



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

Bakalářská práce

Hodnocení sklízecích mlátiček John Deere 670i a Claas Lexion 770

Autor práce: Martin Jurásek

Vedoucí práce: Ing. Martin Filip, Ph.D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato bakalářská práce hodnotí sklízecí mlátičky John Deere 670i a Claas Lexion 770 z hlediska nákladů, kvality výmlatu, ztrát a plošné výkonnosti. V práci je popsáno funkce sklízecích mlátiček a jejich technologický popis a využití v praxi. Parametry, které v bakalářské práci počítáme jsou předsklizňové a sklizňové ztráty, plošná a hmotnostní výkonnost, výnos hmoty, pojezdová rychlost, kvalita drcení, spotřeba pohonných hmot a fixní a variabilní náklady.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, mlátící ústrojí, ztráty, výnosy, kvalita drcení, ekonomické náklady

Abstract

This bachelor thesis evaluates the John Deere 670i and Claas Lexion 770 combine harvesters in terms of cost, threshing quality, losses and area performance. The thesis describes the functions of the combine harvesters and their technological description and practical applications. The parameters calculated in the bachelor thesis are pre-harvest and harvest losses, area and weight performance, mass yield, travel speed, crushing quality, fuel consumption and fixed and variable costs.

Keywords: combine harvester, threshing device, losses, yield, crushing quality, economic costs

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Martinu Filipovi, Ph.D., za čas, který mi věnoval při vypracování této bakalářské práce a také za odbornou pomoc a přínosné rady.

Obsah

Úvod.....	7
1 Základní části sklízecích mlátiček	8
1.1 Žací adaptéry	8
1.2 Žací ústrojí	9
1.3 Doprava sklizené hmoty.....	10
1.3.1 Šnekový dopravník	11
1.3.2 Šikmý dopravník.....	12
1.4 Mláticí ústrojí.....	13
1.5 Tangenciální mláticí ústrojí	14
1.5.1 Jednobubnové mláticí ústrojí	14
1.5.2 Vícebubnové mláticí ústrojí	15
1.5.3 Systém APS.....	16
1.6 Axiální mláticí ústrojí	16
1.6.1 Twin Rotor	17
1.7 Separační ústrojí.....	18
1.8 Čistidlo.....	20
1.8.1 Nastavení sít.....	21
1.9 Drtiče slámy	21
1.10 Systém HillMaster.....	22
2 Metodika	23
2.1 Metoda stanovení předsklizňových ztrát.....	23
2.2 Metoda stanovení sklizňových ztrát.....	24
2.2.1 Metoda stanovení absolutních ztrát.....	25
2.2.2 Metoda stanovení relativních ztrát.....	25
2.3 Metoda zjištění vlhkosti zrna	26
2.4 Metoda zjištění výkonnosti	26

2.4.1	Plošná výkonnost	26
2.4.2	Hmotnostní výkonnost	27
2.4.3	Čas pracovního nasazení sklízecí mlátičky	28
2.5	Výnos hmoty	30
2.6	Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky	30
2.7	Metoda zjištění kvality drcení	30
2.8	Metoda zjištění spotřeby pohonných hmot	31
2.9	Ekonomické náklady na provoz stroje	32
2.9.1	Fixní náklady	32
2.9.2	Amortizace sklízecí mlátičky	32
2.9.3	Náklady na garážování sklízecích mlátiček	32
2.9.4	Náklady na povinné ručení	33
2.9.5	Variabilní náklady	33
2.9.6	Náklady na pohonné hmoty	34
2.9.7	Náklady na údržbu	34
2.9.8	Náklady na mzdu obsluhy	34
3	Výsledky	35
3.1	Výsledky předsklizňových ztrát	35
3.2	Výsledky sklizňových ztrát	36
3.2.1	Absolutní ztráty	36
3.2.2	Relativní ztráty	37
4	Diskuse	50
	Závěr	53
	Seznam použité literatury	55
	Seznam použitých obrázků	57
	Seznam tabulek	58

Úvod

Sklízecí mlátičky jsou již od počátku 20. století nedílnou součástí celého zemědělství. Zaměřují se převážně na sklizeň obilovin, luštěnin či olejnin. První taženou sklízecí mlátičku v Evropě začala vyrábět firma Claas roku 1936. V roce 1938 firma Massey – Harris zkonstruovala první samojízdnu sklízecí mlátičku v Evropě. I když za tu dobu stroje prošly, řadou spousty změn, a tak jsou to dnes jedny z nejkompaktnějších a nejvyužívanějších zemědělských strojů. Neustálý vývoj těchto strojů vede k dosahování stále lepších výsledků a to při jejich maximálně efektivním provozu.

Sklízecí mlátičky můžeme rozdělit dle konstrukčního provedení mláticího ústrojí, na tangenciální a axiální. V Evropě se častěji setkáme s tangenciálním mláticím ústrojím, které se většinou skládá z mláticího bubnu a mláticího koše. Před mláticí bubem však může být ještě umístěn bubem urychlovací. S axiálním mláticím ústrojím se setkáme častěji například v Americe, avšak pravidlem to být nutně nemusí. Toto ústrojí se skládá z jednoho či dvou bubnů, které mohou být řešeny podélně, příčně anebo se mohou kombinovat.

Důležitým aspektem, který musí sklízecí mlátička zohledňovat, je ekonomické hledisko, které se nám u různých druhů sklízecích mlátiček může trochu lišit. Různé druhy sklízecích mlátiček nám však mohou vytvářet různou kvalitu zrna či výmlatu a také přivodit různé ztráty. Proto výběr mlátičky bude většinou záviset na prostředí, ve kterém by se mělo pracovat. Sklízecí mlátičky bychom měli volit s rozumem a brát je jako velkou investici do budoucna. Můžeme s nimi sklízet několik druhů plodin, na které je nutné sklízecí mlátičky specificky upravit či nastavit tak, aby byla práce co nejjednodušší a nejrychlejší a ztráty zároveň co nejmenší. Mám na mysli například správný výběr žacího adaptéru, který se dle druhu plodiny liší nebo jeho správné seřízení či nastavení rozměrů v mláticím ústrojí.

Hodnocení sklízecích mlátiček John Deere 670i a Claas Lexion 770 bude prováděno za účelem zjištění kvality jednotlivých strojů v běžném provozu a jejich porovnání z pracovního i ekonomického hlediska. Díky výsledkům získaným na pracovišti, můžeme dle vzorců získat potřebné hodnoty pro dostatečné zhodnocení práce.

1 Základní části sklízecích mlátiček

Tyto nezbytné součásti sklízecích mlátiček jsou základními prvky každé sklízecí mlátičky a jejich chod a kompatibilita je potřebná pro správnou funkčnost stroje. Mezi hlavní části řadíme žací ústrojí, mlátící ústrojí, čistící ústrojí a separační ústrojí. Tyto jednotlivá ústrojí jsou se sebou přímo spojena. (Červinka a kol., 2003)

1.1 Žací adaptéry

Nejprve přichází s porostem do styku dělič, ten rozdělujeme na dva základní druhy. Máme aktivní či pasivní děliče. Úkolem děličů je porost rozdělit bez nadbytečných ztrát zrna. Krátké děliče používáme pro krátký porost a děliče dlouhé naopak pro porost dlouhý. Aktivní děliče (pohyblivé) jsou opatřeny protiběžnou kosou která je poháněna hydromotory. Tyto děliče se používají pro sklizeň řepy. Pasivní děliče (nepohyblivé) jsou pevně upoutány a nemají žádnou aktivní funkci, slouží pouze k oddělení sklizené hmoty. Při přejezdech mohou být zataženy kvůli bezpečnější manipulaci. (Kumhála et al., 2007)

Dalším krokem je kontakt porostu s přihaněče, ten posouvá materiál do žacího ústrojí k šnekovému dopravníku. Pohon žacího adaptéru zajišťuje kloubová hřídel, která se připojuje k výstupní hřídeli umístěné na šikmém dopravníku. Výstupní hřídel je poháněna nepřímo pomocí řemene od agregátu sklízecí mlátičky. Přihaněč můžeme hydraulicky výškově nastavit. Při sklizni stojatého obilí je jeho výška typicky kolem jedné třetiny výšky celého porostu. Je zásadní, aby výška obilí neklesla pod úroveň těžiště, jinak může dojít k namotání sklizeného materiálu na přihaněč. U přihaněče je možné regulovat počet otáček, které jsou přímo závislé na pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky. (Roh et al., 1997)

V rámci správného fungování přihaněče musíme přihaněč nastavit tak aby docházelo k jeho 100 % účinnosti. Důležité pro nastavení přihaněče je aby jeho maximální nastavená výška byla v 1/3 porostu a aby přihaněč dosahoval větších otáček než je samotná pojezdová rychlost. Tím zabráníme zbytečným závadám a využijeme maximální potenciál přihaněče. (Janotka, 2017)

Přihaněče pro přiklánění obilí mohou mít různou konstrukci: 1) normální s pevnými přiháňkami, 2) hrabicové, 3) výstředníkové, 4) kopírovací se sklopnými přiháňkami. Výstředníkový přihaněč je nejrozšířenější, normální přihaněč s pevnými přiháňkami je vhodný pro široký záběr, protože přiháňky slouží jako nosník přihaněče.

Přihaněč hrabicový se používá u menších sklízecích mlátiček s paralelním postavením. Kopírovací přihaněč se používá pro krátké porosty, jako je tráva nebo krátký ječmen. Každý typ přihaněče má své výhody a je vhodný pro určité druhy plodin a podmínky sklizně. Jejich hlavním úkolem je posouvat zrna do průběžného šnekového dopravníku s co nejmenšími ztrátami. (Kumhála et al., 2007)

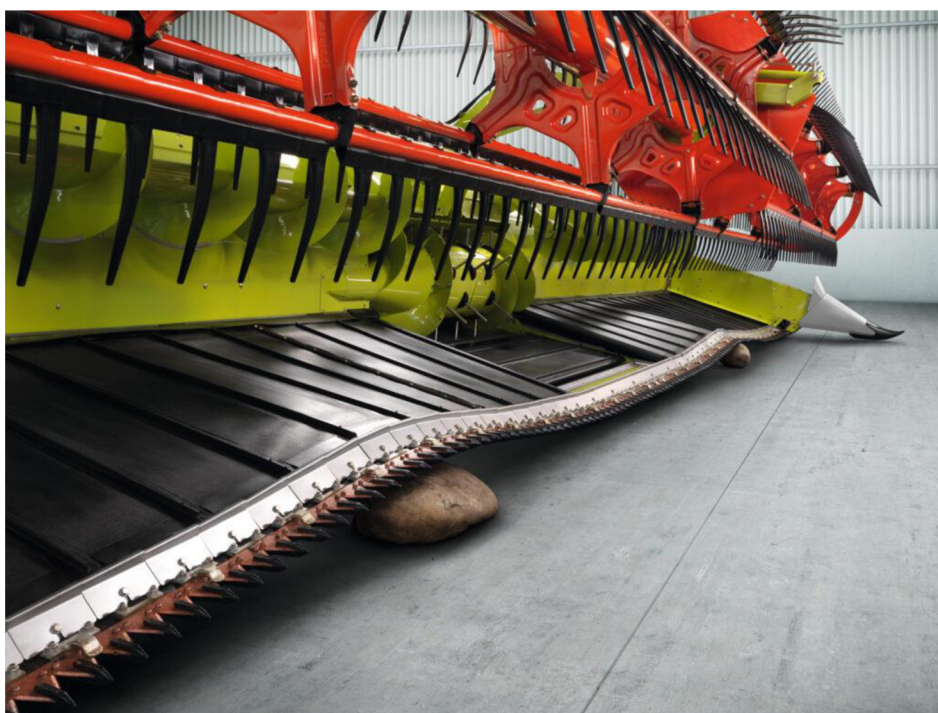
Při sklizni polehavého obilí, je přihaněč vysouván co nejvíc vpřed, aby dokázal přenést polehlé obilí k žacímu ústrojí pomocí zvedáčů. V případě, že je obilí skutečně polehlé, přizpůsobí se sklon přihaněček, aby lépe pronikal do porostu. Když se sklízí stojaté obilí, nastaví se sklon přihaněček vertikálně. Aby se předešlo přetížení nebo zabíjení cizími předměty, je přihaněč vybaven třecí spojkou. (Zlatohlávek, 2013)

1.2 Žací ústrojí

Základním zařízením pro sečení rostlin je žací ústrojí. Žací ústrojí se používají k odstranění nadzemní části rostlin, jako jsou píceňky, obilniny, luskoviny či olejnin, od podzemní části. Tím se odděluje vegetativní hmota rostliny, která je poté dále zpracovávána. Výška sečení se nastavuje v závislosti na požadavcích jednotlivých druhů rostlin. Každá rostlina má své specifické vlastnosti a požadavky na zpracování. Například obilniny se často sečou blízko země, zatímco některé píceňky mohou být sečeny ve vyšší výšce. Sečení se provádí v technologické zralosti porostu. To znamená, že rostliny jsou sklizeny ve správném okamžiku, kdy mají optimální složení a kvalitu. Správný čas sklizně je důležitý faktor pro dosažení maximální úrody a kvality plodin. Celý proces sečení a zpracování rostlin je důležitým krokem v zemědělství a výrobě potravin. Správné nastavení žacího stroje a výběr vhodného času pro sečení pomáhá dosáhnout optimálních výsledků a výnosů z pěstovaných plodin. (Maleř et al., 1986)

Prstové žací ústrojí je jedním z typů žacích mechanismů používaných na sklízecích mlátičkách. Skládá se z prstů, které posouvají nože přímovratným pohybem. Nože jsou pevně uchyceny pomocí nýtů k nosiči nožů. V moderních žacích ústrojích se často používají celouzavřené dvojprsty, které poskytují lepší žací vlastnosti. Nože jsou připevněny šrouby s maticemi, které jsou vybaveny plastovými kroužky, aby se zabránilo jejich samovolnému povolování. Rozteč prstů a nožů je 76,2 mm, což je optimální mezera pro účinné sečení a oddělování rostlin. Přeběhová kosa se zdvihem 84 mm je také součástí žacího ústrojí, což přispívá k lepším žacím vlastnostem. Sklízecí mlátičky používají planetové převodové skříně s výstředníkem a čepem. Ojnice je

horizontálně umístěna na čepu výstředníku a spojuje ho s čepem kosa. Toto uspořádání umožňuje pohyb kosa při sklizni. Pro pohon těchto převodů se často využívají klínové řemeny nebo rotační hydromotory. Klínové řemeny jsou tradičním způsobem pohonu, zatímco rotační hydromotory poskytují plynulý a přesný pohon s možností regulace rychlosti. Tato technická řešení a mechanismy přispívají k efektivnímu sečení a sklizni plodin pomocí sklízecích mlátiček. Při sečení polehlého porostu je nutné použít zvedače, které se vyrábějí z ploché oceli a na kterou je přivařen unašeč kruhového profilu. Zvedače jsou pevně uchyceny k prstům a jejich počet je volitelný, nejčastěji se dávají na každý čtvrtý prst. (Zlatohlávek, 2013)



Obrázek 1.1 Žací ústrojí sklízecí mlátičky (mechanizaceweb.cz, 2018)

1.3 Doprava sklizené hmoty

Hmota ve sklízecí mlátičce je posouvána pomocí dopravníků, které můžeme nazvat šnekový dopravník a šikmý dopravník. Tyto dva dopravníky mají každé základní funkci posunu sklizené hmoty. Šnekový dopravník posouvá porost do středu žacího stolu k šikmému dopravníku a šikmý dopravník přepravuje posečenou hmotu k mláticímu ústrojí. (Golasovský, 1993)

1.3.1 Šnekový dopravník

Za žacím ústrojím se nachází žací stůl, který slouží k přesunu materiálu směrem k šnekovému dopravníku. Šnekový dopravník se skládá ze tří částí spojených v jedno. Základem je trubka, jejíž délka se rovná přibližně šířce záběru stroje, a proto se dopravník nazývá průběžný. Šnekový dopravník je nadále vybaven dvěma šnekovnicemi, přičemž pravá šnekovnice je umístěna na levé straně a levá šnekovnice na pravé straně. Šnekový dopravník se otáčí ve stejném směru jako přiřaněč a jeho otáčky jsou konstantní. V prostřední části šnekového dopravníku se nachází palcový vkladač, který přebírá materiál a přesouvá ho do obou šnekovnic. Palce dopravníku jsou připevněny na otočné hřídeli, která je pevně vyosená směrem dopředu. Palce mají obdélníkový nebo kruhový průřez a jsou uloženy v plastových pouzdrech umístěných v objímkách na šneku. Při otáčení šneku se přední části palců vysouvají a zadní části se zasouvají. Šnekový dopravník je v základu nastaven tak, aby byl 20 mm nad dnem lišty. Vysunutí palců palcového vkladače se provádí otočením hřídele šnekového dopravníku a palce na straně u šikmého dopravníku musí být zasunuty, aby se zabránilo zpětnému posunu materiálu před lištu. Šnekový dopravník musí být umístěn přesně ve středu lišty. Na zadní straně šnekového dopravníku je umístěna stěrka, která slouží k zabránění namotávání plevele, například rmenu. Stěrka je vyrobena z ploché oceli a má podélné otvory, kterými lze přibližovat nebo oddalovat stěrku od šnekového dopravníku. (Zlatohlávek, 2013)



Obrázek 1.2 Šnekový dopravník sklízecí mlátičky (strom.cz, 2017)

1.3.2 Šikmý dopravník

Hmotu od šnekového dopravníku přebírá dopravník šikmý, ten je tvořeno jedním nebo dvěma řetězovými dopravníky. Unašeče na řetězech nesou ozubené lišty, které jsou na ně připevněny nýty. Šikmý dopravník je složen z hřídelí, vkládacích řetězů a latí. Na latích můžeme nalézt zoubky pro lepší posun materiálu. Výška řetězového dopravníku se upravuje tak, aby se střední lišta dotýkala dna šikmého dopravníku. V horní části se nachází dřevěné nebo plastové kluzáky, po kterých se řetězy pohybují. Seřizuje se napnutí tak, aby plovoucí buben nezůstával v horní poloze, ale volně spadl do pracovní polohy. Oba napínací šrouby musí být nastaveny na stejnou hodnotu, aby nedošlo k poškození celého dopravníku. Pomocí těchto napínacích šroubů se seřizuje napnutí. Pro zabránění vniknutí cizích předmětů do mláticího ústrojí jsou sklízecí mlátičky vybaveny lapačem kamenů. Do něj spadají kameny, zatímco obilná hmota se bude nadále posouvat směrem do mláticího ústrojí. Lapač je kontrolován denně aby nedošlo k jeho přeplnění a byl zajištěn čistý průchod sklizené hmoty. Nové sklízecí mlátičky mají pákový mechanismus, kterým se lapač snadno otevírá a zavírá. Lapač musí být uchycený na těsno, aby nedocházelo ke zbytečným a nežádoucím ztrátám. (Zlatohlávek, 2013)

Šikmý dopravník zvládne plodinu spolehlivě posunout a zároveň i zpracovat. Správná konstrukce šikmého dopravníku umožňuje řidiči optimální výhled na strniště

s jednoduchým nastavením stroje. Nastavení šikmého dopravníku může být upraveno za určitých podmínek jako je například druh sklizené plodiny ale i například velikost a tvar pneumatik. (Agrozet.cz, 2024)

1.4 Mlátící ústrojí

Mlátící ústrojí tvoří velkou samostatnou skupinu mechanismů nacházejících se ve sklízecí mlátičce. Hlavním úkolem sklízecí mlátičky je oddělení zrna od klasů, následně jeho oddělení od slámy i plev a dopravu do zásobníků během sklizně plodin. Mlátící ústrojí je navrženo tak, aby bylo efektivní a spolehlivé při oddělování zrna od rostlinného materiálu. Moderní sklízecí mlátičky často využívají kombinaci různých typů mlátícího ústrojí a pokročilých technologií, aby dosáhly nejlepšího výkonu a kvality sklizně. (Maleš et al., 1986)

Sklízecí mlátičky mohou být vybaveny těmito druhy mlátícího ústrojí, jednobubnové, vícebubnové či axiální. Pokud materiál prochází mezi rotujícím bubnem a pevným košem ve směru tečny. To znamená, že materiál je mlácen a separován od semen a ostatních částí směrem podél povrchu bubnu. Tento způsob mlácení je nazýván tangenciální, protože materiál prochází vzhledem k povrchu bubnu v tečné (tangenciální) rovině. V případě axiálního mlátícího ústrojí se mlátící buben otáčí uvnitř jiného pevného bubnu, který plní funkci mlátícího koše. Materiál je mlácen a separován ve směru osy, tedy podél délky bubnu. Toto uspořádání umožňuje účinné oddělení zrna od ostatního materiálu pomocí rotačního pohybu. Oba tyto typy mlátících ústrojí se používají ve sklízecích mlátičkách k efektivnímu oddělování zrna od ostatních částí rostlinné hmoty během sklizně. Každý z nich má své vlastní výhody a je vhodný pro určité typy plodin a podmínek sklizně. (Kumhála et al., 2007)

Na přední části hlavního mlátícího koše nalezneme odnímatelné sekce, které můžeme v průběhu sklizně měnit v závislosti na podmínkách. Používané jsou tři druhy košů a to univerzální, který bývá nejběžnější a nejvíce využívaný, mlátící koš s jemnými dráty a trubkový koš který je například ideální na sklizeň kukuřice vzhledem k jeho šetrnosti na plodinu. Výměna těchto košů je velmi snadná a v průměru trvá do 5 minut, díky přístupu přes lapač kamene. (Deere, 2020)

1.5 Tangenciální mláticí ústrojí

Historie tangenciálního mláticího ústrojí sahá do počátků 20. století, kdy postupně začal rozvoj samohodných sklízecích mlátiček. Konstrukce a koncepce tangenciálního mláticího ústrojí je jasně daná, přesto však každý výrobce sklízecích mlátiček přináší na trh různé inovativní řešení pro tangenciální mláticí ústrojí. Mezi přední výrobce řadíme firmy John Deere, Claas či New Holland atd. i přes nejrozšířenější koncepci mláticího ústrojí světový výrobci nabízejí své sklízecí mlátičky založené na koncepci axiální či hybridní. (Janda, 2012)

1.5.1 Jednobubnové mláticí ústrojí

Tangenciální mláticí ústrojí jednobubnové se skládá z rotujícího bubnu, který obsahuje hřídel uloženou ve dvou ložiskách a nosné kotouče. Uvnitř bubnu jsou umístěny vnitřní kotouče, které udržují válcový tvar bubnu. Na obvodě bubnu jsou nosiče mlattek, ke kterým jsou připojeny šikmo rýhované mlatky. Mláticí koš obepíná spodní část bubnu na části obvodu a skládá se z bočnic s obdélníkovými lištami. Lišty jsou propojeny obloukovými ocelovými pruty, tvořícími rošt s otvory 20 x 40 mm. Koš je zavěšen na pákách a táhlech, které umožňují výškové nastavení. Mezera mezi mlatkami bubnu a lištami koše je centrálně měnitelná podle typu sklizené plodiny. Průměr bubnu se obvykle pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,7 m a délka 1,1 až 1,7 m podle hmotnostního průtoku. Otáčky bubnu můžeme měnit v rozmezí 500 až 1500 ot.min⁻¹ pomocí variátoru a reduktor může mít rozsah 200 až 600 ot.min⁻¹. (Agroportal24h.cz, 2019)



Obrázek 1.3 Jednobubnové mláticí ústrojí (agroportal24h.cz, 2019)

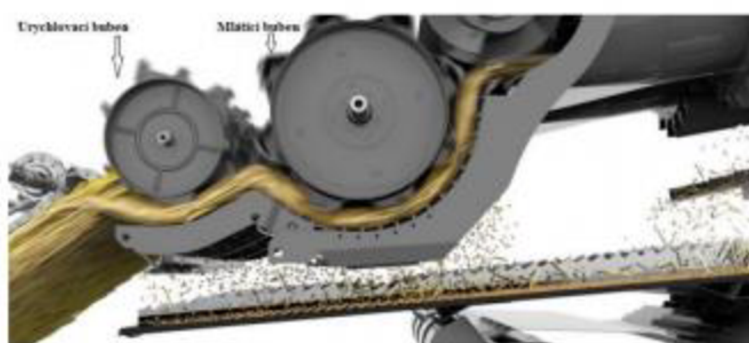
1.5.2 Vícebubnové mláticí ústrojí

Dosažení co největšího výkonu sklízecích mlátiček je jedním z hlavních cílů výrobců. Využití vícebubnového mláticího ústrojí je jedním ze způsobů, jak tento výkon zvýšit. Vícebubnové mláticí ústrojí je konstrukčním řešením, které zahrnuje dva mláticí koše, dva mláticí bubny a přejímací buben s propadovým roštem. Ve vícebubnovém systému jsou umístěny dva mláticí bubny, které se otáčejí a třou o sebe. Tím dochází k oddělování zrna od klasů. Při průchodu mezi mláticími bubny je oddělené zrno přeneseno do přejímacího bubnu. Přejímací buben je umístěn pod mláticími bubny. Slouží k převzetí odděleného zrna a jeho přenosu dále ke sběrnému místu nebo dopravnímu systému. Dále pod přejímacím bubnem je umístěn propadový rošt. Jeho úkolem je filtrovat jemný omlat, který neprošel mláticími bubny, a propouštět ho dolů na zem. Tím se snižuje množství nežádoucího materiálu, který by mohl ovlivnit kvalitu sklizně. Součástí mláticího ústrojí je také odmítací buben, ten je umístěn vedle hlavního mláticího bubnu a jeho lopatky jsou navrženy tak, aby přiléhaly k hlavnímu bubnu. Odmítací buben se otáčí o něco menší rychlostí než hlavní buben. Tímto způsobem zabraňuje navíjení slámy na hlavní buben a místo toho zpomaluje a usměrňuje tok slámy směrem k vytrásadlům. (Zlatohlávek, 2013)

Oddělování zrna z klasů je komplexní proces, který závisí jak na vlastnostech sklizené plodiny, tak na správném nastavení a fungování mláticího mechanismu sklízecí mlátičky. Proto pro dokonalý výmlat je nutné správně seřídit mláticí mechanismus, to znamená zvolit správnou obvodovou rychlost bubnu, která je závislá na typu sklizené plodiny a také musíme zvolit ideální mezeru mezi mláticím bubnem a košem, tato mezera je klínovitá a snadno nastavitelná, aby nedocházelo k ucpávání. Mláticí buben je tvořen matkami, které musí být správně vyváženy, aby nedocházelo ke špatné funkci mláticího bubnu. (Maleš et al., 1986)

1.5.3 Systém APS

Systém APS (Accelerated Pre-Separation) byl vyvinut firmou Claas pro sklízecí mlátičky. Tento systém zahrnuje urychlovací buben umístěný před hlavním mláticím bubnem. Jeho hlavní funkcí je zrychlit tok materiálu a předem rozvrstvit materiál, což může pomoci oddělit zrna od ostatních částí rostliny. Díky tomuto systému může být až 30 % zrna odděleno ještě před tím, než materiál vstoupí do hlavního mláticího ústrojí kombajnu. To může zvýšit efektivitu a výkon sklízecí mlátičky a snížit ztráty zrna nebo jiných cenných plodin během sklizně. (Agroportal24h.cz, 2019)



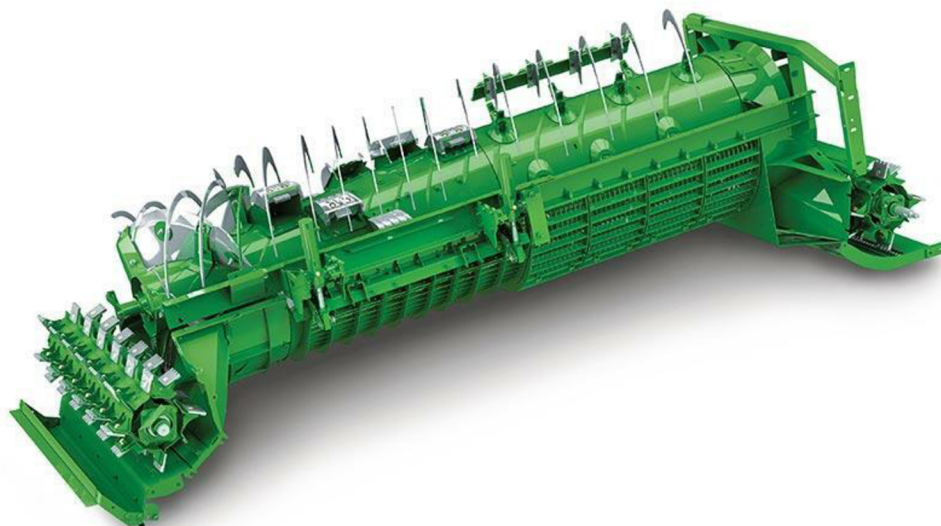
Obrázek 1.4 APS (agroportal24h.cz, 2019)

1.6 Axiální mláticí ústrojí

Axiální mláticí ústrojí ve sklízecí mlátičce obsahuje axiálně umístěný válec s mláticími segmenty na přední části a separační ústrojí na zadní části. Mláticí segmenty na válečku postupně uvolňují zrna z obilniny, přičemž se snaží minimalizovat poškození zrna během procesu. Rovněž na konci mláticího koše buben již nemá rýhované mlatky, nýbrž se zde nachází lišty pro posouvání sklizené hmoty a zvýšení separačního účinku. Tato technologie je obzvláště vhodná pro sklizeň množitelských porostů, kde je důležité zachovat kvalitu zrna. Pokud zrna propadne košem, dopadne na čtyři šnekové dopravníky, které slouží k přepravě zrna do nádrže na zrna nebo jiného umístění k dalšímu zpracování nebo skladování. Axiální mláticí buben může být i zdvojený. (Zlatohlávek, 2013)

Axiální mechanismus, který se dříve používal pro výmlat kukuřice, zažívá v současné době renesanci, zejména ve spojení se separační částí, která nahrazuje tradiční vytřasadlo. Tato kombinace je někdy nazývána integrovaným mláticím mechanismem. Tento integrovaný mechanismus umožňuje efektivní zpracování materiálu bez ohledu

na sklon terénu, což je výhoda oproti některým tradičním metodám. Díky tomu může být stroj kratší a v krátkém a suchém porostu dosahuje vysoké průchodnosti, což znamená, že dokáže rychle a efektivně sklízet. Na druhou stranu, v dlouhém, vlhkém a zapleveleném porostu může docházet k vyšším ztrátám zrna a vyššímu příkonu, což může být nevýhodné. Je tedy důležité zvážit podmínky prostředí a porostu před použitím tohoto integrovaného mláticího mechanismu. (Kumhála et al., 2007)



Obrázek 1.5 Jednobubnové axiální mláticí ústrojí (strom.cz, 2017)

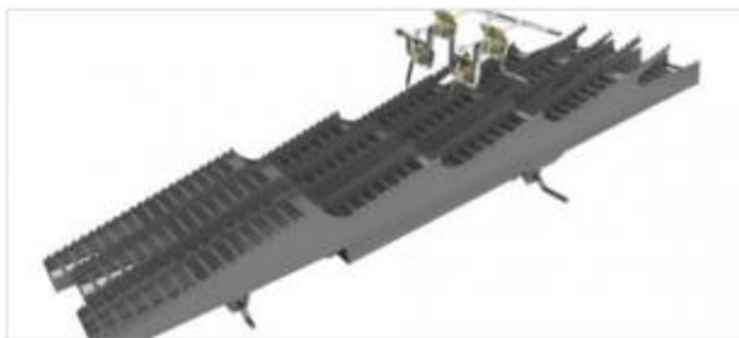
1.6.1 Twin Rotor

Rozdělení prostoru rotorů může být na tři segmenty. Vtahovací segment slouží k nasávání plodiny do sklízecí mlátičky, mláticí segment obsahuje mlatky a separační lišty pro účinný výmlat a oddělení zrna od ostatních částí rostliny. Mláticí koše jsou koše s velkou plochou a klíčové pro zajištění úplného oddělení zrna od rostlinných materiálů. Díky nim nemá zrno šanci uniknout a je efektivně omláceno. Unikátní systém Twin Rotor je systém, který umožňuje rovnoměrné rozprostření plodiny po povrchu obou rotorů, což zvyšuje účinnost výmlatu a separace. Aktivní pracovní prostor je velký pracovní prostor, díky kterému je sklízecí mlátička schopna zpracovat i nepravidelný přísun plodiny a efektivně ji zpracovat. (Agroportal24h.cz, 2019)

1.7 Separační ústrojí

Separační ústrojí následuje za mlátícím a jeho hlavním úkolem je oddělit ze slámy zbylé zrno, které nebylo odseparováno mlátícím mechanismem. Jedná se tak přibližně o 5 až 40% zrna vstupujícího do mlátičky, v průměrných podmínkách, ve kterých se většinou budeme pohybovat by však do separačního mechanismu mělo vstupovat přibližně 20% zrna ale i méně. (Kumhála et al., 2007)

Vytrásadla a separační válce jsou důležitou součástí sklízecí mlátičky a slouží k separaci zrna od ostatních částí sklizené plodiny, jako je sláma. Vytrásadla jsou zařízení umístěná ve sklízecí mlátičce, která slouží k separaci zrna od slámy. Vytrásadla vytrásají a posunují slámu ven ze sklízecí mlátičky. Otvory ve vytrásadlech umožňují propadání zrna, které následně dopadá do žlabů vytrásadel nebo na centrální spádovou desku. Centrální spádová deska koná vibrační pohyb a dopravuje zrno k dalšímu zpracování. Další součástí sklízecí mlátičky jsou separační válce, které přispívají k separaci zrna od rostlinného materiálu. Uvnitř separačních válců se nachází spirálový dopravník a na obvodu těchto válců jsou otvory, skrz které propadá zrno ven. Pohyb a konstrukce separačních válců umožňují účinnou separaci zrna od zbytku rostliny a jeho vytažení ven z mlátičky. Po separaci zrna od slámy vytrásadla a separační válce umožňují, aby sláma byla odvedena mimo hlavní proud zrna. Sláma může dopadat na sklizený pozemek, kde může být následně zpracována nebo využita například jako hnojivo nebo krmivo pro zvířata. V případě, že je nastaveno překlopení spádové desky, sláma může být směrována do drtiče. Spádová deska tedy koná pohyb, který umožňuje, aby sláma byla směrována k drtiči, kde je dále zpracována. Drtič na slámu je zařízení, které rozemele slámu na menší kousky, což může usnadnit následné zpracování slámy pro další využití. Tento proces pomáhá optimalizovat využití materiálu a minimalizovat odpad. (Zlatohlávek, 2013)



Obrázek 1.6 Vytřásadla sklízecí mlátičky (agroportal241h.cz, 2019)

Podle konstrukce můžeme rozdělit separační mechanismus na klávesová vytřásadla, která lze dále rozdělit na vytřásadla na dvou klikových hřídelích a vytřásadla na jednom klikovém hřídeli. Dále na stolové, pásové a bubnové. Nejčastěji používaná z těchto druhů jsou vytřásadla klávesová na dvou klikových hřídelích. Vytřásadlo má 4 až 6 kláves, každá klávesa (výtřaska) byla u starších strojů vytvořena jako žlab s plným hladkým dnem což zajišťovalo efektivní separaci zrna. Každá klávesa slouží k protřásání a separaci zrna od slámy a jiných částí rostliny během procesu sklizně. V dnešní době u moderních sklízecích mlátiček se preferuje design kláves bez dna, kde sklizený materiál (zrno, sláma atd.) propadá přímo pod ně na umístěnou spádovou desku. Takový design umožňuje efektivnější separaci zrna a snížení rizika zadrhávání nebo zanesení vytřásadel. (Kumhála et al., 2007)

Klávesová vytřásadla mají velkou výhodu v tom, že z energetického hlediska se jedná o velice nenáročný mechanismus. Jejich příkon je ve srovnání s ostatními mechanismy sklízecí mlátičky poměrně nízký. Je to způsobeno tím, že k separaci využívají pouze gravitační síly, která působí na separované zrno. Jejich nevýhoda však je v limitované výkonnosti. Jediný způsob, jak zvětšit jejich výkonost je zvětšením jejich délky či šířky. Šířka vytřásadla je limitována šířkou mláticího mechanismu a bývá u běžných moderních strojů přibližně 1700 mm. Délka vytřásadla je limitována délkou stroje z důvodu přejezdů po pozemních komunikacích, na které musí být brán ohled. (Kumhála et al., 2007)

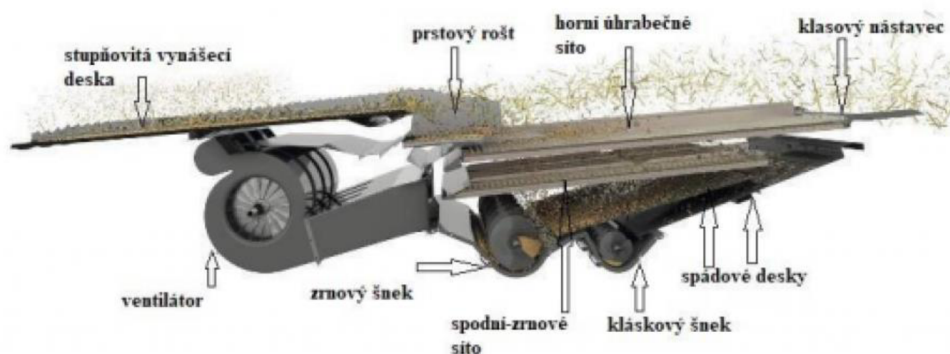
1.8 Čistidlo

Čistidlo slouží k oddělování zrna a drobného omlatu. Sklízecí mlátičky mají většinou jedno čistidlo. Čistidlo sklízecí mlátičky obvykle obsahuje síta a ventilátor, který slouží k odfouknutí lehkých nečistot. Existují různé typy ventilátorů, jako radiální, axiální a diametrální, které se liší konstrukcí a způsobem práce. Kromě síta a ventilátoru čistidlo zahrnuje také stupňovitou dopravní desku, pohon síta a ventilátoru, závěsy pro síta, síťovou skříň a ucpávky. Horní síto bývá žaluziové a slouží k úhrabu, zatímco spodní síto může být výměnné nebo žaluziové a slouží k oddělení zrna. Žaluziová síta mají výhodu v možnosti regulace velikosti otvorů pro propadávání materiálu a větší světlé ploše, což pomáhá zlepšit účinnost čistidla. Díky těmto vlastnostem je možné efektivně oddělovat zrna od ostatního materiálu při sklizení plodin. (Kumhála et al., 2007)

Regulace množství vzduchu je klíčová pro správnou funkci čistidla ve sklízecí mlátičce. Změna otáček variátorem z kabiny umožňuje nastavit optimální množství vzduchu pro efektivní oddělování zrna od ostatního materiálu. Je důležité pečlivě nastavit správné množství vzduchu, aby nedocházelo k nadměrným ztrátám materiálu vlivem vyfukování. Horní síto je obvykle zakončeno klasovým roštem, skrz který propadávají nedomláčené klásky do kláskového dopravníku. Tyto klásky jsou pak dopraveny do domlacovacího ústrojí nebo před mláticí ústrojí, kde mohou být znovu vymláčeny. Pokud je sklízecí stroj vybaven domlacovacím ústrojím, zrna z klásků a příměsí jsou rozfoukány na střásací desky. Tento postup pomáhá oddělit zrna od příměsí a zajistit kvalitní výsledky sklizně. Správné nastavení čistidla a dalších částí sklízecího stroje je klíčové pro efektivní a bezproblémový průběh sklizně. (Zlatohlávek, 2013)

Čistidlo sklízecí mlátičky má celkem 3 síta, která jsou označována podle své funkce, nikoliv podle konstrukce. Každé síto má specifickou úlohu při oddělování zrna a příměsí během sklizně. Funkce čistidla je následující. 1) Úhrabečné síto: Z drobného omlatu, který přichází ze stupňovité dopravní desky, se přes úhrabečné síto oddělují velké a těžké příměsí. Tyto příměsí, nazývané úhrabky, vypadávají ven ze stroje přes síto klasové. 2) Zrnové síto: Zrna propadne přes zrnové síto, zatímco příměsí větší než zrna (např. úlomky nedomláčených klásků) propadnou skrz síto klasové a spojí se s přepadem zrnového síta. 3) Plevelové síto: Toto síto slouží k odchyťování plevelu a písku, aniž by propouštělo zrna. U prvního čistidla sklízecích mlátiček se plevelové

síto obvykle nepoužívá, protože proud vzduchu odnáší lehké příměsi z čistidla. Díky těmto síťům a správnému nastavení proudění vzduchu je možné efektivně oddělovat zrno od příměsí a dosahovat kvalitní sklizně bez ztrát. Správné fungování čistidla je klíčové pro optimální výkon sklízecí mlátičky. (Kumhála et al., 2007)



Obrázek 1.7 Čistidlo sklízecí mlátičky (agroportal24h.cz, 2019)

1.8.1 Nastavení síť

Nastavení síť ve sklízecích mlátičkách je závislé na sklizňových podmínkách a sklizené hmotě. Ve sklízecí mlátičce můžeme najít horní úhrabečná a spodní zrnová. Velikost otvorů můžeme nastavovat dvěma způsoby, mechanicky za pomoci páky nebo elektronicky pomocí regulačního elektromotoru. Elektricky nastavitelná síta jsou v dnešní době častější a ovládají se z kabiny řidiče. Nastavení je velmi rychlá záležitost, a tak šetří spoustu času. (Brečka et al., 2001)

1.9 Drtiče slámy

Základním úkolem drtiče je samozřejmě správné nadrcení sklizené hmoty ale také následné rozptýlení do pracovního záběru stroje. Je to poslední článek sklízecí mlátičky. Využití drtičů má jeden hlavní důvod, a to ten že nechceme ukládat sklizenou hmotu do řádků. (Miu, 2017)

Správné nastavení drtiče je velmi důležité pro správné výnosy a zisky. V dnešní době je nastavení drtiče plně systematizované v závislosti na druhu sklizené plodiny. Díky senzorům ve sklízecích mlátičkách jsme dnes schopni zjistit tloušťku sklizené hmoty či vlhkost plodiny a podle těchto parametrů pak nastavit stroj. Nastavení samotné pak provádí řidič na displeji v kabině sklízecí mlátičky. (Fuka, 2019)

1.10 Systém HillMaster

Systém HillMaster je špičkový systém využívaný ve svazích až do 22 %, fungující na vyrovnávání celé sklízecí mlátičky od šikmého dopravníku až po drtič. Tím usnadňuje průtok plodiny a zároveň vytváří jednotné podmínky pro sklizenou plodinu v celé mlátičce. Dále pro ušetření času zůstává vyrovnaný i zásobník zrna, který může díky této funkci být naplněn až po okraj. (deere.cz, 2017)

2 Metodika

Cílem bakalářské práce je hodnocení sklízecích mlátiček John Deere 670i s žacím adaptérem 625R a Claas Lexion 770 s žacím adaptérem V750 a jejich porovnávání z pohledu zjišťování nákladů, kvality výmlatu, ztrát a plošné výkonnosti. V rámci tohoto měření budou měřeny předsklizňové a sklizňové ztráty, výkonnosti jednotlivých strojů, kvalita drcení sklízecích mlátiček a také ekonomické náklady na provoz strojů kde hodnotíme flexibilní a variabilní náklady.

Tabulka 2.1 Specifikace sklízecích mlátiček John Deere 670i a Claas Lexion 770

Technické specifikace	John Deere 670 i	Claas Lexion 770
Hmotnost	15 300 kg	18 200 kg
Modelová řada	3,8 m	3,5 m
Výkon	335 kW	430 kW
Mláticí ústrojí	Tangenciální	Axiální
Průměr mláticího bubnu	660 mm	600 mm
Otáčky mláticího bubnu	475–1030	450–1050
Šířka mláticího bubnu	1670	1700
Počet vytrásadel	6	5
Délka vytrásadel	3,25	4,2m
Velikost zásobníku zrna	11 000 l	12 800 l

2.1 Metoda stanovení předsklizňových ztrát

Předsklizňové ztráty budeme zjišťovat před samotným zahájením sklizně. Měření předsklizňových ztrát bude prováděno na kontrolní ploše P_I o velikosti 1 m² v rozmezí 30 m až 50 m od okraje pozemku na suché a kvalitní ploše. Měření bude prováděno u obou sklízecích mlátiček jednou za pomoci jedné kontrolní plochy u obou plodin pšenice ozimé i řepky ozimé. Bude použit rámeček o velikosti plochy P_I . Z této dané plochy budou vysbírána všechna zrna včetně klasů. Tato zrna budou zvážena a vznikne nám tak tedy parametr m_{kp} .

Vzorec pro měření předsklizňové ztráty m_p .

$$m_p = \frac{m_{kp}}{m_z} \times 100 \quad (2.1)$$

m_p	předsklizňové ztráty [%]
m_{kp}	hmotnost zrn z kontrolní plochy P_1 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_z	výnos zrna (biologický) [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]

Biologický výnos m_b se stanovuje jako součet výnosů zrna a všech ztrát dle vztahu vzorce (2.2).

$$m_b = m_z + m_{kp} \quad (2.2)$$

m_b	biologický výnos [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_{kp}	hmotnost zrn z kontrolní plochy P_1 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_z	výnos zrna (biologický) [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]

2.2 Metoda stanovení sklizňových ztrát

Sklizňové ztráty rozdělujeme na absolutní Z_a a relativní ztráty Z_{rs} . Jsou způsobeny mechanickým zařízením sklízecí mlátičky. Pro měření bude použita plocha P_2 o velikosti 1 m^2 která bude umístěna kolmo na řádek po přejetí samotné sklízecí mlátičky, kdy pracovní záběr sklízecí mlátičky bude shodný s délkou obdélníku d a šířka bude \check{s} stanovena za pomoci vzorce (2.3). Měření budeme provádět u obou plodin za stejných podmínek jednou.

$$\check{s} = \frac{P_2}{d} \quad (2.3)$$

\check{s}	šířka obdélníku [m]
d	délka obdélníku [m]
P_2	kontrolní plocha [m^2]

2.2.1 Metoda stanovení absolutních ztrát

Z kontrolní plochy P_2 budou po projetí sklízecí mlátičky vysbírána veškerá zrna, která budou následně zvážena m_{kp} . Tato váha bude dosazena do vzorce pro výpočet absolutních ztrát. (2.4)

$$Z_a = m_p - m_{kp} \quad (2.4)$$

Z_a	absolutní ztráty
m_{kp}	hmotnost zrn z kontrolní plochy P_2 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_p	hmotnost předsklizňových ztrát z kontrolní plochy P_1 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]

2.2.2 Metoda stanovení relativních ztrát

Relativní ztráty se určují z výnosu zrna a sklizňových ztrát získaných z kontrolní plochy P_2 . Výpočet relativních ztrát bude rozdělen na relativní ztráty sklízecí mlátičky a relativní ztráty celkové.

Vzorec pro výpočet relativních ztrát sklízecí mlátičky (2.5).

$$Z_{rs} = \frac{m_{kp}}{m_z} \times 100 \quad (2.5)$$

Vzorec pro výpočet relativních ztrát celkových (2.6).

$$Z_{rc} = \frac{(m_{kp} - m_p)}{m_z} \times 100 \quad (2.6)$$

Z_{rs}	relativní ztráty sklízecí mlátičky [%]
Z_{rc}	relativní ztráty celkové [%]
m_{kp}	hmotnost zrn z kontrolní plochy P_2 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_z	výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]
m_p	předsklizňové ztráty [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$]

2.3 Metoda zjištění vlhkosti zrna

Měření vlhkosti zrna je prováděno ručním přístrojem pro měření vlhkosti zrna, konkrétně digitálním vlhkoměrem. Do tohoto přístroje bylo vloženo stanovené množství sklizené hmoty. Vzorky byly vybrány a odděleny od nečistot, aby bylo měření plnohodnotné. Měření bylo prováděno u pšenice ozimé a řepky ozimé ve stejný den, aby měly plodiny stejné podmínky při měření.



Obrázek 2.1 Vlhkoměr na obiloviny (vlhkomerynaobili.cz, 2024)

2.4 Metoda zjištění výkonnosti

2.4.1 Plošná výkonnost

Stanoví se ze zpracované plochy P za určitý čas T . U plošné výkonnosti zjišťujeme 4 různé výkonnosti: W_1 (efektivní), W_{02} (operativní), W_{04} (produktivní), W_{07} (provozní).

Vzorec pro výpočet plošné výkonnosti **efektivní** pW_1 (2.7).

$$pW_1 = \frac{P}{T_1} \quad (2.7)$$

pW_1 plošná výkonnost efektivní [ha.hod⁻¹]

P zpracovaná plocha při měření [ha]

T_1 čas hlavní [hod]

Vzorec pro výpočet plošné výkonnosti **operativní** pW_{02} (2.8).

$$pW_{02} = \frac{P}{T_{02}} \quad (2.8)$$

pW_{02} plošná výkonnost operativní [ha·hod⁻¹]

P zpracovaná plocha při měření [ha]

T_{02} čas operativní [hod]

Vzorec pro výpočet plošné výkonnosti **produktivní** pW_{04} (2.9).

$$pW_{04} = \frac{P}{T_{04}} \quad (2.9)$$

pW_{04} plošná výkonnost produktivní [ha·hod⁻¹]

P zpracovaná plocha při měření [ha]

T_{04} čas produktivní [hod]

Vzorec pro výpočet plošné výkonnosti **provozní** pW_{07} (2.10).

$$pW_{07} = \frac{P}{T_{07}} \quad (2.10)$$

pW_{07} plošná výkonnost provozní [ha·hod⁻¹]

P zpracovaná plocha při měření [ha]

T_{07} čas provozní [hod]

2.4.2 Hmotnostní výkonnost

Stanovení bude ze zjištěné hmotnosti získaného vzorku m za určitý čas T . I u této výkonnosti budou zjišťovat 4 různé výkonnosti: W_1 (efektivní), W_{02} (operativní), W_{04} (produktivní), W_{07} (provozní).

Vzorec pro výpočet hmotnostní výkonnosti **efektivní** pW_1 (2.11).

$$mW_1 = \frac{m}{T_1} \quad (2.11)$$

mW_1 hmotnostní výkonnost efektivní [t·hod⁻¹]

m hmotnost vzorku při měření [t]

T_1 čas hlavní [hod]

Vzorec pro výpočet hmotnostní výkonnosti **operativní** pW_{02} (2.12).

$$mW_{02} = \frac{m}{T_{02}} \quad (2.12)$$

mW_{02} hmotnostní výkonnost efektivní [t·hod⁻¹]

m hmotnost vzorku při měření [t]

T_{02} čas hlavní [hod]

Vzorec pro výpočet hmotnostní výkonnosti **produktivní** pW_{04} (2.13).

$$mW_{04} = \frac{m}{T_{04}} \quad (2.13)$$

mW_{04} hmotnostní výkonnost efektivní [t·hod⁻¹]

m hmotnost vzorku při měření [t]

T_{04} čas hlavní [hod]

Vzorec pro výpočet hmotnostní výkonnosti **provozní** pW_{07} (2.14)

$$mW_{07} = \frac{m}{T_{07}} \quad (2.14)$$

mW_{07} hmotnostní výkonnost efektivní [ha·hod⁻¹]

m hmotnost vzorku při měření [t]

T_{07} čas hlavní [hod]

2.4.3 Čas pracovního nasazení sklízecí mlátičky

Tento čas zjišťujeme za pomoci přímého měření, čas pracovního nasazení se pak skládá z jednotlivých časů. V rámci našeho měření jsou nejdůležitější 4 časy, podle kterých nadále zjistíme čtyři různé výkonnosti. Čas T_1 pro výkonnost W_1 (efektivní), T_{02} pro výkonnost W_{02} (operativní), T_{04} pro výkonnost W_{04} (produktivní) a T_{07} pro výkonnost W_{07} (provozní). (ČSN 47 0120, 1987)

Vzorec pro výpočet času **efektivního** T_1 (2.15).

$$T_1 \quad (2.15)$$

T_1 čas hlavní [hod]

Vzorec pro výpočet času **operativního** T_{02} (2.16).

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad (2.16)$$

T_{02} čas operativní [hod]

T_1 čas hlavní [hod]

T_2 čas vedlejší

Vzorec pro výpočet času **produktivní** T_{04} (2.17).

$$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (2.17)$$

T_{04} čas produktivní [hod]

T_1 čas hlavní [hod]

T_2 čas vedlejší [hod]

T_3 čas na údržbu [hod]

T_4 čas na odstranění poruch [hod]

Vzorec pro výpočet času **provozní** T_{07} (2.18).

$$T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 \quad (2.18)$$

T_{04} čas produktivní [hod]

T_1 čas hlavní [hod]

T_2 čas vedlejší [hod]

T_3 čas na údržbu [hod]

T_4 čas na odstranění poruch [hod]

T_5 čas prostoje zaviněných obsluhou [hod]

T_6 čas pro zahájení a ukončení práce SM [hod]

T_7 čas ostatních prostorů [hod]

2.5 Výnos hmoty

Zvážení hmoty, která byla posečena ve výšce strniště na ploše 1 m^2 , zjistíme výnos hmoty. Aby toto měření bylo co nejpřesnější bude prováděno třikrát. Nakonec bude z těchto výsledků vytvořený aritmetický průměr. Toto měření bude prováděno pomocí vzorce (2.19).

$$c_h = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{x} \quad (2.19)$$

c_h	výnos hmoty [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]
c_1	měřená hodnota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]
c_2	měřená hodnota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]
c_3	měřená hodnota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]
x	celkový počet měření [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$]

2.6 Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky

Měření pojezdové rychlosti probíhá tak, že se vytyčí plocha o délce 100 m na které budeme měřit čas, který bude sklízecí mlátička potřebovat pro projetí plochy. Průjezd bude konstantní bez zastavení či zpomalení a maximální rychlost bude taková, aby bylo možné za této rychlosti normálně sklízet. Tento čas bude měřen pomocí stopek.

Vzorec pro výpočet pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky (2.20).

$$V_{pr} = \frac{s}{t} \quad (2.20)$$

V_{pr}	pojezdová rychlost sklízecí mlátičky [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
s	délka dráhy [m]
t	čas jízdy [s]

2.7 Metoda zjištění kvality drcení

K získání vzorků pro zjištění kvality drcení bude použita vytyčená plocha kdy délka vytyčené plochy odpovídá pracovnímu záběru žacího adaptéru. Velikost odběrné plochy je 1 m^2 . Plocha bude vytyčená na čerstvě sklizené ploše, kde následně na to posbíráme slámu a rozdělíme ji do jednotlivých skupin podle velikosti. Sesbírané a rozdělené skupiny slámy se zváží a zvážené množství se vyjádří v procentech.

Rozdělení částic podle rozměrů

Tabulka 2.2 Rozdělení částic

0-50 mm
51-75 mm
76-100 mm
101-125 mm
126-150 mm
nad 150

Vzorec pro výpočet kvality drcení (2.21)

$$K_d = \frac{m_{sk}}{m_c} \times 100 \quad (2.21)$$

K_d	kvalita drcení [%]
m_{sk}	hmotnost jednotlivé skupiny [kg]
m_c	celková hmotnost zachycené slámy [kg]

2.8 Metoda zjištění spotřeby pohonných hmot

Zjištění spotřeby pohonných hmot bude probíhat tak, že při příjezdu sklízecí mlátičky na pole bude dotankována plná nádrž. Se sklízecí mlátičkou následně bude odpracovaná pracovní činnost na sklizené ploše P_{ha} , která u nás činí 2 ha. Po ujetí úseku bude nádrž opět dolitá až po okraj. Palivovou kapalinu dolejeme z kanystru a zbytek bude změřen v odměrném válci. Po změření dolité pohonné hmoty V_{dp} bude vypočítán průměr spotřebovaného paliva za pomoci vzorce (2.22).

$$m_p = \frac{V_{dp}}{P_{ha}} \quad (2.22)$$

m_p	spotřeba pohonných hmot [$l \cdot ha^{-1}$]
V_{dp}	objem dolitého paliva [l]
P_{ha}	sklizená plocha [ha]

2.9 Ekonomické náklady na provoz stroje

Ekonomické náklady na sklízecí mlátičky můžeme rozdělit na náklady fixní a variabilní. Základní pořizovací ceny mlátiček John Deere 670i činí 9 500 000 Kč a u Claas Lexion 770 to činí 10 000 000 Kč.

2.9.1 Fixní náklady

Fixní náklady můžeme rozdělit do několika dalších nákladů. Tyto náklady jsou nezávislé na ročním využití. Spadají do nich náklady na amortizaci, garážování, a náklady na povinné ručení.

Výpočet pro fixní náklady je dle vzorce (2.23)

$$rN_f = rN_a + rN_g + rN_{pr} \quad (2.23)$$

rN_f	roční fixní náklady [Kč·rok ⁻¹]
rN_a	roční náklady na amortizaci [Kč·rok ⁻¹]
rN_g	roční náklady na garážování [Kč·rok ⁻¹]
rN_{pr}	roční náklady na povinné ručení [Kč·rok ⁻¹]

2.9.2 Amortizace sklízecí mlátičky

Pro výpočet amortizace musíme znát pořizovací cenu vozidla a odpisovou sazbu. Sklízecí mlátičky patří do 2. odpisové skupiny. Odpisovat budeme pomocí rovnoměrných odpisů, kdy v prvním roce odepišeme 11 % a v dalších letech pak 22 %.

Náklady na amortizaci vypočteme pomocí vzorce (2.24)

$$A_{sm} = \frac{C_{po} \times a_i}{100} \quad (2.24)$$

A_{sm}	Amortizace sklízecí mlátičky [Kč·rok ⁻¹]
C_{po}	pořizovací cena stroje [Kč]
a_i	Roční odpisová sazba [%]

2.9.3 Náklady na garážování sklízecích mlátiček

Náklady na garážování jsou závislé na potřebné ploše pro uskladnění stroje, záleží zde na šířce stroje \check{S} a délce stroje D a následně na ročním nákladu na jednotku skladovací plochy rN_m^2 . Vzorec pro výpočet dle vztahu (2.25).

$$rN_g = (D + 1) \times (\check{S} + 1) \times rN_{m^2} \quad (2.25)$$

rN_g	roční náklady na garážování [Kč·rok ⁻¹]
D	Délka stroje [m]
\check{S}	Šířka stroje [m]
rN_{m^2}	roční náklady na jednotku skladovací plochy [Kč·rok ⁻¹ ·m ⁻²]

2.9.4 Náklady na povinné ručení

Náklady na povinné ručení jsou jasně určeny zákonem, ale jsou závislé na majiteli podniku, který tuto hodnotu ovlivňuje vybranou pojišťovnou pro své stroje. U hodnocených sklízecích mlátiček John Deere 670i a Claas Lexion 770 jsou náklady na povinné ručení shodné od České podnikatelské pojišťovny (ČPP).

rN_{pr}	roční náklady na povinné ručení [Kč·rok ⁻¹]
-----------	---

2.9.5 Variabilní náklady

Variabilní náklady na rozdíl od nákladů fixních jsou přímo závislé na ročním využití stroje. Znamená to tedy, že jejich objem roste souměrně s využíváním stroje. Rozdělujeme je na náklady pohonných hmot jN_{ph} , náklady na údržbu $jN_{\acute{u}}$ a náklady na mzdu obsluhy jN_{mo} . Pro výpočet variabilních nákladů použijeme vzoreček (2.26).

$$jN_v = jN_{ph} + jN_{\acute{u}} + jN_{mo} \quad (2.26)$$

jN_v	roční variabilní náklady [Kč·ha ⁻¹]
jN_{ph}	roční náklady na pohonné hmoty [Kč·ha ⁻¹]
$jN_{\acute{u}}$	roční náklady na údržbu [Kč·ha ⁻¹]
jN_{mo}	roční náklady na mzdu obsluhy [Kč·ha ⁻¹]

2.9.6 Náklady na pohonné hmoty

Tyto náklady jsou především závislé na spotřebě pohonných hmot u konkrétního stroje m_p a dále na konkrétní současné ceně paliva. Výpočet bude probíhat za pomoci vzorce (2.27).

$$jN_{ph} = m_p + C_{kn} \quad (2.27)$$

jN_{ph}	roční náklady na pohonné hmoty [Kč·ha ⁻¹]
m_p	spotřeba pohonných hmot [l·ha ⁻¹]
C_{kn}	cena paliva [Kč·l ⁻¹]

2.9.7 Náklady na údržbu

Náklady na údržbu jN_u jsou vypočítány za pomoci průměrné spotřeby paliva m_p a měrných nákladů na jeden litr spotřebovaného paliva N_{ol} který upravuje koeficient oprav K_{op} . Výpočet dle vzorce (2.28).

$$jN_u = m_p \times N_{ol} \times k_{ol} \quad (2.28)$$

jN_u	roční náklady na údržbu [Kč·ha ⁻¹]
m_p	spotřeba pohonných hmot [l·ha ⁻¹]
N_{ol}	měrné náklady na opravy [Kč·l ⁻¹]
k_{ol}	koeficient opravující měrné náklady na opravy [Kč·ha ⁻¹]

2.9.8 Náklady na mzdu obsluhy

U nákladů na mzdu je důležité zdravotní a sociální pojištění k_{sp} , které je zaměstnavatel dle zákona povinen platit a hodinová mzda, kterou zaměstnanec dle smlouvy dostává hN_m . Tyto hodnoty pak porovnáme s hodinovou výkonností stroje hW_s . Výpočet bude prováděn za pomoci vzorce (2.29).

$$jN_m = \frac{hN_m \times (1 + k_{sp})}{hW_s} \quad (2.29)$$

jN_m	jednotkové náklady na mzdu obsluhy [Kč·ha ⁻¹]
hN_m	hodinová mzda [Kč·h ⁻¹]
hW_s	hodinová výkonnost stroje [ha·h ⁻¹]
k_{sp}	Konstanta zdravotního a sociálního pojištění

3 Výsledky

V rámci měření pro předsklizňové ztráty bylo měřeno za pomoci plochy P_1 . Pro John Deere 670i byla tato hodnota u pšenice ozimé 0,0010 [kg·m⁻²] a u řepky ozimé 0,0016 [kg·m⁻²], u Claas Lexion 770 byly tyto hodnoty u pšenice ozimé 0,0008 [kg·m⁻²] a u řepky 0,0019 [kg·m⁻²]. Pro výpočet sklizňových ztrát byla potřebná hodnota plochy P_2 . Tato hodnota u sklízecí mlátičky John Deere 670i u plodiny pšenice ozimé činila 0,0031 [kg·m⁻²] a u řepky ozimé byla tato hodnota 0,0062 [kg·m⁻²]. Dále pak pro stroj Claas Lexion 770 u pšenice ozimé hodnota činila 0,0024 [kg·m⁻²] a u řepky ozimé byla naměřená hodnota 0,0060 [kg·m⁻²].

3.1 Výsledky předsklizňových ztrát

Tabulka 3.1 Předsklizňové ztráty John Deere 670i

Název	Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1	Předsklizňové ztráty m_p	Biologický výnos zrna m_b	Vlhkost zrn
Pšenice ozimá	0,0010 [kg·m ⁻²]	0,16 [%]	0,601 [kg·ha ⁻²]	11,6 [%]
Řepka ozimá	0,0016 [kg·m ⁻²]	0,50 [%]	0,321 [kg·ha ⁻²]	10,4 [%]

Tabulka 3.2 Předsklizňové ztráty Claas Lexion 770

Název	Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1	Předsklizňové ztráty m_p	Biologický výnos zrna m_b	Vlhkost zrn
Pšenice ozimá	0,0008 [kg·m ⁻²]	0,16 [%]	0,600 [kg·ha ⁻²]	11,3 [%]
Řepka ozimá	0,0019 [kg·m ⁻²]	0,59 [%]	0,322 [kg·ha ⁻²]	10,2 [%]

Hodnoty pro sklízecí mlátičku John Deere 670i.

Pšenice ozimá

Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1 činí **0,0010 [kg·m⁻²]**

Předsklizňové ztráty m_p **0,16 %**

Biologický výnos zrn m_b vyšel **0,601 [kg·m⁻²] / 6,01 [t·ha⁻¹]**

Vlhkost zrn činí **11,6 %**

Řepka ozimá

Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1 činí **0,0016 [kg·m⁻²]**

Předsklizňové ztráty m_p **0,50 %**

Biologický výnos zrn m_h vyšel **0,321 [kg·m⁻²] / 3,22[t·ha⁻¹]**

Vlhkost zrn činí **10,4 %**

Hodnoty pro sklízecí mlátičku Claas Lexion 770.

Pšenice ozimá

Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1 činí **0,0008 [kg·m⁻²]**

Předsklizňové ztráty m_p **0,16 %**

Biologický výnos zrn m_h vyšel **0,600 [kg·ha⁻²] / 6,0 [t·ha⁻¹]**

Vlhkost zrn činí **11,3 %**

Řepka ozimá

Hmotnost zrn z kontrolních ploch P_1 činí **0,0019 [kg·m⁻²]**

Předsklizňové ztráty m_p **0,59 %**

Biologický výnos zrn m_h vyšel **0,322 [kg·ha⁻²] / 3,21 [t·ha⁻¹]**

Vlhkost zrn činí **10,2 %**

3.2 Výsledky sklizňových ztrát

Tabulka 3.3 Velikosti kontrolních ploch P_2

Sklízecí mlátičky	Délky kontrolních obdelníků d	Šířky kontrolních obdelníků \check{s}
John Deere 670i	7,5 [m]	0,12 [m]
Claas Lexion 770	7,5 [m]	0,12 [m]

3.2.1 Absolutní ztráty

Tabulka 3.4 Absolutní ztráty John Deere 670i

Název	Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2	Předsklizňové ztráty m_p	Absolutní ztráty Z_a
Pšenice ozimá	0,0031 [kg·m ⁻²]	0,0016 [kg·m ⁻²]	0,0015 [kg·m ⁻²]
Řepka ozimá	0,0062 [kg·m ⁻²]	0,0050 [kg·m ⁻²]	0,0012 [kg·m ⁻²]

Tabulka 3.5 Absolutní ztráty Claas Lexion 770

Název	Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2	Předsklizňové ztráty m_p	Absolutní ztráty Z_a
Pšenice ozimá	0,0024 [kg·m ⁻²]	0,0013 [kg·m ⁻²]	0,0011 [kg·m ⁻²]
Řepka ozimá	0,0060 [kg·m ⁻²]	0,0059 [kg·m ⁻²]	0,0010 [kg·m ⁻²]

Hodnocení absolutních ztrát pro John Deere 670i

Pšenice ozimá

Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2 0,0031 [kg·m⁻²]

Absolutní ztráty 0,0015 [kg·m⁻²]

Řepka ozimá

Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2 0,0062 [kg·m⁻²]

Absolutní ztráty 0,0012 [kg·m⁻²]

Hodnocení absolutních ztrát pro Claas Lexion 770

Pšenice ozimá

Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2 0,0024 [kg·m⁻²]

Absolutní ztráty 0,0011 [kg·m⁻²]

Řepka ozimá

Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2 0,0060 [kg·m⁻²]

Absolutní ztráty 0,0010 [kg·m⁻²]

3.2.2 Relativní ztráty

Tabulka 3.6 Relativní ztráty John Deere 670i

Název	Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2	Předsklizňové ztráty m_p	Relativní ztráty Z_{rs}	Relativní ztráty celkové Z_{rc}
Pšenice ozimá	0,0031 [kg·m ⁻²]	0,0016 [kg·m ⁻²]	0,516 [%]	0,25 [%]
Řepka ozimá	0,0062 [kg·m ⁻²]	0,0050 [kg·m ⁻²]	1,937 [%]	0,375 [%]

Tabulka 3.7 Relativní ztráty Claas Lexion 770

Název	Hmotnost zrn m_{kp} z plochy P_2	Předsklizňové ztráty m_p	Relativní ztráty Z_{rs}	Relativní ztráty celkové Z_{rc}
Pšenice ozimá	0,0024 [kg·m ⁻²]	0,0013 [kg·m ⁻²]	0,4 [%]	0,183 [%]
Řepka ozimá	0,0060 [kg·m ⁻²]	0,0059 [kg·m ⁻²]	1,875 [%]	0,031 [%]

Hodnocení relativních ztrát pro John Deere 670i

Pšenice ozimá

Relativní ztráty Z_{rs} 0,516 %

Relativní ztráty celkové Z_{rc} 0,25 %

Řepka ozimá

Relativní ztráty Z_{rs} 1,937 %

Relativní ztráty celkové Z_{rc} 0,375 %

Hodnocení relativních ztrát pro Claas Lexion 770

Pšenice ozimá

Relativní ztráty Z_{rs} 0,4 %

Relativní ztráty celkové Z_{rc} 0,183 %

Řepka ozimá

Relativní ztráty Z_{rs} 1,875 %

Relativní ztráty celkové Z_{rc} 0,031 %

Tabulka 3.8 Vysvětlivka časových záznamů

Čas hlavní	T ₁
Čas vedlejší	T ₂
Čas potřebný k údržbě a přípravě stroje	T ₃
Čas potřebný k odstranění poruch	T ₄
Čas prostožů zaviněných obsluhou	T ₅
Čas potřebný k přemístění mlátičky	T ₆
Čas ostatních prostožů	T ₇
Čas operativní	T ₀₂
Čas produktivní	T ₀₄
Čas celkový	T ₀₇

Tabulka 3.9 Plošná výkonnost pro pšenici ozimou

Výkonnost [ha·hod ⁻¹]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
<p>pW₁ efektivní</p> $pW_1 = \frac{P}{T_1}$	4,12	4,27
<p>pW₀₂ operativní</p> $pW_{02} = \frac{P}{T_{02}}$	3,21	3,79
<p>pW₀₄ produktivní</p> $pW_{04} = \frac{P}{T_{04}}$	2,58	3,04
<p>pW₀₇ celková</p> $pW_{07} = \frac{P}{T_{07}}$	2,35	2,79

Tabulka 3.10 Hmotnostní výkonnost pro pšenici ozimou

Výkonnost [$t \cdot \text{hod}^{-1}$]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
mW₁ efektivní $pW_1 = \frac{P}{T_1}$	25,73	27,49
mW₀₂ operativní $pW_{02} = \frac{P}{T_{02}}$	23,38	25,04
mW₀₄ produktivní $pW_{04} = \frac{P}{T_{04}}$	19,12	19,96
mW₀₇ celková $pW_{07} = \frac{P}{T_{07}}$	16,43	17,21

Tabulka 3.11 Čas pracovního nasazení pro pšenici ozimou

Čas [hod]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
T₁	5,1	5
T₂	0,8	0,7
T₃	0,9	1,2
T₄	0	0
T₅	0,2	0,2
T₆	0,6	0,5
T₇	0,3	0,4
T₀₂ $T_{02} = T_1 + T_2$	5,9	5,7
T₀₄ $T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$	6,8	6,9
T₀₇ $T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$ $+ T_6 + T_7$	7,9	8
[ha]	18	20
[t]	125,32	133,56

Tabulka 3.12 Plošná výkonnost pro řepku ozimou

Výkonnost [$\text{ha} \cdot \text{hod}^{-1}$]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
pW₁ efektivní $pW_1 = \frac{P}{T_1}$	2,62	4,01
pW₀₂ operativní $pW_{02} = \frac{P}{T_{02}}$	2,10	3,12
pW₀₄ produktivní $pW_{04} = \frac{P}{T_{04}}$	1,75	2,83
pW₀₇ celková $pW_{07} = \frac{P}{T_{07}}$	1,21	2,19

Tabulka 3.13 Hmotnostní výkonnost pro řepku ozimou

Výkonnost [$\text{t} \cdot \text{hod}^{-1}$]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
mW₁ efektivní $pW_1 = \frac{P}{T_1}$	10,27	13,11
mW₀₂ operativní $pW_{02} = \frac{P}{T_{02}}$	8,77	11,56
mW₀₄ produktivní $pW_{04} = \frac{P}{T_{04}}$	5,96	9,28
mW₀₇ celková $pW_{07} = \frac{P}{T_{07}}$	4,29	7,33

Tabulka 3.14 Čas pracovního nasazení pro řepku ozimou

Čas [hod]	John Deere 670i	Claas Lexion 770
T ₁	4,1	4,5
T ₂	0,8	1
T ₃	0,9	1
T ₄	0	0
T ₅	0,2	0,3
T ₆	0,9	0,8
T ₇	0,5	0,6
T ₀₂ $T_{02} = T_1 + T_2$	4,9	5,5
T ₀₄ $T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$	5,8	6,5
T ₀₇ $T_{07} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$ $+ T_6 + T_7$	7,4	8,2
[ha]	14	16
[t]	40,56	52,71

Hodnocení plošné výkonnosti u John Deere 670i

Plošná výkonnost u pšenice ozimé je 2,35 [ha·hod⁻¹]

Sklidila [18 ha] s výnosem 125,32 [t]

Plošná výkonnost u řepky ozimé je 1,21 [ha·hod⁻¹]

Sklidila [14 ha] s výnosem 40,56 [t]

Hodnocení hmotnostní výkonnosti u John Deere 670i

Hmotnostní výkonnost u pšenice ozimé je 16,43 [t·hod⁻¹]

Sklidila [18 ha] s výnosem 125,32 [t]

Hmotnostní výkonnost u řepky ozimé je 4,29 [t·hod⁻¹]

Sklidila [14 ha] s výnosem 40,56 [t]

Hodnocení plošné výkonnosti u Claas Lexion 770

Plošná výkonnost u pšenice ozimé je **2,79 [ha·hod⁻¹]**

Sklidila [20 ha] s výnosem 133,56 [t]

Plošná výkonnost u řepky ozimé je **2,19 [ha·hod⁻¹]**

Sklidila [16 ha] s výnosem 52,71 [t]

Hodnocení hmotnostní výkonnosti u Claas Lexion 770

Hmotnostní výkonnost u pšenice ozimé je **17,21 [t·hod⁻¹]**

Sklidila [20 ha] s výnosem 133,56 [t]

Hmotnostní výkonnost u řepky ozimé je **7,33 [t·hod⁻¹]**

Sklidila [16 ha] s výnosem 52,71 [t]

Tabulka 3.15 Výnos hmoty John Deere 670i

Název	Výnos hmoty c_h	Měřená hodnata c_1	Měřená hodnata c_2	Měřená hodnata c_3
Pšenice ozimá	0,755 [kg·m ⁻²]	0,765 [kg·m ⁻²]	0,721 [kg·m ⁻²]	0,789 [kg·m ⁻²]
Řepka ozimá	0,407 [kg·m ⁻²]	0,423 [kg·m ⁻²]	0,387 [kg·m ⁻²]	0,413 [kg·m ⁻²]

Tabulka 3.16 Výnos hmoty Claas Lexion 770

Název	Výnos hmoty c_h	Měřená hodnata c_1	Měřená hodnata c_2	Měřená hodnata c_3
Pšenice ozimá	0,774 [kg·m ⁻²]	0,789 [kg·m ⁻²]	0,743 [kg·m ⁻²]	0,791 [kg·m ⁻²]
Řepka ozimá	0,428 [kg·m ⁻²]	0,439 [kg·m ⁻²]	0,417 [kg·m ⁻²]	0,428 [kg·m ⁻²]

Tabulka 3.17 Pojezdová rychlost John Deere 670i

Název	Pojezdová rychlost V_{pr}	Délka dráhy s	Čas jízdy t
Pšenice ozimá	1,785 [m·s ⁻¹]	100 [m]	56 [s]
Řepka ozimá	1,724 [m·s ⁻¹]	100 [m]	58 [s]

Tabulka 3.18 Pojezdová rychlost Claas Lexion 770

Název	Pojezdová rychlost V_{pr}	Délka dráhy s	Čas jízdy t
Pšenice ozimá	1,754 [m·s ⁻¹]	100 [m]	57 [s]
Řepka ozimá	1,694 [m·s ⁻¹]	100 [m]	59 [s]

Hodnocení pojezdové rychlosti John Deere 670i

Pšenice ozimá

Pojezdová rychlost V_{pr} **1,785 [m·s⁻¹]**

Řepka ozimá

Pojezdová rychlost V_{pr} **1,724 [m·s⁻¹]**

Hodnocení pojezdové rychlosti Claas Lexion 770

Pšenice ozimá

Pojezdová rychlost V_{pr} **1,754 [m·s⁻¹]**

Řepka ozimá

Pojezdová rychlost V_{pr} **1,694 [m·s⁻¹]**

Tabulka 3.19 Kvalita drcení John Deere 670i u pšenice ozimé

Velikost částic	Hmotnost jednotlivé skupiny m_{sk}	Kvalita drcení K_d
[mm]	[kg]	[%]
0-50	0,483	62,5
51-75	0,158	20,4
76-100	0,070	9,1
101-125	0,043	5,6
126-150	0,012	1,6
Nad 150	0,007	0,9
Celkem m_c	0,773 [kg]	100 [%]

Tabulka 3.20 Kvalita drcení Claas Lexion 770 u pšenice ozimé

Velikost částic	Hmotnost jednotlivé skupiny m_{sk}	Kvalita drcení K_d
[mm]	[kg]	[%]
0-50	0,502	63
51-75	0,147	18,4
76-100	0,089	11,2
101-125	0,045	5,6
126-150	0,010	1,3
Nad 150	0,004	0,5
Celkem m_c	0,797 [kg]	100 [%]

Tabulka 3.21 Kvalita drcení John Deere 670i u řepky ozimé

Velikost částic	Hmotnost jednotlivé skupiny m_{sk}	Kvalita drcení K_d
[mm]	[kg]	[%]
0-50	0,391	67,2
51-75	0,122	21
76-100	0,034	5,8
101-125	0,019	3,3
126-150	0,013	2,2
Nad 150	0,003	0,5
Celkem m_c	0,582 [kg]	100 [%]

Tabulka 3.22 Kvalita drcení Claas Lexion 770 u řepky ozimé

Velikost částic	Hmotnost jednotlivé skupiny m_{sk}	Kvalita drcení K_d
[mm]	[kg]	[%]
0-50	0,406	66
51-75	0,124	20,2
76-100	0,045	7,3
101-125	0,021	3,4
126-150	0,014	2,3
Nad 150	0,005	0,8
Celkem m_c	0,615 [kg]	100 [%]

Hodnocení kvality drcení John Deere 670i

Pšenice ozimá

Celková hmotnost m_{sk} činí **0,773 [kg]**

Řepka ozimá

Celková hmotnost m_{sk} činí **0,582 [kg]**

Hodnocení kvality drcení Claas Lexion 770

Pšenice ozimá

Celková hmotnost m_{sk} činí **0,797 [kg]**

Řepka ozimá

Celková hmotnost m_{sk} činí **0,615 [kg]**

Tabulka 3.23 Spotřeba pohonných hmot

Název	John Deere 670i	Claas Lexion 770
Pšenice ozimá	$m_p = \frac{V_{dp}}{P_{ha}}$ $m_p = \frac{38}{2}$ $m_p = 19 [l \cdot ha^{-1}]$	$m_p = \frac{V_{dp}}{P_{ha}}$ $m_p = \frac{40}{2}$ $m_p = 20 [l \cdot ha^{-1}]$
Řepka ozimá	$m_p = \frac{V_{dp}}{P_{ha}}$ $m_p = \frac{43}{2}$ $m_p = 21,5 [l \cdot ha^{-1}]$	$m_p = \frac{V_{dp}}{P_{ha}}$ $m_p = \frac{46}{2}$ $m_p = 23 [l \cdot ha^{-1}]$

Hodnocení pro John Deere 670i

Pšenice ozimá

Spotřeba pohonných hmot m_p **19 [l·ha⁻¹]**

Řepka ozimá

Spotřeba pohonných hmot m_p **21,5 [l·ha⁻¹]**

Hodnocení pro Claas Lexion 770

Pšenice ozimá

Spotřeba pohonných hmot m_p **20 [l·ha⁻¹]**

Řepka ozimá

Spotřeba pohonných hmot m_p **23 [l·ha⁻¹]**

Ekonomické zhodnocení

Základní pořizovací cena stroje John Deere 670i činí **9 500 000 Kč** a pro Claas Lexion 770 je to **10 000 000 Kč**. Průměrné roční využití pro John Deere 670i činilo v rámci odpracovaných hektarů **822 [ha]** a u sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 to bylo **894 [ha]**. Průměrná spotřeba pohonných hmot pro John Deere 670i byla **20,25 [l·ha⁻¹]** a pro Claas Lexion 770 to činilo **21,5 [l·ha⁻¹]**.

Tabulka 3.24 Fixní náklady

Ekonomické hodnocení	John Deere 670i	Claas Lexion 770
Náklady na amortizaci v 1. roce	1 045 000 [Kč·rok ⁻¹]	1 100 000 [Kč·rok ⁻¹] ¹⁾
Náklady na amortizaci v dalších letech	2 113 750 [Kč·rok ⁻¹]	2 225 000 [Kč·rok ⁻¹] ¹⁾
Náklady na garážování	12 250 [Kč·rok ⁻¹ ·m ⁻²] ²⁾	15 000 [Kč·rok ⁻¹ ·m ⁻²] ¹⁾
Náklady na povinné ručení	10 539 [Kč·rok ⁻¹]	10 539 [Kč·rok ⁻¹]
Fixní náklady celkové v 1. roce	1 067 789 [Kč·rok⁻¹]¹⁾	1 125 539 [Kč·rok⁻¹]¹⁾
Fixní náklady celkové v dalších letech	2 139 539 [Kč·rok⁻¹]¹⁾	2 250 539 [Kč·rok⁻¹]¹⁾

Tabulka 3.25 Variabilní náklady

Ekonomické hodnocení	John Deere 670i	Claas Lexion 770
Náklady na pohonné hmoty	770 [Kč·ha ⁻¹]	817 [Kč·ha ⁻¹]
Náklady na údržbu	320 [Kč·ha ⁻¹]	365 [Kč·ha ⁻¹]
Náklady na mzdu obsluhy	73 [Kč·ha ⁻¹]	71 [Kč·ha ⁻¹]
Variabilní náklady celkové	1 163 [Kč·ha⁻¹]	1 253 [Kč·ha⁻¹]
Variabilní náklady roční celkové	956 150 [Kč·rok⁻¹]	1 120 182 [Kč·rok⁻¹]

Hodnocení Fixní a Variabilních nákladů John Deere 670i

Celkové náklady na roční provoz stroje v prvním roce činily **2 023 939 [Kč·rok⁻¹]**.

Celkové náklady v nadcházejících letech by pak byly **3 095 689 [Kč·rok⁻¹]**.

Hodnocení Fixní a Variabilních nákladů Claas Lexion 770

Celkové náklady na roční provoz stroje v prvním roce činily **2 245 721 [Kč·rok⁻¹]**.

Celkové náklady v nadcházejících letech by pak byly **3 370 721 [Kč·rok⁻¹]**.

4 Diskuse

V rámci vyhodnocení pro ztráty předsklizňové a sklizňové by tyto hodnoty měly dosahovat maximálního čísla 1,5 % u pšenice a u řepky pak 2,5 %. Předsklizňové ztráty v našem případě pro stroj John Deere 670i byly u pšenice ozimé 0,16 % a u řepky ozimé pak 0,50 %. Stroj Claas Lexion 770 dosáhl u pšenice ozimé hodnot také 0,16 % u řepky však byly tyto ztráty větší a to 0,59 %. V rámci relativních ztrát byly naměřeny a vypočítány hodnoty následující. John Deere 670i u pšenice ozimé dosáhl relativních ztrát 0,52 %. U řepky ozimé tato hodnota činila 1,94 %. Pro sklízecí mlátičku Claas Lexion 770 byla tato hodnota u pšenice ozimé 0,4 % a u řepky ozimé byla naměřená hodnota 1,88 %. Výsledky tedy vypovídají že Claas Lexion 770 dosáhl menších relativních ztrát, než John Deere 670i. Oba stroje však splnily maximální možnou hranici u pšenice 1,5 % a u řepky 2,5 %.

Plošná výkonnost byla měřená za pomoci naměřených časů a zpracované plochy při samostatném měření. Hodnoty pro pšenici ozimou u sklízecí mlátičky John Deere činily 2,35 [ha·hod⁻¹] a u řepky ozimé 1,21 [t·hod⁻¹]. Pro sklízecí mlátičku Claas Lexion 770 byly naměřené hodnoty u pšenice ozimé 2,79 [ha·hod⁻¹] a u řepky ozimé činily 2,19 [ha·hod⁻¹]. Hmotnostní výkonnost je další parametr, který měří sklizené tuny na hodiny. U John Deere 670i byly u pšenice ozimé tyto hodnoty 16,43 [t·hod⁻¹] a pro řepku ozimou pak činily 4,29 [t·hod⁻¹]. Claas Lexion 770 dosáhl výsledků u pšenice ozimé 17,21 [t·hod⁻¹] a u řepky 7,33 [t·hod⁻¹]. Výpočtem plošné výkonnosti jsme zjistili že u pšenice ozimé dosáhla lepších výsledků sklízecí mlátička Claas Lexion 770 a to o 0,44 [ha·hod⁻¹], a u pšenice byl tento rozdíl ještě znatelnější a to o 0,98 [ha·hod⁻¹]. Hmotnostní výkonnost dopadla také lépe pro Claas Lexion 770 a to u pšenice ozimé o 0,78 [t·hod⁻¹], a stejně tak u řepky kde byl tento rozdíl 3,04 [t·hod⁻¹].

Jako další byl měřen výnos hmoty za pomoci tří naměřených parametrů. Díky nim nám pak komplexní výnos hmoty u sklízecí mlátičky John Deere 670i pro pšenici ozimou vyšel 0,755 [kg·m⁻²] a pro řepku ozimou 0,407 [kg·m⁻²]. U Claas Lexion 770 byla hodnota pro pšenici ozimou 0,774 [kg·m⁻²] a následně pak pro řepku ozimou činila tato hodnota 0,428 [kg·m⁻²]. Ačkoliv byly hodnoty velice podobné, Claas Lexion 770 měla větší výnos hmoty než John Deere 670i.

Pojezdová rychlost byla měřená za pomoci stopek na měřeném úseku 100 m. Díky vydělení délky dráhy a naměřeného času jednotlivých sklízecích mlátiček byly naměřeny hodnoty u sklízecí mlátičky John Deere 670i pro pšenici ozimou 1,785 [m·s⁻¹], u

řepky ozimé byla hodnota $1,724 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$. Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 dosáhla výsledků u pšenice ozimé $1,754 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$ a u řepky pak $1,694 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}]$. Zde byly výsledky opačné a můžeme vidět, že sklízecí mlátička John Deere 670i dosáhla jak na stanovišti s pšenici ozimou, tak na stanovišti s řepkou vyšší pojezdové rychlosti, než sklízecí mlátička Claas Lexion 770.

U kvality drcení jsme zjišťovali hmotnost u jednotlivých skupin rozdělených dle velikosti. U John Deere 670i vyšla kompletní hmotnost $0,773 \text{ [kg]}$, z čehož nejmenší části tvořily $62,5 \%$ pro pšenici ozimou, a u řepky pak $0,582 \text{ [kg]}$, kde byly nejmenší části tvořeny $67,2 \%$. Naopak u sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 jsme naměřili hodnoty u pšenice ozimé $0,797 \text{ [kg]}$, kde nejmenší části tvořily 63% , kdežto u řepky ozimé tato hodnota činila $0,615 \text{ [kg]}$, nejmenší kusy pak tvořily 66% . Díky těmto měřením můžeme dojít k závěru, že sklízecí mlátička Claas Lexion 770 si vedla lépe u pšenice ozimé kde zvládla lépe nadrtit pšenici než Claas Lexion 770, u řepky pak dominoval John Deere 670i.

Měření spotřeby pohonných hmot probíhalo na 2 hektarech, na kterých bylo naměřeno že John Deere 670i má u pšenice ozimé spotřebu $19 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$ a u řepky $21,5 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$. Sklízecí mlátička Claas Lexion 770 spotřebovala u pšenice ozimé $20 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$, načež u řepky ozimé byla tato hodnota $23 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$. John Deere 670i má menší spotřebu na hektar jak u pšenice ozimé o $1 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$ stejně tak u řepky ozimé, v jejímž případě je tato hodnota menší o $1,5 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}]$.

V rámci ekonomického hodnocení byly počítány fixní a variabilní náklady na provoz sklízecích mlátiček. Tyto sklízecí mlátičky mají obě průměrný výnos $4\,500 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$, což u John Deere 670i, který za rok udělal 822 [ha] činilo $3\,699\,000 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$. U sklízecí mlátičky Claas Lexion 770, která sklídila 894 [ha] to za rok činí $4\,023\,000 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$. Díky měření fixních nákladů, které se skládají z nákladů na amortizaci, garážování a povinného ručení jsme zjistili, že fixní náklady pro John Deere 670i budou v prvním roce činit $1\,045\,000 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$, a v dalších letech stoupnou na $2\,113\,750 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$. U sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 pak vyšlo že v prvním roce budou náklady $1\,100\,000 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$, a v dalších letech $2\,225\,000 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$. Variabilní náklady stoupají současně s pracovním nasazením stroje. Skládají se z nákladů na pohonné hmoty, údržbu, mzdu obsluhy. Roční variabilní náklady u sklízecí mlátičky John Deere 670i jsou $956\,150 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$, a u Claas Lexion 770 tyto náklady činní $1\,120\,182 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$. Dohromady jsou tedy roční náklady fixní a variabilní u John Deere 670i v prvním roce $2\,023\,939 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$ a v průběhu dalších let stoupnou

na 3 095 689 [Kč·rok⁻¹]. V porovnání s ročním ziskem můžeme zjistit, že sklízecí mlátička John Deere 670i dosáhne v prvním roce zisku 1 675 061 [Kč·rok⁻¹]. V průběhu dalších let bude stále v zisku 603 311 [Kč·rok⁻¹]. Náklady v prvním roce pro Claas Lexion 770 činí dohromady 2 220 182 [Kč·rok⁻¹] a v dalších letech činí 3 345 182 [Kč·rok⁻¹]. V porovnání se ziskem sklízecí mlátička Claas Lexion 770 v prvním roce dosáhla zisku 1 802 818 [Kč·rok⁻¹], v dalších letech pak dosáhla zisku 677 818 [Kč·rok⁻¹]. Díky větší výkonnosti zvládla sklízecí mlátička Claas Lexion 770 odpracovat větší množství hektarů což přineslo podniku větší množství zisku, ale zároveň na sklízecí mlátičce stoupli variabilní náklady. Claas Lexion 770 je i přes lehce větší náklady a větší pořizovací cenu výhodnější sklízecí mlátičkou v porovnání s John Deere 670i.

Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo porovnat sklízecí mlátičky John Deere 670i a Claas Lexion 770. Porovnání bylo prováděno na dvou plodinách, a to pšenici ozimé a řepce ozimé. Oba stroje si vedly v průběhu měření velice dobře a podmínky k práci byly velice příznivé. První měření bylo měření předsklizňových ztrát, kde John Deere 670i dosáhl lepších hodnot než Claas Lexion 770. Tyto hodnoty však byly relativně nepatrné a oba stroje dosáhly příznivých výsledků. Jako další byly ztráty sklizňové, u kterých měl naopak Claas Lexion 770 lepší výsledky než John Deere 670i.

U plošné výkonosti jsme zjistili, že sklízecí mlátička Claas Lexion 770 si vedla lépe o znatelně lepší kus, a to $0,78 \text{ [t} \cdot \text{hod}^{-1}]$ u pšenice a $3,04 \text{ [t} \cdot \text{hod}^{-1}]$ u řepky ozimé. U výpočtu hmotnostní výkonosti jsme zjistili, že Claas Lexion 770 dosahuje lepších výsledků oproti John Deere 670i. Dalším měřeným parametrem byl výnos hmoty, kde se měřily tři různé parametry, díky kterým jsme pak následně zjistili, že sklízecí mlátička Claas Lexion 770 dosahuje větších výnosů o nepatrný kus jak u pšenice ozimé, tak u řepky ozimé oproti John Deere 670i. Za pomoci měření a následného výpočtu pojezdové rychlosti jsme došli k závěru, že sklízecí mlátička John Deere 670i dosahuje větší rychlosti oproti Claas Lexion 770 a to jak u pšenice, tak u řepky.

Kvalita drcení je důležitým funkčním parametrem pro sklízecí mlátičky. Hodnoty u John Deere 670i byly v rámci kvality drcení pšenice ozimé horší než u Claas Lexion 770 o 0,5 %. U řepky ozimé pak lepších hodnot dosáhl John Deere 670i o 1,2 %. Jako další bylo zjišťováno měření pohonných hmot, u kterých John Deere 670i dosáhl lepších výsledků menší spotřeby jak u pšenice, tak u řepky.

V rámci ekonomických nákladů na chod stroje jsme zjistili že oba stroje dosahují ročního zisku. Návratnost investice pro John Deere 670i by se stále stejným ročním ziskem trvala 14 let bez sebemenších závad. U sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 by tato návratnost byla za 13,5 roku. Dle zjištění a výsledků jsou obě sklízecí mlátičky velice kvalitní stroje, které mají své lepší i horší stránky. Claas Lexion 770 dosáhl lepších výsledků u většiny měřených parametrů, avšak většinou o malé částky. Celkově však sklízecí mlátička Claas Lexion 770 díky své výkonosti sklídila o 72 [ha] více, než John Deere 670i. Díky této větší výkonosti zvládla sklízecí mlátička Claas Lexion 770 odpracovat větší množství hektarů což přineslo podniku větší množství zisku, ale zároveň na sklízecí mlátičce stoupli variabilní náklady. Claas Lexion 770 je

i přes lehce větší náklady a větší pořizovací cenu výhodnější sklízecí mlátičkou v porovnání s John Deere 670i.

Seznam použité literatury

Agroportal24h.cz, (2019). Rozdělení sklízecích mlátiček a jejich konstrukční prvky. [online] [citováno 26. 3. 2024]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozdeleni-sklizecich-mlaticek-a-jejich-konstrukcni-prvky>

Agrozet.cz, (2024) *John Deere T série*. [online] [citováno 25. 3. 2024]. Dostupné z: <https://www.agrozet.cz/e-shop/john-deere-t-1-d76916.html>

Břečka, J., Honzík I., Neubauer, K. (2001). *Stroje pro sklizeň pícnin a obilovin*. Česká zemědělská univerzita, Praha, 147 s. ISBN: 80-213-0738-2.

Červinka, J., Sedlák, P. a Trunečka, K. (2003). *Technika a technologie pro rostlinou výrobu – návody do cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. ISBN 80-7157-713-8.

ČSN 47 0120. (1987). *Zemědělské a lesnické stroje a traktory – Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů*. Český normalizační institut, Praha. 13 s. Třídící znak 47 0120.

Deere.cz (2020). *Řada T. Sklízecí mlátička 50 tun*. [online] [citováno 25. 3. 2024] Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/rada-t/>

Deere.cz (2017). *S770. Sklízecí mlátičky*. [online] [citováno 25. 3. 2024] Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/sklizeci-mlaticky/rada-s/s770/>

Fuka, V, (2019). *Vždy vhodně nastavený drtič*. [online] mechanizaceweb.cz [citováno 26. 3. 2024]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/vzdy-vhodne-nastaveny-drtic-slamy/>

Golasovský, K. (1993). *Zemědělské stroje*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České Republiky, Praha. ISBN 80-710-5063-6.

Janda D, (2012). *Mláticí a separační mechanismy sklízecích mlátiček*. [online] kombajny.wz.cz [citováno 26. 3. 2024]. Dostupné z: <http://kombajny.wz.cz/mlatsep.pdf>

Janotka, J., (2017). *Technologický pracovní postup sklízecích mlátiček*. [online] souzchvaletice.cz [citováno 26. 03. 2024]. Dostupné z: <https://www.souzchvaletice.cz/wp-content/uploads/2020/11/2-sklizeci-mlaticky.pdf>

Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek J., a Honzík, I., (2007). *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Česká zemědělská univerzita. Praha. ISBN 978-80-213-1701-7.

Maleš, J., (1986). *Stroje a zařízení v rostlinné výrobě*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.

Miu, P. (2017). *Combine Harvesters*. Taylor a Francis Group, New York. ISBN 978-1-1387-4827-9.

Roh, J., Kumhála, F., Heřmánek, P. (1997). *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Česká zemědělská univerzita. Praha. ISBN 80-213-0327-1.

Zlatohlávek, M, (2013). *Stroje pro živočišnou výrobu*. Střední odborná škola veterinární, mechanizační a zahradnická a Jazyková škola, České Budějovice.

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1.1 Žací ústrojí sklízecí mlátičky (mechanizaceweb.cz, 2018)	10
Obrázek 1.2 Šnekový dopravník sklízecí mlátičky (strom.cz, 2017)	12
Obrázek 1.3 Jednobubnové mláticí ústrojí (agroportal24h.cz, 2019)	14
Obrázek 1.4 APS (agroportal24h.cz, 2019)	16
Obrázek 1.5 Jednobubnové axiální mláticí ústrojí (strom.cz, 2017).....	17
Obrázek 1.6 Vytřásadla sklízecí mlátičky (agroportal24h.cz, 2019).....	19
Obrázek 1.7 Čistidlo sklízecí mlátičky (agroportal24h.cz, 2019).....	21
Obrázek 2.1 Vlhkoměr na obiloviny (vlhkomerynaobili.cz, 2024)	26

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Specifikace sklízecích mlátiček John Deere 670i a Claas Lexion 770 ..	23
Tabulka 2.2 Rozdělení částic	31
Tabulka 3.1 Předsklizňové ztráty John Deere 670i.....	35
Tabulka 3.2 Předsklizňové ztráty Claas Lexion 770.....	35
Tabulka 3.3 Velikosti kontrolních ploch P_2	36
Tabulka 3.4 Absolutní ztráty John Deere 670i.....	36
Tabulka 3.5 Absolutní ztráty Claas Lexion 770.....	37
Tabulka 3.6 Relativní ztráty John Deere 670i.....	37
Tabulka 3.7 Relativní ztráty Claas Lexion 770.....	38
Tabulka 3.8 Vysvětlivka časových záznamů	39
Tabulka 3.9 Plošná výkonnost pro pšenici ozimou.....	39
Tabulka 3.10 Hmotnostní výkonnost pro pšenici ozimou	40
Tabulka 3.11 Čas pracovního nasazení pro pšenici ozimou	40
Tabulka 3.12 Plošná výkonnost pro řepku ozimou	41
Tabulka 3.13 Hmotnostní výkonnost pro řepku ozimou.....	41
Tabulka 3.14 Čas pracovního nasazení pro řepku ozimou	42
Tabulka 3.15 Výnos hmoty John Deere 670i.....	43
Tabulka 3.16 Výnos hmoty Claas Lexion 770.....	43
Tabulka 3.17 Pojezdová rychlost John Deere 670i	44
Tabulka 3.18 Pojezdová rychlost Claas Lexion 770.....	44
Tabulka 3.19 Kvalita drcení John Deere 670i u pšenice ozimé.....	45
Tabulka 3.20 Kvalita drcení Claas Lexion 770 u pšenice ozimé.....	45
Tabulka 3.21 Kvalita drcení John Deere 670i u řepky ozimé.....	46
Tabulka 3.22 Kvalita drcení Claas Lexion 770 u řepky ozimé.....	46
Tabulka 3.23 Spotřeba pohonných hmot	47
Tabulka 3.24 Fixní náklady.....	48
Tabulka 3.25 Variabilní náklady	48
