

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

Bc. MIROSLAV SKULA

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav zemědělské, potravinářské a environmentální techniky



**Možnosti využití automatizačních prvků sklízecích
mlátiček**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Jiří Pospíšil, CSc.

Vypracoval:
Bc. Miroslav Skula

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou prací na téma **Možnosti využití automatizačních prvků sklízecích mlátiček** vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

podpis.....

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Jířimu Pospíšilovi, CSc za odborné vedení, trpělivost, cenné rady, a připomínky při zpracování diplomové práce.

Mé poděkování patří také společnosti PD Horné Obdokovce za umožnění polně-laboratorního měření v rámci žňových prací, dále panu Agronomovi a také svému bratrovi Emilovi, který se řídil mými pokyny a významně se podílel na získávání důležitých informací v rámci polně-laboratorního měření.

Ale hlavně děkuji svým rodičům za podporu, důvěru, pomoc při zpracování diplomové práce a umožnění studia na vysoké škole Mendelovy univerzity v Brně.

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma možnosti využití automatizačních prvků sklízecích mlátiček se zabývá problematikou přímě sklizně obilovin pomocí sklízecích mlátiček, ve kterých jsou využívány automatizační prvky. V první části je definice sklízecí mlátičky s agrotechnickými požadavky, za kterými následuje rozdělení sklízecích mlátiček dle několika hledisek zejména pak podle mlátícího a separačního ústrojí. Následně jsou uvedeny a popsány systémy automatizačních prvků sklízecích mlátiček dodávaných na světový trh. V praktické části je podrobně popsána metodika provádění polně-laboratorního měření, jeho průběh, následné zpracování a vyhodnocení výsledků. U vybrané sklízecí mlátičky byly sledovány ztráty zrna v závislosti na jezdové rychlosti a různém nastavení pracovních mechanismů pomocí automatizačních prvků z palubního počítače umístěného v kabině sklízecí mlátičky. V závěru práce byly uvedeny výsledky a byl zhodnocen vliv nastavení sklízecí mlátičky na množství ztrát zrna.

Klíčová slova: sklízecí mlátička, automatizační prvky, ztráty zrna, jezdová rychlost

ABSTRACT

Thesis on topic of the possibilities of automation components for combine harvesters. It deals with the issue of direct production of cereals using combine harvesters, fitted with automation components. The first part of the thesis contains a definition of the combine harvester with all the agrotechnical requirements. The combine harvesters are further distributed by some specific criteria like the threshing and the separation system. Further on are mentioned and described the combine harvesters automation systems supplied to the world market. In the practical part of the thesis is a detail explanation of the method used for the performed laboratory field measurement, the process and the followed processing and evaluation of the results. One selected combine harvester was used for observation and testing of the grain losses depending on the forward ground speed and a different setting of the working mechanisms using some automation components from the onboard cockpit computer of the combine harvester. In the conclusion of the thesis all the results were mentioned and the effect of combine harvester setting on the grain losses was evaluated.

Keywords: Combine harvester, automation components, grain losses, ground speed

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	SKLÍZECÍ MLÁTIČKY.....	11
3.1	Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky	12
3.2	Rozdělení sklízecích mlátiček.....	14
3.2.1	Sklízecí mlátičky s tangenciálním mlátícím ústrojím.....	16
3.2.2	Sklízecí mlátičky s axiálním mlátícím a separačním ústrojím	18
3.3	Sklízecí ústrojí.....	19
4	AUTOMATIZAČNÍ PRVKY SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK	21
4.1	Sklízecí ústrojí.....	21
4.1.1	Kopírování terénu sklízecího ústrojí.....	21
4.1.2	Přiháněč	23
4.2	Šikmý dopravník	24
4.2.1	Ochrana mlátícího ústrojí proti vniknutí cizího předmětu.....	25
4.3	Mlátící a separační ústrojí	26
4.3.1	Nastavení otáček mlátícího a separačního ústrojí.....	27
4.3.2	Nastavení polohy mlátícího koše.....	28
4.4	Čistící ústrojí.....	29
4.4.1	Nastavení sít	30
4.4.2	Nastavení otáček ventilátoru.....	31
4.5	Indikátory ztrát	32
4.6	Automatizace regulace při sklizni na svahu.....	34
4.6.1	Svahové vyrovnávání celé mlátičky	36
4.6.2	Úprava jednotlivých ústrojí	39
4.7	Navádění sklízecí mlátičky v porostu	44
5	ZJIŠŤOVÁNÍ ZTRÁT U SKLÍZECÍ MLÁTIČKY	46

5.1	Metody	47
5.1.1	Zjišťování ztrát zrna vysbíráním z kontrolní plochy	47
5.1.2	Zjišťování ztrát zrna pomocí zkumavky	48
5.1.3	Zjišťování ztrát zrna pomocí kontrolní misky	48
5.1.4	Zjišťování ztrát zrna pomocí indikátoru ztrát	48
5.1.5	Zjišťování okamžitého výnosu sklizené plodiny	48
6	POLNĚ-LABORATORNÍ MĚŘENÍ	50
6.1	Metodika	50
6.1.1	Identifikace majitele sklízecí mlátičky	53
6.1.2	Lokalizace provádění měření	54
6.2	Vlastní měření	54
6.2.1	Představení sklízecí mlátičky	54
6.2.2	Palubní počítač sklízecí mlátičky	58
6.2.3	Charakteristika pozemku	62
6.2.4	Charakteristika porostu	63
6.2.5	Nastavení plodiny podle originál hodnot Claas	65
6.2.6	Nastavení plodiny podle vlastních hodnot	65
6.2.7	Postup vlastního měření	66
7	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	70
7.1	Vyhodnocení odběru vzorků z 1 m ²	70
7.2	Pracovní rychlost sklízecí mlátičky	71
7.3	Pracovní záběr sklízecího ústrojí	73
7.4	Sklizňové ztráty	75
8	DISKUSE	79
9	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	84
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88

SEZNAM TABULEK	90
SEZNAM VZORCŮ.....	91

1 ÚVOD

Zrniny, především pak obiloviny, představují nejdůležitější skupinu plodin ve skladbě celé rostlinné výroby. Pěstují se výhradně na zrno jako zdroj lidské a živočišné výroby, dále pro průmyslovou spotřebu a jako osivo. Předností obilovin je lehká a dlouhodobá skladovatelnost, dobré chemické složení pro lidskou výživu, krmení hospodářských zvířat, průmyslové zpracování a vhodnost dopravy pro velké vzdálenosti. Zrniny rozdělujeme do dvou skupin: [NEUBAUER 1989]

- a) pšenice, ječmen, oves, žito – jarní a ozimé
- b) kukuřice, čirok, proso, rýže a další

Sklizeň obilovin je vždy jakýmsi završením hospodářského roku a náznakem toho, jak by se mohl vyvíjet hospodářský rok následující. I dnes obiloviny patří mezi komodity, které rozhodujícím způsobem závisí na ekonomických výsledcích většiny zemědělských podniků všech druhů.

V České republice se v roce 2014 z celkové osevní plochy 2 489 000 ha pěstovaly obiloviny na ploše 1 411 314 ha, což představuje z celkové osevní plochy 57,2 % (56,7 % orné půdy). Z obilovin je nejrozšířenější pšenice ozimá zaujímající 32 % osevní plochy, dále je to ječmen jarní a ozimý, kukuřice a v menší míře oves žito a další. [AGRÁRNÍ KOMORA ČR 2014]

Tab. 1. Osevní plochy obilovin v České republice [ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD 2015]

Plodina	Osevní plocha [ha]		Výnos [t.ha ⁻¹]		Sklizené množství[t]	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Osevní plocha celkem	2 476 922	2 468 700	-	-	-	-
Obiloviny celkem	1 413 143	1 409 610	5,32	6,23	7 512 612	8 779
Pšenice ozimá	778 422	790 690	5,75	6,61	4 530 773	5 222 695
Pšenice jarní	40 970	45 251	4,15	4,85	169 923	219 653
Žito ozimé a jarní	37 498	25 137	4,70	5,13	176 278	129 059
Ječmen ozimý	106 265	102 927	4,47	5,74	474 699	590 689
Ječmen jarní	242 727	247 590	4,61	5,56	1 119 061	1 376 360
Oves	43 559	42 289	3,19	3,60	139 120	152 232
Kukuřice na zrno	96 902	98 749	6,97	8,43	675 380	832 235
Ostatní obiloviny	56 800	56 975	4,00	4,50	227 378	256 376

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce na téma možnosti využití automatizačních prvků sklízecích mlátiček je podat přehled o současném stavu systémů automatických a automatizačních prvků, které jsou využívány u sklízecích mlátiček. Dále budou popsány jednotlivé automatizační prvky z hlediska principu jejich činnosti a možnosti regulace řízení. Důležité je každý systém posoudit, proč se u pracovního mechanismu sklízecí mlátičky využívá a jaký má vliv na provoz stroje, kvalitu odvedené práce, výkonnost a ekonomiku provozu sklízecí mlátičky.

Praktická část bude zaměřena na polně-laboratorní měření, kde cílem je posuzování množství ztrát zrna v závislosti na pracovní rychlosti stroje a nastavení pracovních mechanismů podle originál hodnot od výrobce a vlastních zvolených hodnot pomocí automatizačních prvků z palubního počítače sklízecí mlátičky. Neméně významnou součástí jsou také získané hodnoty, které je třeba zpracovat, porovnat mezi sebou a následně zhodnotit jaký má dopad způsob nastavení stroje pomocí automatizačních prvků na množství ztrát zrna a ekonomické ukazatele při sklizni plodin.

3 SKLÍZECÍ MLÁTIČKY

Sklízecí mlátička je klíčový prvek nejen při sklizni obilovin, ale i dalších semenných kultur. Jejím úkolem je získat porost ze stanoviště sečením nebo sbíráním, hmotu vymlátit (uvolnit zrno), zrno oddělit a vyčistit od nežádoucí příměsi ostatních částí rostlin a shromáždit je v zásobníku nebo jinak připravit k odvozu z pozemku. Ostatní zbytky rostlin (sláma, plevy, úhrabky) upravit k dalšímu zpracování, tj. ke sklizni nebo zapravení do půdy. Sklízecí mlátičky jsou víceúčelové, umožňují různé způsoby sklizně ostatních částí rostlin (např. slámu ukládat na řádek, kopkovat, lisovat, řezat, drtit). Jsou také určeny do všech produkčních oblastí ČR, standardní se svahovou dostupností do 8 ° a svahové do 20 °. [NEUBAUER 1989]

Sklízecí mlátičky byly původně konstruovány pro sklizeň drobnozrnných obilovin (pšenice, ječmen, žito, oves). Potřebám obilovin odpovídalo řešení základních ústrojí. Jednotlivá pracovní ústrojí se postupem času doplňovala o seřizovací mechanismy, umožňující jejich přizpůsobení různým stavům porostu a technologickým vlastnostem sklízených plodin. Pro drobnozrnné obiloviny postačuje seřízení základních pracovních ústrojí k zajištění požadované kvality sklizně i výsledného produktu. Postupně se ukázalo, že sklízecí mlátičky při vhodné adaptaci umožňují i sklizeň dalších zrnin, popřípadě plodin pěstovaných na semeno. Adaptace je významnější přizpůsobení základních pracovních ústrojí (např. výměna mlátícího koše) nebo dokonce nahrazení základních pracovních ústrojí pracovním ústrojím speciálním (např. výměna univerzálního sklízecího ústrojí za speciální sklízecí ústrojí pro kukuřici, slunečnici apod.).[MALÉŘ 1989]

Sklízecí mlátička se dělí na několik funkčních skupin:

1. žací a dopravní mechanismy žacího válu,
2. mlátička včetně dopravníků a zásobníku zrna,
3. energetický zdroj (spalovací motor),
4. hydraulická soustava,
5. elektrická soustava.

3.1 Agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky

Základní agrotechnické požadavky na sklízecí mlátičky je možné charakterizovat takto:

- stroje jsou určeny pro sklizeň obilovin, kukuřice na zrno, luskovin, olejnin, jetelovin a trav na semeno, popřípadě dalších zrnin,
- vykonané operace jsou: sečení porostu nebo sbírání z řádků, doprava materiálu do mlátícího ústrojí, jeho výmlat, separace hrubého a jemného omlatu, doprava zrna do zásobníku a slámy na řádek nebo drcení a rozptýl slámy po strništi,
- neposečený porost obilovin s výnosem zrna do $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, výška rostlin od 0,3 do 2,9 m [SKLÁDANKA 2006]. Vlhkost zrna do 40 %, vlhkost slámy do 60 %. Poměr zrna ke slámě od 1:0,8 do 1:2,5. Porost stojatý i polehlý (zvířený) do všech stran,
- výška strniště rovnoměrná, plynule měnitelná od 70 do 600 mm. Ztráty zrna při přímé sklizni do 1,5 % (hmotnostní z biologického výnosu), z toho za sklízecím ústrojím do 0,5 %, za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna při dělené sklizni do 2 %, z toho po řádkovači do 0,5 %, za sběracím ústrojím do 0,5 %, za mlátičkou do 1 %. Ztráty zrna z nedomlatků do 0,5 %. Poškození zrna do 3 %. Obsah obilních příměsí a nečistot v zrně (v zásobníku) do 3 % (hmotnostních), z toho nečistot nejvýše do 1 %,
- hmotnostní průtok (průchodnost) u standardních sklízecích mlátiček se pohybuje od 8 do $20 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$; tomu odpovídají šířky záběru žacích stolů 4 až 12 m, objemy zásobníku zrna 4 až $14,5 \text{ m}^3$ s plnicí výškou do dopravních prostředků nad 3 m. Výkon motoru 110 až 480 kW, pracovní rychlosti plynule měnitelné od 1 do $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, dopravní nad $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a výkonností W_1 v čase T_1 (hlavní čas) až $5,5 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$. Svahová dostupnost 8 až 12 °, měrný tlak na půdu pod 0,15 MPa,
- hmotnostní průtok svahových sklízecích mlátiček se uvažuje menší a tomu odpovídají i šířky záběrů sklízecích ústrojí, objemy zásobníků, výkony motorů, pracovní rychlosti atd. Svahová dostupnost 20 °, měrný tlak na půdu pod 0,15 MPa,
- sklízecí mlátičky standardní i svahové mají možnost vybavení těmito sklízecími ústrojími s příslušenstvím: sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň,

nesený drtič slámy, podvozek na žací stůl, klimatizovaná kabina. Standardní sklízecí mlátičky navíc: sklízecí ústrojí pro sklizeň kukuřice na zrno, sklízecí ústrojí ke sklizni slunečnice a sklízecí ústrojí pro sklizeň řepky,

- sklízecí mlátičky mají mít tyto prvky automatizace: indikace a signalizace ztrát zrna za vytrásadly a čidlem, indikace poklesu jmenovitých otáček hlavních hřídelů pracovních ústrojí, počítání hektarů, svahové mlátičky, pak automatické vyrovnávání mlátičky v příčném i podélném směru na svazích do 20 °. Perspektivně by standardní sklízecí mlátičky měly dále mít: automatické navádění stroje na obilní stěnu, automatickou regulaci pojezdové rychlosti podle indikovaných ztrát zrna a podle průchodnosti automatickou regulaci mlátícího ústrojí, vytrásadel a čistidla, případně mapování výnosů,
- sklízecí mlátičky mají pracovat s vysokou provozní spolehlivostí, musí vyhovovat předpisům o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, předpisům o provozu na veřejných komunikacích, popřípadě předpisům o dopravě na železnici,
- stroj má obsluhovat jeden pracovník. [NEUBAUER 1989]



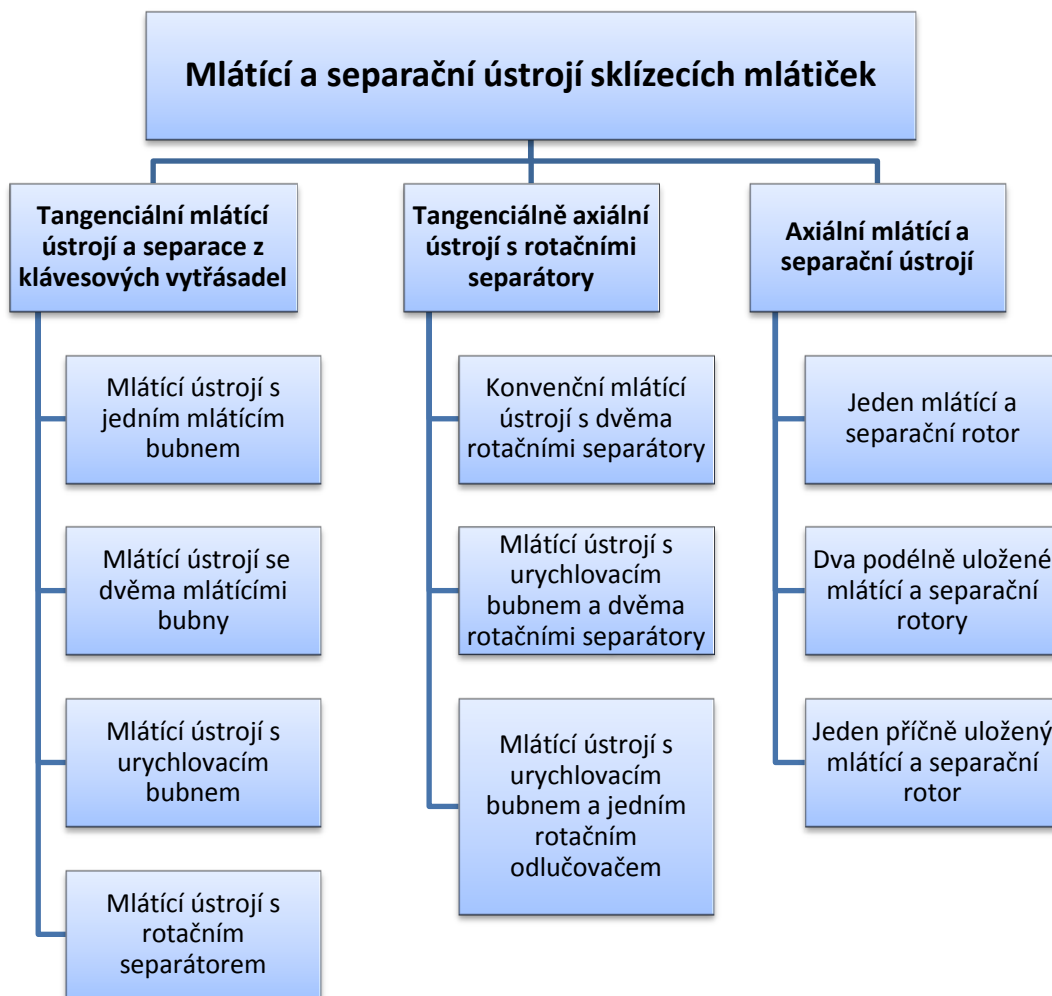
Obr. 1. Sklízecí mlátička při vyprazdňování zásobníku zrna [FOTO-autor]

3.2 Rozdělení sklízecích mlátiček

Sklízecí mlátičky je možné rozdělit podle těchto hledisek:

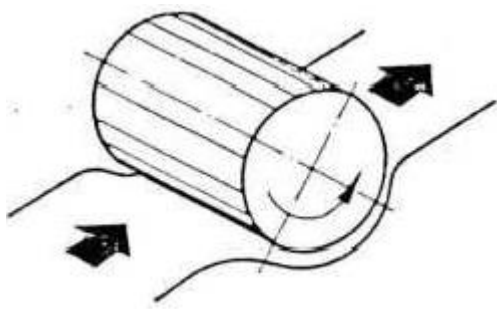
1. Podle způsobu získávání obilní nebo semenné hmoty
 - žací, které porost přímo sečou žacím ústrojím,
 - sběrací, které porost sbírají z řádků sběracím ústrojím.
2. Podle konstrukčního provedení mlátícího ústrojí
 - tangenciální (radiální) s jedním nebo dvěma bubny opatřenými mlatkami,
 - axiální, integrované (plní funkci mlátícího a separačního ústrojí) a to s jedním nebo dvěma rotory.
3. Podle separace hrubého omlatu
 - vytrásadlové, 4 - 8 vytrásadel,
 - bubnové tangenciální,
 - kombinované, 1 – 2 bubny s vytrásadlem,
 - bubnové axiální.
4. Podle svahové dostupnosti
 - standardní do 8 °,
 - standardní s úpravou do 12 °,
 - svahové do 20 °. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

Rozdělení sklízecích mlátiček z hlediska mlátícího a separačního ústrojí je patrné na *Obr. 2.*

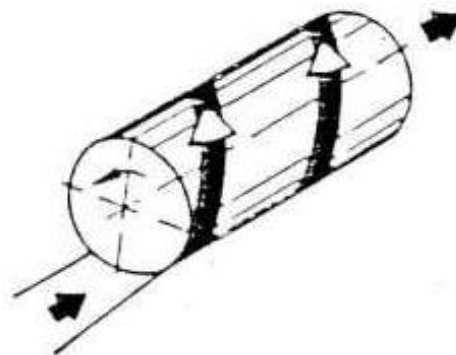


Obr. 2. Schéma mlátícího a separačního ústrojí sklízecích mlátiček

Nejčastější rozdělení sklízecích mlátiček je z hlediska konstrukčního provedení mlátícího ústrojí a rozdělují se do dvou základních skupin. Mláčený materiál prochází při práci mlátícím ústrojím ve směru tečny na osu otáčení mlátícího bubnu, pak se jedná o sklízecí mlátičky tangenciální, které v našich i evropských podmínkách jsou velice rozšířené. Druhou skupinu tvoří sklízecí mlátičky axiální, u nichž je charakteristické, že mláčená hmota mlátícím ústrojím prochází ve směru osy otáčení mlátícího bubnu.



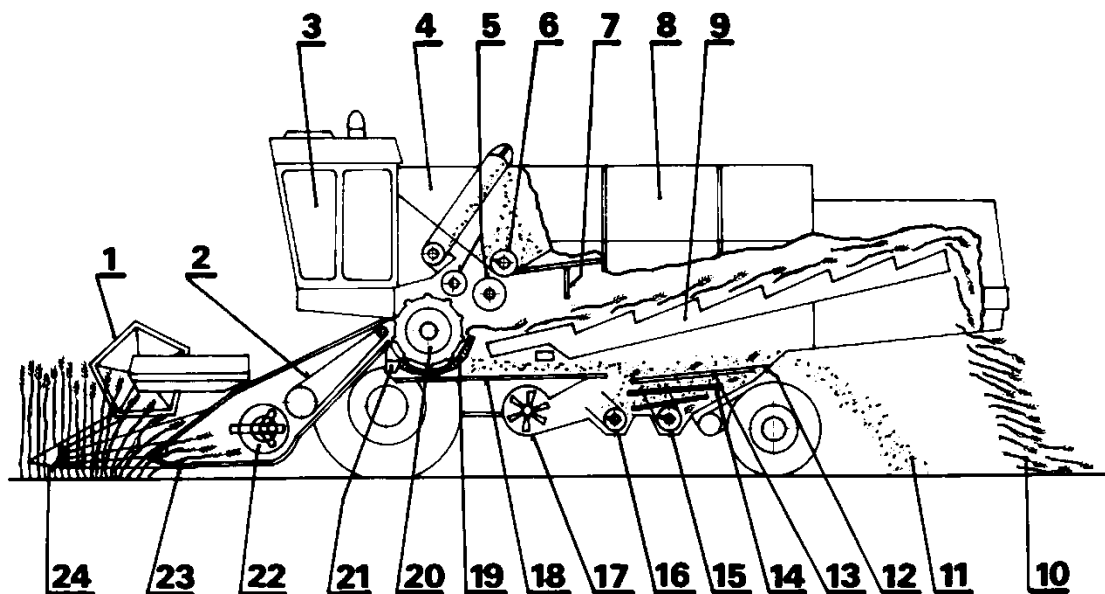
Obr. 3. Tangenciální způsob výmlatu [JANDA]



Obr. 4. Axiální způsob výmlatu [JANDA]

3.2.1 Sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím

Jak již bylo zmíněno sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím stále patří mezi nejrozšířenější a nejprodávanější samojízdné sklizňové stroje. Typickým představitelem této koncepce je na Obr. 5.



Obr. 5. Technologický proces sklízecí mlátičky s tangenciálním mláticím ústrojím [MAŠEK 2008]

1 - příhaněč, 2 - komora šikmého dopravníku, 3 - kabina řidiče, 4 - zásobník zrna, 5 - odmítací buben, 6 - vyprazdňovací šnekový dopravník, 7 - clona, 8 - motor, 9 - vytrásadla, 10 - hrubý omlat, 11 - plevy, 12 - klasový nástavec, 13 - úhrabečné síto, 14 - zrnové síto, 15 - klasový dopravník, 16 - zrnový dopravník, 17 - ventilátor, 18 - stupňovitá vynášecí deska, 19 - mláticí koš, 20 - mláticí buben, 21 - lapač kamenů, 22 - průběžný šnekový dopravník, 23 - sklízecí ústrojí, 24 - děliče.

Technologický proces

Jako první do porostu zasahují děliče, které musí oddělit sečení pás porostu od porostu stojícího bez zbytečných ztrát. Dále do porostu zasahuje přiháněč, který přidrží porost při řezu a přikloní k žací liště. Ta sklizenou hmotu poseče a za součinnosti přiháněče ji umístí do žlabu žacího válu, kde se nachází průběžný šnekový dopravník s levotočivou a pravotočivou šroubovicí, pomocí které hmotu z celého záběru usměrňuje směrem ke středu. Odsud vkládač s výsuvnými prsty průběžného dopravníku hmotu dopravuje do ústí šikmého dopravníku, odkud se posouvá před mláticí ústrojí. Před ústí mláticího ústrojí je nainstalován lapač kamenů. Vlastní mláticí ústrojí je složeno s mláticího (nejčastěji mlatkového), odmítacího bubnu a mláticího koše. Hmota je dopravována do mláticí mezery mezi mláticím bubnem a mláticím košem kolmo na osu rotace mláticího bubnu. V tomto ústrojí se z dopravovaného materiálu odděluje hrubý a jemný omlat. Hrubý omlat (sláma a zbytek nevytřeseného uvolněného zrna) se pomocí odmítacího bubnu transportuje na vytrásadla. Proto, aby se zabránilo odlétávání vymláčeného zrna od mláticího ústrojí na vytrásadla, je za odmítacím bubnem nainstalována clona, která zároveň slouží i k usměrnění toku hrubého omlatu.

Vytrásadla slouží k separaci, při které je jemný omlat oddělován od hrubého. Hrubý omlat (sláma) je vytrásadly opakovaně natřásán a pomocí několika stupňů dopravován až na samý konec, kde se může volně ukládat na pozemek, popřípadě padá do drtiče slámy a poté je rovnoměrně rozvrstven po celém pracovním záběru. Oddělený jemný omlat propadává přes roštový povrch až na dno vytrásadla a odsud se sesouvá na stupňovitou vynášecí desku.

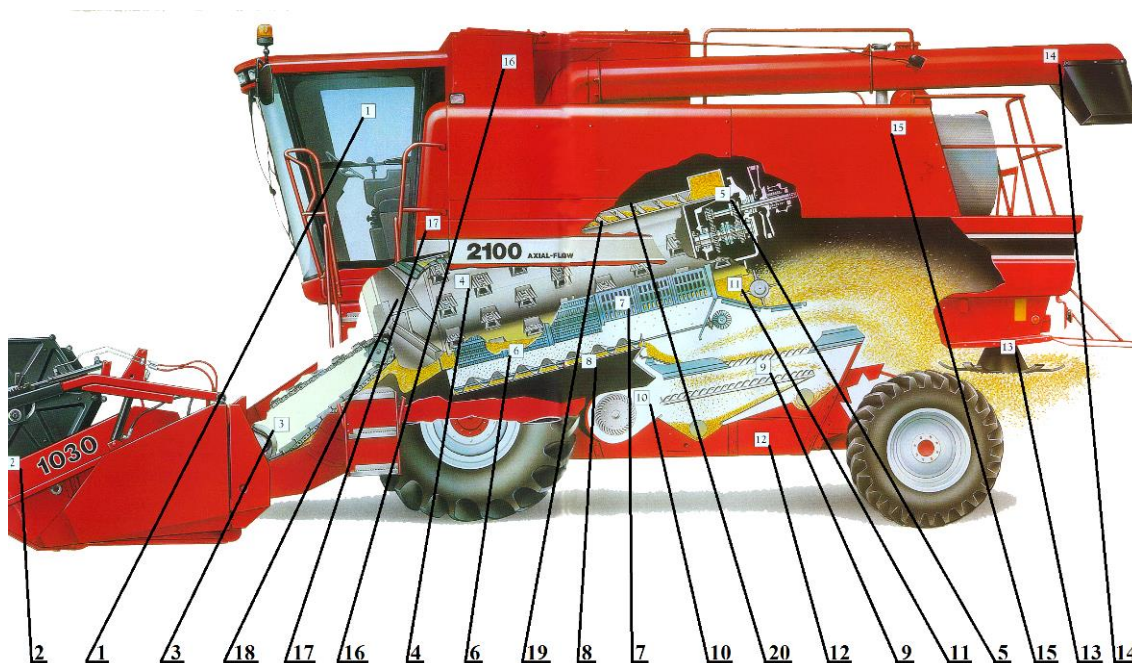
Přes mláticí koš by mělo propadnout 75-95 % [HEŘMÁNEK, KUMHÁLA 1997] vymláčeného zrna a zároveň jím propadne i určité množství částic slámy, příměsí a nečistot. Tato směs se nazývá jemný omlat, která po uvolnění v mláticím ústrojí a vytrásadlech je stupňovitou vynášecí deskou a jejím prutovým nástavcem, který hmotu dále rovnoměrně rozprostírá, transportována na čistidlo.

Čistidlo se skládá ze soustavy několika sít, mezi které patří úhrabečné síto, klasový nástavec a také zrnové síto. Samozřejmostí je ventilátor, který do soustavy vhání stálý vzduchový proud. Tím plevy a nežádoucí lehké příměsí jsou vyfukovány ven ze stroje. Taktéž úhrabky postupují přes klasový nástavec ven ze stroje. Nevymláčené klasy zachycuje klasový nástavec, propadávají jím na šnekový dopravník a prostřednictvím lopatkového a dalšího šnekového dopravníku jsou přesouvány zpět do popředí mláticího ústrojí nebo do speciálního mechanismu zvaného „domlaceč“.

Zrno z čistidla propadáva až na šnekový dopravník, pomocí kterého dále postupuje lopatkovým a dalším šnekovým dopravníkem do zásobníku zrna. Zde se zrno shromažďuje a po naplnění se sklopnou větví a vyprazdňovacím šnekovým dopravníkem transportuje do ložného prostoru dopravního prostředku.

3.2.2 Sklízecí mlátičky s axiálním mláticím a separačním ústrojím

Sklízecí mlátičky s axiálním mláticím a separačním ústrojím se výrazně odlišují od klasických tangenciálních mlátiček. Podstatným rysem je nahrazení vyřasadel sloučením mláticího a separačního ústrojí. Tyto sklízecí mlátičky jsou vybaveny shodnými žacími a dopravními mechanismy jako sklízecí mlátičky tangenciální. Rozdíl je však v šikmém dopravníku obilí, který bývá kratší a celkově menší. Zástupce sklízecích mlátiček s axiálním mláticím a separačním ústrojím je na *Obr. 6*.



Obr. 6. Technologický proces sklízecí mlátičky s axiálním mláticím a separačním ústrojím [MAŠEK 2008-upraveno]

1 - kabina řidiče, 2 – sklízecí ústrojí, 3 - komora šikmého dopravníku, 4 - mláticí a separační rotor, 5 - pohon mláticího rotoru, 6 - mláticí koš, 7 - separační koš, 8 - šnekový dopravník, 9 - sítová skříň, 10 - ventilátor, 11 - odmítací buben (drtič), 12 - šnekové dopravníky, 13 - rozmetací kotouč, 14 - vyprazdňovací šnekový dopravník, 15 - motor, 16 - zásobník zrna, 17 - hydraulická soustava s automatickou regulací výkonosti, 18 - vkládací šnek, 19 - vodící lišty, 20 - separační plášť.

Technologický proces

Prostup sklizené hmoty žací lištou a komorou šikmého dopravníku je obdobný jako u sklízecí mlátičky tangenciální. Z komory šikmého dopravníku je sklizená hmota dopravena k ústí axiálního mlátícího a separačního ústrojí, kde je hmota zachycena lopatkami vkladacího šneku a s podporou vodících lišt je vtahována do mezery mezi otáčejícím se kombinovaným bubnem a pevným mlátícím a separačním pláštěm. V první polovině z celkové dráhy průchodu ústrojím mezi mlátícím bubnem a mlátícím košem dochází k výmlatu, tedy k uvolňování zrna z klasů. Díky vodícím lištám pláště axiálního bubnu se hmota posunuje ve směru osy otáčení bubnu. Separační ústrojí následuje za ústrojím mlátícím a jejím úkolem je odseparování zbylého jemného omlatu (zrna) z omlatu hrubého (slámy), který nebyl odseparován mlátícím ústrojím, kdy se jedná se o 5-40 % [KUMHÁLA 2007] zrna vstupujícího do mlátičky. V běžných sklizňových podmínkách však na separační ústrojí přichází asi do 20 % zrna [KUMHÁLA 2007]. Zároveň díky vodícím lištám se hrubý omlat (sláma) posunuje stále stejnou rychlostí a stejným směrem až na konec, odkud padá na odmítací buben, který slámu vyhazuje ven ze stroje. Odmítací buben je u novějších typů sklízecích mlátiček nahrazován drtičem slámy.

Jemný omlat propadává mlátícím košem a šnekovými dopravníky, popřípadě stupňovitou vynášecí deskou je unášen na čisticí desku klasické koncepce nacházející se i v sklízecích mlátičkách tangenciálních. Nevymláčené klasy ústrojí dopravuje zpět do středu mlátícího a separačního ústrojí, aby nebyl komplikován proces výmlatu nově přichozí hmoty. Další postup jemného omlatu (zrna) ostatními částmi sklízecí mlátičky je totožný s tangenciálními sklízecími mlátičkami. [HEŘMÁNEK, KUMHÁLA 1997]

3.3 Sklízecí ústrojí

Sklízecí ústrojí je vyměnitelné v závislosti na způsobu sklizně nebo sklizené plodině a patří sem:

- žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin (s různou šířkou záběru),
- bubnové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň obilovin, jednoduchý nebo dvojitý,
- dopravníkové sběrací ústrojí pro dělenou sklizeň krátkostébelných a lehce vypadávajících plodin (krátké obiloviny, luskoviny, trávy na semeno), jednoduchý nebo dvojitý,
- odlamovací ústrojí palic ke sklizni kukuřice na zrno,

- sklízecí ústrojí pro sklizeň slunečnice,
- sklízecí ústrojí pro sklizeň fazolí,
- sklízecí ústrojí pro sklizeň sóje. [NEUBAUER 1989]



Obr. 7. Sklízecí ústrojí sklízecích mlátiček pro různé plodiny [CLAAS KGAA MBH Vorsatzgeräte][GERINGHOFF][AUTOLINE]

a) žací ústrojí pro přímou sklizeň obilovin, b) odlamovací ústrojí pro sklizeň kukuřice na zrno, c) sklízecí ústrojí pro sklizeň slunečnice, d) sklízecí ústrojí pro dělenou sklizeň obilovin.

4 AUTOMATIZAČNÍ PRVKY SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

V posledních několika letech u sklízecích mlátiček je stále častěji využíváno elektronických kontrolních řídicích a automatizačních prvků, bez kterých je již obsluha stroje, servisní diagnostika a pořízení databáze provozních informací nemůže obejít. Pro současnou obsluhu sklízecí mlátičky jsou tyto prvky považovány za významný trend z hlediska zvyšování komfortu v kabině, zvyšování výkonnosti, zefektivňování sklizně, dosahování maximálního využití potenciálu sklízecí mlátičky, a tím snižování nákladů na jednotku sklizené plochy. [PASTOREK 2002]

Jednotlivé funkční skupiny automatizačních prvků lze pohodlně řídit a kontrolovat jejich správnou funkci z kabiny řidiče pomocí palubních počítačů.

4.1 Sklízecí ústrojí

Na sklízecím ústrojí se nachází mnoho mechanismů, které lze nastavovat a regulovat, avšak zde budou uvedeny mechanismy, které se dají nastavovat podle automatizačních prvků z palubního počítače sklízecí mlátičky.

4.1.1 Kopírování terénu sklízecího ústrojí

Výkonné sklízecí mlátičky jsou dnes opatřeny sklízecím ústrojím běžně přesahující záběry 6 m, proto je důležitou funkcí kopírování terénu. Sklízecí ústrojí je na komoře šikmého dopravníku zavěšeno tak, že umožňuje příčný i podélný výkyv. Příčné a podélné vyrovnávání zajišťují dvě vodorovné osy otáčení navzájem kolmé. Výkyv sklízecího ústrojí zajišťuje kopírování zvlněného terénu, a tím udržuje předem nastavenou výšku strniště.

Systém automatického kopírování terénu v příčném a podélném směru jednoznačně ulehčí práci obsluze, zejména při velkých pracovních záběrech, při práci v noci, u polehlého porostu, na svahu i na kamenité půdě. Minimalizují se tak ztráty neposečením, strniště je rovnoměrné a lépe se provádí další zpracování půdy. Díky tomu se zvýší výkonnost sklízecí mlátičky, zkrátí se doba sklizně jednotky plochy, stroj je každodenně lépe vytižen a následně dojde ke snížení nákladů na pohonné hmoty a na celý provoz stroje.

Princip činnosti

Mechanické kopírování terénu se dnes už většinou nepoužívá. Kopírování je řešeno nejčastěji elektrohydraulicky s tím, že mechanické jsou pouze hmatače.

Povrch pozemku je snímán dvěma páry mechanických hmatačů, umístěných ve spodní části žacího adaptéru a na jeho obou koncích jak je patrné na *Obr.8*. Hmatače jsou v kontaktu s povrchem pozemku a pomocí pákového mechanismu předávají informace o výšce strniště polohovým čidlům, které snímají stupeň vychýlení. Řídící jednotka vyhodnotí, zda aktuální výška odpovídá požadované a případně vykoná korekci. Elektronická čidla snímají hydraulický tlak v systému a hydraulické válce na šikmém dopravníku zajistí nastavení stejné výšky strniště. Tento princip příčného a podélného kopírování sklízecího ústrojí u svých strojů používá firma Claas s označením Auto-Contour nebo Multi-Contour. [HEŘMÁNEK, KUMHÁLA 1997][CLAAS KGAA MBH *Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620*]



Obr. 8. Udržování stálé výšky strniště hmatači [ŠTURSA 2014]

Další způsob elektrohydraulického kopírování terénu spočívá v tom, že hmatač předává impulzy elektronickému snímači, vyrovnává se sklízecí ústrojí v příčném směru a hlídá nastavenou výšku strniště. Elektronický snímač má výhodu, že v případě obtížných sklizňových podmínek se dá nastavit na různé místo sklízecího ústrojí. Jedná se o princip používaný firmou New Holland pod označením AutoFloat. [HEŘMÁNEK, KUMHÁLA 1997]

Na trhu se začíná objevovat systém vyrovnávání, který pracuje prostřednictvím ultrazvuku. Ultrazvukové senzory jsou umístěny na okrajích sklízecího ústrojí a podle zaznamenávaných údajů nerovností vůči sklízecímu ústrojí automaticky kopírují povrch pozemku. Zařízení využívá firma John Deere a jmenuje se Contour Master. [HEŘMÁNEK, KUMHÁLA 1997]

Veškeré údaje zpracovává a vyhodnocuje palubní počítač v kabině řidiče. Podle parametrů zadaných obsluhou a následně prostřednictvím elektrohydraulického systému ovládá potřebné přímočaré hydromotory. V systému jsou také nainstalovány dusíkové akumulátory řízené ventily, které zaručují tlumení rázů kapaliny v hydraulických obvodech.



Obr. 9. Příčné a podélné kopírování sklízecího ústrojí [CLAAS KGAA MBH Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620]

4.1.2 Přiháněč

Jedná se o nepostradatelný konstrukční prvek žacího ústrojí pro sklizeň obilovin, řepky, hrachu atd. Jeho úkolem je plynule a při minimálních ztrátách zrna dopravit sečenou hmotu do záběru průběžného šnekového dopravníku. Přiháněč je uložen na výkyvných nosnících, kdy dle podmínek sklizně a sklizené plodiny lze jej ovládat pomocí přímočarých hydromotorů vertikálně i horizontálně. Pohon přiháněče je možné rozdělit do několika hledisek:

A. Podle přenosu točivého momentu

- mechanicky (řetěz, klínový řemen),
- hydraulický (variátor, hydromotor).

B. Podle změny frekvence otáčení

- mechanicky (variátorem přes klínový řemen),
- hydraulicky (hydromotor).

Pro pohon přiháněče se dříve používal mechanický přenos točivého momentu, nyníž dnes se ve většině případů využívá hydraulického pohonu.

Princip činnosti

Pro pohon přiháněče je na žacím ústrojí umístěn axiální pístový hydromotor s proměnnou geometrií, pomocí něhož je zajištěn konstantní točivý moment v celém rozsahu otáček. Regulační hydrogenerátor na sklízecí mlátičce dodává do hydraulického uzavřeného okruhu potřebný tlak oleje. Otáčky přiháněče jsou přitom automaticky regulovány pomocí hydromotoru, a to sice v závislosti na rychlosti pojezdu, kdy se změnou rychlosti jízdy

změní i rychlost otáčení přiháněče.

Natavení přiháněče (vertikální a horizontální poloha, otáčky) je spojeno s modulem řídicí jednotky žacího adaptéru a pomocí palubního počítače



v kabině řidiče je možné

Obr. 10. Synchronizace otáček přiháněče s pojezdovou rychlostí [CLAAS KGAA MBH Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620]

ukládat hodnoty v systému do několika pamětí. Otáčky přiháněče snímá digitální snímač otáček a volí se podle aktuálně sklizené plodiny. U krátko a středně stébelných obilovin (ječmen, pšenice) se otáčky nastavují větší než je pojezdová rychlost a u dlouhostébelných obilovin (žito, tritikale) otáčky musí být naopak menší než je rychlost pojezdu. [CLAAS KGAA MBH Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620]

Díky systému automatické regulace přiháněče obsluha stroje není zatěžována kontrolou správné rychlosti, horizontální i vertikální polohy přiháněče a svůj čas může využít na kontrolu ostatních pracovních mechanismů sklízecí mlátičky. Nejde o nějakou velkou úsporu času pro obsluhu, ale i tato drobnost může hrát určitou roli ve zvýšení hodinové výkonnosti stroje, která se odrazí i na úspoře pohonných hmot a potažmo zlepšení ekonomiku sklizně.

4.2 Šikmý dopravník

Komora šikmého dopravníku následuje hned za žacím ústrojím. Slouží k zavěšení žacího ústrojí na sklízecí mlátičku, ale jeho hlavní funkcí je odebrat přivedenou hmotu

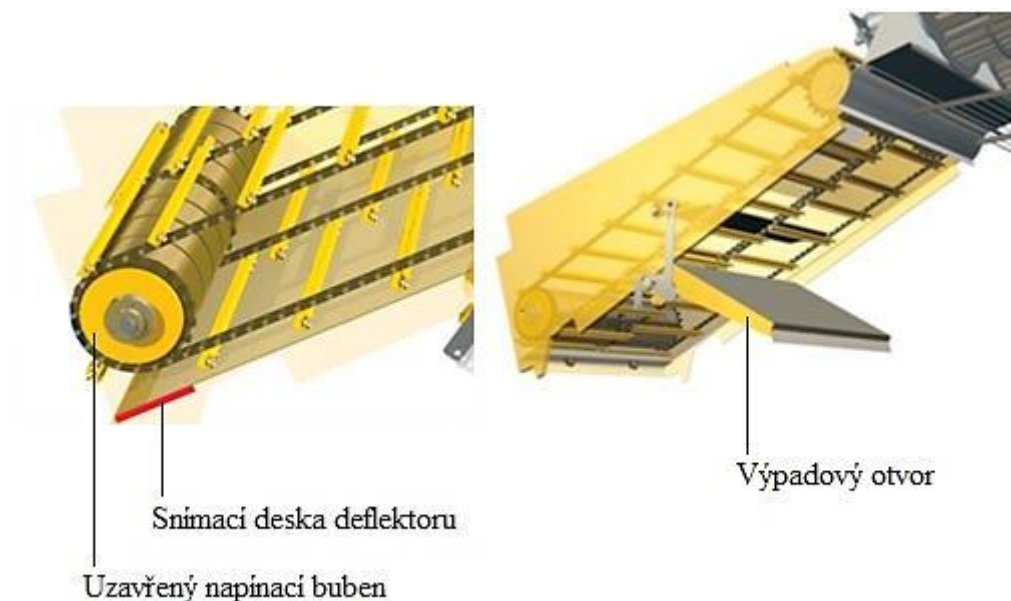
od žacího ústrojí, rovnoměrně ji dopravit k mláticímu ústrojí a zároveň chránit další pracovní mechanismy před vniknutím a následným poškozením cizího předmětu.

4.2.1 Ochrana mláticího ústrojí proti vniknutí cizího předmětu

U dnešních sklízecích mlátiček existují dva způsoby ochrany před vniknutím cizího tělesa do důležitých mechanismů stroje, a to buď pasivní, nebo aktivní ochrana.

Pasivní ochrana spočívá v tom, že mezi komorou šikmého dopravníku a ústím do mláticího ústrojí je namontován lapač kamenů, který zachycuje cizí tělesa (nejčastěji kameny). Zabraňuje tak jejich vniknutí na mláticí či další ústrojí sklízecí mlátičky. Následné čištění a údržba je velmi snadná. Lapač kamenů má otevírací klapku, která se otevře, kdy veškerý obsah vypadne na zem, popřípadě se ručně dočistí.

Aktivní ochrana spočívá v tom, že napínací buben šikmého dopravníku je uzavřený, pod ním je v celé šíři namontována snímací deska deflektoru, za kterou se nachází výpadový otvor (kamenová dvířka). Na snímací desce jsou umístěny čtyři senzory, odlišující kámen od sklizené hmoty na základě rozdílného zvuku. V případě že dojde ke vniknutí cizího předmětu (kamene) do komory šikmého dopravníku, uzavřený napínací buben jej přitlačí na snímací desku deflektoru. Snímací deska deflektoru pomocí senzorů zareaguje na tvrdý předmět, vyšle impuls do řídicí jednotky, která okamžitě zastaví vkládání hmoty do mláticího ústrojí. Následně otevře výpadový otvor a obsluze v kabině se na monitoru palubního počítače zobrazí hlášení o problému, společně se zvukovým signálem. Citlivost celého systému je možné plynule regulovat v rozsahu 0-100 %, v závislosti na sklizňových podmínkách. Jestliže se nastaví citlivost 0 %, potom je celý mechanismus deaktivován. Systém aktivní ochrany proti vniknutí cizího tělesa u sklízecích mlátiček používá firma New Holland s označením ASD (Advanced Stone Detection). [VENCEL 2013]



Obr. 11. Aktivní ochrana mlátícího ústrojí proti vniknutí cizího tělesa ASD (Advanced Stone Detection) [NEW HOLLAND AGRICULTURE-upraveno]

Oproti pasivní ochraně má tento systém nevýhodu ve složitější konstrukci, avšak je bezúdržbový a po každém vniknutí kamene se nemusí čistit, jak je tomu u pasivní ochrany. Další výhodou je, že pokud se dostane do komory šikmého dopravníku větší předmět (např. kámen), nedostane se až do zadní části, kde by se mohl zaseknout a poškozovat příčky namontované na řetězovém dopravníku, popřípadě přetřhnout celý řetězový dopravník nebo vniknout do mlátícího ústrojí. Systém aktivní ochrany se nejvíce využije v lokalitách s kamenitou půdou, kde obsluze ušetří hodně času tím, že nemusí zastavit stroj při každém průniku většího cizího předmětu do komory šikmého dopravníku. Zvýší se tím výkonnost stroje, minimalizují se ztrátové časy a urychlí se sklizňové práce, což je velmi důležité, zejména při nepříznivém počasí.

4.3 Mlátící a separační ústrojí

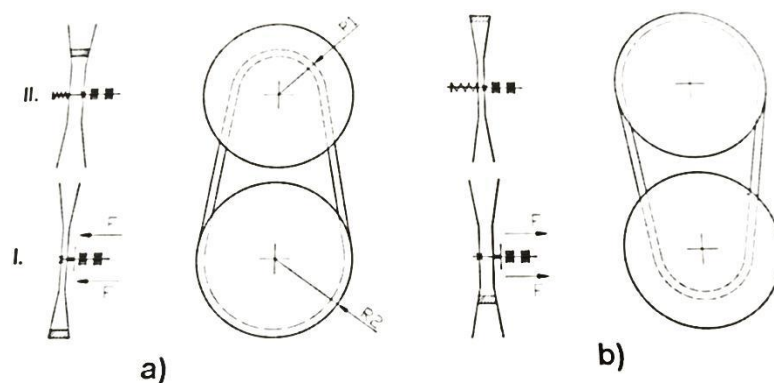
Úkolem mlátícího ústrojí je uvolnit zrno z klasů, přitom dochází také k rozrušování slámy a plevelných rostlin. Uvolnit se má veškeré zrno, avšak nesmí se poškodit. Mlátící ústrojí má následně zpracovaný materiál rozdělit na hrubý a jemný omlat. Hrubý omlat je výstupní mezerou a odmítacím bubnem dopravován na separační ústrojí. Jemný omlat propadává mlátícím košem, kterým by měl propadnout co největší podíl uvolněného zrna, aby byla ulehčena práce separačního ústrojí. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

U mlátícího ústrojí sklízecí mlátičky je možné měnit obvodovou rychlost mlátícího bubnu, velikost mlátící mezery a hmotnostní průtok sklizené hmoty (změnou pojezdové rychlosti stroje). [NEUBAUER 1989]

4.3.1 Nastavení otáček mlátícího a separačního ústrojí

Otáčky u mlátícího a separačního ústrojí lze natavovat mechanicky nebo hydraulicky. Moderní sklízecí mlátičky umožňují plynule měnit rychlost otáčení mlátícího a separačního ústrojí přímo při sklizení plodiny.

Plynulé nastavení otáček umožňuje hydraulicky ovládaný variátor. Systém obsahuje hnací a hnanou řemenici, na nichž je nasazen klínový řemen. Obě řemenice mění svůj průměr v závislosti na otáčkách, a tím mění převodový poměr. Pro změnu otáček mlátícího nebo separačního ústrojí modul palubního počítače aktivuje cívky elektromagnetů, které sepnou obtokový uzavírací ventil a ten v hydraulickém potrubí vytvoří potřebný tlak pro nastavení požadovaných otáček. Tlak oleje přes pístky působí vnější silou na řemenici a obě poloviny hnací řemenice se k sobě přibližují. Klínový řemen se dostane na větší průměr, současně se zaklíní v řemenici hnané na vnitřní průměr klínové drážky, čímž stlačí pružinu. Hnaná řemenice se automaticky přizpůsobuje potřebné délce klínového řemene a dochází k plynulé změně převodového poměru. Snížení frekvence otáčení se docílí uvolněním tlaku oleje na pístky, hnací řemenice se roztáhne a pružina na hnané řemenici posouvá obě poloviny řemenice k sobě a vytlačí řemen na větší průměr. Na příslušném poháněném ústrojí je nainstalován snímač otáček, pomocí něhož je vysílán signál do modulu palubního počítače, který jej zpracuje a hodnotu zobrazí na monitoru palubního počítače v kabině řidiče.



Obr. 12. Schéma činnosti řemenového variátoru [KUMHÁLA 2007]

I – hnací řemenice, II – hnaná řemenice, a) převod dorychla, b) převod dopomala

Tímto systémem je zajištěn komfort obsluhy, možnost plynulé změny otáček pro jednotlivé plodiny při různých sklizňových podmínkách. Nastavení je velmi jednoduché a provádí se prostřednictvím palubního počítače, umístěného v kabině obsluhy.



Obr. 13. Mechanický pohon mlátícího ústrojí s hydraulicky ovládaným variátorem [CLAAS KGAA MBH Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620]

4.3.2 Nastavení polohy mlátícího koše

U starších sklízecích mlátiček mlátící mezera mezi mlátícím bubnem a mlátícím košem se nastavovala mechanicky. U dnešních moderních strojů se poloha nastavuje hydraulicky pomocí přímočarých pístových hydromotorů nebo elektricky pomocí elektromotorů.

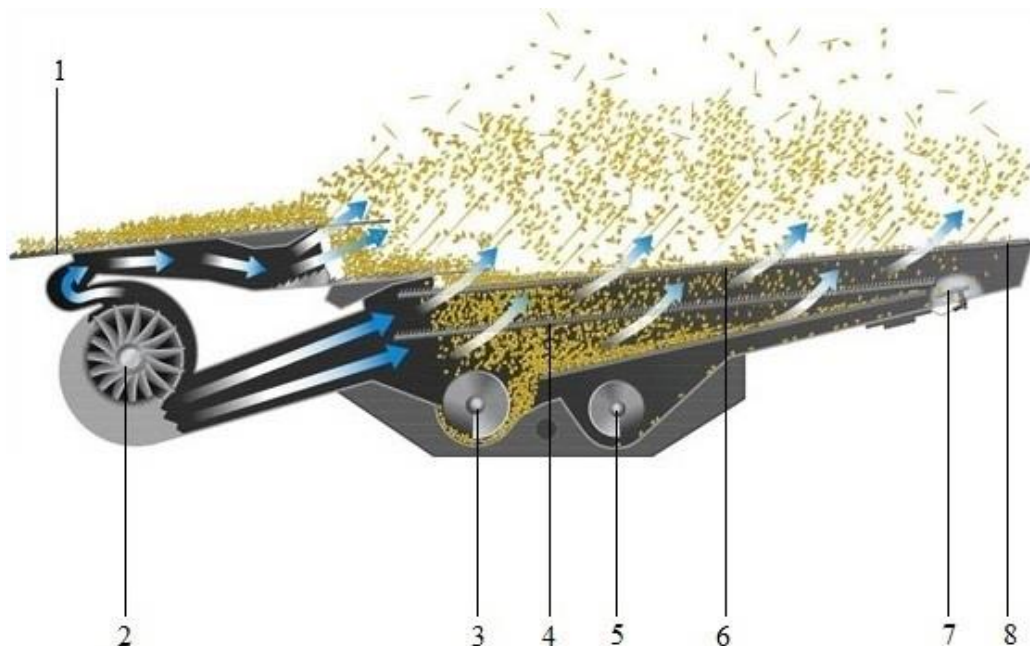
Na mlátícím koši je umístěn snímač, který snímá polohu vstupní mezery mlátícího koše vůči mláticímu bubnu. Snímač vyšle signál k modulu palubního počítače, ten

signál zpracuje a hodnotu zobrazí na monitoru. Nastavená hodnota pro změnu polohy mlátícího koše putuje k modulu, který aktivuje odpovídající cívky elektromagnetů, a následně cívky sepnou obtokový uzavírací ventil. V systému se vytvoří potřebný tlak a přímočaré pístové hydromotory nastaví požadovanou polohu mlátícího koše. Aby se při přetížení mlátícího ústrojí předešlo zablokování, je mlátící koš pomocí hydraulicko-pneumatických akumulátorů předeprnut na potřebný tlak a při vniknutí příliš velké vrstvy materiálu se mlátící koš propruží.

4.4 Čistící ústrojí

Na čistící ústrojí sklízecí mlátičky postupuje jemný omlat propadlý mlátícím košem a roštovým sítím separačního ústrojí. Propad mlátícím košem obsahuje značný podíl uvolněného jemného omlatu (až 90 % zrna), zbytek je tvořen plevy, úlomky slámy, klasů, plevelných rostlin a nedomlatky. Hmota propadlá separačním ústrojím tvoří jemný omlat a slamnaté příměsi, kterých bývá do 50 %. Čistící ústrojí má za úkol oddělit jemný omlat od nežádoucí příměsi tak, aby do zásobníku sklízecí mlátičky putovalo zrno v co nejvyšší čistotě (nejméně 97 %), nepoškozené a s co nejmenším podílem nežádoucí příměsi. Jedná se o nesnadný úkol, jelikož skladba jemného omlatu není ustálená, avšak se mění v závislosti na hmotnostním průtoku, slamnatosti, vlhkosti, zaplevelení sklízeného porostu a také podle seřízení mlátícího a separačního ústrojí. Hlavní součásti čistícího ústrojí tvoří síta a ventilátor. K oběma částem patří také stupňovitá vynášecí deska, pohon sítí s jejich zavěšením, síťová skříň a ucpávky. Na čistícím ústrojí sklízecích mlátiček se využívají plochá síta, která lze podle jejich konstrukce rozdělit:

- a) s prolisovanými otvory,
- b) žaluziová,
- c) Graepelovo s otvory kolmými na plochu sítí,
- d) prutový hřeben se používá na konci stupňovité vynášecí desky. [BŘEČKA, HONZÍK NEUBAUER 2001][KUMHÁLA 2007]



Obr. 14. Schéma čistícího ústrojí [STROJE SLOVAKIA S.R.O.-upraveno]

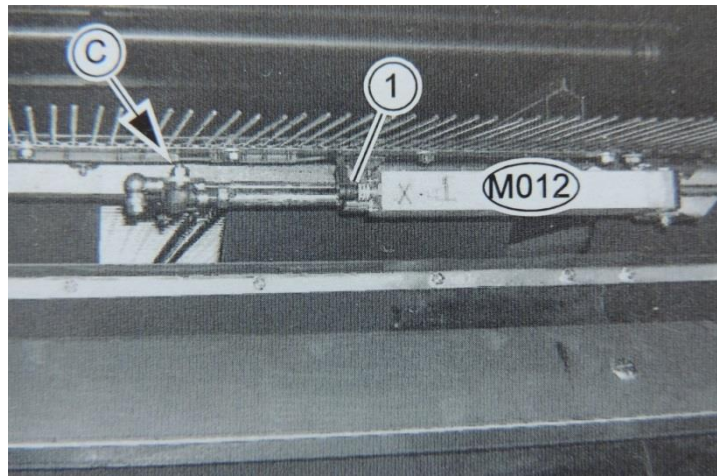
1 – stupňovitá vynášecí deska, 2 – ventilátor, 3 – zrnový dopravník, 4 – spodní zrnové síto, 5 – klasový dopravník, 6 – horní úhrabečné síto, 7 – indikátor ztrát, 8 – klasový nástavec

4.4.1 Natavení sít

Sklízecí mlátičky, podobně jako u mlátícího ústrojí, mohou u čistícího ústrojí automaticky měnit jeho seřízení. Soustava sít (horní úhrabečné a spodní zrnové) je zpravidla stavitelná, žaluziová. Nastavení obou sít se mění v závislosti na sklizňových podmínkách, kdy stavitelnými žaluziemi se mění velikost otvorů. Velikost otvorů na žaluziových sítích je možné nastavovat mechanicky (pákou, nebo šroubovým mechanismem) nebo elektricky (pomocí regulačního elektromotoru). Nejčastější nastavování otvorů žaluziových sít u dnešních moderních sklízecích mlátiček je elektrické a probíhá z kabiny řidiče nebo pomocí ručně ovládaného potenciometru, který se nachází v nepatrné blízkosti sítové skříň. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

U elektrického způsobu nastavení otvorů žaluziových sít vyše palubní počítač (ručně ovládaný potenciometr) signál k modulu nastavení síta. Následně se aktivuje elektronický spínač, který uvede v činnost regulační elektromotor a ten nastaví žaluziová síta podle požadované hodnoty. Pro zobrazení polohy síta modul nastavení sít

přijímá signál z regulačního elektromotoru a hodnotu zobrazí na monitoru palubního počítače v kabině řidiče.



Obr. 15. Regulační elektromotor pro nastavení soustavy sít [CLAAS KGAA MBH 2011]

1 – napájecí kabel, C – táhlo nastavení mezery, M012 – regulační elektromotor

Nastavení je velmi rychlé, díky tomu obsluze sklízecí mlátičky ušetří spoustu času, protože nemusí opouštět kabinu. Nastavení je možné automaticky v průběhu sklizňové práce stroje. Tento systém přispívá k tomu, že obsluha není tak unavena ze složitého nastavování a může se soustředit na kontrolu práce ostatních mechanismů sklízecí mlátičky.

4.4.2 Nastavení otáček ventilátoru

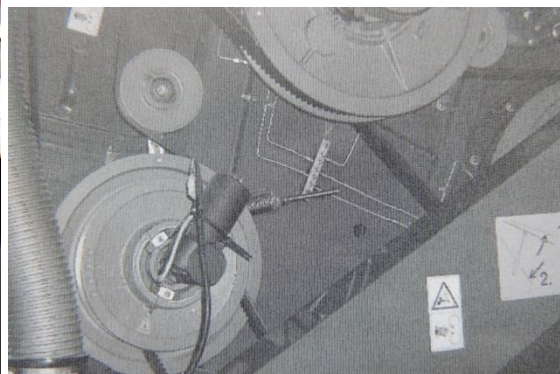
Ventilátor je zdrojem vzduchového proudu, který žene proud pod síta do sítové skříně. Při průchodu síty a přepady mezi nimi nadzvedává jemný omlat a odnáší ze zrna lehčí příměsi. Po průchodu síty a nastavitelnou mezerou zadní části skříně uniká proud vzduchu z jejího prostoru a odchází ven ze stroje. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

Množství vzduchu, a tedy i rychlost proudu, lze nejčastěji měnit změnou otáček rotoru ventilátoru pomocí variátoru ovládaného mechanicky nebo elektricky.

Elektrické ovládání otáček rotoru ventilátoru probíhá tak, že při vykonání úkonu změny otáček modul palubního počítače aktivuje odpovídající relé, které uvede v činnost potřebný elektromotor a ten nastaví požadované otáčky. Skutečná hodnota otáček rotoru ventilátoru je načítána modulem palubního počítače, který komunikuje se

snímačem otáček rotoru ventilátoru, čte jeho signál, převede jej a číselnou hodnotu zobrazí na monitoru palubního počítače v kabině obsluhy.

Obdobně jako u automatického nastavení sít i automatické nastavení otáček rotoru ventilátoru se používá proto, že nastavení je velmi snadné, rychlé a šetří čas obsluhy, který se dá využít na ostatní kontrolu práce sklízecí mlátičky.



Obr. 16. Snímač otáček ventilátoru [FOTO autor] Obr. 17. Elektromotor nastavení otáček ventilátoru [CLAAS KGAA MBH 2011]

4.5 Indikátory ztrát

V rámci sklizňových prací se monitoruje velikost sklizňových ztrát a jejich signalizace je zabezpečována prostřednictvím přístrojů, které jsou zabudovány přímo na sklízecí mlátičky a nazývají se indikátory ztrát. Ztrátami zrna se rozumí hmotnost nevyužitého, ztraceného zrna v poměru k celkové hmotnosti zrna na stejné ploše násobené 100.

Indikátory ztrát zrna můžeme rozdělit na:

1. Ztrátoměry udávající pouze množství zrna padajícího ven se stroje, bez jakékoliv spojitosti s hektarovým výnosem nebo pojezdovou rychlostí stroje,
2. Ztrátoměry udávající poměr mezi zrnem padajícím ven ze stroje a zrnem sklizeném, tedy procenta ztrát.

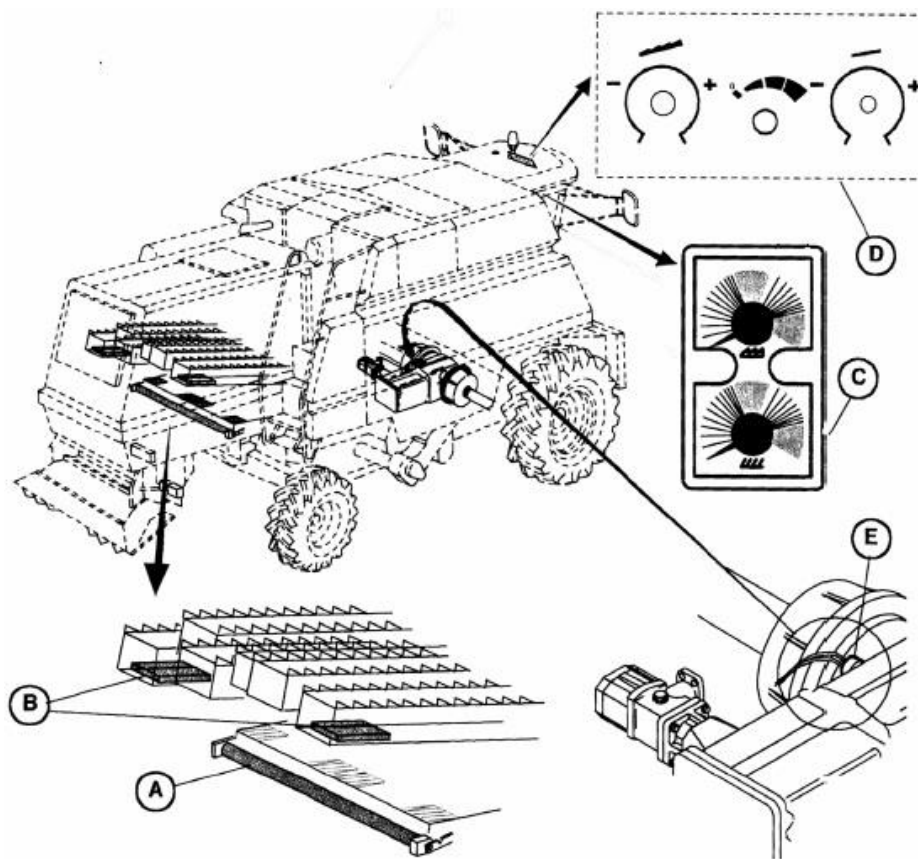
Indikátory ztrát stanovují pouze část sklizňových ztrát a to za separačním a čistícím ústrojím. Na konci horního úhrabečného síta za klasovým nástavcem se po celé šíři nachází nárazová lišta opatřená čidlem (snímačem), které snímá ztráty zrna na čistícím ústrojí. Na separačním ústrojí se ztráty u tangenciálních sklízecích mlátiček snímají na koncích dílů vytrásadla a jsou umístěny pouze na obou krajních vytrásadlech. Pokud

separace probíhá pomocí axiálních separačních rotorů, snímače jsou zde umístěny na konci separačních ploch. U sklízecích mlátiček axiálních se indikátory umísťují na konci separační části mlátícího a separačního ústrojí. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

Princip činnosti

Indikátory ztrát jsou konstruovány tak, že obsahují membránu s piezokrystaly a tlumící podložkou. Princip práce indikátoru je založen na indikaci počtu úderů na snímač. Každý úder budí v piezokrystalu elektrické impulzy ve tvaru rychle tlumených kmitů. Amplituda a frekvence kmitů závisí na síle úderu, tzn. na velikosti a druhu dopadeného předmětu. Vzniklé impulzy putují přes zesilovač do filtrů, které odstraní nežádoucí kmity. Mezi tyto kmity patří např. úder slámy, které budí impulzy s malou frekvencí i malou amplitudou. Snímač tedy zachycuje úder určité velikosti a transformuje je na elektrický proud, jehož velikost se zobrazí na monitoru palubního počítače v kabině sklízecí mlátičky. Současné stroje mají čidla napojená na palubní počítač, kde se předem nastaví některé údaje, jako sklízená plodina, hektarový výnos, záběr žacího adaptéru atd. Na palubním počítači u indikátorů ztrát je možné nastavit citlivost zobrazení ztrát v závislosti na vlastnostech sklízeného materiálu (vlhkost zrna, tvar zrna, podíl zelených rostlin). Údaje zobrazené na monitoru mohou však zkreslit i množství plevele, jeho vlhkost a zejména minerální příměsi. [KUMHÁLA 2007]

Obsluha sklízecí mlátičky na monitoru palubního počítače může zjistit, jakou nejvyšší pracovní rychlostí se může pohybovat, aniž by překročil akceptovatelnou hranici ztrát zrna. Díky tomu může obsluha využít maximální potenciál sklízecí mlátičky, při nejvyšší kvalitě práce a tím šetří náklady na provoz stroje a jednotku sklizené plochy.

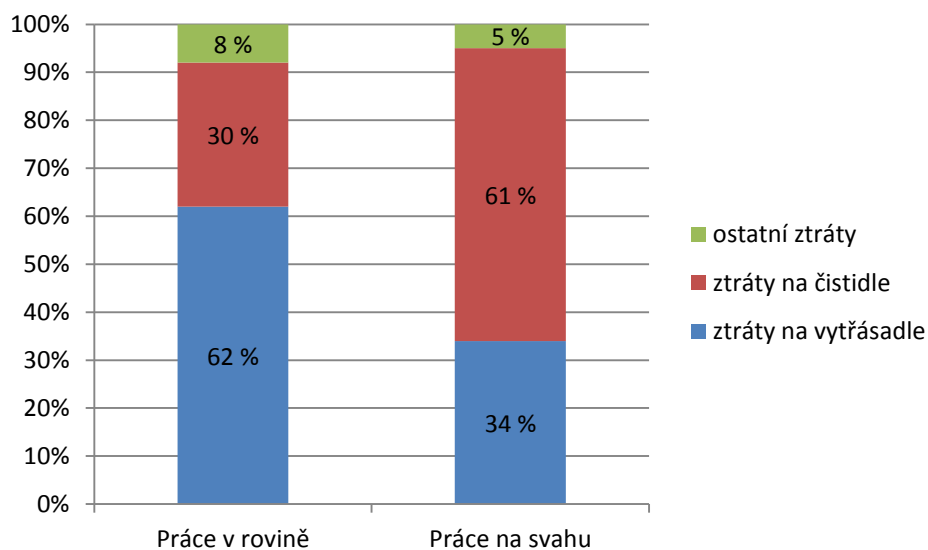


Obr. 18. Zařízení pro monitorování ztrát na sklízecí mlátičce [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]
 A, B – nárazová čidla, C – ukazatel ztrát, D – potenciometry seřízení citlivosti, E – snímač pojezdové rychlosti.

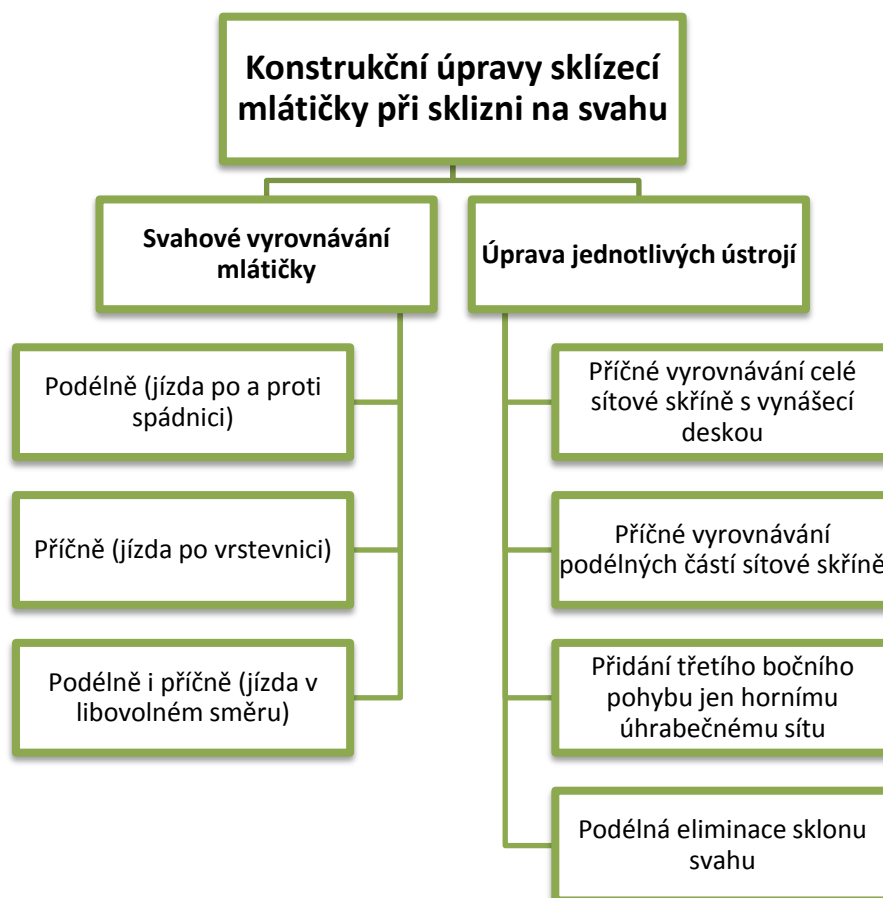
4.6 Automatizace regulace při sklizni na svahu

V České republice se nachází velmi členitý terén, ale i přesto se značná část obilovin pěstuje na svazích. Dostupnost – vhodnost sklízecích mlátiček pro práci na svahu se uvádí ve stupních nebo procentech. Sklízecí mlátička na svažitém terénu se může pohybovat po spádnici (klesá nebo stoupá jízda ze svahu nebo do svahu) či po vrstevnici (boční svah). Při sklizni na svahu by měla sklízecí mlátička zaručit bezpečný provoz a požadovanou kvalitu práce. V souvislosti se sklizní plodin na svahu sklízecími mlátičkami nastává problém, kdy hrubý omlat na vytřásadlech a jemný omlat na čistícím ústrojí má tendenci se posouvat ve směru sklonu stroje, začne se hromadit na nejnižší položené straně, tím klesá kvalita separace, stupeň čištění a zároveň rychle vzrůstají sklizňové ztráty. Značný problém nastává na čistícím ústrojí. Snížení

sklizňových ztrát při pohybu sklízecí mlátičky na svahu je možné provádět několika způsoby. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 19. Ztráty při sklizni v různém terénu [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001-upraveno]



Obr. 20. Schéma konstrukční úpravy sklízecí mlátičky při sklizni na svahu

4.6.1 Svahové vyrovnávání celé mlátičky

Rám mlátičky je na podvozku zavěšen otočně nebo napevno. Při sklizni na svahu se mlátička vyrovnává do vodorovné polohy. Pro činnost vytrásadla, čistidla, ale i dopravníků, zásobníku a obsluhy v kabině se mechanicky nebo za pomoci automatizačních, či automatických prvků vytvářejí optimální pracovní podmínky. Mlátička může být vyrovnávána:

- podélně (jízda po a proti spádnicí)
- příčně (jízda po vrstevnici)
- podélně i příčně (jízda v libovolném směru) [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

4.6.1.1 Podélné vyrovnávání mlátičky

Pracuje v malém rozsahu při pohybu z kopce (5 %) a větším rozsahu při pohybu do kopce (20 %). Skládá se ze speciálního rámu upevněného za zadní částí rámu mlátičky. K němu je výkyvně připojen rám ve tvaru trojúhelníku se dvěma zadními koly a dvěma přímočarými hydromotory. Vyrovnávání v podélném směru zajišťují hydromotory s rozvaděčem ovládaným kyvadlem nebo pákou (ne automaticky), které jsou zapojeny v samostatném okruhu hydraulické podsoustavy řídicích a ovládacích mechanismů. Je-li vyrovnávání v podélném směru doplněno např. o vyrovnávání sítové skříně v příčném směru, může se sklízecí mlátička pohybovat po svahu v libovolném směru. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 21. Podélné vyrovnávání sklízecí mlátičky při jízdě do svahu [LAVERDA S.P.A.]

4.6.1.2 Příčné vyrovnávání mlátičky

Tento způsob umožňuje větší svahovou dostupnost při jízdě po vrstevnici do sklonu 27 % (12 °), ale je třeba provést konstrukční úpravy na žacím ústrojí i podvozku mlátičky. Stejně jako u standardních mlátiček sklízecí ústrojí i zde má vzhledem ke komoře šikmého dopravníku velký rozsah příčného kopírování a to do 24 % (11 °). Tím pádem pro práci na svahu nepotřebuje další zásah do konstrukce. Tyto stroje mohou mít na vstupu do komory šikmého dopravníku dvě varianty způsobu připojení žacího ústrojí:

- přímo ke komoře šikmého dopravníku (horší utěsnění a menší výkyv),
- nepřímě na rám (vložku) otočně uložený ke komoře (lepší utěsnění, větší výkyv).

Příčné vyrovnávání sklízecího ústrojí, vzhledem ke komoře šikmého dopravníku, umožňují 1 nebo 2 hydromotory, které jsou uloženy po straně pevné části komory. Sklízecí ústrojí kopíruje povrch pozemku pomocí několika stavitelných plazů v podélném i příčném směru. V příčném směru sklízecí ústrojí kopíruje povrch nuceně prostřednictvím vychýlení plazů, které jsou propojeny s čidly. V podélném směru se sklízecí ústrojí spolu s komorou šikmého dopravníku pohybuje s pomocí dvou přímočarých hydromotorů (hydraulickými válci pod komorou) a při práci se odlehčuje

dvěma mechanickými nebo hydropneumatickými pružinami (tlumiči) u hydraulických válců. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 22. Sklizeň obilovin na příčném svahu [AGROTEC A.S.]

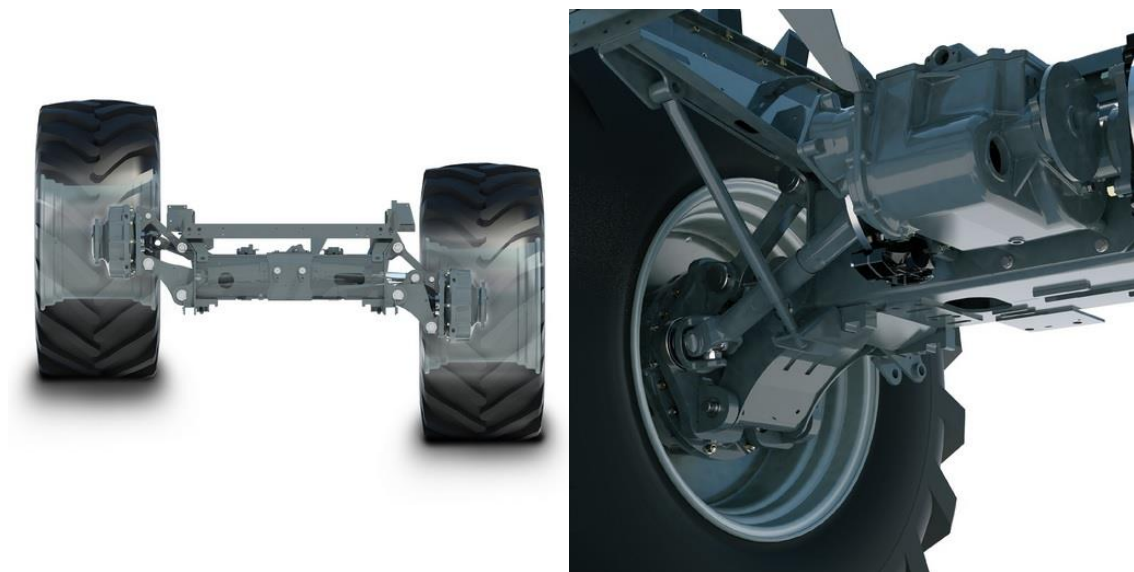
Podvozek stroje, stejně jako žací ústrojí, umožňuje práci na svahu, kde se celý stroj příčně vyrovnává do vodorovné polohy, ale jen při práci po vrstevnici. Vyrovnávání provádí výkyvné koncové převody kola, které jsou vychylovány hydromotorem. Oba koncové převody jsou na nápravě připevněny otočně a spolu s rovinou terénu tvoří paralelogramový mechanismus udržující pojezdová kola na svahu ve vertikální poloze, přičemž se zlepšuje stabilita sklízecí mlátičky. Točivý moment se na otočné koncové převody a hnací kola přenáší bez použití výsuvných kloubových hřídelí.

Příčné vyrovnávání má pozitivní vliv na:

- větší výkonnost (hmotnostní průtok) sklízecí mlátičky,
- menší sklizňové ztráty,
- menší opotřebení ložisek a hřídelí v důsledku vodorovné polohy,
- možnost většího naplnění zásobníku zrna,
- větší pohodlí obsluhy,
- větší bezpečnost při práci na svahu. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

4.6.1.3 Příčné a podélné vyrovnávání mlátičky

Umožňuje směr jízdy po svahu v libovolném směru a většina výrobců sklízecích mlátiček volí tento systém jako modifikaci některého typu standardních mlátiček, většinou s menším hmotnostním průtokem a větší svahovou dostupností. Při konstrukční úpravě se spojují principy příčného a podélného vyrovnávání popsané v předchozích kapitolách. K pohonu pojezdových kol jsou, mimo mechanických převodů, používány i hydropohony s hydromotory nainstalovanými v jednotlivých kolech, které jsou k tomu účelu vhodné. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 23. Příčné a podélné vyrovnávání pomocí čtyřkloubového mechanismu [LAVERDA S.P.A.]

4.6.2 Úprava jednotlivých ústrojí

Na svahu se mění podmínky pro práci separačního a čistícího ústrojí. Při sklizni na příčném svahu je největší podíl hlavně na čistícím ústrojí u standardních sklízecích mlátiček, což je způsobeno značným sesuvem hmoty k jedné straně. Do určité míry ztráty zrna na svahu je možné ovlivnit i způsobem jízdy, a tak měnit podmínky pro práci separačního a čistícího ústrojí.

Jako jednodušší a energeticky méně náročný je systém svahového vyrovnávání čistícího ústrojí. Svahová použitelnost se zlepšuje různými konstrukčními úpravami, mezi které patří:

- Příčné vyrovnávání celé sítové skříně s vynášecí deskou do vodorovné polohy,
- Příčné vyrovnávání podélných částí sítové skříně,

- Přidání třetího bočního pohybu jen hornímu úhrabečnému sítu,
- Podélná eliminace sklonu svahu.

4.6.2.1 Příčné vyrovnávání celé sítové skříně s vynášecí deskou do vodorovné polohy

Při práci sklízecí mlátičky na svahu systém zaznamená příčné naklonění stroje od vodorovné polohy, modul palubního počítače uvede v činnost elektromotor, který celé čistící ústrojí automaticky vyrovnává do roviny. Mechanismus pracuje až do příčného sklonu 17 %. Celý systém funguje zcela automaticky a není třeba jakéhokoliv zásahu obsluhy do nastavení funkce. Tuto konstrukci u sklízecích mlátiček využívá firma New Holland u modelových řad s označením CX a taktéž firma Case IH. [MAŠEK 2005]



Obr. 24. Příčné vyrovnávání sítové skříně [NOVLAN BROS SALES 2012]

4.6.2.2 Příčné vyrovnávání podélných částí sítové skříně

Horní úhrabečné síto se skládá z několika podélných částí, které se navzájem oddělují. Každá podélná část je samostatně uchycena na sítové skříně a je volně otočná zleva doprava. Avšak všechny podélné části jsou od uchycení přes kliky navzájem spojeny táhlem, které při pohybu na jednu nebo druhou stranu naklání každou podélnou část a ty se otáčejí jako kyvadlové houpačky. V závislosti na stupni příčného naklonění systém uvádí v činnost elektromotor, který je propojen s táhlem a příčně naklání podélné části. Zařízení pracuje automaticky a je propojeno s palubním počítačem, který vydává impulzy pro jeho řízení. Mechanismus příčného vyrovnávání podélných částí využívá společnost Case IH s označením Self-Leveling Sieve. [NEWHALL 2002]

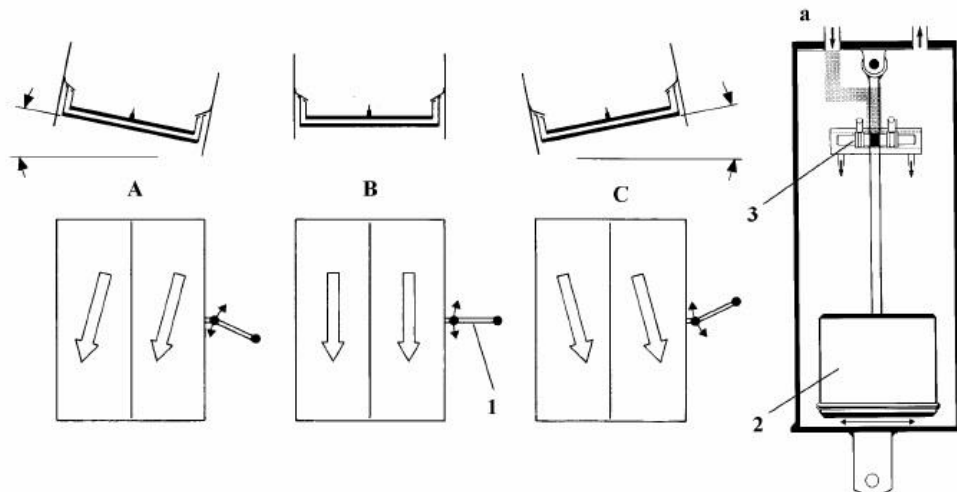


Obr. 25. Příčné vyrovnávání podélných částí horního úhrabečného síta [NEWHALL 2002]

Obsluha sklízecí mlátičky nemusí jakkoliv zasahovat do funkce mechanismu, což také ulehčí obsluhu stroje. Pomocí tohoto mechanismu se zvýší denní výkonnost sklízecí mlátičky, ale pouze při práci na svahu, kdy je využit celý pracovní prostor čistícího ústrojí a sklizňové ztráty jsou stejné jako při práci na rovině.

4.6.2.3 Přidání třetího bočního pohybu jen hornímu úhrabečnému sítu

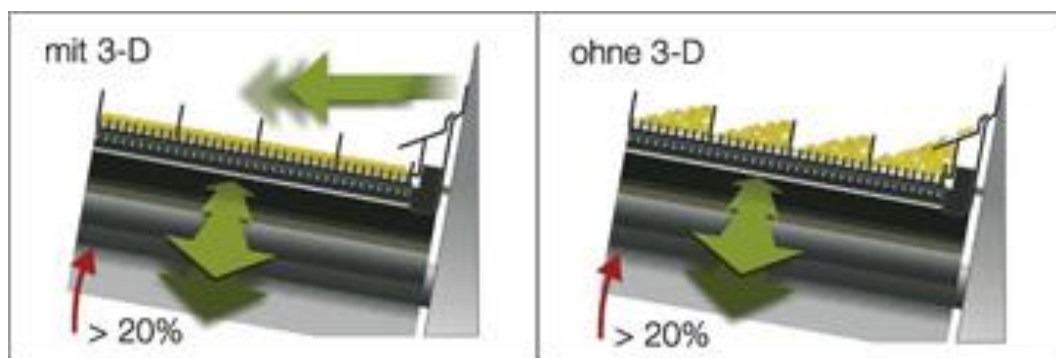
Jedná se o dynamické vyrovnávání na svahu. Pohyb horního úhrabečného síta je uskutečňován ve všech směrech s konstantní dráhou dopředu, dozadu i nahoru, dolů a navíc proměnlivou dráhou do strany proti svahu, která se automaticky zvětšuje až do 12° (20%) svahu. Pohyb síta do strany rovnoměrně rozvrstvuje jemný omlat po celé ploše síta, neboť se omlat pohybuje proti příčnému naklonění síta. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 26. Schéma pohybu síta do strany na svahu [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]

A, C – příčný náklon síta ve svahu, B – úhrabečné síto v rovině, a – řídicí jednotka, 1 – táhlo, 2 – kyvadlo, 3 – rozvaděč.

Se vzrůstajícím nakloněním se zvětšuje dráha pohybu síta proti svahu. Pohyb síta proti svahu je vyvozen táhlem (1) kloubově připojeným k sítu a druhý konec mění svoji polohu. V rovině (B) je táhlo k sítu kolmé a na svahu (A, C) střídavě natáčí řídicí jednotku (a). Řídicí jednotkou je mechanické kyvadlo, ve skříni naplněné olejem k tlumení pohybu kyvadla. Kyvadlo v horní části ovládá hydraulický rozvaděč nebo kontakty elektrického obvodu. Celá řídicí jednotka je udržována za podpory pístového dvojčinného hydromotoru stále ve svislé poloze. Ve všech situacích je vyrovnávání skříně i přidání pohybu automatické a plynulé. Mechanismus s označením 3-D začala používat společnost Claas u sklízecích mlátiček typu Lexion. [BŘEČKA, HONZÍK, NEUBAUER 2001]



Obr. 27. Příčné vyrovnání síty při práci na svahu [KAUFMAN LANDTECHNIK GMBH]

Další mechanismus využívá podobné konstrukce, jen s tím rozdílem, že místo naklání kyvadla ve skříni naplněné olejem příčný pohyb vytváří elektromotor, který podle naklonění stroje automaticky mění pohyb sít z podélného na šikmý, složený z podélného a příčného pohybu. Tento systém využívá firma New Holland.

Jde o další systém regulace ztrát při práci na svahu, takže obsluha se se sklízecí mlátičkou může na svahu pohybovat stejnou rychlostí jak při práci na rovině. Díky tomu dojde ke zvýšení výkonnosti stroje pouze na svahu oproti sklízecím mlátičkám bez tohoto systému. Mechanismus pracuje zcela automaticky a není možná regulace, tím pádem obsluha odpadá nutnost regulace zařízení.



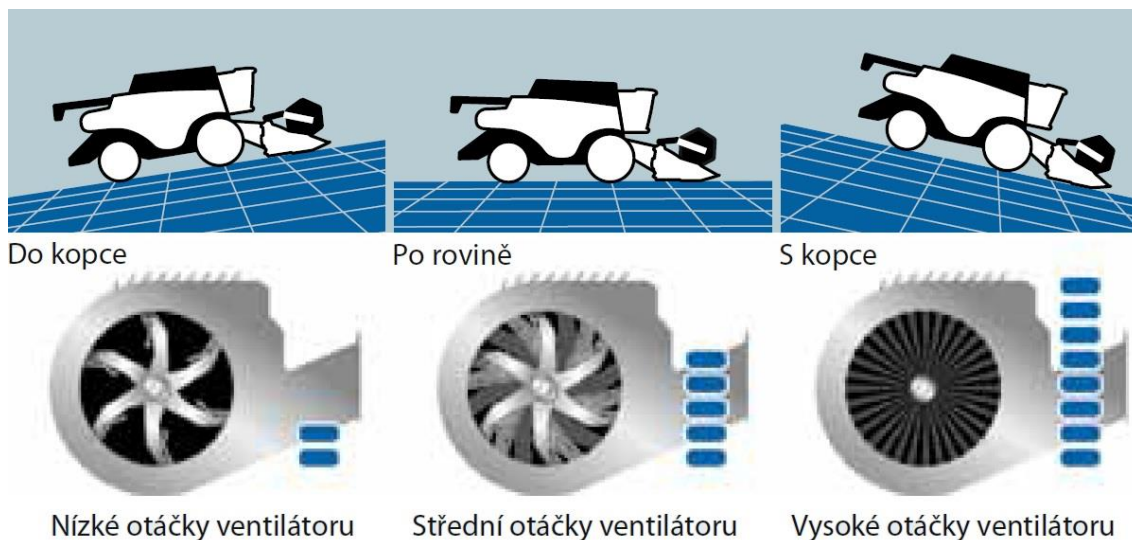
Obr. 28. Vyrovnávání síťové skříně 3-D [LANDWIRT] Obr. 29. Vyrovnávání síťové skříně Smart Sieve [GAILER]

4.6.2.4 Podélná eliminace sklonu svahu

Jedná se o další faktor, který ovlivňuje práci čistícího ústrojí při pohybu sklízecí mlátičky na svahu. Nejmenších ztrát se dosahuje při jízdě ze svahu a naopak největších při jízdě do svahu.

Princip spočívá v tom, že dochází k automatickému nastavení otáček ventilátoru při průjezdu různým terénem. Když se sklízecí mlátička pohybuje po rovině, otáčky ventilátoru jsou takové, jaké nastavila obsluha. Při pohybu stroje ze svahu se hmota na sítěch pohybuje pomaleji, protože na ni působí zemská gravitace. Zrnovým dopravníkem by propadávalo i mnoho nežádoucí příměsi, proto modul palubního počítače vyšle signál a aktivuje odpovídající relé, které uvede v činnost potřebný elektromotor a ten nastaví požadované otáčky. Při pohybu stroje do svahu se hmota po sítěch naopak díky gravitaci pohybuje rychleji a jestliže by otáčky ventilátoru byly vysoké, docházelo by ke zvýšení ztrát vypadáváním jemného omlatu ven ze stroje.

System monitoruje pojezdovou rychlost, úhel stoupání či klesání sklízecí mlátičky a díky tomu automaticky nastavuje rychlost otáčení ventilátoru, čímž eliminuje případné sklizňové ztráty.



Obr. 30. Podélná eliminace sklonu svahu pomocí otáček ventilátoru [AGROTEC A.S.]

4.7 Navádění sklízecí mlátičky v porostu

Základem systému je elektro-optický senzor vysílající laserový paprsek ke hraně porostu a snímá paprsky, které se odrážejí zpět. Paprsky se od porostu odrážejí rychleji než v případě kratších stébel po posečení. Zpracovaná data putují k řídicí jednotce, která je vyhodnotí a vyšle impuls ke korekci směru jízdy, kterou provede přímočarý hydromotor umístěný na řídicí nápravě. Elektrohydraulické řízení reguluje pohyb stroje tehdy, pokud hrana porostu již není ve středu skenovaného pásma. System snímá hranu porostu a částečně také barevné rozdíly. Proto funguje také při polehlém porostu, ale i v prachu a tmě. V případě, že zmizí kontrast mezi zbytky stébel po sklizni a porostem, je stroj veden nesprávným směrem. Při správném nastavení je možné konstrukční záběr využívat s přesností na 10 cm. Senzor se nastavuje tak, aby jeho vysílané paprsky zasahovaly hranu porostu 16 m před sklízecím ústrojím. Senzor se montuje na jednu nebo obě strany sklízecího ústrojí. Je třeba jej seřídit podle provozního návodu a nastavit i jeho výšku v závislosti na sklizené plodině, zejména v případě, kdy se přechází z obiloviny na řepku a naopak. [MICHAL 2005][JAMBOR 2013]

Tento systém přispívá k maximálnímu využití záběru žacího ústrojí, snížení únavy obsluhy při dlouhé pracovní době, snížení přejezdů po pozemku a snížení nákladů na sklizeň.



Obr. 31. Navádění sklízecí mlátičky prostřednictvím systému Laser pilot [CLAAS KGA MBH Automatische lenksysteme]

5 ZJIŠŤOVÁNÍ ZTRÁT U SKLÍZECÍ MLÁTIČKY

Kvalita práce sklízecí mlátičky musí být udržena v celém hmotnostním toku a skládá se ze ztrát:

1. Kvalitativních

vznikají poškozením zrna (snížení jakosti)

2. Kvantitativních

nebo-li hmotnostních, jsou to ztráty způsobené sklízecím ústrojím (dělič, přiháněč, sklízecí ústrojí, vkládací ústrojí), mlátičkou (mláticí ústrojí, vytrásadla, čistící ústrojí) a netěsnostmi na sklízecí mlátičce. Podstatnou částí ztrát způsobené mlátičkou jsou ztráty nedostatečnou separací vytrásadly, které jsou zjišťovány jako volná zrna ve slámě a nedostatečným čištěním přes čistící ústrojí, které se zjišťují jako volná zrna v plevách. Tyto tři skupiny ztrát nezjišťujeme samostatně, ale celkově jako ztráty vzniklé při sklizni. Velikost ztrát je do značné míry ovlivněna správným nastavením jednotlivých funkčních mechanismů a režimem práce stroje. Ztráty zrna při sklizni zjišťujeme z důvodu optimálního seřízení stroje, dosažení optimální pracovní rychlosti a pro posouzení kvality odvedené práce obsluhy sklízecí mlátičky. Ztráty zrna při sklizni by neměli přesáhnout údaje uvedené v *Tab. 2.*, přičemž u nových sklízecích mlátiček by se měly pohybovat maximálně v blízkém okolí nízkých ztrát. [ČERVINKA, SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

Tab. 2. Ztráty zrna při sklizni [ČERVINKA, SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

Plodiny	Sklizeň	Ztráty [%]			
		nízké	střední	vyšší	nepřístupné
Obiloviny	přímá	0,5	1,0	1,5	nad 1,5
	dělená	0,5	1,5	3,0	nad 3,0
Luskoviny	přímá	0,5	3,0	4,0	nad 4,0
	dělená	0,5	0,5	6,0	nad 6,0

5.1 Metody

5.1.1 Zjišťování ztrát zrna vysbíráním z kontrolní plochy

Nejdříve určíme výnos sklizené plodiny (z metrovky - vyláčením a zvážení zrna [kg.ha⁻¹]). Dále určíme místo odběru na sklizeném pozemku a ohraničíme obdélník o ploše 1 m² napříč celé šíře pracovního záběru. Stranu obdélníku vypočítáme podle:

$$B_p * a = 1 \quad [m^2] \quad (1.)$$

kde: B_p – pracovní záběr sklízecího ústrojí [m]
 a – vypočítaná strana kontrolního obdélníku [m]

Z kontrolní plochy zrno z nevymláčených klasů vydrolíme a vysbíráme ze země i ze slámy. Zjištěná vysbíraná a vydrolená zrna spočítáme. Počet zrn vynásobíme koeficientem pro příslušnou plodinu, a tím získáme množství zrna [kg.ha⁻¹] podle vztahu:

$$q_z = n * k \quad [kg. ha^{-1}] \quad (2.)$$

kde: n – počet vysbíraných zrn [ks]
 k – koeficient pro příslušnou plodinu

Procento ztrát určíme ze vztahu:

$$Q_z = \frac{q_z}{10 * m_{ah}} \quad [\%] \quad (3.)$$

kde: q_z – množství nesklizeného zrna [kg.ha⁻¹]
 m_{ah} - výnos zrna [t.ha⁻¹]
 k – koeficient k přepočtu - pro pšenici a ječmen – 0,4
 - pro žito a oves – 0,3 [ČERVINKA,
SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

5.1.2 Zjišťování ztrát zrna pomocí zkumavky

Na zkumavku umístíme papír a na proužku vyznačíme délky odpovídající sloupci zrna o hmotnosti 1 g (ocejchování podle příslušné plodiny). Sesbíraná zrna z kontrolní plochy se vloží do ocejchované zkumavky a výše sloupce znázorňuje počet gramů na 1 m². Hodnotu přepočítáme na kg.ha⁻¹ a vypočítáme procento ztrát podle vzorce (3.). [ČERVINKA, SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

5.1.3 Zjišťování ztrát zrna pomocí kontrolní misky

Kontrolní miska (je třeba znát šířku a podle záběru sklízecího ústrojí zjistíme plochu [m²]) se za jízdy umístí za zadní kola sklízecí mlátičky tak, aby sláma padající z vytrásadel i úhrabky a plevy z čistidla dopadly na misku. Obsah na misce se protřepe, zrno z nevymláčených klasů se vydrolí, lehké částice se vyfoukají. Zrno se následně přemístí do kalibrované zkumavky, zjistí se množství zrna [kg.ha⁻¹] a vypočítá se procento ztrát podle předchozí kapitoly. [ČERVINKA, SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

5.1.4 Zjišťování ztrát zrna pomocí indikátoru ztrát

Indikátorem ztrát určujeme vzorek ztrát zrna v prostoru za vytrásadly i v prostoru za čistidlem v úhrabcích a plevách. Části zařízení a princip činnosti je uveden v kapitole 4.5.

5.1.5 Zjišťování okamžitého výnosu sklizené plodiny

Okamžitý výnos se stanovuje měřením hmotnostního nebo objemového průtoku vyčištěného zrna, které se dopravuje do zásobníku sklízecí mlátičky. Okamžitý průtok materiálu je možný určit prostřednictvím mechanických, optických, kapacitních a nárazových čidel umístěných v horní části dopravníku zrna. Čidla pro měření hmotnosti dosahují vyšší přesnosti, než čidla měřící objem.

U mechanického čidla se měří počet otáček lopatkového kola, přičemž je nutné znát měrnou hmotnost zrna. U tohoto principu není dosahováno dostatečné přesnosti. Optické čidlo měří výšku vrstvy materiálu, který prochází okolo něj na lopatce zrnového dopravníku stroje a přitom se měří doba, po jakou byl vysílaný světelný paprsek přerušen materiálem. Nárazové čidlo zaznamenává polohu nárazové desky, na kterou dopadá proud zrna z lopatkového dopravníku. U kapacitního čidla se měří změny kapacity kondenzátoru tak, že zrno prochází deskami kondenzátoru. Paprskové čidlo pracuje na způsobu měření různého zeslabení intenzity záření procházející zrnem. Jako

vysílací médium se používá radioizotop ^{241}Am , které má velmi nízkou intenzitu záření. Záření pro měření okamžitého výnosu zrna je třeba doplnit o zařízení na zaznamenávání okamžité vlhkosti zrna, která se měří kapacitním čidlem.

Z hrubých výnosových map je možné, prostřednictvím počítačového programu, namodelovat výnosovou mapu pozemku a též jeho hraniční linie. Při tvorbě výnosové mapy je matematickým výpočtem rozpočítávána výše výnosu v jednotlivých částech pozemku a ty jsou vyobrazeny podle zadané hodnotové škály. [ČERVINKA, SEDLÁK, TRUNEČKA 2003]

6 POLNĚ-LABORATORNÍ MĚŘENÍ

6.1 Metodika

Účelem polně-laboratorního měření je posouzení množství ztrát zrna v závislosti na pracovní rychlosti stroje, nastavení pracovních mechanismů podle originál hodnot od výrobce a vlastních zvolených hodnot pomocí automatizačních prvků z palubního počítače sklízecí mlátičky. Všechny pracovní mechanismy nacházející se na sklízecí mlátičce budou před samotným zahájením měření zkalibrovány dle provozního návodu.

Charakteristika pozemku

Bude uvedeno, v jaké lokalitě se pozemek nachází, jeho název, výměra, sklon a další náležitosti.

Charakteristika porostu

Nejprve bude uvedena plodina nacházející se na daném pozemku nachází, poté se bude sledovat stav porostu (polehlost, zaplevelenost).

Následně se stanoví vhodné odběrové místo, které však bude co nejméně zaplevelené a porost bude vyrovnán bez polehlých míst. Pomocí uzavřeného dřevěného rámu o rozměrech 1 x 1 m budou z porostu odebrány vzorky (metrovky), které se sváží do snopů a následně se z nich bude zjišťovat:

- počet rostlin
- délka klasu a počet zrn v klasu u deseti rostlin
- po vydrolení všech klasů hmotnost zrna

Pro přesnější vyhodnocení z celé plochy budou odebrány dva vzorky z uzavřeného dřevěného čtverce, aby bylo možné stanovit biologický výnos, který bude důležitý pro výpočet sklizňových ztrát.

Zjištěné hodnoty z každého snopu budou uvedeny v tabulce a z nich bude vypočítána průměrná hodnota délky klasu, počtu zrn v klasu a hmotnosti zrn v klasu. Z obou snopů bude vypočítán celkový průměr délky klasu, počtu zrn v klasu a hmotnosti zrn v klasu. Z hmotnosti zrna ze všech vydrolených klasů [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$] bude vypočítán biologický výnos [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$].

Vymezení měřicího úseku

Měřicí úsek bude dlouhý 100 m s tím, že od okraje porostu bude vzdálenost 30 m sloužící pro ustálení pracovní rychlosti a pracovního režimu sklízecí mlátičky. Zde se bude nacházet začátek měřicího úseku. Na celém úseku bude umístěno celkem deset vytyčovací kolíků, avšak kolíky, které budou umístěny na začátku, uprostřed (po padesáti metrech) a na konci měřicího úseku budou sloužit pro měření sklizňových ztrát. Koncový úsek bude dlouhý 10 m.

Pracovní rychlost

K měření doby průjezdu měřicím úsekem budou použity stopky s přesností 0,01 s. Na začátku i na konci měřicího úseku bude osoba, která bude kontrolovat projetí úsekem (na začátku) a zaznamenávat výsledný čas (na konci). Pro statisticky průkazné vyhodnocení se měřicím úsekem projede 5krát s každou zvolenou rychlostí. Z výsledného času každé zvolené rychlosti bude dopočítána skutečná pracovní rychlost sklízecí mlátičky podle vztahu:

$$V_p = \frac{l}{t} \quad [m \cdot s^{-1}] \quad (4.)$$

kde: l – délka měřicího úseku [m]
 t – čas na projetí měřicího úseku [s]

Pro následné vyhodnocení skutečné pracovní rychlosti se použije vztah:

$$V_p = \frac{l}{t} * 3,6 \quad [km \cdot h^{-1}] \quad (5.)$$

Výsledné časy budou následně vyhodnoceny.

Pracovní záběr žacího ústrojí

Vytyčovací kolíky, které se budou nacházet na měřícím úseku, se vždy umístí 1 m od stěny sklizeného porostu. Po průjezdu sklízecí mlátičky se s použitím pásma změří vzdálenost kolíku od stěny porostu a od této hodnoty se odečte původní hodnota před průjezdem. Aby bylo docíleno statisticky průkazného měření, bude provedeno v rámci jednoho přejezdu na 100m úseku měření po 10 m. Měření průměrného pracovního záběru bude probíhat podle vztahu:

$$B_p = \frac{\sum_{i=1}^n (l_i - l_0)}{n} \quad [m] \quad (6.)$$

kde: l_0 – vzdálenost kolíku od hrany porostu před průjezdem sklízecí mlátičky [m]
 l_i – vzdálenost kolíku od hrany porostu po průjezdu sklízecí mlátičky [m]
 n – počet měření

Z výsledné hodnoty se vypočítá součinitel využití záběru:

$$\beta = \frac{B_p}{B_k} * 100 \quad [\%] \quad (7.)$$

kde: B_p – pracovní záběr sklízecího ústrojí [m]
 B_k – konstrukční záběr sklízecího ústrojí [m]

Hodnoty budou uvedeny v tabulce a následně vyhodnoceny v grafické podobě.

Měření sklizňových ztrát

Sklizňové ztráty na měřícím úseku se budou měřit podle dvou způsobů nastavení pracovních mechanismů pomocí automatizačních prvků z palubního počítače sklízecí mlátičky.

Nastavení pracovních mechanismů se bude provádět podle:

- originál hodnot od výrobce pro příslušnou plodinu
- vlastních zvolených hodnot

Jako první bude měřena varianta nastavení podle originál hodnot uložených od výrobce. Vlastní hodnoty v palubním počítači budou nastaveny na základě vyhodnocení originál hodnot od výrobce, tzn. podle vizuální kontroly ztrát zrna po průjezdu měřicím úsekem. Po průjezdu měřicího úseku sklízecí mlátičkou, u kolíků, které jsou umístěny na začátku, uprostřed a na konci úseku budou odebrány vzorky sklizňových ztrát z kontrolní plochy. Vzorek bude mít plochu 1 m² napříč celého pracovního záběru a rozměry se určí podle vzorce:

$$B_p * a = 1 \quad [m^2] \quad (8.)$$

kde: B_p – pracovní záběr sklízecího ústrojí [m]
 a – vypočítaná strana kontrolní plochy [m]

Z kontrolní plochy obdélníku se ručně protřepe sláma, vydrolí nevymláčené klasy a vysbírá uvolněné zrna. Vysbírané a uvolněné zrna bude zváženo, přepočítáno na kg.ha⁻¹ a následně bude stanoveno procento ztráty zrna výpočtem podle vztahu:

$$Z_{zp} = \frac{m_{ko}}{m_z} * 100 \quad [\%] \quad (9.)$$

kde: m_{ko} – hmotnost zrna z kontrolní plochy [kg.ha⁻¹]
 m_{ah} - výnos zrna [kg.ha⁻¹]

Dále budou dopočítané průměrné ztráty zrna v kg.ha⁻¹ a v %. Výsledné hodnoty budou zobrazeny v tabulce a následně graficky vyhodnoceny.

6.1.1 Identifikace majitele sklízecí mlátičky

Sklízecí mlátička patří soukromě hospodařícímu rolníkovi panu Emilu Skulovi. Jedná se o rodinnou farmu, která se nachází na Vysočině ve Žďárském okrese 2 km od Bystřice nad Pernštejnem, ve vesnici jménem Domanín. Agrofarma hospodaří v nadmořské výšce 550-690 m. n. m. na 90 ha zemědělské půdy, z čehož 70 ha zaujímá orná půda a 20 ha trvalé travní porosty (TTP). Zaměřuje se na rostlinnou a živočišnou výrobu, poskytování služeb a doplňkovou činnost. V rostlinné výrobě pěstují jarní

sladovnický ječmen, ozimou pšenici, oves, hrách, brambory a silážní kukuřici. V živočišné výrobě se farma zaměřuje na chov skotu bez tržní produkce mléka, kde chovají 60 kusů skotu plemene Charolais. Farma také poskytuje sklizňové práce se sklízecí mlátičkou, se kterou začíná sezónu v červenci na Slovensku a končí začátkem září na vlastních pozemcích a v okolních podnicích. S teleskopickým manipulátorem Manitou MT 932 poskytuje manipulaci s veškerým materiálem pro ostatní subjekty. V zimním období s traktorem v agregaci se sněžnou radlicí zajišťuje prohrnování komunikací mezi domy po celé vesnici. K doplňkové činnosti patří výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů prostředním fotovoltaické elektrárny a produkce se dodává do rozvodné sítě vysokého napětí.

6.1.2 Lokalizace provádění měření

Měření bylo uskutečněno v červenci roku 2014 v průběhu sklizňových prací na pozemcích společnosti PD Horné Obdokovce hospodařící na Slovensku. Společnost se nachází v Nitrianském kraji, 14 km od města Topoľčany ve vesnici Horné Obdokovce. Nacházejí se v nadmořské výšce 180–300 m. n. m, obhospodařují téměř 2 000 ha zemědělské půdy, která se nachází v blízkém okolí obce. Zaměřují se na rostlinnou, živočišnou výrobu a poskytování služeb. V rostlinné výrobě pěstují pšenici, ječmen, řepku, kukuřici, slunečnici a vajtěšku. Živočišná výroba se specializuje na chov skotu s tržní produkcí mléka plemene Holštýnsko-fríské. Celkem je zde ustájeno 700 kusů skotu a z toho je 350 dojnic. Dále společnost vlastní třešňové a švestkové sady, které sklízí a produkce se dále prodává. Pro období žňových prací nemají dostatek sklízecích mlátiček, si další ještě objednávají prostřednictvím služby. Po skončení žňových prací se vlastní sklízecí mlátičky přesouvají dále a poskytují sklizňové práce i ostatním subjektům.

6.2 Vlastní měření

6.2.1 Představení sklízecí mlátičky

Při polním měření v rámci sklizňových prací sklizeň pšenice ozimé prováděla sklízecí mlátička Claas Lexion 650 se sklízecím ústrojím V 750 o konstrukčním záběru 7,6 m, kterou vlastní, jak již bylo zmíněno v kapitole 6.1.1, rodinná farma pana Emila Skuly.

Z hlediska konstrukce výmlatu se jedná o sklízecí mlátičku s tangenciálním mláticím ústrojím, které je doplněno o urychlovací buben umístěný před mláticím bubnem a odmítací buben umístěný za mláticím bubnem. Pro separaci hmoty slouží 6 klávesových vytrásadel s bočním prodloužením. Pro zvýšení intenzity separace hmoty je zde namontován multiseparační systém (MSS), což je buben s řízenými výsuvnými prsty umístěný nad vytrásadly. Technologický proces tohoto typu sklízecí mlátičky je uveden v kapitole 3.2.1.



Obr. 32. Sklízecí mlátička Claas Lexion 650 při sklizni pšenice ozimé [FOTO-autor]

Přídavná výbava sklízecí mlátičky:

- sklízecí ústrojí Vario s výsuvným dnem žacího stolu, 2 aktivní děliče,
- automatické kopírování terénu Auto-contour,
- aktivní brzda pohonu žacího ústrojí,
- navigační systém Laser pilot na levé straně sklízecího ústrojí,
- odsavač prachu z šikmého dopravníku,
- podélný i příčný pohyb horního úhrabečného síta systém 3-D,
- rozmetače plev,
- drtič slámy Special Cut II s 88 noži,
- Quantimeter – měření okamžitého výnosu a vlhkosti zrna.

Tab. 3. Technické parametry sklízecí mlátičky Claas Lexion 650 [CLAAS KGAA MBH Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620]

Technický údaj	Jednotka	Hodnota
Výrobce	-	Claas
Model	-	Lexion 650
Typ	-	C54
Rok výroby	-	2011
Provozní hodiny	[h]	1 017,15
Celková sklizená plocha	[ha]	2 052,69
Celková ujetá vzdálenost	[km]	5 537,551
Celkové sklizené množství	[t]	8 738,34
Mláticí ústrojí		
Šířka mláticího bubnu	[mm]	1 700
Průměr mláticího bubnu	[mm]	600
Úhel opásání mláticího koše	[°]	142
Plocha mláticího koše	[m ²]	1,26
Separáční ústrojí		
Klávesová vytrásadla	[počet]	6
Délka vytrásadel	[mm]	4 400
Celková plocha separace	[m ²]	9,85
Čistící ústrojí		
Ventilátor	-	3x turbínový
Celková plocha sít	[m ²]	5,8
Motor		
Výrobce	-	Caterpillar
Typ	-	C 9
Počet válců/ zdvihový objem	[počet/l]	R 6/8,8
Výkon při jmenovitých otáčkách	[kW/k]	230/313
Objem palivové nádrže	[l]	800
Žací ústrojí		
Konstrukční záběr	[mm]	7 600
Žací frekvence kosy	[zdvih/min ⁻¹]	1 120
Průměr průběžného šnekového dopravníku	[mm]	580
Ostatní		
Délka	[mm]	9 060
Šířka	[mm]	3 503
Výška	[mm]	3 870
Hmotnost (stroj bez adaptéru, řezačky slámy a rozmetače plev, plná palivová nádrž)	[kg]	14 400
Pneumatiky hnací nápravy	-	680/85 R 32
Pneumatiky řídicí nápravy	-	500/70 R 24

6.2.2 Palubní počítač sklízecí mlátičky

Nejdůležitějším prvkem sklízecí mlátičky z hlediska veškerého nastavení provozních parametrů jednotlivých ústrojí je palubní počítač, který je umístěn v kabině obsluhy stroje. Společnost Claas používá ve svých sklízecích mlátičkách elektronický palubní informační systém s označením CEBIS, který slouží jako řídicí, kontrolní, evidenční a informační systém zpracovávající veškerá data spojená se strojem.

CEBIS se skládá z:

- ovládacího pultu
- monitoru
- software



Obr. 33. Elektronický palubní informační systém [FOTO-autor]

1 – ovládací pult, 2 – monitor

Palubní počítač se automaticky spustí při zapnutí zapalování. Některá nastavení požadují dále nastartovaný motor a spínač jízdy po poli/po silnici zapnutý na jízdu po poli. Samozřejmě při nastavování hodnot jednotlivých pracovních ústrojí musí být nastartovaný motor, nastavené pracovní otáčky a mlátička musí být v chodu. Během spuštění CEBIS automaticky kontroluje funkci všech připojených komponentů, senzorů, modulů a funkci monitoru. [CLAAS KGAA MBH 2011]



Obr. 34. Ovládací pult CEBIS [FOTO-autor]

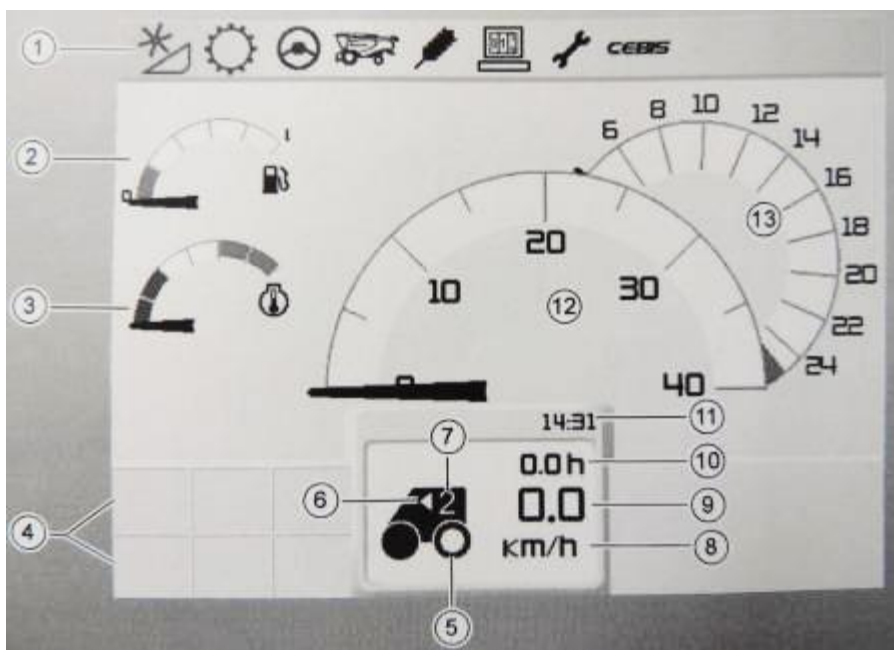
Tab. 4. Vysvětlivky k Obr. 34. [CLAAS KGAA MBH 2011]

	Označení	Funkce
1	Spínač CEBIS	Vyvolávání přímého menu a navigace (hlavní funkce)
2	Spínač HOTKEY	Vyvolávání přímého menu a navigace (přídavná funkce)
3	Spínač hlavního menu	Otáčení: <ul style="list-style-type: none"> • navigace hlavního menu a nastavení hodnoty • nastavení hodnoty z přímého menu CEBIS Stisknout: <ul style="list-style-type: none"> • potvrdit hodnotu z hlavního menu
4	Spínač pro volbu hodnoty funkcí HOTKEY	Otáčení: <ul style="list-style-type: none"> • nastavení hodnoty z přímého menu HOTKEY
5	Tlačítko ESC	<ul style="list-style-type: none"> • přerušení nebo opuštění bodu menu • přepínání mezi obrazovkou pro přepravu a sklizeň
6	Tlačítko INFO	Vyvolávání informací k indikovanému chybovému kódu
7	Tlačítko QUICK ACCESS	Žádná funkce

Obsluha stroje může pomocí ovládacího pultu vybírat všechna požadovaná menu a provádět v software veškeré nastavení zobrazení na monitoru.

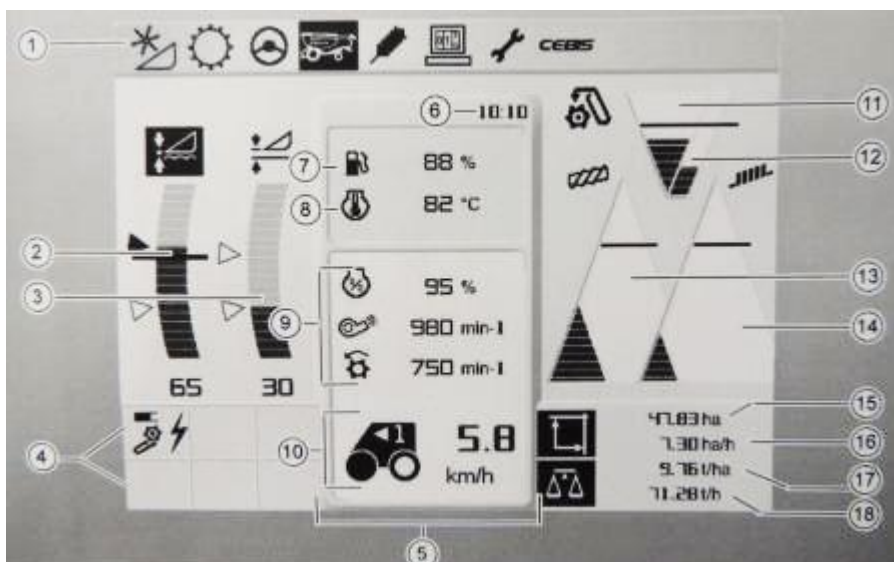
Zobrazení na monitoru se dělí na:

- zobrazení přepravy (*Obr. 35.*)
- zobrazení sklizně (*Obr. 36.*)
- obraz videokamery 1 (přídavná výbava)
- obraz videokamery 2 (přídavná výbava) [CLAAS KGAA MBH 2011]



Obr. 35. Zobrazení pro přepravu na monitoru CEBIS [CLAAS KGAA MBH 2011]

1 – hlavní menu, 2 – indikace naplnění palivové nádrže, 3 – teplota chladící kapaliny, 4 – informační panel, 5 – kontrola pohonu zadní nápravy, 6 – ukazatel směru jízdy, 7 - převodový stupeň, 8 – jednotka rychlosti, 9 – rychlost, 10 – pracovní doba, 11 – zobrazení času, 12 – tachometr, 13 – otáčky motoru.










Obr. 36. Zobrazení pro sklizeň na monitoru CEBIS [CLAAS KGAA MBH 2011]

1 – hlavní menu, 2 – regulace výšky strniště, 3 – předvolba výšky strniště, 4 – informační panel, 5 – centrální oko, 6 – zobrazení času, 7,8 – podle hlavní nabídky se mění údaje, 9 – volně konfigurovatelné zobrazení v nabídce nastavení CEBIS, 10 – aktuální směr a rychlost jízdy, rychlostní stupeň, 11 - objem úhrabků, 12 – podíl zrna v úhrabcích, 13 – indikace ztrát separačního ústrojí, 14 – indikace ztrát síta, 15 – počítadlo plochy [ha], 16 – výkonnost [$\text{ha}\cdot\text{hod}^{-1}$], 17 – okamžitý výnos [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$], 18 – výkonnost [$\text{t}\cdot\text{hod}^{-1}$]

V horní části displeje se nachází hlavní menu (Obr. 36., bod 1), struktura a funkce každé nabídky je podrobněji popsána v Tab. 5.

Tab. 5. Struktura hlavního menu [CLAAS KGAA MBH 2011]

Symbol	Označení	Popis
	Nabídka sklízecí ústrojí	Nastavení: parametry a výška sklízecího ústrojí, délka stolu sklízecího ústrojí*, příčné vyrovnávání, sklon sklízecího ústrojí, automatika rychlosti a výšky přiháněče, horizontální automatika přiháněče.
	Nabídka jízda	Nastavení: dieselový motor, CRUISE PILOT*, Montana, strategie jízdy, impulzy 100 m.
	AUTO PILOT*	Nastavení autopilota*: hlavní vypínač, snímač řízení, kalibrace, nastavení středu, citlivost.
	Nabídka nastavení	Otáčky, mlátící ústrojí, separace, pomocné vyprazdňovací zařízení zásobníku zrna*, zpracování plev a slámy*.
	Nastavení plodiny	Nastavení: údaje o plodině a měření výnosu*.
	Nabídka počítadlo	Nastavení: správa zakázek, denní počítadlo, počítadlo plodiny, celkové počítadlo.
	Nabídka údržba	Nastavení: počítadlo údržby, palubní diagnostika, TELEMATICS*.
CEBIS	Menu CEBIS	Nastavení: automatika světel, volba jazyka, volba jednotek, datum a čas, uživatelem definované ukazatele, video vstup, vynulování.
* Volitelná výbava/dodatečná výbava		

6.2.3 Charakteristika pozemku

Polní měření bylo provedeno v rámci jednoho pozemku ležícího u vesnice Horné Obdokovce, mezi pozemními komunikacemi vedoucí jedním směrem na Obsolovce a druhým směrem na Čermany. Jedná se o pozemek v katastrálním území Horné Obdokovce s parcelním číslem 1801/1, s názvem „Radošina“ a o rozloze 52,56 ha. Terén je téměř rovný s malým sklonem směrem k vesnici nacházející se v pravé části snímku. Satelitní snímek pozemku „Radošina“ je patrný na *Obr. 37*.



Obr. 37. Satelitní snímek vybraného pozemku [VÝZKUMNÝ ÚSTRAV PÔDOZNALECTVA A OCHRANY PÔDY 2014-upraveno]

6.2.4 Charakteristika porostu

Na pozemku „Radošina“ byla pěstována pšenice ozimá odrůdy Sultan. Porost byl po celé ploše vyrovnaný kromě okrajů pozemku, jak je vidět na *Obr. 38.*, stojatý a nezaplevelený.



Obr. 38. Porost pšenice ozimé na pozemku „Radošina“ [FOTO-autor]

6.2.4.1 Odběr vzorků z 1 m²

Než na této parcele proběhly sklizňové práce, s potřebným předstihem bylo provedeno zasečení doprostřed porostu, aby bylo možné provést odběr vzorku tzv. metrovky. K dispozici byl uzavřený dřevěný čtverec o ploše 1 m², který se umístil nad porost pšenice ozimé a všechny rostliny vně dřevěného čtverce byly odebrány mimo porost.



Obr. 39. Vymezení vzorku s následným odběrem [FOTO-autor]

6.2.5 Nastavení plodiny podle originál hodnot Claas

Před každým zahájením sklizně je třeba nastavit sklízecí mlátičku podle určitých hodnot na jednotlivém ústrojí. V palubním počítači jsou předem uloženy originál hodnoty od výrobce, podle kterých je možné nastavit jednotlivé pracovní ústrojí.

Nastavení se provede tak, že v hlavním menu se zvolí možnost nastavení plodiny, dále údaje o plodině a data stroje. Nyní se vybere plodina, kterou je třeba sklízet (v našem případě pšenice). Potvrzením OK prostřednictvím spínače hlavního menu automaticky proběhne nastavení mlátičky podle originál hodnot od výrobce. Způsob nastavení automatizačními prvky každého pracovního ústrojí je patrný v kapitole 4.3 a 4.4.

Tab. 6. Originál hodnoty výrobce

Údaj	Jednotka	Hodnota
Druh plodiny	-	Pšenice
Otáčky mlátícího bubnu	[min ⁻¹]	750
Otáčky ventilátoru	[min ⁻¹]	1 200
Poloha mlátícího koše (mlátící mezera)	[mm]	10
Úhrabečné síto	[mm]	15
Zrnové síto	[mm]	9
Citlivost indikace ztrát na sítích	[%]	65
Citlivost indikace ztrát separace	[%]	65

6.2.6 Nastavení plodiny podle vlastních hodnot

Před každým začátkem sklizně určité plodiny se musí sklízecí mlátička náležitě nastavit, jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole. U této varianty se hodnoty každého pracovního mechanismu pro příslušnou plodinu nastavují v závislosti na stavu porostu, stavu počasí, sklizňových podmínkách, svažitosti pozemku a dle uvážení obsluhy. Hodnoty pracovních mechanismů pro plodinu se nastavují následujícími způsoby:

a) Automaticky podle předem uložených vlastních hodnot v paměti

Způsob nastavení je obdobný jako v předchozí kapitole, jen místo dat stroje se vybere varianta zobrazení vlastních hodnot. Následně se zvolí vlastní uložená plodina a spínačem hlavního menu se stiskne OK.

b) Manuálně

V tomto případě se sice nemusí složitě vyhledávat v palubním počítači potřebná funkce pro automatické nastavení plodiny, ale zato každou hodnotu je třeba ručně nastavit. Pomocí otočného spínače CEBIS, umístěného na ovládacím pultu CEBIS, se najede na každý parametr zvlášť a ručně prostřednictvím hlavního spínače menu se nastaví požadovaná hodnota.

Tab. 7. Vlastní nastavené hodnoty

Údaj	Jednotka	Hodnota
Druh plodiny	-	Pšenice
Otáčky mlátícího bubnu	[min ⁻¹]	870
Otáčky ventilátoru	[min ⁻¹]	1 190
Poloha mlátícího koše (mlátící mezera)	[mm]	8
Úhrabečné síto	[mm]	17
Zrnové síto	[mm]	6
Citlivost indikace ztrát na sítěch	[%]	65
Citlivost indikace ztrát separace	[%]	65

6.2.7 Postup vlastního měření

- Výběr vhodného pozemku,
- S potřebným předstihem provedení zasečení doprostřed porostu a následné odebrání vzorků,
- Obsečení pozemku (4 souvratě) a zvlášť obsečení části pozemku, na kterém bude provedeno měření,
- Odměření 30 m od souvratě pro nájezdový úsek a zde bude začátek pro provedení měření,
- Odtud vytyčení měřícího úseku 100 m pomocí vytyčovací kolíků, který bude rozdělen na dvě 50m části,



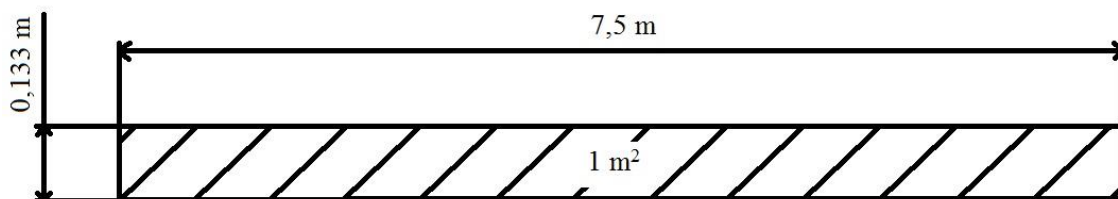
Obr. 40. Vytýčení měřicího úseku [FOTO-autor]

- Koncový úsek bude dlouhý 10 m,
- Zatlučení kolíků po 10 m (umístěny 1 m od hrany porostu) pro měření pracovního záběru,
- Nastavení plodiny podle originál uložených hodnot Claas a průjezd měřicím úsekem rychlostí $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, přitom došlo ke stopování času průjezdu úsekem na stopkách,



Obr. 41. Sklízecí mlátička při sklizňové práci na měřicím úseku [FOTO-autor]

- Vizuální kontrola ztrát zrna po průjezdu sklízecí mlátičkou a na jejím základě se nastaví vlastní hodnoty pro pšenici v palubním počítači,
- Změření pracovního záběru u každého kolíku,
- Na začátku, uprostřed (po padesáti metrech) a na konci měřícího úseku pomocí čtyř kolíků a motouzu se vytyčí plocha 1 m^2 napříč celého záběru žacího ústrojí,



Obr. 42. Schéma plochy pro odběr vzorku z 1 m^2



Obr. 43. Vytyčení 1 m^2 pro odběr sklizňových ztrát [FOTO-autor]

- Protřepání slámy, vydrolení nevymláčených klasů a vysbírání zrn z vytyčené plochy, vložení do polyetylenového pytlíku a ponechání pro pozdější zpracování,



Obr. 44. Vysbírání sklizňových ztrát z kontrolní plochy [FOTO-autor]

- Poslední čtyři body budou provedeny ještě třikrát s tím, že s originál nastavenými hodnotami Claas stroj projede úsekem ještě jednou rychlostí 5 km.h⁻¹. Poté se v CEBIS nastaví vlastní zvolené hodnoty a měřicím úsekem se projede opět 3 km.h⁻¹ a 5 km.h⁻¹,
- Všechny údaje a hodnoty budou později zpracovány a vyhodnoceny.

Pomůcky pro provádění měření

- uzavřený dřevěný rám (rozměr 1 x 1 m),
- svinovací pásmo (přesnost 1 cm),
- svinovací metr (přesnost 1 mm),
- vytyčovací kolíky,
- motouz,
- polyetylenové pytlíky,
- čisté papíry, tabulky a psací potřeby,
- fotoaparát,
- kalibrovaná váha [přesnost 0,1 g].

7 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

7.1 Vyhodnocení odběru vzorků z 1 m²

Po odebrání vzorků z pozemku byly později vyhodnoceny údaje podle metodiky, které jsou uvedeny v *Tab. 8.* a *Tab. 9.*

Tab. 8. Vyhodnocení klasů ze snopů

Klas	Vzorek č. 1			Vzorek č. 2		
	Délka klasu	Počet zrn	Hmotnost zrn	Délka klasu	Počet zrn	Hmotnost zrn
	[mm]	[ks]	[g]	[mm]	[ks]	[g]
1	110	48	2,3	108	48	2,6
2	85	27	1,5	101	65	3,3
3	85	38	2	102	61	1,8
4	110	47	2,5	82	42	1,9
5	94	39	2,1	105	45	2,4
6	103	59	3	86	50	2,6
7	99	39	2	101	57	2,8
8	91	45	2,1	100	56	2,8
9	89	36	1,8	99	53	2,5
10	102	52	2,7	101	36	1,9
Průměr	96,8	43	2,2	98,5	51	2,46
Celkový průměr	Délka klasu [mm]		Počet zrn [ks]		Hmotnost zrn [g]	
	97,65		47		2,33	

Jak je patrné z *Tab. 8.*, z každého odebraného snopu bylo odebráno deset klasů, ze kterých se sledovala délka klasu, počet zrn a hmotnost zrna v klasu. Ze všech hodnot byl dopočítán průměr a celkový průměr. Při vyhodnocení počtu zrn u vzorku č. 1. bylo v jednom klasu v průměru 43 ks a 51 ks u vzorku č. 2. Mezi těmito hodnotami je určitý rozdíl, avšak podle průměrných hmotností zrn z každého klasu se hodnoty o mnoho neliší. Celkový průměr délky klasu je 97,65 mm, počet zrn v klasu 47 ks a hmotnost zrn v klasu 2,33 g.

Tab. 9. Vyhodnocení vzorků

Číslo vzorku	Počet rostlin	Počet zrn v klasu	Hmotnost zrna	Délka klasu
	[ks]	[ks]	[g]	[mm]
1	512	43	1 006,4	96,8
2	494	51	1 096,7	98,5
průměr	503	47	1 051,6	97,65
rozptyl	81	16	2038,523	0,7225
směrodatná odchylka	9	4	45,15	0,85

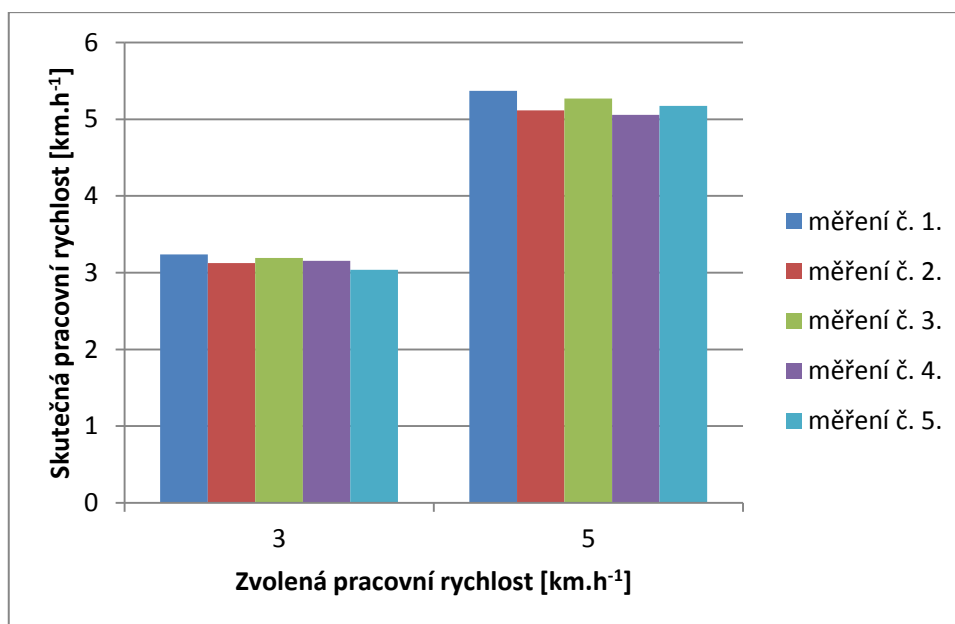
V Tab. 9. jsou uvedeny hodnoty vzorků. Jak je možné vidět, počty rostlin z každé metrovky se liší o minimální množství. Ve vzorku č. 1 bylo napočítáno 512 rostlin se 43 ks zrn v klasu a ve vzorku č. 2 se nacházelo méně a to 494 rostlin, avšak v průměru více zrna v klasu čítající 53 ks. Mezi průměrnými počty zrn každého vzorku je parný určitý rozdíl, což se také projevilo ve hmotnosti zrna z celých vzorků. Vzorek č. 2., který má více zrn v klasu, má také větší hmotnost všech zrn a to 1 096,7 g. Oproti vzorku č. 1., kde je hmotnost všech zrn 1 006,4 g. Z vyhodnocení obou vzorků vyplývá, že na 1 m² se nachází 503 rostlin, v průměru v jednom klasu je 47 zrn a hmotnost zrna z celého vzorku činí 1 051,6 g. Biologický výnos pšenice ozimé můžeme vypočítat právě z hmotnosti zrna ze vzorků a to tak, že hodnotu vynásobíme rozlohou zaujímající 1 ha a dostaneme biologický výnos 10 516 kg.ha⁻¹.

7.2 Pracovní rychlost sklízecí mlátičky

Po naměření času na projetí sklízecí mlátičky měřícím úsekem, vyhodnocení uvádí následující tabulka a graf.

Tab. 10. Vyhodnocení pracovní rychlosti sklízecí mlátičky

Zvolená pracovní rychlost	Čas průjezdu úsekem	Skutečná pracovní rychlost	Rozdíl pracovní rychlosti ΔV_p	$\bar{\emptyset}$ Pracovní rychlost skutečná
[km.h ⁻¹]	[s]	[km.h ⁻¹]	[km.h ⁻¹]	[km.h ⁻¹]
3	111,17	3,238	0,238	3,149
	115,28	3,123	0,123	
	112,84	3,19	0,19	
	114,13	3,154	0,154	
	118,45	3,039	0,039	
5	67,01	5,372	0,372	5,198
	70,4	5,114	0,114	
	68,29	5,272	0,272	
	71,19	5,057	0,057	
	69,56	5,173	0,173	



Obr. 45. Grafické znázornění skutečné pracovní rychlosti oproti zvolené

V Tab. 10. jsou napsány hodnoty, které byly naměřeny a dopočítány při zvolené pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ a 5 km.h⁻¹. U skutečné pracovní rychlosti je zřejmé, že žádná z hodnot není pod úroveň pracovní rychlosti zvolené. Největší rozdíl u skutečné pracovní rychlosti, oproti zvolené pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹, je u měření č. 1., kde skutečná pracovní rychlost je o 0,238 km.h⁻¹ větší. U zvolené pracovní rychlosti 5 km.h⁻¹ je největší rozdíl také u měření č. 1. s hodnotou o 0,372 km.h⁻¹ větší než je zvolená. Na

Obr. 45 se nachází grafické srovnání skutečné pracovní rychlosti oproti zvolené. Průměrná skutečná pracovní rychlost je 3,149 km.h⁻¹ a 5,198 km.h⁻¹.

7.3 Pracovní zátěž sklízecího ústrojí

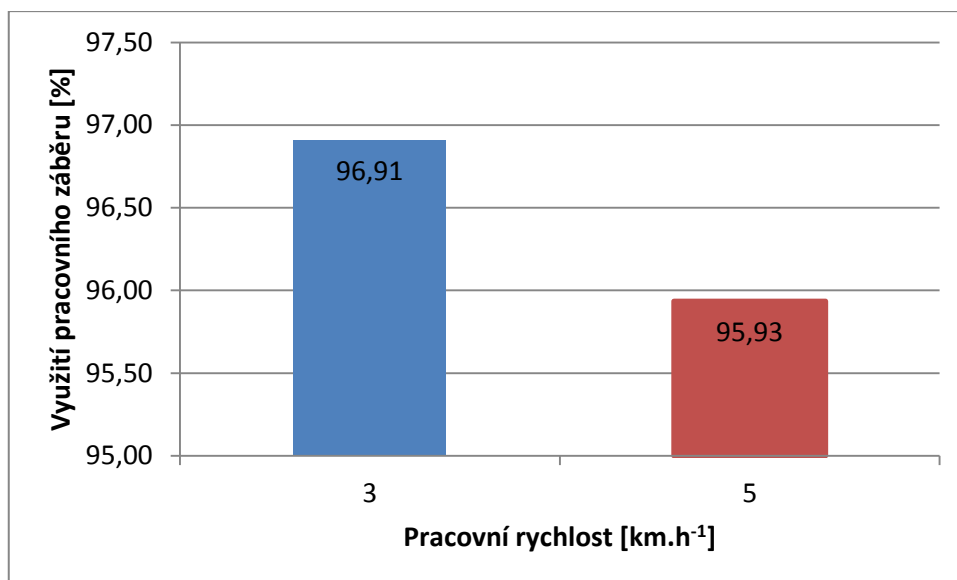
Dle metodiky byl naměřen pracovní zátěž sklízecího ústrojí a hodnoty uvedeny v následujících tabulkách a grafech.

Tab. 11. Pracovní zátěž žacího ústrojí

Zvolená pracovní rychlost	Vzdálenost na měřícím úseku	Konstrukční zátěž	Pracovní zátěž	Součinitel využití zátěži β
[km.h ⁻¹]	[m]	[m]	[m]	[%]
3	10	7,6	7,42	97,63
	20		7,38	97,11
	30		7,35	96,71
	40		7,29	95,92
	50		7,47	98,29
	60		7,36	96,84
	70		7,41	97,50
	80		7,32	96,32
	90		7,28	95,79
	100		7,37	96,97
5	10		7,21	94,87
	20		7,37	96,97
	30		7,27	95,66
	40		7,33	96,45
	50		7,21	94,87
	60		7,38	97,11
	70		7,24	95,26
	80		7,32	96,32
	90		7,22	95,00
	100		7,36	96,84

Tab. 12. Vyhodnocení pracovního zátěhu sklízecího ústrojí

Zvolená pracovní rychlost [km.h ⁻¹]	Pracovní zátěž	
	σV_p [m]	β [%]
3	7,365	96,91
5	7,291	95,93



Obr. 46. Využití pracovního zátěhu sklízecího ústrojí v závislosti na pracovní rychlosti

V Tab. 11. a 12. se nachází hodnoty, které byly naměřeny a dopočítány podle metodiky práce. Z vyhodnocení součinitele využití pracovního zátěhu β v Tab. 12. je možné sledovat, že při nižší rychlosti byl součinitel pracovního zátěhu větší než u rychlosti vyšší. Na Obr. 46. je grafické znázornění využití pracovního zátěhu sklízecího ústrojí v závislosti na pracovní rychlosti sklízecí mlátičky. Z pohledu na uvedené hodnoty můžeme s určitostí říci, že využití pracovního zátěhu stroje je lépe dosahováno při nižší pracovní rychlosti. U pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ bylo dosaženo využití pracovního zátěhu z 96,91 %. Oproti tomu u rychlosti 5 km.h⁻¹ pracovního zátěhu bylo využito z 95,93 %, který je o téměř 1 % nižší. Důvod proč by tomu tak mohlo být, je možné hledat u obsluhy sklízecí mlátičky. Obsluha při práci kontroluje velké množství pracovních mechanismů i údajů vyobrazených na palubním počítači a je logické, že s rostoucí pracovní rychlostí klesá pozornost na sklízecí ústrojí, přičemž zde mohou nastat větší odchylky, což v konečném důsledku může vést ke snižování využití pracovního zátěhu.

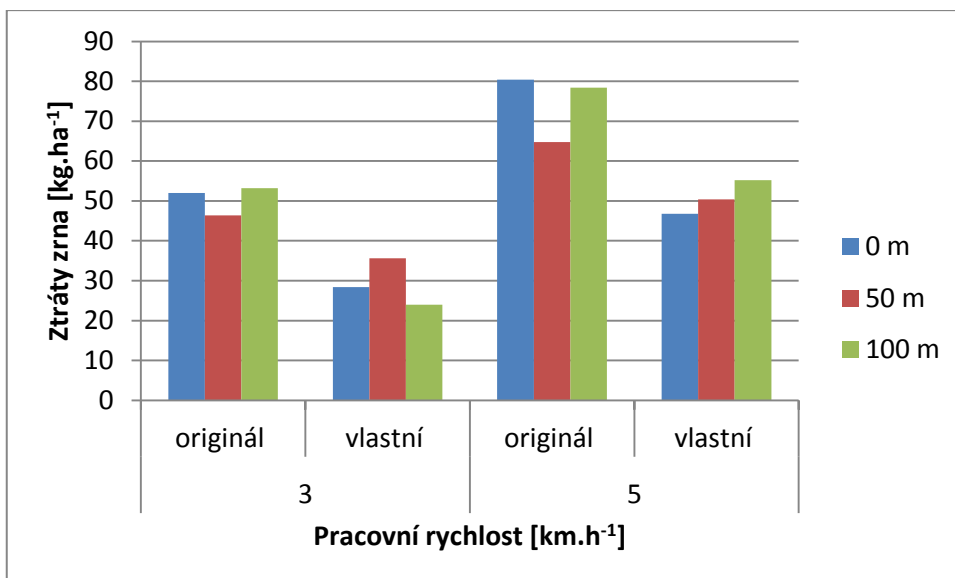
7.4 Sklizňové ztráty

Postupem dle metodiky byly ztráty za sklízecí mlátičkou naměřeny, z nichž dopočítány hodnoty ztrát v $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, v % a výsledky uvedeny v *Tab. 13*.

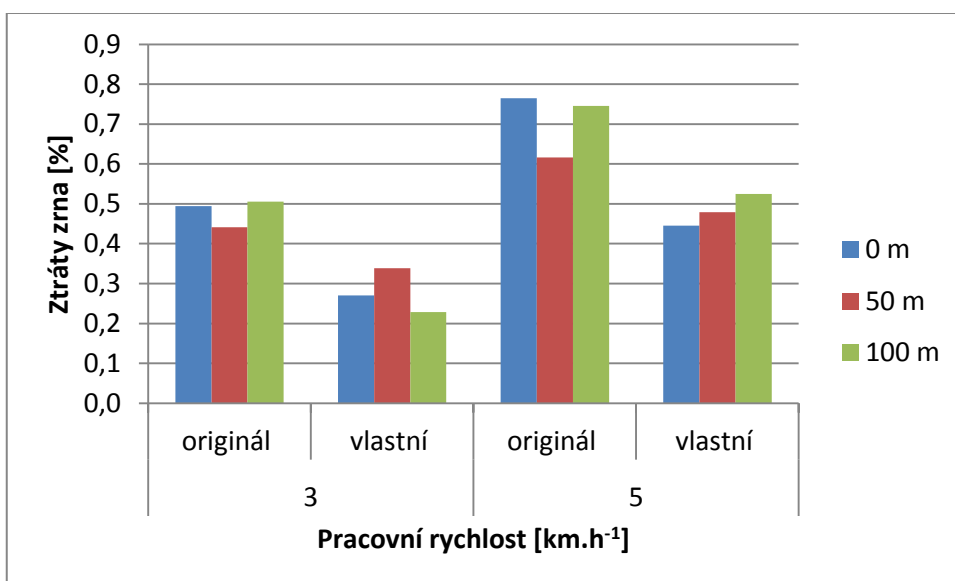
Tab. 13. Vyhodnocení sklizňových ztrát

Zvolená pracovní rychlost	Nastavení plodiny	Vzdálenost na měřicím úseku	Biologický výnos	Ztráty zrna	
				[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[%]
[$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]	[originál/vlastní]	[m]	[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[%]
3	originál	0	10 516	52,0	0,494
		50		46,4	0,441
		100		53,2	0,506
	vlastní	0		28,4	0,270
		50		35,6	0,339
		100		24,0	0,228
5	originál	0		80,4	0,765
		50		64,8	0,616
		100		78,4	0,746
	vlastní	0	46,8	0,445	
		50	50,4	0,479	
		100	55,2	0,525	

V *Tab. 13*. u sklizňových ztrát zrna při zvolené pracovní rychlosti $3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ je možné vidět, že hodnoty se pohybují od 24 do $52 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. U pracovní rychlosti $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ se ztráty pohybují v rozmezí od 50,4 do $80,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. U těchto hodnot je možné sledovat, že s rostoucí pojezdovou rychlostí dochází ke zvyšování ztrát zrna za sklízecí mlátičkou, ale i rozpětí ztrát zrna se zvyšující rychlostí nadále roste. Ztráty zrna při sklizni u pracovní rychlosti $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ při nastavení originál hodnot plodiny a jednoho údaje při vlastních nastavených hodnotách jsou nad hranicí nízkých ztrát zrna. Všechny ostatní hodnoty se nacházejí pod hranicí nízkých ztrát zrna při sklizni, která je 0,5 % z celkového výnosu plodiny.



Obr. 47. Vliv ztrát zrna [kg·ha⁻¹] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky



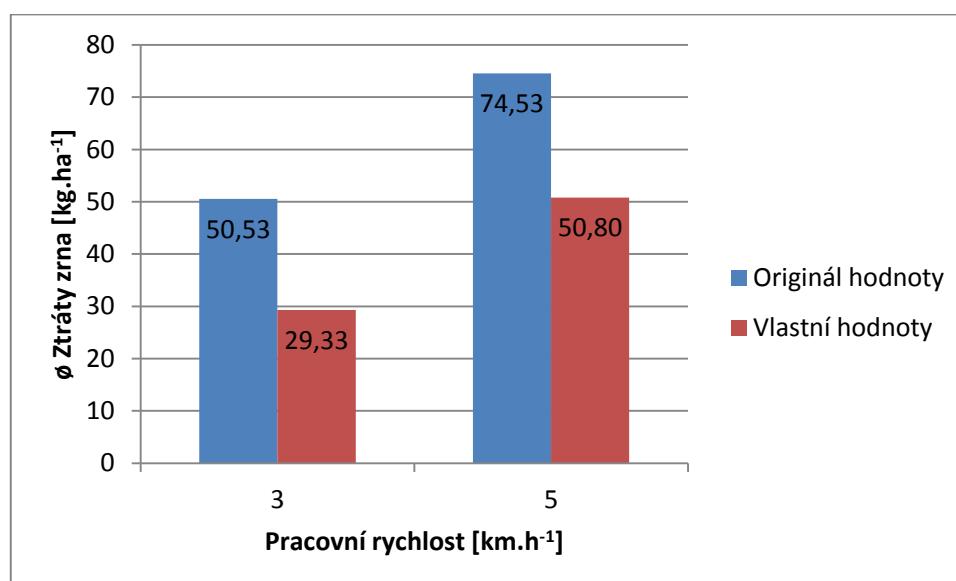
Obr. 48. Vliv ztrát zrna [%] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky

Na Obr. 47. a 48. se nachází grafické znázornění množství ztrát zrna v kg·ha⁻¹ i v % v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky měřených v měřicím úseku 0, 50 a 100 m. Grafické znázornění na obou obrázcích je identické, pouze s rozdílem, že v prvním obrázku jsou hodnoty ztrát zrna uvedeny v kg·ha⁻¹ a na druhém je možné sledovat množství ztrát zrna v %. Na obrázcích je patrné, že ztráty zrna u vlastních zadaných hodnot pro plodinu pšenice u obou sledovaných rychlostí jsou vždy nižší. Nejvyšší hodnota ztrát zrna u rychlosti 3 km·h⁻¹

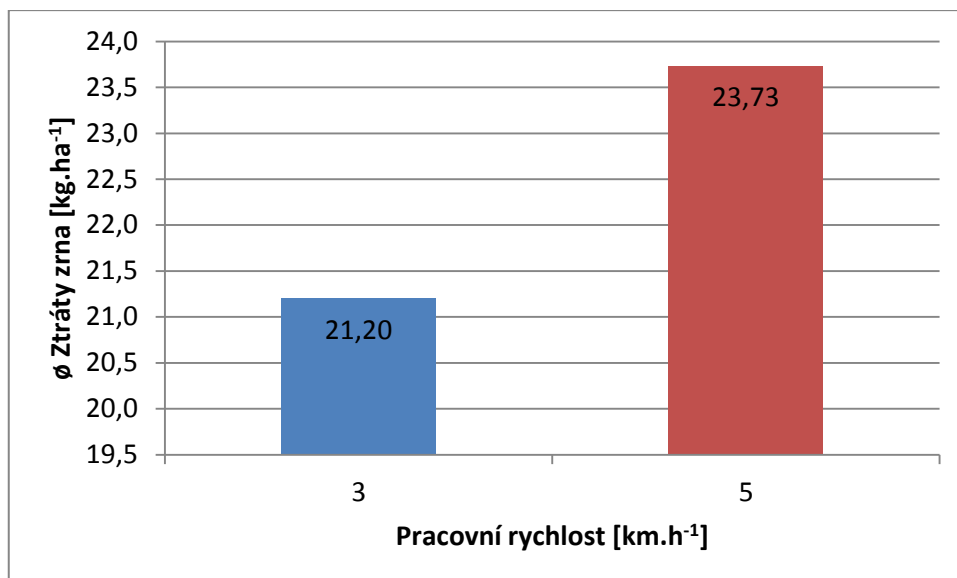
se nachází u nastavení originál hodnot pro plodinu a to $52 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Naopak nejnižší hodnota je $24 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, která byla vyhodnocena při vlastních nastavených hodnotách plodiny. U pracovní rychlosti $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ je to obdobné. Nejvyšší hodnota je $80,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ u originál hodnot plodiny a $46,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ u vlastních nastavených hodnot. Na grafickém vyobrazení je možné pozorovat ztráty zrna, které s rostoucí pracovní rychlostí vzrůstají. Avšak zde můžeme sledovat ten nejdůležitější vztah, který se týká množství ztrát v závislosti na nastavení pracovních mechanismů sklízecí mlátičky. V obou případech pracovní rychlosti sklízecí mlátičky pokaždé s vlastními nastavenými hodnotami pro plodinu pšenice se dosahuje znatelně nižších ztrát na jednotku plochy. Důvodem může být tvrzení, že výrobce do palubního počítače ukládá hodnoty pro práci jednotlivých pracovních mechanismů podle nějakých normativů, které zcela nemusí korespondovat se stavem porostu. U každého porostu jsou jiné sklizňové podmínky a podle toho musí obsluha vyhodnotit situaci a nastavení sklízecí mlátičky provést podle konkrétních podmínek.

Tab. 14. Průměrné hodnoty ztrát zrna

Zvolená pracovní rychlost	Originál hodnoty		Vlastní hodnoty		Rozdíl	
	$\bar{\sigma} Z_z$		$\bar{\sigma} Z_z$		$\bar{\sigma} Z_z$	
[$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]	[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[%]	[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[%]	[$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$]	[%]
3	50,53	0,481	29,33	0,279	21,20	0,202
5	74,53	0,709	50,80	0,483	23,73	0,226



Obr. 49. Grafické znázornění průměrných ztrát zrna [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pracovní rychlosti sklízecí mlátičky



Obr. 50. Grafické znázornění rozdílu průměrných ztrát zrna [kg·ha⁻¹] mezi originál hodnotami a vlastními zvolenými hodnotami při různé pojzdové rychlosti sklízecí mlátičky

V Tab. 14. jsou uvedeny průměrné hodnoty ztrát zrna a graficky vyobrazeny v Obr. 49. a Obr. 50. Na Obr. 49. při pracovní rychlosti 3 km·h⁻¹ je možné pozorovat změnu ztrát zrna při nastavení vlastních hodnot plodiny z 50,53 kg·ha⁻¹ na 29,33 kg·ha⁻¹, což je snížení o 41,96 %. Stejně tomu tak je u pracovní rychlosti 5 km·h⁻¹, kde ztráty ze 74,53 kg·ha⁻¹ klesly na hodnotu 50,85 kg·ha⁻¹, přičemž v tomto případě se ztráty snížily o 31,83 %. U pracovní rychlosti 5 km·h⁻¹ došlo k menšímu snížení ztrát zrna. Důvodem může být to, že při biologickém výnosu více než 10 000 kg·ha⁻¹ sklízecí mlátička s tangenciálním mláticím ústrojím a separací pomocí klávesových vytrásadel není konstrukčně uzpůsobena tomu, aby při takové pracovní rychlosti sklizenou hmotu vymlátila a z hrubého omlatu odseparovala zrno tak, aby ztráty byly co nejnižší.

Na Obr. 50. se nachází grafické vyhodnocení rozdílu průměrných ztrát zrna [kg·ha⁻¹] mezi originál hodnotami a vlastními zvolenými hodnotami při různé pojzdové rychlosti sklízecí mlátičky. Z grafu je patrné, že při zvýšení pracovní rychlosti stroje narůstá i rozdíl průměrných ztrát zrna mezi nastavenými originál hodnotami a vlastními zvolenými hodnotami. U pracovní rychlosti 3 km·h⁻¹ rozdíl průměrných ztrát zrna mezi originál a vlastními nastavenými hodnotami je 21,2 kg·ha⁻¹. Co se týká pracovní rychlosti 5 km·h⁻¹, zde rozdíl průměrných ztrát zrna činí 23,73 kg·ha⁻¹.

8 DISKUSE

Polně-laboratorní měření bylo provedeno na sklízecí mlátičce, kterou na začátku roku 2014 pořídil pan Emil Skula. Pan Skula bydlí na Vysočině ve vesnici jménem Domanín, je soukromě hospodařící rolník a vlastní rodinnou farmu. Celkově obhospodařuje 90 ha zemědělské půdy, zabývá se rostlinnou a živočišnou výrobou, poskytováním služeb a doplňkovou činností.

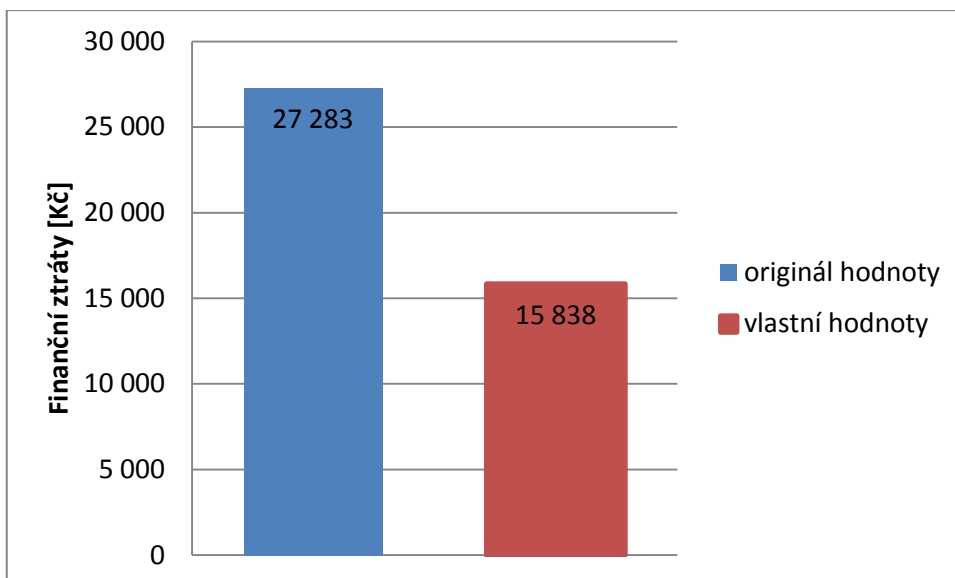
Polně-laboratorní měření bylo provedeno na Slovensku ve společnosti PD Horné Obdokovce, kde sklízecí mlátička začínala svoji sezónu roku 2014. V tomto podniku byl vybrán pozemek o rozloze 52,56 ha, kde se nacházel porost pšenice ozimé. Zde bylo provedeno měření ztrát zrna při různé pracovní rychlosti, nastavení pracovních mechanismů podle originál hodnot od výrobce a vlastních zvolených hodnot. Nejdříve byl proveden odběr vzorků z 1 m², kde bylo vyhodnocováno několik parametrů. Podle vyhodnocení v *Tab. 9.* se na 1 m² v průměru nacházelo 503 rostlin s délkou klasu 97,65 mm a v každém klasu bylo 47 zrn. Po vydrolení a zvážení zrna ze vzorku bylo přepočtem zjištěno, že porost pšenice má biologický výnos 10 516 kg.ha⁻¹. Jako další byla pozorována skutečná pracovní rychlost oproti zvolené a vyhodnocení se nachází v kapitole 7.2. Zvolená pracovní rychlost byla 3 a 5 km.h⁻¹ a skutečná pracovní rychlost byla 3,149 km.h⁻¹ a 5,198 km.h⁻¹. Měřen byl i skutečný pracovní záběr sklízecího ústrojí o konstrukčním záběru 7,6 m a z naměřené hodnoty vypočítán součinitel využití záběru β . Při pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ součinitel β byl 96,91 %, ale při pracovní rychlosti 5 km.h⁻¹ měl součinitel β hodnotu 95,93 %. Zde je rozdíl 0,98 %, z tohoto výsledku se dá usoudit, že s rostoucí pracovní rychlostí sklízecí mlátičky bude klesat součinitel β , protože obsluha kontroluje mnoho řídicích prvků a pracovních mechanismů, že při řízení stroje nastávají větší odchylky v mezeře mezi hranou porostu a krajem sklízecího ústrojí a tím klesá i součinitel β . Pro lepší využití konstrukčního záběru sklízecího ústrojí výrobci vybavují sklízecí mlátičky systémem navádění stroje v porostu podle laserového paprsku nebo některé stroje je na přání možné vybavit systémem navádění podle GPS signálu, kde přesnost navádění se pohybuje v řádech centimetrů. Jako poslední a nejdůležitější probíhalo měření množství ztrát zrna. Zde byly měřeny a vyhodnocovány sklizňové ztráty v závislosti na rychlosti pohybu stroje, nastavení pracovních mechanismů podle originál hodnot od výrobce a vlastní zvolené. Po vyhodnocení při pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ a originál hodnot průměrné ztráty zrna byly 50,53 kg.ha⁻¹, ale u vlastních zvolených hodnot ztráty zrna klesly na hodnotu 29,33

kg.ha⁻¹. U pracovní rychlosti 5 km.h⁻¹ a originál nastavených hodnot průměrné ztráty dosahovaly 74,53 kg.ha⁻¹, nýbrž při vlastních zvolených hodnotách ztráty zrna se snížili na 50,8 kg.ha⁻¹. Je jasné, že pokud se bude zvyšovat pracovní rychlost, porostou i sklizňové ztráty způsobené vytrásadly a čistidlem, jak je možné spatřit na *Obr. 49*. Z tohoto obrázku je na první pohled dále jasné, že z hlediska ztrát zrna u zvolených rychlostí jsou pokaždé nižší ztráty tam, kde byly v palubním počítači sklízecí mlátičky nastaveny vlastní zvolené hodnoty pro pšenici. U pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ ztráty zrna klesly o 41,96 %, u pracovní rychlosti 5 km.h⁻¹ se snížily o 31,83 %.

V případě, že by sklízecí mlátička, u které probíhalo měření, měla sklízet v podniku pšenici ozimou při pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ z plochy 150 ha při výkupní ceně 3 600 Kč.t⁻¹ a obsluha v palubním počítači by nastavila originál hodnoty nebo vlastní zvolené, tak rozdíl z hlediska kalkulace ztrát v Kč by mohl vypadat podle následující tabulky a grafu.

Tab. 15. Kalkulace ztrát při sklizni 150 ha pšenice ozimé

Zvolená pracovní rychlost	Nastavení plodiny	Ztráty zrna		Ztráty
		1 ha	150 ha	
[km.h ⁻¹]	[originál/vlastní]	[kg]		[Kč]
3	originál	50,53	7 579,5	27 283
	vlastní	29,33	4 399,5	15 838
rozdíl		21,20	3 180,0	11 445



Obr. 51. Vyjádření finanční ztráty při sklizni 150 ha pšenice ozimé

Podle zvoleného příkladu byly spočítány ztráty a zobrazeny v *Tab. 15* a *Obr. 51*. Při sklizni 150 ha pšenice ozimé a originál nastavených hodnot budou sklizňové ztráty 7 579,5 kg (27 283 Kč). U vlastních zvolených hodnot sklizňové ztráty budou 4 339,5 kg (15 838 Kč). Po vyhodnocení při vlastních zvolených hodnotách v palubním počítači sklízecí mlátičky by došlo k úspoře 3 180 kg pšenice ozimé v hodnotě 11 445 Kč. Pro představu, kdybychom pšenici ozimou pěstovali pro osivářskou společnost, tak s úsporou 3 180 kg při výsevu $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ by bylo možné pro další sklizeň oset plochu 15,9 ha. Nebo za uspořených 11 445 Kč je možné vypěstovat obilovinu na ploše 1 ha.

9 ZÁVĚR

Úkolem této práce na téma možnosti využití automatizačních prvků sklízecích mlátiček bylo zkoumání množství ztrát zrna v závislosti na pojezdové rychlosti, nastavení pracovních mechanismů podle originál hodnot od výrobce a vlastních zvolených hodnot pomocí automatizačních prvků, které se dnes běžně ve sklízecích mlátičkách nacházejí a uplatňují.

Pro polně-laboratorní měření jsem si vybral sklízecí mlátičku Claas Lexion 650. Pro zprostředkování měření byl zvolen porost pšenice ozimé, který se nacházel na pozemku o rozloze 52,56 ha. Zde jako první byly odebrány vzorky, kde se v průměru na 1 m² nacházelo 503 rostlin s průměrnou délkou klasu 97,65 mm a se 47 zrny v jednom klasu. Po vyhodnocení porost pšenice disponoval biologickým výnosem 10 516 kg.ha⁻¹. Dále byla pozorována skutečná pracovní rychlost oproti zvolené. Zvolená pracovní rychlost byla 3 a 5 km.h⁻¹, skutečná byla vyhodnocena v průměru 3,149 km.h⁻¹ a 5,198 km.h⁻¹. Posuzován byl i pracovní záběr sklízecího ústrojí s konstrukčním záběrem 7,6 m. Při pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ součinitel využití pracovního záběru byl 96,91 % a při rychlosti 5 km.h⁻¹ bylo pracovního záběru využito z 95,93 %. Ovšem nejdůležitější ze všech zkoumaných údajů byly sklizňové ztráty zrna. Zde kromě různé pojezdové rychlosti, jak je uvedeno výše, byly v palubním počítači sklízecí mlátičky nastavovány originál uložené hodnoty pracovních mechanismů pro příslušnou plodinu a vlastní zvolené. Z grafického znázornění je patrné, že s rostoucí rychlostí sklízecí mlátičky vzrůstaly i sklizňové ztráty. U pracovní rychlosti 3 km.h⁻¹ a originál nastavených hodnotách ztráty zrna byly 50,53 kg.ha⁻¹, naproti tomu při vlastních zvolených hodnotách se ztráty snížily na hodnotu 29,33 kg.ha⁻¹, což je snížení o 41,96 %. Při zvolené pracovní rychlosti 5 km.h⁻¹ a originál hodnot ztráty dosahovaly 74,53 kg.ha⁻¹, avšak u vlastních zvolených hodnot ztráty byly 50,8 kg.ha⁻¹, z čehož plyne snížení ztrát o 31,83 %. Při posledním grafickém znázornění bylo patrné, že s rostoucí pracovní rychlostí narůstá rozdíl průměrných ztrát zrna.

Z výsledků vyhodnocených při polně-laboratorním měření vyplývá, že problematika spojená s automatizačními prvky u sklízecích mlátiček by neměla být každému lhostejná. Při vyhodnocení měření se potvrdilo, že pro příslušnou plodinu vlastní zvolené hodnoty každého pracovního mechanismu oproti originál uloženým hodnotám ve všech případech vychází lépe a to o desítky procent. Z tohoto důvodu by každý, kdo obsluhuje sklízecí mlátičku, měl brát v potaz to, že nastavení plodiny podle

originál hodnot od výrobce nemusí znamenat nejlepší variantu toho, aby bylo docíleno sklizně v co nejrychlejším čase a s minimálními sklizňovými ztrátami. Každý vedoucí podniku by měl zajistit řádné proškolení obsluhy na tuto problematiku nebo je i na prodejcích, aby nového majitele či obsluhu s touto skutečností řádně seznámili.

V rámci žní jsem několik roků působil také jako obsluha sklízecích mlátiček značky Claas a z vlastní zkušenosti mohu říci, že jsem se setkal s mnoha případy, kdy moji kolegové v palubním počítači sklízecí mlátičky nastavili originál hodnoty pracovních mechanismů pro příslušnou plodinu a toto nastavení zde muselo být i přesto, že jsem několikrát upozornil třeba na značné snížení čistoty zrna v zásobníku zrna nebo na nevyláčené klasy v řádku slámy. Takže i automatizační prvky, které jsou do sklízecích mlátiček instalovány pro jejich snadné použití a rychlé nastavení pracovních mechanismů, aniž by obsluha musela opouštět kabinu stroje, fungují spolehlivě, avšak pro kontrolu správné a hospodárné činnosti stále potřebují zásah lidského faktoru.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AGRÁRNÍ KOMORA ČR, 2014: *Soupis ploch osevů 2014*. Databáze online [cit. 2015-03-10]. Dostupné na: <<http://www.apic-ak.cz/soupis-ploch-osevu-2014.php>>.

AGROTEC A.S. *New Holland CX5000 & CX6000*. Databáze online [cit. 2015-03-24]. Dostupné na: <<http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/cx5000-cx6000-prospekt-dae4ae-159ab.pdf?redir>>.

AGROTEC A.S. *New Holland CX6090 Elevation*. Databáze online [cit. 2015-04-12]. Dostupné na: <<http://www.eagrotec.cz/cx6090>>.

AUTOLINE. *Claas Sunspeed 12-70*. Databáze online [cit. 2015-02-03]. Dostupné na: <<http://autoline.com.ua/sf/selhoztehnika-zhatka-dlya-uborki-podsolnechnika-CLAAS-SUNSPPEED-12-70--12061916043694825900.html>>.

BŘEČKA J., HONZÍK I., NEUBAUER K., 2001. *Stroje pro sklizeň píce a obilovin*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 147 s. ISBN: 80-213-0738-2.

CLAAS KGaA MBH, *Autamische Lenksysteme*. Databáze online [cit. 2015-04-12]. Dostupné na: <<http://www.claas.de/produkte/maehdrescher/lexion670-620/elektronik-bediienung/automatische-lenksysteme>>

CLAAS KGaA MBH, 2011: *Provozní návod Lexion 770-620*. Claas kga mbh. Harsewinkel, 1006 s

CLAAS KGaA MBH. *Vorsatzgeräte*. Databáze online [cit. 2015-02-02]. Dostupné na: <<http://www.claas.de/>>.

CLAAS KGaA MBH, *Lexion 670, 660, 650, 640, 630, 620*. Agralll zemědělská technika a.s. Bantice.

ČERVINKA J., SEDLÁK P., TRUNEČKA K., 2003: *Technika a technologie pro rostlinnou výrobu – návody do cvičení*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 188 s. ISBN: 80-7157-713-8.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2015: *Vývoj ploch a sklízni zemědělských plodin v letech 2003 až 2014*. Databáze online [cit. 2015-03-10]. Dostupné na: <[http://www.czso.cz/csu/2015edicniplan.nsf/t/EB002D11C0/\\$File/2701411501.pdf](http://www.czso.cz/csu/2015edicniplan.nsf/t/EB002D11C0/$File/2701411501.pdf)>.

GAILER S., *Opti-Fan-Reinigung mit SmartSieve System*. Databáze online [cit. 2015-03-24]. Dostupné na: <<http://www.maschinen-gailer.at/>>.

GERINGHOFF, *Geringhoff adapterek*. Databáze online [cit. 2015-02-03]. Dostupné na: <<http://www.geringhoff.hu/>>.

HEŘMÁNEK P., KUMHÁLA F., 1997: *Nové konstrukce sklízecích mlátiček*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 54 s. ISBN: 80-86153-33-9.

JAMBOR M., 2013: *Vliv sklízecích ústrojí sklízecí mlátičky na ekonomiku jejího provozu*. Diplomová práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), Mendelova univerzita v Brně, Brno, 66 s.

JANDA D., *Mláticí a separační mechanismy sklízecích mlátiček*. Databáze online [cit. 2015-02-27]. Dostupné na: <<http://kombajny.wz.cz/document/mlatsep.pdf>>.

KAUFMAN LANDTECHNIK GMBH, *Lexion 560-510*. Databáze online [cit. 2015-03-24]. Dostupné na: <<http://www.kaufmann-landtechnik.at/>>.

KUMHÁLA F. (ed.), 2007: *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 426 s. ISBN: 978-80-213-1701-7.

LANDWIRT. *Mährescher Claas Medion 310*. Databáze online [cit. 2015-03-24]. Dostupné na: <<http://www.landwirt.com/ez/index.php/kleinanzeigen/anfrage/159694>>.

LAVERDA S.P.A., *Hillside combines*. Databáze online [cit. 2015-04-12]. Dostupné na: <http://www.laverdaworld.com/en/prodotti/hillside_20>.

LAVERDA S.P.A., *M400 Levelling concept series*. Databáze online [cit. 2015-04-12]. Dostupné na: <http://www.laverdaworld.com/en/prodotti/m400-levelling-concept-series_17>.

MALEŘ J., 1989. *Samojízdné sklizeče zrnin*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 360 s. ISBN: 80-209-0000-4.

- MAŠEK J., 2005: Sklízecí mlátičky. *Farmář*. 11 (3): 61-66 s., ISSN: 1210-9789.
- MAŠEK J., 2008: *Tangenciální a axiální mláticí mechanismus*. Databáze online [cit. 2012-02-13]. Dostupné na: <http://czu.kbx.cz/4.rocnik/%d8%edzen%ed%20a%20obsluha%20skl%edzec%edch%20ml%e1ti%e8ek/P%f8edn%e1%9aky%20_%20Ing_Ma%9aek/>.
- MICHAL P., 2005: Když sklízecí mlátička řídí a myslí. *Top Agrar*. 44 (7): s. 68. ISBN: 9770342239000.
- NEUBAUER K. (ed.), 1989: *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 720 s. ISBN: 80-209-0075-6.
- NEWHALL M., 2002: *Self-Leveling Sieve for level land combines*. Databáze online [cit. 2015-02-23]. Dostupné na: <http://www.farmshow.com/a_article.php?aid=15357>.
- NEW HOLLAND AGRICULTURE., *CR9000 Twin Rotor® Combines*. Databáze online [cit 2015-03-16]. Dostupné na: <<http://agriculture.newholland.com/>>
- NOVLAN BROS SALES, 2012:.. Databáze online [cit. 2015-02-23]. Dostupné na: <<http://novlanbros.com/>>
- PASTOREK Z. ,(ed.), 2002: *Zemědělská technika dnes a zítra*. Nakladatelství Martin Sedláček, 144 s. ISBN 80-902413-4-4.
- SKLÁDANKA J., 2006: *Kukuřice setá*. Databáze online [cit. 2015-02-25]. Dostupné na: <http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html>.
- STROJE SLOVAKIA S.R.O. *Katalog strojov a predajcov*. Databáze online [cit. 2015-01-29]. Dostupné na :<<http://www.strojeslovakia.sk/polnohospodarske-stroje/>>.
- STROJE SLOVAKIA S.R.O., *Technický popis stroja CLAAS LEXION 600*. Databáze online [cit. 2015-03-20]. Dostupné na: <<http://www.strojeslovakia.sk/polnohospodarske-stroje/product/3740-CLAAS-LEXION-600/>>.

ŠTURSA V., 2014: *Nové mlátičky CX 5000/6000 Elevation*. Databáze onile [cit. 2015-03-23]. Dostupné na: <<http://www.bisohostomice.cz/vsechny-clanky/nove-cx-5000-6000-elevation/>>.

VENCEL M., 2013: *Automatizační a regulační prvky sklízecích mlátiček*. Bakalářská práce (in MS, dep. knihovna MENDELU V Brně), Mendelova univerzita v Brně, Brno, 43 s.

VÝZKUMNÝ ÚSTAV PÔDOZNALECTVA A OCHRANY PÔDY, 2014: *Register pôdy-LPIS*, Databáze online [cit. 2015-04-04]. Dostupné na: <http://www.podnemapy.sk/lpis_verejnost/viewer.htm>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Sklízecí mlátička při vyprazdňování zásobníku zrna	13
Obr. 2. Schéma mlátícího a separačního ústrojí sklízecích mlátiček.....	15
Obr. 3. Tangenciální způsob výmlatu	16
Obr. 4. Axiální způsob výmlatu.....	16
Obr. 5. Technologický proces sklízecí mlátičky s tangenciálním mlátícím ústrojím.....	16
Obr. 6. Technologický proces sklízecí mlátičky s axiálním mlátícím a separačním ústrojím	18
Obr. 7. Sklízecí ústrojí sklízecích mlátiček pro různé plodiny	20
Obr. 8. Udržování stálé výšky strniště hmatači	22
Obr. 9. Příčné a podélné kopírování sklízecího ústrojí.....	23
Obr. 10. Synchronizace otáček přiháněče s pojezdovou rychlostí	24
Obr. 11. Aktivní ochrana mlátícího ústrojí proti vniknutí cizího tělesa ASD (Advanced Stone Detection)	26
Obr. 12. Schéma činnosti řemenového variátoru.....	28
Obr. 13. Mechanický pohon mlátícího ústrojí s hydraulicky ovládaným variátorem	28
Obr. 14. Schéma čistícího ústrojí.....	30
Obr. 15. Regulační elektromotor pro nastavení soustavy sít	31
Obr. 16. Snímač otáček ventilátoru	31
Obr. 17. Elektromotor nastavení otáček ventilátoru	32
Obr. 18. Zařízení pro monitorování ztrát na sklízecí mlátičce	34
Obr. 19. Ztráty při sklizni v různém terénu	35
Obr. 20. Schéma konstrukční úpravy sklízecí mlátičky při sklizni na svahu	35
Obr. 21. Podélné vyrovnávání sklízecí mlátičky při jízdě do svahu.....	37
Obr. 22. Sklizeň obilovin na příčném svahu.....	38
Obr. 23. Příčné a podélné vyrovnávání pomocí čtyřkloubového mechanismu	39
Obr. 24. Příčné vyrovnávání sítové skříně.....	40
Obr. 25. Příčné vyrovnávání podélných částí horního úhrabečného síta.....	41
Obr. 26. Schéma pohybu síta do strany na svahu	42
Obr. 27. Příčné vyrovnávání sít při práci na svahu.....	42
Obr. 28. Vyrovnávání sítové skříně 3-D.....	43
Obr. 29. Vyrovnávání sítové skříně Smart Sieve	43
Obr. 30. Podélná eliminace sklonu svahu pomocí otáček ventilátoru	44

Obr. 31. Navádění sklízecí mlátičky prostřednictvím systému Laser pilot	45
Obr. 32. Sklízecí mlátička Claas Lexion 650 při sklizni pšenice ozimé	55
Obr. 33. Elektronický palubní informační systém	58
Obr. 34. Ovládací pult CEBIS	59
Obr. 35. Zobrazení pro přepravu na monitoru CEBIS	60
Obr. 36. Zobrazení pro sklizeň na monitoru CEBIS	61
Obr. 37. Satelitní snímek vybraného pozemku	63
Obr. 38. Porost pšenice ozimé na pozemku „Radošina“	64
Obr. 39. Vymezení vzorku s následným odběrem	64
Obr. 40. Vytyčení měřicího úseku	67
Obr. 41. Sklízecí mlátička při sklizňové práci v měřicím úseku	67
Obr. 42. Schéma plochy pro odběr vzorku z 1 m ²	68
Obr. 43. Vytyčení 1 m ² pro odběr sklizňových ztrát	68
Obr. 44. Vysbírání sklizňových ztrát z kontrolní plochy	69
Obr. 45. Grafické znázornění skutečné pracovní rychlosti oproti zvolené	72
Obr. 46. Využití pracovního záběru sklízecího ústrojí v závislosti na pracovní rychlosti	74
Obr. 47. Vliv ztrát zrna [kg.ha ⁻¹] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky	76
Obr. 48. Vliv ztrát zrna [%] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky	76
Obr. 49. Grafické znázornění průměrných ztrát zrna [kg.ha ⁻¹] v závislosti na nastavení pracovních mechanismů a pracovní rychlosti sklízecí mlátičky	77
Obr. 50. Grafické znázornění rozdílu průměrných ztrát zrna [kg.ha ⁻¹] mezi originál hodnotami a vlastními zvolenými hodnotami při různé pojezdové rychlosti sklízecí mlátičky	78
Obr. 51. Vyjádření finanční ztráty při sklizni 150 ha pšenice ozimé	81

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Osevní plochy obilovin v České republice	9
Tab. 2. Ztráty zrna při sklizni	46
Tab. 3. Technické parametry sklízecí mlátičky Claas Lexion 650	57
Tab. 4. Vysvětlivky k Obr. 34.	59
Tab. 5. Struktura hlavního menu	62
Tab. 6. Originál hodnoty výrobce	65
Tab. 7. Vlastní nastavené hodnoty	66
Tab. 8. Vyhodnocení klasů ze snopů	70
Tab. 9. Vyhodnocení vzorků	71
Tab. 10. Vyhodnocení pracovní rychlosti sklízecí mlátičky	72
Tab. 11. Pracovní záběr žacího ústrojí	73
Tab. 12. Vyhodnocení pracovního záběru sklízecího ústrojí	74
Tab. 13. Vyhodnocení sklizňových ztrát	75
Tab. 14. Průměrné hodnoty ztrát zrna	77
Tab. 15. Kalkulace ztrát při sklizni 150 ha pšenice ozimé	80

SEZNAM VZORCŮ

(1.) Strana obdélníku kontrolní plochy	47
(2.) Množství zrna z kontrolní plochy	47
(3.) Procento ztrát zrna.....	47
(4.) Pracovní rychlost sklízecí mlátičky [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].....	51
(5.) Pracovní rychlost sklízecí mlátičky [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]	51
(6.) Průměrný pracovní záběr sklízecího ústrojí.....	52
(7.) Součinitel využití záběru.....	52
(8.) Strana obdélníku kontrolní plochy	53
(9.) Procento ztrát zrna.....	53