

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Vliv provozních parametrů sklízecí řezačky na ukazatele výkonnosti

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Novák, Ph.D.

Autor práce: Bc. Jan Mrkos

PRAHA 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Mrkos

Zemědělská technika

Název práce

Vliv provozních parametrů sklízecí řezačky na ukazatele výkonnosti.

Název anglicky

Influence of operational parameters of forage harvester on performance indicators.

Cíle práce

Cílem práce bude vyhodnotit kvalitativní a kvantitativní parametry práce sklízecí řezačky ve smíšeném provozu (sklizeň senáže a kukuřice) na výkonnostní parametry zvolené sklízecí řezačky.

Metodika

Na základě studia soudobé tuzemské i cizojazyčné literatury vytvořit rešerži na problematiku kvalitativních a konstrukčních parametrů sklízecích řezaček zejména s ohledem na výkonnost a parametry řezanky pro další využití. Praktická část práce pak bude věnována rozboru práce vybrané sklízecí řezačky v reálném nasazení. Mezi hodnocené parametry bude patřit spotřeba paliva, výkonnost, kvalitativní ukazatele řezanky atd. Práce bude obsahovat i náležité zhodnocení a disluzi k naměřeným výsledkům.

Doporučený rozsah práce

55 stran

Klíčová slova

řezanka, spotřeba paliva, průchodnost

Doporučené zdroje informací

Kumhála, F. et al. 2008. Zemědělská technika, ČZU v Praze, Praha, 426 p. ISBN 978-80-213-1701-7

Mcranal, D. M. a McNulty, P. B. 1978a. Impact Cutting Behavior of Forage Crops .1. Mathematical-Models and Laboratory Tests. Journal of Agricultural Engineering Research. 1978a, Sv. 23, 3, stránky 313-328.

Odborné a vědecké články a firemní literatura.

Persson, Sverker. 1987. Mechanics of cutting plant material. St. Joseph : American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 1987. ISBN 0-916150-86-0.

Srivastava, A. K., Goering, C. E. a Rohrbach, R. P. 2006. Hay and Forage Harvesting. Engineering principles of agricultural machines, American Society of Agricultural Engineers. 325, 2006.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Petr Novák, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 26. 1. 2017

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 02. 04. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vliv provozních parametrů sklízecí řezačky na ukazatele výkonnosti vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

dne.....

podpis.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Petr Novák, Ph.D. za vstřícný přístup a rady, které mi poskytl k vypracování této závěrečné práce.

Abstrakt: Cílem této diplomové práce je vyhodnotit kvalitativní a kvantitativní parametry práce sklízecí řezačky ve smíšeném provozu (sklizeň senáže a kukuřice) na výkonnostní parametry zvolené sklízecí řezačky. První část práce obsahuje představení funkcí konstrukčních částí sklízecí řezačky. Hlavní část je zaměřena na vyhodnocení měření řezanky stroje Claas Jaguar 960 při sklizni kukuřice na siláž. Hodnoceny jsou parametry kukuřičné řezanky při různém nastavení její délky. V závěru je vyhodnocena reálná výkonnost a doporučení pro nastavení sklízecí řezačky.

Klíčová slova: sklízecí řezačka, technické charakteristiky, konstrukce

Influence of operational parameters of forage harvester on performance indicators.

Summary: The aim of this diploma thesis is to evaluate qualitative and quantitative parameters of the work of forage harvester in mixed operation (haylage making and silage corn harvest) on the performance parameters of selected forage harvester. First, an overview of the general components of the forage harvester is given. The main part of the thesis is focused on the evaluation of the Claas Jaguar 960 forage harvester in the maize harvest for silage production. The parameters of the maize cut are evaluated with different length settings. Further, the theoretical and practical performance and recommendations for the harvester setting are evaluated.

Key words: forage harvesters, technical characteristics, structures

Obsah práce

1. Úvod	1
2. Cíl práce	2
3. Metodika řešení	2
4. Historie sklízecích řezaček.....	2
4.1 Vykonávané operace	2
4.2 Historie firmy Claas	3
5. Popis jednotlivých částí samochodných sklízecích řezaček	3
5.1 Vkládací ústrojí.....	4
5.1.1 Vkládací ústrojí - Claas Jaguar 960	5
5.1.4 Vkládací ústrojí – parametry	7
5.2 Řezací ústrojí	7
5.2.1 Řezací ústrojí bubnové	8
5.2.2 Teorie řezu s oporou	9
5.2.3 Řezací ústrojí – Claas Jaguar 960	9
5.2.4 Seřizování protiostrží	10
5.2.5 Broušení nožů	12
5.2.6 Opatření na zvýšení životnosti opotřebitelných dílů sklízecí řezačky.....	13
5.2.7 Řezací ústrojí V28 – parametry	14
5.3 Mačkácí ústrojí	14
5.3.1 MCC Shredlage	15
5.3.2 Mačkácí ústrojí – Claas Jaguar 960	16
5.3.3 Mačkácí ústrojí – parametry	17
5.4 Metací ústrojí	18
5.4.1 Metací ústrojí – Claas Jaguar 960	18
5.4.2 Metací ústrojí - parametry	19
5.5 Odhazovací komín.....	19
5.5.1 Odhazovací komín – Claas Jaguar 960	20
5.5.2 Odhazovací komín - parametry.....	21
5.6 Pohony	21
5.6.1 Pohon – Claas Jaguar 960	22
5.6.2 Pohonné ústrojí – Claas Jaguar 960	24
5.7 Motory	25

5.7.1 Motor – Claas Jaguar 960.....	25
5.7.2 Technické parametry motoru	26
5.8 Adaptéry.....	26
5.8.1 Sběrací adaptéry	26
5.8.2 Univerzální plošný žací adaptér pro vysoké plodiny.....	27
5.8.3 Odlamovací adaptéry	28
5.8.4 Adaptéry pro sklizeň tenkostébelných plodin	28
5.8.5 Adaptéry pro sklizeň rychle rostoucích dřevin	29
6. Praktická část práce	29
6.1 Sítový separátor	30
6.2 Výsledky měření.....	31
6.3 Vypočtené hodnoty.....	34
6.4 Výpočet průměrných hodnot, histogramy četností.....	36
6.5 Výsledné hodnoty, grafy	44
6.6 Provozní parametry při sklizni.....	46
7. Vyhodnocení výsledků, diskuze	47
7.1 Vyhodnocení výsledků měření řezanky	47
7.2 Vyhodnocení provozních parametrů	48
8. Závěr.....	49
9. Seznam použité literatury	51
10. Seznam obrázků	53
11. Seznam tabulek, grafů, rovnic, zkratk	54

1. Úvod

Řezání píce zaujímá v zemědělství významné místo už od doby, kdy hospodáři zjistili, že potrava pro dobytek je lépe stravitelná, pokud je nařezána na menší části. Tento proces sebou nese i další výhody, zejména snadnější manipulaci s nařezanou hmotou a především možnost ji uchovat po dlouhou dobu procesem mléčného kvašení. Toto jsou dnes hlavní důvody používání strojů sloužících k řezání píce.

První vyrobené řezačky byly stacionární (podobně jako v začátcích mnoha jiných technologií v zemědělství). S tím byla spojena nutnost hmotu na poli posekat, naložit, dovézt ke stacionární řezačce a následně ji materiálem plnit a zároveň odvážet pořezanou píci k dalšímu zpracování. Pro zjednodušení celého procesu se v dnešní době používají výhradně mobilní řezačky. Ty mohou být tažené, (jsou poháněny vývodovým hřídelem traktoru) nebo samochoďné. Mobilní sklízecí řezačka materiál seče (nebo sbírá), stlačuje, řeže, drtí zrno, aplikuje konzervační tekutinu a materiál dopravuje na odvozový prostředek. Následně je materiál odvezen do silážního žlabu nebo vakovacího zařízení, kde je stlačen a co možná nejlépe vytěsněn vzduch. V průběhu týdnů proběhne tzv. mléčné kvašení, bez přístupu vzduchu. Po jeho dokončení je materiál velmi trvalivý a energeticky vydatný pro zvířata nebo bioplynové stanice.

V současné době se častěji používají samochoďné sklízecí řezačky, které splňují požadavek na velký výkon, výbornou obratnost a celkovou ergonomii při plnění odvozového prostředku. První modely samochoďných sklízecích řezaček se začaly objevovat v 60. letech 20. století. Od té doby ušel vývoj dlouhou cestu a tento stroj se stal společně se sklízecí mlátičkou jedním z nejdražších strojů používaných v zemědělské prvovýrobě. Také náklady na provoz a údržbu jsou velmi finančně náročné. Mnoho podniků s menší výměrou proto řeší tuto operaci formou služby.

U sklízecí řezačky je nutné zabezpečit výborné seřízení celého stroje. Obzvláště u řezacího ústrojí je třeba dbát na jeho bezvadný stav, jinak hrozí rychlé snížení kvality zpracovávaného produktu, snížení výkonnosti a zvýšení spotřeby pohonných hmot. V posledních letech se do těchto strojů začaly zakomponovávat senzory, sledující například vlhlost zpracovávaného produktu, odhadovanou průchodnost, spotřebu paliva nebo časové využití při práci. Dále se začaly používat systémy, které ulehčují práci řidiče, která je jinak velmi náročná. Obsluha řezačky musí řídit, sledovat situaci na sklízecím adaptéru a zároveň rovnoměrně plnit odvozový prostředek. Z tohoto důvodu výrobci nabízejí systémy automatického řízení a v posledních letech i automatické plnění odvozového prostředku.

V této práci je sledován provoz a kvalita práce řezačky Claas Jaguar 960 r.v. 2010 s využitím laboratorního měření odebraných vzorků řezanky kukuřice při sklizni v roce 2017 ve společnosti Zepo a.s Leština. V první část je zaměřena na přehled funkčních částí společně s jejich požadavky na údržbu a seřízení. Praktická část práce se zabývá zhodnocením kvality kukuřičné řezanky při různém nastavení její teoretické délky. V závěru autor uvádí doporučení pro co nejefektivnější provoz sklízecí řezačky z hlediska údržby a seřízení.

2. Cíl práce

Cílem práce bude vyhodnotit kvalitativní a kvantitativní parametry práce sklízecí řezačky ve smíšeném provozu (sklizeň senáže a kukuřice) na výkonnostní parametry zvolené sklízecí řezačky.

3. Metodika řešení

Na základě studia soudobé tuzemské i cizojazyčné literatury vytvořit rešerzi na problematiku kvalitativních a konstrukčních parametrů sklízecích řezaček zejména s ohledem na výkonnost a parametry řezanky pro další využití. Praktická část práce pak bude věnována rozboru práce vybrané sklízecí řezačky v reálném nasazení. Mezi hodnocené parametry bude patřit spotřeba paliva, výkonnost, kvalitativní ukazatele řezanky atd. Práce bude obsahovat i náležité zhodnocení a diskuzi k naměřeným výsledkům.

4. Historie sklízecích řezaček

Sklízecí řezačky se na evropském trhu začaly objevovat po 2. světové válce. Důvodem bylo narůstající používání siláže jako krmiva pro dojnice a krmné býky.

První sklízecí řezačky byly nesené traktorem, později se začaly používat také tažené řezačky. Požadavek na výkon traktoru byl vysoký a s rostoucí velikostí strojů a polí se neustále zvětšoval. První samohodné sklízecí řezačky přišly na trh v 50. letech minulého století v USA a v 60. letech v Evropě. Dnes patří do výrobního programu velkých výrobců zemědělské techniky, kteří je dodávají do celého světa. Vývoj sklízecích řezaček byl razantní. Zdálo se, že požadavky na výkon motoru nebudou mít hranice. V tomto ohledu dnes samohodné sklízecí řezačky dokonce překonávají sklízecí mlátičky a traktory. V posledních letech se řezačky už nepoužívají jen ke sklizení píce, ale svou roli hrají také při sklizni rychle rostoucích dřevin. [1]

4.1 Vykonávané operace

- sečení, sběr píce, jejich nařezání, případně drcení,
- doprava hmoty do přepravních prostředků,
- řezačka musí zajišťovat výškovou i směrovou regulaci proudu řezanky, reverzaci smyslu otáčení podávacího (vkládacího) ústrojí a adaptéru,
- musí umožňovat automatického zastavení podávacího ústrojí při průchodu kovového předmětu,
- obsluhu tvoří jeden řidič,
- řezačky musí být vybaveny sklízecími ústrojími pro sečení tenkostébelných píce a jejich sběr, sklízecím ústrojím pro plošné a řádkové sečení tlustostébelných píce, odlamování kukuřičných palic a pro sbírání zavadlých píce, širokozáběrové sběrací ústrojí.

4.2 Historie firmy Claas

Firma Claas byla založena Augustem Claasem v roce 1913, který společně se svými bratry vyvinul vazač slámy. V 60. letech už přípojné řezačky přestávaly vyhovovat zvyšujícím se požadavkům na výkonnost, proto přišla firma Claas v roce 1973 s jejich první samohodnou sklízecí řezačkou Jaguar 60SF (obr. 1). Po té byl představen výkonnější model Jaguar 80SF (1975 – 1983). Následovaly modelové řady 600 (1983 – 1987) a 600 SL (1987 – 1998). V roce 1993 byla uvedena na trh nová řada JAGUAR 800, kde bylo použito koncepce motoru uloženého napříč. V roce 2007 byla představena řada 900, která se po funkční stránce dodnes liší oproti stále nabízené řadě 800 především plynule nastavitelnou délkou řezanky. [2]



Obr. 1 Claas Jaguar 60SF [2]

5. Popis jednotlivých částí samohodných sklízecích řezaček

V následujících kapitolách bude představeno konstrukční uspořádání jednotlivých funkčních částí tak, jak po sobě následují v toku materiálu samojízdnou sklízecí řezačkou. Na začátku každé podkapitoly je představena funkce a požadavky na daný konstrukční prvek.



Obr. 2 Schéma pracovních částí sklízecí řezačky [3]

5.1 Vkládací ústrojí

Vkládací ústrojí zajišťuje dopravu hmoty určenou rychlostí k řezacímu bubnu a také stlačení hmoty nezbytné k dosažení požadované kvality řezanky. Otáčky vkládacích válců jsou nastavitelné, jejich změna totiž ovlivňuje délku řezanky. Tuto plynulou změnu zajišťuje hydrostatický pohon vkládacího ústrojí, který umožňuje plynulou regulaci otáček vkládacích válců a tedy plynulou změnu délky řezanky.

Vkládací ústrojí také zajišťuje ochranu řezacího ústrojí. Musí zabránit proniknutí nežádoucího feromagnetického předmětu, který by mohl způsobit totální destrukci řezacího ústrojí. To umožňuje detektor, který reaguje na přítomnost magnetického materiálu mezi předními vkládacími válci. V okamžiku detekce musí být válce zastaveny v řádu milisekund.

Sklízecí řezačku je možno volitelně vybavit detektorem kamenů, které zpravidla nezpůsobí tak závažná poškození jako kovové předměty, ale přesto významně přispívají k opotřebení řezacího i vyhazovacího ústrojí. Při detekci nežádoucího předmětu musí pohon vkládacího ústrojí umožňovat dostatečně rychlé zastavení běhu i při maximálních otáčkách a následnou reverzaci k odstranění nežádoucího předmětu z pracovního prostoru.

5.1.1 Vkládací ústrojí - Claas Jaguar 960

Vkládací ústrojí řezačky JAGUAR tvoří dva páry vkládacích válců o šířce 730 mm (obr. 3). Pro stlačení procházející hmoty slouží dvě tažné pružiny. Dále je ústrojí osazeno hydraulickým tažným válcem. Ten působí na zadní předlisovací válce a vytváří konstantní tažnou sílu. To napomáhá k optimálnímu předlisování a materiál je přiváděn ztelně rovnoměrněji a klidněji k nožovému bubnu. Tomu dále napomáhá tlumič ve formě hydraulického válce (obr.2). Při rychlém vychýlení předního válce působí škrcení průtoku oleje proti této síle vychýlení. [3]



Obr. 3 Vkládací ústrojí Claas Jaguar [3]

Pohon vkládacího ústrojí je u všech řezaček Claas řady 900 řešen hydrostatickou jednotkou (obr. 4). Její hydrogenerátor je poháněn řemenem hlavního pohonu, krátkými hydraulickými hadicemi je olej veden do hydromotoru, od kterého je točivý moment veden kardanovým hřídelem na skříň vkládacího ústrojí, kde je dále rozdělován. Průtok hydrogenerátoru je ovládaná elektronicky, takže řidič může volit požadovanou délku řezanky v systému z kabiny i během jízdy stroje. [3]



Obr. 4 Způsob pohonu, hydrostatická jednotka COMFORT CUT, [3]

Ochrannou funkci vkládacího ústrojí plní detektor kovů umístěný v předním spodním vkládacím válci. Detektor má pět magnetů. Citlivost detekce může být nastavena.

Dodatečnou ochranu nabízí volitelný detektor kamenů. Ten zastaví pohon vkládacích válců, jakmile otřesové čidlo zachytí vychýlení přesahující mez nastavenou v řídicím systému.

Pro údržbu řezacího ústrojí slouží dva druhy přístupu k nožovému bubnu. První je rychlý náhled s odklopením do tvaru „V“ mezi vkládacím ústrojím a řezacím ústrojím (obr. 5). Ten je možný i se zavěšeným adaptérem a slouží k rychlé kontrole stavu řezacích nožů a protiostrů. Druhá možnost je boční otevření, kdy se nejprve odpojí adaptér a následně je celá skříň vkládacího zařízení odklopena stranou (obr. 5). [3]



Obr. 5 Možnosti přístupu QUICK ACCESS [3]

5.1.4 Vkládací ústrojí – parametry

Příklad výpočtu teoretické rychlosti toku materiálu ve vkládacím ústrojí:

$$r_{v \min} = o_b * n_{n1} * d_{\check{r} \min} = 20 * 14 * 0,004 = 1,12 \quad (1)$$

$r_{v \min}$ rychlost vkládacího ústrojí minimální [m. s⁻¹]

o_b otáčky bubnu [s⁻¹]

$d_{\check{r} \min}$ teoretická délka řezanky minimální [m]

n_{n1} počet řezacích nožů (v jedné řadě)

Tab. 1 Technické parametry vkládacího ústrojí [6]

Claas Jaguar 960	
Šířka [mm]	730
Počet válců	4
Změna otáček	Plynule
Detektor kovů	Sériově
Detektor kamenů	Volitelně
Druh pohonu	Hydraulicky
Obvodová rychlost [m/s]	1,12-4,9

5.2 Řezací ústrojí

Řezací ústrojí je srdcem sklízecí řezačky. Spotřebuje se zde hlavní část výkonu motoru. Materiál dopravovaný vkládacím ústrojím se zde řeže na požadovanou délku. Dnešní samohodné sklízecí řezačky využívají pouze bubnové řezací ústrojí. To tvoří rotující buben s noži a nehybné protiostří. Řezaný materiál je přiváděn radiálně k ose otáčení bubnu. Aby bylo dělení materiálu stejnoměrné a energeticky nenáročné, je třeba zajistit dostatečné naostření nožů a protiostří v minimální vzdálenosti od řezacích nožů.

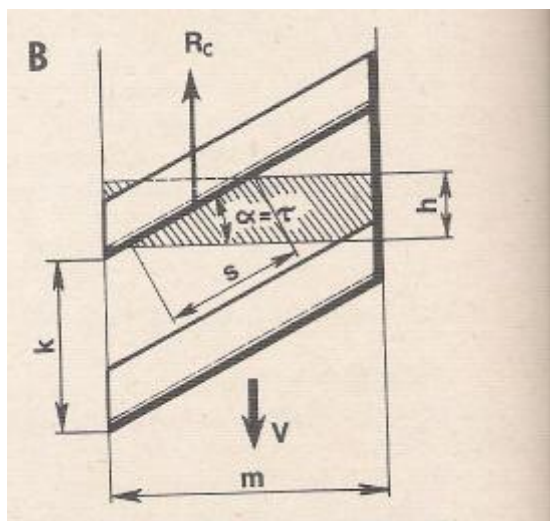
Sklízecí řezačky proto umožňují tyto zásahy nezbytné k dosažení požadované kvality práce provádět z kabiny řidiče pomocí řídicích počítačů. Broušení nožů probíhá za pomoci brousku přejíždějícího nad řezacím bubnem v určitém počtu cyklů. Při procesu broušení běží motor volnoběžnými otáčkami. Některé sklízecí řezačky nabízejí možnost hydraulického pohonu, kdy se řezací buben otáčí reverzním směrem.

Při broušení dochází k úbytku materiálu nožů a je nutné znovu nastavení vzdálenosti mezi protiostřím a řezacími noži.

Výrobci sklízecích řezaček nabízejí bubny s různým počtem řezacích nožů. Počet nožů ovlivňuje spolu s rychlostí otáčení vkládacích válců délku řezanky. Dále jsou nabízeny nože pro různé řezané materiály. Na sklizeň kukuřice a jiných širokořádkových plodin je z důvodu nepřítomnosti kamenů ve sklízeném materiálu možno použít nože s odlišnou geometrií břitu, která ovlivňuje účinnost řezu. Pro revizi celého ústrojí a výměnu opotřebitelných dílů je nutno zajistit rychlý přístup odklopením vkládacího ústrojí.

5.2.1 Řezací ústrojí bubnové

Bubnové řezací ústrojí pracuje na principu čistého stříhu. Řezací nože, zpravidla šroubovitě zakřivené, jsou umístěné na řezacím bubnu. Řezací buben je opatřen držáky nožů umožňující jejich nastavení. Při řezání břity nožů opisují válcovou plochu přiléhající k hraně řezného ústí. Břity řezacích nožů svírají s přímkou protiostrří úhel $\alpha = 28^\circ$ až 32° . Starší stroje mohou mít osu bubnu rovnoběžnou s noži. Řezaná hmota je vkládána do bubnového řezacího ústrojí předstalčená a poté je odříznuta. Bubnové ústrojí pracuje v porovnání s kolovým plynuleji. To je dáno konstantní obvodovou rychlostí nožů. Koncový bod prvního nože je v ideálním případě na stejné přímce jako počáteční bod druhého nože, který za prvním následuje. Pokud dosáhneme takového rozmístění nožů, má řezací buben na jednotku délky nízký příkon. [4]

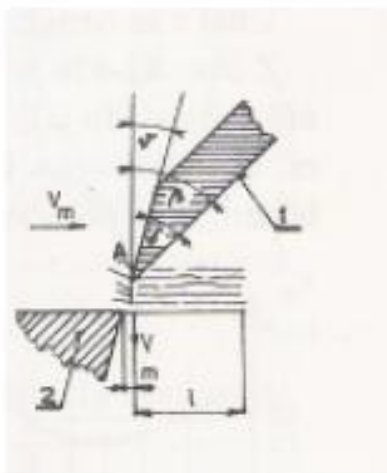


Obr. 6 Působení nože na řezaný materiál [4]

α – úhel sevření, τ - úhel skluzu, s – délka bitu nože v řezu, h – výška vrstvy materiálu, k – vzdálenost dvou následujících nožů, m – šířka řezného ústí, R_c – řezný odpor

5.2.2 Teorie řezu s oporou

Nejvíce používaným způsobem při řezání rostlinného materiálu je řez s oporou. Velikost řezného odporu ovlivňuje spotřebu energie. Velikost řezného odporu závisí na mnoha vlastnostech: řezaný materiál, způsob jakým se nůž pohybuje vzhledem k protiostrží, stav ostří a protiostrží. V ideálním případě je dosaženo kluzného řezu. Podle Neubauera je řez s oporou definován: Svazek sečených stébel je přiveden mezi dva řezné břity a po stlačení je odříznut. V případě sklízecí rezačky tvoří dva řezné břity nůž kosy (aktivní břit) a protiostrží (pasivní břit). Řez s oporou může probíhat i při relativně nízké rychlosti $1,5$ až $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. [5]



Obr. 7 Řezání stébelnatého materiálu [5]

1 – nůž kosy, 2 – protiostrží (řezná hrana ostří)

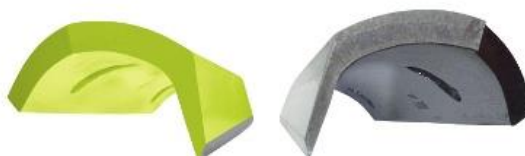
5.2.3 Řezací ustrojí – Claas Jaguar 960

Řezačka Jaguar 960 používá nožový buben V-MAX (obr. 8) s počtem nožů V36, V28, V24, nebo V20. To umožňuje dosažení teoretické délky řezanky od 3,5 mm do 44 mm. To dále rozšiřuje možnost osadit buben polovičním počtem nožů. Způsob, jakým jsou nože uloženy, umožňuje přenos hlavní části řezné síly přímo do nožového nosiče. Z tohoto důvodu je dostatečné použití pouze dvou upevňovacích šroubů na každý nůž. Díky způsobu uložení nože navíc postačuje seřídít nůž při jeho výměně pouze vzhledem k protiostrží, přičemž rovinnost řezné hrany nože vůči protiostrží je automaticky zajištěna. Toto řešení výrazně zjednodušuje a urychluje čas potřebný k výměně nožů. [6]



Obr. 8 Nožový buben V-MAX, použití polovičního počtu nožů, speciální podložka [6]

Segmentová konstrukce nožového bubnu přináší výhodu v případě potřeby vyměnit jednotlivé části. Z výroby je buben vybaven univerzálními noži umožňujícími práci se všemi druhy plodin. Pro sklizeň kukuřice a dalších plodin, kde nehrozí výskyt kamenů ve sklizeném materiálu, je možné buben osadit speciálními noži (obr. 9), které disponují tenkou čepelí směřující kolmo na protiostrží. Tyto nože jsou vyrobeny z jiného druhu oceli a tvrdokovu, které pomaleji podléhají opotřebení. To zvyšuje kvalitu řezanky, snižuje příkon a minimalizuje náklady na přebroušení. [6]

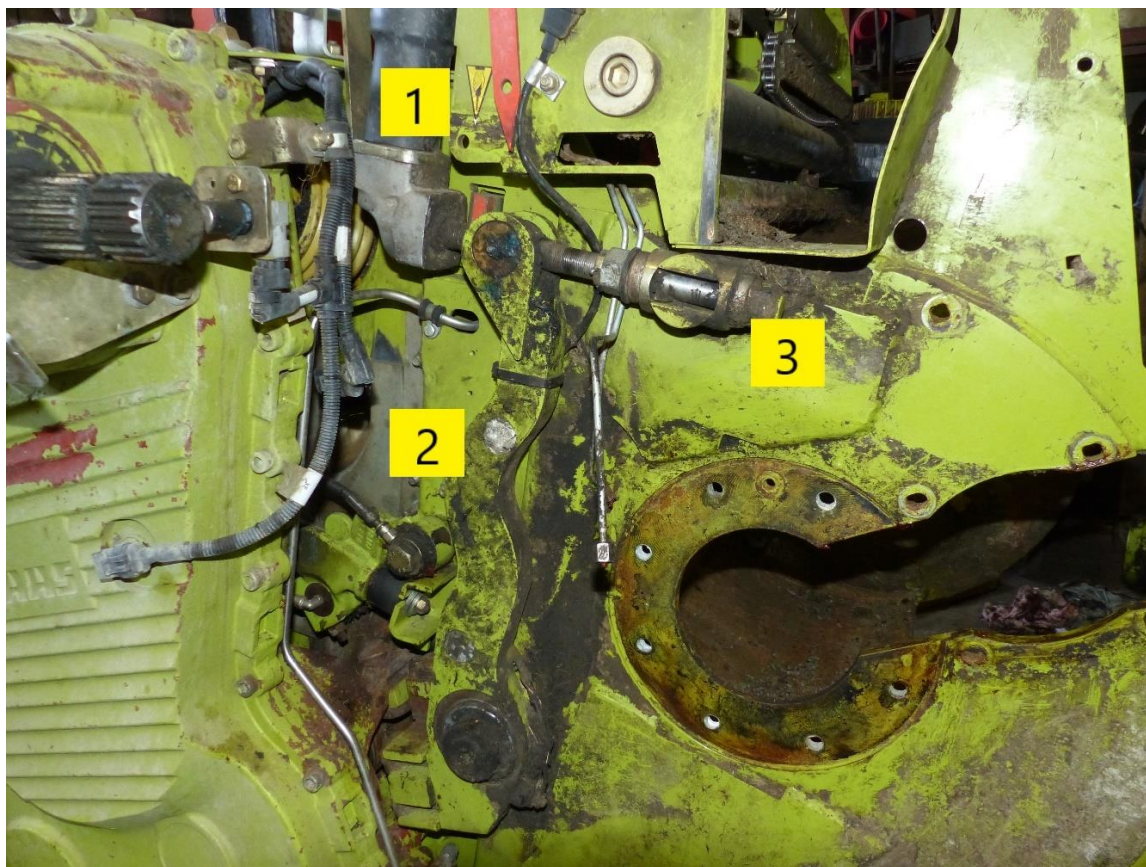


Obr. 9 Univerzální nůž, kukuřičný nůž – CLAAS [6]

5.2.4 Seřizování protiostrží

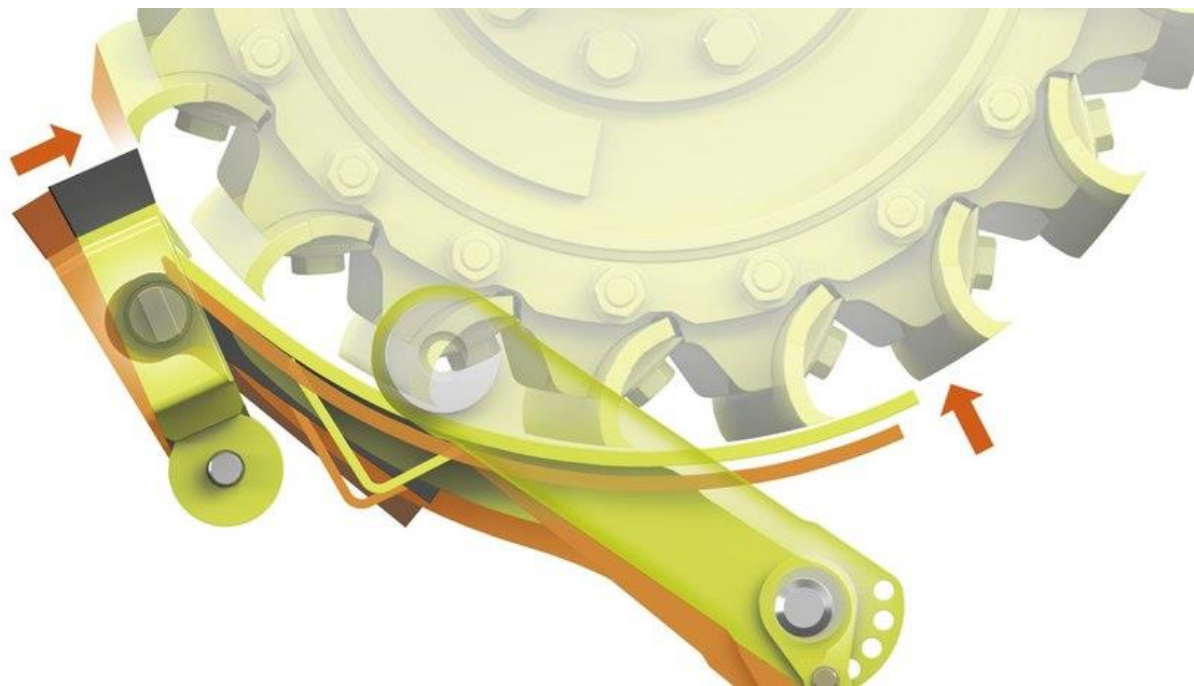
Jak vyplývá z kap. 5.2.2, minimální mezera mezi řeznými hranami a zároveň minimální radius obou řezných hran jsou nezbytné k efektivní a kvalitní práci sklízecí řezačky. Proto je u všech moderních řezaček tato činnost plně automatická a je spouštěna na řídicím počítači. Je tedy možné využít např. časového okna mezi příjezdy odvozových prostředků na nabroušení nožů a seřízení protiostrží. Seřízení protiostrží zajišťují dva servomotory, které ovládají masivní páku (obr. 11), která natáčí protiostrží vůči řezacím nožům a tím jej přibližuje. Jakmile dojde ke kontaktu s řezacími noži, otřesová čidla zaznamenají rázy, servomotory změni smysl otáčení a protiostrží oddálí do nastavené vzdálenosti. Celý tento mechanismus musí být konstruován

velmi robustně a musí být přímo spojen se skříní řezacího bubnu (obr.10). Jakákoli vůle by znamenala možnost kontaktu protiostrří s řezacím bubnem, což by mělo fatální následky.



*Obr. 10 Mechanismus nastavování protiostrří
1 – servomotor, 2 – nastavovací páka, 3 – stavěcí šroub*

Jak jsou řezací nože obrušovány, klesá průměr bubnu. Následně se zvětšuje také mezera nad dnem bubnu. To bezprostředně navazuje na protiostrří. Příliš velká mezera znamená zhoršené podávání a urychlování materiálu a především při sklizni senáže může zvyšovat riziko ucpání vyhazovacího traktu následující za řezacím bubnem. Protože tato mezera není tak důležitá jako mezera u protiostrří, nastavovala se u starších modelů řady 900 mechanicky pomocí odstraňování vymezovacích podložek. Nově jsou rezačky této řady vybaveny automatickým systémem na přibližování dna (obr. 11).



Obr. 11 Schéma přibližování protiostrů a dna bubnu [6]

5.2.5 Broušení nožů

Broušení nožů zajišťuje brousek pohybující se přímočarým pohybem nad bubnem po vodící dráze (obr. 12). Buben při broušení rotuje řezacím směrem na snížené volnoběžné otáčky motoru. Po každém přejezdu tam a zpět je brousek automaticky posunut níže, aby se eliminovalo jeho opotřebení. Po daném počtu přejetí je nutné brousek posunout a mechanismus posouvání vrátit zpět na začátek. Na nutnost tohoto zásahu upozorňuje řídicí počítač. Pokud je brousek už příliš opotřeбенý, je nutné jej vyměnit za nový. V řídicím počítači lze nastavit připomenutí nutnosti naostření nožů podle odpracovaných hodin nebo po průchodu daného množství materiálu, pokud je řezačka vybavena systémem pro měření výnosů.



Obr. 12 Pohled na brusné zařízení (demontovaný řezací buben)

5.2.6 Opatření na zvýšení životnosti opotřebitelných dílů sklízecí řezačky

V praxi je nutnost broušení závislá především na množství kamenů a jiných nečistot ve sklízené hmotě. Zejména při sklizni senáže sběracím adaptérem je množství kamenů vyšší. Nahrnovací stroj klasické rotorové konstrukce svou prací soustřeďuje do řádku spolu s pící i kameny a jiné nečistoty. Pro zvýšení životnosti opotřebitelných částí řezačky, ale i zvýšení kvality sklízené hmoty, se v poslední době začínají používat tzv. pásové nahrnovače, které pící nejdříve sbírají a poté pomocí pásu soustřeďují do řádku. To významně eliminuje přítomnost půdy a kamenů ve sklízené hmotě a přispívá k životnosti všech opotřebitelných částí sklízecí řezačky. Nevýhodou je pouze jejich cena, která je vyšší vzhledem k nahrnovačům klasické konstrukce. Stejně tak je velmi vhodné připravit pozemek na budoucí sbírání píce už při zakládání porostu, po setí je vhodné dodatečně urovnat povrch např. použitím tzv. cambridge válců. Tato opatření dokáží zvýšit životnost nožů a protiostrří velmi významně a tak spolu s lepší kvalitou sklízené píce významně přispívají ke snížení nákladů na sklizeň.

5.2.7 Řezací ústrojí V28 – parametry

Obvodová rychlost řezacího bubnu:

$$o_r = \pi * d_b * o_b = \pi * 0,63 * 20 \cong 40 \quad (2)$$

o_r obvodová rychlost bubnu [$m \cdot s^{-1}$]

d_b průměr bubnu [m]

o_b otáčky bubnu [s^{-1}]

Počet řezů za sekundu:

$$f_{\dot{r}} = o_b * n_{n2} = 20 * 28 = 560 \quad (3)$$

$f_{\dot{r}}$ frekvence řezů [s^{-1}]

n_{n2}počet řezacích nožů (celkový)

Tab. 2 Technické parametry řezacího ústrojí [6]

Claas 960 V28	
Šířka [mm]	750
Průměr [mm]	630
Otáčky [min^{-1}]	1200
Řezná rychlost [$m \cdot s^{-1}$]	40
Frekvence řezů [s^{-1}]	560
Reverzní broušení	-
Počet nožů	28
Rozsah délky řezanky [mm]	4 - 17
Počet upevňovacích šroubů	56
Broušení a nastavení mezery protiostří z kabiny	Sériově

5.3 Mačkácí ústrojí

Zralé zrno je nejhodnotnější část každé rostliny využívané v zemědělství. V době sklizně je tvrdé a samotný proces řezání není dostatečný pro jeho dokonalé narušení. Nenarušená zrna se poté jednak nezapojují do procesu mléčného kvašení a následně je dobytek nedokáže využít ve svém trávicím traktu. Proto bylo nutné vyvinout u sklízecích řezaček zařízení, které by dokázalo zrna efektivně narušovat. Na prvopočátku se instalovala na řezací ústrojí. Šlo buď o tzv. drhlíková dna, nebo různé lišty montované pod řezací nože či jejich kombinace. Tento způsob ale nebyl dostatečně účinný z hlediska narušování zrn a také odebíral příliš energie navíc. Proto přišel systém tzv. drtících válců (či „corn cracker“). Ten se skládá z dvou drážkovaných válců, které k sobě přitlačuje pružina. Válce se otáčejí stejným směrem, jejich

otáčky jsou ale rozdílné. To má za následek velmi efektivní narušení zrn ve sklizeném materiálu (obr.13).

Mačkácí ústrojí následuje v toku materiálu za ústrojím řezacím a je zařazeno pouze při sklizni plodin vyžadujících a umožňujících dodatečné drcení. Např. při sklizni píce na senáž je proto nutné toto ústrojí vyřadit z činnosti. V případě ponechání nečinného drtícího ústrojí může hrozit poškození nehybných ložisek vlivem vibrací stroje. Proto je vhodné při delší odstávce toto ústrojí úplně vyjmout ze stroje.



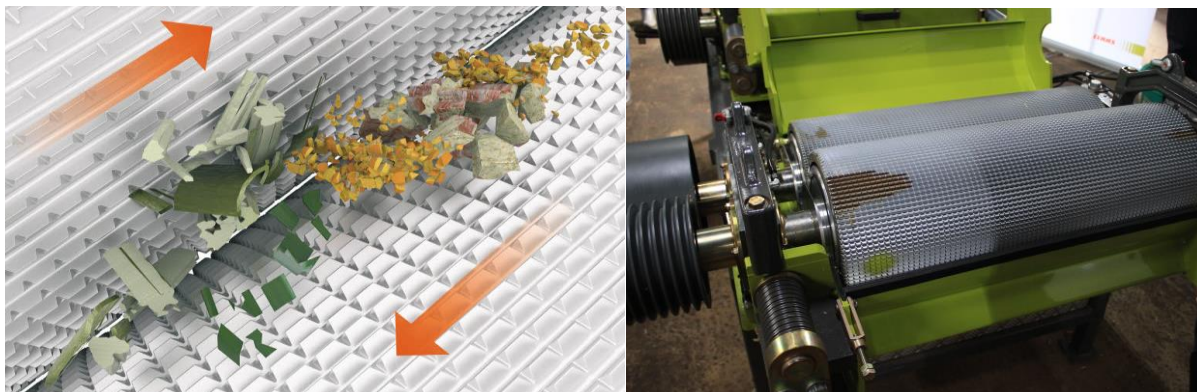
Obr. 13 Princip funkce mačkácího ústrojí [3]

5.3.1 MCC Shredlage

MCC Shredlage je nový přístup k výrobě kukuřičné siláže. Tento systém poprvé zavedli v USA pánové Ross Dale a Roger Olsen. Tato technologie umožňuje tvorbu kukuřičné siláže až o délce 30 mm pomocí speciálních mačkáčích válců (obr. 13). Podle jejich studií měly krávy krmené touto dlouhou řezankou lepší doживost a celkové parametry mléka. Dnes se technologie úspěšně používá na 60 % mléčných farem ve východní části USA a 35 % v západní části USA. Do Evropy tento systém přišel prostřednictvím značky Claas, která tuto technologii odkoupila a nechala si ji patentovat. Evropské studie použití této technologie jsou ale rozporuplné. Ukazuje se, že velký vliv na celkovou kvalitu siláže má její dokonalé udusání v silážním žlabu. To je z důvodu velmi dlouhé řezanky obtížnější dodržet a neprovede-li se správně, hrozí naopak skokové zhoršení kvality siláže. V evropských podmínkách je také běžné krmnou dávku siláže mísit se slámou nebo senem, která může nahrazovat dlouhé kusy obsažené v kukuřičné siláži Shredlage. [7]

Další nevýhoda této technologie je nutnost pořízení nových speciálních válců Shredlage, osazení bubnu s menším počtem řezacích nožů, případně vynechání každého druhého nože.

Pokud tedy podnik společně s pěstováním skotu provozuje také bioplynovou stanici, bylo by nutné mezi sklizněmi kukuřice pro bioplynovou stanici a pro skot stroj přestavovat. Proto je nejčastější, že podniky, které se rozhodnou pro sklizeň metodou Shredlage, ačkoli vlastní sklízecí řezačku, řeší tento problém formou výpomoci službařských firem. To technologii dále prodražuje.

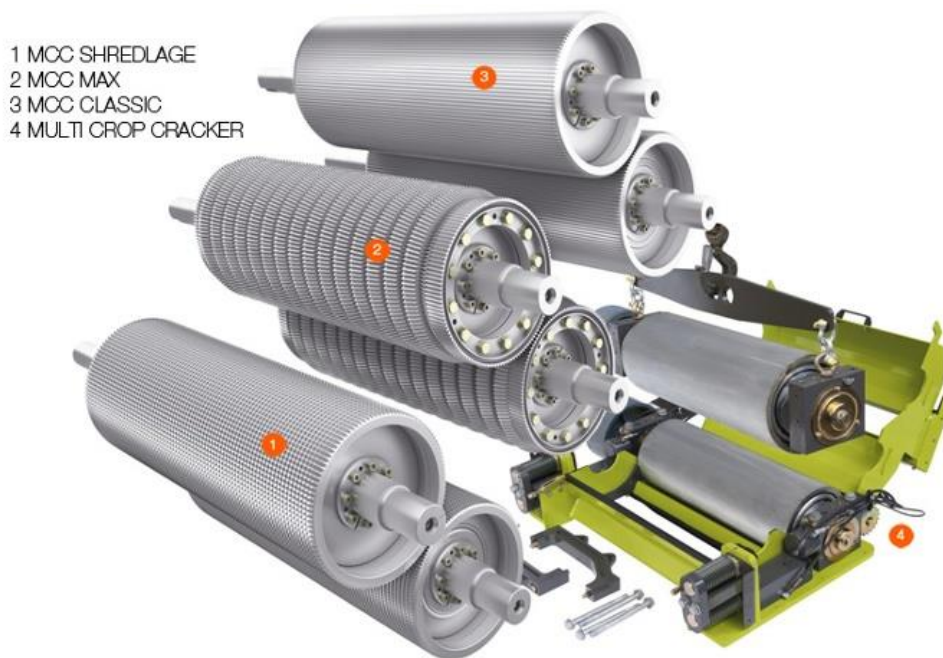


Obr. 14 Mačkácí válce Shredlage [8, 9]

5.3.2 Mačkácí ústrojí – Claas Jaguar 960

Mačkácí ústrojí stroje Jaguar 960 je poháněno od metacího ústrojí řemenovým převodem. Válce mají mezi sebou mezeru, kterou je možno regulovat z pozice řidiče za provozu. Jeden z válců je pevný, druhý pohyblivý. Mezera je udržována pomocí tlačných pružin, které umožňují oddálení válců při skokovém zvětšení průchodu sklizeného materiálu. Z důvodu menšího průměru proti řezacímu bubnu se musí drtící válce otáčet vyššími otáčkami pro zachování obvodové rychlosti. To společně s trvalým tlakem od sklizeného materiálu klade velké nároky zejména na ložiska mačkácího ústrojí. Ty proto musí být trvale mazány, dnes nejčastěji automatickým mazacím systémem, který rozděluje plastické mazivo do ložisek v pravidelných intervalech. Dále je třeba dbát na správnou délku řezanky doporučenou výrobcem (viz. tab 3) pro jednotlivé varianty mačkácího ústrojí. V případě nedodržení těchto mezí hrozí zhoršená kvalita drcení zrna, případně velké vibrace při sklizni, které mohou mít za následek až poruchu drtícího ústrojí.

Pro řezačky Jaguar jsou dostupné tři varianty mačkáčích válců (obr. 15). MCC CLASSIC jsou vhodné pro krátkou řezanku, která se používá pro sklizeň kukuřice využívanou v bioplynových stanicích. Pro uspokojení potřeb zákazníků, kteří požadují sklízet jak kratší řezanku, tak delší řezanku (do 20 mm) pro krmné účely, jsou nabízeny válce MCC MAX. Tvoří je sada šikmých, rýhovaných kotoučů dvou průměrů. Pro produkci velice dlouhé řezanky (až 30mm) jsou nabízeny válce MCC SHREDLAGE. [6]



Obr. 15 Typy mačkáčích válců pro řezačku JAGUAR [6]

Pro vyřazení válců z činnosti je zapotřebí pákou uvolnit hnací řemen, odpojit elektrické konektory a mazací vedení. Poté je možno vkládacími válci odjet po připravených kolejnicích mimo tok materiálu a následně na jejich místo umístit plechovou šachtu. Jelikož válce jsou odpojeny od pohonu a tedy se neotáčí, je zde nebezpečí vzniku důlkové koroze v ložiscích. Proto je doporučeno válce vyjmout z řezačky v době jejich odstávky.

5.3.3 Mačkáčí ústrojí – parametry

Tab. 3 Technické parametry mačkáčích válců [6]

Claas Jaguar 960	
Šířka [mm]	650
Průměr [mm]	250
Nastavení mezery	Plynule z kabiny
Poměr otáček [%]	30
Volitelný počet zubů	100 - 150
Volitelné intenzivnější válce	MCC MAX, MCC SHERDLAGE
Optimální rozsah délky řezanky [mm]	
MCC Classic 125-125 zubů	3,5 - 12
MCC Max	7 - 22
MCC Shredlage	26 - 30

5.4 Metací ústrojí

Metací ústrojí je poslední aktivní část sklízecí řezačky, která přichází do styku s řezaným materiálem. Jeho úkolem je materiál urychlit do té míry, aby měl dostatek kinetické energie při průchodu odhazovacím komínem do odvozního prostředku. Metač se skládá z lopatek, které materiál urychlují a zároveň vytvářejí ventilační účinek, který napomáhá utvoření plynulého toku materiálu. Lopatky jsou podobně jako nože řezacího bubnu uloženy ve dvou řadách a pod úhlem, který usměrňuje tok hmoty do středu šachty pro snížení opotřebení bočních stěn dopravní šachty. [10]

Na metací ústrojí jsou větší nároky při sklizni lehčích a zároveň vlhčích plodin, které mají předpoklady k ulpívání na stěnách dopravních šacht. Často jde o starší porosty trav znečištěné od půdy při nevhodné vlhkosti. I malá část pozemku v takovém stavu může znamenat ucpání vyhazovacího komínu. To pak znamená nutnost ručního odstranění nahromaděného materiálu pomocí přístupových otvorů k tomu určených, které často zabere i desítky minut a znamená tak velké zdržení celé linky. Jako opatření k prevenci této situace lze doporučit provoz na maximální otáčky motoru, seřízení mezer mezi lopatkami a stěnou skříně metače a také dnem bubnu a řezacími noži na minimum.

5.4.1 Metací ústrojí – Claas Jaguar 960

U stroje Jaguar 960 je osa otáčení metače rovnoběžná s řezacím bubnem. Metač je poháněn hlavním hnacím řemenem. Lopatky uspořádané do tvaru „V“ centrují tok hmoty. To redukuje opotřebení na bočních stěnách potrubí a zlepšuje tok materiálu

Pro snížení příkonu metacího ústrojí lze metač oddálit od zadní stěny metacího ústrojí. Mezeru lze regulovat od minimální mezery 1 mm po maximální mezeru velikosti 10 mm (obr.16). Tím lze uspořit značnou část energie, když není třeba vysokého metacího výkonu. Typické je to při sklizni kukuřice, kdy odvozové prostředky jezdí bokem v těsné blízkosti odhazovacího komínu. Pokud odvozový prostředek musí z důvodu tzv. prosekávání jet za sklízecí řezačkou, je vhodné metací ústrojí nastavit na minimální mezeru a také zvýšit otáčky motoru na maximum. Tím jsou redukovány ztráty úletem na minimum. Otáčky metače jsou konstantní a dosahují 2400 otáček za minutu. Při průměru metače 540 mm to znamená obvodovou rychlost dosahující hodnoty 68 m/s.



Obr. 16 Nastavení mezery metacího ústrojí Claas [6]

5.4.2 Metací ústrojí - parametry

Tab. 4 Technické parametry metacího ústrojí [6]

Claas Jaguar 960	
Šířka [mm]	680
Průměr [mm]	540
Otáčky [min^{-1}]	2400
Obvodová rychlost [m.s^{-1}]	68
Počet lopatek	8
Nastavení mezery	Z kabiny (volitelně)

5.5 Odhazovací komín

Odhazovací komín s ovladatelnou koncovkou zajišťuje usměrnění toku řezanky potřebné pro plynulé a bezztrátové plnění odvozového prostředku. Odhazovací komín je umístěn ve středu řezačky a je možné jej natáčet do obou stran. V přepravní pozici je otočen po směru jízdy a je sklopen na pomocný rám na konci řezačky. Při práci je otočen nejčastěji kolmo ke směru jízdy a to buď na levou nebo pravou stranu. Délka komínu je dána šíří použitého adaptéru, která v dnešní době dosahuje až 9 m pracovního záběru a tedy odvozový prostředek je více vzdálen od středu sklízecí řezačky.

Otočný mechanismus zajišťující rotaci komínu je tvořen šnekovým ústrojím, které je poháněné hydromotorem. Ten je uveden v činnost elektronicky řidičem při stisknutí ovladače na multifunkční páce. Komín je také jištěn proti přetížení. Při nepozornosti by se mohl komín zachytit o pevnou překážku a poškodit se. Tomu brání mechanismus, který šnek hydromotoru

tlačí do ozubení pružiny. Při zvýšeném zatížení tyto pružiny dovolí jinak samosvornému šneku vyjet z oběžného kola na komínu a umožní tak volné pootočení komínu.

Ke zvyšování a snižování výšky komínu slouží jednočinný přímočarý hydromotor. V jeho hydraulickém okruhu je přítomen hydraulický akumulátor, který tlumí rázy při přejezdu nerovností. Výška komínu u dnešních řezaček dosahuje až 6,5 m a umožňuje tak plnění i nejvyšších odvozových prostředků. Při práci není běžně potřeba výšku komínu měnit, proto ovládání této funkce není umístěno na multifunkční páce.

Na konci odhazovacího komínu se nachází tzv. odhazová koncovka. Ta slouží k poslednímu usměrnění toku materiálu. Jejím naklopením se ovládá směr opouštění proudu hmoty ve smyslu dále či blíže od konce komínu.

Všechny díly komínu, přicházející do styku s proudem materiálu, podléhají abrazivnímu opotřebení. Proto je vhodné použití výměnných výstelek, které je možno měnit. V opačném případě může opotřebení samotného komínu vést až k nutnosti jeho výměny, která je finančně náročnější než výměna pouze opotřebitelných výstelek.

5.5.1 Odhazovací komín – Claas Jaguar 960

Odhazovací komín stroje JAGUAR je modulární konstrukce. Nabízí přizpůsobení rozdílným pracovním záběrům. Dostupné jsou tři varianty velikostí M, L, XL až do pracovního záběru adaptéru 9 m. Zadní část odhazovací koncovky je šroubovaná a krycí zadní plechy jsou zároveň vyměnitelné opotřebitelné díly. Všechny funkce odhazové koncovky, kromě regulace výšky, jsou ovládány tlačítky na multifunkční páce. Mechanismus otáčející komín umožňuje rotaci o 225°. [6]

Na přání je možno řezačku vybavit systémem OPTI-FILL. Tento systém automatizuje typické úkony jako přetáčení komínu z jedné strany na druhou či jeho sklopení do přepravní polohy. Pokročilejší automatizaci plnění odvozového prostředku poskytuje systém AUTO-FILL (obr. 17). Ten je schopen na základě 3-D analýzy odvozového prostředku určit vnější hrany korby a stupeň jejího zaplnění. Díky tomu je poté schopen automaticky řídit plnění přívěsu, čímž jsou redukovány sklizňové ztráty a významně se tím sníží zatížení obsluhy sklízecí řezačky.



Obr. 17 Monitor systému AUTOFILL, odhozový komín [11]

5.5.2 Odhazovací komín - parametry

Tab. 5 Technické parametry odhozového komínu [12]

Claas Jaguar 960	
Úhel otočení [deg]	225
Výška maximální [m]	6,3
Nárazové pojistka	Sériově
Automatizace dílčích pohybů	Volitelně OPTI FILL
Automatické plnění přívěsu	Volitelně AUTO FILL

5.6 Pohony

Pohonné ústrojí sklízecí řezačky musí zajišťovat co nejefektivnější přenesení výkonu motoru na poháněné části. Musí zajišťovat přenos energie na adaptér, vkládací ústrojí, řezací ústrojí, mačkáčské ústrojí, metací ústrojí, chladicí ústrojí, hydraulická čerpadla pracovní a pojezdová. Zdaleka největší příkon má ovšem řezací ústrojí, proto se jeho pozici přizpůsobuje vše ostatní tak, aby jeho pohon byl co nejefektivnější. Osa otáčení bubnu je kolmá na směr jízdy. Existují proto dvě základní koncepce pohonného ústrojí. První je uložení motoru napříč. Tím odpadá nutnost použití úhlové převodovky. Pohon základních částí je poté řešen pouze drážkovým klínovým řemenem, který pohání přímo kliková hřídel motoru. Toto řešení je velmi jednoduché a účinné. Nevýhoda tohoto řešení je větší délka hlavního řemene nebo poněkud širší zadní část sklízecí řezačky, která může vadit ve výhledu. Pohon pojezdového čerpadla je řešen samostatnou skříní umístěnou na motoru, případně samostatným řemenem. Pracovní

hydraulická čerpadla pro pohon vkládacího ústrojí a adaptéru obvykle pohání přímo hlavní hnací řemen.

Druhý směr je podélné uložení motoru. U tohoto řešení je nezbytné použít úhlovou skřín, která poté pohání hlavní hnací řemen. Ten dále pohání pouze řezací buben a metač. Veškerá hydraulická čerpadla jsou uložena přímo na hlavním úhlovém převodu, který obsahuje vývody pro jejich osazení. Toto řešení má tedy výhodu v kratším hnacím řemenu, pohonu všech čerpadel přímo od hlavní skříně a také užší zadní částí sklízecí řezačky.

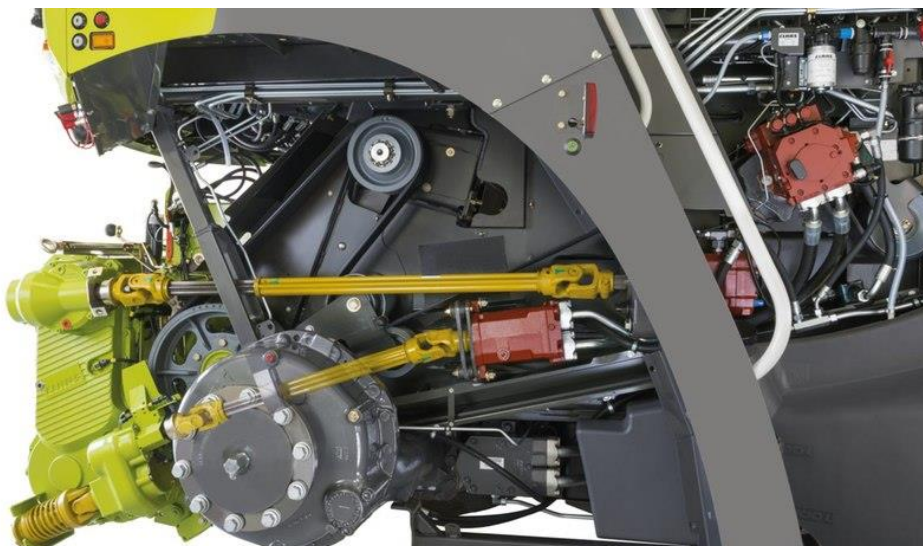
Pro pohon pojezdu se využívá hydrostatických jednotek, které umožňují plynulou změnu pojezdové rychlosti. Od hydrogenerátoru s naklápěcí deskou je vedeno tlakové vedení k přední nápravě, kde je na převodovce pojezdu umístěn hnací hydromotor. Pro lepší účinnost při větším rozsahu pojezdové rychlosti je stejně jako čerpadlo vybaven naklápěcí deskou. Dnešní standart u samojízdných sklízecích řezaček je rychlost při přepravě 40km/h na snížené otáčky motoru.

Stále častěji bývají sklízecí řezačky osazeny také pohonem všech kol. Protože sklízecí řezačka je často provozována za méně příznivých povětrnostních podmínek, či na svažitých pozemcích, nabízejí možnost pohonu zadní nápravy všichni výrobci sklízecích řezaček.

5.6.1 Pohon – Claas Jaguar 960

System pohonu Claas se podle výrobce vyznačuje vysokou účinností. Řezací ústrojí je zde poháněno hlavním hnacím řemenem přímo od klikového hřídele motoru (obr. 18). Hydrogenerátor pro pohon vkládacího ústrojí je také poháněn hlavním hnacím řemenem. Hydromotor je umístěn v jeho blízkosti. Ten poté pohání kardanový hřídel, který přenáší točivý moment na převodové ústrojí vkládacích válců. To zkracuje tlakové vedení oleje a tím minimalizuje ztráty.

Mačkácí válce jsou poháněny od metacího ústrojí řemenovým převodem.



Obr. 19 Pohon adaptéru hydrostatickou jednotkou [11]

Pojezd sklízecí řezačky je řešen hydrostatickým systémem. Hydrogenerátor je umístěn na skříni hlavního převodu a je poháněn přes ozubené soukolí. Od hydrogenerátoru je vedeno tlakové vedení k hydromotoru, který pohání dvoustupňovou převodovku. Ta přenáší točivý moment přes rozvodovku na přední pojezdová kola. V silničním režimu na druhý převodový stupeň dosahuje sklízecí řezačka rychlosti 40 km/h při snížených otáčkách motoru, což redukuje spotřebu pohonných hmot při přejezdech po silnici. Volitelně je dostupný připojitelný pohon zadní nápravy, kdy se využívá zvláštního hydromotoru umístěného na rozvodovce zadní nápravy. Poměr rozdělení točivého momentu mezi přední a zadní nápravou je nastavitelný v systému CEBIS. [6]

5.6.2 Pohonné ústrojí – Claas Jaguar 960

Tab. 6 Porovnání druhu pohonu jednotlivých funkčních částí [6]

Claas Jaguar 960	
Uložení motoru	příčné
Řezací ústrojí	Mechanicky
Metací ústrojí	Mechanicky
Mačkáč ústrojí	Mechanicky
Adaptér	Mechanicky
Ventilátor chlazení	Mechanicky
Vkládací ústrojí	Hydrostaticky
Celkem mechanicky	5
Celkem hydraulicky	1

Tab. 7 Parametry pohonného ústrojí [6]

Claas Jaguar 960	
Typ pojezdu	Hydrostatický
Max. rychlost [km/h]	40
Uzávěrka předního diferenciálu	Volitelně
Pohon zadní nápravy	Volitelně
Druh připojení pohonu zadní nápravy	Hydrostaticky

5.7 Motory

Motor samojízdné sklízecí řezačky musí dodávat energii všem systémům. Významnou část spotřebuje řezací ústrojí, proto je průchodnost sklízecí řezačky převážně závislá na výkonu motoru. Dnešní nejvýkonnější modely sklízecích řezaček dosahují výkonu přesahující 736 kW (1000 HP). Motor o vysokém výkonu ovšem produkuje velké množství zbytkového tepla, které je potřeba účinně odvádět chladiči. Každá sklízecí řezačka má tři hlavní chladiče: mezichladič stlačeného vzduchu, chladič chladící kapaliny motoru a chladič hydraulické kapaliny. Před chladiči je umístěno síto, které zabraňuje zanesení povrchu chladičů nečistotami. Z tohoto síta jsou nečistoty nuceně odsávány pro dokonalou propustnost vzduchu následně proudícího přes chladiče. Chladiče musí být uživatelsky dobře přístupné, aby je bylo možno snadno čistit.

Motory řezaček do výkonu 560kW podléhají pod platnou emisní třídu TIER 4B (Final). Pro její splnění využívají motory kombinace systémů SCR, filtru pevných částic DPF a vysokotlakého vstřikování paliva Common – Rail. Motory s výkonem větším než 560kW ale zatím v Evropě nepodléhají žádné emisní třídě, proto systémy pro dodatečnou úpravu výfukových plynů nemusí používat.

5.7.1 Motor – Claas Jaguar 960

Motor sklízecí řezačky Jaguar 960 hodnocené v této práci je přeplňovaný, vznětový Mercedes Benz OM502LA. Využívá vstřikování paliva typu čerpadlo – tryska. Každý válec je osazen 4 ventily, rozvod OHC je řešen ozubenými koly. Dosahuje výkonu 480kW, při sklizni kukuřice o optimální vlhkosti a TLC 8 mm lze počítat s maximální průchodností dosahující 55 kg/s. [6]

Hodinová spotřeba se při měření pohybovala průměrně do 100l/h. Nádrž o objemu 1350l tedy bez problému dostačuje na celodenní provoz bez nutnosti dotankování. Vzhledem k roku výroby sklízecí řezačky, kdy platila emisní norma TIER 4A, nevyužívá tento motor technologii DPF ani SCR.

5.7.2 Technické parametry motoru

Tab. 8 Parametry motoru Claas Jaguar 960 (do 2017)

Claas Jaguar 960	
Výrobce	Mercedes Benz
Označení	OM 502
Počet válců	8
Uspořádání	Vidlivový
Objem [l]	15,93
Max. výkon dle ECE R120 [kW]	480
Typ vstřikování	Čerpadlo - tryska
Emisní třída	Tier 4 A
Objem palivové nádrže [l]	1350

5.8 Adaptéry

Adaptér je nezbytná součást každé sklízecí řezačky. Pro sklizeň různých plodin se používají speciální adaptéry vhodné pro danou plodinu a technologii sklizně. Široká nabídka adaptérů zvyšuje využitelnost sklízecí řezačky pro různé práce v průběhu roku. [10]

5.8.1 Sběrací adaptéry

Sběrací adaptéry (obr. 20) slouží k sběru již posekané a zavadlé píce, která je soustředěna do užšího řádku předchozí operací, například nahrnováním. Tento adaptér se skládá ze dvou hlavních částí. První je sběrací mechanismus, který zvedá píci ze strniště. Je opatřen pružnými pery, které jsou uchyceny na tyčích. Tyto tyče jsou vedeny ve vodících drahách a při rotaci se zároveň natáčejí. Sběrací část musí co nejlépe kopírovat nerovný terén. Proto je adaptér opatřen opěrnými koly, která pomáhají udržet nastavenou výšku sběracích per od strniště. Zároveň mechanismus per není možné reverzovat. Nad pery se nachází předřžovač. Jedná se o dva volně uložené válce, které přitlačují sklizenou hmotu ve sběracím mechanismu.

Druhá část se skládá z průběžného šneku, který materiál soustřeďuje do středu a poté podává vkládacím válcům. Tento šnek je stejně jako vkládací válce možné reverzovat. Hlavní požadavek na sběrací adaptér spočívá v minimalizaci ztrát, ke kterým dochází propadáváním stébel mezi sběracími pery. [10]



Obr. 20 Sběrací adaptér při práci [13]

5.8.2 Univerzální plošný žací adaptér pro vysoké plodiny

Plošný žací adaptér seče silnostébelné pícniny až do výšky 4 m (obr. 21), přičemž není závislý na rozteči řádků. Šířka pracovního záběru se pohybuje od 4,5 do 9 m. Mezi hlavní části patří oddělovače, rotační bubny a podávací bubny. Oddělovače jsou aktivní a jsou umístěné v bočnicích adaptéru. Nejčastěji bývají válcového nebo kuželového tvaru. Rotační bubny pracují nejčastěji v párech, kterých může být několik. Otáčejí se proti sobě a tím směřují rostliny mezi sebe, kde jsou fixovány ve vodících drahách. Rotační bubny mají na svém dně pilové kotouče, které se otáčejí na stejné ose jako pilové bubny. Řezou rostliny bez opory, proto mají vysokou obvodovou rychlost. Dopravu píce ke vkládacímu ústrojí zajišťují podávací bubny se zuby. Jelikož tyto adaptéry dosahují záběru až 9 m, musí jejich konstrukce umožňovat sklopení do přepravní polohy na šířku 3m.



Obr. 21 Univerzální plošný adaptér při práci [14]

5.8.3 Odlamovací adaptéry

Pro sklizeň kukuřice metodou LKS se používají řádkové odlamovací adaptéry (obr. 22). Slouží pro sklizeň vysoce výživného krmiva z kukuřice, kdy jsou řezány pouze kukuřičné palice. Adaptérem lze sklízet pouze řádkově setou plodinu. Šířka záběru se pohybuje od 4 do 12 řádků. Cílem této sklizně kukuřice je co nejvíce narušit zrno a vřetena v palicích.

Rostlina je nejprve odsekuta, poté je zachycena dvěma válci, které ji vtáhnou pod adaptér, přičemž se od stonku oddělí kukuřičná palice. Zbytek rostliny je rozsekán rotačními noži umístěnými pod vtahovacím ústrojím. Na pozemku tedy zůstává velké množství materiálu, který se musí vhodnou technologií později zapravit do půdy.

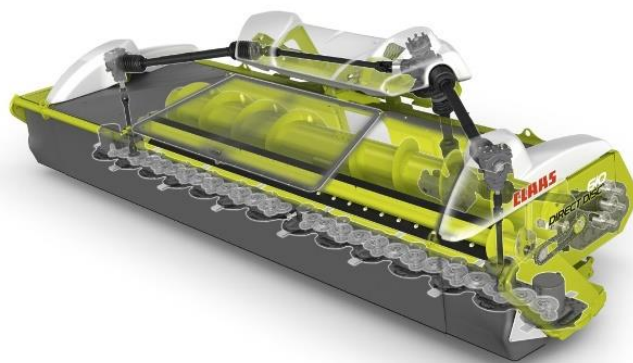
Oddělená palice je následně pomocí řetězového dopravníku unášena k průběžnému šneku, který ji soustřeďuje do středu a podává vkladacím válcům. Tento adaptér bývá konstrukčně shodný s adaptérem používaným na sklízecích mlátičkách pro sklizeň kukuřičného zrna. Tento způsob sklizně je ovšem málo obvyklý. [15]



Obr. 22 Odlamovací adaptér NEW HOLLAND [16]

5.8.4 Adaptéry pro sklizeň tenkostébelných plodin

Pro přímou sklizeň tenkostébelných plodin, kdy jsou sklízены obiloviny či luskoviny ve voskové zralosti, se používají speciální adaptéry (obr. 23). Dříve se jednalo o příslušně upravené žací vály ze sklízecích mlátiček. V dnešní době se používají adaptéry navržené přímo pro potřeby sklízecí rezačky. Skládají se z diskového žacího ústrojí a průběžného šneku. Žací ústrojí nejprve rostlinu odsekne a podá ji průběžnému šneku, který ji podává vkladacím válcům. Tyto adaptéry jsou vysoce výkonné, mají velkou průchodnost a také dobrou odolnost proti zahlcení. Nevýhodou je značný příkon, který klade vysoké nároky na systém pohonu adaptéru na sklízecí rezačce.



Obr. 23 CLAAS DIRECT DISC 610 [6]

5.8.5 Adaptéry pro sklizeň rychle rostoucích dřevin

S výsadbou rychle rostoucích dřevin vzniká potřeba jejich rychlé a efektivní sklizně. Jedna z možností je sklizeň pomocí sklízecí řezačky. Speciální adaptér je uzpůsoben pro kácení vrby, topolů nebo jiných dřevin až do průměru 15 cm. Sklizeň je obvykle prováděna na podzim a v zimě. Sklízecí řezačku je tedy možné využít i v době mimo zemědělskou sezonu. Adaptér FB 130 od firmy New Holland (obr. 24) umožňuje sklizeň dřevin až do průměru 150 mm. Ostatní výrobci adaptér na podobné úrovni v současné době nenabízejí. [17]



Obr. 24 Adaptér New Holland FB 130 [17]

6. Praktická část práce

Cílem této práce je zhodnotit kvalitu kukuřičné řezanky a to z hlediska kvality při nastavení různých teoretických délek (**TLC – theoretical length of cut**). Pro měření byla použita řezačka Claas Jaguar 960 s adaptérem Orbis 600, patřící podniku Zepo a.s Leština. Sklízena byla hybridní kukuřice odrůdy SUSETTA, určená pro bioplynové stanice. Na sklízecí řezačce bylo nejprve provedeno nabroušení nožů a seřízení protiostří. Poté proběhla kontrola celkového stavu řezacího ústrojí, včetně měření skutečné mezery mezi noži a protiostřím. Sklízecí řezačka byla osazena mačkáčím ústrojím MCC Classic 125/125. Následně se přistoupilo k samotnému odběru vzorků. Na řídicím počítači byla nejdříve nastavena minimální možná TLC možná pro

buben V28 a síce 4 mm. Poté byly odebrány 4 vzorky, každý o hmotnosti zhruba 2kg. Stejně se postupovalo dále pro hodnoty TLC 5,5, 7, 8,5, 10 a 11,5 mm. Delší řezanka nebyla v doporučeném rozsahu použitých mačkáčích válců. Ty byly po celou dobu měření nastaveny na mezeru 3 mm, která byla minimální pro množství procházející hmoty.

Separace jednotlivých frakcí vzorků kukuřičné řezanky byla prováděna v laboratoři na mechanickém síťovém separátoru. Tento separátor je osazen pěti sítí a spodní pánví pro zachycení nejmenších frakcí řezanky. Další podrobnosti o tomto separátoru jsou uvedeny v následující kapitole.

Nejprve byla zvážena jednotlivá prázdná síta, včetně spodní pánve. Poté se do separátoru nasypal vzorek o hmotnosti zhruba 2 kg. Separátor se spustil po dobu 120 sekund s frekvencí kmitu 2,4 Hz. Po uplynutí této doby se separátor zastavil a všechna síta byla zvážena, včetně frakcí řezanky, které se na nich vyseparovaly. To bylo provedeno pro všechny čtyři vzorky každé nastavené TLC, dohromady tedy bylo provedeno 24 měření. Následně se z každé jednotlivé TLC odebral jeden vzorek, který se vysušoval v sušičce pro zjištění obsahu sušiny.

6.1 Síťový separátor

Pro měření byl použit separátor, ve vlastnictví TF ČZU, fakulty využití strojů (obr. 25). Všechny parametry separátoru jsou v souladu s normou ASABE ANSI/ASAE S424.1 DEC01.

Tento separátor je osazen pěti sítí s různými velikostmi otvorů (tab. 9). Pod posledním sítím se nechází plná pánev na zachycení nejmenších frakcí.



Obr. 25 Síťový separátor

Měření bylo prováděno při tomto nastavení:

- frekvence 2,4 Hz
- čas 120 s

Tab. 9 Parametry separátoru

Síto [mm]	Hmotnost [kg]	Rozměr otvoru [mm]	Rozměr otvoru diagonální [mm]	Otevřenost síta [%]
1	4,69	19,00	26,9	45,6
2	5,00	12,70	18,0	33,8
3	5,01	6,30	8,98	33,7
4	4,83	3,96	5,61	39,4
5	3,70	1,12	1,65	41,5
6	5,90	-	-	-

6.2 Výsledky měření

Veškerá data byla zpracována v programu MS Excel 2016

Tab. 10 Teoretická délka řezanky 4 mm

TLC	Vzorek [kg]			
4mm	1	2	3	4
1	4,7	4,7	4,69	4,7
2	5,01	5,01	5,01	5,01
3	5,34	5,32	5,31	5,49
4	5,49	5,44	5,46	5,45
5	4,3	4,25	4,31	4,21
6	5,95	5,93	5,96	5,95

Tab. 11 Teoretická délka řezanky 5,5 mm

TLC	Vzorek [kg]			
5,5mm	1	2	3	4
1	4,7	4,69	4,71	4,69
2	5,01	5,01	5,03	5,01
3	5,64	5,51	5,66	5,65
4	5,48	5,39	5,48	5,46
5	4,09	4,05	4,07	4,1
6	5,94	5,96	5,94	5,94

Tab. 12 Teoretická délka řezanky 7 mm

TLC	Vzorek [kg]			
7mm	1	2	3	4
1	4,69	4,7	4,7	4,7
2	5,02	5,02	5,01	5,03
3	5,71	5,57	5,67	5,96
4	5,29	5,23	5,24	5,37
5	4	3,98	3,98	3,98
6	5,96	5,95	5,97	5,93

Tab. 13 Teoretická délka řezanky 8,5 mm

TLC	Vzorek [kg]			
8,5mm	1	2	3	4
1	4,7	4,7	4,7	4,71
2	5,03	5,03	5,03	5,06
3	5,83	5,82	5,82	6,18
4	5,24	5,26	5,26	5,36
5	3,95	3,95	3,96	3,86
6	5,94	5,93	5,93	5,91

Tab. 14 Teoretická délka řezanky 10 mm

TLC	Vzorek [kg]			
10mm	1	2	3	4
1	4,7	4,7	4,7	4,69
2	5,02	5,03	5,03	5,02
3	5,99	5,97	6,1	6,01
4	5,19	5,17	5,2	5,24
5	3,91	3,93	3,97	3,97
6	5,92	5,95	5,94	5,94

Tab. 15 Teoretická délka řezanky 11,5 mm

TLC	Vzorek [kg]			
11,5mm	1	2	3	4
1	4,7	4,69	4,7	4,7
2	5,03	5,03	5,04	5,02
3	6,87	6,23	6,19	6,25
4	5,21	5,24	5,28	5,22
5	3,98	3,99	3,98	3,98
6	5,93	5,94	5,93	5,93

Dále bylo provedeno změření sušiny jednotlivých frakcí. Vysušení vzorků proběhlo v sušičce (obr. 26). Vysledky měření sušiny jsou uvedeny v tabulce 17. Sušení probíhalo při teplotě 105°C po dobu 24 hodin.



Obr. 26 Sušička

Tab. 16 Obsah sušiny ve měřených vzorcích

	Celková hmotnost	Hmotnost sušiny [g]	Hmotnost vody [g]	Obsah sušiny [%]
4 mm	2220	537	1683	24,2
5,5 mm	2180	588	1592	27,0
7 mm	2310	571	1739	24,7
8,5 mm	2260	552,1	1707,9	24,4
10 mm	2200	594,2	1605,8	27,0
11,5 mm	2190	533,1	1656,9	24,3

Z tab. 16 vyplývá, že rozdíl mezi vzorky s maximální a minimální hodnotou sušiny je pouhých 2,8%. Lze to přisuzovat odběru vzorků na jednom pozemku o rozloze 55 ha, kde byly rozdíly ve zralosti kukuřice velmi malé. Díky takto malému rozdílu obsahu sušiny lze považovat další výsledky měření délky řezanky za statisticky vypovídající. Velké rozdíly obsahu sušiny by mohly způsobovat chybu ve měření, kdy sušší materiál je hůře řezný a tedy by vzorek obsahoval větší množství delších frakcí.

6.3 Vypočtené hodnoty

Tab. 17 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 4 mm

4 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,01	0,60	0,01	0,66	0	0,00	0,01	0,60
2	0,01	0,60	0,01	0,66	0,01	0,62	0,01	0,60
3	0,33	19,88	0,31	20,39	0,3	18,63	0,48	28,57
4	0,66	39,76	0,61	40,13	0,63	39,13	0,62	36,90
5	0,6	36,14	0,55	36,18	0,61	37,89	0,51	30,36
6	0,05	3,01	0,03	1,97	0,06	3,73	0,05	2,98
Σ	1,66	100,00	1,52	100	1,61	100,00	1,68	100,00

Tab. 18 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 5,5 mm

5,5 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,01	0,58	0,00	0,00	0,02	1,14	0,00	0,00
2	0,01	0,58	0,01	0,68	0,03	1,70	0,01	0,58
3	0,63	36,42	0,50	33,78	0,65	36,93	0,64	37,21
4	0,65	37,57	0,56	37,84	0,65	36,93	0,63	36,63
5	0,39	22,54	0,35	23,65	0,37	21,02	0,40	23,26
6	0,04	2,31	0,06	4,05	0,04	2,27	0,04	2,33
Σ	1,73	100,00	1,48	100,00	1,76	100,00	1,72	100,00

Tab. 19 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 7 mm

7 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,00	0,00	0,01	0,76	0,01	0,69	0,01	0,54
2	0,02	1,30	0,02	1,52	0,01	0,69	0,03	1,63
3	0,70	45,45	0,56	42,42	0,66	45,83	0,95	51,63
4	0,46	29,87	0,40	30,30	0,41	28,47	0,54	29,35
5	0,30	19,48	0,28	21,21	0,28	19,44	0,28	15,22
6	0,06	3,90	0,05	3,79	0,07	4,86	0,03	1,63
Σ	1,54	100,00	1,32	100,00	1,44	100,00	1,84	100,00

Tab. 20 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 8,5 mm

8,5 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,01	0,64	0,01	0,64	0,01	0,64	0,02	1,03
2	0,03	1,92	0,03	1,92	0,03	1,91	0,06	3,08
3	0,82	52,56	0,81	51,92	0,81	51,59	1,17	60,00
4	0,41	26,28	0,43	27,56	0,43	27,39	0,53	27,18
5	0,25	16,03	0,25	16,03	0,26	16,56	0,16	8,21
6	0,04	2,56	0,03	1,92	0,03	1,91	0,01	0,51
Σ	1,56	100,00	1,56	100,00	1,57	100,00	1,95	100,00

Tab. 21 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 10 mm

10 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,01	0,62	0,01	0,62	0,01	0,55	0,00	0,00
2	0,02	1,25	0,03	1,85	0,03	1,66	0,02	1,15
3	0,98	61,25	0,96	59,26	1,09	60,22	1,00	57,47
4	0,36	22,50	0,34	20,99	0,37	20,44	0,41	23,56
5	0,21	13,13	0,23	14,20	0,27	14,92	0,27	15,52
6	0,02	1,25	0,05	3,09	0,04	2,21	0,04	2,30
Σ	1,60	100,00	1,62	100,00	1,81	100,00	1,74	100,00

Tab. 22 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítích – 11,5 mm

11,5 mm	1		2		3		4	
	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]	[kg]	[%]
1	0,01	0,39	0,00	0,00	0,01	0,50	0,01	0,51
2	0,03	1,16	0,03	1,51	0,04	2,01	0,02	1,02
3	1,86	71,81	1,22	61,31	1,18	59,30	1,24	62,94
4	0,38	14,67	0,41	20,60	0,45	22,61	0,39	19,80
5	0,28	10,81	0,29	14,57	0,28	14,07	0,28	14,21
6	0,03	1,16	0,04	2,01	0,03	1,51	0,03	1,52
Σ	2,59	100,00	1,99	100,00	1,99	100,00	1,97	100,00

6.4 Výpočet průměrných hodnot, histogramy četností

V tab. 23 - 28 jsou vypočteny průměrné hodnoty ze všech měření, které jsou následně dosazovány do vzorců. Hodnoty \bar{x}_i jsou stanoveny pro síta 2 – 5 následovně:

$$\bar{x}_2 = \sqrt{18 * 26,9} = 22,00 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_3 = \sqrt{8,91 * 18} = 12,70 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_4 = \sqrt{5,61 * 8,91} = 7,10 \text{ mm}$$

$$\bar{x}_5 = \sqrt{1,65 * 5,61} = 3,04 \text{ mm}$$

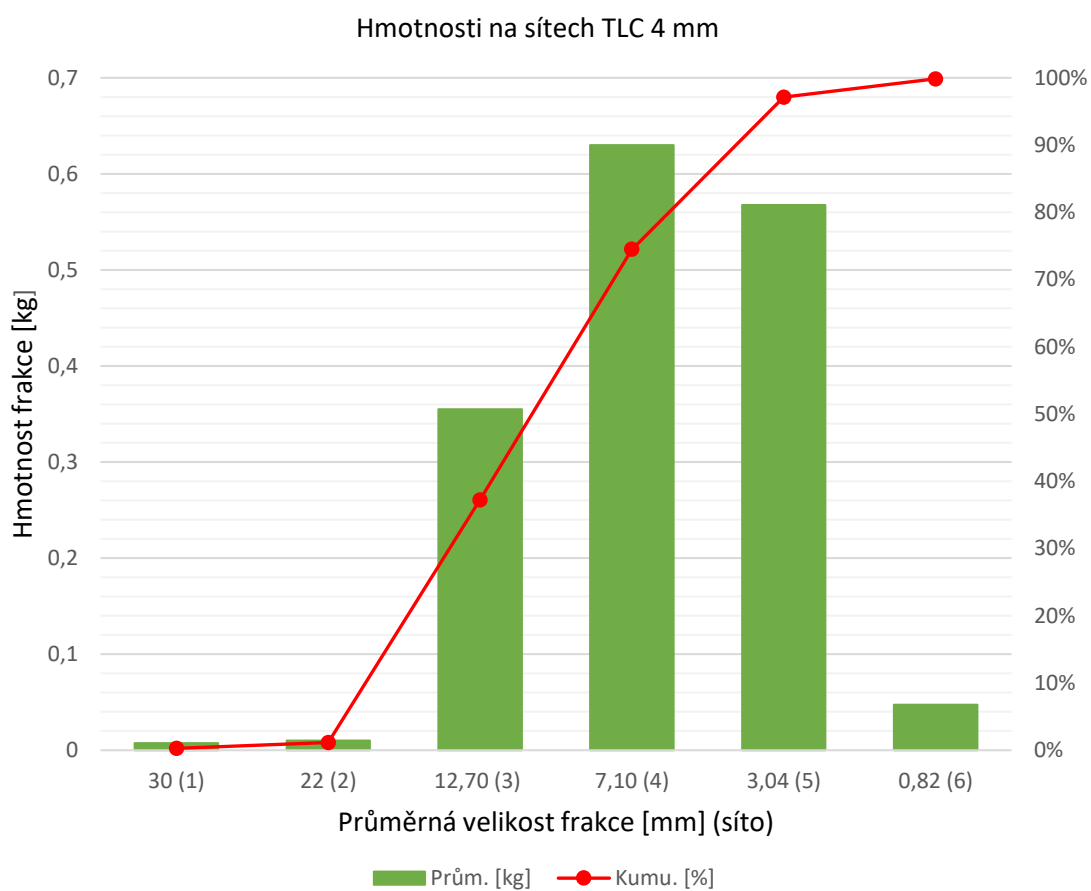
Pro pánev byla použita statisticky získaná hodnota \bar{x}_6 :

$$\bar{x}_6 = 0,82 \text{ mm}$$

Frakce na prvním sítu se neusadilo více jak 1% z vzorku, velikosti částic byly měřeny orientačně přímo pro měření. Byla naměřena a použita hodnota $\bar{x}_1 = 35 \text{ mm}$ u všech šesti vzorků.

Tab. 23 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 4 mm

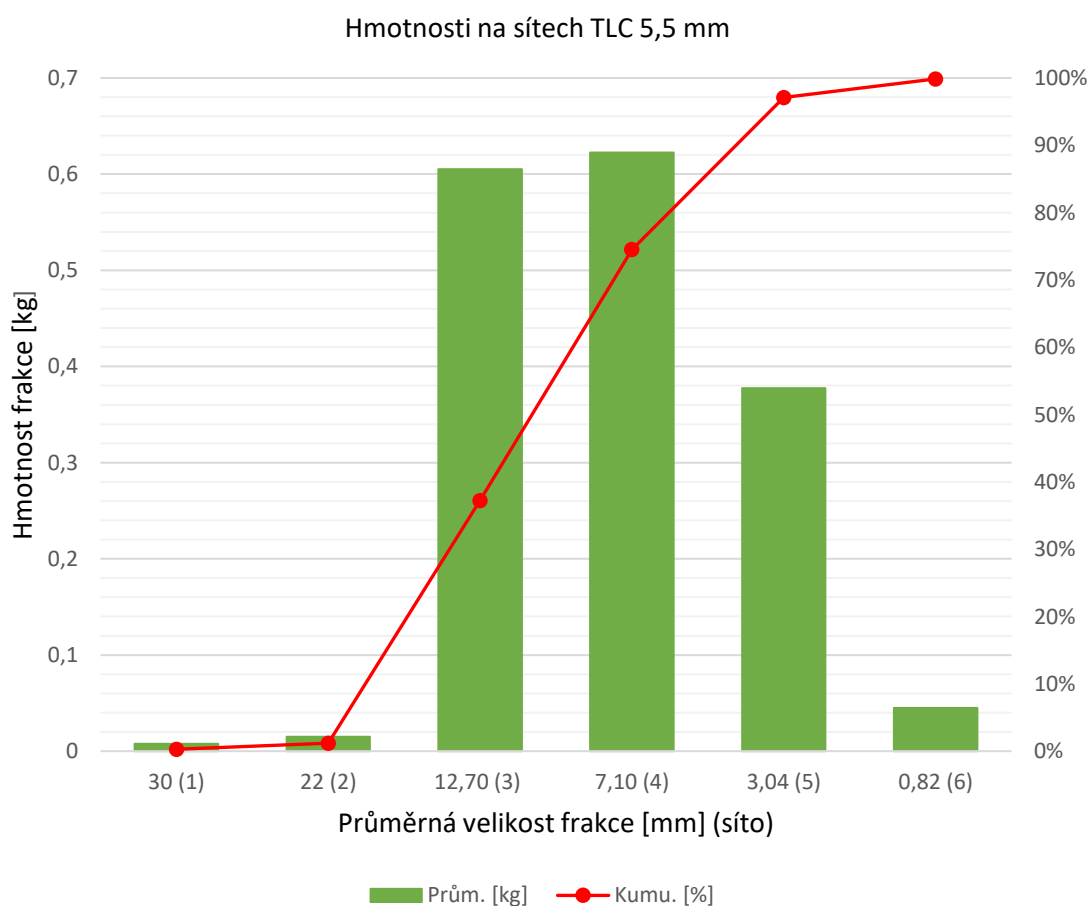
4 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
		[kg]	[-]	
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,0046	0%
2	22,00	0,01	0,0062	1%
3	12,70	0,36	0,2187	23%
4	7,10	0,63	0,3898	62%
5	3,40	0,57	0,3514	97%
6	0,82	0,05	0,0292	100%
Σ	-	1,62	1,0000	100%



Graf 1. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 4 mm

Tab. 24 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 5,5 mm

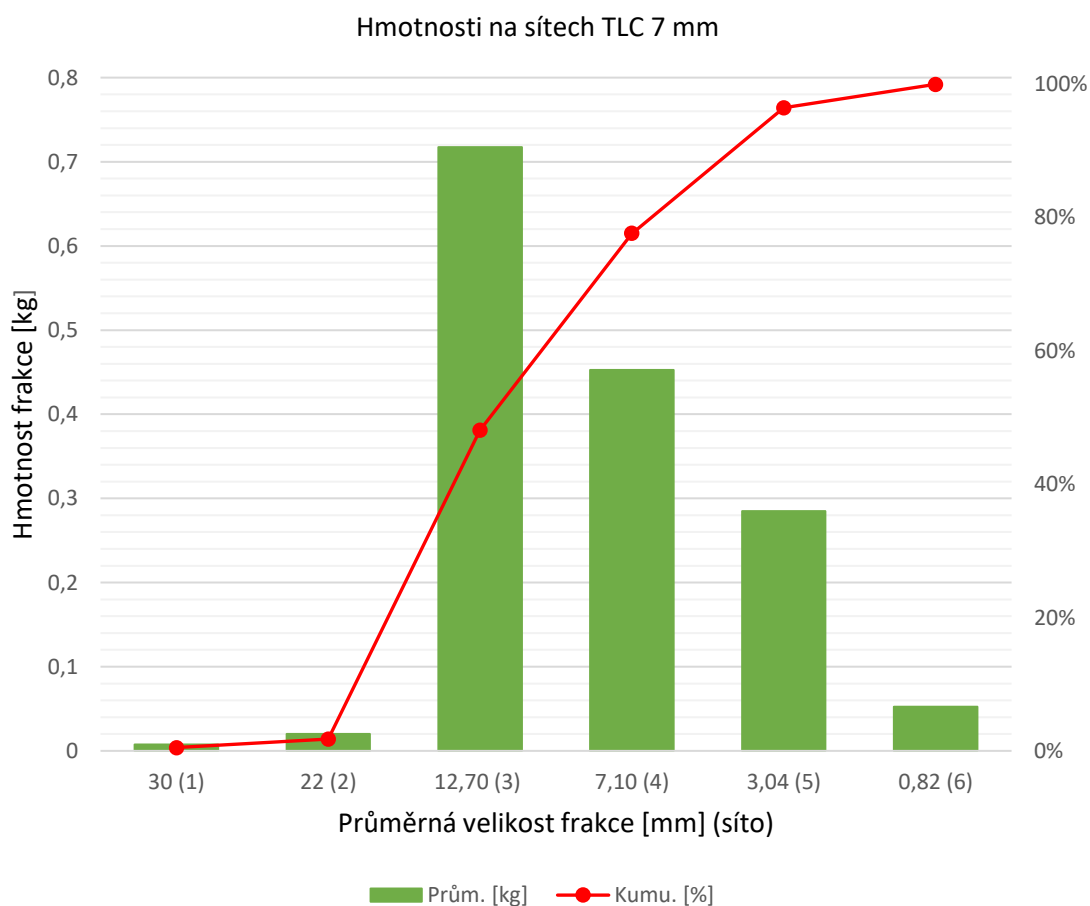
5,5 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
		[kg]	[-]	
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,0043	0%
2	22,00	0,01	0,0088	1%
3	12,70	0,61	0,3609	37%
4	7,10	0,62	0,3724	74%
5	3,40	0,38	0,2262	97%
6	0,82	0,04	0,0274	100%
Σ	-	1,67	1,0000	100%



Graf 2. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 5,5 mm

Tab. 25 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 7 mm

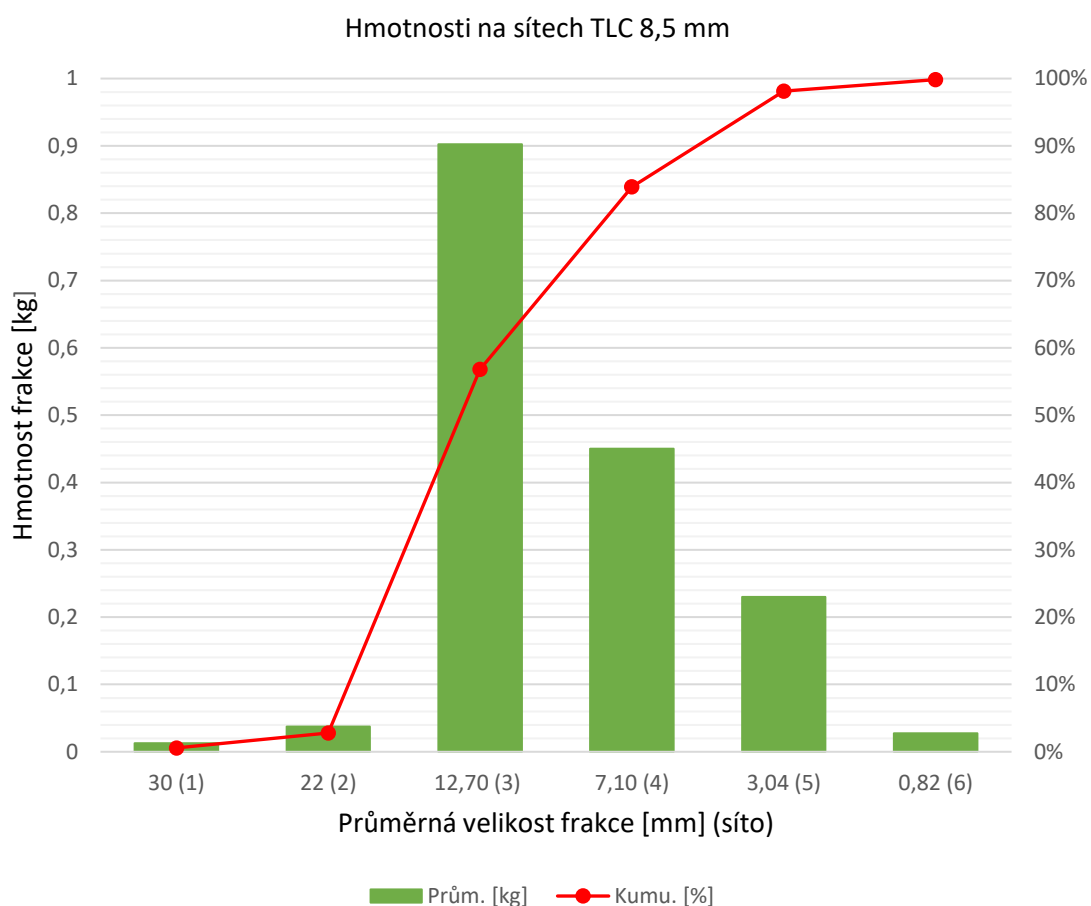
7 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,0050	1%
2	22,00	0,02	0,0128	2%
3	12,70	0,72	0,4634	48%
4	7,10	0,45	0,2950	78%
5	3,40	0,29	0,1884	96%
6	0,82	0,05	0,0354	100%
Σ	-	1,54	1,0000	100%



Graf 3. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 7 mm

Tab. 26 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 8,5 mm

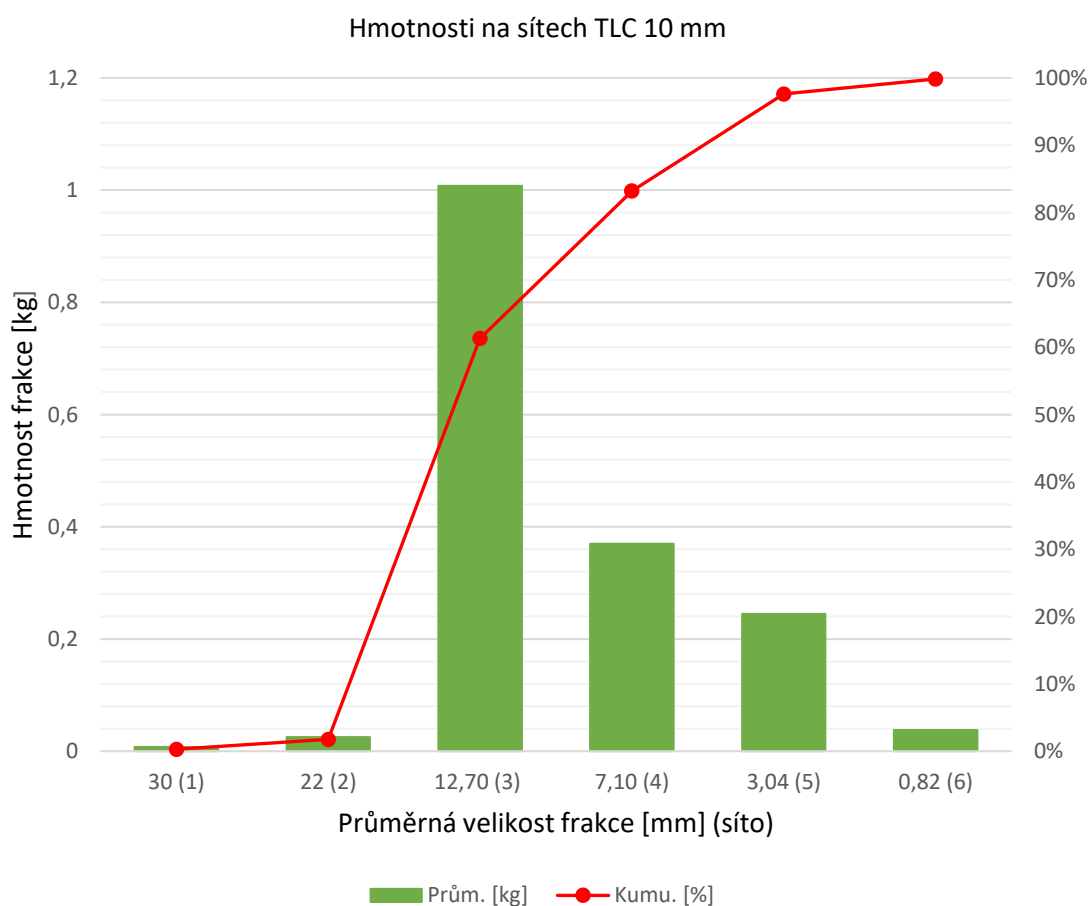
8,5 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,0074	1%
2	22,00	0,04	0,0221	3%
3	12,70	0,90	0,5402	57%
4	7,10	0,45	0,2710	84%
5	3,40	0,23	0,1420	98%
6	0,82	0,03	0,0173	100%
Σ	-	1,66	1,0000	100%



Graf 4. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 8,5 mm

Tab. 27 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 10 mm

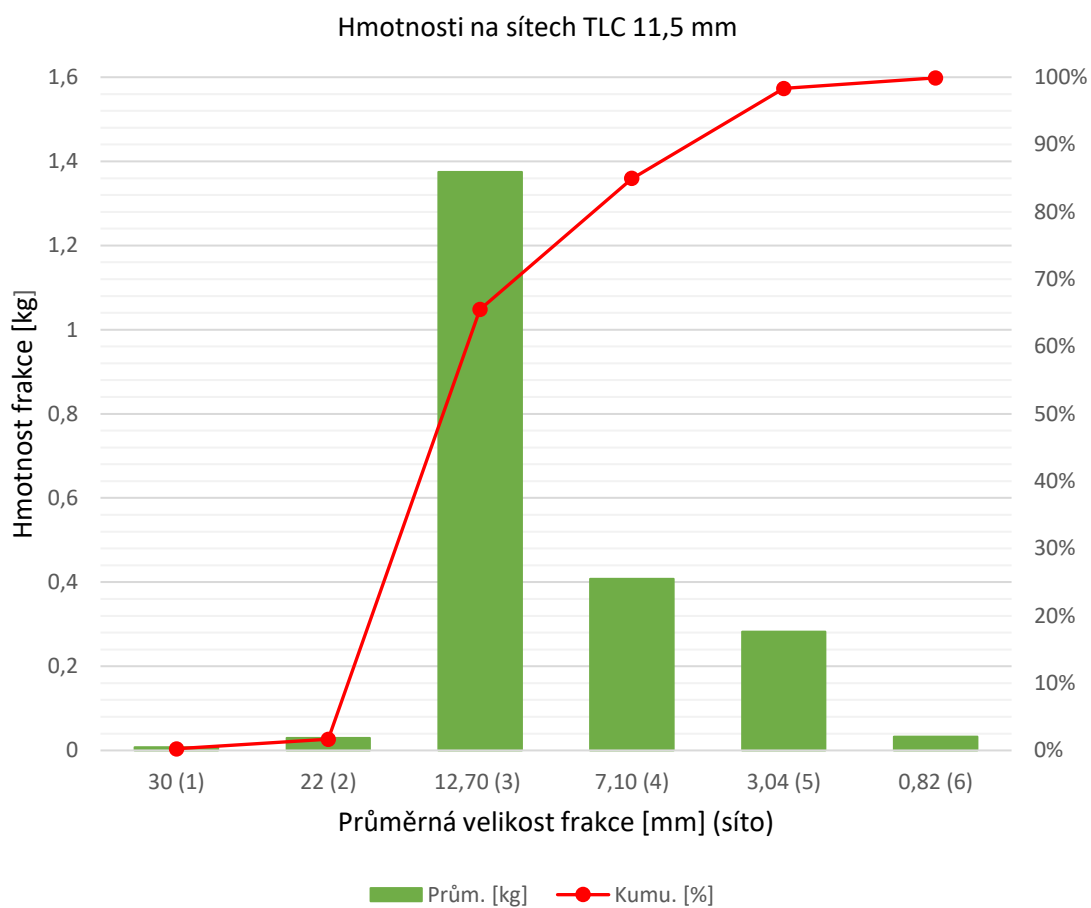
10 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,004	0%
2	22,00	0,02	0,015	2%
3	12,70	1,01	0,596	61%
4	7,10	0,37	0,219	83%
5	3,40	0,25	0,144	98%
6	0,82	0,04	0,022	100%
Σ	-	1,69	1,000	100%



Graf 5. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 10 mm

Tab. 28 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 11,5 mm

11,5 mm	Průměrná délka částic \bar{x}_i	Průměrná hmotnost frakce		Kumulativní četnost
[-]	[mm]	[kg]	[-]	[%]
1	30,00	0,01	0,003	0%
2	22,00	0,03	0,014	2%
3	12,70	1,38	0,638	66%
4	7,10	0,41	0,194	85%
5	3,40	0,28	0,134	98%
6	0,82	0,03	0,015	100%
Σ	-	2,14	1,000	100%



Graf 6. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 11,5 mm

6.5 Výsledné hodnoty, grafy

Průměrné hodnoty z tab. 23 - 28 byly dosazeny do vzorců 1 a 2 pro výpočet průměrné délky částic a směrodatné odchytky. Data byla zpracována v programu MS Excel.

Výpočet geometrického průměru částic frakci řezanky [18]

$$x_{gm} = \log^{-1} \frac{\sum(M_i \log \bar{x}_i)}{\sum M_i} \quad (4)$$

Příklad dosazení:

$$x_{gm} = \log^{-1} \left(\frac{0,0046 * \log(35) + 0,0062 * \log(22) + 0,2187 * \log(12,7) + 0,3898 * \log(7,10) + 0,3514 * \log(3,04) + 0,0292 * \log(0,82)}{0,0046 + 0,0062 + 0,3898 + 0,3514 + 0,0292} \right)$$

$$x_{gm} = 5,696 \text{ mm}$$

Výpočet směrodatné odchytky od geometrického průměru [18]

$$s_{gm} = \log^{-1} \sqrt{\frac{\sum(M_i (\log \bar{x}_i - \log x_{gm})^2)}{\sum M_i}} \quad (5)$$

$$s_{gm} = \log^{-1} \sqrt{\frac{0,0046 * \log^2\left(\frac{35}{5,70}\right) + 0,0062 * \log^2\left(\frac{22}{5,70}\right) + 0,2187 * \log^2\left(\frac{12,70}{5,70}\right) + 0,3898 * \log^2\left(\frac{7,10}{5,70}\right) + 0,3514 * \log^2\left(\frac{3,04}{5,70}\right) + 0,0292 * \log^2\left(\frac{0,82}{5,70}\right)}{0,0046 + 0,0062 + 0,3898 + 0,3514 + 0,0292}}$$

$$s_{gm} = 1,206 \text{ mm}$$

x_{gm} — průměrná délka řezanky vypočtena jako geometrický průměr

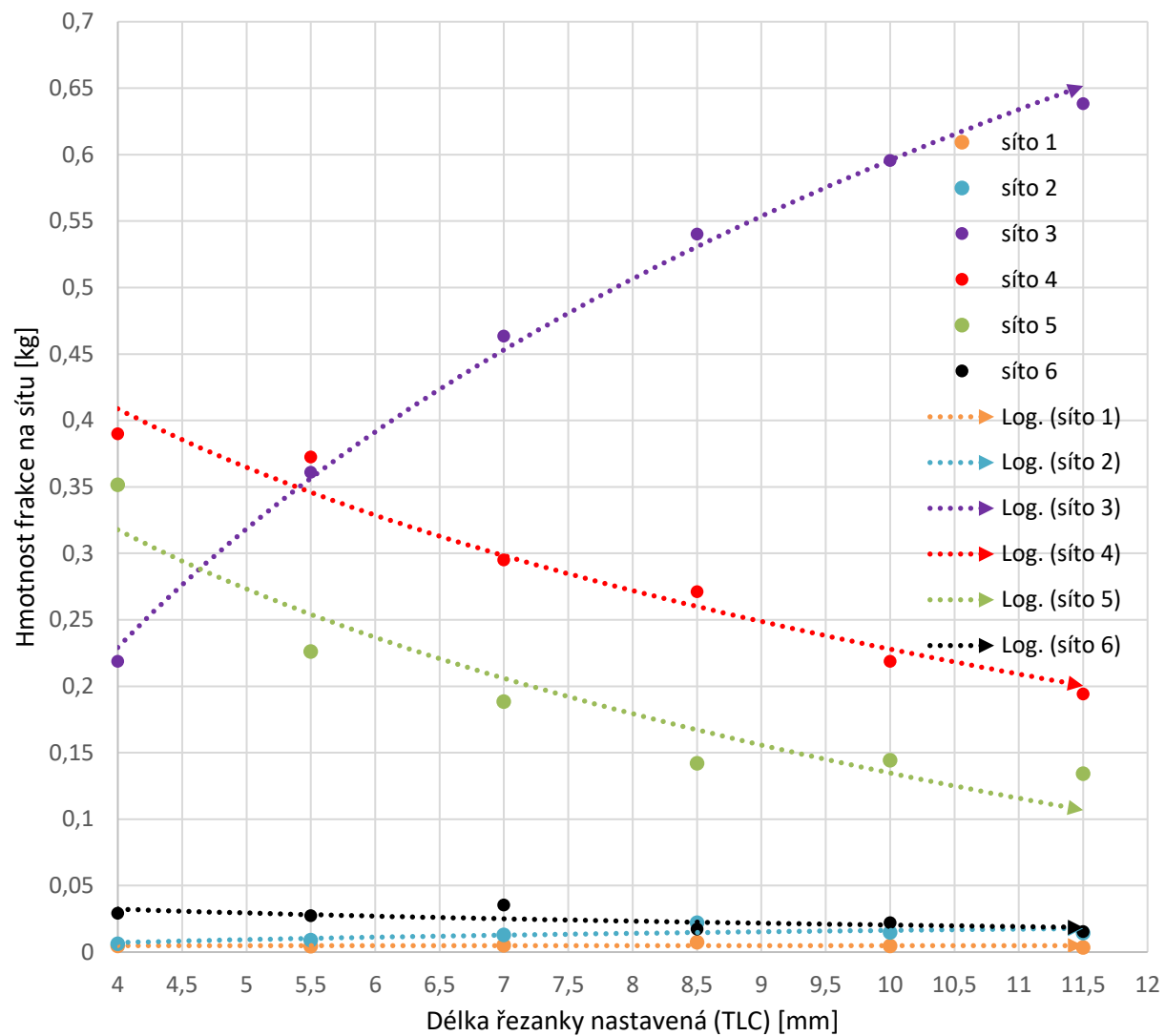
M_i — procentuální délka řezanky na i - tém sítu

\bar{x}_i — průměrná délka částic zjištěna jako geometrický průměr ok na sebe navazující

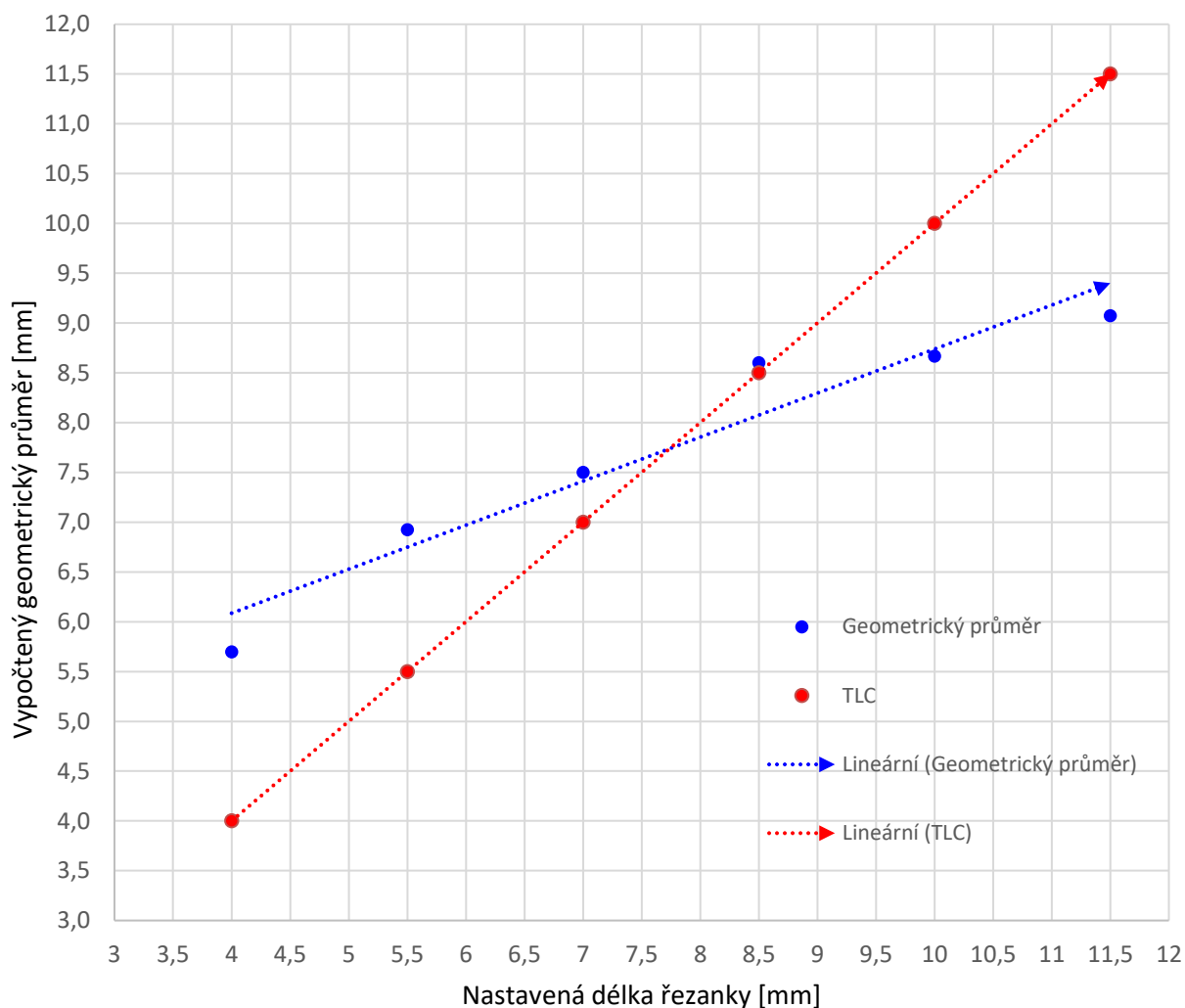
s_{gm} — směrodatná odchytka

Tab. 29 Výsledné hodnoty dle ASABE ANSI/ASAE S424.1

TLC	Geometrický průměr [mm]	Směrodatná odchytka [mm]
4 mm	5,696	1,206
5,5 mm	6,925	1,206
7 mm	7,500	1,232
8,5 mm	8,602	1,175
10 mm	8,665	1,188
11,5 mm	9,072	1,164



Graf 7: Hmotnosti všech vyseparovaných vzorků na jednotlivých sítích



Graf 8: Srovnání nastavené délky řezanky a vypočteného geometrického průměru

6.6 Provozní parametry při sklizni

V tab. 30 jsou údaje o výkonnosti a spotřebě paliva sklízecí řezačky Claas Jaguar 960 při sklizni kukuřice v roce 2017. V průběhu sklizně byla nastavena TLC na 7 mm a mezera drtících válců na hodnotu 4 mm. Sklizeny byly různé druhy hybridní kukuřice pro bioplynovou stanici. Typická pracovní směna trvala od 8:00 do 20:00, s hodinovou přestávkou. Broušení nožů bylo prováděno 2x denně a sice ráno a po polední přestávce. Díky použité sadě protiostrů a řezacích nožů určených speciálně pro sklizeň kukuřice byl tento interval údržby dostatečný.

Tab. 30 Provozní parametry sklízecí řezačky Claas Jaguar 960

Datum	Pracovní čas	Sptřeba nafty	Sklizené tuny	Průchodnost	Spotřeba na tunu	Spotřeba za hod.	TLC
-	[h]	[l]	[t]	[t/h]	[l/t]	[l/h]	[mm]
04.9.2017	11	750	1100	100,0	0,68	68,18	7
05.9.2017	11	940	1460	132,7	0,64	85,45	7
06.9.2017	11,5	830	1350	117,4	0,61	72,17	7
07.9.2017	12	950	1350	112,5	0,70	79,17	7
08.9.2017	11,5	1000	1570	136,5	0,64	86,96	7
09.9.2017	11	910	1185	107,7	0,77	82,73	7
10.9.2017	12	860	1330	110,8	0,65	71,67	7
11.9.2017	11,8	902	1338	113,4	0,67	76,44	7
12.9.2017	6,5	500	782	120,3	0,64	76,92	7
Celkově	-	-	11465	-	-	-	-
Průměr	-	-	-	116,8	0,67	77,74	7

7. Vyhodnocení výsledků, diskuze

7.1 Vyhodnocení výsledků měření řezanky

Na základě změřených a vypočítaných údajů zobrazených ve grafu 7 můžeme usuzovat následující. První dvě síta s diagonálním rozměrem otvorů 26,9 mm a 18 mm byla příliš hrubá na to, aby se na nich zachytilo statisticky významné procento materiálu. Zároveň to ukazuje na velmi dobrou kvalitu řezanky, která obsahovala minimum částic větších než 18 mm. To lze přičíst dokonalému nabroušení řezacích nožů a výbornému stavu protiostří. Na spodní pánvi se také zachytilo minimum frakcí, ale zde již můžeme pozorovat mírný pokles těchto „prachových“ částic s tím, jak se zvyšovala délka řezanky.

Na sítu 3 se průběžně zachycovalo více částic s tím, jak rostla nastavená délka řezanky. Na sítích 4 a 5 je tento trend opačný. Z téměř rovnoběžného průběhu hmotností na těchto sítích můžeme usuzovat velmi dobrou shodu s předpokládaným postupným zvětšováním částic řezanky.

Ze statistického vyhodnocení pomocí rovnic (1), (2) bylo zjištěno, že při nastavené TLC 4 mm byl geometrický průměr částic o 1,7 mm větší. Lze to přičíst samotnému způsobu práce řezacího ústrojí. I pokud jsou řezy vedeny po 4 mm, samotný průměr stonku jednotlivých rostlin je větší. Řezací nože tedy oddělují z velké části „válečky“ o výšce 4 mm, ale jejich průměr není v ideálním případě značně zmenšen. Tyto částice jsou dále významně zmenšeny v drticím ústrojí, ale nestačí to na dosažení skutečné délky částic 4 mm. Tento trend se postupně

zmenšuje a jak vyplývá z grafu 8, při nastavené TLC 8,5 mm se teoreticky nastavená délka přibližně rovná geometrickému průměru částic a dále je geom. průměr naopak menší než TLC.

Při TLC 11,5 mm vyšel geometrický průměr 9 mm. S největší pravděpodobností za to může drtící ústrojí. To při průchodu relativně velkých částic od řezacího bubnu tyto částice dále dělí a rozmělnjuje. Efektivně jsou drceny především části kukuřičných palic včetně zrna. Při provozu řezačky je tento efekt patrný i ze zvukového projevu řezačky. Při nastavené TLC 10 mm a 11,5 mm byly při měření částečně cítit vibrace od drtícího ústrojí, které se při menší nastavené TLC neprojevovaly.

Z výsledků tedy lze usuzovat, že rozdíl mezi délkou řezanky skutečnou a nastavenou není lineární. Při minimálních délkách řezanky do 8 mm jsou frakce skutečné řezanky delší a nad touto hodnotou začínou významněji napomáhat rozmělnění materiálu drtící válce a tak nastavená délka řezanky je naopak delší než reálně produkovaná řezanka.

Pro utvoření komplexně věrohodné představy o práci jednotlivých ústrojí by bylo třeba provést měření bez přítomnosti drtícího ústrojí. Zároveň se ukázalo, že pro zvolenou délku řezanky 4 – 11,5 mm jsou síta dle standardu ASABE ANSI/ASAE S424.1 DEC01 příliš hrubá. Na prvních dvou sítích se nezachytily téměř žádné frakce. Spolu s malou směrodatnou odchylkou, která vyplynula z výpočtu, to ovšem také vypovídá o dokonalosti práce správně seřízené samochodné sklízecí řezačky při měření.

7.2 Vyhodnocení provozních parametrů

Provozní údaje byly zaznamenávány po dobu devíti dní při sklizni kukuřice pro bioplynovou stanici. Při sklizni byla celá linka optimálně dimenzována a tak nedocházelo ke zbytečným prostojům z důvodu nedostatku odvozových prostředků. Obsluha sklízecí řezačky měla se strojem dlouholeté zkušenosti. Zatížení výkonu motoru se pohybovalo podle palubního počítače okolo 100%, tato hodnota se obvykle nepřekračovala.

Rozdíly ve sklizeném množství materiálu za hodinu lze tedy přičíst z největší části rozloze a členitosti jednotlivých pozemků. Tvar a velikost pozemku má zásadní vliv na výkonnost sklízecí řezačky. Největší denní výkon dosahoval 1570 t sklizených tun řezanky s průměrem 136 t/h. Tohoto výkonu bylo dosaženo na pozemku o rozloze 40 ha.

Celkově bylo sklizeno 11465 tun kukuřičné řezanky při průměrné spotřebě 0,67 l/hod. Průměrná průchodnost sklízecí řezačky byla 117 t/h. Jde o hodnoty včetně všech přejezdů a prodlev při sklizni. Aktuální průchodnost je mnohem vyšší, ale pro reálné využití, například pro dimenzování odvozových prostředků a kapacitu strojů na silážním žlabu, je průměrná výkonnost za hodinu nejdůležitější.

8. Závěr

Samojízdná sklízecí řezačka je jedním ze stěžejních prvků ve strojní lince na sklizeň píce. Z důvodu požadavku na vysokou výkonnost a malou délku řezanky patří dnes k vůbec nejvýkonnějším strojům používaných v zemědělské prvovýrobě.

Kvalita řezanky senáže i siláže je jedním z nezbytných předpokladů pro přípravu kvalitního krmiva. Při sklizni senáže sběracím adaptérem je třeba dbát zejména na minimalizaci množství kamenů či půdy ve sklízené hmotě. Jejich přítomnost by vedla k rychlému opotřebení řezacího ústrojí a také ke značné kontaminaci řezanky. Vhodným preventivním opatřením je utužení povrchu půdy už při setí píce nebo použití speciálního dopravníkového nahrnovače. I přesto jsou nutné časté kontroly či přebroušení řezacích nožů na sklízecí řezačce. Dalším úskalím při sklizni travin či jetele je možné ucpání vyhazovacích šacht ve sklízecí řezačce. Jelikož má sušší materiál menší objemovou hmotnost, nese s sebou i menší kinetickou energii, což přímo ovlivňuje možnost ztráty rychlosti toku materiálu v dopravním kanálu a následného ucpání. To má za následek velké časové ztráty, kdy je nutné nahromaděný materiál ručně odstranit.

Sklizneň pícnin na siláž zažila v posledních letech velký nárůst z důvodu rychlé výstavby bioplynových stanic. Pro využití řezanky v bioplynové stanici je vhodné zvolit kratší délku řezanky v intervalu 4-8 mm pro zlepšení enzymového rozkladu při tvorbě bioplynu. Pro krmení je naopak v dnešní době trendem tvorba delší řezanky v intervalu 10 – 20 mm, při speciálních způsobech sklizně až 30 mm. Delší fragmenty ve sklízené hmotě podle mnohých studií pozitivně ovlivňují trávicí systém skotu. Dlouhá řezanka však klade větší nároky na drtící ústrojí a tak jsou nabízena ústrojí různé konstrukce pro tvorbu krátké – střední – dlouhé řezanky. Dalším faktorem délky řezanky je vlhkost sklízené píce. Obecně se lze řídit pravidlem „ čím větší obsah sušiny, tím kratší délka řezanky“. Z důvodu větší čistoty sklízeného materiálu při použití plošného adaptéru je interval přebroušení nožů mnohem větší než při sklizni senáže, stejně jako životnost řezacích nožů a protiostrů.

Diplomová práce měla za úkol zhodnotit kvalitu práce sklízecí řezačky Claas Jaguar měřením dodržení přesnosti teoretické délky řezanky. Metodika měření byla stanovena na základě mezinárodní normy ANSI/ASAE S424.1 DEC 01, která je navržena speciálně pro potřeby vyhodnocení délky řezanky. Měření spočívalo v odebrání vzorků řezanky při různých nastavených teoretických délkách. Tyto vzorky byly dále přesáty na síťovém separátoru na frakce podle velikosti a zváženy. Z vyhodnocení výsledků (tab. 29) vyplynula závěrečná, kdy nejmenší nastavené teoretické délky byly menší než skutečně naměřené a naopak delší teoretické délky byly delší než skutečně naměřené. Díky nízké směrodatné odchylce lze brát tyto hodnoty jako spolehlivé. Z toho lze usuzovat větší podíl práce drtících válců při delší řezance, které dále rozměňují nařezanou hmotu a to především její těžší frakce jako zrno a části kukuřičných palic. Při nejkratších délkách řezanky se naopak ukazuje, že nastavené délky jsou menší než reálně produkovaná řezanka. To lze přičíst způsobu dělení stonků kukuřice pouze v jedné rovině, které technologicky nedovoluje všechny části rostliny nařezat na takto malé délky. Zároveň se ukázala velmi dobrá kvalita práce správně seřízené sklízecí řezačky, kdy

v odebraných vzorcích nedošlo k výrazným výkyvům v průměrných hodnotách a i většina nejsušších částí rostlin byla nařezána na frakce menší než 18 mm.

Z provozních parametrů, které řezačka Claas Jaguar 960 dosahovala za devět dní sklizně kukuřice, byla zjištěna průměrná průchodnost 116,7 t/h při spotřebě 0,67 l/t. Je třeba mít na paměti, že se jedná o průměr, kterého je schopna řezačka dosahovat včetně neefektivního času sklizně (přejezdy aj.). Proto má tato hodnota dobrou vypovídající schopnost pro dimenzování celé sklízecí linky.

V dnešní době se stále zvyšuje používání sklízecích řezaček. Dříve byla hlavní náplní jejich práce pouze výroba krmiva pro dobytek. K tomu se v posledních letech - zejména z důvodu tlaku na zavádění obnovitelných zdrojů energie - přidala potřeba sklizně energetických plodin, které se používají na vytápění budov či výrobu elektřiny. Zatím okrajové je nasazení sklízecí řezačky při sklizni rychle rostoucích dřevin, ale i v této oblasti je předpoklad dalšího zvyšování jejího využití. Tím by mohla být řezačka v provozu i mimo hlavní zemědělskou sezonu.

9. Seznam použité literatury

- [1] Kumhála, F. otet al.: *Zemědělská technika: Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha: ČZU, 2007. 426 s. ISBN 9788021317017
- [2] Historie firmy *Claas* [online]. [cit. 2018-02-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.claas-group.com/the-group/history/product-history/forage-harvesters>>
- [3] Claas Jaguar 930 – 980. *Prospekt firmy Claas* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://agrall.cz/upload/1392971441.pdf>>
- [4] Heřmánek, M.: *Stroje a zařízení 2 2. Vyd.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1982, 480 s.
- [5] Neubauer, K.: *Stroje pro rostlinnou výrobu 1.vyd.* Praha: SZN, 1989, 720 s. ISBN 80-209-0075-6
- [6] Prodejní informace Claas EN. *Prospekt firmy CLAAS* [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.claasofamerica.com/product/forage-harvesters/jaguar980-930-2018/engine-running-gear>>
- [7] Článek portálu *Náš chov*, Lukáš Prýmas [online]. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z WWW: <<http://naschov.cz/je-shredlage-dobry-napad/>>
- [8] Článek portálu *Badische Bauern Zeitung*, Von Annette Jilg [online]. [cit. 2018-02-26]. Dostupné WWW: <<http://www.badische-bauern-zeitung.de/shredlage-die-bessere-maissilage>>
- [9] Článek portálu *Elite magazin fur Milcherzeuger* [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné WWW: <<https://www.elite-magazin.de/news/Shredlage-Lizenz-bei-Claas-2519857.html>>
- [10] Břečka, J. Mašek, J. Bernásek, K.: *Cvičení ze strojů pro sklizeň píce a obilnin*. Praha: ČZU, 2001. 150s. ISBN 8021307811
- [11] Claas Jaguar 930 – 980. *Prodejní materiál EN firmy Claas* [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.claas.cz/cl-pw-en/products/forage-harvesters/jaguar980-930-2018>>
- [12] Porovnání řezaček *CLAAS a NEW HOLLAND* [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z WWW: <http://forageharvester.com/uploads/Jag_vs_NH.pdf>
- [13] Článek portálu *Farmers Guardian* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z WWW: <https://www.fginsight.com/news/news/significant-updates-for-claas-jaguar-foragers-16216>
- [14] Článek portálu *Farmers Guardian* [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z WWW: <https://www.fginsight.com/vip/vip/buyers-guide-type-492-claas-jaguar-890—17562>
- [15] Břečka a kol.: *Stroje pro sklizeň píce a obilovin 1. vyd.* Praha: ČZU, 2000, 253 s. ISBN: 80-213-0738-2

- [16] New Holland FR. Prospekt firmy *NEW HOLLAND CZ* [online]. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z WWW: <http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/fr_130305_pro-web-06734.pdf?redir>
- [17] Sklizeň RRD. *Reklamní materiál firmy AGROTEC CZ* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.eagrotec.cz/fr850-pri-sklizni-rychle-rostoucich-drevin-na-ct1>>
- [18] ANSI/ASAE S424.1 DEC 01. *Method of determining and expressing particle size of chopped forage materials by screening*. St. Joseph : American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1988.

10. Seznam obrázků

Obr. 1 Claas Jaguar 60SF

Obr. 2 Schéma pracovních částí sklízecí řezačky

Obr. 3 Vkládací ústrojí Claas Jaguar

Obr. 4 Způsob pohonu, hydrostatická jednotka COMFORT CUT

Obr. 5 Možnosti přístupu QUICK ACCESS

Obr. 6 Působení nože na řezaný materiál

Obr. 7 Řezání stébelnatého materiálu

Obr. 8 Nožový buben V-MAX, použití polovičního počtu nožů, speciální podložka

Obr. 9 Univerzální nůž, kukuřičný nůž – CLAAS

Obr. 10 Mechanismus nastavování protiostrží

Obr. 11 Schéma přibližování protiostrží a dna bubnu

Obr. 12 Pohled na brusné zařízení (demontovaný řezací buben)

Obr. 13 Princip funkce mačkácího ústrojí

Obr. 14 Mačkácí válce Shredlage

Obr. 15 Typy mačkácích válců pro řezačku JAGUAR

Obr. 16 Nastavení mezery metacího ústrojí Claas

Obr. 17 Monitor systému AUTOFILL, odhozový komín

Obr. 18 Koncept pohonu Claas Jaguar

Obr. 19 Pohon adaptéru hydrostatickou jednotkou

Obr. 20 Sběrací adaptér při práci

Obr. 21 Univerzální plošný adaptér, Claas Orbis 750

Obr. 22 Odlamovací adaptér NEW HOLLAND

Obr. 23 CLAAS DIRECT DISC 610

Obr. 24 Adaptér New Holland FB 130

Obr. 25 Sítový separátor

Obr. 26 Sušička

11. Seznam tabulek, grafů, rovnic, zkrtek

Tab. 1 Technické parametry vkládacího ústrojí

Tab. 2 Technické parametry řezacího ústrojí

Tab. 3 Technické parametry mačkáčích válců

Tab. 4 Technické parametry metacího ústrojí

Tab. 5 Technické parametry odhozového komínu

Tab. 6 Porovnání druhu pohonu jednotlivých funkčních částí

Tab. 7 Parametry pohonného ústrojí

Tab. 8 Parametry motoru Claas Jaguar 960

Tab. 9 Parametry separátoru

Tab. 10 Teoretická délka řezanky 4 mm

Tab. 11 Teoretická délka řezanky 5,5 mm

Tab. 12 Teoretická délka řezanky 7 mm

Tab. 13 Teoretická délka řezanky 8,5 mm

Tab. 14 Teoretická délka řezanky 10 mm

Tab. 15 Teoretická délka řezanky 11,5 mm

Tab. 16 Obsah sušiny ve měřených vzorcích

Tab. 17 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 4 mm

Tab. 18 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 5,5 mm

Tab. 19 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 7 mm

Tab. 20 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 8,5 mm

Tab. 21 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 10 mm

Tab. 22 Dopočítané hmotnosti a procentuální zastoupení na sítěch – 11,5 mm

Tab. 23 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 4 mm

Tab. 24 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 5,5 mm

Tab. 25 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 7 mm

Tab. 26 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 8,5 mm

Tab. 27 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 10 mm

Tab. 28 Dosazované hodnoty (průměrné) TLC 11,5 mm

Tab. 29 Výsledné hodnoty dle ASABE ANSI/ASAE S424.1

Tab. 30 Provozní parametry sklízecí řezačky Claas Jaguar 960

Seznam grafů:

Graf 1. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 4 mm

Graf 2. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 5,5 mm

Graf 3. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 7 mm

Graf 4. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 8,5 mm

Graf 5. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 10 mm

Graf 6. Hmotnosti frakcí na sítích TLC 11,5 mm

Graf 7: Hmotnosti všech vyseparovaných vzorků na jednotlivých sítích

Graf 8: Srovnání nastavené délky řezanky a vypočteného geometrického průměru

Seznam rovnic:

Rovnice 1. Výpočet teoretické rychlosti toku materiálu ve vkládacím ústrojí

Rovnice 2. Obvodová rychlost řezacího bubnu

Rovnice 3. Počet řezů za sekundu

Rovnice 4. Výpočet geometrického průměru částic frakci řezanky

Rovnice 5. Výpočet směrodatné odchylky od geometrického průměru

Seznam použitých zkratk:

v_{\min} rychlost vkládacího ústrojí minimální [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

ω_b otáčky bubnu [s^{-1}]

$d_{r\min}$ teoretická délka řezanky minimální [m]

n_{n1} počet řezacích nožů (v jedné řadě)

ω_r obvodová rychlost bubnu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

d_b průměr bubnu [m]

ω_botáčky bubnu [s^{-1}]
 $f_{\dot{\gamma}}$frekvence řezů [s^{-1}]
 n_{n2}počet řezacích nožů (celkový)
 x_{gm}průměrná délka řezanky vypočtena jako geometrický průměr
 M_i procentuální délka řezanky na i – tém sítu
 \bar{x}_i průměrná délka částic zjištěna jako geometrický průměr ok na sebe navazující
 S_{gm}směrodatná odchylka
TLCteoretická délka řezanky (Theoretical length of cut)