

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: Ing. Luboš Smutný, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání vybrané sklízecí mlátičky v konvenčním
zemědělství a v precizním zemědělství

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Pavel Valenta

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel VALENTA**
Osobní číslo: **Z18150**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Téma práce: **Porovnání vybrané sklízecí mlátičky v konvenčním zemědělství a v precizním zemědělství**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Student v diplomové práci porovná činnost sklízecích mlátiček v konvenčním a precizním zemědělství. Cílem je porovnat sklízecí mlátičky na základě spotřeby pohonných hmot, ztrát zrna, kvality výmlatu, celkové efektivity provozu a posoudit přínosy zavádění GPS technologií do zemědělské výroby.

Struktura hlavní části práce bude následující:

1. Stručný úvod do problematiky
2. Technické principy GPS
3. Využití GPS navigace v současné zemědělské technice
4. Metodika terénních pokusů
5. Výsledky
6. Diskuse
7. Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40 – 50 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

STEINER, Ivo a Jiří ČERNÝ. GPS od A do Z. 4., aktualiz. vyd. Praha: eNav, 2006. ISBN 8023975161.

PASTOREK, Zdeněk. Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 8090241344.

LUKAS, Vojtěch, Lubomír NEUDERT a Jan KŘEN. Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství: metodika pro praxi. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 9788073755621.

RATAJ, Vladimír, Jana GALAMBOŠOVÁ, Miroslav MACÁK a Ladislav NOZDROVICKÝ. Presné poľnohospodárstvo: systém – stroje – skúsenosti : vysokoškolská učebnica. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 9788086726649.

KOVÁŘ, Pavel. Družicová navigace: od teorie k aplikaci v softwarovém přijímači. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2016. ISBN 9788001059890.

NEUDERT, Lubomír a Vojtěch LUKAS. Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 9788075093110.

BŘEČKA, Josef. Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 8021307382.

KROUPA, Pavel, Josef HŮLA a Pavel KOVAŘÍČEK. Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 8072711261.

KUMHÁLA, František. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021317017.

PETERKA, Alois, ed. Aktuální problémy využívání zemědělské techniky: mezinárodní vědecká konference = Agriculture Machinery Usage and Its Current Problems : international scientific conference : Český Krumlov, 1.6.-2.6.2006. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. ISBN 80-7040-861-8.

HEŘMÁNEK, Petr a František KUMHÁLA. Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. Studijní informace. ISBN 80-86153-33-9.

materiály přístupné přes databáze (např. Web of Knowledge, ScienceDirect atp.)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Konzultant diplomové práce: Ing. Martin Filip
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 15. února 2019

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 22. března 2019

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Budejovická 1600, 370 05 České Budějovice

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

Prohlášení, souhlas s uveřejněním práce

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

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

V Českých Budějovicích dne 29. 6. 2020

.....

Bc. Pavel Valenta

Poděkování

Děkuji panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc., Ing. Martinu Filipovi a provozovateli zemědělské techniky ZS Dynín, konkrétně panu Ing. Petru Pokornému za poskytnuté rady a informace při zpracovávání diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce na téma Porovnání vybrané sklízecí mlátičky v konvenčním zemědělství a v precizním zemědělství je postavena na odborné technické literární rešerši, která popisuje jednotlivé části sklízecí mlátičky od mláticích ústrojí až po sklizňové adaptéry. Postup, pomocí kterého bylo dosaženo výsledků a hodnot k porovnání sklízecí mlátičky Class Lexion 770 TT při práci v režimu ručního řízení a řízení pomocí GPS (Global Positioning System), je uveden v metodice této diplomové práce. Získané hodnoty naměřené, vypočítané a porovnané byly zpracovány podle metodiky z roku 2019. Sklizně obilnin pomocí sklízecí mlátičky jsou porovnávány v oblasti efektivity sklizně, ztrát způsobených sklizní, teoretické průchodnosti sklizené hmoty strojem, výkonnostní bilance a spotřeby pohonných hmot. Diplomová práce obsahuje i základní ekonomické provozní náklady.

Klíčová slova

Obilniny, precizní zemědělství, sklízecí mlátička, výkonnost.

Abstract

The diploma thesis on the comparison of the harvest of cereals using the combine harvester in the quality of work is based on the technical literature review, which describes the individual parts of the combine harvester from the harvesting adapters to the threshing device. The methodology of this diploma thesis describes the procedure by which the results and values for the comparison of the Class Lexion 770 TT combine when working in manual control and GPS control (Global Positioning System). Measured, calculated and compared values obtained according to the 2019 methodology. Harvesting of grain crops using the combine harvester is compared in terms of harvest efficiency, harvest losses, machine throughput, performance balance and fuel consumption. The thesis also includes basic economic operating costs.

Keywords

Cereals, precision farming, combine harvester, performance.

Obsah

Úvod	10
1. Historie sklízecích mlátiček	11
1.1 Sklízecí mlátičky	13
1.1.1 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky.....	13
1.1.2 Rozdělení sklízecích mlátiček.....	14
1.2 Vlastnosti zrnin.....	15
1.3 Technologický proces sklízecí mlátičky	16
1.4 Mlátičí ústrojí	19
1.4.1 Tangenciální mlátičí ústrojí	20
1.4.2 Axiální mlátičí ústrojí	21
1.5 Separační ústrojí sklízecí mlátičky.....	23
1.5.1 Vytrásadlový separátor.....	23
1.5.2 Tangenciální separátor s bubny.....	24
1.5.3 Axiální separátor s rotorem.....	24
1.5.4 Kombinovaný separátor	24
1.6 Čistící ústrojí	25
1.6.1 Pracovní proces čistidla.....	25
1.6.2 Ventilátor a parapety vzduchového proudu	27
1.7 Svahové sklízecí mlátičky	28
1.7.1 3D Class – přidání třetího pohybu hornímu sítu	28
1.8 Moderní technologie.....	28
1.8.1 Zjišťování výnosu zrna	28
1.8.2 Grain quality camera.....	29
1.8.3 CEMOS AUTOMATIC.....	29
1.8.4 LASER PILOT.....	30
2. Cíl práce	31

3. Metodika práce.....	32
3.1.1 Charakteristika provozovatele a sklízecích mlátiček	32
3.1.2 Technické údaje sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 TerraTrac	33
3.1.3 Metody stanovení ztrát	34
3.1.4 Výkonnost sklízecí mlátičky	38
3.1.5 Spotřeba PHM.....	42
3.1.6 Náklady	43
4. Výsledky měření.....	47
4.1 Předsklizňové ztráty	47
4.2 Sklizňové ztráty	48
4.3 Průchodnost sklízecí mlátičky	53
4.4 Spotřeba PHM	75
4.5 Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky	77
5. Diskuze	79
Závěr.....	84
Seznam použité literatury.....	85
Seznam grafů	88
Seznam obrázků	89
Seznam tabulek	90
Příloha	92

Úvod

Cyklicky se opakující sklizeň porostů kulturních plodin, zejména pak obilnin a olejnin, si už v dnešní moderní době lze jen obtížně představit bez pomoci vyspělých technologií mechanických sklízecích mlátiček. Ze strany uživatelů stroje narůstají požadavky na zvyšování výkonnosti, snižování provozních nákladů, snižování sklizňových ztrát, a v neposlední řadě snižování ekologického dopadu sklizně na životní prostředí.

Primárním úkolem stroje je precizní pokosení porostu, transport sklizené hmoty k mláticímu ústrojí a následně k čisticímu a separačnímu ústrojí. V dnešní době se primárně využívají mobilní sklízecí mlátičky s axiálně nebo tangenciálně uloženým mláticím ústrojím. U axiálního mláticího ústrojí se uvádí větší výkonnost než u tangenciální. Výkonnost má za následek větší energetickou náročnost stroje.

Mezi další požadavky zařazujeme ukládání slámy na povrch sklizeného pozemku, v případě dalšího zpracování slamnaté hmoty. V případě nevyužití této suroviny je velkou výhodou rovnoměrné rozřezání za pomoci drtiče ve sklízecí mlátičce, a následné rozmetení po povrchu pole.

Sklízecí mlátičky v současné době dosahují výkonu 581 KW, 18 000 l zásobníku zrna s pracovním záběrem lišty 13,5 m.

Už naši předkové si uvědomovali, že na všech obhospodařovaných pozemcích nejsou podmínky ani výnosy vyrovnané a stejné. Každý dobře hospodařící sedlák dobře znal své půdní bloky a věděl, která část pozemku je úrodnější, a na které části pozemku je proto třeba více intenzivně hospodařit. Tento srdečný vztah k půdě se předával z generace na generaci. V nedávně historii došlo k přerušení předávání informací a vytvoření heterogenních půdních celků. Precizní zemědělství navazuje pomocí moderní výpočetní techniky a vývoje globálních navigačních systémů, vytváří lokalizaci a identifikaci rozdílů v rámci pozemků pro nově vznikající systém hospodaření. Nová technologie si pomalu nachází uplatnění u jednotlivých zemědělců a pouze čas ukáže, zda vydat se touto cestou přinese kýžený výsledek a pomůže nám uchovat drahocennou půdu i pro další generace. Diplomová práce se zaměřuje na využití precizního zemědělství při sklizni kulturních plodin na jednotlivých půdních blocích pomocí sklízecí mlátičky. Porovnávána bude sklizeň u jednotlivých plodin konvekční metodou a precizní formou sklizně.

1. Historie sklízecích mlátiček

Nezbytnou součástí hospodaření na zemědělských pozemcích je pravidelně se opakující sklizeň kulturních plodin a následné zpracování. Mezi zrniny řadíme plodiny sklizené na semeno včetně luskovin, olejnin, zeleniny, jetelovin a travních porostů na semeno (Novotný, 2001).

Hlavní skupinu však tvoří obilniny až 55 % (ČSÚ 2019), pěstované přibližně na ploše 1 354 000 ha. V průběhu sklizně se získává jednak zrno, které je ihned po sklizni transportováno na stacionární pracoviště, kde probíhá třídění čištění a uskladnění. Dalším produktem získaným při sklizni obilovin je i sláma. Není sice tak náročná na zpracování, ale s ohledem na další zásahy pro včasné uvolnění pozemku pro následující plodinu musí být odklizená a odvezena z pozemku.

Obilniny rozdělujeme do dvou skupin:

- pšenice, žito, ječmen, oves;
- kukuřice, čirok, proso, rýže.

Vývoj mechanizace pro sklizeň obilnin má historii dlouhou několik tisíciletí. Začátky sklizně se prováděly vytloukáním klacky nebo animální silou zvířete – vyšlapáváním. Staří Feničané používali metodu vrstvení posečeného obilí do vrstev, po kterých jezdili hladkými nebo rýhovanými válci. Dlouhá staletí byl hlavní nástroj pro sklizeň obilnin srp a později kosa. Na počátku minulého tisíciletí se v Galii objevil první primitivní vozík, který měl v přední části agregován hřeben pro vytrhávání klasů. Uvolněné klasy následně padaly do vozíků (ROH 1997).

Žací lištu dnešní konstrukce vynalezl v roce 1800 Mayer. Mlatkový mechanismus vynalezl Skot Andrew Meickle a první mlátičku sestrojil jeho syn Stein Meickle v roce 1786. Na území dnešní České republiky se první mlátička zkoušela v roce 1840 v Třebíči. Následovalo využívání Žentouru od roku 1851.

První sklízecí mlátičky byly vynalezeny na přelomu 19. a 20. století. Nazývaly se sklízeče klasů. Své jméno získaly z důvodu nechávání vysokého strniště a záběrem mezi 10 až 15 m. Stroj byl velice energeticky náročný na provoz, při plném záběru stroje bylo zapotřebí tažné síly 20–25 koní. První stroje se do Evropy dostaly po roce 1925. První vyrobenou sklízecí mlátičkou vyrobila firma Class Harsewinkl v roce

1937. V roce 1938 firma Massey Ferguson představila první samohodnou sklízecí mlátičku (Novotný, 2001).

Do ČSR byly dovezeny po roce 1945 stroje typu S6 ze SSSR. Následoval dovoz SK4. V letech 1956–57 Agrostroj Pelhřimov vyvinul prototypy sklízecích mlátiček SM 500. Ze zahraničí byly dováženy stroje E512, 514, 516 od firmy Fortschritt. E 516 dosahoval průchodnosti $10 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a ročním vytížením stroje 1 000 ha při sklizňových ztrátách do 2 %. Současné stroje dosahují roční vytíženosti přes 2 000 ha a průchodností přesahující $50 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ (ROH 1997, MIU 2016).

1.1 Sklízecí mlátičky

Úkolem sklízecí mlátičky při přímé sklizni je získat porost ze stanoviště sečením, a při sklizni dvoufázové pomocí adaptéru sebrat a vymlátit sklízenou hmotu. Sklizenou hmotu musí poté transportovat od žací lišty, přes šikmý dopravník k mláticímu ústrojí. V mláticím ústrojí dochází k uvolnění zrna. Zrno následně putuje k čištění od ostatních částí rostlinných zbytků a příměsí. Následně dochází ke shromáždění zrna v zásobníku a pomocí vyprazdňovacího šneka transportu na odvozní prostředek. Ostatní zbytky ze sklizně (sláma, plevy, úhrabky) se připravují pro další zpracování nebo k zapravení na sklízený pozemek (Heřmánek, 1997).

Sklízecí mlátičky musí být víceúčelové strojní zařízení, které umožňují nejrůznější způsoby sklizně ostatních částí rostlin (např. ukládání slámy na povrch sklízeného pozemku ve formě rovnoměrného řádku, kopkovat, lisovat, řezat, drtit). Umožňují sklízet většinu semenných kultur. Tyto mlátičky jsou určeny do všech produkčních částí zemědělských podniků v ČR, standardní se svahovou dostupností do 8° a svahové mlátičky do 20° (Neubauer a kolektiv 1989).

1.1.1 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Každý ze sklízecích mlátiček by měla splňovat určité požadavky. Co vše patří mezi základní požadavky sklízecí mlátičky si představíme v této části práce.

Základním použitím těchto strojů je sklizeň olejnin, obilnin, na zrno, luskovin, kukuřice, jetelovin, případně dalších zrnin.

Jejich funkcí je především sbírání z řádku nebo sečení porostu, výmlat hmoty, separace hrubého a jemného omlatu. Dalšími jsou doprava materiálu do mláticího ústrojí, doprava zrna do zásobníku a slámy na řádek, nebo drcení a rovnoměrný rozptyl slámy po strništi.

Základními charakteristikami jsou výška rostlin od 0,3 m do 2,5 m, neposečený porost obilnin s výnosem zrna do 10 t. ha⁻¹, vlhkost slámy do 40 %, vlhkost zrna do 30 %, poměr zrna ke slámě od 1:0,8 do 1:2,5, porost polehlý, stojatý i zvířený do všech stran.

Základní požadavky na práci sklízecí mlátičky jsou například to, že výška strniště musí být plynule měnitelná od 70 do 600 mm a rovnoměrná, šířka řádku slámy do 150 cm, ztráty zrna při přímé sklizni jsou maximálně 1,5 % (hmotnosti z biologického výnosu), z toho za žacím stolem max. 0,5 %, a za mlátičkou do 1 %, poškození zrna do 3 %, ztráty zrna při přímé sklizni jsou maximálně 1,5 % (hmotnosti z biologického výnosu), z toho za žacím stolem max. 0,5 %, a za mlátičkou do 1 %, poškození zrna do 3 %,

ztráty zrna z nedomlatků do 0,5 %, obsah obilných příměsí a nečistot v zrně do 3 % (hmotnosti), z toho nečistot nejvýše do 1 % (Neubauer a kolektiv 1989).

Hmotnostní průchodnost sklízecí mlátičky se u standardních sklízecích mlátiček pohybuje od 4 do 12 kg.s⁻¹. Tomu odpovídá záběr žacího stolu od 3,6 do 8 m. Agrotechnické požadavky na objem zásobníku jsou od 3 do 15 m³, s plnicí výškou dopravního prostředku nad 3 m. Výkon motoru je požadován od 74 do 581 kW, pracovní rychlost plynule měnitelná od 1 do 12 km.h⁻¹, transportní rychlost nad 30 km.h⁻¹ (Kumhala, 2007).

Sklízecí mlátičky by měly mít následující prvky automatizace: indikace poklesu jmenovitých otáček jednotlivých hlavních hřídelí pracovního ústrojí, indikace a signalizace ztrát za vyřasadly a čistidlem a počítadlo hektarů. Svahové sklízecí mlátičky jsou vybaveny automatickým vyrovnáním sklízecího mechanismu v příčném i podélném směru na svazích do 20°. Při hospodaření v systému precizního zemědělství by měly být mlátičky vybaveny automatickým naváděním, automatickou regulací mláticího ústrojí, automatickou regulací mláticího ústrojí – vyřasadel a čistidel, nebo také automatickou regulací pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a průchodnosti.

Mlátičky mají pracovat s vysokou pracovní spolehlivostí. Musí samozřejmě odpovídat a splňovat požadavky předpisů bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci, musí také odpovídat předpisům pro provoz na veřejných komunikacích, stroj má obsluhovat jeden pracovník (Červinka 2003).

1.1.2 Rozdělení sklízecích mlátiček

Podle energetického prostředku rozdělujeme sklízecí mlátičky na přívěsné, návěsné a samochoďné.

Podle směru průchodu zpracované hmoty rozdělujeme sklízecí mlátičky na podélně přímotoké, polopřímotoké a příčně přímotoké.

Podle získávání obilné nebo semenné hmoty rozdělujeme žací sklízecí mlátičky sekající porost přímo žacím ústrojím a na sběrací sklízecí mlátičky sbírající porost z řádků sběracím ústrojím (Neubauer a kolektiv 1989).

Podle konstrukčního provedení mláticího ústrojí rozlišujeme mlátičky na tangenciální (radiální) s jedním nebo více bubny s mlatkami, na mláticí ústrojí axiální, hybridní

a integrované, které plní funkci mlátícího a separačního ústrojí, a to s jedním nebo dvěma bubny.

Podle konstrukce separačního ústrojí dělíme sklízecí mlátičky na vytřasadlové, kde je vytřáska ukládána na dvou klikových hřídelích a nad vytřasadlem se mohou nacházet čechrače slámy, bubnové axiální, kde je buben pevný – otáčí se rotor s lopatkami, nebo je buben otočný, bubnové tangenciální nebo kombinované – jeden až dva bubny s vytřasadlem.

Podle dostupnosti ve svahu dělíme sklízecí mlátičky na standardní do 8°; standardní s úpravou do 12°; svahové do 20°.

Podle konstrukce podvozku rozdělujeme sklízecí mlátičky na kolové, pásové, kolo-pásové (Břečka 2001).

1.2 Vlastnosti zrnin

Z hlediska práce mechanizace při sklizni zrnin musí sklízecí mlátičky překonat řadu rozdílných vlastností.

Podle rovnoměrnosti dozrávání rozdělujeme rostliny na stejnoměrně a nestejně dozrávající. Do skupiny stejnoměrně dozrávajících plodin zařazuje všechny druhy obilovin. A na rostliny nestejně dozrávající řadíme hrách, řepku a jeteloviny.

Mlátitelnost je energie potřebná k uvolnění zrna. Rozlišujeme tři druhy mlátitelnosti.

První z nich je snadná, kde síla potřebná k uvolnění 1 zrna z klasu je nižší než 1 N (hrách, řepka, mák). Dále střední, kde síla potřebná k uvolnění 1 zrna z klasu je 1 až 2 N (obilniny), a nakonec obtížná, kde síla potřebná k uvolnění 1 zrna z klasu je vyšší než 2 N (jeteloviny).

Mlátící ústrojí sklízecí mlátičky musí být schopno efektivně vymlátit i různou velikost zrn. Zrna dělíme na drobná (řepka, jetel), střední (obilniny) a velká (kukuřice, bob).

Různé odrůdy plodin jsou odlišně náchylné na poškození. Rozdělujeme rostliny na dva druhy: velká náchylnost na poškození (luskoviny a olejniny) a malá náchylnost na poškození (obilniny, jeteloviny) (ROH 1997).

Vlhkost v době sklizně může být malá vlhkost (většina plodin, zrno 12–22 %, sláma 20–50 %) a velká (kukuřice), která se sklízí na přelomu září – říjen při vlhkosti zrna 20–40 % a slámy 40–70 %.

Čistitelnost je obtížnost oddělení příměsí od zrna. Rozeznáváme tři druhy čistitelnosti: dobrá (hrách, bob), průměrná (většina zrnin), špatná (traviny) – často stejná objemová hmotnost jako příměsí.

Hustota porostu může být řídká od 5 do 10 rostlin na m², středně hustá od 300 do 700 rostlin na m² a hustá od 10 000 do 20 000 rostlin na m² – travnaté pozemky nebo polehlé obiloviny s podrostem (Břečka 2001).

Výšku porostů rozdělujeme do tří skupin: nízký (jeteloviny, hrách), střední (obiloviny) a vysoký (kukuřice, slunečnice).

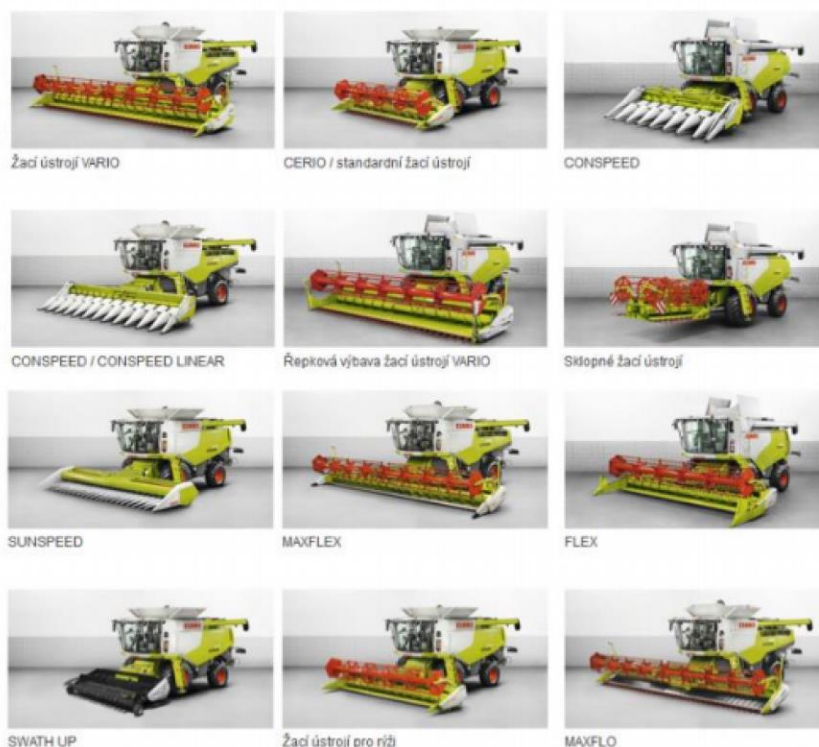
Jednou z nejdůležitějších vlastností rostlin pro efektivní využití sklízecí mlátičky je vzájemná poloha rostlin: jednotlivé rostliny jsou oddělené (obilniny) nebo rostliny vzájemně propleteny (hrách, řepka olejka).

Poléhavost porostu dělíme na nepoléhavý porost (kukuřice, slunečnice), částečně poléhavý (obilniny) a na poléhavý (hrách).

Sklízecí mlátičky se musí před zahájením sklizně seřadit na danou plodinu – přizpůsobit se vlastnostem plodiny. Většina vlastností se v průměru dne mění a je zapotřebí přenastavit mechanismus k optimální činnosti. Jsou jimi například: vlhkost, zralost, zaplevelenost, polehlost porostu, druh plodiny (ROH 1997).

1.3 Technologický proces sklízecí mlátičky

Mezi hlavní konstrukční celky sklízecích mlátiček řadíme adaptér neboli vyměnitelné sklízecí ústrojí, které jsou zobrazeny na obrázku č. 1, základní jednotka a příslušenství. Typy adaptérů: žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin s různou šířkou záběru, adaptér s bubnovým sběracím ústrojím pro dělenou sklizeň obilovin, jednoduchý nebo dvojitý, adaptér s dopravníkovým sběracím ústrojím pro dělenou sklizeň krátko stébelnatých a lehce vypadávajících plodin (krátké obiloviny, luskoviny, trávy na semeno), adaptér na odlamovací ústrojí palic sloužící ke sklizení kukuřice na zrno, adaptér ke sklizni kukuřice, adaptér ke sklizni fazolí, adaptér ke sklizni sóji a adapter ke sklizni technického konopí (Neubauer 1989).



Obrázek č. 1: Druhy sklízecích adaptérů

Zdroj: Agrall – zemědělská technika, 2019

U sklízecích mlátiček se využívá prstového žacího ústrojí. Toto ústrojí tvoří prsty, po kterých dochází k přímovratnému pohybu nože přinýtované k nosiči nožů. Patice, která je připevněná na levé straně, je otočně spojena s ústrojím pohonu. Celouzavřené dvouprsty jsou používány u nových žacích ústrojí a pomocí šroubů M 6 s maticemi, které mají plastový kroužek, který zamezuje jejich samovolnému povolení, jsou připevněny nože. Rozteč mezi prsty a noži je 76,2 mm a předběhová kosa je využívání díky lepším žacím vlastnostem, kdy její zdvih je 84 mm. V dřívějších dobách byl k pohonu kosy používán šikmo uložený čep, který měnil otáčivý pohyb přes unášecí vidlici na přímovratný, ten se kulovými čepy a ramenem pomocí spojky spojil s kosou. Tento mechanismus vyžadoval vysokou přesnost, pravidelné mazání a seřízení. Silentbloky postupně kulové čepy u dalších typů nahradily, čímž byly odstraněny nežádoucí rázy. V současné době používají sklízecí mlátičky planetové převodové skříně, které jsou zakončené čepem a výstředníkem. Na čepu je ojnice umístěná horizontálně, a tak spojuje čep výstředníku s čepem kosy. Rotační hydromotory nebo klínové řemeny jsou používány k pohonu těchto převodů. V případě potřeby posečení porostu, který je polehlý, je potřeba využít zvedače, které se vyrábějí z ploché oceli a mají přivařený unášec kruhového profilu. Povrch pozemku dokonale kopíruje přední část zvedače. K tomu, aby byl polehlý porost dobře rozdělován a nedocházelo tak k ucívání, je nutné, aby hroty zvedačů byly ostré. K prstům jsou zvedače upevněny

rychloupínacím zařízením. Zpravidla jsou umístěny na každém čtvrtém prstu, ale jejich počet na liště je volitelný (Zlatohlávek 2014).

Žací stůl se nachází za žacím ústrojím, po němž je hmota posouvána k šnekovému dopravníku, který je opatřen dvěma šnekovnicemi. Pravotočivá šnekovnice je na levé straně a levotočivá šnekovnice je na pravé. Ve stejném směru jako přiháněč je otáčen šnekový dopravník a jeho otáčky jsou konstantní. Palcový vkladač se nachází uprostřed šnekového dopravníku, jenž přejímá hmotu do obou šnekovnic a posouvá tuto hmotu k šikmému dopravníku spodem. Na hřídeli, která je vyosena směrem dopředu a stojí, jsou otočně přichyceny palce dopravníku. V plastových pouzdech nacházejících se v obalu šneku jsou otočně umístěny palce, které mají nejčastěji obdélníkový nebo kruhový průřez. Tato plastová pouzdra jsou v objímkách. Objímky podle umístění dělíme na vnitřní a vnější. Otáčením šneku se palce v zadní části zasunují dovnitř, a v přední části naopak vysunují ven. V základním seřízení je šnekový dopravník umístěn 20 mm nad dnem lišty. U dvou šroubů, které jsou z vnější strany lišty, je seřizována jejich výška. Tyto šrouby také posouvají hřídel šnekového dopravníku směrem dolů a nahoru. Pootočením hřídele šnekového dopravníku je prováděno vysunutí palců palcového vkladače. Je nutné, aby byly palce nacházející se na straně u šikmému dopravníku byly zasunuty z toho důvodu, aby se hmota nevracela před lištu. Je důležité mít šnekový dopravník umístěný ve středu lišty. Seřizovacím mechanismem provádíme jeho axiální posunutí. Tento mechanismus je v levé části šnekového dopravníku pod krycím víkem. K tomu, aby nedocházelo k namotávání plevelů při sklizení zaplevelených porostů, např. rmen, svízel přítula, bývá na zadní straně šnekový dopravník vybaven stěrkou. Tato stěrka bývá vyrobena z ploché oceli a nachází se v ní podélné otvory, kterými je možné ji oddalovat nebo zase přibližovat ke šnekovému dopravníku. Šnekový dopravník je vybaven pojistnou zubovou spojkou s centrální pružinou, zejména proti poškození, jejíž předpětí je seřizováno podle pokynů výrobce. Hmota je dále od palcového vkladače přebrána šikmým dopravníkem (viz obrázek číslo 2), který je tvořen jedním nebo dvěma řetězovými dopravníky. Řetězy mívají unašeče, na kterých jsou nanýtovány ozubené lišty. Správné seřízení výšky lišty řetězového dopravníku je v momentě, kdy se prostřední lišta dotýká dna šikmému dopravníku. Dřevěné nebo plastové kluzáky bývají umístěny v horní části. Po těchto kluzácích se pohybuje řetěz. Seřízením dvou napínacích šroubů dochází k napnutí řetězů šikmému dopravníku. Tyto šrouby najdeme z vnější strany komory, jejich úkolem je posouvat hřídel, na níž jsou připevněná ramena. Na těchto ramenech je v ložiskách umístěn plovoucí buben. Správné seřízení je v momentě, kdy nezůstává

plovoucí buben v horní poloze a volně spadne do pracovní plochy. Je nutné, aby oba napínací šrouby byly seřízeny na totožnou hodnotu, jinak by mohlo docházet k poškození celého dopravníku. Sklízecí mlátičky bývají také vybaveny nástroji proti vniknutí cizích předmětů, jako je např. lapačem kamenů, který vychytává kameny a obilná hmota tak může pokračovat do mláticího ústrojí. Lapač je nutné kontrolovat denně. V nových sklízecích mlátičkách je nainstalován pákový mechanismus, díky kterému se lapač jednoduše otevře a zavře. Aby nedocházelo ke ztrátám, musí být lapač těsný (Zlatohlávek 2014).



Obrázek č. 2: Šikmý dopravník

Zdroj: Střední odborná škola veterinární, mechanizační a zahradnická a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky – výukový materiál, 2013

1.4 Mláticí ústrojí

Hlavní funkcí mláticího ústrojí je uvolnit zrno z klasů sklizené plodiny, přičemž dochází k rozrušování slámy. Při výmlatu dochází k uvolnění většiny zrn z klasu. Během uvolňování zrna z klasu nesmí dojít porušení celistvosti obilky. Dále má mláticí ústrojí rozdělit zpracovaný materiál na jemný a hrubý omlat. Hrubý omlat je dopraven výstupní mezerou a následně odmítacím bubnem na soustavu vytrásadel. Jemný omlat se separuje a propadá mláticím košem. Mláticím košem má propadnout co nejvíce uvolněného zrna, aby nedocházelo k přetěžování práce vytrásadel (Břečka, Honzík, Neubauer, 2001).

Uvolnění zrna z klasů – tzv. výmlat probíhá údery mlatek do sklizené hmoty v mláticím ústrojí a jejím protahováním zužující se mezerou mezi mlátkovým košem a bubnem. Vlivem působení těchto sil dochází k vytírání a porušení mezi zrnem a klasovým vretenem.

V České republice se nejčastěji můžeme setkat s tangenciálním mláticím ústrojím (radiálním). Tangenciální mláticí ústrojí rozdělujeme na jedno nebo dvoububnové. Dříve se využívalo zubové mláticí ústrojí, které bylo konstrukčně složité a provozně

náročné na údržbu a správné seřízení. Mláticí ústrojí bylo náchylné na poškození (Agroportal24h.cz., Brýna,2019).

1.4.1 Tangenciální mláticí ústrojí

Výmlat kulturních plodin je velice složitý proces. Na mlácení se podílí nejenom rázy mlatek bubnu o mlácenou hmotu, ale také síly zrychlující a třecí (způsobující mlatky, koš a buben), vytírání bubnu mlatkami a koše litinami, ventilační účinky bubnu nebo také prostorové kmitání hmoty (NEUBAUR 2001).

Jednobubnové mláticí ústrojí:

Tangenciální mláticí ústrojí jednobubnové je složeno z rotujícího mláticího bubnu a výškově nastavitelného koše. Mláticí buben se skládá z hlavní hřídele uložené ve středu bubnu na dvou ložiskách. Na krajích hřídele jsou nalisované krajní nosné kotouče. Podle šířky bubnu jsou uvnitř bubnu nalisované dva nebo tři vnitřní kruhové prstence, které udržují stálý tvar bubnu. Po obvodu kotouče mají připevněny nosiče mlatek, dle průměru bubnu se počet mlatek pohybuje od 8 do 10. Šikmo rýhované mlatky jsou přišroubovány na mlatky. Mlatky jsou připevněny střídavě s pravým a levým rýhováním. Takto uspořádané mlatky mají za následek axiální kmitání procházející hmoty a prodloužení doby výmlatu. Buben je dynamicky a staticky vyvážený a jeho otáčky lze plynule měnit pomocí variátoru, ovládaným hydraulicky, mechanicky nebo elektricky z kabiny obsluhy. Průměr bubnu bývá od 400 do 700 mm šířky a 1 100 až 1 700mm délky podle požadované průchodnosti mláticím ústrojím. Otáčky bubnu lze měnit variátorem v rozsahu od 500 do 1 500 ot.min⁻¹, pomocí rektoru můžeme dosáhnout nižších otáček v rozsahu 200 až 600 ot.min⁻¹. Zespodu obepíná mláticí buben mláticí koš v rozmezí mezi 40 až 50 % jeho obvodu a tím dosáhneme opásáním mezi 110° až 150°. Koš bývá většinou jednodílný s doplněným prutovým výběhovým roštem. Koš tvoří soustavu roštů o velikosti 20 x 40 mm. Zavěšení koše je realizováno soustavou pák a táhel, které umožňují nastavit. Intenzita výmlatu za provozu se seřídí z kabiny obsluhy centrálním stavěním koše. Na začátek koše je možné zapojit klasňovací lištu nebo plech nebo namontovat síťovou vložku určenou pro výmlat jetelovin. Mezera mezi lištami koše a mlatkami bubnu se centrálně mění podle druhu sklízené plodiny v rozsahu na vstupu 11 až 55 mm a na výstupu 2 do 40 mm (Pastorek, 2002).

Dvoububnové mláticí ústrojí

Toto ústrojí se může například skládat ze soustavy bubnů. První buben je urychlovací a druhý mláticí. V druhém bubnu jsou krátké dělené mlátky uspořádané na bubnu do šroubovice, zatímco koš je standardní konstrukce jako u jednobubnového mláticího ústrojí. Mezi prvním a druhým bubnem se nenachází odmlacovací buben, což některé konstrukce umožňují. Dvoububnové mláticí ústrojí provádí diferenciovaný výmlat. V prvním urychlovacím ústrojí se uvolní zrno a s menší pevnostní vazbou ke klasu. Ve druhém bubnu dojde k uvolnění zrn s větší pevností. Úhel opásání prvního válce je menší než u druhého. Rovněž otáčky prvního válce jsou nižší než otáčky druhého válce. První buben uvolní nejkvalitnější část zrn z klasu, které opadá ze 70 % košem. Výmlat je dokončován druhým bubnem. Při správném nastavení válců je možné dosáhnout menšího poškození zrna a také zmenšení nedomlatků. Dochází ke zvýšení propadu zrna koši, díky čemuž jde méně uvolněného zrna na separátor a dochází k nižším ztrátám ve slámě. Dvoububnové mláticí ústrojí pro svou konstrukční složitost je i více náročné na energetiku (ROH, 1997).

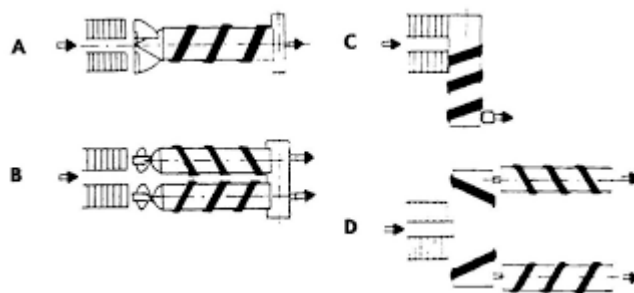


Obrázek č. 3: Mláticí ústrojí tangenciální

Zdroj: Class.cz, 2019

1.4.2 Axiální mláticí ústrojí

Axiální mláticí ústrojí může existovat v několika variantách. První je možnost samostatného mláticího ústrojí, nebo také jako kombinace separačního a mláticího ústrojí, které nazýváme integrované mláticí a separační ústrojí. Na základě uspořádání těchto axiálních mlátiček a separačního ústrojí, a tedy i toku materiálu při mlácení, rozdělujeme do čtyř variant konstrukčního provedení.



Obrázek č. 4: Druhy uložení mlátícího rotoru

Zdroj: Břečka, Honzík, Neubauer, 2001

- A) Podélný buben – podélný tok hmoty
- B) Podélné dva bubny – podélně paralelní tok sklízené hmoty
- C) Příčný buben – příčný tok sklízené hmoty
- D) Příčný i podélný buben – dochází ke kombinaci příčného a podélného toku sklízené hmoty.

Podobně jako u tangenciálních sklízecích mlátiček je obilná hmota přiváděna k této části ústrojí pomocí šikmého dopravníku. Lopatky vkládacího šneku zachytí hmotu, a zároveň je tato hmota vtahována do mezery, která je mezi pevným separačním pláštěm a otáčejícím se kombinovaným bubnem. Mlatky, nacházející se v přední části kombinovaného bubnu, jsou uloženy axiálně, a některé jsou tvarované do šroubovice. Tady dochází k uvolnění zrna a separaci jemného omlatu mlátícím košem, tj. první separační částí pláště. Rychlostí, která se přibližně rovná 1/3 obvodové rychlosti bubnu, rotuje sklízená hmota mezi pláštěm a bubnem. Díky vodícím lištám se tato hmota posunuje ve směru osy bubnu. Následně se hrubý omlat přesouvá do druhé části ústrojí, kde dochází k uvedení do rotace separačními lištami. Tímto se znovu separuje jemný omlat, druhou částí separačního pláště a separačního koše. Vodící lišty usměrňují slámu z ústrojí ven. Jemný omlat získaný výmlatem v tuto chvíli propadne separačním košem a několika šnekovými dopravníky je transportován do čistidel obvyklé koncepce. Při nedokonalém výmlatu hmoty, může propadat na zadní konec horního úhrabečného síta čistidla, tj. za odmítací buben (Břečka, 2001).

Axiální sklízecí ústrojí má až o 25 % větší hmotnostní průtok oproti klasickému tangenciálnímu sklízecímu ústrojí (Břečka, 2001).

1.5 Separační ústrojí sklízecí mlátičky

Úkolem separačního ústrojí sklízecí mlátičky je oddělit jemný omlat z hrubého, přicházejícího z mlátícího ústrojí a transportovat ho na čistidlo. Slámu je třeba dopravit ven a uložit ji na povrch sklizeného pozemku do řádku, nebo předat k dalšímu zpracování na drtící zařízení. Ve slámě po průchodu separátorem nesmí být volné zrno. Přítomnost zrn by naznačovalo nedokonalé seřízení separátoru.

Podle konstrukčního provedení můžeme rozdělit několik typů separátorů:

- vytrásadlový separátor: vytrásadlo, u kterého dle množství vytrásadel rozlišujeme 3 až 6dílné, uložené na dvou klikových hřídelích,
- rotační tangenciální nebo axiální separátor,
- kombinovaný separátor (tangenciální s vytrásadlem, tangenciální s rotačním axiálním) (MIU, 2016).

1.5.1 Vytrásadlový separátor

Vytrásadlo nazývané taky klávesové. Má podle konstrukční šířky mlátícího ústrojí tři až šest vytrásek (kláves). Každou klávesu tvoří těleso se žlabem, které má roštový povrch nebo stupňovitý horní pracovní povrch (3 až 7° s různým sklonem), který je opatřený pevným žaluziovým sítem se sklonem žaluzii 45°. Ocelovými hřebeny s jednostranně zkosenými zuby jsou opatřeny bočnice kláves. První stupně navíc mívají lišty se šikmými hřeby. Touto úpravou se dosáhne nižšího zpětného skluzu slámy, zajišťuje její rovnoměrné rozvrstvení po vytrásadle při různém podélném náklonu mlátičky. Značně vyšší plechové hřebeny se využívají na prvním stupni kláves a lišty s hřebeny jsou umístěny do středu vytrásky, díky čemuž je rychlost proudu hrubého omlatu snížena a dochází k intenzivnějšímu prosévání zrna v prvním stupni. Síťovým povrchem vytrásky propadá na její dno jemný omlat a postupuje na koncovou část stupňovité vynášecí desky po spádové desce. Po této desce prochází už jemný omlat, který propadl skrz mlátící koš. S klávesy bez dna se můžeme setkat u výkonných sklízecích mlátiček, kde je doprava jemného omlatu na stupňovitou desku nebo přímo do čistidla zajišťována pomocí kývající se spádové desky nebo tu funkci zastává řada šikmo uložených dopravníkových šneků. U některých typů ještě bývají nad vytrásadlem zavěšeny výškově nastavitelné clony, které mají za úkol

zpomalovat pohyb hrubého omlatu a zachycovat zrno z mlátícího ústrojí (Břečka, 2001).

1.5.2 Tangenciální separátor s bubny

Separátor je tvořen řadou za sebou jdoucích otáčejících se vytrásacích bubnů – rotorů s prsty, které jsou odkloněné od směru otáčení. Separáční síto (koš) je uloženo pod každým separáčním rotorem. Bubny natřásají a načechravají hrubý omlat. Sítem se prosévá oddělený jemný omlat. Toto konstrukční řešení napomáhá k dobrému oddělení zrna z hrubého omlatu při sklizni dlouho stébelnatých rostlin se zvýšenou vlhkostí. Separátor je méně náchylný na sklon sklízecí mlátičky. Nevýhodou při sklizni obilnin při standardní vlhkosti je rozmělnění slámy a na čistidlo přichází větší množství příměsí (KROUPA, 2002).

1.5.3 Axiální separátor s rotorem

Separátor je tvořen z pevného síťového válcového pláště, v němž se ve šroubovicích otáčí rotor s lopatkami. Ke vtahování hmoty do svých bubnů pomáhají větší zakřivené lopatky, které jsou v přední části rotoru. Zde dochází k separaci jemného omlatu, který propadá síťovým válcovým pláštěm. Obilná hmota rotuje mezi stěnou rotoru a pláštěm. Rychlost se rovná 1/3 obvodové rychlosti separáčního rotoru a současně se hmota posouvá na konec mlátičky. Toto konstrukční řešení není náchylné na sklon sklízecí mlátičky. Využití axiálního separáčního ústrojí hojně využívá u svých strojů firma John Deere (Břečka, 2001).

1.5.4 Kombinovaný separátor

Kombinovaný separátor je konstrukčně řešen ve dvou variantách provedení: tangenciální s vytrásadlem anebo kombinace tangenciálního a axiálního separátoru (Břečka, 2001).

Tangenciální separátor s vytrásadlem:

Používá se jako jedno nebo dvojbubnový a nahrazuje určitou délku vytrásadla. Za odmítací buben je zařazen rotor, který přebírá již zbrzděný omlat na rychlost 2 až 3 m.s⁻¹. V separátoru se snížením rychlosti tvoří větší vrstva slámy, kdy se tato vrstva postupně zvětšuje až na vytrásadlo dosahující střední rychlosti okolo 0,4 m.s⁻¹. Při průchodu slámy mezi košem a rotorem se propadá drobný omlat, ale dochází

i k zrovnoměrnění toku slámy. V suchých podmínkách dochází k drobení slámy na jemný omlat. Někteří výrobci sklízecích mlátiček dovybavují stroje možností snížení otáček motoru nebo seřízení mezery mezi rotorem a košem (KROUPA, 2002).

Tangenciální separační ústrojí s axiálním separátorem:

Separátor navazuje na mlátící ústrojí, kde je odmítacím bubnem zajišťováno zpomalování hmoty od mlátícího bunu provádí zpracování drobného omlatu. Od odmítajícího bubnu omlat přechází do tangenciálního separátor, jenž omlat dále posunuje do axiálního separátoru. Axiální separátor je ve strojích uložen příčně, tímto uspořádáním rozděluje omlat na dva proudy. Rotor separátoru se otáčí a současně posouvá omlat do stran mlátičky. Ze zadní strany je zde plášť otevřen, a tak má sláma volnou cestu a vychází na odmítací bubny, které jí doprovází ven ze stroje (ROH, 1997).

1.6 Čistící ústrojí

Jemný omlat, který propadl mlátícím košem nebo roštovým sítím, postupuje na čistidlo sklízecí mlátičky. Propad, který vznikne pod mlátícím košem, obsahuje velký podíl uvolněného zrna až do výše 90 % a zbylých 10 % je tvořeno plevy, plevelnými rostlinami, nedomlatky a úlomky slámy nebo klasů. Na čistícím ústrojí se dá separovat volné zrna, u kterého požadujeme kvalitu čistoty nejméně 97 %. Jedná se o obtížný úkol, z důvodu různorodého složení jemného omlatu, které ovlivňují: měnící se hmotnost, slamnatost, vlhkost, zaplevelení prostu kulturní plodiny, trakce a seřízení mlátícího ústrojí a separačního ústrojí (MIU, 2016).

1.6.1 Pracovní proces čistidla

Čistidlo sklízecí mlátičky je tvořeno z dopravní části (soustavy šneků a vynášecí stupňové desky), vzduchové části a sítové skříně, která obsahuje úhrabečné síto v horní části, a ve spodní síto zrnové. Ve spodní části sklízecí mlátičky je mezi nápravami uloženo čistidlo.

Ve vzduchové části separátoru nalezneme ventilátor vytvářející proud vzduchu, který tlačí vzduchovým potrubím až do sítové skříně. Ventilátor se může objevovat v různých konstrukcích, a to např. radiální, diametrální nebo axiální (Kroupa, 2002).

Přes síťovou skříň je stupňovitá vynášecí deska, která navazuje na horní úhrabečné síto. Dopravu jemného omlatu v čistidle axiálního mlátícího ústrojí zajišťuje soustava šneků.

Síťová skříň má různá nastavitelná síta. Ta mohou být různých typů, např. žaluziová, nebo i výjimečně žaluziová zaháčkovaná.

Kývavý pohyb sítě a stupňovité vynášecí desky je odvozen od excentru nebo klikového mechanismu (Břečka, 2001).

Proces čistidla začíná na stupňovité vynášecí desce, která je spojena s horním sítem a kývá se proti směru skříňe se spodním sítem. Na začátek stupňovité vynášecí desky přichází jemný omlat, který se propadne mlátícím košem dolů.

Na prstový rošt nebo na konec desky přichází vytrásadlem propadlý jemný omlat. Při dopravě po stupních vynášecí desky se jemný omlat rozvrství, zrno je setřásáno dospodu vrstvy, a nahoru vzlínají slavnaté příměsi. K tomu, aby nesjížděl omlat k jedné straně po vrstevnici, je vybavena podobně jako síta či deska, a je podélně rozdělena 4 až 6 lištami. Přes povrch vynášecí desky postupuje jemný omlat na její prstový rošt. Tento rošt může mít střídavě vyhnuté prsty nebo být rovinný. Mezerou mezi prsty roštu propadají na začátek horního úhrabečného síta zrno a drobné příměsi, prsty roštu a vzduchovým proudem jsou podrženy delší příměsi a hlavní část zrna (cca 80 až 95 %) se oddělí na první třetině délky síta. Standardně jsou tato síta stavitelná, žaluziová, a je možné měnit velikost otvorů pomocí stavitelných žaluzií (Kroupa, 2002).

Klasovým nástavcem je prodlouženo horní úhrabečné síto, případně je prodlouženo stavitelným žaluziovým nebo prutovým či Graeplovým, s měnitelným sklonem. Nástavec může být také pevně se sítem spojen. Spodní zrnové síto může být vyměnitelné s lisovanými otvory nebo stavitelné žaluziové. Lze nastavit jeho sklon. Na závěsech je kyvně zavěšeno horní síto s vynášecí deskou pomocí pryžových silentbloků. Na dvouramenných pákách a závěsech je zavěšena síťová skříň. Proudem vzduchu, který vytváří ventilátor a který je usměrňován posuvným hradítkem, které se nachází na zadní straně žlabu kláskového šneku nebo klapkou, jsou profukována obě síta (Zlatohlávek 2014).

Zrno a další drobné příměsi (např. semena plevelů) propadá horním úhrabečným a spodním zrnovým sítem. Po dně síťové skříňe tento propad postupuje až do zrnového

– velkého šneku dopravníku zrna a následně pak do zásobníku zrna. Přes rozmetač plev odnáší proud vzduchu lehké příměsi plevy ven ze stroje. Na klasový nástavec, kterým propadá zbylé zrno, vč. dalších příměsí a nedomláčených částí kladu, postupují větší částice jemného omlatu, které nepropadly úhrabečným sítem. Ven ze stroje po klasovém nástavci postupuje materiál nepropadlý ani klasovým nástavcem ani úhrabečným sítem, jedná se tedy o vymláčené klasy, neboli větší fragmenty slámy a přebytečných rostlin, převážně plevelů. Souhrnně se tento materiál nazývá úhrabky. S propadem klasového nástavce se spojí přepad zrnového síta, který dále postoupí do domlacecího ústrojí nebo do velkého kláskového šneku. V případě, kdy tento materiál neobsahuje nedomlatky, je u některých strojů dopraven na začátek vytrásadla. Pouze jako dopravník je u nových sklízecích mlátiček na boku čistidla tzv. domlaceč. V čistidle sklízecích mlátiček není možné oddělovat drobné příměsí, jak je zřejmé z pracovního procesu, protože v čistidle není plevelové síto. Pouze na stacionárním pracovišti je možné určité separace v předčističkách nebo čističkách (Břečka, 1997).

1.6.2 Ventilátor a parapety vzduchového proudu

Ventilátor je zdrojem vzduchového proudu u sklízecí mlátičky.

Podle konstrukce rozdělujeme ventilátory na axiální, diametrální, a na radiální jednodílný nebo vícedílný.

1. Radiální jednodílný ventilátor má zpravidla pět až šest lopatek, které jsou buď pod malým úhlem zahnuté, nebo rovné. Z boku mlátičky nasává ventilátor vzduch. Při větší šířce ventilátoru je velká nerovnoměrnost v rychlosti proudění vzduchu ve střední části výtlačného potrubí (ROH 1997).
2. Radiální vícedílný ventilátor má na jedné hřídeli více samostatných ventilátorů. Vzduch se nenasává pouze z boků sklízecí mlátičky, ale i z prostoru mezi jednotlivými ventilátory. Tento druh ventilátoru může mít rotor rozdělený na poloviny a tím se dosáhne usměrnění nasávaného vzduchu rovnoměrně do výtlačného ústrojí, kde dochází k překrývání proudů od jednotlivých ventilátorů (MIU, 2016).
3. Axiální ventilátor má na každém konci hřídele listovou vrtuli nasávající z boku sklízecí mlátičky vzduch. Na hřídeli jsou dále osazeny dva usměrňovací kotouče, které mění směr vzduchového proudu o 90° směrem do výtlačného

potrubí ventilátoru. Průměr a poloha kotoučů mají vliv na rovnoměrnost vzduchového proudu (MIU, 2016).

Diametrální ventilátor má na rotoru umístěné zahnuté lopatky nasávající vzduch po celé šířce sacího otvoru a na opačné straně ho usměrňuje do výtlačného potrubí. Množství vzduchu produkované ventilátorem je závislé na velikosti otvorů anebo na změně pomocí variátoru otáček rotoru ventilátoru (ROH 1997).

1.7 Svahové sklízecí mlátičky

Svahové sklízecí mlátičky mívají různou konstrukční úpravou zvětšený úhel svahové dostupnosti. Rozchodem předních i zadních kol, dvoumontáží, svislých paralel gramovým zavěšením nápravy a snížením těžiště stroje pomocí pásového podvozku dosahujeme větší svahové dostupnosti (Břečka, 2001).

1.7.1 3D Class – přidání třetího pohybu hornímu sítu

Jedná se o úpravu čistidla, které se na svahu sklízeného pozemku nejvíce podílí na ztrátách. Úprava spočívá ve vyrovnaní celého konstrukčního celku čistidla a vynášecí desky do vodorovné polohy, přidání třetího pohybu bočního pohybu pro rovnoměrné rozvrstvení materiálu na horním sítu a vyrovnaním podélných částí stroje skříně čistidla s vynášecími deskami (Agrall – zemědělská technika, 2019).

1.8 Moderní technologie

V neustále se rozvíjejícím zemědělském trhu jsou stále více kladeny požadavky na nejmodernější a ekonomicky perspektivnější technologie, napomáhající obsluze dosáhnout optimálního využití sklízecí mlátičky (Kulovaná, 2012).

1.8.1 Zjišťování výnosu zrna

Zjišťování výnosu zrna ze sklízeného pozemku a tvorba výnosových map pro další zpracování je základním prvkem v rostoucím systému hospodaření. U nás známe tento systém hospodaření pod pojmem precizní zemědělství. Proměnné u jednotlivých půdních bloků zohledňuje precizní zemědělství. Jsou jimi například: vlhkost, množství živin v půdě, fyzikálně chemické složení půdy apod. Tato skutečnost vede k přizpůsobování i jednotlivých systémů operací například: hnojení, ochrana porostu. Jedná se prozatím o nejvíce technicky propracovanou část precizního zemědělství.

Základem systému je navigační systém GPS (Global Positioning System), vyvinutý primárně pro vojenské účely armády USA. Pro maximální přesnost využíváme systému DGPS (Differential Global Positioning System) a je nezbytný pro tvorbu výnosových map (Neudert, 2015).

Sklízecí mlátička musí být vybavena systémy a potřebnými snímači. Jednotlivé snímače jsou zapojeny do řídicí jednotky. K určování okamžitého výnosu při sklizni v současné době můžeme využít několik druhů snímačů, u nichž čidla pracují na odlišných principech. Signál od snímačů okamžitého výnosu je doplněn údaji o vlhkosti sklizeného materiálu a poloze žacího válu sklízecí mlátičky. Po přenosu cenných dat do počítače lze vytvořit výnosovou mapu, kterou lze následně analyzovat. Výnos zrna se zjišťuje pomocí okamžitého hmotnostního, nebo objemového toku materiálu pomocí čidel.

Čidla pro zjištění aktuálního výnosu dělíme na mechanická, optická, kapacitní, nárazová a paprsková (Kulovaná, 2012).

1.8.2 Grain quality camera

Systém vyhodnocuje automaticky kvalitu sklizeného materiálu, pomocí kamery, která je umístěna na hlavním zrnovém výtahu. Program funguje na rozdílné barevnosti sklizeného neporušeného zrna a drceného zrna. Pomocí získaných údajů se v řídicí jednotce se sestavují aktuální grafy, které jsou zobrazovány na monitoru obsluhy sklízecí mlátičky. Obsluha následně vyhodnotí kvalitu výmlatu a v případě potřeby dojde k přenastavení mlátícího a separačního ústrojí (Lukas, 2015).

1.8.3 CEMOS AUTOMATIC

Pod obchodním názvem Cemos tovární značka Claas vyvinula systém, který slučuje všechny systémy sklízecí mlátičky. Tímto technickým řešením dosáhla firma optimálního využití stroje. Všechny funkce systém přizpůsobuje stroj permanentně a automaticky podmínkám sklizně. Umožňuje tím maximální průchodnost při dodržení nejvyšší možné kvality zrna a optimální spotřebě pohonných hmot.

Systém umožňuje nastavení těchto parametrů: otáčky ventilátoru, otevření horního síta, otevření spodního síta, otáčky ventilátoru a poloha klapky na rotoru (Class – sklízecí mlátičky, 2019).

1.8.4 LASER PILOT

Elektronicko-optická čidla Laser Pilotu snímá světelným impulzem hranu sklizeného porostu a posečeným strništěm. Údaje o aktuální pozici zpracovává řídicí jednotka a navádí sklízecí mlátičku automaticky na hranu neposečeného porostu. Zařízení Laser Pilotu je sklopné z důvodu možného poškození při transportu nebo sklizně členité úvratě. Možnost agregovat na levou i pravou stranu lišty. Optimální poloha na straně žacího ústrojí poblíž referenční hrany nabízí ideální úhel pro vysokou funkční jistotu i u polehlého obilí nebo při sklizni ve svahu (Claas – precizní zemědělství, 2019).



Obrázek č. 5: Laser Pilot

Zdroj: U+M SERVIS – sklízecí mlátičky, 2019

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce bude zhodnocení pracovní činnosti, kvality práce a efektivity sklízňe sklízecí mlátičky CLAAS Lexion TerraTrac 770 při sklizni řepky olejky a obilovin v konvenčním i ekologickém podniku zemědělské prvovýroby.

Kvalita práce sklízecí mlátičky bude primárně hodnocena dle ztrát při sklizni, plošné výkonnosti stroje a spotřeby pohonných hmot za pomoci precizní metody nazývané Laser pilot.

Dalším cílem práce bylo, jednoduché ekonomické zhodnocení a základních charakteristika majitele stroje.

3. Metodika práce

Měření hodnot diplomové práce se uskuteční při sklizni následujících kulturních plodin: ozimý ječmen, ozimá pšenice, řepka olejka, žito setého a pšenice špaldy. Pro jednotlivé plodiny bude vždy vyčleněn samostatný půdní blok, na kterém se bude pokus realizovat. Sklízecí mlátička bude u všech pokusů jednotná – Claas Lexion 770 TT. Diplomová práce porovná ztráty při sklizni u jednotlivých kulturních plodin, sklizené formou konvenčního a precizního zemědělství. Dalším krokem při porovnání sklizní bude zjištění teoretické průchodnosti stroje a následní zjištění výkonnosti sklízecí mlátičky.

Pro výpočty v diplomové práci bude zapotřebí získat další nezbytné údaje. Precizním měřením a vážením dosáhneme značného množství dat, které následně bude moci zpracovávat k dalším výpočtům. Některé údaje budou vyčteny z programu LPIS a porovnávány s reálnými hodnotami, které byly naměřeny při testování. Pomocí jednotky Cemos, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, se vyhodnotí časová náročnost sklizně. Zbylá potřebná data budou poskytnuta provozovatelem sklízecí mlátičky z provozních deníků a ekonomických ukazatelů stroje. V práci bude uvedena i základní charakteristika provozovatele strojů a měrná spotřeba pohonných hmot na jednotku sklizené plochy včetně látky AdBlue na úpravu výfukových plynů.

3.1.1 Charakteristika provozovatele a sklízecích mlátiček

Majitelem testovaného stroje je akciová firma Kooprodukt a.s. se sídlem v Lišově. Společnost vznikla v roce 1995 a je zapsána u krajského soudu v Českých Budějovicích. Zaměřuje se na zemědělskou prvovýrobu, konkrétně na výrobu zrnin, chov skotu s mléčnou užitkovostí a produkci masa. Hospodaří na 1655 hektarech orné půdy, 570 hektarech trvalých travních ploch. Chová 165 dojného skotu a 330 zástavového skotu. Nosnou plodinou osevního pěstovanou na hektarech je pšenice ozimá 590 ha, následuje ozimý ječmen 158 ha, řepka olejka 406 ha, oves 35 ha, jetel 127 ha, kukuřice 273 ha, mák 66 ha.

Společnost má základní kapitál 32 000 000 Kč, rozvržených na akci. Majoritním vlastníkem s 69,03 % je společnost ZS Dynín, a.s. Za rok vyprodukovala živočišná výroba celkem 3 500 l mléka. Průměrná dojivost dosáhla 21,21 l na kus a den.

Rostlinná výroba vyprodukovala celkem tun 4 071.6 obilnin, 1510 tun olejnin, 2050 tun kukuřice, 3781 tun sena a 2897 tun slámy.

3.1.2 Technické údaje sklízecí mlátičky Claas Lexion 770 TerraTrac

Tabulka č. 1: Technické parametry sklízecí mlátičky.

Technické parametry sklízecí mlátičky	
Název stroje	
Tovární značka	Class
Model	Lexion
TYP	770 TerraTrac
Žací ústrojí	
Název	Class
Typ	Vario 1050
Záběr v m	10,50 m
Mláticí ústrojí	
Otáčky mláticího bubnu	395 - 1150 ot.min ⁻¹
Šířka mláticího ústrojí	1700 mm
Průměr mláticího bubnu	600 mm
Počet mlatek	24 ks
Separátor zrna	
Počet separačních rotorů	2
Průměr separačních válců	445 mm
Otáčky rotoru	450 - 1250 ot.min ⁻¹
Délka rotoru	4200 mm
Čištění	
Ventilátor	8stupňový turbínový ventilátor
Systém Cebios	Množství vzduchu podle náklonu stroje
Celková plocha sít	6,2 m ²
Objem zrnového zásobníku	
Objem v l	11 500 l
Energetický zdroj	
Typ	OM 473 LA
Zdvihový objem	15569 cm ³

Počet válců	V 6
Výrobce motoru	Mercedes Benz
Výkon motoru	460/ 625 kW/k
Kroutící moment	2800 Nm
Jmenovité otáčky	2000 ot.min ⁻¹
Rozměry sklízecí mlátičky	
Šířka	3490 mm
Délka	8500 mm
Výška	3800 mm
Hmotnost	14 800 kg

Zdroj: Vlastní zpracování

3.1.3 Metody stanovení ztrát

Ztráty při sklizni plodin rozdělujeme do tří základních skupin. Tyto ztráty mohou být předsklizňové, sklizňové a ztráty celkové. Předsklizňové ztráty nelze v podstatě nějak výrazně ovlivnit. Výše těchto ztrát je závislá na meteorologických podmínkách na stanovišti, samovolným výdřelem a migrací divoké zvěře. Sklizňové ztráty máme do velké míry možnost ovlivnit. Snížení sklizňových ztrát docílíme vhodným nasazením mechanizace, optimální dobou sklizně a dobře seřízeným mláticím ústrojím. Celkové ztráty při sklizni vypočítáme součtem ztrát předsklizňových a ztrát sklizňových.

Předsklizňové ztráty

Ztráty předsklizňové označované zkratkou Z_p budou pokaždé měřené před sklizní jednotlivé plodiny. Měření bude probíhat na nahodilé kontrolní ploše S o velikosti 1 m^2 . Kontrolních ploch na jednotlivých půdních blocích bude pět. Následně dojde k výpočtu ztrát ze vztahu číslo 1.

$$Z_p = \frac{m_{kp}}{Q_b} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

Z_p – předsklizňové ztráty [%],

m_{kp} – průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy S [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$],

Q_b – biologický výnos zrna [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$].

Sklizňové ztráty

Sklizňové ztráty se vypočítají jako procentuální podíl mezi relativními ztrátami a ztrátami absolutními.

Ztráty sklizňové označované zkratkou Z_r jsou primárně závislé na výši biologického výnosu zrna označeného zkratkou Q_b . Tento výnos bude zjištěn na vybrané ploše o velikosti 1 m^2 . Vybraná kontrolní plocha se stanoví na každém půdním bloku u jednotlivých plodin. Z vyznačené kontrolní plochy dojde ke zvážení všeho zrna dána kulturní plodiny. Pro výpočet sklizňových relativních ztrát je zapotřebí znát biologický výnos zrna z dané plochy. Uvedeny budou v jednotce $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$. Relativní sklizňové ztráty se vypočítají pomocí vztahu čísla 2.

$$Z_r = (Q_b / Z_a) \cdot 100 \quad (2)$$

Kde:

Z_r – sklizňové ztráty relativní [%],

Z_a – sklizňové absolutní ztráty $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$,

Q_b – biologický výnos zrna $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$.

Absolutní sklizňové ztráty, označované zkratkou Z_a , stanovíme změřením hmotnosti zrna, označované zkratkou m_s z výše zmíněné kontrolní plochy K_p o velikosti plochy 1 m^2 . Hodnotu sklizňových ztrát získáme výpočtem pomocí výpočetního vztahu 3. Jednotlivá měření se budou provádět opakovaně a budou průměrována na vybranou plodinu a formu sklizně.

$$Z_a = 10 \cdot m_s \quad (3)$$

Kde:

Z_a – sklizňové absolutní ztráty $[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$,

m_s – hmotnost zrn z kontrolní plochy K_p [g].

$$B_p = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (4)$$

Značkou B_p označovaný průměrný záběr žacího stolu, získáme pomocí výpočtu průměrného záběru žacího stolu. Pro výpočet bude nezbytné vytyčit 1 m od hrany

sklizené kulturní plodiny směrový kolík. Při následném průjezdu sklízecí techniky změříme vzdálenost mezi směrovým kolíkem a hranou sklizeného porostu. Nezapomeneme odečíst od naměřené hodnoty 1 m – vzdálenost kolíku před měřením. Tento postup měření budeme opakovat 5x u každé plodiny a formy sklizně. Hodnoty průměrného záběru žacího stolu dosáhneme pomocí výpočtu 4.

Kde:

B_p – průměrný záběr žací lišty [m],

x – záběr žací lišty při jednotlivých měřeních [m],

n – počet měření.

Nezbytnou součástí pro zjištění ztráty na kontrolní ploše o velikosti 1m^2 je šířka kontrolní plochy. Šířka kontrolní plochy nebude mít konstantní šířku, z důvodu rozdílného pracovního záběru žacího ústrojí. Šířku vypočteme pomocí průměrného záběru žacího adaptéru B_p o kontrolní šířce \check{s} , která musí dosahovat plochy 1m^2 . Výpočet provedeme využitím vztahu 5.

$$\check{s} = \frac{1}{B_p} \quad (5)$$

Kde:

\check{s} – šířka obdélníku [m],

B_p – průměrný záběr žací lišty [m].

Celkové ztráty

Celkové ztráty lze charakterizovat jako součet předsklizňových a relativních ztrát způsobených během sklizně. Hodnoty zjištěných ztrát se následně zprůměrují dle jednotlivých plodin a forem sklizně. Tyto výsledné ztráty se stanoví pomocí vzorce 6.

$$Z_{rc} = Z_p + Z_r \quad (6)$$

Kde:

Z_{rc} – ztráty celkové [%],

Z_p – předsklizňové ztráty [%],

Z_r – sklizňové ztráty relativní [%].

Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky

Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky q_z je jedním z nejdůležitějších ukazatelů efektivity stroje. Pro její stanovení budeme potřebovat informace jako průměrnou pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky, průměrný záběr žacího stolu, výnos zrna a slamnatých částí rostlin m_{zs} je stanovené plochy. Výpočet provedeme pomocí vztahu 7.

$$q_z = B_p \cdot v_p \cdot m_{zs} \quad (7)$$

Kde:

q_z – průchodnost sklízecí mlátičky [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$],

B_p – průměrný záběr žací lišty [m],

v_p – pojezdová rychlost sklízecí mlátičky [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

m_{zs} – výnos zrna a slamnatých částí [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$].

Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky

Pojezdovou rychlost sklízecí mlátičky v_p zjistíme přímo při sklizni jednotlivých plodin. Na sklizeném pozemku se pomocí směrových kolíků vytyčí dráha o délce 100 m. Následně se změří čas jízdy t potřebný k projetí úseku mezi jednotlivými kolíky. Toto měření je nezbytné opakovat pětkrát. Z hodnot zjištěných průjezdem sklízecí mlátičky se dopočítá průměrný čas potřebný k projetí vytyčené trasy. Výpočet provedeme pomocí vztahu 8.

$$v_p = \frac{s}{t} \quad (8)$$

Kde:

v_p – pojezdová rychlost sklízecí mlátičky [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$],

s – délka dráhy [m],

t – čas jízdy [s].

Výnos zrna a slamnatých částí

Výše výnosu zrna a slamnatých částí m_{zs} zjistíme na kontrolní ploše o velikosti 1 m^2 . Z takto stanovené kontrolní plochy bude odebrán veškerý materiál nad výškou strniště. Výška strniště u všech plodin bude stanovena na 100 mm. Měření bude 5x opakováno

u jednotlivých plodin a forem sklizně. Pomocí získaných hodnot vypočítáme průměrnou hodnotu podle vztahu 9.

$$\frac{\sum_{i=1}^n m_{z_s=i}}{n} \quad (9)$$

Kde:

m_{z_s} – výnos zrna a slamnatých částí [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$],

m – hmotnost hmoty při měření [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$],

n – celkový počet měření.

Vlhkost zrna

Vlhkost zrna bude zjištěna při každém vyprazdňování zásobníku zrna sklízecí mlátičky pomocí stacionárního vlhkoměru Granomat od firmy Pawlica. Ze všech zjištěných hodnot se následně vypočítá aritmetický průměr vlhkosti pro danou plodinu a formu sklizně.

3.1.4 Výkonnost sklízecí mlátičky

Výkonnost sklízecí mlátičky je nejdůležitějším ukazatelem efektivity sklízecí mlátičky. Existují čtyři formy efektivity, mezi kterými můžeme jmenovat plošnou efektivní výkonnost W_1 , plošnou operativní výkonnost W_{02} , plošnou produktivní výkonnost W_{04} a plošnou provozní výkonnost W_{07} . Pro výpočet výše zmíněných výkonností bude nezbytné znát průměrný záběr žacího adaptéru B_p , jezdovou rychlost v_p a součinitele časového využití K_{02} , K_{04} a K_{07} . Součinitele budou vypočítané pomocí časového snímku při sklizni jednotlivých plodin a forem sklizně.

Časový snímek

Pomocí časového snímku budou zaznamenány veškeré pracovní operace sklízecí mlátičky. Časový snímek nám napomáhá při výpočtu součinitele využití K_x a je vytvářen zaznamenáváním po celou dobu pokusu u jednotlivých plodin. Snímek zapisuje veškerou aktivitu v průběhu času při práci se sklízecí mlátičkou. V tabulce číslo 2 jsou zapsány všechny časy potřebné pro sestavení výkonnosti sklízecí mlátičky.

Tabulka č. 2: Tabulka časový snímek

Symbol	Název času	Vysvětlení
T1	čas hlavní	aktivní činnost
T2	čas vedlejší (pomocný)	opakující se pomocná činnost
T02	čas operativní	$T02=T1+T2$
T3	čas na údržbu a přípravu	Předepsané úkony údržby stroje každou směnu
T4	čas na odstranění poruch	oprava tech. i netech. poruch na stroji
T04	čas produktivní	$T04=T02+T3+T4$
T5	čas prostojů obsluhy	
T6	Čas na zahájení a ukončení pracovního prostředku	Přemístění stroje na pracoviště a zpět, příprava pracoviště
T7	čas ostatních prostojů	Prostoje způsobené jiným členem linky, vyšší mocí nebo organizací
T07	čas celkový	$T07=T04+T5+T6+T7$

Zdroj: Vlastní zpracování

Exploatační součinitel

Exploatační činitele se rozdělují na tři základní typy. Těmito typy jsou: součinitel využití operativního času K_{02} , součinitel využití produktivního času K_{04} a součinitel využití celkového času K_{07} .

Součinitel využití operativního času:

Součinitel využití operativního času K_{02} bude stanoven při testování sklízecí mlátičky v průběhu sklizně. Součinitel se následně dopočítá podílem času hlavního a času operativního, využitím vztahu 10.

Součinitel využití produktivního času:

Součinitel využití produktivního času označený zkratkou K_{04} se vypočítá podílem času hlavního a času celkového. Výpočet provedeme pomocí vztahu 11.

$$K_{02} = \frac{T_1}{T_{02}} \quad (10)$$

Kde:

T_1 – čas hlavní [h],

T_{02} – čas operativní [h],

K_{02} – součinitel využití operativního času.

$$K_{04} = \frac{T_1}{T_{04}} \quad (11)$$

Kde:

T_1 – čas hlavní [h],

T_{04} – čas produktivní [h],

K_{04} – součinitel využití produktivního času.

Součinitel využití celkového času:

Součinitel využití celkového času K_{07} bude stanoven podle následujícího vztahu 12.

Je závislý na hlavním času T_1 a na času celkovém T_{07} .

$$K_{07} = \frac{T_1}{T_{07}} \quad (12)$$

Kde:

T_1 – čas hlavní [h],

T_{07} – čas celkový [h],

K_{07} – součinitel využití celkového času.

Výkonnosti plošné

Výkonnost plošná efektivní:

Plošnou efektivní výkonnost označujeme zkratkou W_1 . Pro výpočet efektivní výkonnosti nezbytně potřebujeme vědět průměrnou pojezdovou rychlost vp

a průměrný záběr žacího ústrojí B_p . Výsledek výkonnosti bude uveden v $[m^2 \cdot s^{-1}]$. Následně dojde k přepočtu na jednotku hektary za hodinu. Vypočítáme pomocí vztahu 13.

$$W_1 = B_p \cdot v_p \quad (13)$$

Kde:

B_p – průměrný záběr žací lišty [m],

v_p – pojezdová rychlost sklízecí mlátičky $[m \cdot s^{-1}]$,

W_1 – výkonnost plošná efektivní $[m^2 \cdot s^{-1}]$.

Výkonnost plošná operativní:

Plošnou operativní výkonnost značíme zkratkou W_{02} . K výpočtu operativní výkonnosti je nezbytné zjistit efektivní plošnou výkonnost W_1 a operativní využití času K_{02} . Výkonnost se uvádí v jednotkách $[ha \cdot h^{-1}]$. Vypočítáme pomocí vztahu 14.

$$W_{02} = W_1 \cdot K_{02} [ha \cdot h^{-1}] \quad (14)$$

Kde:

K_{02} – součinitel využití operativního času,

W_1 – výkonnost plošná efektivní $[ha \cdot h^{-1}]$.

W_{02} – výkonnost plošná operativní

Výkonnost plošná produktivní:

Plošnou produktivní výkonnost označujeme zkratkou W_{04} a jednotkou $[kg \cdot ha^{-1}]$. Aby bylo možné ji vypočítat, je nutné disponovat hodnotou plošné efektivní výkonnosti W_1 a součinitele produktivního času K_{04} . Výkonnost plošná produktivní se uvádí v jednotkách $[ha \cdot h^{-1}]$. Vypočítáme pomocí vztahu 15.

$$W_{04} = W_1 \cdot K_{04} [ha \cdot h^{-1}] \quad (15)$$

Kde:

K_{04} – součinitel využití produktivního času,

W_1 – výkonnost plošná efektivní $[ha \cdot h^{-1}]$,

W_{04} – výkonnost plošná produktivní.

Výkonnost plošná provozní:

Výkonnost plošnou provozní značíme symbolem W_{07} . Pro výpočet bude třeba znát hodnotu plošné výkonnosti efektivní W_1 celkový součinitel časového využití K_{07} . Provozní plošná výkonnost je nejdůležitějším ukazatelem výkonnosti sklízecí mlátičky. Ukazuje nejpravděpodobnější výkonnost v reálném prostředí zemědělského podniku. Výkonnost se udává v jednotkách hektar za hodinu. Tento vztah vypočítáme pomocí vzorce 16.

$$W_{07} = W_1 \cdot K_{07} \quad (16)$$

Kde:

K_{07} – součinitel využití celkového času,

W_1 – výkonnost plošná efektivní [$\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$],

W_{07} – výkonnost plošná provozní.

3.1.5 Spotřeba PHM

Spotřeba pohonných hmot je důležitým ukazatelem ekonomického provozu stroje. Spotřeba paliva se měří bez specializovaného přístroje. Po příjezdu na sklizený pozemek se dolije palivová nádrž po hrdlo. Po dokončení sklizně vymezeného půdního bloku se stroj odstává na okraji pozemku a palivová nádrž se opětovně doplní do výšky paliva v nalévacím hrdle před měřením za pomoci mobilního tankovacího zařízení. Z řídicího systému sklízecí mlátičky Cemos získáme hodnoty o velikosti sklizené plochy. Podílem objemu dolitého paliva a sklizené plochy dostaneme výslednou hodnotu spotřeby [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$].

$$Q = \frac{V}{W_{\text{gps}}} \quad (17)$$

Kde:

Q – průměrná spotřeba paliva [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$],

V – objem spotřebovaného paliva za směnu [$\text{l} \cdot \text{směna}^{-1}$],

W_{gps} – výkonnost plošná dle GPS z dané směny [$\text{l} \cdot \text{směna}^{-1}$].

3.1.6 Náklady

Fixní náklady

Fixní náklady lze charakterizovat jako základní výlohy na provoz stroje. Jsou v nich započteny náklady na pojištění a náklady na uskladnění sklízecí mlátičky a přídavného zařízení a náklady na amortizaci. Výpočet fixních nákladů provedeme pomocí vztahu 18.

$$N_{\text{fix}} = N_a + N_p + N_{\text{sk}} \quad (18)$$

Kde:

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

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

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

N_{fix} – fixní náklady [Kč.rok⁻¹].

Náklady na amortizaci se vyjadřují základní finanční zdroj podnikatele s technikou na obnovu stroje. Ke kalkulaci můžeme využít daňových odpisů nebo účetní odpisy, při kterých je nutno znát úbytek hodnot stroje v závislosti na čase. Výpočet amortizace lze provést ze vztahu 19.

$$N_{\text{am}} = \frac{C_{\text{str}} - C_z}{t} \quad (19)$$

Kde:

C_{str} – cena stroje [Kč],

C_z – zůstatková cena [Kč],

t – doba odepisování stroje [roky],

N_{am} – náklady na amortizaci [Kč].

Náklady na pojištění se stanovují zpravidla podle ročních procentuálních sazeb a ceny pořizovaného stroje. Pro výpočet pojištění využíváme vztah 20.

$$N_p = \frac{C_{\text{str}} \cdot Sp}{100} \quad (20)$$

Kde:

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

S_p – roční pojistná sazba [%·rok⁻¹],

N_p – náklady na pojištění [Kč].

Náklady na uskladnění nebo garážování stroje vyjadřují část nákladů na výstavbu, provozu a údržbu prostor pro uskladnění strojů. Stanovují se podle velikosti plochy potřebné k uskladnění stroje a ročních nákladů na jednotku skladovací plochy. Náklady na uskladnění vypočítáme pomocí vztahu 21.

$$N_{\text{sk}} = \frac{(D+1) \cdot (\check{S}+1)}{N_s} \cdot \quad (21)$$

Kde:

D – délka stroje [m],

\check{S} – šířka stroje [m],

N_{sk} – roční skladovací náklady [Kč·m⁻²·rok⁻¹].

Jednotkové variabilní náklady

Jednotkové variabilní náklady stanovíme sečtením nákladů na pohonné hmoty, nákladů na opravu za rok a náklady na obsluhu sklízecí mlátičky za sezonu. Náklady vypočítáme pomocí vztahu 22.

$$jN_{\text{var}} = N_{\text{phm}} + N_o + N_m \quad (22)$$

Kde:

N_{phm} – náklady na PHM [Kč. ha⁻¹],

N_o – náklady na opravy [Kč. ha⁻¹],

N_m – náklady na mzdy [Kč. ha⁻¹],

jN_{var} – jednotkové variabilní náklady [Kč].

Náklady na pohonné hmoty se vypočítají z objemu spotřebovaného paliva na jednotlivé půdní celky a formy sklizně. Důležité pro tento výpočet je počítat

s průměrnou cenou za litr pohonných hmot. Náklady na PHM vypočítáme pomocí vztahu 23.

$$jN_{\text{phm}} = (1+k_{\text{maz}}) \cdot C_{\text{phm}} \cdot Q_{\text{phm}} \quad (23)$$

Kde:

k_{maz} – koeficient nákladů na maziva,

C_{phm} – cena pohonných hmot [Kč. l⁻¹],

Q_{phm} – spotřeba nafty [l. ha⁻¹],

jN_{phm} – náklady na PHM [Kč. ha⁻¹].

Náklady vynaložené na sezonní opravu sklízecí mlátičky vypočítáme pomocí vztahu 24.

$$jN_o = \frac{N_a \cdot k_o}{W_{\text{ha}}} \quad (24)$$

Kde:

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

k_o – koeficient oprav,

jN_o – náklady na opravy [Kč.rok⁻¹].

W_{ha} – roční hektarová výkonnost [ha.rok⁻¹].

Náklady celkové

Celkové náklady na provoz sklízecí mlátičky za rok. Vypočítáme pomocí vztahu 25.

$$N_c = N_{\text{fix}} + (N_{\text{var}} \cdot W_{\text{ha}}) \quad (25)$$

Kde:

W_{ha} – roční hektarová výkonnost [ha.rok⁻¹],

N_{fix} – náklady fixní [Kč.rok⁻¹],

N_{var} – jednotkové variabilní náklady [Kč. ha⁻¹],

N_c – náklady celkové [Kč.rok⁻¹].

Minimální roční využití

Vyčíslení minimální ročního využití bude zpracováno pomocí počítačového programu TechConsult®, který je schopen spočítat jednotlivé náklady na provoz, minimální využití sklízecí mlátičky. Pro výpočet bylo nutné stanovit průměrné roční využití sklízecí mlátičky. Výpočtem byla zjištěna hodnota 700 [ha.rok⁻¹].

4. Výsledky měření

4.1 Předsklizňové ztráty

Předsklizňové ztráty

Před začátkem sklizně byly naměřeny předsklizňové ztráty Z_p u jednotlivých sklizených plodin. Stanovená kontrolní plocha byla o velikosti 1 m². Před začátkem sklizně se na každém půdním bloku zkoumal 5krát opakující se proces zjištění ztrát. Výpočtem pomocí aritmetického průměru se následně vypočítaly průměrné předsklizňové ztráty. Hodnoty předsklizňových ztrát jsou zaznamenány v tabulkách 3–7.

Předsklizňové ztráty ozimého ječmene:

Tabulka č. 3: Hodnocení předsklizňových ztrát ozimého ječmene.

Plodina	Průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy m _{kp} [kg·m ⁻²]	Biologický výnos zrna Q _b [kg·m ⁻²]	Předsklizňové ztráty Z _p [%]
Ozimý ječmen	0,044	0,629	7,100

Zdroj: Vlastní zpracování

Předsklizňové ztráty řepky olejky:

Tabulka č. 4: Hodnocení předsklizňových ztrát řepky olejky.

Plodina	Průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy m _{kp} [kg·m ⁻²]	Biologický výnos zrna Q _b [kg·m ⁻²]	Předsklizňové ztráty Z _p [%]
Řepka olejka	0,052	0,340	15,390

Zdroj: Vlastní zpracování

Předsklizňové ztráty pšenice ozimé:

Tabulka č. 5: Hodnocení předsklizňových ztrát pšenice ozimé.

Plodina	Průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy m _{kp} [kg·m ⁻²]	Biologický výnos zrna Q _b [kg·m ⁻²]	Předsklizňové ztráty Z _p [%]
Pšenice ozimá	0,027	0,573	4,810

Zdroj: Vlastní zpracování

Předsklizňové ztráty žita setého:

Tabulka č. 6: Hodnocení předsklizňových ztrát žita.

Plodina	Průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy m _{kp} [kg·m ⁻²]	Biologický výnos zrna Q _b [kg·m ⁻²]	Předsklizňové ztráty Z _p [%]
Žito seté	0,0128	0,2719	4,720

Zdroj: Vlastní zpracování

Předsklizňové ztráty pšenice špaldy:

Tabulka č. 7: Hodnocení předsklizňových ztrát pšenice špaldy.

Plodina	Průměrná hmotnost zrn z kontrolní plochy m _{kp} [kg·m ⁻²]	Biologický výnos zrna Q _b [kg·m ⁻²]	Předsklizňové ztráty Z _p [%]
Pšenice špalda	0,024	0,105	23,690

Zdroj: Vlastní zpracování

4.2 Sklizňové ztráty

Sklizňové ztráty členíme na dva druhy. Dělíme je na relativní ztráty a na ztráty absolutní. Pro změření a zaznamenání těchto ztrát bylo zapotřebí průměrný záběr žací lišty stoje a následně dopočítat šířku kontrolní plochy. Kontrolní plochy je stanovena dle metodiky na 1 m².

Tabulka č. 8: Průměrný záběr žací lišty a šířka kontrolní plochy.

Druh plodiny	Průměrný záběr žací lišty Bp	Šířka kontrolní plochy š	Navádění sklízecí mlátičky
	[m]	[m]	
Ozimý ječmen	10,314	0,096	Laser Pilot
Ozimý ječme	10,006	0,099	Řidič
Řepka olejka	10,372	0,096	Laser Pilot
Řepka olejka	9,970	0,100	Řidič
Pšenice ozimá	10,410	0,096	Laser Pilot
Pšenice ozimá	9,950	0,100	Řidič
Žito seté	10,396	0,096	Laser Pilot
Žito seté	10,248	0,097	Řidič
Pšenice špalda	10,380	0,096	Laser Pilot
Pšenice špalda	9,952	0,100	Řidič

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty absolutní při sklizni ozimého ječmene:

Tabulka č. 9: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni ozimého ječmene.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Hmotnost zrn z kontrolní plochy Kp ms	Sklizňové ztráty
		[g]	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]
Ozimý ječmen	Laser	6,13	61,30
	Řidič	6,58	65,80

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty absolutní při sklizni řepky olejky:

Tabulka č. 10: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni řepky olejky.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Hmotnost zrn z kontrolní plochy Kp ms	Sklizňové ztráty
		[g]	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]
Řepka olejka	Laser	3,87	38,70
	Řidič	4,15	41,50

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice ozimé:

Tabulka č. 11: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice ozimé.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Hmotnost zrn z kontrolní plochy Kp ms	Sklizňové ztráty
		[g]	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]
Pšenice ozimá	Laser	3,91	39,10
	Řidič	4,45	44,50

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty absolutní při sklizni žita setého:

Tabulka č. 12: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni žita setého.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Hmotnost zrn z kontrolní plochy Kp ms	Sklizňové ztráty
		[g]	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]
Žito seté	Laser	4,76	47,60
	Řidič	5,47	54,70

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice špaldy:

Tabulka č. 13: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice špaldy.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Hmotnost zrn z kontrolní plochy K_p m_s	Sklizňové ztráty
		[g]	absolutní Z_a [$kg \cdot ha^{-1}$]
Pšenice špalda	Laser	8,23	82,30
	Řidič	9,19	91,90

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulkách jsou vyhodnoceny relativní sklizňové ztráty Z_r dle způsobu sklizně pomocí sklízecí mlátičky. Z biologického výnosu jednotlivých rostlin Q_b a průměrných hodnot absolutních ztrát se následně dopočítaly relativní ztráty.

Sklizňové ztráty relativní při sklizni ozimého ječmene:

Tabulka č. 14: Sklizňové ztráty relativní při sklizni ozimého ječmene.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Biologický výnos zrna Q_b	Sklizňové ztráty	Sklizňové ztráty relativní Z_r
		[$kg \cdot ha^{-1}$].	absolutní Z_a [$kg \cdot ha^{-1}$]	[%]
Ozimý ječmen	Laser	6290	61,30	0,97
	Řidič	6128	65,80	1,07

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty relativní při sklizni řepky olejky:

Tabulka č. 15: Sklizňové ztráty relativní při sklizni řepky olejky.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Biologický výnos zrna Q_b	Sklizňové ztráty	Sklizňové ztráty relativní Z_r
		[$kg \cdot ha^{-1}$].	absolutní Z_a [$kg \cdot ha^{-1}$]	[%]
Řepka olejka	Laser	3405	38,70	1,13
	Řidič	3389	41,50	1,22

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice ozimé.

Tabulka č. 16: Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice ozimé.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Biologický výnos zrna Qb	Sklizňové ztráty	Sklizňové ztráty relativní Zr
		[kg·ha ⁻¹].	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]	[%]
Pšenice	Laser	5435	39,10	1,14
ozimá	Řidič	5349	44,50	1,31

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty relativní při sklizni žita setého:

Tabulka č. 17: Sklizňové ztráty relativní při sklizni žita setého.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Biologický výnos zrna Qb	Sklizňové ztráty	Sklizňové ztráty relativní Zr
		[kg·ha ⁻¹].	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]	[%]
Žito seté	Laser	2719	47,60	1,75
	Řidič	2704	54,70	2,02

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice špaldy:

Tabulka č. 18: Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice špaldy.

Plodina	Navádění sklízecí mlátičky	Biologický výnos zrna Qb	Sklizňové ztráty	Sklizňové ztráty relativní Zr
		[kg·ha ⁻¹].	absolutní Za [kg·ha ⁻¹]	[%]
Pšenice špalda	Laser	1052	82,30	7,82
	Řidič	1040	91,30	8,77

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové sklizňové ztráty Z_{rc} jsem stanovil z průměrných hodnot předsklizňových ztrát a ztrát relativních. V tabulce jsou zaznamenány hodnoty Z_{rc} u jednotlivých sklizených plodin a různých forem sklizně.

Tabulka č. 19: Sklizňové ztráty celkové.

Plodina	Navádění žací lišty sklízecí mlátičky	Předsklizňové ztráty Z _p	Sklizňové ztráty relativní Z _r	Sklizňové ztráty celkové Z _{rc}
		[%]	[%]	[%]
Ozimý ječmen	Laser Pilot	7,10	0,97	8,07
	Řidič	7,10	1,07	8,17
	Laser Pilot	15,39	1,13	16,52
Řepka olejka	Řidič	15,39	1,22	16,61
Pšenice ozimá	Laser Pilot	4,81	1,14	5,95
	Řidič	4,81	1,31	6,12
	Laser Pilot	4,72	1,75	6,47
Žito seté	Řidič	4,72	2,02	6,94
	Laser Pilot	23,69	7,82	31,51
Pšenice špalda	Řidič	23,69	8,77	32,46

Zdroj: Vlastní zpracování

4.3 Průchodnost sklízecí mlátičky

Pro stanovení teoretických hodnot průchodnosti sklízecí mlátičky q_z bylo zapotřebí vytyčit dráhu o stanovené délce 100 m a stopkami změřit čas potřebný k projetí stanovené dráhy. Průměrná rychlost sklízecí mlátičky byla stanovena aritmetickým průměrem pěti měření. Průměrný záběr žacího adaptéru a průměrný výnos zrna a slamnatých částí. Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky je uvedena v tabulce 22.

Tabulka č. 20: Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky.

Plodina	Navádění	Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky vp [m·s ⁻¹]
Řepka ozimá	Laser Pilot	0,99
	Řidič	0,98
Ozimý ječmen	Laser Pilot	1,36
	Řidič	1,31
Pšenice ozimá	Laser Pilot	1,69
	Řidič	1,63
Žito seté	Laser Pilot	1,55
	Řidič	1,53
Pšenice špalda	Laser Pilot	3,36
	Řidič	3,47

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 21: Výnos zrna a slamnatých částí.

Plodina	Navádění	Výnos zrna a slamnatých částí mzs [kg·m ⁻²]
Řepka ozimá	Laser Pilot	0,76
	Řidič	0,76
Ozimý ječmen	Laser Pilot	1,05
	Řidič	1,04
Pšenice ozimá	Laser Pilot	1,28
	Řidič	1,27
Žito seté	Laser Pilot	0,52
	Řidič	0,51
Pšenice špalda	Laser Pilot	0,28
	Řidič	0,28

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 22: Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky.

Plodina	Směna	Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky q _ž [kg·s ⁻¹]
Ozimý ječmen	Laser Pilot	14,82
Ozimý ječmen	Řidič	13,64
Řepka ozimá	Laser Pilot	7,91
	Řidič	7,48
Pšenice ozimá	Laser Pilot	22,55
	Řidič	20,64
Žito seté	Laser Pilot	8,34
	Řidič	8,63
Pšenice špalda	Laser Pilot	10,04
	Řidič	10,00

Zdroj: Vlastní zpracování

Z hlediska provozovatele lze stanovení výkonnosti sklízecí mlátičky považovat za jeden z nejpodstatnějších aspektů pro budoucí nasazení stroje. Pro porovnání výkonnosti jsem využil plošné výkonnosti. Aby bylo možné plošnou výkonnost vypočítat, bylo nezbytné monitorovat průběh sklizně u všech plodin a typů sklizně. Ze zaznamenaných dat jsem následně zjistil exploatační součinitel K_x . Pro výpočet výkonnosti sklízecí mlátičky bylo zapotřebí průběh sklizně do časového snímku u jednotlivých plodin a jednotlivých forem sklizně. Po dokončení časového snímku bylo nutné dopočítat exploatační součinitel K_x .

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky při sklizni ječmene ozimého:

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 10,02 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 52,85 ha. V tabulce 24 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 6: Pozemek Skalice – Slovénice.

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 23: Časy sklízecí mlátičky při sklizni ječmene ozimého – řidič.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	5,91
T ₂	0,73
T ₃	1,32
T ₄	0,48
T ₅	0,15
T ₆	1,24
T ₇	0,19
T02	6,64
T04	8,44
T07	10,02

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 24: Plošné výkonnosti při sklizni ječmene ozimého – řidič.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	8,94
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	7,96
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	6,24
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	5,27

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 25: Informace o sklizni ječmene ozimého – řidič.

Plodina	Ozimý ječmen
Forma sklizně	Řidič
Datum sklizně	1. 7. 2019
Název pozemku	Skalice Slověnice
Čas	10,20 hod.
Rozloha pole v ha	52,85 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	5,50t
Vlhkost	13,50 %
Počasí	Jasno až polojasno, mírný vítr, teplota 26–32 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 3,74 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 18,53 ha. V tabulce 27 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 7: Půdní blok – Zahrádky

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 26: Časy sklízecí mlátičky při sklizni ječmene ozimého – Laser

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	1,91
T ₂	0,27
T ₃	0,42
T ₄	0,10
T ₅	0,08
T ₆	0,23
T ₇	0,20
T02	2,18
T04	2,70
T07	3,21

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 27: Plošné výkonnosti při sklizni ječmene ozimého – Laser.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	10,20
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	8,94
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	7,22
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	6,06

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 28: Informace o sklizni ječmene ozimého – Laser.

Plodina	Ozimého ječmen
Forma sklizně	Laser Pilot
Datum sklizně	2. 7. 2019
Název pozemku	Zahrádka
Čas	3,74 hod.
Rozloha pole v ha	18,53 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	5,70t
Vlhkost	12,80 %
Počasí	Jasno až polojasno, mírný vítr, teplota 28–34 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky při sklizni řepky olejky:

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 8,276 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 54,91 ha. V tabulce 30 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 8: Půdní blok – Přívorka nová

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 29: Časy sklízecí mlátičky při sklizni řepky olejky – řidič.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	5,93
T ₂	0,47
T ₃	0,23
T ₄	0,42
T ₅	0,01
T ₆	1,08
T ₇	0,13
T02	6,40
T04	7,05
T07	8,27

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 30: Plošné výkonnosti při sklizni řepky olejky – řidič.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	9,25
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	8,57
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	7,78
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	6,63

Tabulka č. 31: Informace o sklizni řepka olejka – řidič.

Plodina	Řepka olejka
Forma sklizně	Řidič
Datum sklizně	18. 7. 2019
Název pozemku	Přívorka nová
Čas	8, 27
Rozloha pole v ha	54,91 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	5,50t
Vlhkost	9,50 %
Počasí	Polojasno – oblačno, mírný vítr, teplota 27–23 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 3,58 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 46,13 ha. V tabulce 33 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 9: Půdní blok – U Myšárny

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 32: Časy sklízecí mlátičky při sklizni řepky olejky – Laser.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	3,58
T ₂	0,51
T ₃	0,27
T ₄	0,26
T ₅	0,05
T ₆	0,88
T ₇	0,22
T02	4,09
T04	4,62
T07	5,77

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 33: Plošné výkonnosti při sklizni řepky olejky – Laser.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	11,98
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	10,49
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	9,28
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	7,43

Zdroj: Vlastní zpracování

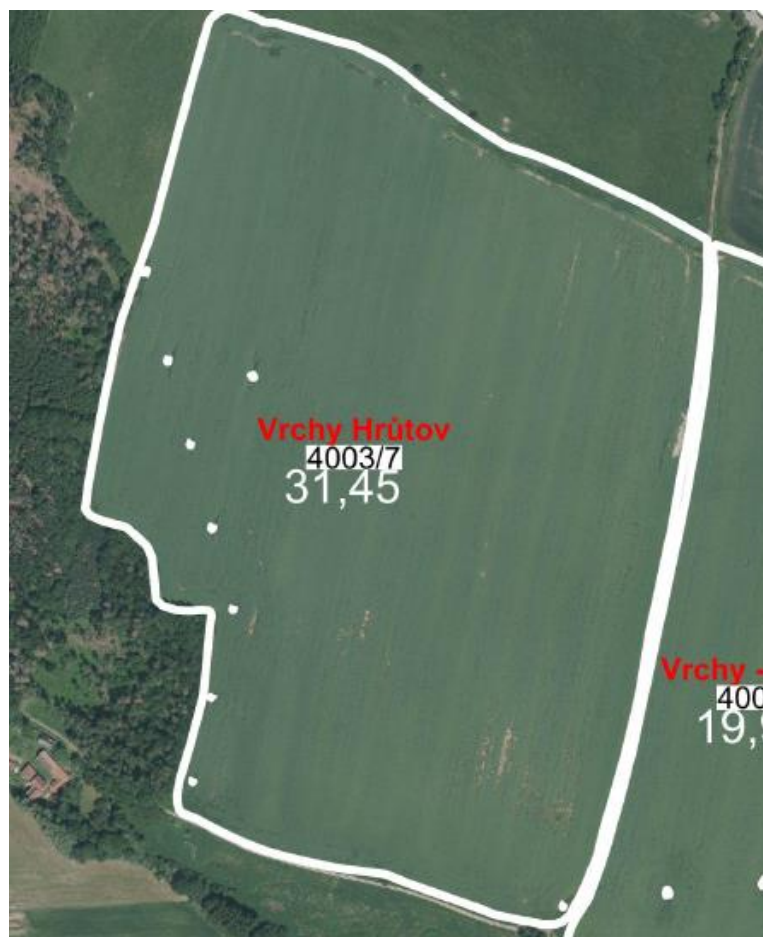
Tabulka č. 34: Informace o sklizni řepka olejka – Laser Pilot.

Plodina	Řepka olejka
Forma sklizně	Laser Pilot
Datum sklizně	20. 7. 2019
Název pozemku	U Myšárny
Čas	3,58
Rozloha pole v ha	46,13 ha
Svažitosť pozemku	rovina
Výnos	4,20t
Vlhkost	8 %
Počasí	Polojasno, mírný vítr, teplota 32–28 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky při sklizni pšenice ozimé:

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 3,45 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 31,45 ha. V tabulce 37 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 10: Půdní blok – Vrchy 2 – Hrůtov

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 35: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice ozimá – řidič.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	3,45
T ₂	1,24
T ₃	0,37
T ₄	0,63
T ₅	0
T ₆	0,82
T ₇	0,54
T02	4,69
T04	5,69
T07	7,05

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 36: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice ozimá – řidič.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	9,11
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	6,71
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	5,52
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	4,46

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 37: Informace o sklizni ozimá pšenice olejka – řidič.

Plodina	Ozimá pšenice
Forma sklizně	Řidič
Datum sklizně	21. 7. 2019
Název pozemku	Vrchy 2. Hrůtov
Čas	3,45
Rozloha pole v ha	31,45 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	3,45t
Vlhkost	11,30 %
Počasí	Oblačno, mírný vítr, teplota 25–23 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 3,45 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 28,09 ha. V tabulce 40 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 11: Půdní blok – Dlouhý

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 38: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice ozimá – laser.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	2,63
T ₂	0,59
T ₃	0,21
T ₄	0,19
T ₅	0,06
T ₆	1,12
T ₇	0,18
T02	3,22
T04	3,60
T07	4,96

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 39: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice ozimá – laser.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	10,77
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	8,79
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	7,84
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	5,71

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 40: Informace o sklizni ozimá pšenice – Laser.

Plodina	Ozimá pšenice
Forma sklizně	Laser Pilot
Datum sklizně	21. 7. 2019
Název pozemku	Dlouhý
Čas	2,63
Rozloha pole v ha	28,09 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	3,45t
Vlhkost	10,2 %
Počasí	Oblačno, mírný vítr, teplota 25–23 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Plošná výkonnost sklízecí mlátičky při sklizni pšenice špaldy:

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 4,81 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 18,80 ha. V tabulce 42 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 12: Půdní blok – Hvozdecká Kocina

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 41: Časy sklízecí mlátičky při sklizni špaldy – řidič.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	1,86
T ₂	0,38
T ₃	0,71
T ₄	0,85
T ₅	0,17
T ₆	0,50
T ₇	0,34
T02	2,24
T04	3,80
T07	4,81

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 42: Plošné výkonnosti při sklizni špaldy – řidič.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	10,10
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	8,39
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	4,94
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	3,90

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 43: Informace o sklizni pšenice špalda – řidič.

Plodina	Pšenice špalda
Forma sklizně	Řidič
Datum sklizně	23. 8. 2019
Název pozemku	Hvozdecká kocina
Čas	4,81
Rozloha pole v ha	18,80 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	3,80t
Vlhkost	20,30 %
Počasí	Jasno až polojasno, mírný vítr, teplota 20–24 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 5,01 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 19,19 ha. V tabulce 45 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 13: Půdní blok – Vršky

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 44: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice špaldy – Laser.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	2,29
T ₂	0,36
T ₃	0,80
T ₄	0,72
T ₅	0,09
T ₆	0,54
T ₇	0,21
T02	2,65
T04	4,17
T07	0,21

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 45: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice špaldy – Laser pilot.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	8,38
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	7,24
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	4,60
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	3,83

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 46: Informace o sklizni pšenice špalda – Laser pilot.

Plodina	Pšenice špalda
Forma sklizně	Laser Pilot
Datum sklizně	17. 8. 2019
Název pozemku	Vršky
Čas	5,01
Rozloha pole v ha	19,19 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	3,70t
Vlhkost	19,50 %
Počasí	Jasno až polojasno, mírný vítr, teplota 25–29 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 10,28 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 56,23 ha. V tabulce 48 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 14: Půdní blok – Za vojáky

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 47: Časy sklízecí mlátičky při sklizni žita setého – řidič.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	5,78
T ₂	1,14
T ₃	0,90
T ₄	0,72
T ₅	0,16
T ₆	1,04
T ₇	0,54
T02	6,92
T04	8,54
T07	10,28

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 48: Plošné výkonnosti při sklizni žita setého – řidič.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	9,73
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	8,13
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	6,54
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	5,46

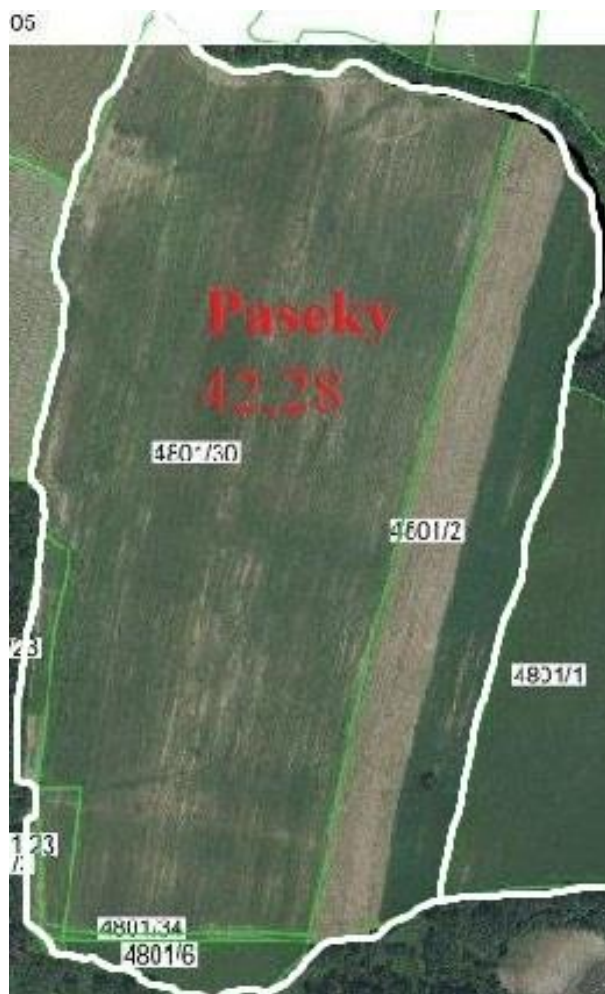
Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 49: Informace o sklizni žita setého – řidič.

Plodina	Žito seté
Forma sklizně	Řidič
Datum sklizně	15. 8. 2019
Název pozemku	Za vojáky
Čas	10,28
Rozloha pole v ha	56,23 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	3,05t
Vlhkost	16,30 %
Počasí	Oblačno, mírný vítr, teplota 19–23 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

Pomocí jednotky CEMOS, která je zabudovaná ve sklízecí mlátičce, jsou zjištěny časy uvedené v tabulce. Jedna směna trvala 6,77 hodin. Za celou směnu bylo sklizeno 42,28 ha. V tabulce 51 jsou uvedeny plošné výkonnosti.



Obrázek č. 15: Půdní blok – Paseky

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2019

Tabulka č. 50: Časy sklízecí mlátičky při sklizni žita setého – Laser Pilot.

Jednotlivé časy	Čas [h]
T ₁	3,09
T ₂	0,53
T ₃	0,84
T ₄	0,71
T ₅	0,16
T ₆	0,99
T ₇	0,45
T02	3,62
T04	5,17
T07	6,77

Zdroj: Vlastní zpracování

Obrázek č. 16: Plošné výkonnosti při sklizni žita setého – Laser Pilot.

Výkonnosti	[ha.h ⁻¹]
Plošná efektivní výkonnost pW ₀₁	11,75
Plošná operativní výkonnost pW ₀₂	10,02
Plošná produktivní výkonnost pW ₀₄	7,01
Plošná provozní výkonnost pW ₀₇	5,35

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 51: Informace o sklizni žita setého – Laser Pilot.

Plodina	Žito seté
Forma sklizně	Laser Pilot
Datum sklizně	22. 8. 2019
Název pozemku	Paseky
Čas	6,77
Rozloha pole v ha	42,28 ha
Svažitost pozemku	rovina
Výnos	2,83t
Vlhkost	18,60 %
Počasí	Polojasno, mírný vítr, teplota 22–26 °C

Zdroj: Vlastní zpracování

4.4 Spotřeba PHM

Spotřeba pohonných hmot je jedním z ukazatelů ekonomické náročnosti stroje na provoz. Jednotliví výrobci sklízecích mlátiček, zdokonalují spalovací motory a tímto technický pokrokem dosahují snížení pohonných hmot. Snížením spotřeby PHM stroje se pozitivně projevila na ekonomickém provozu. V tabulce 59 je zobrazena sklizená plocha [ha] a objem dolitého paliva v [l]. Pomocí zmíněných údajů, byla dopočítána měrná spotřeba paliva m_p [l.ha⁻¹] na jednotlivé plodiny a různé formy řízení sklízecí mlátičky.

Tabulka č. 52: Spotřeba pohonných hmot.

Sklizená plodina	Objem dolitého paliva V [l]	Sklizená plocha P [ha]	Měrná spotřeba paliva m_p [l.ha ⁻¹]
Ječmen ozimý – řidič	660,00	52,85	16,54
Ječmen ozimý – laser	299,60	18,53	16,17
Řepka olejka – řidič	546,00	51,91	17,57
Řepka olejka – laser	783,30	46,13	16,98
Ozimá pšenice – řidič	895,00	31,45	15,12
Ozimá pšenice – laser	425,30	28,33	15,01
Pšenice špalda – řidič	250,00	18,80	13,30
Pšenice špalda – laser	245,60	19,19	12,80
Žito seté – řidič	847,40	56,23	15,07
Žito seté – laser	610,10	42,28	14,43

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 53: Spotřeba Močovina AUS 32 Ad Blue.

Sklizená plodina	Objem dolitého AdBlue V [l]	Sklizená plocha P [ha]	Měrná spotřeba m_p [l.ha ⁻¹]
Ječmen ozimý – řidič	30,12	52,85	0,57
Ječmen ozimý – laser	11,30	18,53	0,61
Řepka olejka – řidič	25,43	51,91	0,49
Řepka olejka – laser	23,06	46,13	0,50
Ozimá pšenice – řidič	16,98	31,45	0,54
Ozimá pšenice – laser	16,14	28,33	0,57
Pšenice špalda – řidič	11,66	18,80	0,62
Pšenice špalda – laser	12,08	19,19	0,63
Žito seté – řidič	32,61	56,23	0,58
Žito seté – laser	25,79	42,28	0,61

Zdroj: Vlastní zpracování

4.5 Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky

Tabulka č. 54: Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky s Laser Pilotem

Náklady	Částka
Pořizovací cena P_c [Kč]	10 607 600
Náklady na amortizaci rN_a [Kč.rok ⁻¹]	2 121 520
Náklady na pojištění rN_p [Kč.rok ⁻¹]	169 722
Náklady na garážování rN_g [Kč.rok ⁻¹]	8 000
Náklady na zúročení rN_z [Kč.rok ⁻¹]	21 427
Celkové fixní náklady rN_f [Kč.rok ⁻¹]	2 320 669
Náklady na pohonné hmoty jN_{phm} [Kč.ha ⁻¹]	314,17
Náklady na opravy a údržbu jN_o [Kč.ha ⁻¹]	100
Náklady na mzdu obsluhy jN_m [Kč.ha ⁻¹]	28,70
Celkové variabilní náklady jN_v [Kč.ha ⁻¹]	443,40
Celkové roční variabilní náklady rN_v [Kč.rok ⁻¹]	310 380
Celkové náklady při ročním využití N_c [Kč.rok ⁻¹]	2 631 049
Cena práce na trhu C_p [Kč]	2100
Roční výkonnost skutečná rW [ha.rok ⁻¹]	700
Výnos stroje V_s [Kč.rok ⁻¹]	1 470 000
Zisk stroje Z_s [Kč.rok ⁻¹]	- 982 935
Minimální roční využití rW_{min} [ha.rok ⁻¹]	1221

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka č. 55: Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky bez Laser Pilota

Náklady	Částka
Pořizovací cena P_c [Kč]	10 444 435
Náklady na amortizaci rN_a [Kč.rok ⁻¹]	2 088 887
Náklady na pojištění rN_p [Kč.rok ⁻¹]	167 111
Náklady na garážování rN_g [Kč.rok ⁻¹]	8000
Náklady na zúročení rN_z [Kč.rok ⁻¹]	21 098
Celkové fixní náklady rN_f [Kč.rok ⁻¹]	2 285 096
Náklady na pohonné hmoty jN_{phm} [Kč.ha ⁻¹]	388
Náklady na opravy a údržbu jN_o [Kč.ha ⁻¹]	200
Náklady na mzdu obsluhy jN_m [Kč.ha ⁻¹]	32
Celkové variabilní náklady jN_v [Kč.ha ⁻¹]	620
Celkové roční variabilní náklady rN_v [Kč.rok ⁻¹]	434 000
Celkové náklady při ročním využití N_c [Kč.rok ⁻¹]	2 719 096
Cena práce na trhu C_p [Kč]	2100
Roční výkonnost skutečná rW [ha.rok ⁻¹]	700
Výnos stroje V_s [Kč.rok ⁻¹]	1 470 000
Zisk stroje Z_s [Kč.rok ⁻¹]	- 1 114 940
Minimální roční využití rW_{min} [ha.rok ⁻¹]	1453

Zdroj: Vlastní zpracování

5. Diskuze

Při sklizni ozimého ječmene se ztráty pohybovaly ve výši 1,07 % při vlhkosti 13,5 % a sklizni bez navigačního systému. Při sklizni ozimého ječmene se ztráty pohybovaly ve výši 0,97 % při vlhkosti 14,2 % a sklizni s navigačním systémem.

Nižším sklizňovým ztrátám mohlo u sklizně formou precizního zemědělství docházet z důvodu optimálnějšího rozložení sklizené hmoty na mláticím ústrojí a následně i na separačním ústrojí. Řídící jednotka sklízecí mlátičky dokáže snadněji a rychleji reagovat na změnu sklizené hmoty a přenastavit optimálně hodnoty výmlatu. I navzdory vyšší vlhkosti je precizní způsob sklizně méně ztrátový.

Při sklizni řepky olejky se ztráty pohybovaly ve výši 1,22 % při vlhkosti 9,7 % a sklizni bez navigačního systému. Při sklizni řepky olejky se ztráty pohybovaly ve výši 1,13 % při vlhkosti 9,4 % a sklizni s navigačním systémem.

Sklizeň řepky olejky v porovnání konvenčního a precizního zemědělství z pohledu ztrát neukázalo příliš velký rozdíl. Důvodem může být i vyšší vlhkost při sklizni v konvekčním způsobu sklizně. A do značné míry lze tento dobrý výsledek přičíst i zkušenosti obsluze sklízecí mlátičky.

Při sklizni pšenice ozimé se ztráty pohybovaly ve výši 1,31 % při vlhkosti 13,5 % a sklizni bez navigačního systému. Při sklizni ozimého ječmene se ztráty pohybovaly ve výši 1,14 % při vlhkosti 12,9 % a sklizni s navigačním systémem.

Porovnáním ztrát při sklizni pšenice špaldy nacházíme velkou úsporu zrna při sklizni pomocí metody precizního zemědělství. Optimální tok sklizeného materiálu napomáhá sklízecí mlátičce dobře vykonat práci, na kterou byla zkonstruována. Horšího výsledku sklizně u konvenčního zemědělství mohlo zapříčinit i vyšší vlhkost sklizeného materiálu.

Při sklizni žita se ztráty pohybovaly ve výši 2,02 % při vlhkosti 17,4 % a sklizni bez navigačního systému. Při sklizni ozimého ječmene se ztráty pohybovaly ve výši 1,75 % při vlhkosti 16,9 % a sklizni s navigačním systémem.

Ztráty při sklizni žita setého v konvekčním i precizním zemědělství přesáhli normalizovanou mez 1,5 % stanovenou profesorem Ing. Karlem Neubauerem CSc. Primárním důvodem překročení sklizňových ztrát zapříčinila vysoká vlhkost porostu, která měla za následek nutnost nastavit větší agresivitu výmlatu. Sekundárním

problémem při sklizně se ukázalo vyšší zaplevelení sklizených bloků. Oba půdní bloky jsou obhospodařovány v systému ekologického zemědělství. Vyšší vlhkost a velké procento příměsí mělo za následek zanášení separačního ústrojí a vyšší zatížení celé sklízecí mlátičky.

Při sklizni špaldy se ztráty pohybovaly ve výši 7,82 % při vlhkosti 24,6 % a sklizni bez navigačního systému. Při sklizni ozimého ječmene se ztráty pohybovaly ve výši 8,77 % při vlhkosti 24,5 % a sklizni s navigačním systémem.

Sklizeň pšenice špaldy ukázala nejvyšší ztráty ze všech sklizených kulturních plodin. Nejpravděpodobnější příčina vysokých ztrát byla vysoká sklizňová vlhkost, na kterou není sklízecí mlátička konstruována. Další možnou příčinu zvýšení ztrát shledávám v nerovnoměrnosti pšenice špaldy a následné výkyvy hmoty proudící do sklízecí mlátičky. Vysoké zaplevelení v ekologickém zemědělství zapříčiňuje špatné separační účinky sklízecí mlátičky. V neposlední řadě je třeba zmínit i méně zkušenou obsluhu stroje, která mlátila v těchto extrémních podmínkách.

Při sklizni ozimého ječmene dosahovala sklízecí mlátička plošná provozní výkonnost pW_{07} 5,27 [ha.h⁻¹] řidič bez navigačního systému a s navigačním systémem 6,06 [ha.h⁻¹]. Efektivnější výkonnost byla u laser systému o 0,79 [ha.h⁻¹]. Využitím moderní technologie jsme dosáhli zvýšení produktivity práce o 18,97 %.

Precizní forma sklizně se ukázala výhodnější oproti sklizni konvenčním způsobem. Přesné navádění sklízecí mlátičky na hranu sklizeného porostu mělo za následek optimálního využití záběru žacího adaptéru a ideálního využití mlátícího a separačního ústrojí. Precizní forma sklizně dosáhla lepšího výsledku i přes členitější povrch sklizeného bloku.

Při sklizni řepky olejky dosahovala sklízecí mlátička plošná provozní výkonnost pW_{07} 6,63 [ha.h⁻¹] řidič bez navigačního systému a s navigačním systémem 7,43 [ha.h⁻¹]. Efektivnější výkonnost byla u laser systému o 0,8 [ha.h⁻¹]. Využitím moderní technologie jsme dosáhli zvýšení produktivity práce o 12,06 %.

Sklizeň řepky olejky sklizené formou precizního zemědělství byla efektivnější oproti sklizni konvenční metodou. Oba pokusy probíhali na srovnatelných půdních blocích s vyrovnaným, optimálně uzrálým porostem. Vyšší pojezdová rychlost, optimální záběr žacího adaptéru a dalším funkcím precizní sklizně dosáhla sklízecí mlátička vyšší výkonosti.

Při sklizni pšenice ozimé dosahovala sklízecí mlátička plošná provozní výkonnost pW_{07} 4,46 [ha.h⁻¹] řidič bez navigačního systému a s navigačním systémem 5,71 [ha.h⁻¹]. Efektivnější výkonnost byla u laser systému o 1,25 [ha.h⁻¹]. Využitím moderní technologie jsme dosáhli zvýšení produktivity práce o 28,02 %.

Lepších výkonových hodnot při porovnání precizní sklizně a konvenční sklizně pšenice ozimé dosáhlo precizní zemědělství. Důvodem může být menší členitost terénu a nižší vlhkost sklizeného porostu. Nižší zatížení sklízecí mlátičky a optimální tok materiálu přispěl k efektivnímu využití stroje

Při sklizni žita setého dosahovala sklízecí mlátička plošná provozní výkonnost pW_{07} 3,91 [ha.h⁻¹] řidič bez navigačního systému a s navigačním systémem 3,83 [ha.h⁻¹]. Efektivnější výkonnost byla u obsluhy sklízecí mlátičky o 0,08 [ha.h⁻¹]. Využitím moderní technologie jsme dosáhli snížení produktivity práce o 2,05 %.

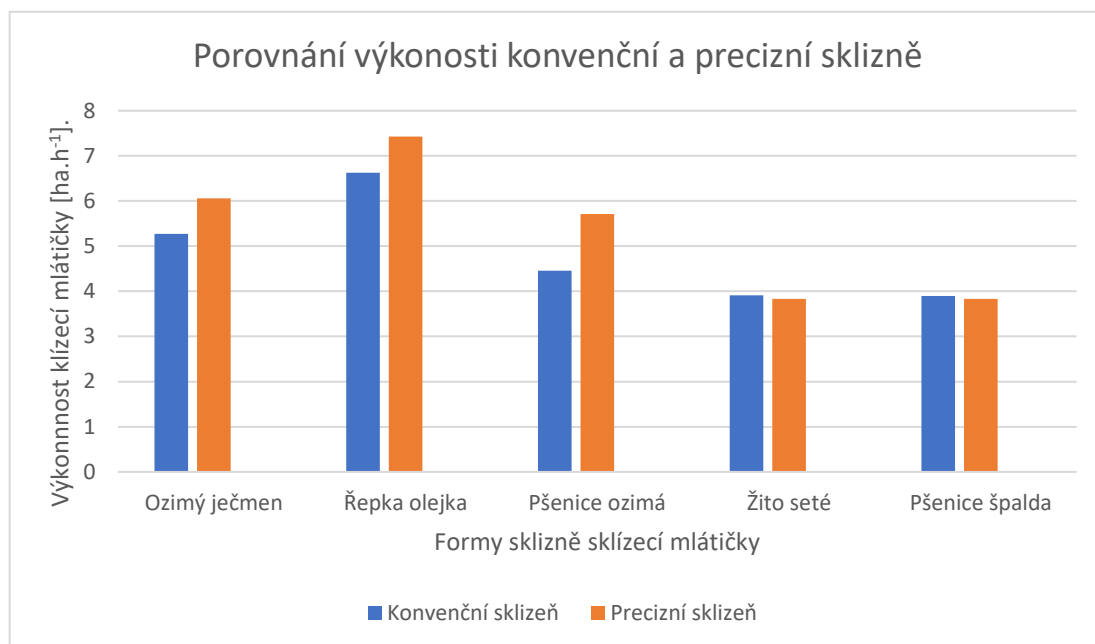
Během sklizně žita setého dosáhlo lepších výsledků konvenční sklizeň. Pravděpodobným důvodem tohoto výsledku byla vysoká nevyrovnanost kulturní plodiny, která měla za příčinu častého vychýlení stroje z trasy sklizně. Další faktor, který měl za následek pokles výkonosti byla vysoká vlhkost porostu a malá zkušenost obsluhy sklízecí mlátičky. Při tomto pokusu sklízecí mlátička dosáhla o 2,05 % nižší výkonosti při sklizni v systému precizního zemědělství oproti konvenčnímu.

Při sklizni pšenice špaldy dosahovala sklízecí mlátička plošná provozní výkonnost pW_{07} 3,9 [ha.h⁻¹] řidič bez navigačního systému a s navigačním systémem 3,83 [ha.h⁻¹]. Efektivnější výkonnost byla u obsluhy sklízecí mlátičky o 0,07 [ha.h⁻¹]. Využitím moderní technologie jsme dosáhli snížení produktivity práce o 1,79 %.

Primárním problémem při sklizni pšenice špaldy mohla zapříčinit vysoká vlhkost zplodiny při sklizni. Dochází tak k zanesení a znečištění mlátícího a separačního ústrojí, a tím dojde ke zhoršenému výmlatu. Je nutné nastavit větší agresivitu výmlatu, která zapříčiňuje porušení zrna a větší ztráty. Sekundárním problémem při sklizni pšenice špaldy nacházím v hospodaření v systému ekologického zemědělství. Porost bez použití chemické ochrany proti plevelům se stává vysoce zapleveleným. Zaplevelení nadále způsobuje nevyrovnaný porost a snížení počtu kulturní plodiny na orné půdě.

Výkonnost sklízecí mlátičky považuji za nejdůležitější při hodnocení efektivnosti sklizně. Vyšších provozních výkonností dosahovala sklízecí mlátička při sklizni

s naváděním pomocí Laser Pilotu u plodin ozimý ječmen, řepka olejka, ozimá pšenice. Obsluha sklízecí mlátičky nedokáže po dobu celé pracovní směny držet optimální záběr žacího stolu na plné vytížení.



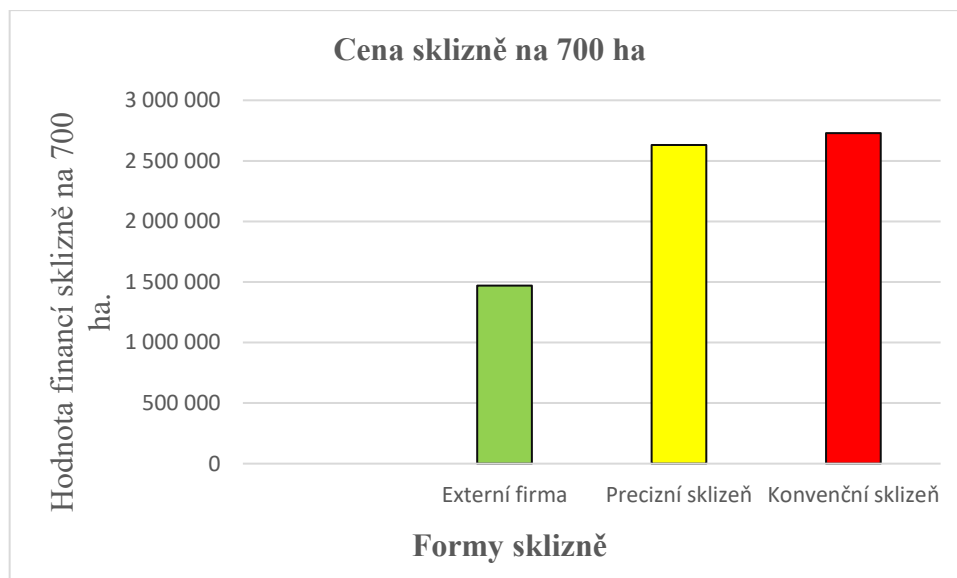
Graf č. 1: Výkonost sklízecí mlátičky

Zdroj: Vlastní zpracování

Sklízecí mlátička nedosáhla zisku ani při jedné formě sklizně. Stroj se v současné době využívá při sklizni na plochu 700 ha. Minimální roční využití a vyrovnané hospodářství se dosáhne při využití s Laser Pilotem na 1221 ha, a bez Laser Pilota na 1453 ha. Podnik, který vlastní testovaný stroj obhospodařuje 1655 ha orné půdy a má dostatečně velikou plochu k uskutečnění minimálního ročního využití.

V současném využití sklízecí mlátičky stroj vykazuje ztrátu - 982 935 Kč při využití sklizně precizním zemědělstvím a -1 114 940 Kč při sklizni formou konvenčního zemědělství.

Sklízecí mlátičku se v současné organizaci práci a ročním nasazení nevyplácí financovat. Vykazuje ekonomickou ztrátu. Ideální pro rentabilitu sklizně považují využít externích firem pro sklizeň kulturních plodin. Při využití externí firmy, bude celková sklizeň kulturních plodin na ploše 700 ha stát 1 470 000 Kč. rok⁻¹. Finanční náročnost na sklizeň stejné plochy s využitím vlastní techniky v konvenčním zemědělství stojí 2 719 096 Kč. rok⁻¹. Při využití sklízecí mlátičky se systémem precizního zemědělství jsou roční náklady 2 631 049 Kč. rok⁻¹.



Graf č. 2: Porovnání ceny sklizně na plochu 700 ha.

Zdroj: Vlastní zpracování

Precizní zemědělství přináší úsporu ve spotřebě pohonných hmot ve výši 78,83 Kč. Ha⁻¹. Při ročním využití je úspora ve výši 51 681Kč. V případě využití na celkovou plochu podniku 1655 ha stroj uspoří 55 988,56 Kč.

Další úsporu sledávám v nákladech na obsluhu, kdy při využití Laser Pilotu dojde ke snížení nákladů na obsluhu sklízecí mlátičky ve výši 2 310 Kč.

Velkou úsporu při využití sklízecí mlátičky v precizním systému hospodaření je eliminování sklizňových ztrát. Celková úspora při sklizni 1655 ha a prodejem získaného zrna dojde k úspoře 52 664,99 Kč.rok⁻¹.

Celková roční úspora při využití technologie precizního zemědělství je ve výši 110 963,55 Kč. Návratnost investice do precizního zemědělství v podobě Laser Pilotu bude po druhém roce využívání sklízecí mlátičky.

Výkonnost sklizně může ovlivňovat i jeden velice významný faktor. Podnik může mít ideální podmínky pro sklizeň, vyrovnaný porost, dobře připravenou a seřízenou sklízecí mlátičku, ale bez kvalitní a dobře motivované obsluhy může být sklizeň ohrožena.

Závěr

Testovanou sklízecí mlátičku Claas Lexion 770 TerraTrac doporučuji do podniku s minimální plochou obilnin a olejnin o ploše 2 000 ha, nebo pro firmy podnikající v zemědělských službách. Nutné je před pořízením takto nákladného stroje zvážit minimální roční využití a roční náklady.

Z výsledků je patrné že stávající využití sklízecí mlátičky neodpovídá optimálnímu využití potenciálu stroje. Mezi hlavní důvody nedosažené rentability stroje považuji velké množství přejezdu mezi jednotlivými sklízenými pozemky, nasazení na malé ploše, zapojení do linky různých strojů (výkon, pojezdová rychlost, záběr), posádka tvoří pouze jeden zaměstnanec (přestávky, oběd, oprava a údržba stroje, přesun na sklízené pozemky, únava a zpomalení reakcí).

Doporučuji zařadit sklízecí mlátičku do linky se sklízecí mlátičkou Claas Lexion 760 TerraTrac na velké pozemky o rozloze nad 30 ha, které tvoří přibližně 40% rozlohy obhospodařované plochy.

Seznam použité literatury

Literární zdroje

BŘEČKA, Josef. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2001. ISBN 80-213-0738-2.

ČERVINKA, Jan, Pavel SEDLÁK a Karel TRUNEČKA. *Technika a technologie pro rostlinnou výrobu – návody do cvičení*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-713-8.

HEŘMÁNEK, Petr a František KUMHÁLA. *Nové konstrukce sklízecích mlátiček: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. Studijní informace. ISBN 8086153339.

KROUPA, Pavel, Josef HŮLA a Pavel KOVAŘÍČEK. *Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin*. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 8072711261.

KUMHÁLA, František. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021317017.

LUKAS, Vojtěch, Lubomír NEUDERT a Jan KŘEN. *Mapování variability půdy a porostů v precizním zemědělství: metodika pro praxi*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 9788073755621.

MALEŘ, Josef. *Samojízdné sklízecí zrnin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. Mechanizace, výstavba a meliorace.

MIU, Petre. *Combine harvesters: Theory, Modeling, and Design*. 2016. ISBN 978-1-1387-4827-9.

NEUDERT, Lubomír a Vojtěch LUKAS. *Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 9788075093110.

PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií*. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 8090241344.

PETERKA, Alois, ed. *Aktuální problémy využívání zemědělské techniky: mezinárodní vědecká konference = Agriculture Machinery Usage and Its Current Problems : international scientific conference : Český Krumlov, 1. 6. - 2. 6. 2006.* V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2006. ISBN 80-7040-861-8.

ROH, Jiří, František KUMHÁLA a Petr HEŘMÁNEK. *Stroje používané v rostlinné výrobě.* Praha: Credit, 1997. ISBN 80-213-0327-1.

Sklízecí mlátičky, řezačky a lisy na českém trhu 1995–1996. Praha: GT Club, 1995. ISBN 80-900705-5-8.

STEHNO, Luboš. *Historie sklízecích mlátiček.* Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-8672-658-8.

Internetové zdroje

BRÝNA, Ondřej. Rozdělení sklízecích mlátiček a jejich konstrukční prvky. *Agroportal 24 h: Vše ze světa agro* [online]. 2019, 26. 6. 2019 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/rozdeleni-sklizecich-mlaticek-a-jejich-konstrukcni-prvky>

FRID, Milan. Sklízecí mlátičky. *Http://kzt.zf.jcu.cz/studentum/vyukove-materialy/* [online]. České Budějovice, 2014 [cit. 2019-07-16]. Dostupné z: http://kzt.zf.jcu.cz/wp-content/uploads/2014/10/Sklizeci_mlaticky.pdf

KULOVANÁ, Eliška. Mechanizace zemědělství: Mapování výnosů je vstupem do precizního zemědělství. *Mechanizace zemědělství* [online]. 2012, 20. 5. 2012 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.mechanizaceweb.cz/mapovani-vynosu-u-sklizecich-mlaticek-jako-soucast-precizniho-zemedelstvi/>

LEXION 8000-5000. Nově navržené sklízecí mlátičky. *Agrall: Zemědělská technika* [online]. 2019, 8. 8. 2019 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/novinka/916/lexion-8000-5000-nove-navrzene-sklizeci-mlaticky/>

U+M Servis s.r.o.: Prodej zemědělské techniky. *U+M servis* [online]. 2019 [cit. 2019-08-18]. Dostupné z: <https://www.umtrebon.cz/produkty/traktory-claas-vse-pro-sklizen/1879843473/sklizeci-mlaticka-lexion-8900-7400>

ZLATOHLÁVEK, Miloslav. ZEMĚDĚLSKÉ STROJE: STROJE PRO ŽIVOČIŠNOU VÝROBU. *Název školy: Střední odborná škola veterinární, mechanizační a zahradnická a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky: Podpora výuky* [online]. České Budějovice, 2013, 2013 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: http://www.soscb.cz/zabezpeceno2/opvk/zemedelske_stroje_IV.pdf

Normy

ČSN 47 0120. *Československá státní norma: Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů*. 22. 6. 1987. Praha: Český normalizační institut, 1988.

Časopisy

NOVOTNÝ, František. Historie zavádění přímé sklizně obilnin v bývalém Sovětském svazu a v českých zemích. *Farmář: Magazín pro moderní farmu*. Praha 2: Profi Press, 2001, 2001(4.), 92-94. ISSN 1210-9789.

Seznam grafů

Graf č. 1: Výkonost sklízecí mlátičky.....	82
Graf č. 2: Porovnání ceny sklizně na plochu 700 ha.....	83

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Druhy sklízecích adaptérů	17
Obrázek č. 2: Šikmý dopravník.....	19
Obrázek č. 3: Mlátící ústrojí tangenciální	21
Obrázek č. 4: Druhy uložení mlátícího rotoru	22
Obrázek č. 5: Laser Pilot.....	30
Obrázek č. 6: Pozemek Skalice – Slověnice.	56
Obrázek č. 7: Půdní blok – Zahrádky.....	58
Obrázek č. 8: Půdní blok – Přívorka nová	60
Obrázek č. 9: Půdní blok – U Myšárny.....	62
Obrázek č. 10: Půdní blok – Vrchy 2 – Hrůtov.....	64
Obrázek č. 11: Půdní blok – Dlouhý.....	66
Obrázek č. 12: Půdní blok – Hvozdecká Kocina	68
Obrázek č. 13: Půdní blok – Vršky	70
Obrázek č. 14: Půdní blok – Za vojáky.....	72
Obrázek č. 15: Půdní blok – Paseky.....	74
Obrázek č. 16: Plošné výkonnosti při sklizni žita setého – Laser Pilot.	75

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Technické parametry sklízecí mlátičky.....	33
Tabulka č. 2: Tabulka časový snímek.....	39
Tabulka č. 3: Hodnocení předsklizňových ztrát ozimého ječmene.....	47
Tabulka č. 4: Hodnocení předsklizňových ztrát řepky olejky.....	47
Tabulka č. 5: Hodnocení předsklizňových ztrát pšenice ozimé.	48
Tabulka č. 6: Hodnocení předsklizňových ztrát žita.	48
Tabulka č. 7: Hodnocení předsklizňových ztrát pšenice špaldy.	48
Tabulka č. 8: Průměrný záběr žací lišty a šířka kontrolní plochy.....	49
Tabulka č. 9: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni ozimého ječmene.....	49
Tabulka č. 10: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni řepky olejky.....	50
Tabulka č. 11: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice ozimé.	50
Tabulka č. 12: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni žita setého.	50
Tabulka č. 13: Sklizňové ztráty absolutní při sklizni pšenice špaldy.	51
Tabulka č. 14: Sklizňové ztráty relativní při sklizni ozimého ječmene.	51
Tabulka č. 15: Sklizňové ztráty relativní při sklizni řepky olejky.	51
Tabulka č. 16: Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice ozimé.	52
Tabulka č. 17: Sklizňové ztráty relativní při sklizni žita setého.	52
Tabulka č. 18: Sklizňové ztráty relativní při sklizni pšenice špaldy.....	52
Tabulka č. 19: Sklizňové ztráty celkové.	53
Tabulka č. 20: Pojezdová rychlost sklízecí mlátičky.....	54
Tabulka č. 21: Výnos zrna a slamnatých částí.	54
Tabulka č. 22: Teoretická průchodnost sklízecí mlátičky.....	55
Tabulka č. 23: Časy sklízecí mlátičky při sklizni ječmene ozimého – řidič.....	56
Tabulka č. 24: Plošné výkonnosti při sklizni ječmene ozimého – řidič.....	57
Tabulka č. 25: Informace o sklizni ječmene ozimého – řidič.	57
Tabulka č. 26: Časy sklízecí mlátičky při sklizni ječmene ozimého – Laser 58	
Tabulka č. 27: Plošné výkonnosti při sklizni ječmene ozimého – Laser.	59
Tabulka č. 28: Informace o sklizni ječmene ozimého – Laser.....	59
Tabulka č. 29: Časy sklízecí mlátičky při sklizni řepky olejky – řidič.....	60
Tabulka č. 30: Plošné výkonnosti při sklizni řepky olejky – řidič.....	61
Tabulka č. 31: Informace o sklizni řepka olejka – řidič.....	61
Tabulka č. 32: Časy sklízecí mlátičky při sklizni řepky olejky – Laser.	62

Tabulka č. 33: Plošné výkonnosti při sklizni řepky olejky – Laser.	63
Tabulka č. 34: Informace o sklizni řepka olejka – Laser Pilot.....	63
Tabulka č. 35: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice ozimá – řidič.	64
Tabulka č. 36: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice ozimá – řidič.	65
Tabulka č. 37: Informace o sklizni ozimá pšenice olejka – řidič.....	65
Tabulka č. 38: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice ozimá – laser.	66
Tabulka č. 39: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice ozimá – laser.....	67
Tabulka č. 40: Informace o sklizni ozimá pšenice – Laser.....	67
Tabulka č. 41: Časy sklízecí mlátičky při sklizni špaldy – řidič.....	68
Tabulka č. 42: Plošné výkonnosti při sklizni špaldy – řidič.	69
Tabulka č. 43: Informace o sklizni pšenice špalda – řidič.	69
Tabulka č. 44: Časy sklízecí mlátičky při sklizni pšenice špaldy – Laser.	70
Tabulka č. 45: Plošné výkonnosti při sklizni pšenice špaldy – Laser.....	71
Tabulka č. 46: Informace o sklizni pšenice špalda – pilot.	71
Tabulka č. 47: Časy sklízecí mlátičky při sklizni žita setého – řidič.	72
Tabulka č. 48: Plošné výkonnosti při sklizni žita setého – řidič.....	73
Tabulka č. 49: Informace o sklizni žita setého – řidič.	73
Tabulka č. 50: Časy sklízecí mlátičky při sklizni žita setého – Laser Pilot.	74
Tabulka č. 51: Informace o sklizni žita setého – Laser Pilot.	75
Tabulka č. 52: Spotřeba pohonných hmot.....	76
Tabulka č. 53: Spotřeba Močovina AUS 32 Ad Blue.....	76
Tabulka č. 54: Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky s Laser Pilotem.....	77
Tabulka č. 55: Ekonomické zhodnocení sklízecí mlátičky bez Laser Pilota.....	78

Příloha



Obrázek p1: Sklízecí mlátička Claas Lexion 770. Autor: Pavel Valenta



Obrázek p2: Ovládací prvky sklízecí mlátičky. Autor: Pavel Valenta



Obrázek p3: Sklizeň řepky olejky. Autor: Pavel Valenta.



Obrázek p4: Sklízecí mlátička s žacím adaptérem. Autor: Pavel Valenta.