či odjinud. Dalším krokem je navedení sklízecí mlátičky k dané linii, v níž chce právě sklízet. Nejbližší linie, ke které se sklízecí mlátička po spuštění AutoTrac přichytí, se na displeji zvýrazní bílou barvou, ostatní linie zůstávají označeny modře. Sklizená plocha se též zvýrazní, a to světle modře (viz obrázek 15). Sklizená plocha se při vytváření výnosových map změní také do barvy dle aktuálního výnosu a dle nastavení zbarvení závislém na výnosu. Více o vytváření výnosových map bude popsáno níže. Nežli ale obsluha může spustit automatické řízení musí nejdříve vytvořit linii, poté zaškrtnout kolečko s trojúhelníky na displeji (určitá ochrana proti neúmyslnému spuštění automatického řízení viz obrázek 13) a stisknutím tlačítka AutoTrac na pojezdové páce (viz obrázek 14). Po splnění všech těchto kritérií je stroj automaticky řízen. (13)

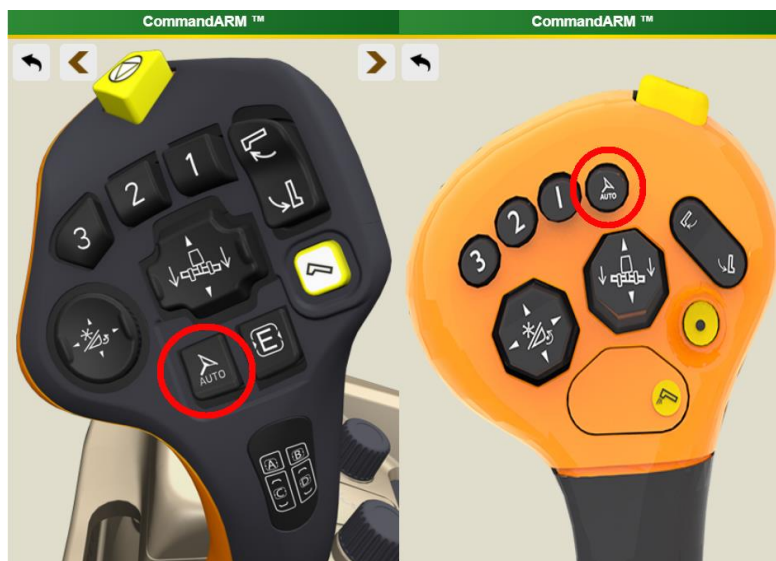


Obrázek 13: Fáze AutoTrac

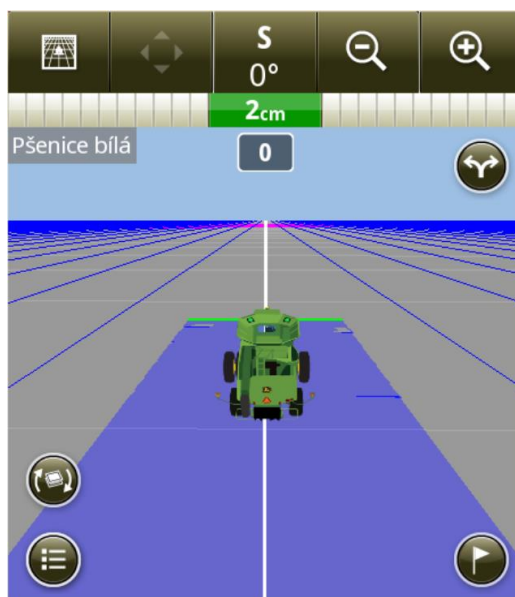
Fáze 1 – Instalace, Fáze 2 – Konfigurace, Fáze 3 – Aktivace, Fáze 4 – Aktivní AutoTrac.

Fáze 1 – Detekována funkce AutoTrac, Fáze 2 – Vytvořena navigační linie.

Fáze 3 – Aktivováno bezpečnostní tlačítko, Fáze 4 – Funkce AutoTrac spuštěna.



Obrázek 14: Pojezdová páka CommandARM řady S a T



Obrázek 15: Aktivní linie a sklizená plocha

4.3. Systémy navádění strojů New Holland

New Holland také nabízí naváděcí systémy pomocí GPS a to systém s označením IntelliSteer. Dále také laserové navádění s označením SmartSteer. Laserový systém navádění sklízecí mlátičky SmartSteer funguje na principu laserového scanneru, který je zabudován pod levým převisem kabiny (viz obrázek 17).



Obrázek 17: SmartSteer



Obrázek 16: Přijímač Trimble 372

Laserový systém snímá hranici mezi sklizenou a nesklizenou částí pozemku a díky známým rozměrům žacího adaptéru a polohy laseru, vypočítá směr jízdy sklízecí mlátičky tak, aby nedocházelo k chybám. Systém dokáže snímat hranici mezi sklizenou a nesklizenou částí, a to jak na levé, tak i pravé straně. Problém u tohoto navádění může vyvstat u sklizně polehlé plodiny, kdy se systému nemusí podařit dokonalé rozeznání přechodu mezi sklizenou a nesklizenou částí plodiny. U systému IntelliSteer je navádění provedeno obdobně jako u firmy John Deere, sklízecí mlátička je též vybavena přijímačem, konkrétně typem Trimble 372, jenž je kompatibilní se všemi níže uvedenými signály. Je upevněn na přední části výklopného plechu zásobníku zrna. Dojde-li k uzavření zásobníku, přijímač se zaklopí. New Holland nabízí signály

s několika přesnostmi (EGNOS, OmniSTAR VBS) s přesností plus minus 20 centimetrů, (OmniSTAR XP) s přesností plus minus 12 centimetrů, (OmniSTAR HP) s přesností plus minus 10 centimetrů, (RTK VRS/GPS) s přesností kolem 2,5 centimetrů a (RTK GPS + GLONASS) také s přesností kolem 2,5 centimetrů. (14) (15)

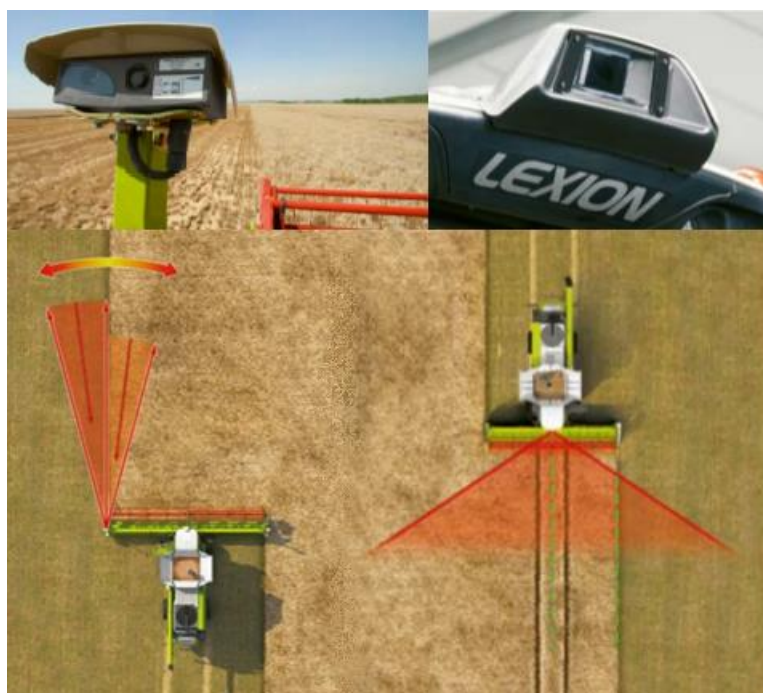


Obrázek 18: Navádění na řádek kukuřice

Dále je možné u adaptéru pro sklizeň kukuřice využít navádění pomocí hmatačů (viz obrázek 18), kdy hmatače při vstupu plodiny do adaptéru sledují její polohu kontaktem, a navádějí sklízecí mlátičku do přímé jízdy v řádcích. Tento systém lze doplnit satelitním naváděcím systémem pro rozlišování sklizené a nesklizené plochy a pro tvorbu výnosových map. Pro nastavování naváděcího systému v kabině jsou sklízecí mlátičky též vybaveny displejem, a to displejem s označením IntelliView IV. Lze nastavovat linie obdobně jako u výše zmíněné firmy John Deere.

4.4. Systémy navádění strojů Claas

Firma Claas využívá optická čidla obdobně jako firma New Holland. Systém s označením Laser Pilot získává snímáním optickými impulsy informaci o poloze hranice mezi sklizenou a nesklizenou plodinou. Čidla jsou tentokrát dvě a jsou nainstalována na krajích žacího adaptéru. Pro přepravu lze čidla sklopit. U nových řad Lexionů se již ale lze setkat s Laser pilotem, Field Scannerem umístěným na kabině, konkrétně v horní části mezi pracovními světly (viz obrázek 19). Tento nový systém pracuje na principu radaru a je schopen navádět sklízecí mlátičku nejen podle hrany mezi sklizenou a nesklizenou částí pozemku, ale i podle kolejových řádků. Nový systém Field Scanner není nutné kalibrovat, jak tomu bývalo u předchozího systému Laser Pilot. U sklízecích mlátiček Claas lze využít i satelitního navádění s firemním označením GPS Pilot, stejně tak třmenových hmatačů při sklizni kukuřice, kdy hmatače navádějí sklízecí mlátičku podle řádků kukuřice.



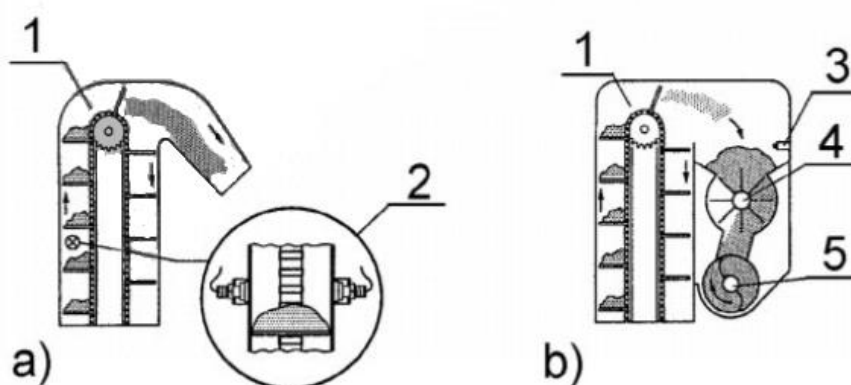
Obrázek 19: Laser Pilot

5. Výnosoměry

Zjišťování výnosu zrna sklízecí mlátičkou vybavenou výnosoměrem usnadňuje nejen práci s daty, pokud je výnosoměr správně zkalibrován, ale například i tvorbu výnosových map, pokud jsou data aktuálního výnosu spojena s daty okamžité polohy stroje. V neposlední řadě lze díky informaci o aktuálním výnosu zrna lépe stanovit míru okamžitých sklizňových ztrát a s těmito informacemi dále pracovat. Pro určení okamžitého výnosu zrna bylo vynalezeno několik druhů senzorů. Jejich funkce se liší, avšak všechny, nebo alespoň jejich většina pracují v oblasti mezi výstupem rozdruženého zrna z čistidla sklízecí mlátičky a zásobníkem sklízecí mlátičky. Lze tedy říct, že výnosoměry obvykle pracují v prostoru dopravníku čistého zrna. Mezi dva hlavní typy čidel patří čidla měření objemového a hmotnostního průtoku vyčištěného zrna. Dále se dají rozdělit na čidla mechanická, optická, kapacitní, nárazová a paprsková. Mechanické čidlo bylo zkonstruováno a instalováno do sklízecích mlátiček jako první. Konstrukce spočívá v otočném lopatkovém kole a dvou čidlech. Lopatkové kolo neboli turniket je poháněno řetězovým převodem, který je pomocí elektromagnetické spojky spojen s hřídelí šnekového dopravníku v zásobníku. Funkce tohoto měřicího přístroje spočívá v otáčení turniketu v závislosti na dosažené horní hladině prostoru nad turniketem. Pokud zrno naplní prostor nad turniketem čidlo hladiny zaplnění vydá impuls elektromagnetické spojce, která spustí otáčení lopatkového kola. Lopatkové kolo se tak otáčí, dokud nedojde ke snížení hladiny natolik, že to zaregistruje spodní čidlo a vydá impuls k zastavení kola. Podle otáček a známého objemu

turniketu pak systém spočítá průtok turniketem. Dle průtoku turniketem a měrné hmotnosti zrna, která se musí zjistit, lze vyvodit výnos.

U použití optického čidla výnosu je měřena výška vrstvy zrn při průchodu kolem čidla na jednotlivých lopatkách dopravníku. Optický výnosoměr se skládá ze zdroje světelného paprsku a z přijímače. Pro zjištění výnosu se použijí data doby přerušení paprsku mezi zdrojem a detektorem svítu a rychlosti dopravníku čistého zrna. K dosažení optimálního výsledku je nutné systém zkalibrovat pro každou sklizenou plodinu.



Obrázek 20: Objemové výnosoměry

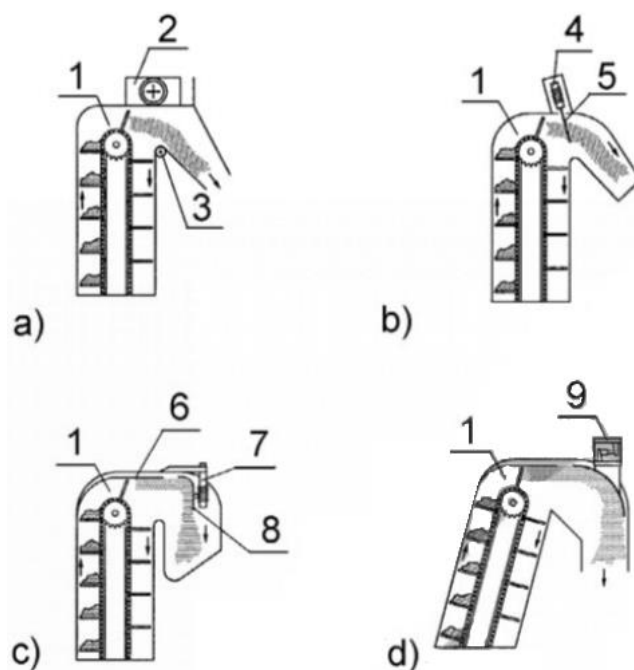
Čidla používaná pro zjišťování okamžitého objemu materiálu při sklizni; a – čidlo pracující na principu přerušení světelného paprsku, b – čidlo s lopatkovým odměrným kolem (turniketem), 1 - dopravník čistého zrna, 2 – světelný paprsek, 3 – čidlo hladiny zrna, 4 – odměrné kolo, 5 – šnekový dopravník.

Výnosoměr, který využívá rentgenového záření je nejpřesnější, ale nesmí se používat při práci s potravinami. Funkce paprskového čidla však spočívá v různém zeslabení radioaktivního záření při průchodu zrn z dopravníku čistého zrna. Vysílané záření je slabé, nezávadné a využívá se radioizotopu ^{241}Am . Paprsky, ať už zeslabené průchodem zrna či ne jsou přijímány detektorem, který je umístěn v horní části dopravníku. Pokud zařízením neprochází žádné zrno systém automaticky zkalibruje. Výhoda tohoto zařízení spočívá v přesnosti a jednoduchosti kalibrace, zároveň lze dle změny intenzity přijímaného záření usuzovat okamžitou hmotnost sklizeného zrna.

Nárazové čidlo je mezi mnoha výrobci sklízecích mlátiček velmi rozšířené. Princip je velmi jednoduchý a spočívá v měření hybnosti při dopadu zrna na zakřivenou desku u výstupu z dopravníku čistého zrna. Nárazová deska, je oproti nosné pevné desce, mírně pohyblivá. Tenzometrické snímače snímají sílu dopadu zrna a díky tomuto údaji a informaci o poloze

nárazové desky, je možné usuzovat výnos zrna. Aby byla zaručena správná práce čidla, respektive jeho přesnost, je zapotřebí jej kalibrovat podle různosti plodiny.

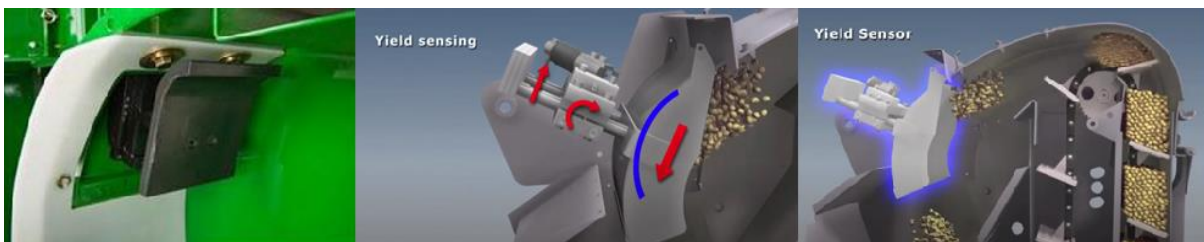
U kapacitního měřidla se měří změna vodivosti prostředí v prostoru mezi měřicími deskami (elektrodami) kondenzátoru. Mezi deskami prochází zrno z dopravníku čistého zrna a ovlivňuje elektrické pole kondenzátoru, čímž mění jeho kapacitu. Díky těmto změnám je možné dedukovat množství prošlé měřidlem.



Obrázek 21: Hmotnostní výnosoměry

Nejpoužívanější čidla pro zjišťování hmotnosti sklizeného zrna; a – radiční, b – nárazové s tyčinkami, c – nárazové s nárazovou deskou, d – s nárazovou deskou a potenciometrem, 1 – dopravník čistého zrna, 2 – detektor záření, 3 – zdroj záření, 4,7 – převodník síly, 5 – měřicí tyčinky, 6 – směrovací deska, 8 – nárazová deska, 9 – nárazová deska s potenciometrem.

Společnosti New Holland, John Deere a Claas využívají v dnešní době nárazové výnosoměry. Jak je již popsáno výše, výnosoměry fungují na principu nárazové desky umístěné za dopravníkem čistého zrna. Systémy jsou sice celkem přesné, nicméně je nutná správná a pravidelná kalibrace. Postup kalibrace patří mezi náročnější procesy, jež vyžadují separátní nastavení pro konkrétní plodinu (nebo alespoň odrůdu), reálně k tomu ale nedochází.



Obrázek 22: Názorná deska výnosoměru, vlevo John Deere, vpravo New Holland

Obvyklá kalibrace výnosoměru s nárazovou deskou probíhá tak, že obsluha spustí kalibraci v době kdy je prázdný zásobník zrna a následně sklízí plodinu dokud není zásobník naplněn. Po této operaci obsluha kalibraci zastaví. Mezitím systém vypočítal hmotnost sklizeného materiálu, který se uložil v zásobníku. V dalším kroku obsluha zásobník vyprázdní do odvozního prostředku, jenž má na starost odvoz a vážení. Výslednou hmotnost obsluha sklízecí mlátičky porovná s vypočtenou hmotností výnosoměru, konečnou hodnotu přepíše na správnou nebo ji upraví vhodným koeficientem opravy. Není tedy nutné znát hmotnost tisíce zrn.

U sklízecích mlátiček John Deere řady S je možná pravidelná automatická kalibrace výnosoměru, a to díky třem instalovaným tenzometrickým vahám na dně zásobníku zrna. Software vytváří koeficient opravy pro správnou kalibraci výnosoměru a využívá data nejen z tenzometrických vah, nárazové desky a vlhkoměru, ale také z gyroskopu a akcelerometru v přijímači. (16) (17) (18) (19) (20) (21)



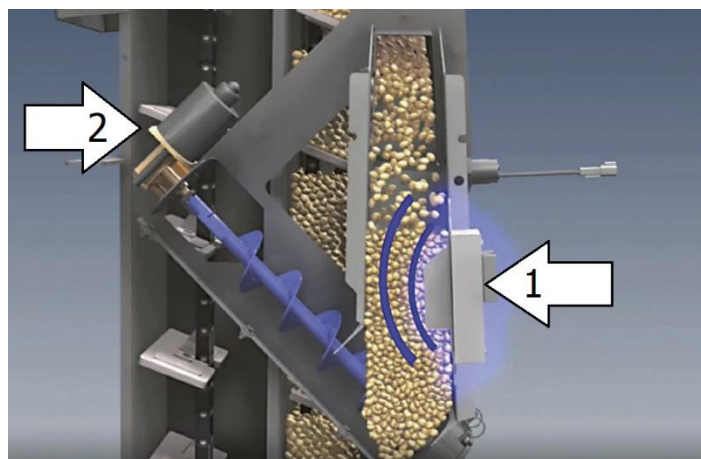
Obrázek 23: Tenzometrické váhy v zásobníku zrna

6. Vlhkoměry

Vlhkost sklizených plodin se během dne může značně měnit proto výrobci osazují sklízecí mlátičky i vlhkoměry zrna. Díky aktuálnímu měření vlhkosti, lze během dne plánovat různé úkony, ať už jde o začátek sklizně po ranní rose nebo konec při večerní, či o rozhodnutí zda sklizený materiál odvést na sušení či ne. Odpadá tak zde odebrání vzorků a jeho následné měření. Vlhkoměr také podle naměřené vlhkosti upravuje hodnotu okamžitého výnosu zrna. Vlhkoměr musí být samozřejmě správně zkalibrován. Kalibrace může vypadat tak, že se porovnají údaje z vlhkoměru sklízecí mlátičky a certifikovaného vlhkoměru a hodnoty udávané sklízecí mlátičkou se upraví pokud se liší. Čidla měření vlhkosti jsou obvykle kapacitní a jsou umístována buď v lopatkovém dopravníku čistého zrna nebo u šnekového dopravníku v zásobníku zrna. U sklízecí mlátičky New Holland je čidlo měření vlhkosti umístěno podél lopatkového dopravníku čistého zrna. Funguje tak, že propadlé zrno otvorem mezi dopravníkem a vlhkoměrem je po určitém zaplnění měřicí komory změřeno, respektive jeho vlhkost a následně dopraveno zpět do dopravníku čistého zrna šnekovým dopravníkem, viz obrázek 24.



Obrázek 25: Vlhkoměr Claas



Obrázek 24: Vlhkoměr New Holland

1 – Vlhkoměr, 2 – pohon šnekového dopravníku vlhkoměru.

Úloha vlhkoměru sklízecích mlátiček Claas je analogická s funkcí sklízecích mlátiček značky New Holland s rozdílem absence šnekového dopravníku pro odebrání zrn. Po naplnění a změření zrna v měřicí kapse se otevrou dvířka a zrno propadne zpět do dopravníku. Mezi další vybavení sklízecí mlátičky Claas dále patří měřicí čidlo vlhkosti pro měření vlhkosti slámy,

jenž je umístěn na spodní straně šikmého dopravníku (viz obrázek 26). Tento vlhkoměr měří a zaznamenává vlhkost slámy pro následné úpravy nastavení drtiče. V závislosti na nasycení slámy vodou je upravována intenzita drcení. Jestliže je sláma suchá, nastaví se nižší intenzita drcení, v opačném případě, tj. živé a mokré slámy, je intenzita drcení automaticky zvýšena. (16) (22) (23)



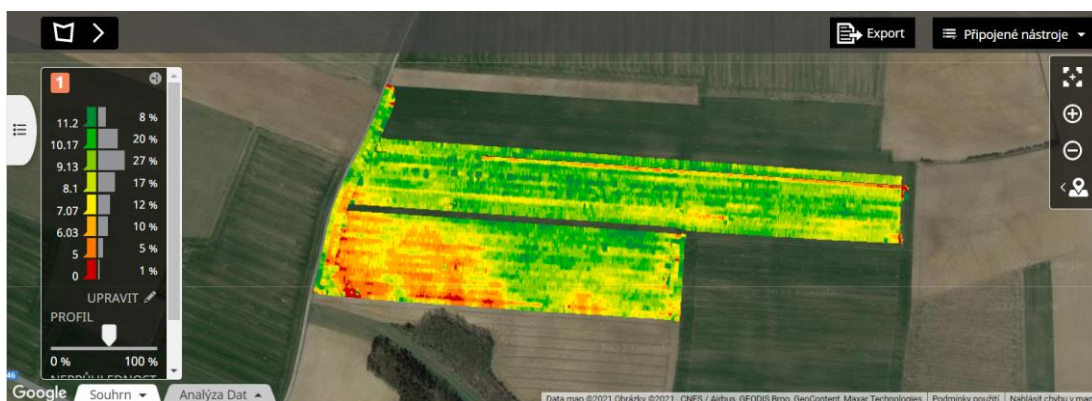
Obrázek 26: Vlhoměr slámy v šikmém dopravníku

7. Vytváření výnosových map

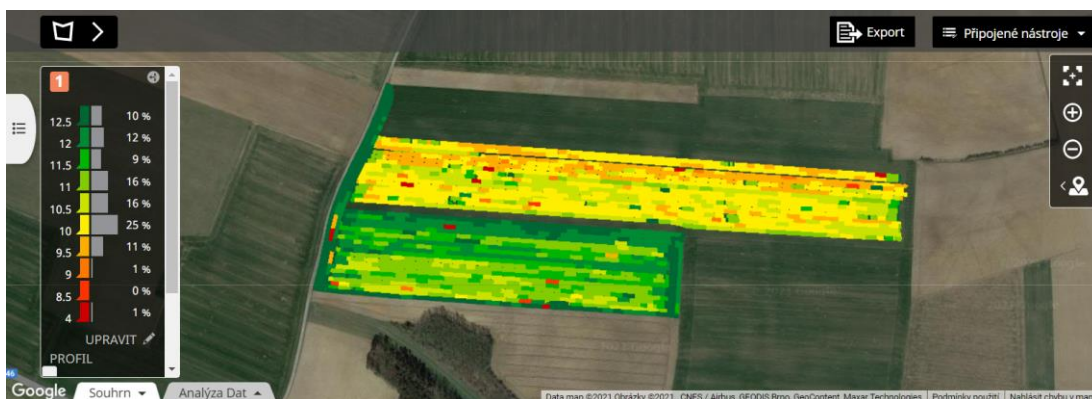
Mapování výnosu sklízecích mlátiček je využíváno již řadu let, patří k nejvýznamnějším technologiím precizního zemědělství a díky tomu je možné pracovat s pozemky jako kdysi staří hospodáři, kteří přesně znali jednotlivé části svých pozemků. Jedna samotná výnosová mapa toho ale moc nenapoví. Nelze tedy vyhodnocovat stav kvality půdy z jedné výnosové mapy. Je totiž mnoho faktorů, které ovlivňují výnos v jednom konkrétním místě pozemku, ať už jde o předchozí zpracování půdy nebo množství srážek za konkrétní rok. Těch faktorů je tedy více. Pro další práci s daty na základě výnosových map je nutné pracovat s několika výnosovými mapami. Pro získání dat o kvalitě půdy v konkrétním místě pozemku je nutné vycházet z dat několika let. Výnosové mapy dále umožňují vytváření předpisových map. Podle předpisových map pak lze například hnojit, ať už minerálními hnojivy či například tekutými statkovými hnojivy. Pro tvorbu výnosových map jsou nutné technologie, které jsou popsány výše, jako zjišťování polohy stroje, výnosoměry a vlhkoměry. Díky známé poloze lze také zaznamenat jiné mapy. Může to být například mapa rychlosti sklizení, mapa vlhkosti plodiny, nebo mapa spotřeby paliva. Na obrázcích 27 až 29 jsou zobrazeny mapy při sklizni ozimé pšenice odrůdy Génus. Mapy jsou vytvořeny předváděcí sklízecí mlátičkou demo Tour John Deere T660i Hillmaster vedenou autorem této práce na pozemku rodinné farmy Jaroslava a Lukáše Krále. Z obrázku 27 je patrné, že v levé dolní části pozemku byl výnos podstatně nižší oproti zbytku

pozemku. V tomto místě na pozemku je půda více písčita s větším podílem kamenů o velikosti pěsti. Na obrázku 28 je mapa vlhkosti plodiny při sklizni. V dolní části pozemku je zaznamenána vyšší vlhkost plodiny oproti zbytku, a to z důvodu začátku sklizně v ranních hodinách, kdy je vyšší podíl vlhkosti z ranní rosy. Na zbytku pozemku se však již stačila odpařit. Na dalším obrázku je mapa spotřeby paliva na daném poli. Značení je zde trochu obrácené, červená barva značí nižší spotřebu oproti zelené barvě, kde je spotřeba vyšší. Sklizená plocha pole čítala 21 hektarů, kde bylo sklizeno bylo 191 tun pšenice. Průměrný výnos byl tedy 9 tun z hektaru při vlhkosti obiloviny 11%. Při sklizni byla průměrná spotřeba paliva 54 litrů za hodinu. Přičemž se sláma intenzivně drtila s plně aktivním protiostrím v drtiči slámy, pro co nejlepší rozmělnění, z důvodu následného setí řepky olejky. Na liště s názvem profil, viz obrázek 27, lze upravit vyhlazení výnosové mapy.

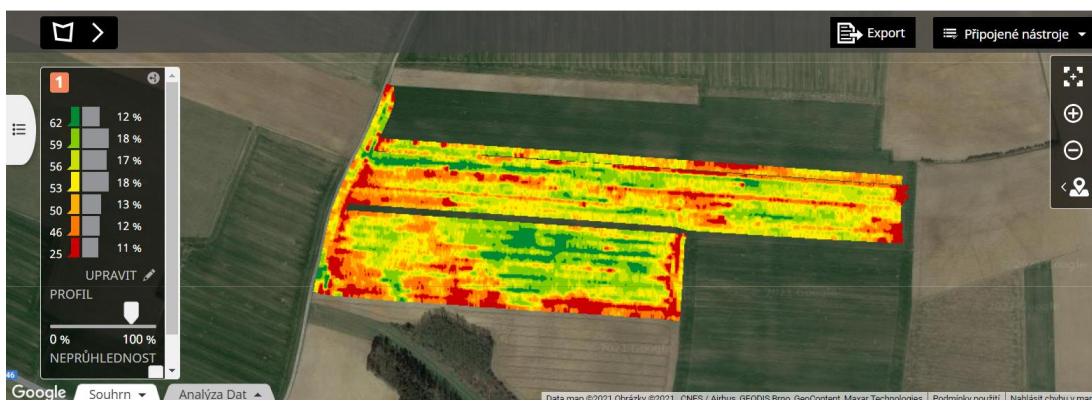
Obrázky výnosových map



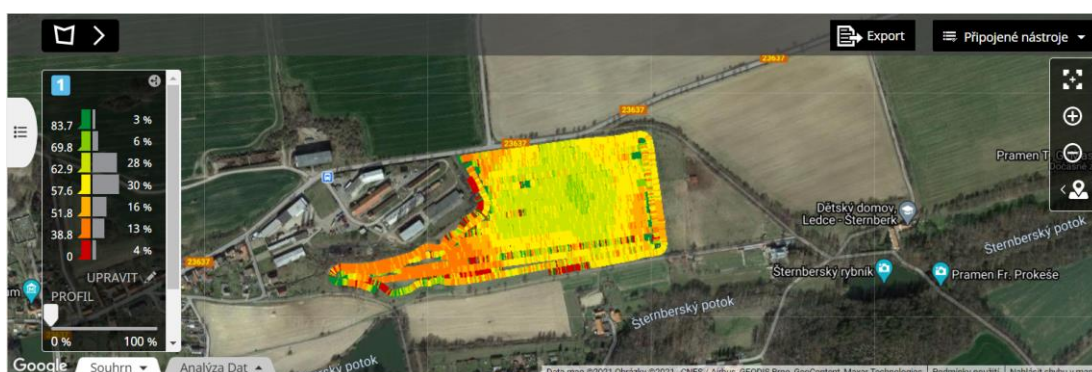
Obrázek 27: Mapa výnosu



Obrázek 28: Mapa vlhkosti



Obrázek 29: Mapa spotřeby paliva



Obrázek 30: Mapa po aplikaci tekutého statkového hnojiva

Na obrázku 30 je zaznamenána mapa po aplikaci tekutého statkového hnojiva. Aplikace byla provedena variabilně dle předpisové mapy z výnosových map. Dusík v hnojivu byl dávkován dle konkrétního místa aplikace. Na obrázku lze vidět rozdíl dávky aplikovaného hnojiva. Rozdíl dávky od vykreslené oranžové barvy do světle zelené byl 31 kg/ha dusíku. Průměrná dávka na tomto pozemku vycházela na 58 kg/ha dusíku a celkem se aplikovalo 583 kg dusíku což při dané koncentraci v hnojivu bylo 181 m³ kapalného statkového hnojiva. (13) (16)

8. Automatizované plnění

Automatizované plnění je u vrcholových sklízecích mlátiček hlavních výrobců, jako jsou John Deere, CNH a Claas již pár let standardem. Jeho funkce spočívá ve snaze o dosažení maximálního výkonu sklízecí mlátičky v závislosti na kvalitě práce v daných podmínkách a to s ohledem na spotřebu paliva, ztrátách a poškození zrna. Většina výrobců toho dosahuje obdobným způsobem. Monitoringem ztrát zrna, kvality a množství materiálu v dopravnících, zatížení motoru a následnou úpravou pojezdové rychlosti. Dále sklízecí mlátičky díky těmto získaným údajům upravují nastavení jednotlivých mechanismů, podle toho jak obsluha systém nastaví, ať už chce od stroje co nejvyšší výkon nebo co nejnižší ztráty. Výrobci sklízecích mlátiček Claas nabízejí monitoring objemu toku materiálu, který prochází šikmým

dopravníkem sklízecí mlátičky. Tento systém funguje na principu pohyblivé hřídele v šikmém dopravníku, která se vlivem průchodu materiálu šikmým dopravníkem sklízecí mlátičky pohybuje (vykyvuje). V závislosti na poloze hřídele, tedy na objemu vkládaného materiálu, pak systém vyhodnotí aktuální průchod materiálu sklízecí mlátičkou a následně upraví pojezdovou rychlost tak, aby procházející objem materiálu byl konstantní. U sklízecích mlátiček John Deere se můžeme setkat se systémem skenování porostu před sklízecí mlátičkou. Systém pomocí dvou stereo kamer a získaných dat z družicových snímků analyzuje hustotu a stav porostu plodiny před sklízecí mlátičkou, která dopředu reaguje a nastavuje parametry mechanismů jako je pojezdová rychlost. Informace o hustotě a kvalitě porostu je tedy získávána dopředu a sklízecí mlátička pak může lépe reagovat na změny porostu a nastavit optimální zaplnění mlátičích a separačního ústrojí. Dalším způsobem korekce plnění sklízecí mlátičky může být pomocí aktivního pásového adaptéru, kdy lze upravovat rychlost pohybu pásů adaptéru a tím měnit plnění sklízecí mlátičky.

8.1. Automatická korekce jednotlivých mechanismů

Například společnost John Deere nabízí u svých sklízecích mlátiček systém (ICA2) Interactive Combine Adjustment 2, který získává data pro optimalizaci stroje ze dvou kamer, přičemž jedna snímá materiál procházející dopravníkem čistého zrna a druhá materiál v dopravníku jemného omlatu. Dále využívá data o zatížení motoru a ze ztrátoměrů. Kontrolní algoritmus následně analyzuje snímky z kamer a získaná data kombinuje s daty ze ztrátoměrů. V praxi to vypadá následovně: obsluha nastaví ideální stav kvality práce sklízecí mlátičky a díky získaným datům systém následně koriguje mlátičí a separační ústrojí tak, aby stroj udržoval kvalitu práce i při měnících se podmínkách sklizně.

Kamera čistého zrna je umístěna v komoře vlhkoměru. Kamera snímá plodinu v komoře pokaždé když se naplní, aby se vzorek nemohl započítat dvakrát a nedošlo k chybám. Systém umožňuje zvýraznění zlomených zrn, také zrn nedomlácených či jiných nečistot, dále také dokáže rozpoznat sklizenou plodinu a následnou výstrahu obsluze, kdyby nastavila nesprávnou. Software nabízí také detekci zacpání plnicí komory, znečištění či zamlžení skla kamery. Informaci obsluze o problému zobrazí na ovládacím terminálu pro následné odstranění problému. K automatické korekci nastavení mechanismů dojde až když určitá změna ve složení trvá nějakou dobu, aby nedocházelo ke změnám nastavení pokaždé když sklízecí mlátička například projíždí nějakou zaplevelenou částí.

Kamera umístěna na dopravníku jemného omlatu zjišťuje obsah jemného omlatu. Tedy podíl vymláčených zrn v nevymláčených klasech, kterých by tam měla být maximálně jedna třetina, dále také by objem jemného omlatu neměl být moc velký, aby nepřetěžoval domlaceče čistící ústrojí. Obě kamery se dají zobrazit na terminálu a dokáží barevně odlišit různé částice v materiálu.

9. Měření ztrát

Měření ztrát sklízecí mlátičky je jednou z nejdůležitějších věcí při sklizni. Je-li ztráta o 1,5 % vyšší od maximální přípustné ztráty do 1 %, na výměře 100 ha pšenice při výnosu 8 t/ha, dosáhne peněžní ztráta na 54 000 Kč (při výkupní ceně 4 500 Kč/t). Nejedná se tedy o zanedbatelnou ztrátu, proto je důležité pracovat se sklízecí mlátičkou tak, aby byl výkon stroje co možná nejvyšší, ale ztráty zrn se pohybovaly v akceptovatelných mezích. Ztráty blíží se k nule by nejspíše byly dosažitelné, ale náklady na sklizeň by mnohonásobně vzrostly vlivem vysoké spotřeby paliva, mzdových nákladů a celkové, nejen časové, náročnosti sklizně. Sklízecí mlátičky jsou vybaveny ztrátoměry pro dodržování maximální přípustné ztráty zrn během sklizně. Samozřejmě je potřeba jejich kalibrace pro jejich správnou citlivost, která se v praxi provádí několika způsoby. Snímače ztrát na sklízecí mlátičce jsou umístěny za sítovou skříní a za separačním ustrojem, ať už jde o klasickou koncepci separace či jiné. V kabině pak obvykle bývají tři zobrazení ztrát, a to ztráty právě z čistidla, separace a jejich celkový součet, viz obrázek 31. Obrázek zobrazuje minimální hodnotu, optimální a neakceptovatelnou, k tomu je zapotřebí mít ztrátoměry správně kalibrované. V pravé části obou displejů se nachází monitoring objemu průtoku jemného omlatu dopravníkem. (16)



Obrázek 31

9.1. Příklad výpočtů ztrát

$$\text{Plošné ztráty při drcení} = \frac{\text{zachycené ztráty (g/m}^2\text{)}}{\text{výnos plodiny (g/m}^2\text{)}} \times 100 = (\%)$$

Příklad: Výnos = 8 t/ha, rozměry nádoby = 1 m x 0,25 m, zachycené ztráty = 5 g zrna.

$$\text{Plošné ztráty při drcení} = \frac{(5/0,25)}{800} \times 100 = 2,5 \%$$

Při úvaze, že adaptér sklízecí mlátičky je 7,6 m, šířka řádku slámy 1,4 m, záběr metačů plev 6,2 m, a hmotnost zrn ve sběrných miskách je dle obrázku, pak je výpočet následující.

$$\text{Kof. koncentrace zrn v řádku} = \frac{7,6}{1,4} = 5,43$$

$$\text{Kof. koncentrace zrn z čistidla} = \frac{7,6}{6,2} = 1,23$$

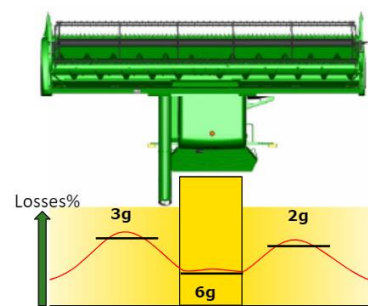
$$\text{Ztráty z čistidla} = \frac{\frac{3}{0,25} + \frac{2}{0,25}}{2} \div 1,23 = 8,13 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Ztráty z čistidla} = \frac{8,13}{800} \times 100 = 1 \%$$

$$\text{Ztráty v řádku slámy} = \frac{6}{0,25} = 24 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Ztráty v řádku slámy} = \frac{24 \times 100}{800} \div 5,43 = 0,55 \%$$

$$\text{Celkové ztráty} = \text{Ztráty v řádku slámy} + \text{Ztráty z čistidla} = 1 + 0,55 = 1,55 \% \quad (24)$$

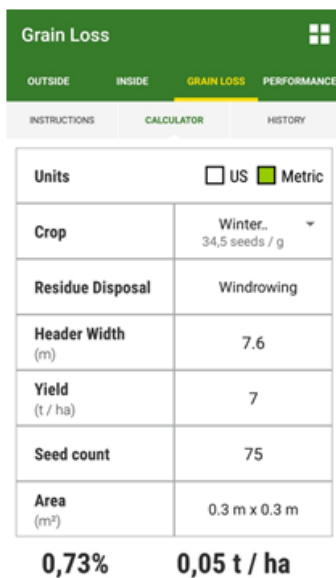


Obrázek 32

9.2. Aplikace pro výpočet ztrát

Existuje celá řada aplikací pro výpočet ztrát, patří mezi ně například Grain Loss, Go Harvest nebo Feiffer Grain. Společnost Feiffer Consult se dlouhodobě zabývá sklizňovými ztrátami. V praktické části této práce se pro zjišťování sklizňových ztrát převážně používá tato aplikace. U aplikací Go Harvest a Grain Loss není zapotřebí žádná speciální odměrná miska, stačí použít jakoukoli misku, změřit její plochu a údaj zadat do kolonky v aplikaci. Také je možné metrem odměřit na půdě pouze plochu, kterou zadáme do aplikace a na které budeme zrna počítat. Tato metoda ale vnáší do měření chybu, protože na půdě budou ležet i zrna, která

spadla na zem ještě před sklízecí mlátičkou nebo následkem kontaktu s adaptérem. Pro výpočet ztrát aplikací Grain Loss je nutné slámu nedrtit, ukládat jí do řad a též vypnout metače plev. Na obrázcích 33 a 34 jsou zadány stejné parametry a ačkoliv by měly být hodnoty ztrát shodné, není tomu tak.



Obrázek 33: Aplikace Grain Loss

Obrázek 34: Aplikace Go Harvest

9.2.1. Feiffer Consult

Firma Feiffer Consult nabízí k aplikaci různé sady pro zjišťování sklizňových ztrát sklízecí mlátičky. Základem jsou odměrné misky. Ty nabízí firma hned čtyři, a to univerzální misku, misku pro záběry adaptérů od 4 do 8 metrů, misku od 8 do 12 metrů a misky s kovovou destičkou pro uchycení magnetu. Při odebrání vzorku pro zjištění ztrát bez využití elektromagnetů, musí člověk jít podél sklízecí mlátičky a vhodit misku za adaptér nebo před zadní nápravu, pokud chce vzorek odebrat zdola řádku slámy. Pro snadnější práci je možné využít sadu, která obsahuje elektromagnety, upevňovací tyč, dálkové ovládání a misky s kovovou destičkou. Sada umožňuje připevnit misku pomocí elektromagnetu ke sklízecí mlátičce v jakémkoliv místě (viz obrázek 36 a 37) a dálkovým ovládáním misku z mlátičky uvolnit a odebrat vzorek, a to bez vyššího rizika úrazu a bez zaprášení. Misky se obvykle připevňují ze zadní části adaptéru, pod zadní nápravu, nebo pod šikmý dopravník. Podle toho jak zrovna sklízecí mlátička nakládá se slámou a plevy. Pokud sklízecí mlátička ukládá slámu do řádku a nemá metač plev, tak se kontrolní misky připevňují pod šikmý dopravník nebo pod zadní nápravu, prostě tak aby po uvolnění a přejetí sklízecí mlátičkou byla miska pod řádkem slámy. Pokud ale sklízecí mlátička drtí nebo má spuštěný metač, pak se vyplatí umístit misky tak, aby byli i mimo podélnou osu sklízecí mlátičky.

Misky jsou vybaveny prohlubněmi, pro rychlejší odečet počtu zrn nebo rovnou procent ztrát. Na obrázku 35 univerzální misky jsou u prohlubní zobrazeny meze sčítání zrn pro jednotlivé plodiny pro jednodušší a rychlejší sečtení zrn. U velkých odběrových misek jsou prohlubně pro jednotlivé plodiny rovnou v procentech ztrát. Pokud se zaplní jedna prohlubeň určitou plodinou k ní určenou znamená to ztrátu 0,5 % pokud dvě tak 1 % a tak dále. Tyto ztráty u těchto misek odpovídají realitě, pokud je šířka žací lišty 6 až 8 metrů a výnos 7 až 8 tun při pokládání řady, pokud se záběr žací lišty liší od optima o plus minus 1 metr nebo se výnos odlišuje plus minus o 1 tunu poté se ztráta liší o 0,1 % podle toho jestli je záběr a výnos větší či menší. Univerzální miska má rozměry 61 cm na 28 cm a větší misky mají rozměry 103 cm na 28 cm, šířka misek je tedy totožná. Do aplikace Feiffer Grain lze zadat jak počet zrn nalezených v odměrné misce tak jen jejich hmotnost. Odběr v praxi může vypadat tak, že obsluha měřicí sady vhodí odběrovou misku před zadní nápravu sklízecí mlátičky a nechá sklízecí mlátičku projet. Samozřejmě si pamatuje, ve kterých místech byla vhozena odběrová miska a po odletu prachu jde misku vzít. Než ale misku odebere z pod řádku, pročechrá slámu nad ní, ujistí se tak, že ve slámě nezbydou žádná zrna. Taktéž je nutné se podívat, jestli v klasech na slámě nezbyla nějaká nevymláčená zrna, a pokud ano, vydrolit je do misky. Takto odebraný vzorek je třeba rozdružit a dát tedy zvlášť zrna a zvlášť nečistoty v podobě plev kousků slámy a vymláčených klasů. Toto buď obsluha zvládne svými plícemi a rukou, nebo si vypomůže ventilátorem od firmy Feiffer consult a nasype před tříděný obsah pomalu do ventilátoru tak, aby z něho vylétly jen nečistoty a na dně ventilátoru zbyla jen samotná zrna. Zrna následně obsluha zváží nebo spočítá a tento údaj zapíše do aplikace. Dále je třeba u sklizené plodiny zjistit hmotnost tisíce zrn. Tu obsluha zváží a přepočte z určitého podílu například ze sta nebo dvou set zrn. Pokud je vše splněné a zaznamenané v aplikaci, stačí už jen do aplikace zadat šířku záběru žacího adaptéru, šířku řádku, pokud slámu pokládá a jestli sklízecí mlátička drtí či ne a zda má metače plev. Poslední krokem, ještě než aplikace spočítá ztrátu, je zadání aktuálního výnosu vhození odběrové misky. To u sklízecích mlátiček vybavených výnosoměrem není problém stačí se spojit s obsluhou a údaj o aktuálním výnosu si předat. Poté již lze „odkliknout“ výpočet aktuální ztráty a na této hodnotě dále upravovat pracovní mechanismy sklízecí mlátičky a zkalibrovat ztrátoměry. Důležité je, aby sklízecí mlátička při odběru vzorku jela konstantní rychlostí, udržovala konstantní výšku strniště a byla dostatečně zahlcena. Je tedy dobré měřit ztráty až když stroj jede v řádku alespoň 40 metrů, protože průchod materiálu sklízecí mlátičkou může trvat i 20 vteřin a při pojezdové rychlosti kolem 5,5 km/h je to 30,5 m. Měření ztrát by mělo být provedeno alespoň 3 krát za den v závislosti na měnících se podmínkách sklizně. Společnost Feiffer Consult zároveň nabízí aplikaci Feiffer

Combine. Podle plodiny, náročnosti mláčení, vlhkosti slámy a typu, modelu sklízecí mlátičky může aplikace pomoci s nastavením pracovních mechanismů. (25) (26)



Obrázek 35: Sada pro měření ztrát Feifer



Obrázek 36: Upevňovací tyč, elektromagnet, odběrová miska

Obrázek 37: Místa upevnění odběrových misek

10. Měření poškozených zrn

Úroveň poškozených zrn je vedle sklizňových ztrát neméně důležitou věcí. Vyšší počet poškozených zrn též výrazně zvyšuje peněžní ztrátu, a to z důvodů snížení klíčivosti zrn dané poškozením epidermu, nebo ztrátě jako takové z důvodu ztráty na čistidle sklízecí mlátičky, nebo propadu při posklizňové úpravě zrna. Pro zjištění poškozených zrn ve sklizené komoditě lze využít sadu, která obsahuje síťovou skříň, viz obrázek 38, s vyměnitelnými sítí a váhu. Síta jsou třístupňová, lze je měnit podle velikosti štěrbin pro jednotlivé plodiny a jejich plocha je 297 cm². Odběr a měření lze samozřejmě provést i bez síťové sady, jen je provedení pracnější, protože pracovník musí ručně přebrat odebraný vzorek a vytrít zvlášť poškozené zrno od nepoškozeného. Postup v praxi může vypadat následovně. Odebere se vzorek 250 g u jemnozrnných a 500 g u velkozrnných plodin.



Obrázek 38: Síťová skříň pro měření poškození zrn

Všeobecně je jedno kolik gramů se pro měření použije, stačí jakékoliv množství uvést jako 100 %. Vesměs platí, že čím více gramů se pro měření použije, tím je měření přesnější. Následně se vsadí do síťové skříně vhodná síta dle měřené plodiny a vzorek se nasype nad horní síto. Po uzavření síťové skříně se obsah proseje. Dále je potřeba prosetá i neprosetá poškozená zrna zvážit a vypočítat procento poškozených ztrát z odebraného vzorku, a to jednoduše tak, že si 250 g vzorku uvedeme jako 100 % a dopočteme procentuální hodnotu poškozených zrn ze vzorku. (27)

11. Evoluce modelů CX a T

Obě řady sklízecích mlátiček prošly za dobu své výroby značnými inovacemi. Inovovány byly a jsou nejen po mechanické stránce, ale i po stránce elektronické.

11.1. Model CX

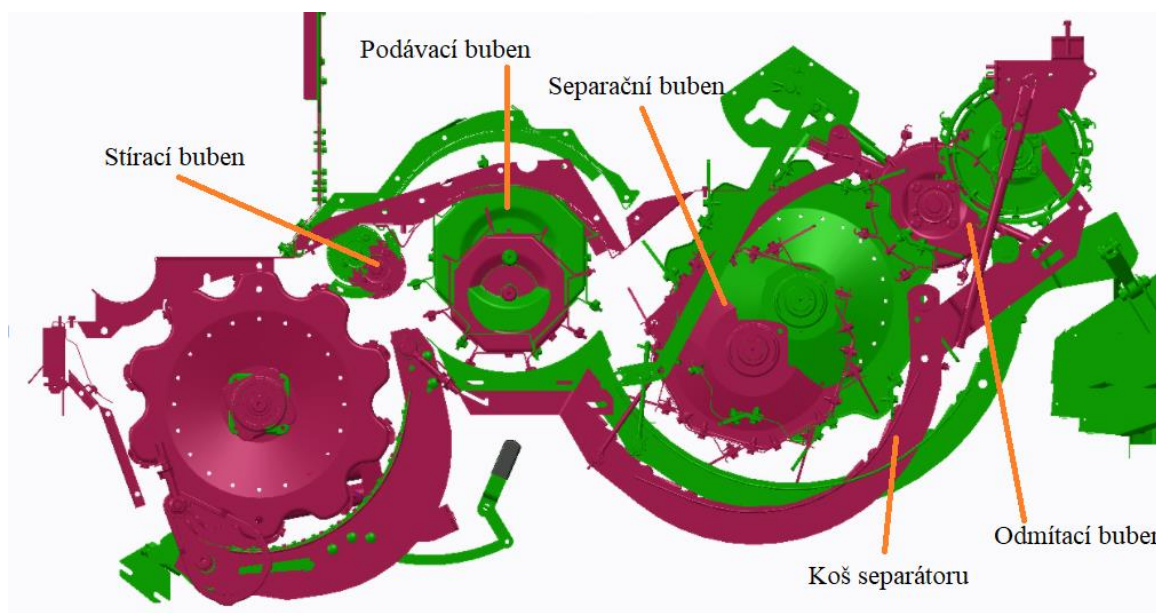
Základy modelu CX společnosti New Holland sahají až do roku 1970, kdy byl poprvé použit rotační separátor na modelu 1550. Koncept mláticího, odmítacího a separačního bubnu si firma New Holland nechala bezprostředně patentovat a přes modely TF a TX se dostal až k modelu CX. Model TF nedisponoval klávesovými vytrásadly, o separaci se staral rotační separátor a příčně uložený rotor Twin Flow. Sestava mlácení a separace se skládala ze tří bubnů (mláticího, odmítacího, separačního) a jednoho příčného rotoru. Modelová řada TF se vyráběla od roku 1983, v průběhu let byla inovována a nabízena v několika variantách této řady. K ukončení výroby řady TF došlo v roce 2002, současně se začala vyrábět axiální sklízecí mlátička CR. Modelové řady TX používaly velké množství konstrukčních prvků jako řady TF. Separace u TX ale byla zprostředkována klávesovým vytrásadlem, u prvních menších typů byla vytrásadla pěti klávesová, u pozdějších šesti klávesová. U typu TX 66 byl použit čtyřbubnový koncept. Kromě mláticího a odmítacího bubnu a rotačního separátoru byl ještě instalován usměrňovací buben StrawFlow. Usměrňovací buben měl za úkol zlepšovat rovnoměrnost toku slámy na klávesové vytrásadlo. Modelové řady TX byly velmi oblíbené a vyráběly se od roku 1986. V roce 2008 byla výroba TX ukončena. Posledním vyrobeným typem řady TX byl zmíněný typ 66, který se vyráběl 15 let. V roce 2001 konečně přichází na trh sklízecí mlátička firmy New Holland model CX. CX je vhodným nástupcem TX a z této modelové řady vychází i jeho konstrukce. Zůstává zde čtyřbubnové mláticí a separační ústrojí zakončené klávesovými vytrásadly. Koncepce byla upravena pro vyšší výkonnost mechanismů, například byl zvětšen průměr mláticího bubnu na 750 mm, a tím se zvětšila i plocha mláticího koše. Průměr rotačního separátoru byl též zvětšen, a to na 720 mm. Zásobník zrna pojmul více jak 10 m³ a vysypávání dosahovalo průtoku 105 l/s zrna. (28)

Model CX se od svého počátku technicky ve větší míře nezměnil. Samozřejmě se vyvinula elektronická řešení navádění stroje a i regulace pojezdové rychlosti v závislosti zatížení jednotlivých pracovních mechanismů s firemním názvem IntelliCruise. Modifikována byla ale například síta, která si lze nakonfigurovat do nového stroje jakkoliv. Nově se dá model CX vybavit mláticím bubnem s krátkými segmentovými mlatkami. Buben se neliší pouze mlatkami, ale i středovými kotouči ke kterým jsou mlatky připevněny. Kotouče jsou litinové,

těžké a mají větší moment setrvačnosti. Dále ovládání polohy koše pod separačním bubnem je u nových typů ovládáno z kabiny obsluhy. Rozdíl mezi prvním a posledním typem modelů CX je samozřejmě motor. Změnila se nejen výkonnost a objem, ale i systém pro snižování emisí. (29)

11.2. Model T

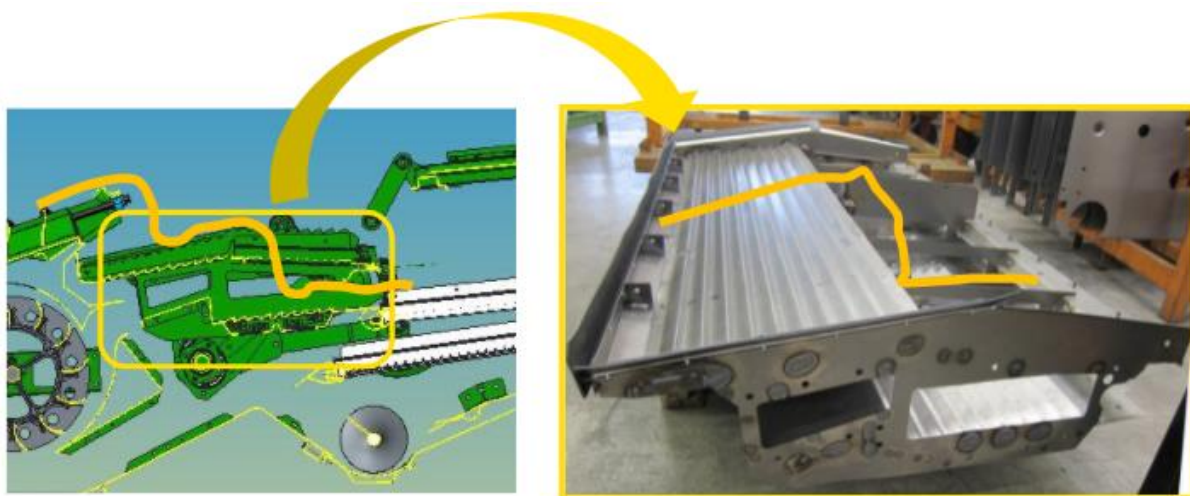
Modelová řada John Deere T vznikla v roce 2010. Čtyřbubnové mlátičí a separační ústrojí bylo v podání zelenožluté barvy poprvé použito, i když trochu jinak než na výše zmíněné sklízecí mlátičce New Holland. Pořadí bubnů bylo a je následující. První mlátičí buben, druhý podávací, třetí separační a poslední odmítací buben, který je následovaný pěti nebo šesti klávesovými vytrásadly. Rozdíly mezi prvním a posledním typem modelu T jsou samozřejmě v elektronice pro snadnější ovládání pracovních prvků. Motory jsou také upraveny převážně kvůli snížení emisí a protipožární ochrany. U modelu T, ale došlo ke změně i u hlavních pracovních mechanismů, jako je separační buben, podávací buben, odmítací buben a ventilátor. Starý separační buben měl průměr 660 mm, 8 lišt a otáčky 450 a 900 ot/min. Nový separační buben má průměr 800 mm, 10 lišt a otáčky 370 a 740 ot/min. (30) (28)



Obrázek 39: Evoluce modelu T

Na obrázku 39 jsou zobrazeny velikosti a polohy bubnů a košů starého a nového typu modelu T. Růžová barva vykresluje starší typ a zelená novější. Dále se u nového typu zvýšila rychlost vykládky zásobníku zrna. Poloměr otáčení je oproti starému modelu T menší. Protimlatka se už u nového typu nedemontuje ze stroje a lze ji jednoduše aktivovat či

deaktivovat pomocí kloubového mechanismu. Na obrázku 40 je vyobrazena změna předsíta mezi starým a novým typem v kaskádovou ventilaci. (31)



Obrázek 40: Ventilovaná kaskáda

12. Porovnání tangenciálních a axiálních sklízecích mlátiček

Uspořádání mláticích a separačních mechanismů lze rozdělit na takové dvě až tři skupiny, a to na konvenční, axiální a hybridní uspořádání. Konvenční uspořádání obsahuje tangenciální mláticí ústrojí, kdy materiál prochází při práci ve směru tečny mláticího bubnu a separaci za pomoci vytrásadel. U axiálního uspořádání prochází materiál ve směru osy otáčení bubnu. Buben má dvě, někdy tři části, a to část mláticí, separační a odmítací. U hybridního uspořádání je výmlat zprostředkován tangenciálním mechanismem a separace axiálním. V evropských podmínkách je velké zastoupení konvenčního a hybridního uspořádání u sklízecích mlátiček. Naopak na americkém kontinentu, je v důsledku velkého pěstování kukuřice na zrno, velké zastoupení axiálního uspořádání. (20) (16)

12.1. Porovnání tangenciálních sklízecích mlátiček New Holland a John Deere

Způsob výmlatu, separace a rozdužení materiálu je u těchto dvou sklízecích mlátiček na první pohled stejný. Většina mechanismů, které jsou instalovány v těchto sklízecích mlátičkách, má i v teorii stejný název a funguje stejně, avšak je zde několik odlišností, které v podstatě odlišují tyto stroje. Co je podstatné říci pro začátek, je průchod materiálu sklízecí mlátičkou. Obě sklízecí mlátičky jsou vybaveny čtyřmi hlavními bubny s osou rotace kolmou na osu jízdy stroje.

12.1.1. Průchod materiálu sklízecí mlátičkou New Holland CX

U obou sklízecích mlátiček prochází materiál klasicky pod mláticím bubnem. U NH po mláticím bubnu následuje odmítací buben a materiál prochází pod ním. Materiál dále pokračuje pod separačním a odmítacím bubnem. Vymláčená sláma, která opustí soustavu bubnů lze nazývat hrubým omlatem. Odmítací buben vynáší hrubý omlat na klávesová vytrásadla, který po té padá buď na půdu nebo do drtiče. Jemný omlat, neboli to co propadne mláticím košem, separátory a vytrásadly putuje přes vynášecí desku na síťovou skříň. Na prvním sítu síťové skříně se rozdruží plevy a těžší materiál, který propadne na druhé síto. Na druhém sítu se rozdruží zrna a nedomláčené klasy. Zrna putuje do dopravníku čistého zrna, klasy do domlacečů a následně zpět na vynášecí desku.

12.1.2. Průchod materiálu sklízecí mlátičkou John Deere T

Materiál tedy projde pod mláticím bubnem dále přes podávací buben putuje pod separační a odmítací buben. V tomto případě, ale materiál prochází jinak než u systému sklízecí mlátičky NH, a konkrétně nad podávacím bubnem. Mezi mláticím a podávacím bubnem je ještě hladký stírací buben, který má malý průměr a zabraňuje namotávání materiálu na mláticí buben. Hrubý omlat taktéž prochází přes klávesová vytrásadla na půdu nebo do drtiče. Jemný omlat zde nevynáší vynášecí deska nýbrž vynášecí šneci. Nevymláčené klasy u JD řady T nejsou domlacovány v domlacečích a následně vynášeny na vynášecí desku, ale jsou vynášeny k mláticímu bubnu, kde dojde k jejich domláčení.

12.1.3. Mláticí buben a koš

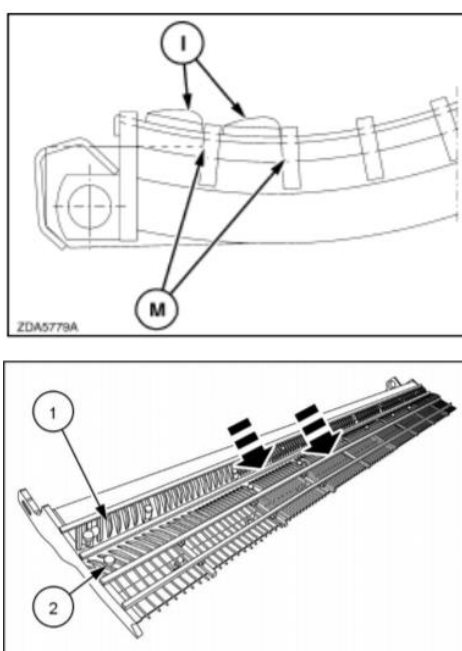
12.1.3.1. New Holland CX

Mláticí buben je u NH CX výkonových řad 7.80 a vyšších možno od roku 2019 objednat s dělenými mlatkami Ultra-Flow, viz obrázek 41. Mlatky Ultra-Flow i klasické mohou být vybaveny krycími plechy pro zabránění úsadu nečistot z vnitřních stran mlátek. Mláticí buben Ultra-Flow nemá plechové kotouče jako standartní mláticí buben, ale litinové obruče. Mláticí buben Ultra-Flow je oproti standartnímu navíc těžší a má vyšší moment setrvačnosti. Průměr mláticího bubnu u modelů 7.80 až 8.90 je 750 mm, u modelů 5.80 až 6.90 to je 600 mm. Šířka mláticího bubnu se také odvíjí od výkonové řady CX a u modelů 5.80, 5.90, 7.80, 7.90 to je 1300 mm u modelů 6.80, 6.90, 8.70, 8.80 a 8.90 to je 1560 mm. Otáčky mláticího bubnu lze nastavovat díky variátoru v rozmezí 305 – 905 ot/min.



Obrázek 41: Mláticí buben s dělenými mlatkami Ultra-Flow

Koš pod mláticím bubnem je dělený a je možno jeho přední segmenty měnit dle sklizené plodiny. V přední části mláticího koše lze instalovat dvě protimlatky pro intenzivnější výmlat, viz obrázek 42. Protimlatky se přišroubovávají několika šrouby. Koš je vybaven klasňovacími plechy, které po uzavření sníží propadovou plochu koše a též zintenzivní mláticí účinek. Plocha koše je závislá na velikosti mláticího bubnu a je 0,86 m² u nejnižších řad a 1,18 m² u nejvyšších řad. Úhel opásání taktéž a u řad 5 a 6 to je 121° a u řad 7 a 8 to je 111°.

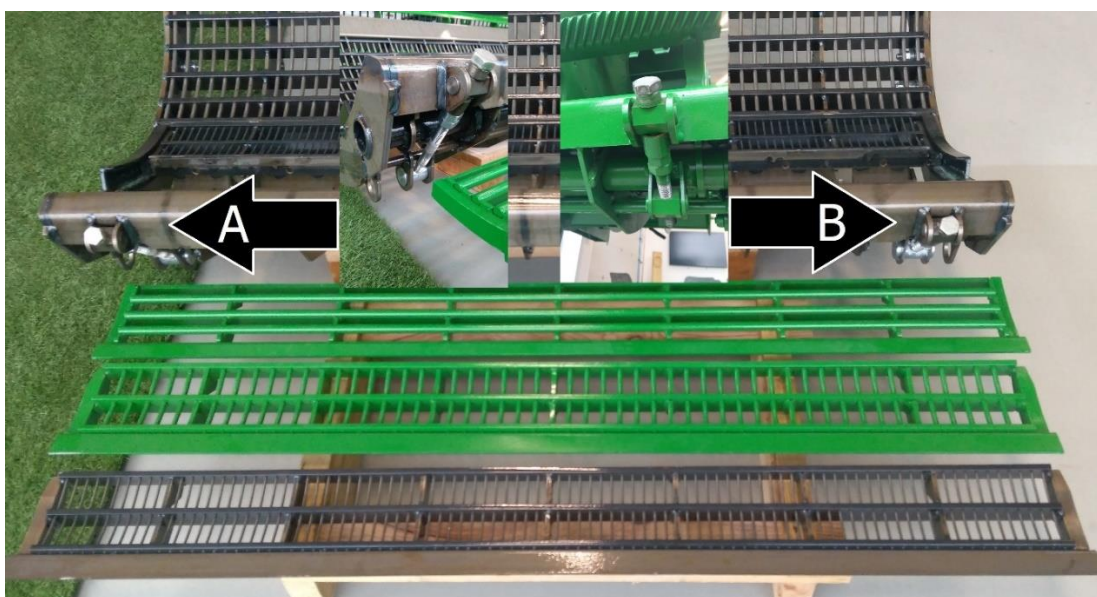


Obrázek 42: Dvě přišroubované protimlatky

12.1.3.2. John Deere T

Mláticí buben je u všech výkonových řad o stejném průměru 660 mm. U výkonových řad 550 a 560 je šířka bubnu 1400 mm u řad 660 a 670 je šířka 1670 mm. Na bubnu je 10 mlatek, tedy stejně jako je na standardním bubnu u CX. Úhel opásání je 124°. Otáčky jsou u JD

dvojí a to s reduktorem nebo bez. S aktivním reduktorem otáček je rozsah otáček od 250 do 470 ot/min s deaktivovaným reduktorem otáček to je od 450 do 950 ot/min. Reduktor otáček je zprostředkován pomocí planetové převodovky. Přehozením čepu a zastavením části planetové převodovky dojde ke změně převodového poměru. Využití reduktoru nespočívá jen ve snížení otáček mláticího bubnu z důvodu nastavení otáček dle potřeby sklizně různých plodin, ale též ke zvětšení točivého momentu mláticího bubnu. S vyšším točivým momentem mláticího bubnu klesá riziko zacpání. Koš pod mláticím bubnem je též vybaven klasňovacími plechy pro intenzivnější výmlat u určitých plodin, jako je například inkarnát.



Obrázek 43: Protimlatky a vyměnitelné části koše

Také je zde možnost aktivace či deaktivace protimlatky. Aktivace se provádí jednoduše pomocí vyšroubování kloubového mechanismu přes lapač kamenů (viz obrázek 43 B). Aktivaci či deaktivaci tak lze provést v krátkém čase a protimlatku není nutné fyzicky demontovat ze sklízecí mlátičky ven. Přední části mláticího koše lze také vyměňovat dle potřeby. Po jejich odjštění jisticím mechanismem (viz obrázek 43 A), který se odjistí vyšroubováním šroubu opět skrz lapač kamenů je možná rychlá výměna. Nevyužité části koše lze zavěsit pod šikmý dopravník.

12.1.4. Odmítací a podávací buben

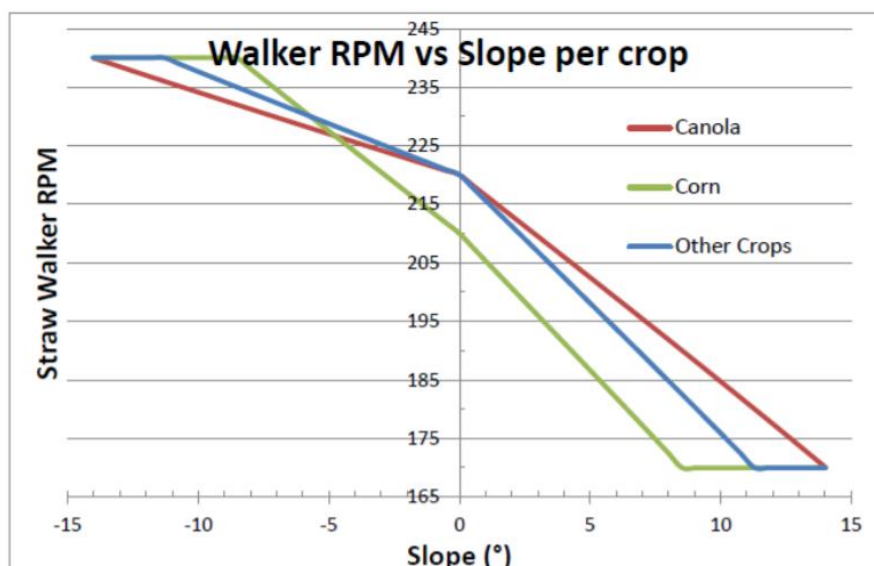
U modelu CX je mezi mláticím a separačním bubnem odmítací buben a u modelu T podávací buben. Rozdíl mezi modelem CX a T je ten, že u modelu CX prochází materiál pod odmítacím bubnem a je zde i separační koš pro možný propad zrna. U modelu T je trajektorie materiálu nad podávacím bubnem. Není tedy potřeba koš pod bubnem a materiál má plynulejší tok.

12.1.5. Separační buben

Separační buben modelu CX má průměr 720 mm. Otáčky je pomocí přehození řemenu na řemenicích možné nastavit dvoje, a to 387 ot/min nebo 700 ot/min. Separační koš má plochu 2,11 m². U modelu T je průměr bubnu 800 mm. Otáčky lze také nastavit dvoje dle sklizené plodiny přehozením řemenu a to 380 ot/min a 760 ot/min. Poloha koše pod separačním bubnem lze u obou sklízecích mlátiček měnit dle sklizené plodiny rozdíl je však v tom, že u modelu CX lze mezeru nastavit vzdáleně z kabiny, kdežto u modelu T jsou jen dvě polohy a mezera se nastavuje pákou z boku mlátičky. Dále u modelu T lze nastavit i mezeru pod odmítacím posledním bubnem (další pákou z boku mlátičky) a jeho otáčky jsou závislé na otáčkách separačního bubnu.

12.1.6. Klávesová vytrásadla

Oba modely jsou vybavovány pěti nebo šesti klávesovými vytrásadly s ohledem na danou výkonovou řadu. Rozdíl u tohoto mechanismu spočívá v jeho pohonu a otáčkách. U modelu CX je oproti modelu T možnost úpravy otáček klikového mechanismu vytrásadel. Tato funkce umožňuje regulovat otáčky během sklizně v závislosti na plodině či naklonění sklízecí mlátičky. V praxi to pak vypadá tak, že když sklízecí mlátička sklízí v kopci ve stoupajícím směru otáčky klikové hřídele vytrásadel se sníží a tím prodlouží dobu průchodu slámy přes vytrásadla. Naopak pokud pojedou sklízecí mlátička z kopce, otáčky klikové hřídele se zvýší a doba průchodu slámy se sníží. Systém tak kompenzuje svahové naklonění a snaží se aby doba slámy při průchodu přes vytrásadla byla konstantní. Na obrázku 44 je znázorněná regulace otáček klikové hřídele vytrásadla dle typu sklizené plodiny a úhlu svahu. Plocha vytrásadel je u pěti vytrásadlového CX 4,94 m² a u šesti vytrásadlového 5,93 m². U JD je plocha pěti vytrásadlové verze 4,8 m² a šesti vytrásadlové verze 5,8 m². Nutno dodat, že JD udává všechny podobné hodnoty jako jsou separační plochy v ISO normě 6689:1997 což ostatní výrobci nedělají.



Obrázek 44: Regulace otáček klikové hřídele vytrásadla u NH

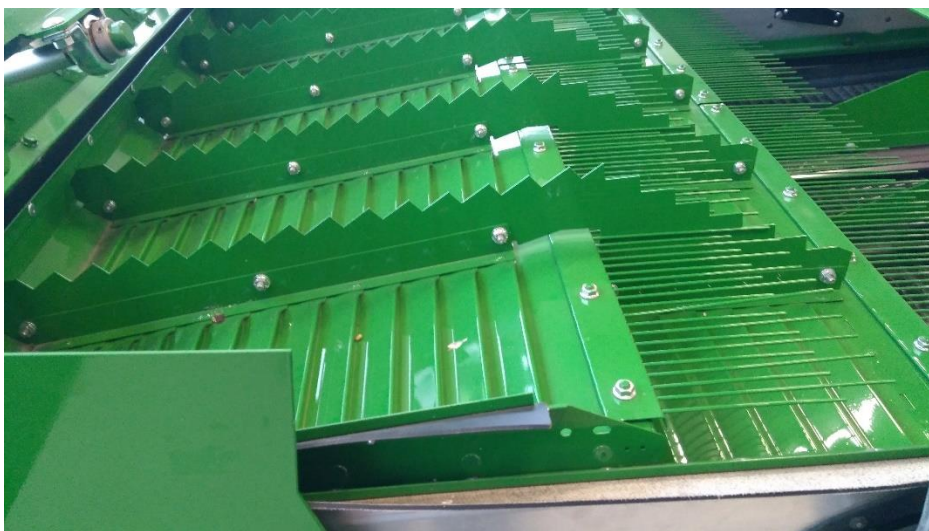
12.1.7. Vynášecí mechanismus

Sklízecí mlátičky NH využívají pro vynášení jemného omlatu k síťové skříní vynášecí desku, viz obrázek 45. Vynášecí deska je při použití technologie vyrovnávání sít jako kompenzace příčného svahu též vyrovnávána. Sklízecí mlátičky JD u všech svých modelů, s výjimkou modelu X9, používá vynášecí šneky, viz obrázek 45.



Obrázek 45: Vynášecí mechanismy u JD a NH

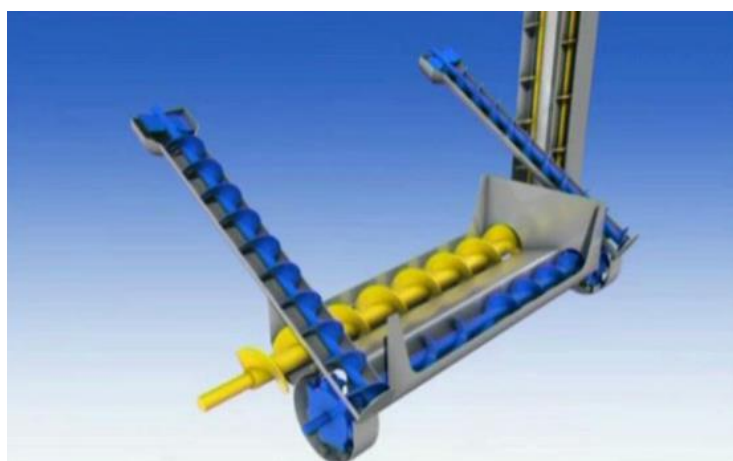
Počet vynášecích šneků je závislý na výkonnosti daného modelu. Vynášecí deska oproti šnekům předtřídí vrstvu jemného omlatu tak, že ve spodní části je větší koncentrace zrna a na vrchu jsou plevy a jiné nečistoty. U vynášecích šneků nedochází k sesuvu jemného omlatu v důsledku svahové nerovnosti, na druhou stranu je materiál při dopravě k sítům zamíchán. To se JD snaží kompenzovat kaskádovou ventilací materiálu v místě, kde u starších typů bylo před sítou, viz obrázek 46. U vynášecí desky může ve vlhkých podmínkách, například při sklizni kukuřice na zrno, docházet k zanášení desky pak je nutné desku ze stroje vytáhnout a očistit.



Obrázek 46: Kaskádové ventilované stupně

12.1.8. Domlacování jemného omlatu

Nevymláčené klasy, které přejdou přes spodní síto a dostanou se do dopravníku omlatu, jsou u sklízecích mlátiček domlacovány. Domláčení klasů u sklízecí mlátičky JD probíhá na mláticím bubnu. Klasy jsou tedy dopraveny na začátek mláticího mechanismu. Sklízecí mlátičky NH modelové řady CX vynášejí tento materiál pouze na vynášecí desku. Dopravený materiál na vynášecí desku projde nejprve přes domlaceče, kde se zbylé klasy domlátí. Domlaceče s dopravníky jsou z obou stran sklízecí mlátičky, viz obrázek 47. U domlacečů jsou vyměnitelné plechy. Plechy jsou buď hladké, nebo se zuby, pro intenzivnější domlacování. Intenzita domlacování se volí dle sklizené plodiny a dle náročnosti mláčení dané podmínkami sklizně a kvalitě zrna.



Obrázek 47: Šnekové dopravníky a domlaceče

12.1.9. Sítová skříň

Sít je možno u obou modelů objednat více druhů. Například síta, která JD označuje high performance, nabízejí oba výrobci a síta jsou klasická žaluziová, ale ve spodní části mají zobáčky, které při větším otevření žaluziových sít zabraňují propadu slámy v ležaté poloze, tzv. na široko. Sklízecí mlátičky NH využívají tři síta a to před síto, vrchní síto a spodní síto. U starších sklízecích mlátiček JD je postavení a počet sít obdobný jako u CX. U nových strojů od roku 2017 lze nakonfigurovat stroj se dvěma síty, vrchního úhrabečného a spodního zrnového. V části, kde původně bylo před síto, jsou ventilované kaskády. Plocha sít sklízecí mlátičky NH u řady 5 je 4,321 m², u řady 6 je 5,207 m², u řady 7 to je 5,4 m² a u řady 8 to je 6,5 m². U JD modelu T plocha sít u řady 5 je 5,2 m² s před sítem a bez před síta 4,7 m². U řady 6 je plocha sít s před sítem 6,3 m² a bez před síta 5,7 m². U konfigurace bez před síta je plocha sít menší, ale výsledný efekt čištění díky před separačnímu účinku ventilované kaskády je vyšší.

12.1.10. Svahová vyrovnávání

Svahová vyrovnávání využívají sklízecí mlátičky ze dvou důvodů. Jedním důvodem je zamezit sesuvu materiálu na pracovních mechanismech kvůli dodržení kvality práce. Převážně u mírnějších svahů. Druhým je schopnost sklízecích mlátiček sklízet svahy za určité bezpečnosti. Sklízecí mlátičky NH nabízí u modelu CX 5.90 stranové vyrovnávání celého stroje do úhlu 17 °, podélné ve stoupajícím směru 13,5 ° a při klesání 4,5 °. Model CX 6.90 nabízí pouze stranové vyrovnávání do 8 °. U ostatních výkonových řad už NH vyrovnávání celého stroje nenabízí, ale nabízí vyrovnávání sítové skříňe do náklonu o úhlu 7,65 °. Sklízecí mlátičky JD nabízejí stranové vyrovnávání u všech modelů T. Kromě modelů, které jsou vybaveny pásovými podvozky. Stranové vyrovnávání s označením Hillmaster umožňuje náklon stroje do 10 °. Pro kompenzaci sesypání materiálu na sítové skříňi ve důsledku naklonění na svahu využívá JD krátké kurty, které jsou připevněné ke stranám jednotlivých sít, viz obrázek 48. Kurty rozhrnují vysoký tok materiálu, který by se v prudším svahu mohl sesypat ke straně. (32)

(31)



Obrázek 48: Příčky s kurtami pro rovnoměrné rozvrstvení materiálu na svahu

12.2. Porovnání axiálních sklízecích mlátiček New Holland, John Deere, Case

12.2.1. Průchod materiálu sklízecí mlátičkou New Holland CR

Materiál po příchodu z šikmého dopravníku dorazí k vkládacímu bubnu. Z vkládacího bubnu se materiál rozdělí na dvě poloviny a pokračuje k vkládací části rotorů. Během průchodu kolem mláticích rotorů a koše se materiál vymlátí a hrubý omlat prochází separační částí rotorů. Když hrubý omlat opustí prostor mezi koši a rotory, dostane se pod odmítací buben a následně na dopravník ze kterého padá buď do drtiče nebo na posád. Jemný omlat putuje stejným způsobem jako u modelu CX. Čisté rozdružené zrno putuje rovnou do zásobníku zrna a nedomlatky přes domlaceče zpět na vynášecí desku.

12.2.2. Průchod materiálu sklízecí mlátičkou John Deere S

Po opuštění šikmého dopravníku materiál projde pod vkládacím bubnem. Poté prochází mezi mláticím rotorem a košem. Následuje pod odmítací buben a do drtiče či rovnou na půdu. Jemný omlat projde přes vynášecí šneky a zpětnou desku na sítovou skříň. Čisté zrno putuje rovnou do zásobníku zrna. Nedomláčené zrna v podobě klasů a podobně putují šnekovým dopravníkem do domlaceče a z domlaceče na zpětnou desku. Následně zpět na horní síto.

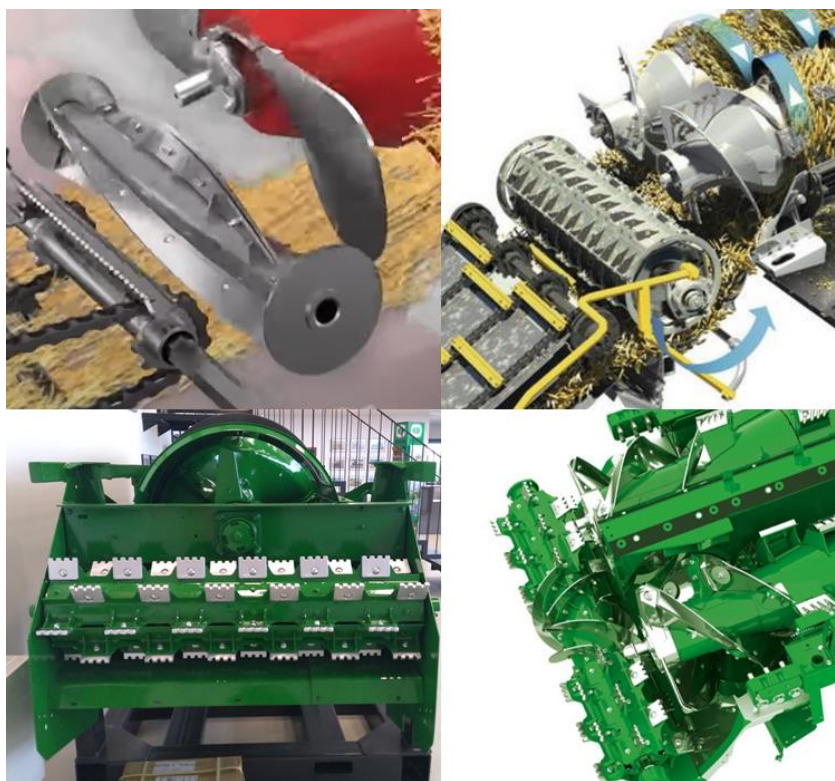
12.2.3. Průchod materiálu sklízecí mlátičkou Case

U sklízecí mlátičky Case lze upravovat rychlost vkládání v šikmém dopravníku. Po opuštění šikmého dopravníku materiál projde pod vkládacím bubnem a následně putuje do mezery mezi buben a koš. Projde vkládací, mláticí, separační a odmítací částí a směřuje pod

odmítací buben. Následně je hrubý omlat ukládán do posadu nebo rozdrčen v drtiči slámy. Jemný omlat u řady 150 přejde přes vynášecí desku na sítovou skříň, kde jsou opět dvě paralelně uložená žaluziová síta. U řady 250 je použita vynášecí deska. Pokud materiál v podobě zrna propadne oběma síty, putuje dále do zásobníku zrna. Pokud jakýkoliv materiál nepropadne vrchním sítem, padá ven ze sklízecí mlátičky. Pokud propadne vrchním sítem a následně nepropadne spodním sítem putuje materiál na domlácení. U řady 150 jdou nedomlatky zpátky na axiální mláticí buben u řady 250 přes domlaceč zpět na čištění. Konec vrchního síta je uzpůsoben tak, aby zachytával a propouštěl větší kusy klasů na domlácování.

12.2.4. Vkládací buben

Vkládací buben u axiálních sklízecích mlátiček má hned řadu využití. Jedním z hlavních důvodů použití vkládacího bubnu je schopnost srážet cizí předměty do lapače kamenů. Je samozřejmě více možností jak zajistit aby kámen nedoputoval až k mláticímu rotoru, ale použití vkládacího bubnu se zdá jako nejjednodušší řešení. Navíc umožňuje zvýšit průchodnost materiálu sklízecí mlátičkou kdy buben pod tlakem přivádí sklizený materiál do vkládací části rotorů. Dále u některých sklízecích mlátiček upravuje tok materiálu, například pro vkládání do dvou axiálních bubnů. Na obrázku 49 je v levé horní části tři nožový vkládací buben sklízecí mlátičky Case. V pravé horní části New Holland a v dolních částech John Deere, přičemž v levé části je řada S 700 a v pravé X9.



Obrázek 49: Vkládací mechanismy JD, Case, NH

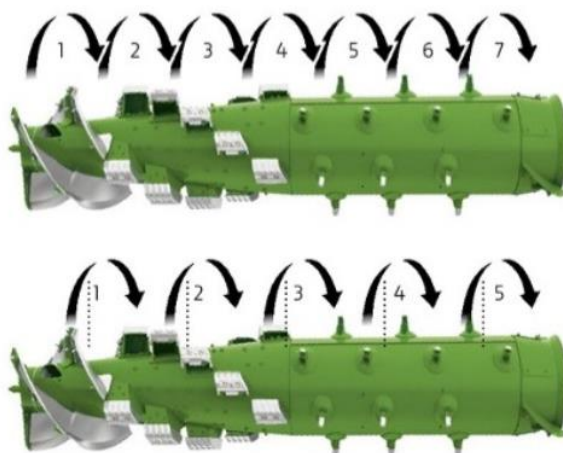
12.2.5. Mláticí axiální rotor

Všechny dále popisované mláticí bubny jsou vybaveny vkládací částí, mláticí částí a separační částí. Vkládací část je kuželovitého tvaru vybavená obvykle dvěma nebo třemi šnekovicemi. Mláticí část je osazena mlatkami ve tvaru kamenů. Mlatky jsou vroubkované pro intenzivnější mláticí účinek. U sklízecí mlátičky NH lze nakonfigurovat stroj s klasickými rotory, které se používají již řadu let, nebo s rotory Twin pitch, které mají už jen dvě šnekovice a mají menší mlatky umístěné střídavě do šroubovice. V separační části jsou umístěny též mlatky, ale menší a s jiným tvarem. Rozdíl mezi klasickými a Twin pitch rotory je vyobrazen na obrázku 50.



Obrázek 50: Klasické a Twin pitch rotory sklízecí mlátičky NH

Sklízecí mlátičky řady S 700 využívají jedno rotorovou koncepci a rotor je umístěn tak, že v prostoru pod rotorem je menší mezera nežli v prostoru nad rotorem. Procházející materiál je mezi rotorem a košem cyklicky stlačován a nad košem naopak může expandovat. Mláticí část je také pokryta mlatkami s vruby. Separační část má na povrchu bubnu připevněné dlouhé prsty kterými hrubý omlat pročešává a tím separuje zrna od slámy. Z obrázku 51 je patrné, že rotor stroje JD S 700 je kuželového tvaru nejen u vkládací části, ale také v mláticí části. V separační části je již rotor rovný.



Obrázek 51. Rotor JD

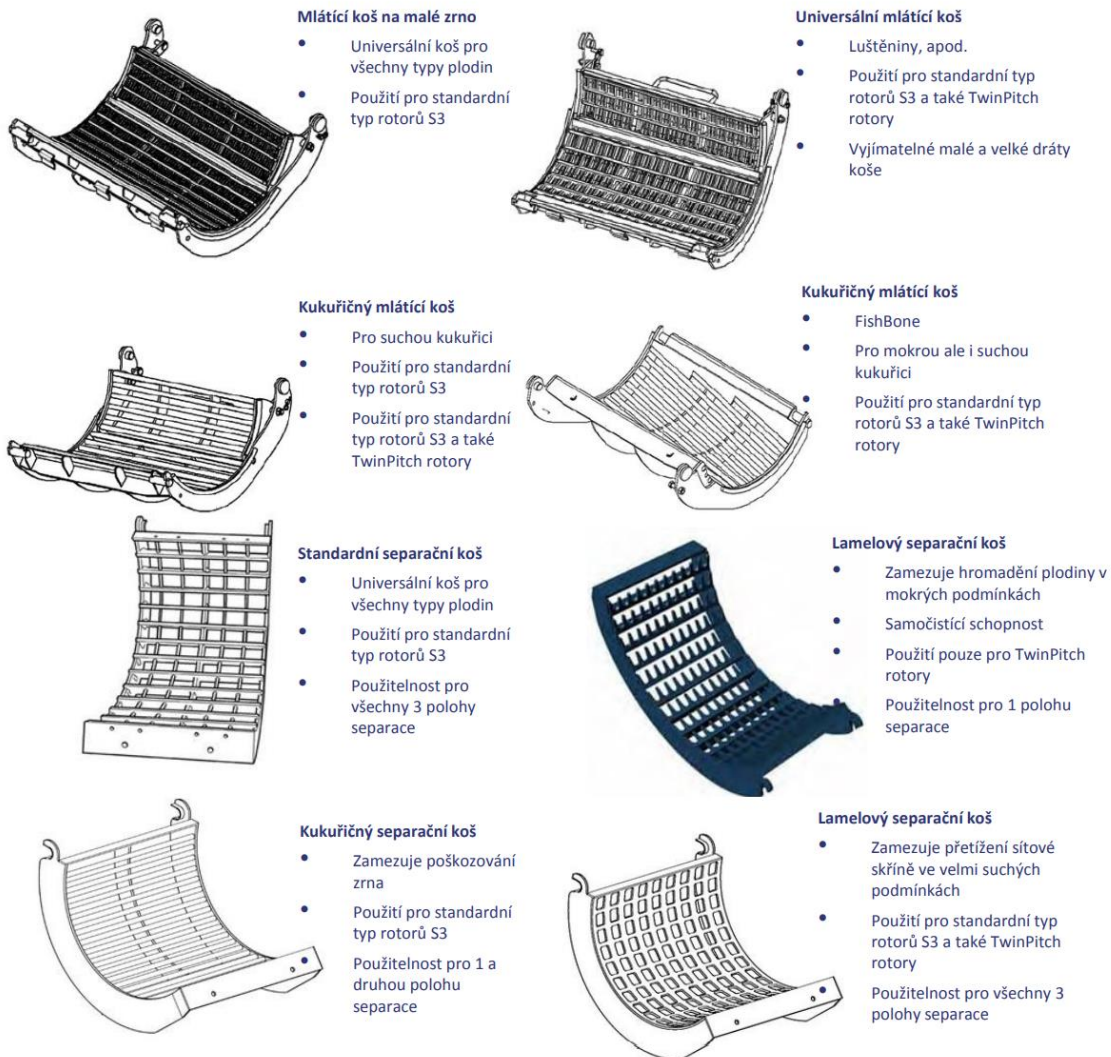
Rotor sklízecích mlátiček Case je v celé své délce kromě vkládací části se šnekovicemi ve tvaru rovné trubky. Mlatky jsou po celé jeho délce, viz obrázek 52. V separační části jsou mlatky o něco menší nežli v mláticí části a mají jiný tvar a úhel, kterým pronikají do materiálu. Mláticí mlatky mají úhel 10° a separační 28° . Mlatky jsou uspořádány do šroubovice ve čtyřech řadách. Na konci mláticího bubnu jsou umístěny lišty pro lepší odmítací efekt.



Obrázek 52: Rotor Case

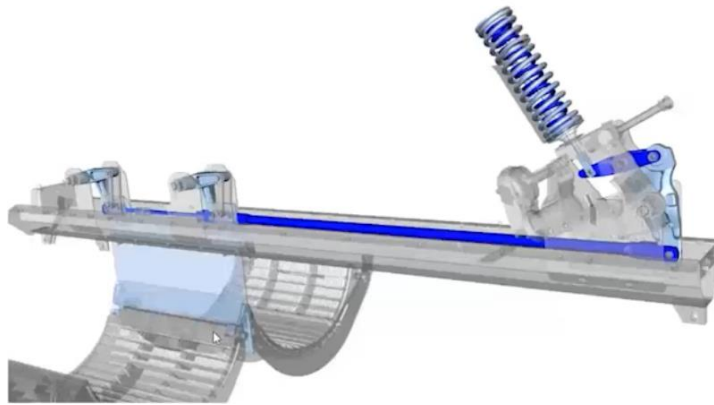
12.2.6. Separací koše

Koše zajišťují propad zrn na vynášecí mechanismy. Vlastnosti košů jsou důležité a je dobré pro sklizeň určitého typu plodiny použít adekvátní mláticí a separační koše. Na obrázku 53 jsou názorně vyobrazeny koše sklízecí mlátičky NH CR pro použití při sklizni jednotlivých typů plodin.



Obrázek 53: Vyměnitelné koše NH

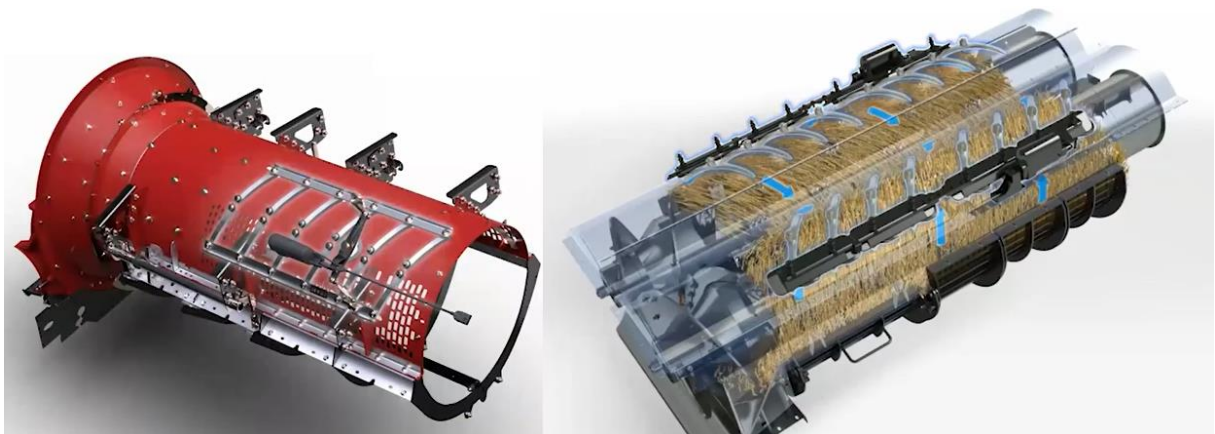
Sklízecí mlátičky NH a JD využívají koše do určitého úhlu opásání rotoru. Také využívají odpružení košů jako prevenci proti zacpání. Sklízecí mlátičky Case mají koše okolo celého rotoru, úhel opásání je tedy 360 °. Koše nejsou nijak odpruženy. Pohon rotoru ale umožňuje reverzaci. Případné zacpání se tedy primárně řeší reverzací šikmého dopravníku a následně i rotoru.



Obrázek 54: Jisticí mechanismus mláticích košů u NH

Koše jsou u NH odpruženy centrálně pomocí dvou paralelně uložených předepnutých pružin. Kritický tlak vytvořený mezi rotorem a košem odjistí (obrázek 54) mechanismus jištěný pružinami a koše sníží svojí polohu. Díky tomuto systému se sníží riziko zacpání mláticího mechanismu. Když dojde k přetížení a spuštění košů, systém zobrazí alarm na terminálu v kabině. Obsluha přes terminál spustí elektromotor, který uvede koše zpět do pracovní polohy. Čas potřebný k uvedení košů do pracovní polohy se díky tomuto systému, oproti předešlému kdy byl systém jištěn střížným šroubem, výrazně sníží. Sklízecí mlátičky JD též nabízejí aktivní jištění košů. V tomto případě jsou koše jištěny zvlášť.

Vnitřní pracovní prostor u axiálních sklízecích mlátiček je navíc vybaven vodicími lištami, které mají za úkol vést materiál, který prochází pracovním prostorem mezi rotorem a konstrukcí okolo něho, jako jsou koše atd. Dále určují kolikrát materiál oběhne dokola pracovním prostorem, viz obrázky 51 a 55. Tímto lze nastavit intenzitu separace hrubého omlatu v závislosti na sklizňových podmínkách. Dnešní stroje nabízejí nejen vzdálené ovládání těchto lišt z kabiny stroje, ale také automatické nastavení dle nastavených požadavků kvality práce v inteligentních systémech sklízecích mlátiček.



Obrázek 55: Pohyblivé vodicí lišty

12.2.7. Odmítací buben

Odmítací buben je u axiálních sklízecích mlátiček vybaven také svým separačním košem. To nabízí téměř všichni výrobci. Rozdíly mezi provedeními jsou pouze v rozměrech, tvaru a otáčkách bubnů.

12.2.8. Drtič

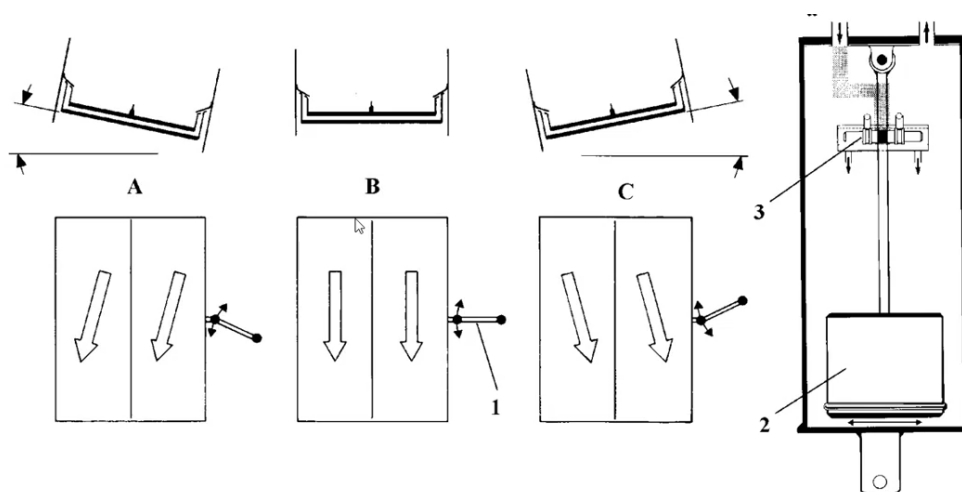
Drtiče mají za úkol rozmělnit slámu na co nejmenší kusy a rovnoměrně tuto řezanku rozvrstvit po celé šířce záběru. Kvalita drcení a rozvrstvení posklizňových zbytků má nemalý vliv na zakládání porostů do dalšího roku, zejména při použití minimalizačních technologií. Osivo, které není v přímém kontaktu s půdou, špatně klíčí a vzchází. Sláma při větších vrstvách čerpá při rozkládání z půdy vláhu a dusík. Dalším vzniklým problémem při nedokonalém zpracování posklizňových zbytků může být vyšší výskyt hlodavců, kterým se ve vyšší vrstvě přikrytých posklizňových zbytků půdou, náramně daří. Proto sklízecí mlátičky využívají pro lepší rozvrstvení posklizňových zbytků systémy jako například směrování výhozu řezanky dle povětrnostních podmínek, ať už ovládané ručně, z kabiny či automaticky. Nebo aktivní rotující rozmetací mechanismy podobné například metačům plev. Metače plev jsou neméně důležitou, součástí neboť díky rozhozu posklizňových zbytků nejsou uložena semena plevelů v pruzích, které by též mohly být při dalším zakládání porostu problém. Ne všechny sklízecí mlátičky však pro rozmetání posklizňových zbytků využívají metače plev. Například sklízecí mlátičky Case využívají k rozptýlení těchto zbytků drtič slámy, a to i když je sláma ukládána do řad. John Deere se snaží jít s trendem snižování herbicidních přípravků, pro to s kanadskou firmou Redekop uvedli na sklízecích mlátičkách S možnost výbavy pro mletí posklizňových zbytků. Mlýnek využívá systém přesně obrobených protiběžných kol poháněných řemenem od drtiče a v posklizňových zbytcích z čistícího ústrojí zničí až 98 % semen plevelů. Práci mlýnku lze ovládat z monitoru v kabině. Rozhoz z mlýnku zajišťuje deflektor drtiče slámy pro rozhoz v celé šíři záběru. Mlýnek má zatím ale i dost nevýhod, například velký příkon 60 kW, cenu, zvětšení poloměru otáčení a nemožnost táhání podvozku s žacím adaptérem.

12.2.9. Vynášecí mechanismus

Vynášecí mechanismus je popsán výše u tangenciálních sklízecích mlátiček. Rozdíl mezi mlátičkami popisovanými v této kapitole je následující. Všechny sklízecí mlátičky NH používají stupňovitou vynášecí desku. Tu využívá i Case u řady 250 a JD u řady X9. Ostatní řady JD a řada 150 výrobce Case využívají šnekové dopravníky.

12.2.10. Čisticí ústrojí

Sklízecí mlátičky využívají různé kompenzace naklonění způsobené prací stroje na svahu. New Holland a Case u řady 250 využívají vyrovnávání celé sítové skříně i vynášecí desky a ventilátoru. John Deere využívá systém vyrovnávání celého stroje Hillmaster a Side Hill popisovaný výše. Sklízecí mlátičky Case využívají 3D systém kompenzace svahu podobný se systémem výrobce Claas, kdy kyvadlo které udržuje stále svislou polohu při různém naklonění sklízecí mlátičky. Kyvadlo je v nádobě s olejem z důvodu tlumení výkyvů. Ke kyvadlu je připevněn hydraulický rozvaděč, který dle výkyvu kyvadla otevře či zavře příslušné kanály rozvaděče a nastaví sklon hnacího mechanismu sít. Díky přestavené kinematice hnacího mechanismu sít nastane změna výsledné síly působící na materiál a materiál je i při náklonu rozvrstven po celé ploše sít, viz obrázek 56.



Obrázek 56: Kompenzace svahu u sítové skříně

12.2.11. Domlacování

U sklízecích mlátiček New Holland CR probíhá domlacování obdobně jako u řady CX, které je popisováno výše. U sklízecích mlátiček Case jsou u řady 150 klasy dopravovány k mláticímu rotoru a tam domláceny. U řady 250 probíhá domlacování pomocí tří vrtulových kol, viz obrázek 57, které navíc dopraví zrna zpět na spádovou desku. John Deere využívá u axiálních sklízecích mlátiček též domlaceče. (32) (31) (33) (34) (35)



Obrázek 57: Domlaceče sklízecí mlátičky Case

12.2.12. Technické parametry

| Mlátičí rotory | NH CR řada 7 | NH CR řada 8 | NH CR řada 9 | NH CR řada 10 |
|--|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Počet mlátičích rotorů | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Délka rotoru (mm) | 2638 | 2638 | 2638 | 2638 |
| Průměr rotoru (mm) | 432 | 432 / 559 | 559 | 559 |
| Separáční koše | | | | |
| Celková mlátičí a separáční plocha (m ²) | 2,43 | 2,43 / 3,06 | 3,06 | 3,06 |
| Odmítací buben | | | | |
| Šířka (mm) | 1300 | 1300 / 1560 | 1560 | 1560 |
| Průměr (mm) | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Úhel opásání (°) | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Sítová skříň | | | | |
| Celková plocha sít (m ²) | 5,4 | 5,4 / 6,5 | 6,5 | 6,5 |
| Rozsah otáček (ot/mim) | 200-1050 | 200-1050 | 200-1050 | 200-1051 |
| Zásobník zrna | | | | |
| Objem (l) | 11500 | 12500 | 12500 / 14500 | 14500 |
| Vyprazdňovací dopravník | | | | |
| Rychlost vyprazdňování (l/s) | 126 | 126 | 126 / 142 | 126 / 142 |
| Motor | | | | |
| | FTP Cursor 9 | FTP Cursor 11 | FTP Cursor 13 | FTP Cursor 16 |
| Objem (cm ³) | 8700 | 11100 | 12900 | 15927 |
| Jmenovitý výkon (hp) | 408 | 469 | 530 | 639 |
| Maximální výkon (hp) | 449 | 517 | 571 | 700 |
| Nádrž | | | | |
| Palivová / AdBlue | 750 / 160 | 1000 / 160 | 1300 / 160 | 1300 / 160 |

| Mláticí rotory | John Deere S 700 | John Deere X9 1000/1100 | Case řada 150 5/6/7 | Case řada 250 7/8/9 |
|--|---|------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Počet mláticích rotorů | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Délka rotoru (mm) | 3124 | 3500 | 2794 | 2638 |
| Průměr rotoru (mm) | 762 | 601 | 462 | 462 |
| Separační koše | | | | |
| Celková mláticí a separační plocha (m ²) | 3 | 3,6 | 2,78 | 2,98 |
| Sítová skříň | | | | |
| Celková plocha sít (m ²) | 5,9 | 6,97 | 5,52 | 6,5 |
| Rozsah otáček (ot/mim) | 620 - 1350 | 570 - 1430 | 450 - 1250 | 300-1150 |
| Zásobník zrna | | | | |
| Objem (l) | 10600 / 14100 | 14800 / 16200 | 8800/10570/ 10570 | 14400 |
| Vyprazdňovací dopravník | | | | |
| Rychlost vyprazdňování (l/s) | 120 / 135 | 162/186 | 88/113/113 | 141/159/159 |
| Motor | JD Power Tech S 760/770/780 /785/790 | JD Power Tech X9 1000 / 1100 | PTP Cursor 6/9 | FTP Cursor 11/13/16 |
| Objem (cm ³) | 9000/9000/1 3500/13500/ 13500 | 13600 | 6700/8700/8 700 | 11100/12900/1 5927 |
| Jmenovitý výkon (hp) | 334/392/473 /500/543 | 549/603 | 312/400/449 | 431/496/557 |
| Maximální výkon (hp) | 382/449/540 /571/617 | 630/656 | 387/475/524 | 498/571/634 |
| Nádrž | | | | |
| Palivová / AdBlue | 1250 / 55 | 1250/80 | 950/160 | 1200/166 |

| Rozměry | CR7.90 ^(B) /CR8.80 | | | | | CR8.90/CR9.80/CR9.90* | | | | | CR9.90**/CR10.90 | |
|--|-------------------------------|-----------|-----------|-------|------|-----------------------|-----------|-----------|-------|------|------------------|------|
| | Pneumatiky | | SmartTrax | | | Pneumatiky | | SmartTrax | | | SmartTrax | |
| S pneumatikami / pásy ^(A) | 710/70R42 | 900/60R38 | 24" | 28.5" | 34" | 800/70R32 | 900/60R38 | 24" | 28.5" | 34" | 28.5" | 34" |
| Slyšná plocha (m ²) | - | - | 1.49 | 1.77 | 2.11 | - | - | 1.49 | 1.77 | 2.11 | 1.77 | 2.11 |
| Maximální výška v transportním režimu (m) | 3.97 | 3.90 | 3.95 | 3.97 | 3.97 | 4.00 | 3.97 | 3.97 | 3.99 | 3.97 | 3.99 | 3.97 |
| Maximální šířka v transportním režimu (m) | 3.25 | 3.63 | 3.24 | 3.47 | 3.79 | 3.72 | 3.87 | 3.48 | 3.71 | 3.99 | 3.71 | 3.99 |
| Maximální délka včetně vyprazdňovacího dopravníku bez adaptéru ^(D) (m) | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | 9.97 | - | - |
| Maximální délka včetně vyprazdňovacího (zalamovacího) dopravníku bez adaptéru ^(D) (m) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.04 | 9.04 |

- Není dostupné * krátké zadní kryty ** dlouhé zadní kryty

(A) kola / pásy a dostupné velikosti pneumatik : 710/70R42, 800/70R32, 800/75R32, 900/60R32, 900/60R38, 900/65R32/R2, 1050/50R32, SmartTrax 24", 28.5" a SmartTrax s odpružením Terraglide 24", 28.5" a 34" (B) SmartTrax není dostupné (C) s 3ft prodloužením (D) během transportu bez prodloužení

| | S760 | S770 | S780 | S785 | S790 |
|---|------------------|------|------|------|------|
| PŘEPRAVNÍ ŠÍŘKA, PŘI POUŽITÍ PNEUMATIK | | | | | |
| S pásy 600DT Deluxe (m) | Není k dispozici | | 3,49 | | |
| VF710/70R42 R42 (m) | | | 3,49 | | |
| IF800/70R38 (m) | | | 3,79 | | |
| IF900/60R38 (m) | | | 3,99 | | |
| Maximální přepravní výška při použití pneumatik (m) | | | 4 | | |
| Přepravní délka (při použití skládacího vyprazdňovacího šnekového dopravníku o délce 6,9 m) (m) | | | 9,1 | | |
| PŘEPRAVNÍ ŠÍŘKA S PÁSY | | | | | |
| Pásy John Deere 24* (m) | Není k dispozici | | 3,49 | | |
| Pásy John Deere 24* + 65 mm vymežovací díl (3 m mezi středy pro CTF) (m) | Není k dispozici | | 3,59 | | |
| Pásy John Deere 30* + 65 mm vymežovací díl (m) | Není k dispozici | | 3,79 | | |
| Pásy John Deere 30* + 394 mm vymežovací díl (m) | Není k dispozici | | 4,40 | | |
| Pásy John Deere 36 palců + 395 mm vymežovací díl (m) | Není k dispozici | | 4,55 | | |

| Modely | Axial Flow 5150 | Axial Flow 6150 | Axial Flow 7150 |
|---|--|-----------------|-----------------|
| CELKOVÁ SPECIFIKACE STROJE | | | |
| Délka - od šikmého dopravníku k zadnímu okraji (mm) | 7 689 | 7 689 | 7 689 |
| Rozvor (mm) | 3 815 | 3 815 | 3 815 |
| Minimální výška pro přepravu (mm) | 3 898 | 3 906 | 3 906 |
| Minimální šířka s nejužšími pneumatikami (mm) | 3,3 | 3,3 | 3,3 |
| Přibližná hmotnost stroje (kg) | 15 400 | 16 400 | 17 200 |
| MOŽNOSTI PNEUMATIK | | | |
| Přední pneumatiky | 650/75R32 L1172 R1W / 800/65R32 L1172 R1W / 900/60R32 L1176 R1W | | |
| Zadní pneumatiky | 460/70R24 L1159A8 R4 / VF520/80R26 L1165 R1W / 600/65R28 L1154A8 R1W | | |

| MODELÝ | AXIAL-FLOW® 7250 | AXIAL-FLOW® 8250 | AXIAL-FLOW® 9250 |
|---|--|------------------|------------------|
| CELKOVÁ SPECIFIKACE STROJE | | | |
| Délka – od podávacího zařízení k zadnímu okraji (mm) | 8 050 | 8 050 | 8 050 |
| Rozvor (mm) | 3 635 | 3 635 | 3 635 |
| Minimální výška pro přepravu (mm) | 3 980 | 3 980 | 3 980 |
| Šířka s pneumatikami 710/70R42 – min (mm) | 3 490 | 3 490 | 3 490 |
| Hmotnost – běžný stroj se zesílenou zadní nápravou (kg) | 19 000 | 20 000 | 21 000 |
| MOŽNOSTI PNEUMATIK | | | |
| Přední pneumatiky | 710/70 R42 / 800/70R38 / 900/60 R32 | | |
| Zadní pneumatiky | 500/85 R24 / 600/70 R28 | | |
| Pásový podvozek | 610mm nebo 760mm šíře pásu u odtlumeného podvozku/610mm nebo 724mm šíře pásu u hydraulicky odpruženého | | |

(33) (34) (30) (35) (36) (29)

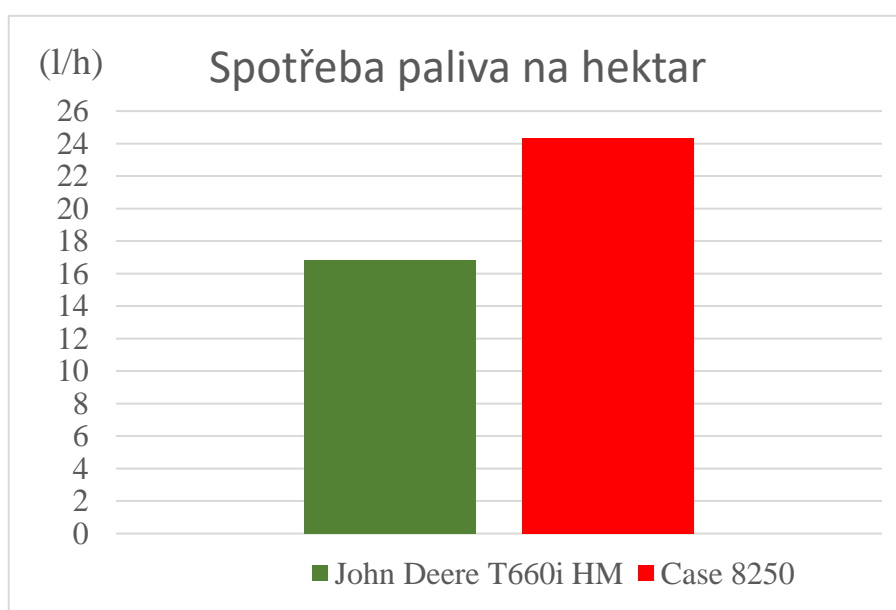
13. Porovnání kvality práce sklízecích mlátičky

John Deere T660i Hillmaster a Case 8250

Obě porovnávané sklízecí mlátičky byly předváděcí demo mlátičky od společností Strom a.s. a AgriCS. Posádka sklízecí mlátičky společnosti Strom a. s. byla v podání autora této práce a Tomáše Tíčeho. Sklízecí mlátičku společnosti AgriCS měla na starosti také proškolená, kvalitní obsluha a produktový manager sklízecích mlátiček.

Porovnání sklízecích mlátiček probíhalo na stejném pozemku mezi obcemi Dolní Němčice a Hostkovice. Pozemek obdělává zemědělská společnost Lučina Dolní Němčice a. s., která si pozvala obě sklízecí mlátičky pro snazší rozhodování při výběru a případné koupi. Sklizeň obou strojů započala 17. 8. 2020 ve 14:35 a skončila 18:49. Celková doba sklizně tedy byla 4 hodiny a 14 minut. Sklizená pšenice byla z 2/5 plochy polehlá a průměrná vlhkost zrna byla 13,5 %. Výnos zrna byl 8,3 tun z hektaru. Sláma ze sklizené plodiny byla ukládána do řad pro její následný sběr. V průběhu sklizně byly odebírány vzorky pro zjištění sklizňových ztrát zrna. A byl zjišťován i procentní podíl poškozených zrn. Dále byla u obou sklízecích mlátiček zaznamenána spotřeba paliva pro následný přepočet spotřeby paliva na hektar.

Sklízecí mlátička John Deere sklídila za danou dobu 10,6 ha. Její sklizňová výkonnost byla 2,5 ha/h. U sklízecí mlátičky Case byla průměrná výkonnost 2,71 ha/h celková plocha sklizené pšenice byla tedy 11,5 ha. Průměrné sklizňové ztráty, které byly naměřeny u sklízecí mlátičky John Deere byli 0,5 %. U sklízecí mlátičky Case tato hodnota dosahovala 2,6 %. Co se týče procentuálního podílu zlomků ve sklizeném zrně byla na tom naopak sklízecí mlátička Case lépe, dosahovala průměrné hodnoty 0,1 %, kdežto sklízecí mlátička John Deere 1,1 %. Technické parametry obou sklízecích mlátiček jsou uvedeny v tabulce pro lepší přehlednost a snadné porovnání. Spotřebované palivo bylo také zaznamenáno jak je uvedeno výše a spotřeba paliva sklízecí mlátičky John Deere byla 178 l to je při dané sklizené ploše 16,8 l/ha. U sklízecí mlátičky Case byla při téměř stejné sklizené ploše za stejný čas spotřeba paliva 24,3 l/ha a celkové spotřebované palivo bylo tedy 280 l.



Obrázek 58: Graf spotřeby paliva na ha JD, Case

Když se sečtou u obou strojů sklizňové ztráty jak ze separace, čištění a poškozeného zrna a vynásobí se tržní hodnotou pšenice 4500 Kč/t tak u sklízecí mlátičky John Deere vychází peněžní ztráta 598 Kč/ha a u sklízecí mlátičky Case 1008 Kč/ha. Samozřejmě tyto čísla nelze brát v potaz jako zbytečnou ztrátu, protože nulové ztráty vesměs nelze provést neboť ztráty blížící se k nule jsou velmi nákladné a peníze se opět promrhají, například ve spotřebě pohonných hmot, doby práce a podobně. Je nutné nastavit si výkonnost, kvalitu práce a spotřebu paliva tak, aby vstupující náklady na sklizeň byli co nejnižší. Podle společnosti Feiffer Consult jsou zbytečné sklizňové ztráty od 1 % výš. Výše zmíněné hodnoty lze ale brát v potaz při porovnání sklizňových nákladů obou sklízecích mlátiček. Náklady spojené se spotřebou pohonných hmot při sklizni výše uvedených strojů lze vyčíslit taktéž, při tržní ceně motorové nafty 23 Kč/l je náklad spojený se sklizní u sklízecí mlátičky John Deere 386 Kč/ha a u sklízecí mlátičky Case 560 Kč/ha rozdíl je tedy třetinový. Pokud se spotřeba nebude počítat na hektar, ale na sklizenou tunu po té bude spotřeba paliva u sklízecí mlátičky John Deere 2,0 l/t a u sklízecí mlátičky Case 2,93 l/t, rozdíl opět téměř třetinový.

Po sklizni dále proběhlo měření objemu vymláčené slámy, kterou sklízecí mlátičky ukládaly na pozemek. Na obrázku 59 a 60 je u řady slámy sklízecí mlátičky John Deere naměřena výška od země 50 cm a šířka řady 180 cm, důležité je také říci, že řada slámy neleží úplně na zemině, nýbrž je nadzvedávána výškou strniště. To umožňuje dobrou prodyšnost a lepší prosychání slámy, pokud je vlhká nebo mokrá po dešti. Sláma po tomto stroji má dlouhá narušená stébla a výška řady je v celé šířce téměř stejná. Na obrázcích 61 a 62 je sláma ze sklízecí mlátičky Case. Řada slámy je široká 220 cm a vysoká 20 cm. Obsluha tedy upravila usměrňovací plechy slámy pro pokládku slámy do vyšší vrstvy a menší šíře. Po úpravě plechů měl řádek slámy rozměry 25 cm výšku a šířku 80 cm. Sláma z tohoto stroje je převážně propadlá na půdu a má krátká narušená stébla. Řada slámy má tedy po axiální sklízecí mlátičce Case s žacím adaptérem o záběru 9,1 m poloviční rozměry co řada slámy po tangenciální sklízecí mlátičce John Deere s žacím adaptérem 7,6 m.

Výhody vymláčené slámy sklízecí mlátičky John Deere jsou v lepším prosychání slámy pokud je ještě vlhká nebo mokrá po dešti. Také lze tuto slámu lépe sbírat sběracími či lisovacími stroji, neboť je sláma dlouhá a nepříliš propadlá strništěm na půdu. Výhody vymláčené slámy sklízecí mlátičky Case spočívají v lepší savosti při stlaní dobytka. Je však riziko ztráty většího množství slámy, kterou sběrací stroje nedokáží sebrat z povrchu půdy z důvodu jejího propadu a krátkých, malých rozměrů.



Obrázek 59: Výška řady slámy 50 cm, John Deere T660i HM, záběr žacího adaptéru 7,6 m



Obrázek 60: Šířka řady slámy 180 cm, John Deere T660i HM, záběr žacího adaptéru 7,6 m



Obrázek 61: Výška řady slámy 20 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m



Obrázek 62: Šířka řady slámy 220 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m



Obrázek 63: Výška řady slámy 25 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m



Obrázek 64: Šířka řady slámy 80 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m

13.1. Hlavní porovnávané technické parametry T660i Hillmaster, Case 8250

| Technické parametry | JD T660i HM | Case 8250 |
|--|------------------|--------------------|
| Motor | JD PowerTech PSS | Iveco |
| Zdvihový objem (l)/ počet válců | 9/6 | 12,9/6 |
| Jmenovitý výkon motoru (kW/k) | 249/334 | 365/496 |
| Objem palivové nádrže/ AdBlue (DEF)(l) | 800/33 | 1 125/166 |
| Název žacího adaptéru | JD X 725 | Mac Don FlexDraper |

| | | |
|--|-------------------------|--------|
| Záběr žacího adaptéru (m) | 7,6 | 9,1 |
| Celková aktivní separační plocha (m ²) ISO 6689:1997 | 4 | 2,98 |
| Celková plocha čistícího ústrojí (m ²) | 5,7 bez před čističe | 6,5 |
| Objem zásobníku zrna (l) | 11 000 | 14 400 |
| Rychlost vyprazdňování zásobníku (l/s) | 125 | 159 |

14. Porovnání spotřeby paliva u sklízecích mlátiček New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster

14.1. Životopis sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátička New Holland CX 8070 byla pořízena majitelem rodinné farmy panem Janem Šindelářem z Libkovic pod Řípem v roce 2016 od firmy Rank car místo vysloužilé sklízecí mlátičky New Holland CS 540. Sklízecí mlátička byla vyrobena v roce 2013. Pořizovací cena v roce 2016, kdy měla sklízecí mlátička již sklizených 1600 ha, byla 4 300 000 Kč. Dnešní hodnota sklizených ha činí 4 150 ha.

Sklízecí mlátička John Deere T560i byla pořízena jako nový stroj též v roce 2016 a též vyměněna za New Holland CS 540. Sklízecí mlátička patří rodinné farmě Králových z Libkovic pod Řípem. Od firmy Daňhel byla koupena za 7 000 000 Kč. Momentální počet sklizených ha je 2 000 ha.

14.1.1. Parametry porovnávaných sklízecích mlátiček

| | John Deere T560i <u>Hillmaster</u> | New Holland CX 8070 |
|--|---|----------------------------|
| Motor | JD <u>PowerTech</u> | Iveco FPT <u>Cursor 9*</u> |
| Zdvihový objem (l)/ počet válců | 9/6 | 8,7/6 |
| Jmenovitý výkon motoru (kW/k) | 249/334 | 245/333 |
| Objem palivové nádrže (l) | 800 | 750 |
| Šířka mlátícího bubnu (mm) | 1400 | 1560 |
| Průměr mlátícího bubnu (mm) | 660 | 750 |
| Počet mlatek | 10 | 10 |
| Rozsah otáček mlátícího bubnu (ot/min) | s reduktorem 205–950 Standard 470–950 | 305–905 |
| Úhel opásání mlátícího koše (°) | 124 | 111 |
| Plocha mlátícího koše (m ²) | 1,13 | 1,18 |
| Průměr rotačního separátoru (mm) | 800 | 720 |
| Otáčky rotačního separátoru (ot/min) | 380/760 | 387/700 |
| Plocha koše rotačního separátoru (m ²) | 1,72 | 0,93 |
| Celková aktivní separační plocha (m ²) | 3,30 | 2,54 |
| Počet vytřásadel | 5 | 6 |
| Separací plocha vytřásadel (m ²) | 4,8 | 5,93 |
| Celková plocha čistícího ústrojí (m ²) | 5,2 | 6,5 |
| Otáčky ventilátoru (ot/min) | 550–1350 | 200–1100 |
| Objem zásobníku zrna (l) | 10 000 | 9 500 |
| Rychlost vyprazdňování zásobníku (l/s) | 125 | 125 |
| Pojezd | bezstupňová převodovka <u>ProDrive</u> | 4rychlostní |
| Maximální rychlost pojezdu (km/h) | 30 | 30 |
| Maximální šířka v transportní poloze (m) | 3,49 | 3,7 |
| Uzávěrka diferenciálu | ano | ano |
| Pohotovostní hmotnost (kg) | 15 800 | 16 000 |
| Měření vlhkosti | ano | ne |
| Výnosoměr | ano | ne |
| Navigace GPS | ano | ne |
| Kamery | 3 | 2 |
| Automatická klimatizace a topení | ano | ano |
| Variabilní žací stůl | ano | ano |
| Záběr žacího ústrojí (m) | 6,5 | 7,62 |
| Aktivní děliče | ano | ano |

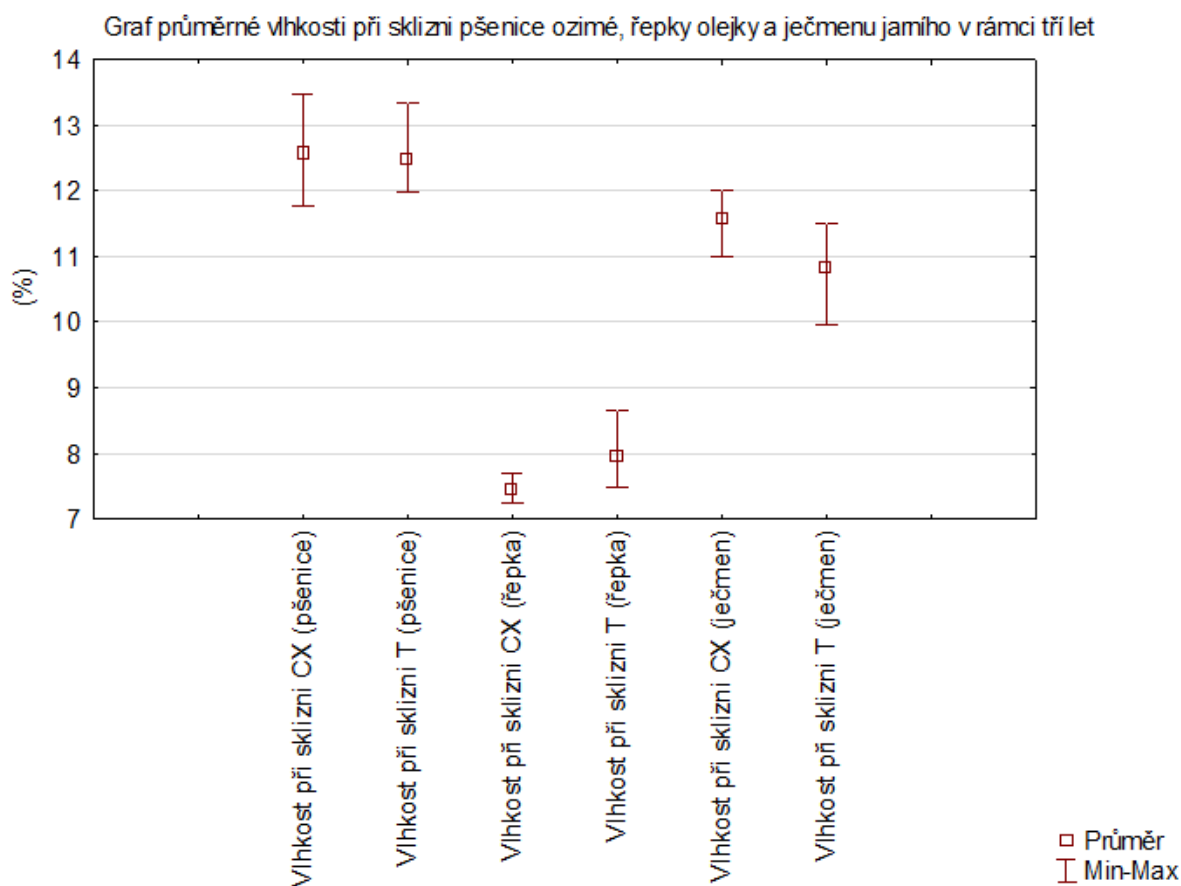
Všechny parametry uvedené v tabulce přesně odpovídají výbavě právě posuzovaných sklízecích mlátiček. Výbavu lze samozřejmě nakonfigurovat dle zákaznických požadavků a nabídky výrobců.

Pořizovací ceny sklízecích mlátiček a ceny údržeb,

| | John Deere T560i Hillmaster | New Holland CX 8070 |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Aktuální pořizovací cena | 7 400 000 Kč | 6 500 000 Kč |
| Cena servisu velké údržby | 36 000 Kč | 32 000 Kč |

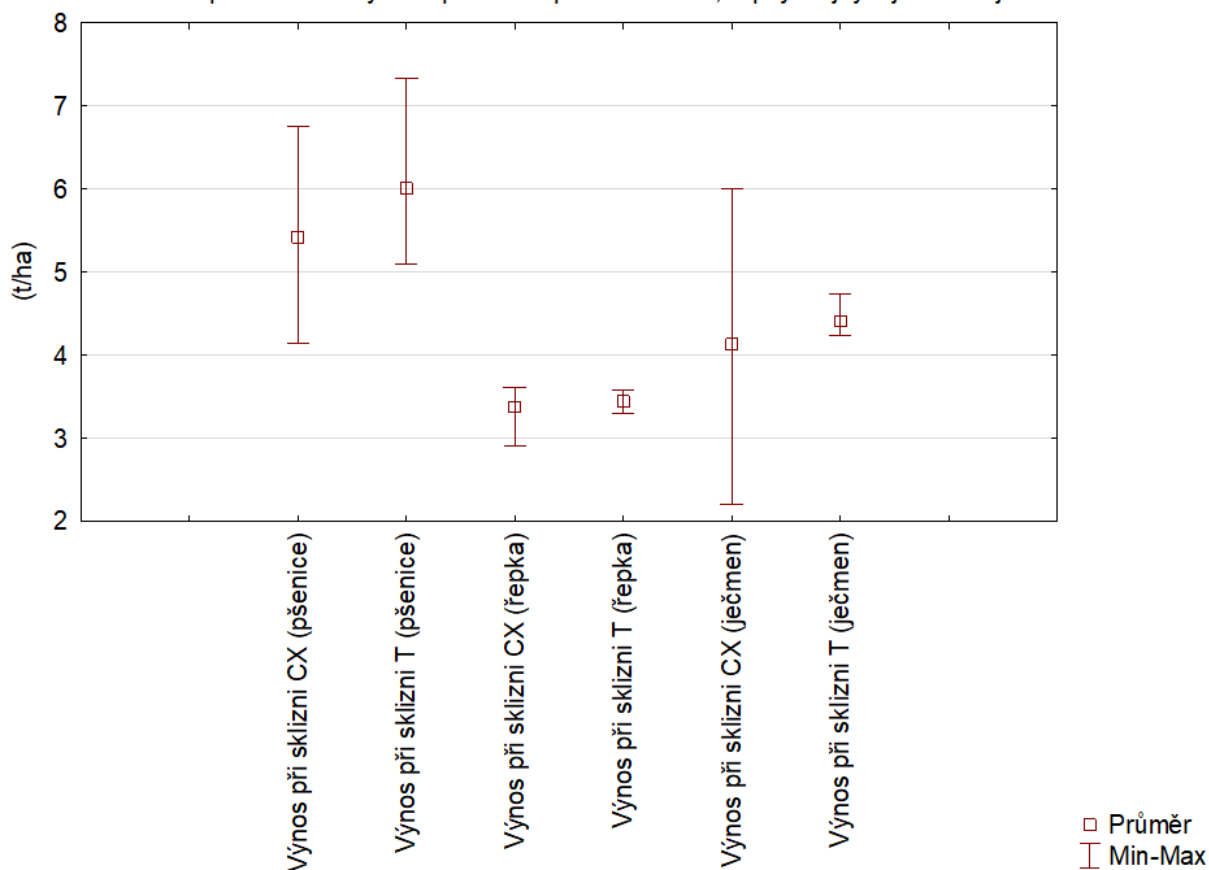
14.2. Průměrné spotřeby paliva sklízecích mlátiček při sklizni pšenice ozimé, řepky olejky a ječmene jarního v rámci tří let

Grafy popisují průměrné podmínky sklizně sklízecích mlátiček tří hlavních plodin během tří let a jejich průměrnou spotřebu paliva.



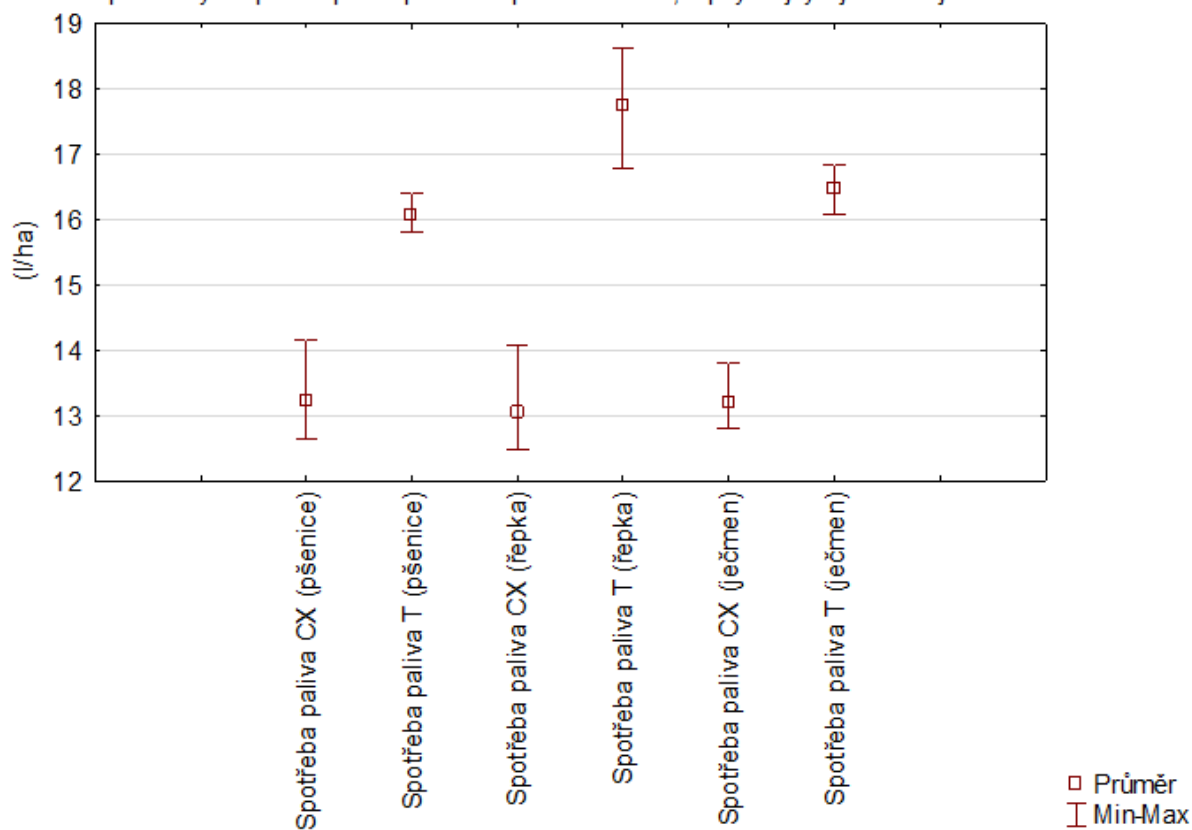
Obrázek 65: Graf průměrné vlhkosti plodin

Graf průměrného výnosu při sklizni pšenice ozimé, řepky olejky a ječmene jarního



Obrázek 66: Graf průměrného výnosu plodin

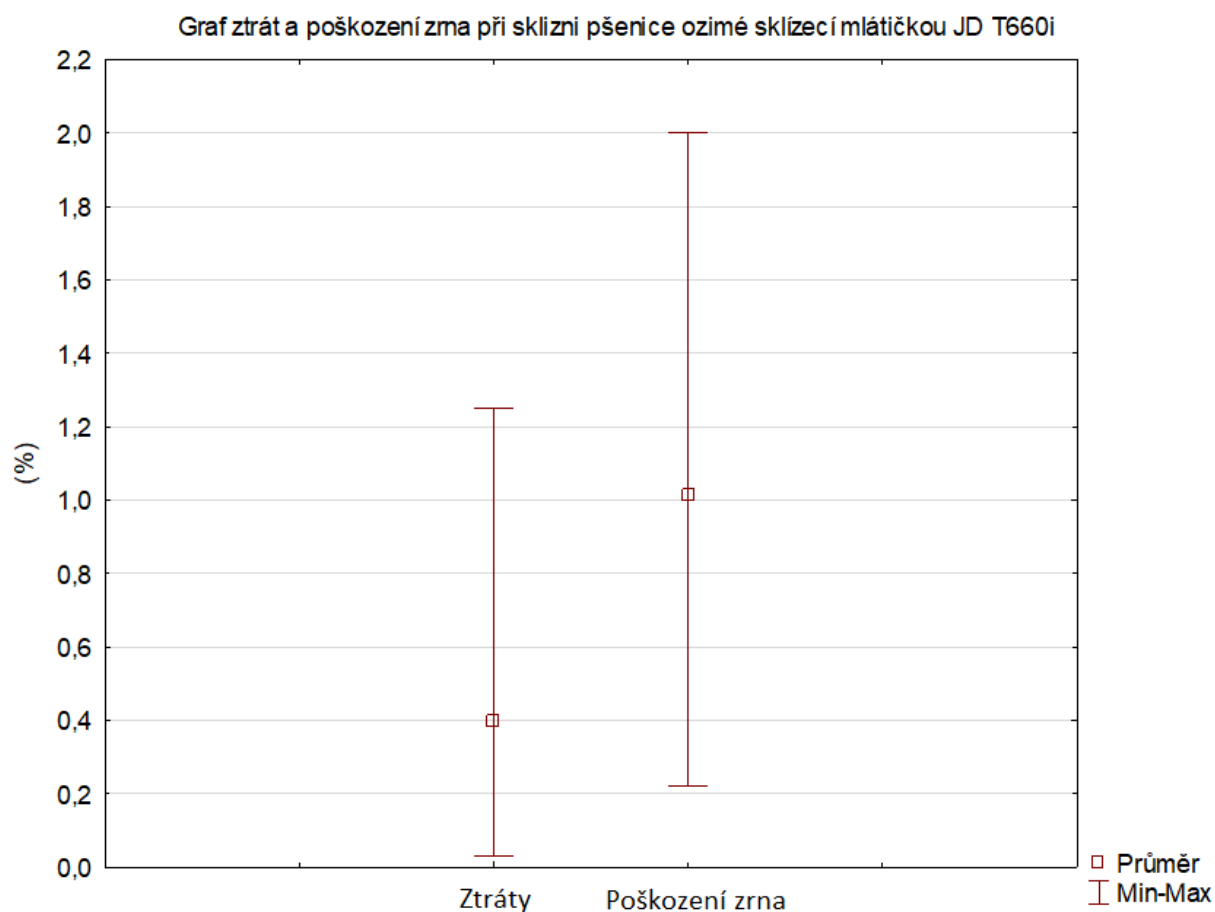
Graf průměrných spotřeb paliva při sklizni pšenice ozimé, řepky olejky a ječmene jarního v rámci tří let



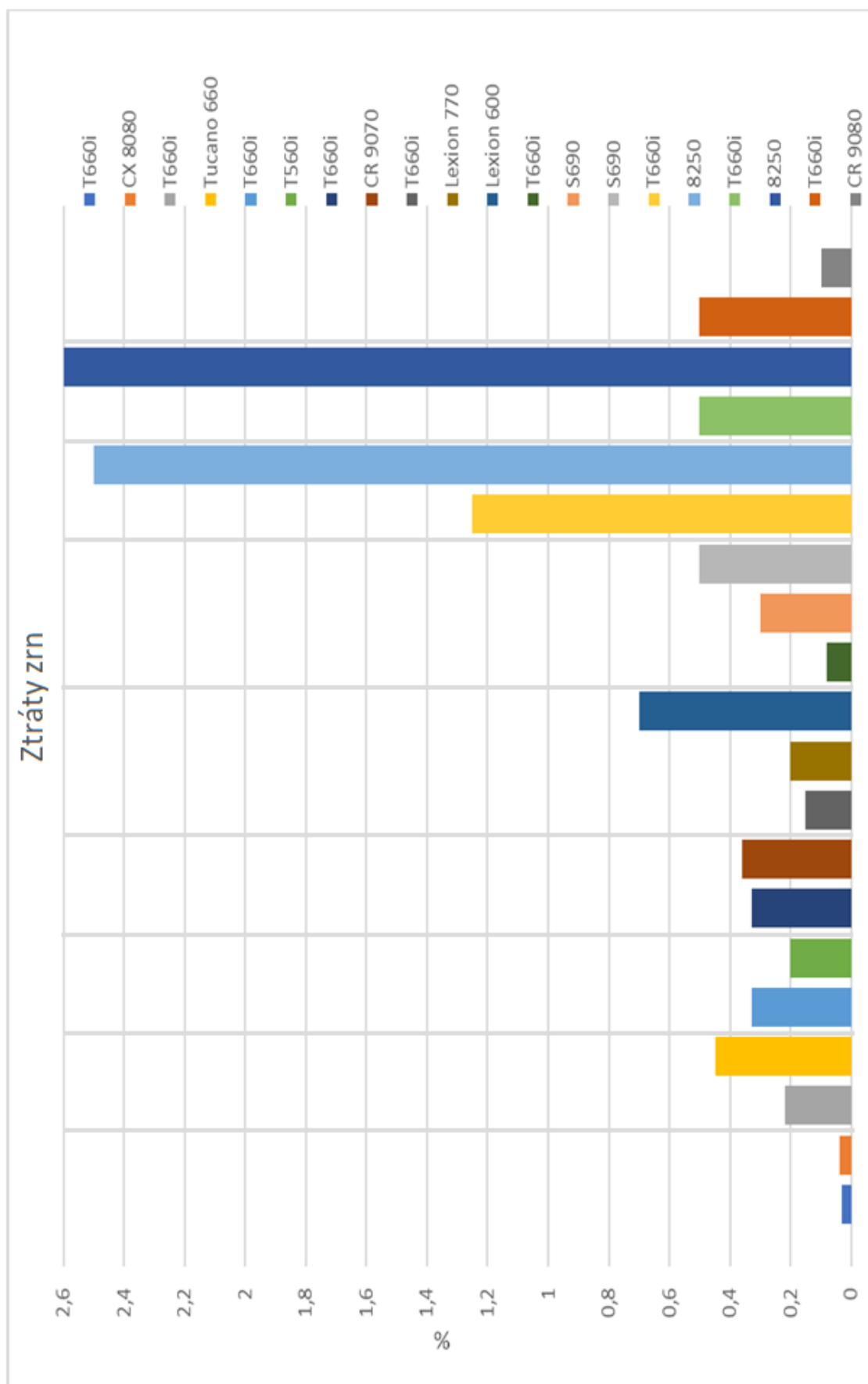
Obrázek 67: Graf průměrné spotřeby paliva na ha

15. Měření ztrát a poškození zrna při sklizni pšenice ozimé předváděcí sklízecí mlátičkou John Deere T660i Hillmaster

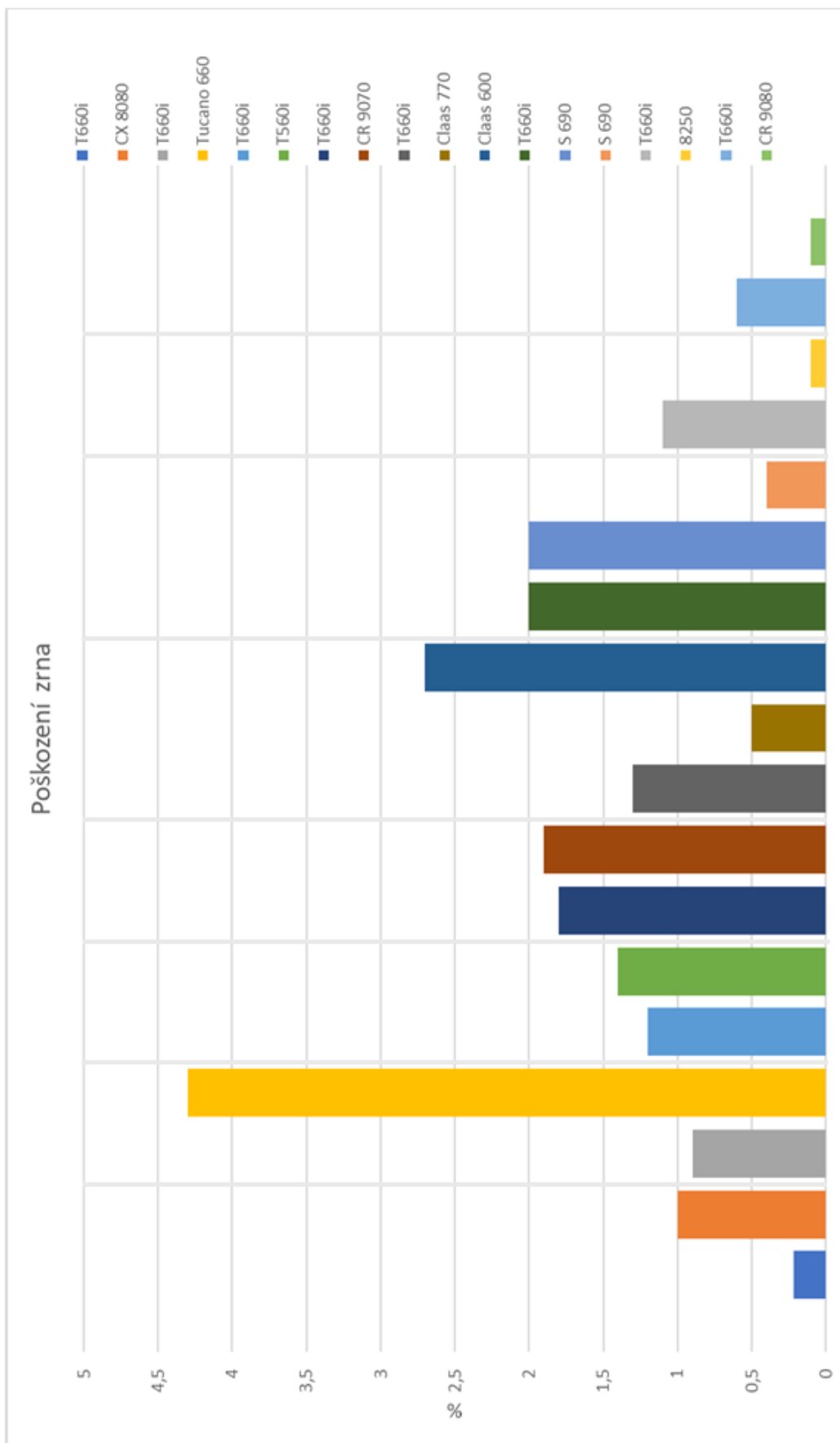
Měření ztrát a poškození zrna probíhalo obdobně jako je popsáno výše v této práci s využitím měřicí sady Feiffer a univerzální misky. Měření probíhalo tak, aby naměřené hodnoty co nejvíce odpovídali realitě, jak při drcení slámy, tak při pokládání slámy do řad. Při sklizni více sklízecích mlátiček na jednom pozemku byly od ostatních též odebrány vzorky a výsledné hodnoty jsou uvedeny v grafech 67 a 70. Graf 68 popisuje rozmezí naměřených hodnot při měření ztrát a poškození zrna u sklízecí mlátičky John Deere T660i Hillmaster. Grafy jsou rozděleny svislými čarami podle jednotlivých sklizených pozemků a strojů, které se účastnili sklizně a měření.



Obrázek 68: Graf ztrát a poškození zrna při sklizni sklízecí mlátičkou JD T660i HM



Obrázek 69: Graf porovnání ztrát při sklizni

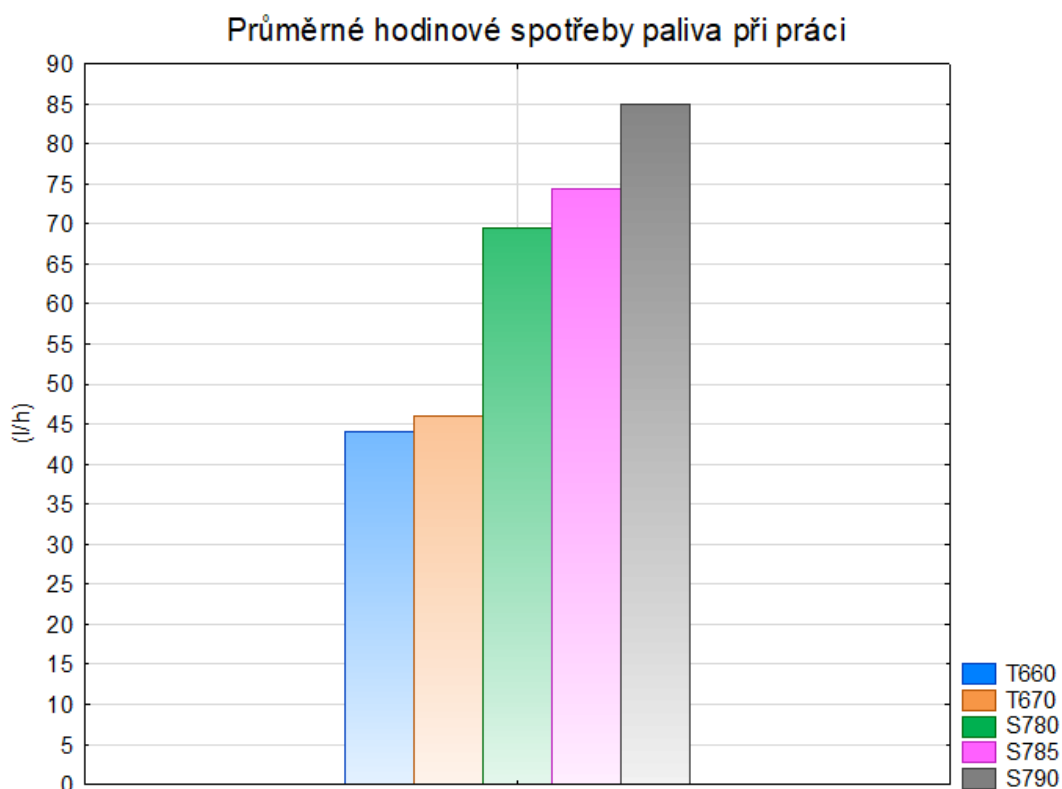


Obrázek 70: Graf porovnání poškození zrna při sklizni

16. Porovnání průměrné hodinové spotřeby paliva v závislosti na průměrném zatížení motoru při sklizni sklízecích mlátiček John Deere T660, T670, S780, S785, S790

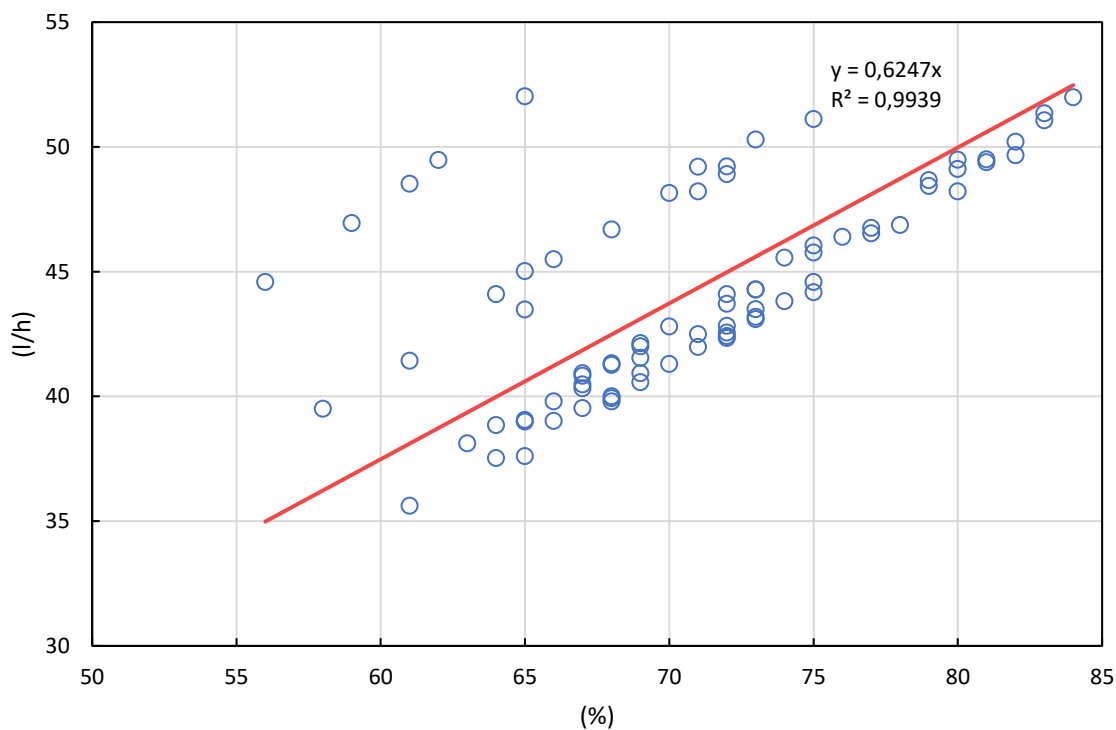
Závislost průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru při sklizni je u popisovaných sklízecích mlátiček víceméně lineárně rostoucí. S rostoucím výkonem motoru roste i spotřeba paliva. Z grafu 71 je u řady T a řady S patrný velký rozdíl ve spotřebě paliva při práci. Důvod pro takový rozdíl není pouze ve velikosti a výkonu motoru, ale i v konstrukci mláticích a separačních mechanismů. U řady S je z grafů 72, 73, 74 patrná nejen vyšší spotřeba paliva, ale také vyšší průměrné zatížení motoru se závislostí na typu výmlatu. Jednotlivé body u bodových grafů znázorňují jednotlivé parametry konkrétních sklízecích mlátiček, tedy co bod to sklízecí mlátička a její parametry.

U grafu 72 jsou patrné tři přímky závislosti. Spodní přímka s proložením jsou parametry sklízecích mlátiček od roku výroby 2016. Stroje vyrobené po roce 2016 mají na motoru provedené úpravy a motor má při stejném zatížení nižší spotřebu. Prostřední přímka jsou sklízecí mlátičky starší roku 2016. Mezi body je též pár výjimek, které nezapadají do tohoto vzorce, je jich ale nízké procento. Vrchní přímka s pěti body jsou sklízecí mlátičky se softwarovou výkonovou úpravou, tzv. chiptuningem. Standartní sklízecí mlátičky T660 jsou vybaveny výkonem 334 koní. Navýšení výkonu se u modifikovaných pohybuje mezi 30 a 40 koňmi. Z grafu 72 vyplývá, že u upravených sklízecích mlátiček je spotřeba paliva vyšší již při nízkém zatížení motoru a ideálních hodnot zatížení motoru stroj nikdy nedosáhne, protože je limitován technologií separace konkrétně klávesovým vytrásadlem.



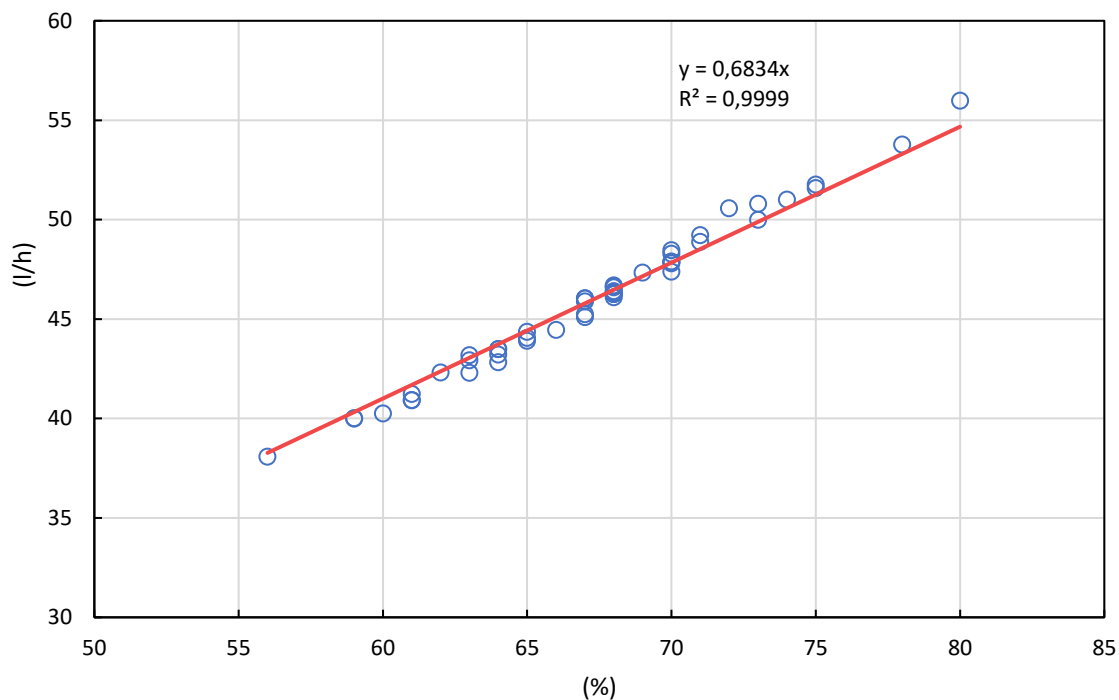
Obrázek 71: Graf Průměrné hodinové spotřeby při práci sklízecích mlátiček

Graf závislosti spotřeby paliva při práci na zatížení motoru JD T660



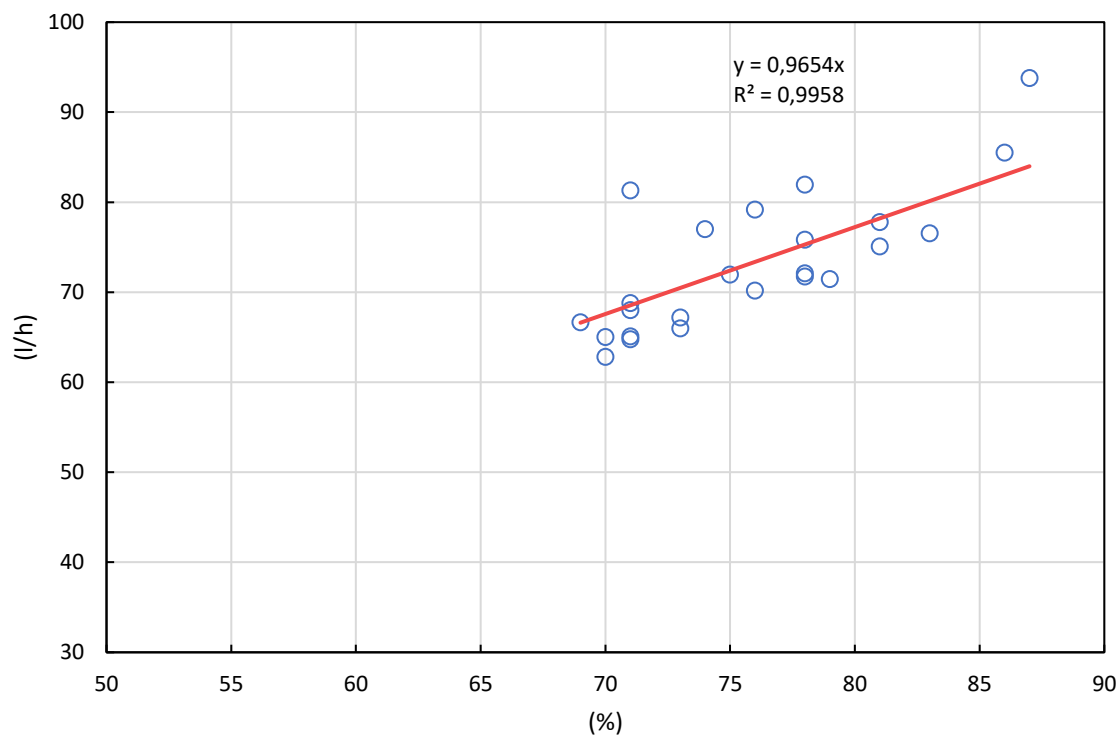
Obrázek 72: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru T660

Graf závislosti spotřeby paliva při práci na zatížení motoru
JD T670



Obrázek 73: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru T670

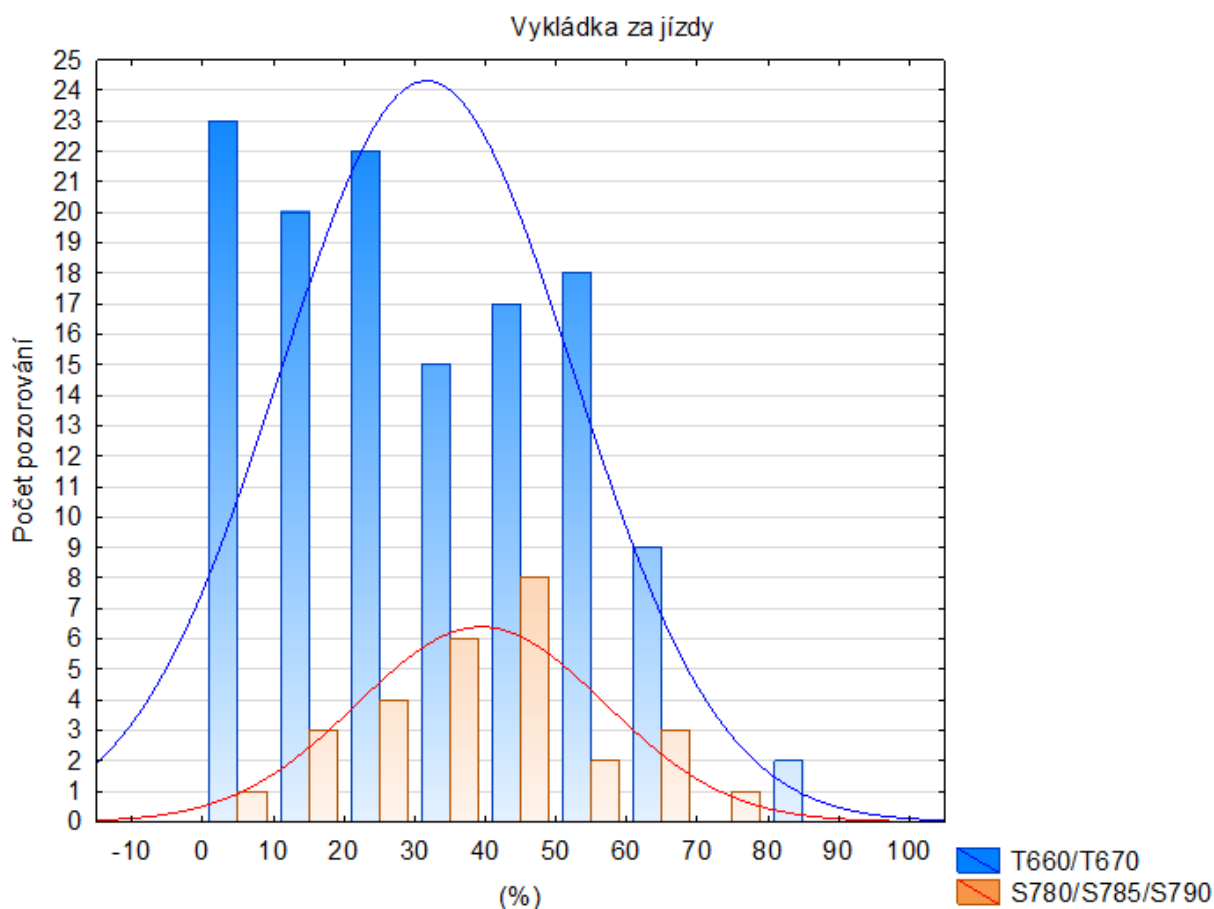
Graf závislosti spotřeby paliva při práci na zatížení motoru
JD S780, S785, S790



Obrázek 74: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru S700

17. Vliv vykládky zásobníku zrna během sklizně

Způsob vykládky výrazně ovlivňuje náklady sklizně. Graf 75 popisuje jak a kolik sklízecích mlátiček využívá vykládku za jízdy. U sklízecích mlátiček T je vyšší počet sklízecích mlátiček, které využívají vykládku během jízdy od 0 do 30 %. U sklízecích mlátiček řady S je nejvyšší počet při využití vykládky za jízdy od 40 do 50 %. Tento fakt může být vysvětlen tím, že mlátičky řad S jsou pořizovány většími podniky, které například využívají překládací vozy a mohly disponovat pozemky o větší výměře. Při vykládce za stání vzrůstá celková spotřeba paliva, například průměrný čas vykládky za stání a čekání na odvozní prostředek za sezónu je u sklízecích mlátiček řad T660 a T670 10 hodin a 41 minut. Při průměrné spotřebě v nečinnosti stroje 8,6 l/h to je 92 litrů paliva. Při ceně motorové nafty 23 Kč/l činní ztráta 2116 Kč. Za stejnou dobu při průměrné výkonnosti 2,8 ha/h by mohla průměrná sklízecí mlátička sklidit 30 ha. Při cenách služeb sklizně 1600 Kč/ha to je 48 000 Kč. Celková ztráta oproti stoprocentnímu vykládání za jízdy je tedy 50 116 Kč.



Obrázek 75: Graf využití vykládky za jízdy

18. Výsledky a diskuze

Ze srovnání kvality práce předváděcích sklízecích mlátiček John Deere T660i Hillmaster a Case 8250 vyšla navzdory technickým parametrům lépe sklízecí mlátička John Deere T660i Hillmaster. Nejen ve spotřebě paliva, kdy rozdíl mezi spotřebami strojů činil 7,5 l/ha, ale také v celkových ztrátách zrna, kdy sklízecí mlátička JD měla ztrátu 598 Kč/ha oproti nulovým ztrátám a Case 1008 Kč/ha. Kvalita slámy byla též vyšší u sklízecí mlátičky JD rozdíl mezi šířkami záběru a velikosti řady slámy jsou vyobrazeny na obrázcích 56–61. Ne všechny naměřené parametry jsou však vinou mláticích mechanismů. Při jiných podmínkách sklizně nebo jiných obsluhách sklízecích mlátiček mohou být výsledky odlišné.

Při porovnávání spotřeby paliva u sklízecích mlátiček New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster v rámci tří sezón byla zjištěna průměrná spotřeba paliva při sklizni pšenice ozimé následovně: 13,2 % u sklízecí mlátičky New Holland, 16 % u John Deere. Při sklizni řepky olejky měl NH průměrnou spotřebu ze tří let 13 l/ha a JD 17,7 l/ha. Spotřeba při sklizni ječmene jarního byla u NH 13,2 l/ha a u JD 16,4 l/ha. Spotřeba paliva je tedy u sklízecí mlátičky NH výrazně nižší, stejně tak pořizovací cena, a to skoro o milion korun. Nutné je však podotknout, že sklízecí mlátička JD má mnohem vyšší výbavu oproti posuzované sklízecí mlátičce NH (rozdíly jsou uvedeny v tabulce). Rozdíl spotřeby paliva může být zapříčiněn rozdílnou šíří záběru žacího adaptéru, kdy se sklízecí mlátička JD musí na stejném pozemku vícekrát otáčet na souvrati. Také typ mláticího ústrojí může ovlivňovat spotřebu paliva posuzovaných strojů. JD má sice plynulejší tok materiálu mláticími mechanismy, ale dráha kterou materiál musí projít při pracovním procesu je delší a s rostoucí dráhou roste i tření. Tato část práce posuzuje spotřebu paliva v rámci tří let u sklízecích mlátiček New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster. Mašek a kolektiv posuzuje náklady na provoz u devíti sklízecích mlátiček NH CR a devíti NH CX v rámci deseti let. (2)

Při měření ztrát a poškození zrna u předváděcí demo sklízecí mlátičky John Deere T660i Hillmaster byly zjištěny průměrné ztráty zrna 0,4 % a průměrné poškození zrna 1 %. Tahir a kolektiv (2003) uvádí při sklizni pšenice Claasem Dominatorem průměrné ztráty 1,25 % a průměrné poškození zrna 5,7 %. Dále uvádí průměrnou spotřebu 15 l/akr tedy 37 l/ha. U sklízecí mlátičky John Deere byla naměřena průměrná spotřeba paliva 16,7 l/ha. Šotnar a kolektiv (2018) měří ztráty na axiální sklízecí mlátičce a porovnávají hodnoty při automatickém a vlastním nastavení pracovních mechanismů. (37) (38)

U porovnání průměrné hodinové spotřeby paliva sklízecích mlátiček John Deere modelů T a S je na první pohled patrná vyšší spotřeba paliva axiálních modelů. Je dána nejen většími výkonnějšími motory, ale také typem mláticích a separačních mechanismů. U porovnání průměrné spotřeby paliva ku průměrnému zatížení motoru vyšly zajímavé výsledky u sklízecích mlátiček John Deere T660. Sklízecí mlátičky, které mají navýšený výkon úpravou softwaru řídicí jednotky motoru o 30–40 koní mají vyšší spotřebu již při nízkém zatížení motoru a optimálního zatížení motoru nejspíš ani nedosáhnou vlivem stropu sklizňové výkonnosti klávesovým vytrásadlem.

Uživatelé modelů sklízecích mlátiček T a S poměrně dost rozdílně využívají vykládku zásobníku zrna během jízdy. U modelů T je vyšší počet uživatelů, kteří vykládají zásobník do 30 % celkového vykládání. Naopak u modelů S je největší počet uživatelů vykládajících za jízdy mezi 40 a 50 % z celkového vykládání. To může být ovlivněno tím, že uživatelé modelů S využívají překládacích vozů a mohly disponovat většími rozlohami pozemků. Na malém krátkém pozemku je vykládka za jízdy výrazně omezena. Dále bylo zjištěno, že sklízecí mlátičky T660 a T670 průměrně stráví vykládkou za stání 10 hodin a 41 minut za sezónu. Při ceně paliva konkrétně motorové nafty 23 Kč/l a ceně služby sklizně 1600 Kč/ha je cena tohoto promarněného času oproti stoprocentní vykládce za jízdy 50 116 Kč.

19. Závěr

Pracovní operace na zemědělských pozemcích si dnes lze jen těžko představit bez jakékoliv mechanizace. Pracovních sil v zemědělském odvětví ubývá a náklady na zaměstnance rostou. Zemědělské stroje jsou proto v poslední době čím dál tím větší a výkonnější, aby stačily vykonávat za krátkou dobu co nejvíce práce a jejich obsluha byla co nejméně početná. Jsou, ale také těžší a aby při stálém zvyšování výkonnosti neklesala kvalita práce využívají stroje moderní technologie jako, jsou například variabilní zacházení s pozemky, a to od zakládání porostů po jeho hnojení a ochranu.

Sklízecí mlátičky nejsou výjimkou, obvykle se řadí na špičku současných technologií a disponují moderními systémy pro zajištění kvalitnější, komfortnější a výkonnější sklizně. Důkazem toho může být i to, že sklízecí mlátičky dostaly jako první zemědělský stroj ke své práci počítač. Patří mezi jedny z nejdůležitějších strojů, které jsou v zemědělství používány, neboť včasnost a kvalita sklizně značně ovlivňuje výsledek celoročního snažení a investic. Proto se výrobci, snaží vyvíjet nejen lepší a výkonnější pracovní mechanismy, ale i vyloučit

chybný lidský faktor, například při navádění stroje či nastavování pracovních mechanismů v rámci podmínek sklizně.

Konvenční tangenciální sklízecí mlátičky zažívají v posledních letech určitou renesanci. I když jsou axiální a hybridní sklízecí mlátičky oproti tangenciálním v určitých podmínkách výkonnější, tangenciální mají stále svůj post na trhu. Možná pro svou univerzálnost, jednoduchost, cenu. V malých farmách je tangenciální technologie výmlatu se separací klávesovým vytrásadlem dostatečně výkonná ne-li předimenzovaná. Šetrnost separace ke slámě je zase kvitována v podnicích s živočišnou produkcí.

V diplomové práci byly provedeny tyto úlohy: stručné popisy navádění sklízecích mlátiček, výnosměřů, vlhkoměřů, vytváření výnosových map, popis měření ztrát a používané pomůcky pro měření ztrát, deskripci a rozdíly tangenciálních, axiálních sklízecích mlátiček. Dále v praktické části bylo provedeno praktické porovnání předváděcích demo sklízecích mlátiček John Deere T660i Hillmaster a Case 8250. V dalším porovnání byly porovnávány stroje New Holland CX 8070 a John Deere T560i Hillmaster v rámci tří sezón. Měření a porovnávání ztrát a poškození zrna předváděcí demo sklízecí mlátičky John Deere T660i Hillmaster. Zjištění závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru během sezóny 2020 u sklízecích mlátiček John Deere T a S. A na závěr zjištění a porovnání vlivu způsobu vykládky zásobníku zrna.

Zjištěné výsledky praktické části jsou prokazatelné na první pohled, je však záhodno uvést, že v jiných podmínkách mohou výsledky vycházet jinak. Například při porovnání kvality práce sklízecích mlátiček John Deere T660i Hillmaster a Case 8250 vyšly výsledky sice ve prospěch John Deere, je ale důležité říci, že v jiných podmínkách sklizně, nebo při vedení stroje jinou obsluhou, mohou výsledky dopadnout rozdílně. U využití vykládky za jízdy je jasný rozdíl ve způsobu vykládání zásobníku zrna mezi uživateli modelů T a S. Vykládání za jízdy se ukázalo jako ekonomicky výhodnější, je ale vhodné zamyslet se nad tím, že stoprocentní vykládka za jízdy v praxi není možná a u zemědělských pozemků s malou výměrou někdy i nemožná a vzít též v potaz zhutňování půdy a snažit se skombinovat všechny faktory při sklizni v jeden velký kompromis. Zajímavé zjištění nastalo při výpisu průměrné hodinové spotřeby paliva ku zatížení motoru, kdy u sklízecích mlátiček John Deere T660i vnikly tři závislosti. Spodní přímka uvádí sklízecí mlátičky mladší roku výroby 2016, kdy jsou motory lépe naladěné oproti starším. Vrchní přímka pěti bodů (jeden bod značí vždy konkrétní jednu sklízecí mlátičku) označuje sklízecí mlátičky, které mají software řídicí jednotky motoru upravený tak

aby jmenovitý výkon byl o 30–40 % vyšší. To však vede k vyšší spotřebě paliva již při nízkém zatížení motoru a motor téměř nikdy nedosáhne optimálních hodnot zatížení.

Seznam použité literatury

- (1) JUN, Jiří. Navigační systémy 21. století v praxi [online]. Praha: Profi Press, 2012 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/navigacni-systemy-21-stoleti-v-praxi/>
- (2) MAŠEK, Jiří a Petr NOVÁK. Evaluation of combine harvester operation costs in different working conditions [online]. Jelgava: Jasiskas Algirdas, 2017 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2017/Papers/N254.pdf>
- (3) KUMHÁLA, František, Petr HEŘMÁNEK, Jiří MAŠEK, Zdeněk KVÍZ a Ivo HONZÍK. Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinou výrobu. Praha: Česká zemědělská universita v Praze, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- (4) KATSIKIANNI, G, F PEROSANZ a S LOYER. Galileo millimeter-level kinematic precise point positioning with ambiguity resolution. Earth Planets Space 71 [online]. 2019, 2019(71), 15 [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1186/s40623-019-1055-1](https://doi.org/10.1186/s40623-019-1055-1)
- (5) STŘELCOVÁ, LOPOUR a Ondřej SOUČEK. Technologie a média. E15.cz [online]. Praha: E15, 2020 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/technologie-a-media/zbyle-satelity-na-obeznou-drahu-vysleme-jeste-letos-veri-strelcova-a-lopour-z-programu-galileo-1366637>
- (6) LUKEŠ, Zdeněk a Leoš MERVART. Metoda PPP s řešením ambiguit v reálném čase. Brno: ECON publishing, 2013. ISBN 978-80-86433-57-8.
- (7) KILIÁN, Karel. Jaký je rozdíl mezi satelitními navigačními systémy GPS a GLONASS [online]. Praha: Svět androida, 2014 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/jaky-je-rozdil-satelitnimi-navigacnimi-systemy-gps-glonass/>
- (8) RTK Technologie precizního zemědělství. Deere.cz [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/precizni-rizeni-zemedelskych-praci/displeje-prijimace/system-rtk/>
- (9) DEERE, John. Řešení managementu zemědělství (AMS). Strompraha.cz [online]. Praha: Strom a.s., 2018 [cit. 2021-02-01]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bc9f9#1>
- (10) Integrované displeje. Technologie precizního zemědělství. Deere.cz [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/precizni-rizeni-zemedelskych-praci/displeje-prijimace/Integrované-displeje/>

- (11) Přenosné displeje. Technologie precizního zemědělství. Deere.cz [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/precizni-rizeni-zemedelskych-praci/displeje-prijimace/pienosne-displeje/>
- (12) PTÁČNÍK, Jiří. Automatické navádění je už standard [online]. Praha: Profi Press, 2016 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/automaticke-navadeni-je-uz-standard/>
- (13) Myjohndeere.com [online]. [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: <https://myjohndeere.deere.com/mjd/my/login?TARGET=https:%2F%2Fmyjohndeere.deere.com%2Fmjd%2Fmyauth%2Fdashboard>
- (14) New Holland CR [online]. Praha, 2016 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: http://www.agrotechnicmoravia.cz/obrazky-soubory/nh_prospektcr_pro-web-final-2d6d0c-6044d.pdf?redir
- (15) PRECISION LAND MANAGEMENT [online]. 2018 [cit. 2021-02-17]. Dostupné z: https://www.waupunequipment.com/pdf/3/PLM-Precision-Farming-Catalog_01-31-18_PM-18002.pdf
- (16) BŘEČKA, Josef, Ivo HONZÍK a Karel NEUBAUER. Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 80-213-0738-2.
- (17) MAŠEK, Jiří, Milan KROULÍK, František KUMHÁLA a Tomáš LOCH. Technika a technologie pro precizní zemědělství. Mechanizace zemědělství. TF ČZU Praha: Profi Press, 2009, 2009(5), 32-37. ISSN 0373-6776.
- (18) PŘEDSTAVENÍ S700 NA ČESKÝCH POLÍCH [online]. Praha: Strom a. s., 2017 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/novinky/predstaveni-s700-na-ceskych-polich>
- (19) Mapování výnosů u sklízecích mlátiček jako součást precizního zemědělství [online]. Praha: Profi Press, 2002 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/mapovani-vynosu-u-sklizecich-mlaticek-jako-soucast-precizniho-zemedelstvi/>
- (20) PETRE, Miu. COMBINE HARVESTERS THEORY, MODELING, AND DESIGN. 1. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2016. ISBN 13: 978-1-4822-8237-5.
- (21) Řada S700 automatizovaná sklízecí mlátička [online]. Praha: Strom a. s., 2018 [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <http://viewer.zmags.com/publication/fc6acfea#/fc6acfea/8>
- (22) LEXION Sklízecí mlátičky 8900 8800 8700 7700 7600 7500 7400 [online]. Praha: Agrall a. s., 2020 [cit. 2021-03-06]. Dostupné z:

- <https://www.special.claas.com/blueprint/servlet/blob/2302220/a6ecea1950293e4cebb818e7b5a5dc43/402879-23-dataRaw.pdf>
- (23) NH CX7 & CX8 CX7.80 I CX7.90 I CX8.70 I CX8.80 I CX8.90 [online]. Praha: Agrotec, 2018 [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/getattachment/0ca5df8f-5468-4aa9-a5f4-24b3a5715454/Prospekt-sklizeci-mlaticky-CX-7-80-8-90.aspx>
- (24) Performance Evaluation, Combine Optimisation: Nepublikovaná firemní literatura společnosti John Deere. 2020.
- (25) Feiffer consult [online]. Německo: feiffer consult, 2018 [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: https://feiffer-consult.de/epages/98b24c59-03ca-45e0-8edd-de39a259db15.sf/en_GB/?ObjectPath=Categories
- (26) PTÁČNÍK, Jiří. JAK MĚŘIT A POSUZOVAT ZTRÁTY U SKLÍZECÍCH MLÁTICEK [online]. Praha: Strom a. s., 2020 [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/novinky/jak-merit-a-posuzovat-ztraty-u-sklizecich-mlaticek>
- (27) PTÁČNÍK, Jiří. JAK SPRÁVNĚ POSUZOVAT KVALITU ZRNA PŘI SKLIZNI [online]. Praha: Strom a. s., 2020 [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/novinky/jak-spravne-posuzovat-kvalitu-zrna-pri-sklizni>
- (28) STEHNO, Luboš, Petr BENEŠ, David JANDA, Miroslav MIKULIČ, Pavel PÁNEK, Martina PAULOVÁ a Michael ŠTECL. Historie sklízecích mlátiček. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2014, 284 s. ISBN 978-80-86726588.
- (29) CX 7.80 - 8.90 [online]. [cit. 2021-05-08]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/products/skliznove-stroje/cx-7-80-8-90>
- (30) SKLÍZECÍ MLÁTIČKY ŘADY T. Strompraha.cz [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://www.strompraha.cz/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky/tangencialni/sklizeci-mlaticky-rady-t>
- (31) Change my 15 to my 16: Nepublikovaná firemní literatura společnosti John Deere. 2019.
- (32) Firemní literatura New Holland: Nepublikovaná firemní literatura společnosti New Holland. Praha: Agrotec, 2019.
- (33) Axial-Flow 150. Agrics [online]. 2018 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <https://www.agrics.cz/produkty/skliznova-technika/kombajny-axial-flow/axial-flow-150>

- (34) Axial-Flow 250. Agrics [online]. [cit. 2021-04-08]. Dostupné z:
<https://www.agrics.cz/produkty/skliznova-technika/kombajny-axial-flow/axial-flow-250>
- (35) SKLÍZECÍ MLÁTIČKY ŘADY S700 [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z:
<https://www.strompraha.cz/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky/axialni/sklizeci-mlaticky-rady-s700>
- (36) CR REVELATION. Agrotec.cz [online]. [cit. 2021-02-08]. Dostupné z:
<https://www.eagrotec.cz/products/skliznove-stroje/cr-revelation>
- (37) TAHIR, Abdul Rehman, Faizan Ul Haq KHAN a Khurram EJAZ. Techno-Economic Feasibility of Combine Harvester (Class Denominator) - A Case Study. Pákistán, 2003. Případová studie. Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Agriculture, Faisalabad.
- (38) ŠOTNAR, Martin, Jiří POSPÍŠIL, Jan MAREČEK, Tereza DOKUKILOVÁ a Vojtěch NOVOTNÝ. Influence of the Combine Harvester Parameter Settings on Harvest Losses. *Acta Technologica Agriculturae*. 2018, (213), 105-108. Dostupné z:
doi:<https://doi.org/10.2478/ata-2018-0019>
- (39) FEIX, František. Vliv konstrukce mlátičího mechanismu na provozní parametry sklízecích mlátiček. 2019, bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1: Lokální stanice StareFire 6000 Rádio RTK | 6 |
| https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bc9f9#6 | |
| Obrázek 2: Přijímač StareFire 6000 s držákem | 6 |
| https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bc9f9#6 | |
| Obrázek 3: Přijímač StareFire 6000, s modemem Mobile RTK | 6 |
| https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bc9f9#6 | |
| Obrázek 4: Kompenzace nerovností | 7 |
| https://www.deere.cz/assets/publications/index.html?id=fc2bc9f9#6 | |
| Obrázek 5: Přijímač StareFire zabudovaný do kabin 7R a 8R | 7 |
| http://salesmanual.deere.com/sales/salesmanual/en_NA/ams/2020/feature/starfire_6000/compatible_variety_machines.html | |
| Obrázek 6: Displej GreenStar 2630 | 8 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 7: Displej GreenStar 4200 | 8 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 8: Metody přímých liniích v displeji CommandCenter 4600 | 8 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 9: Postup nastavení linie metodou (A + B) | 9 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 10: Postup nastavení linie metodou (A + kurz) | 10 |
| https://myjohndeere.deere.com | |

| | |
|---|----|
| Obrázek 11: Tlačítko křivky AB v displeji CommandCenter 4600 | 10 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 12: Křivky AB | 11 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 13: Fáze AutoTrac | 12 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 14: Pojezdová páka CommandARM řady S a T | 12 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 15: Aktivní linie a sklizená plocha | 13 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 16: Přijímač Trimble 372 | 13 |
| https://www.waupunequipment.com/pdf/3/PLM-Precision-Farming-Catalog_01-31-18_PM-18002.pdf | |
| Obrázek 17: SmartSteer | 13 |
| http://www.agrotechnicmoravia.cz/laserovy-system-smartsteer | |
| Obrázek 18: Navádění na řádek kukuřice | 14 |
| https://www.waupunequipment.com/pdf/3/PLM-Precision-Farming-Catalog_01-31-18_PM-18002.pdf | |
| Obrázek 19: Laser Pilot | 15 |
| https://www.special.claas.com/blueprint/servlet/blob/1899470/4927815ec93ed0cfe5b7b962bbcf58a0/357920-23-dataRaw.pdf | |
| Obrázek 20: Objemové výnosoměry | 16 |
| https://www.profiexpress.cz/archiv/mechanizace-zemedelstvi-052009/?text=ma%C5%A1ek#page/33 | |

| | |
|--|----|
| Obrázek 21: Hmotnostní výnosoměry | 17 |
| https://www.profiipress.cz/archiv/mechanizace-zemedelstvi-052009/?text=ma%C5%A1ek#page/33 | |
| Obrázek 22: Nárazová deska výnosoměru, vlevo John Deere, v pravo New Holland | 18 |
| https://www.youtube.com/watch?v=RTxmQlZ28PM&ab_channel=NewHollandAgriculture https://cropwatch.unl.edu/checks-and-adjustments-ensure-quality-yield-data-collection-unl-cropwatch-sept-11-2013 | |
| Obrázek 23: Tenzometrické váhy v zásobníku zrna | 18 |
| https://www.strompraha.cz/novinky/predstaveni-s700-na-ceskych-polich | |
| Obrázek 24: Vlhkoměr New Holland | 19 |
| https://agriculture.newholland.com/apac/en-nz/precision-land-management/products/harvest-solutions/real-time-combine-moisture-sensing | |
| Obrázek 25: Vlhkoměr Claas | 19 |
| https://www.special.claas.com/blueprint/servlet/blob/2302220/a6ecea1950293e4cebb818e7b5a5dc43/402879-23-dataRaw.pdf | |
| Obrázek 26: Vlhkoměr slámy v šikmém dopravníku | 20 |
| Nezveřejněná firemní literatura společnosti Agrall | |
| Obrázek 27: Mapa výnosu | 21 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 28: Mapa vlhkosti | 21 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 29: Mapa spotřeby paliva | 22 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 30: Mapa po aplikaci tekutého statkového hnojiva | 22 |

| | |
|---|----|
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 31 | 24 |
| https://myjohndeere.deere.com | |
| Obrázek 32 | 25 |
| Nezveřejněná firemní literatura společnosti Strom a.s. | |
| Obrázek 33: Aplikace Grain Loss | 26 |
| https://apps.apple.com/gb/app/grain-loss-calculator/id1460798489 | |
| Obrázek 34: Aplikace Go Harvest | 26 |
| https://apps.apple.com/us/app/goharvest/id684295661 | |
| Obrázek 35: Sada pro měření ztrát Feifer | 28 |
| https://feiffer-consult.de/shop/en | |
| Obrázek 36: upevňovací tyč, elektromagnet, odběrová miska | 28 |
| https://feiffer-consult.de/shop/en | |
| Obrázek 37: Místa upevnění odběrových misek | 28 |
| https://feiffer-consult.de/shop/en | |
| Obrázek 38: Sítová skříň pro měření poškození zrn | 29 |
| https://feiffer-consult.de/shop/en | |
| Obrázek 39: Evoluce modelu T | 31 |
| Nezveřejněná firemní literatura společnosti Strom a.s. | |
| Obrázek 40: Ventilovaná kaskáda | 32 |
| Nezveřejněná firemní literatura společnosti Strom a.s. | |
| Obrázek 41: Mláticí buben s dělenými mlatkami Ultra-Flow | 34 |

<https://www.eagrotec.cz/getattachment/0ca5df8f-5468-4aa9-a5f4-24b3a5715454/Prospekt-sklizeci-mlaticky-CX-7-80-8-90.aspx>

Obrázek 42: Dvě přišroubované protimlatky 34

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 43: Protimlatky a vyměnitelné části koše 35

Vlastní foto

Obrázek 44: Regulace otáček klikové hřídele vytrřasadla u NH 37

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 45: Vynášecí mechanismy u JD a NH 37

Vlastní foto a Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 46: Kaskádové ventilované stupně 38

Vlastní foto

Obrázek 47: Šnekové dopravníky a domlaceče 38

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 48: Příčky s kurtami pro rovnoměrné rozvrstvení materiálu na svahu 40

Vlastní foto

Obrázek 49: Vkládací mechanismy JD, Case, NH 41

Prospekty firem Case, NH, JD

Obrázek 50: Klasické a Twin pitch rotory sklízecí mlátičky NH 42

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 51. Rotor JD 43

Nezveřejněná firemní literatura společnosti Strom a.s.

Obrázek 52: Rotor Case 43

<https://www.agrics.cz/produkty/skliznova-technika/kombajny-axial-flow>

Obrázek 53: Vyměnitelné koše NH 44

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 54: Jisticí mechanismus mláticích košů u NH 45

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

Obrázek 55: Pohyblivé vodící lišty 45

Nezveřejněná literatura společnosti Agrima Žatec s. r. o.

<https://www.agrics.cz/produkty/skliznova-technika/kombajny-axial-flow>

Obrázek 56: Kompenzace svahu u síťové skříně 47

Nezveřejněná literatura společnosti Agri CS

Obrázek 57: Domlaceče sklízecí mlátičky Case 48

<https://www.agrics.cz/produkty/skliznova-technika/kombajny-axial-flow>

Obrázek 58: Graf spotřeby paliva na ha JD, Case 51

Vlastní zdroj

Obrázek 59: Výška řady slámy 50 cm, John Deere T660i HM, záběr žacího adaptéru 7,6 m 53

Vlastní zdroj

Obrázek 60: Šířka řady slámy 180 cm, John Deere T660i HM, záběr žacího adaptéru 7,6 m 53

Vlastní zdroj

Obrázek 61: Výška řady slámy 20 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m 54

Vlastní zdroj

Obrázek 62: Šířka řady slámy 220 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m 54

Vlastní zdroj

| | |
|--|----|
| Obrázek 63: Výška řady slámy 25 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m | 55 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 64: Šířka řady slámy 80 cm, Case 8250, záběr žacího adaptéru 9,1 m | 55 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 65: Graf průměrné vlhkosti plodin | 58 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 66: Graf průměrného výnosu plodin | 59 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 67: Graf průměrné spotřeby paliva na ha | 59 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 68: Graf ztrát a poškození zrna při sklizni sklízecí mlátičkou JD T660i HM | 60 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 69: Graf porovnání ztrát při sklizni | 61 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 70: Graf porovnání poškození zrna při sklizni | 62 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 71: Graf Průměrné hodinové spotřeby při práci sklízecích mlátiček | 64 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 72: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru T660 | 64 |
| Vlastní zdroj | |
| Obrázek 73: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru T670 | 65 |
| Vlastní zdroj | |

Obrázek 74: Graf závislosti průměrné spotřeby paliva na průměrném zatížení motoru S700 65

Vlastní zdroj

Obrázek 75: Graf využití vykládky za jízdy

66

Vlastní zdroj