

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Bakalářská práce

**Energetická náročnost svinovacích lisů s pevnou a
variabilní lisovací komorou**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Frolík, CSc.

Autor bakalářské práce: Martin Skalický

České Budějovice, 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin SKALICKÝ**
Osobní číslo: **Z12205**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Energetická náročnost svinovacích lisů s pevnou a variabilní lisovací komorou**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je porovnat měrnou spotřebu energie při lisování suché píce u lisů na válcové balíky s pevnou a variabilní komorou.

1. Agrofyzikální vlastnosti zpracovávaného materiálu.
2. Konstrukce lisů na válcové balíky.
3. Metodika měření a vyhodnocení naměřených hodnot.
4. Porovnání naměřených hodnot s obecně platnými normativy spotřeby paliv v rostlinné výrobě.
5. Vyhodnocení jednotlivých typů lisů a doporučení pro praxi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:


Kavka, M. a kol.: Normativy zemědělských výrobních technologií 2013.
Dostupné na: www.agronormativy.cz ;
Souček, J.: Sklizeň slámy sklízecími lisy a možnosti jejího energetického využití. Mechanizace zemědělství, Praha, 2009, roč. 59, č. 4, s. 56-60;
Souček, J.: Možnosti zpracování a využití slámy. Zemědělec, 2009, roč. 17, č. 24, s. 9-10;
Souček, J.: Základní typy lisů a jejich využití. Zemědělec, 2010, roč. 18, č. 24, s. 19-20;
Jílek, L., Pražan, R., Gerndtová, I. : Porovnání lisů na válcové a hranolové balíky. Mechanizace zemědělství, Praha, 2007, roč. 57, č. 4, s. 44-50

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Frolík, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ

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

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

V Českých Budějovicích dne 8. 4. 2015

.....
Martin Skalický

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Josefu Frolíkovi, CSc. za ochotu, odborný dohled, cenné připomínky a rady při zpracování bakalářské práce.

Dále bych rád poděkoval obsluze souprav za spolupráci při měření a za trpělivost.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na porovnání energetické náročnosti svinovacích lisů s pevnou a variabilní lisovací komorou. V první části se práce zabývá píceňinami (význam, sklizeň a agrofyzikální vlastnosti) a sběracími lisy (agrotechnické požadavky, rozdělení, popis a konstrukce lisů). V druhé části jsou uvedeny naměřené hodnoty a výsledky. Pro porovnání energetické náročnosti jsem si vybral svinovací lis s pevnou lisovací komorou CLAAS ROLLANT 250 ROTOCUT a svinovací lis s variabilní lisovací komorou KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT. U obou svinovacích lisů se zjišťovala objemová hmotnost, výkonnost a měrná spotřeba paliva. Tyto hodnoty byly naměřeny a zjištěny při sklizni sena a senáže (tři seče). Zjištěné hodnoty byly dále použity ve výpočtech.

Klíčová slova: energetická náročnost, svinovací lisy, objemová hmotnost, výkonnost, měrná spotřeba paliva.

ABSTRACT

This bachelor thesis focuses on the comparison of energy demands of fixed- and variable- chamber silage balers. The first part of the thesis deals with the fodder plants (importance, crop and agrophysical characteristics) and pick-up balers (agrotechnical requirements, division, description and construction of balers). The second part contains measured values and results. To compare the energy demands I have chosen the fixed-chamber silage baler CLAAS ROLLANT 250 ROTOCUT and the variable-chamber silage baler KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT. With both balers I compared their unit weight, performance and fuel consumption measuring. The measuring took place during the hay and silage crops (three cuttings). The gathered data was used for further calculations.

Key words: energy demands, silage balers, unit weight, performance, fuel consumption measuring

Obsah:

1	Úvod.....	9
2	Literární přehled	10
2.1	Význam píce	10
2.2	Sklizeň píce	11
2.3	Konzervace a skladování píce	12
2.3.1	Konzervace silážováním a senážováním	13
2.3.2	Konzervace sušením	15
2.3.3	Konzervace horkovzdušným sušením	17
2.4	Agrofyzikální vlastnosti píce.....	18
2.5	Sběrací lisy	20
2.6	Agrotechnické požadavky na sběrací lisy	20
2.7	Rozdělení sběracích lisů.....	22
2.8	Svinovací lisy na válcovité balíky.....	23
2.8.1	Svinovací lisy s variabilní (proměnlivou) komorou	24
2.8.2	Svinovací lisy s konstantní (pevnou) lisovací komorou	25
2.9	Konstrukce lisů na válcovité balíky	26
2.9.1	Sběrací ústrojí	26
2.9.2	Vkládací ústrojí.....	27
2.9.3	Řezací ústrojí	28
2.9.4	Lisovací komora	29
2.9.5	Vázací ústrojí	32
2.9.6	Příslušenství svinovacích lisů	35
2.10	Sběrací lisy na hranolovité balíky	35
3	Cíl práce.....	39
4	Metodika měření	40

4.1	Objemová hmotnost	40
4.2	Výkonnost a exploatační ukazatele	41
4.3	Spotřeba paliva	42
5	Vyhodnocení naměřených hodnot	43
5.1	Objemová hmotnost	43
5.2	Výkonnost a exploatační ukazatele	53
5.3	Měrná spotřeba pohonných hmot	54
6	Diskuze a Závěr	55
7	Seznam použité literatury	58

1 ÚVOD

Píce představují po obilninách nejrozsáhlejší skupinu pěstovaných plodin. Ze zemědělského půdního fondu ČR připadá na výrobu objemných krmiv 1,34 mil. ha (rok 2007), což představuje 31,5 % výměry ze zemědělské půdy. Celková výměra pícnin je o 240 tis. ha nižší oproti obilninám. [10]

Píce jsou důležitou a nenahraditelnou součástí výživy hospodářských zvířat, zajišťují hodnotnou potravu v každém ročním období. V letním období se zvířata mohou pást na pastvinách, ale v zimním období je nutné mít dostatečné zásoby kvalitního krmiva. V dnešní době je velice rozšířená konzervace píce senážováním do silážního žlabu nebo do vaků. Tento způsob konzervace píce je určen spíše pro větší podniky. Pro menší podniky (rodinné farmy) je nejvýhodnější způsob konzervace do balíků. Při tomto způsobu má sklizeň píce tyto fáze: sečení, obracení, shrnování, sbírání, řezání, lisování, vázání a balení. Způsoby uskladnění píce a slámy si každý zemědělec vybírá individuálně. Vybírá si způsob, který je pro něj nejekonomičtější a nejsnadnější. [12]

Sběrací lisy pro formování slámy a pícnin, jako mnoho dalších zemědělských strojů, jsou v dnešní technicky pokročilé době nedílnou součástí většiny zemědělských farem a družstev. Jejich klady spočívají zejména v efektivnosti a úspoře práce pracovníků těchto farem a zlepšení skladovatelnosti slisovaného materiálu. Nejvíce používanými jsou lisy na hranolovité a válcovité balíky. Hranolovité balíky se nejčastěji používají při lisování slámy a sena, válcovité balíky se používají jak při lisování slámy a sena, tak i senáže. [4]

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Význam píce

Píce jsou velmi důležitou plodinou z hlediska zajištění krmivové základny hospodářských zvířat. Jsou základním zdrojem objemných krmiv. Tvoří je travní porosty z trvalých luk a pastvin, dále víceleté pícniny – jeteloviny (vojtěška, jetel), pícní trávy a jednoleté pícniny (zvláště kukuřice a směsky) z orné půdy. Výroba kvalitních objemných krmiv na orné půdě a trvalých travních porostech je základem výživy skotu. Pícniny však nejsou finálním výrobkem, neboť k jejich zpeněžení dochází až prodejem živočišných produktů. Proto celková struktura ploch pícnin, jejich způsob pěstování, sklizeň a konzervace musí být podřízena požadavkům zvířat, hlavně chovu skotu. Stavy skotu u nás se za posledních devět až deset let snížily téměř na polovinu. K největšímu úbytku došlo v marginálních (okrajových) oblastech, kde je méně úrodná půda. Tam však jsou také největší plochy starých i nově založených travních porostů. Píce z nich ale není kým zkrmit a zužitkovat. V níže položených oblastech, kde je půda úrodnější, se stavy skotu snížily méně. Plochy travních porostů jsou malé a výroba píce je zajišťována hlavně na orné půdě.

Jednoleté pícniny tvoří doplňující článek krmivové základny. Jsou určeny většinou pro zelené krmení a jsou vhodné pro různé způsoby konzervace. Pěstují se v monokultuře nebo ve směskách, z hlediska zařazení v osevním postupu jednak jako hlavní plodiny, jednak jako meziplodiny. K významným jednoletým pícninám pro konzervaci silážováním patří zejména kukuřice, sklizená v mléčně voskové zralosti a v omezené míře luskoviny (hrách, bob, peluška, vikev). [2]

Víceleté pícniny na orné půdě představují jeteloviny, některé trávy, případně jejich směsky – jetelotrávy. Mnohé z nich se uplatňují v dočasných i trvalých travních porostech. Je snaha, abychom z ekonomického hlediska pěstovali ve vhodných podmínkách nejen vojtěšku, ale i jetel luční především v čistých kulturách, v méně příznivých podmínkách pak některé druhy jetelovin i ve smíšených porostech s travami. Význam víceletých pícnin jako zdroje kvalitního krmiva i jako zúrodnující složky osevních postupů se zvyšuje. Především hlavní složka víceletých pícnin – jeteloviny mají dominantní postavení v produkci levné a přitom vysoce hodnotné píce pro výživu skotu. Velmi cennou vlastností jetelovin je vysoká výnosová stabilita

i při méně příznivých povětrnostních podmínkách. Z víceletých pícnin především jeteloviny mají nezastupitelný význam nejen pro zvyšování úrodnosti půdy (obohacení živinami, struktura půdy, meliorační působení) a produktivnosti osevních postupů (zvyšují a stabilizují výnos následných plodin), ale i z hlediska celkové bilance dusíku v zemědělské výrobě. Z pohledu energetické efektivity je mimořádně významné, že k vysoké produktivnosti nevyžadují dusíkaté hnojení, jelikož mají na kořenech hlízkové bakterie, které jsou schopné poutat až 220 kg vzdušného dusíku na hektar za rok. [12]

2.2 Sklizeň pícnin

Pícniny se sklízají podle druhu plodiny jednou až pětkrát ročně. Proto musí být sezónní výkonnost strojů na sklizeň píce mnohem větší, než kolik by odpovídalo celkové ploše pícnin.

Hlavním problémem při sklizni je zmenšit riziko počasí, a tím snížit sklizňové a konzervační ztráty. Při špatném počasí a nevhodném způsobu sklizně (odrolem, nesebráním a nevhodnou konzervací) mohou činit ztráty sušiny na hmotě 15 až 35 %, ztráty živin až 50 % a vitamínů až 100 %. Vhodným sklizňovým pracovním postupem a konzervací lze snížit toto riziko a zabránit znehodnocení píce v průběhu uskladnění. [8]

Porosty je třeba sklízet v optimální technologické zralosti, v době, kdy obsah živin a vitamínů je maximální. Podle druhu píce a účelu jejího použití se sklizeň nejčastěji provádí u vojtěšky na začátku květu, u jetele lučního červeného před začátkem kvetení, u kukuřice na zeleno v době metání až kvetení, u kukuřice na siláž v mléčně voskové zralosti a u lučních travních porostů v období od počátku metání do počátku kvetení převládajících trav. Ze vztahu mezi dobou sklizně v optimální vegetační fázi a koeficientem počasí vyplývá, že je nutno sklizeň jedné seče provést za 21 kalendářních dnů, z čehož je asi 10 pracovních dnů vhodných pro sklizeň. Pícniny je nutno sklízet nejen v oblastech rovinatých a se svahy do 12°, ale i v oblastech podhorských a horských se svahovitostí do 22 – 25°. Při sklizni je nutné provést vždy ve vzájemné návaznosti tři operace, popřípadě jejich soubory: sečení – úprava pícní hmoty – konzervaci s uskladněním. [7]

Vlastnosti porostů pícnin jsou z hlediska sklizňových operací velmi rozmanité, kolísají v dosti širokých mezích a mnohé vlastnosti se mění se změnou vlhkosti pícní hmoty. Výnos zelené hmoty při jedné seči u tenkostébelných pícnin (jetel, vojtěška, trávy, směsky, luční porost) je 15 až 50 t.ha⁻¹ při obsahu sušiny 15 – 40 % a u tlustostébelných pícnin (kukuřice, slunečnice) je do 80 t.ha⁻¹ při obsahu sušiny 15 až 85 %. Například hustota porostu u kukuřice na siláž se pohybuje od 6 do 12 jedinců na 1 m² a u kukuřice na zeleno od 30 do 50 jedinců na 1 m².

Důležitá je také při sklizni výška sečení, která má vliv na velikost současné i následující sklizně a pohybuje se u tenkostébelných pícnin v rozmezí 30 až 80 mm (trvalé luční porosty 30 až 40 mm, dočasné travní porosty 40 až 50 mm, vojtěška, jetel, jetelotrávy 50 až 60 mm, směsky 60 až 80 mm), u tlustostébelných pícnin do 150 mm. Příliš nízké sečení (pod 30 mm) působí negativně na obrůstání jetelovin i trav a na výnosy následující seče. Při vyšším sečení, než je uvedeno, se snižuje výnos (10 mm výšky porostu v přízemní vrstvě představuje 300 až 400 kg sušiny na 1 ha), zvětšuje se hromadění stařiny, zhoršuje se další sklizeň, například sbírání pícní hmoty a ztěžuje se další seč. [2]

2.3 Konzervace a skladování píce

Technologické postupy konzervace a skladování objemných krmiv jsou nedílnou součástí intenzifikace výroby píce. Po řadu desetiletí se snažíme co nejvíce přiblížit využitím genetického potenciálu hospodářských zvířat hranici co nejvyšší užitkovosti. Krmení „zelené píce“ se pak mnohdy stává přítěží, jelikož čerstvá píce neustále mění svojí kvalitu a chutnost.

Krmná hodnota konzervované píce je však nižší než výchozí biomasy, vedle toho dochází ke ztrátám na hmotě objemných krmiv a živinového složení. Konzervace velmi významně ovlivňuje produkční účinnost objemných krmiv (koncentraci energie, obsah hlavních živin a specificky účinných látek, dietetické vlastnosti, chutnost a stravitelnost píce). Produkční účinnost objemných krmiv a výše ztrát v průběhu konzervace závisejí především na způsobu konzervace, používané technologie, dodržení technologické kázně a uplatnění nejnovějších poznatků. Podle řady zjištění činí ztráty v celém komplexu výroby objemných krmiv až po skladování přibližně 28 %, v extrémních případech až 50 % i více. Zařazování nekvalitní

konzervované píce do krmných dávek hospodářských zvířat výrazně snižuje užitek, vzrůstají nároky na jadrná krmiva a negativně je ovlivňován zdravotní stav. Vysoké ztráty živin při konzervaci píce vytvářejí potřebu rozšiřování pěstebních ploch pícnin, proto je důležité, aby konzervace a skladování objemných krmiv bylo prvořadým úkolem v intenzifikaci krmivové základny.

V ČR je pro zabezpečení chodu živočišné výroby potřebné více než polovinu vyprodukované píce konzervovat (asi 80 %), z nich 70 – 80 % silážovat nebo senážovat a z 10 – 20 % vyrábět seno.

K hospodářsky důležitým procesům patří:

- Konzervace silážováním a senážováním
- Konzervace sušením
- Konzervace horkovzdušným sušením

2.3.1 Konzervace silážováním a senážováním

Silážování a senážování píce je konzervování čerstvé až silně zavadlé píce v anaerobním prostředí. Správné zhutnění krátké řezanky píce v silážním prostoru (silážní žlaby) spolu s omezením výměny plynů mezi atmosférou a silážní hmotou musí vést spolu s produkcí CO₂ k vytvoření anaerobního prostředí a kvalitním objemným krmivům. Konzervovaná píce je stabilizována kyselinou mléčnou – produktem mléčného kvašení sacharidové složky píce nebo dodaných přísad, případně pomocí chemických přísad. Pro rozvoj bakterií mléčného kvašení je optimální prostředí s pH 3,5 – 4 za nepřístupu vzduchu a teplotě 20 – 35 °C. [12]

Silážovatelnost píce je závislá:

- a) Na správně zvoleném a rychle provedeném technologickém postupu, ale především na botanickém složení, vegetačním stádiu druhů, koncentraci dusíkatých látek, obsahu sušiny v rostlinné hmotě a obsahu jednoduchých cukrů a na řadě dalších faktorů. Čím vyšší je obsah sacharidů, tím je lepší silážovatelnost, vysoký obsah sacharidů představuje vyšší pravděpodobnost alkoholového, případně i octového kvašení.
- b) Na délce řezanky, která je závislá na obsahu sušiny a platí, že čím je vyšší obsah sušiny, tím musí být délka řezanky kratší, aby došlo k účinnému stlačení hmoty a

vytěsnění vzduchu (při sušině píce 20 – 25 % do 130 mm, 25 – 30 % do 80 mm a nad 30% do 20 mm). Délku řezanky ovlivňuje také sklízená plodina. Platí, že délka řezanky pro zavadlé trávy by měla být do 30 mm, pro zavadlý jetel a vojtěšku do 20 mm, kukuřici v pokročilé mléčně – voskové zralosti nejlépe 7 – 10 mm a obiloviny na počátku mléčně – voskové zralosti 4 – 7 mm. Při sklizni je také důležité narušení stébel v oblasti kolének (kondicionér – součástí žacího stroje) u kukuřice je důležité narušení zrna (corn cracker, uni cracker- možnost vyřazení z činnosti).

c) Na již zmiňovaném obsahu sušiny, který patří mezi nejvíce sledovaný faktor při sklizni, platí podmínka, že čím je vyšší sušina silážované hmoty, o to intenzivněji se musí dusat.

Podle obsahu sušiny silážované hmoty rozlišujeme tyto metody:

1. Silážování čerstvé píce s obsahem sušiny 18 – 25 %, které je spojeno s vysokými ztrátami (20 – 35 %). Ke stabilizaci siláže z čerstvé píce je nutné nižší pH 3,8 – 4,2. Vyrobena siláž je kyselější a příjem skotem je nižší.
2. Silážování zavadlé píce s vyšším obsahem sušiny 28 – 40 % má řadu předností. Ztráty jsou zde menší než v předchozím případě (obvykle 18 – 20 %), nedochází k odtokům silážních šťáv a k dostatečné konzervaci postačuje pH 4,3 – 4,5. Siláž je chutnější a zvířata ji lépe přijímají. Silážování zavadlé píce je v současné době nejrozšířenější metoda.
3. Senážování píce je konzervace o nejvyšší sušině (40 – 50 %). Ztráty zde jsou nejnižší (12 – 15 %) a pH u kvalitní hotové senáže dosahuje hodnot 4,9 – 5,2.

Skladování siláže a senáže

Pro následné skladování v silážním žlabu je důležité zhutnění hmoty a rychlé zakrytí fólií z PVC, která přesahuje okraje žlabu a zabraňuje zatékání dešťové vody do konzervované píce. Osvědčuje se souvislé překrytí fólie pomocí silničních panelů nebo jiným způsobem zatížení a tepelné izolace (lisovaná sláma, zemina). V současné době byl způsob zakrývání fólií PVC nahrazen porostem žita, které se vyseje na povrch udusané konzervované píce a po vytvoření porostu zabraňuje vzniku ztrát. Tento způsob se používá pouze u konzervované píce, která je určena pro bioplynovou stanici a nemusí dosahovat takové kvality jako píce pro skot. Odkryté vrstvy siláží rychle oxidují, proto denní odběr vrstvy (především v letním období) by měl činit při použití frézového vybírače minimálně 0,5 m.

V současné době nabývá na významu konzervace a skladování senážované píce v balících hranolovitého a především válcovitého tvaru ovinutých fólií. Výhoda tohoto způsobu, vhodného především pro menší farmy, je v tom, že nemusíme budovat senážní žlaby, nemáme problémy s únikem šťáv do vodotečí a jiných vodárenských zdrojů. Tento způsob sklizně je nutné doplnit o ovinutí balíků fólií. Stroje na obalování pracují na principu ovíjení fólie, která se buď odvíjí z role, nebo je pohyblivým ramenem ovíjena kolem balíku, který se otáčí. Existují stroje umožňující obalování hranolovitých balíků. Pro ně byla vyvinuta technologie senážování ve stozích, kde pod fólií za nepřístupu vzduchu probíhá proces fermentace pícnin. Nevýhodou je, že pokud dojde v povrchových vrstvách vlivem přístupu vzduchu pod fólií k výskytu plísní, znamená to znehodnocení veškeré hmoty, neboť zasaženou vrstvu nelze od zdánlivě dobrého materiálu bezpečně oddělit.

Další možností skladování je silážování do válcovitého dlouhého plastového vaku. Tento způsob se zakládá na použití podávacího zařízení, které kromě stlačení píce provádí zároveň i její částečné mechanické narušení, případně aplikaci konzervačních látek a automaticky toto krmivo posouvá do plastového vaku a tím snižuje na minimum obsah vzdušného kyslíku u silážované píce. Tato technologie je určena hlavně středně velkým farmám a podnikům, které nedisponují silážními žlaby. Při technologii silážování do vaků je píce tlačena do rukávců o délce do 60 m o průměru 2,3 m o kapacitě do 200 tun. Pro porovnání u středně velkého žlabu, který se běžně používá, je kapacita 2000 tun. Tato technologie je z hlediska silážované hmoty mezistupněm mezi silážováním do žlabů a do balíků ovinutých fólií. [12]

2.3.2 Konzervace sušením

Konzervace sušením je nejstarší způsob konzervace píce, který používali již naši předci. *V současné době existuje mnoho způsobů výroby sena:*

1. Přirozené sušení píce - je to nejstarší způsob konzervace píce, který přežívá z dob zemědělské malovýroby. Tento způsob konzervace je nejpřirozenější a za příznivého počasí také nejlevnější ale organizačně nejnáročnější. Při nepříznivých klimatických podmínkách je tento způsob kvůli zvýšení pracnosti, ztrátám sušiny, stravitelných živin a vitamínů nejméně efektivní. [12] Sklízí se seno s obsahem

sušiny 70 – 80%. V posečené píci probíhají při zavádání a vysychání fyziologické a biochemické procesy, které ovlivňují její krmnou hodnotu.

V průběhu sušení je možno rozlišovat dvě hlavní fáze:

a) Fáze zavádání - trvá až do odumření buněk, které nastává vlivem ztráty vody průduchovou a kutikulární transpirací a z porušeného povrchu orgánů. Ztráty organické hmoty v této fázi jsou převážně nemechanické povahy, jsou způsobeny dýcháním v čase zavádání.

b) Fáze dosušování – začíná odumřením buněk, které nastává v píci trav při zvýšení obsahu sušiny na 45 – 55%, v píci jetelovin při zvýšení na 35 – 40 %. Potom se obsah vody snižuje jednoduchým fyzikálním vypařováním. Při srážkách přesahujících nasávací schopnost zasychající píce vznikají velké ztráty vyluhováním rozpustných frakcí některých živin a vitamínů. Jsou tím větší, čím je píce sušší a více narušená, např. kondicionérem. [2] Ztráty vznikající odrolem jemnějších částí rostlin závisí na morfologické stavbě nadzemních orgánů. Nejvyšší jsou u jetelovin (15 – 35 % z jejich celkové hmotnosti), k menším ztrátám dochází u trav (5%). Během sušení se mění i vitamínová hodnota. Vitamíny B a C se sušením píce na slunci ničí a při deštivém počasí snadno vyluhují. Provitamín A-beta-karoten se slunečním zářením ničí oxidací. Obsah vitamínu D se naopak při sušení na slunci zvyšuje. Z hlediska vysokého rizika znehodnocení píce nepříznivým počasím v průběhu sušení dochází celkově k neúměrně velkým ztrátám na živinách (v průměru 7 % denně). Malovýrobní klasické kopení sena přes noc (zvýšení teploty, fermentace, uvolnění pevněji vázané vody, ochrana před rosou a vodními srážkami) již není vzhledem k vysoké pracnosti možné. [12]

Při sklizni píce na seno se píce dvakrát až třikrát obrací. Obracení je účelné provádět v době, kdy její obsah sušiny je nižší než 50 – 55 %. Nešetrné obracení sušší píce zvyšuje ztráty odrolem, zvláště při vyšších podílech jetelovin a u čistých jetelovin. Po obracení se píce shrne na řádky, za příznivých povětrnostních podmínek dosahuje neupravená píce skladovacího obsahu sušiny 80 – 85 % během 3 až 5 dnů, upravená během 2 až 3 dnů. Pro skladování se používají halové seníky, věžové seníky, stodoly, půdní prostory nad stájemi nebo skladování ve stozích (volně nebo lisované seno v balících). Seno je významným komponentem krmných dávek především u telat.

2. Umělé sušení – ventilační dosoušení zavadlé píce na seno. *Tento sklizňový pracovní postup se skládá ze dvou etap:*

a) První etapa - píce se předsušuje na poli. Při zvýšení obsahu sušiny na 50 – 75 % se sklízí a ukládá na různé typy dosoušecích provzdušňovacích zařízení, která slouží i jako skladovací prostor.

b) Druhá etapa – píce se dosušuje aktivní ventilací studeným, popřípadě přehřátým vzduchem až do dosažení skladovacího obsahu sušiny 80 – 85 %. Předsoušení (oproti přirozenému sušení sena) značně snižuje závislost na počasí a ztráty odrolem, vyluhováním a mikrobiální činností. Doba přirozeného sušení na poli se zkracuje za příznivých povětrnostních podmínek na 2 až 3 dny po posečení, tedy zhruba až na polovinu doby nutné k úplnému usušení sena. Ztráty sušiny tak činí 15 – 23 %, ztráty stravitelných dusíkatých látek (SNL) 15 % a škrobových jednotek (ŠJ) 20 %, jsou tedy zhruba o 40 – 50 % menší než při sušení na seno. Vlhkost píce při sklizni pro umělé dosoušení závisí na typu dosoušecího zařízení a na formě sklizené píce např. při použití kondicionéru se mohou podstatně snížit sklizňové ztráty. Při skladování v halových senících vybavených podúrovňovým roštovým zařízením pro dosoušení celé dlouhé a řezané píce je možno sklízet píci s obsahem sušiny 60 – 70 %. Při sklizni píce lisované do balíků má píce obsah sušiny 70 – 75 %, při skladování ve věžových senících vybavených dosoušecím zařízením musí být píce pouze řezaná, sklizená při obsahu sušiny 50 až 55%. [2]

2.3.3 Konzervace horkovzdušným sušením

Horkovzdušné sušení píce je působení horkých spalin topného média a vzduchu do 1000 °C na čerstvou píci a její rychlá dehydratace na obsah sušiny 10 – 12 % při výstupní teplotě vzduchu 70 – 100 °C. Předností této technologie jsou nejnižší ztráty na živinách a biologicky aktivních látkách (7 – 8 %). Doba sklizně je méně závislá na počasí než u ostatních způsobů konzervace. Úsušek (moučka nebo granule) mají kvalitativně charakter koncentrovaného krmiva. Výroba úsušků je technologicky detailně propracována a průmyslově vyřešena. K nevýhodám patří vysoké investiční a provozní náklady spojené se stavbou a provozem zařízení. [12]

2.4 Agrofyzikální vlastnosti píce

Agrofyzikální vlastnosti dopravovaných pícnin významně ovlivňují způsoby řešení dopravních procesů i dosahované exploatační, energetické a ekonomické ukazatele. Pícniny spolu se slámou patří mezi objemné hmoty, které se vyznačují nízkou objemovou hmotností a s tím spojenými vysokými náklady na dopravu a skladování. Objemové hmotnosti pícnin v ložném prostoru dopravního prostředku jsou uvedeny v tabulce 2.1.

Tabulka 2.1 - Objemová hmotnost pícnin v ložném prostoru dopravního prostředku [10]

Charakteristika pícnin podle		Objemová hmotnost [kg.m ⁻³]
obsahu sušiny	délky řezanky	
Čerstvé, volně ložené	neřezané	100 až 135
	dlouze řezané	120 až 160
	středně řezané	145 až 230
	krátce řezané	160 až 280
	velmi krátce řezané	180 až 320
Zavadlé, volně ložené	středně řezané	60 až 120
	krátce řezané	110 až 180
	velmi krátce řezané	160 až 260
Zavadlé, lisované	neřezané	220 až 360
	dlouze řezané	245 až 380
Silně zavadlé, volně ložené	neřezané	50 až 75
	dlouze řezané	55 až 100
Suché, volně ložené	neřezané	40 až 65
	dlouze řezané	55 až 90
Suché, lisované	neřezané	80 až 240
	dlouze řezané	180 až 260

Vedle malé objemové hmotnosti pícnin ovlivňují výši jednotkových nákladů vynaložených na jejich sklizeň, dopravu a skladování i požadavky na stav a úpravu sklizené pícniny. Ty musí odpovídat nárokům hospodářských zvířat při konzervaci a uskladnění, musí ještě umožnit dosažení optimálního průběhu konzervačního procesu a uchování požadované kvality až do doby zkrmování. Jde zejména o dosažení

požadované sušiny (viz tabulka 2.2) a vhodné délky materiálu získané pořežáním (viz tabulka 2.3). [10]

Tabulka 2.2 - Obsah sušiny pro různé způsoby užití pícnin [10]

Stav pícniny	Obsah sušiny [%]	Užití
Čerstvý (zelený)	do 30	Přímé krmení, silážování, vysoko teplotní sušení (700 až 900 °C)
Zavadlý	nad 30 do 55	Senážování, nízkoteplotní sušení (70 až 160 °C)
Velmi zavadlý	nad 55 do 85	Dosoušení studeným nebo přehřátým vzduchem
Suchý	nad 85	Přímé skladování, popř. dosoušení studeným vzduchem

Tabulka 2.3 – Doporučené délky materiálu při různém způsobu jeho užití [10]

Stav pícniny a její užití	Doporučená délka [mm]
Čerstvé (zelené) pícniny k přímému krmení	50 až 150
Kukuřičná siláž	15 až 20
Zavadlé pícniny k senážování ve žlabových silech	40 až 75
Zavadlé pícniny k senážování ve velkoobjemových hranolovitých a válcovitých balících	60 až 150
Zavadlé pícniny k senážování ve věžových silech	25 až 30
Zavadlé pícniny k nízkoteplotnímu sušení (70 až 160°C)	40 až 150
Zavadlé pícniny k senážování ve velkoobjemných vacích	25 až 50
Velmi zavadlé pícniny k dosoušení v halovém seníku	150 až 200
Seno k uskladnění v halových senících	200 až 300
Pícniny k vysokoteplotnímu sušení (700 až 900 °C)	20 až 30

2.5 Sběrací lisy

Úkolem sběracích lisů je plynule sebrat ze shrnutých řádků zavadlý nebo častěji suchý stébelný materiál (píce, slámu), slisovat jej a svázat do stejných balíků, seřiditelné velikosti a slisovatelnosti. Balíky se buď uloží na strniště v požadovaném směru, nebo se naloží na dopravní prostředky. Balíky mohou být malé, hranolovité, o hmotnosti 20 až 35 kg, umožňující ruční manipulaci, nebo velké, tzv. obří, hranolovité – čtvercového průřezu, o hmotnosti 380 až 600 kg, případně válcovité – kruhového průřezu, o hmotnosti 190 až 500 kg. Oba dva typy velkých balíků vyžadují manipulaci pomocí mechanizace.

Lisováním se zvýší objemová hmotnost materiálu. Úměrně s tím se zlepší využití nosnosti dopravních prostředků a skladovacích prostorů. Je usnadněna kontrola množství sklizeného materiálu (počítače balíků na lisech) a plánování spotřeby. Sbíraný a lisovaný materiál musí být rovnoměrně proschlý se sklizňovou vlhkostí u píce pod 15 %, u slámy pod 18 %. V nákladech na sklizeň pomocí sběracích lisů tvoří velkou položku náklady na motouz. Zbytky motouzu mohou způsobovat potíže v trávícím ústrojí zvířat i navíjením na hřídele následných strojů, například rozmetadel chlévské mrvy. [2]

2.6 Agrotechnické požadavky na sběrací lisy

Základní agrotechnické požadavky (ATP) na sběrací lisy je možno charakterizovat takto:

a) Univerzálnost

- sklizeň píce a slámy
- výška strniště u píce 40 až 80 mm, u obilovin 100 až 200 mm
- celková délka stébel a stonků píce do 1 m, u obilovin až do 2 m
- šířka shrnutých řádků píce a slámy do 1,8 m
- výška řádku do 0,8 m
- šířka záběru sběracího ústrojí do 2,2 m
- hmotnost materiálu na 1 m do 6 kg
- vlhkost zavadlé píce max. 40 %, suché max. 20 % a slámy max. 25 %
- ztráty nesebráním u píce do 2 %, u slámy do 4 až 5 %.

- pozemky souvislé s rovným povrchem
- počítač balíků by měl být součástí každého lisu
- všechny lisy musí vyhovovat bezpečnosti práce a předpisům pro silniční provoz.

b) ATP u lisů na malé balíky

- svahová dostupnost do 12°
- energetický prostředek s výkonem 35 – 60 kW
- výkonnost až 2,5 ha.h⁻¹
- ukládání balíků
 1. na strniště v požadovaném směru
 2. posouvání po ližinách do strany do vedle jedoucího vozu
 3. posouvání dozadu do vozu připojeného za lis
 4. vrháním pomocí vrhače balíků do připojeného velkoobjemového vozu
- šířka balíků 0,32 – 0,46 m
- výška 0,4 – 0,5 m
- délka 0,4 – 1,1 m
- hmotnost balíků píce a slámy je 20 – 35 kg
- slisovanost nad 125 kg.m⁻³

c) ATP u lisů na velké balíky

- svahová dostupnost do 16°
- energetický prostředek 110 – 120 kW
- pracovní rychlost 6 – 14 km.h⁻¹
- dopravní rychlost nad 20 km.h⁻¹
- výkonnost nad 3 ha.h⁻¹
- ukládání balíků
 - na strniště
 - na akumulární návěs připojený k lisu na hranolovité balíky
- součástí lisů mohou být zařízení na automatické seřizování lisovacího tlaku a signalizaci velikosti balíků
 1. lisy na válcovité balíky
 - šířka balíků 1,2 – 1,5 m
 - průměr 0,6 – 1,8 m
 - hmotnost balíků píce nad 400 kg, slámy nad 190 kg

- slisovanost pícnin nad 220 kg.m^{-3} , slámy nad 110 kg.m^{-3}
2. lisy na hranolovité balíky
- šířka balíků 1,2 m
 - výška 1,2 m
 - délka je volitelná do 2,5 m
 - hmotnost balíků pícnin nad 500 kg, slámy nad 380 kg
 - slisovanost pícnin nad 160 kg.m^{-3} , slámy nad 120 kg.m^{-3} [2]

2.7 Rozdělení sběracích lisů

Sběrací lisy se nejčastěji rozdělují podle těchto hledisek:

a) podle mobilnosti jsou:

- stacionární, lisování senáže do vaků (rukávců)
- mobilní, tzv. sběrací, které mohou být traktorové, zpravidla návěsné nebo samojízdné

b) podle vytvořeného produktu jsou:

- balíky hranolovité nebo válcovité
- vaky (rukávce)
- brikety (pístové, šnekové, prstencové)
- granule (s prstencovou nebo plochou maticí)

c) podle velikosti balíků jsou:

- na balíky malé, hranolovité, rozměrů $(0,32 - 0,46) \times (0,4 - 0,5) \times (0,4 - 1,1)$ a hmotnosti 20 - 35 kg
- na balíky velké – válcovité o šířce 1,2 – 1,5 m, průměru 0,6 – 1,8 m a hmotnosti 190 – 500 kg
- na balíky velké – hranolovité o rozměrech $1,2 \times 1,2 \times (1,5 - 2,5)$ m a hmotnosti 380 – 600 kg

d) podle provedení lisovacího ústrojí jsou:

- pístové – které mají pohyb pístu s přímovratným pohybem. Jejich pohon může být buď mechanický (klikovým mechanismem) nebo hydraulický
- svinovací – rolovací, které podle formování jádra balíku jsou buď s utužovaným jádrem balíku (svinují v podstatě rohož slámy) a mají pásové nebo hrabicové svinovací ústrojí, nebo s neutužovaným jádrem balíku (svinují v podstatě slámu

prostřednictvím pohyblivých ústrojí na obvodu komory) a mají svinovací válce, pásové dopravníky, svinovací hrabicový dopravník nebo i jejich kombinaci

- bubnové
- šnekové
- prstencové [2]

2.8 Svinovací lisy na válcovité balíky

Svinovací lisy (viz obrázek 2.1) se rozdělují na lisy s variabilní (proměnlivou) komorou a s konstantní (pevnou) komorou. Svinovací lisy pracují nekontinuálně se zastávkou stroje, při které se balík otáčí a ovinuje sítí nebo motouzem, dnes převážně sítí. [2]



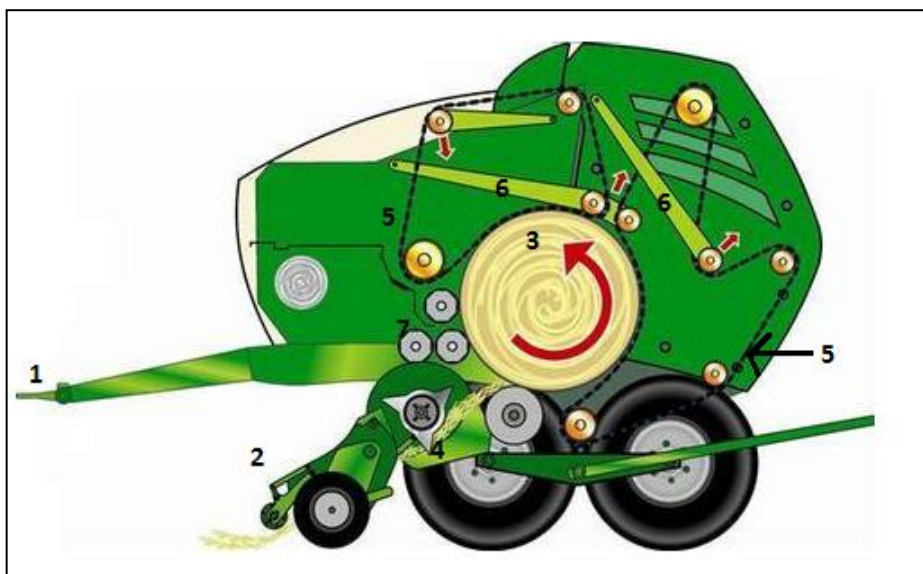
Obrázek 2.1 - svinovací lis na válcovité balíky CLASS ROLLANT 455 [16]

Svinovací lisy na válcovité balíky nebyly dříve tolik rozšířené jako lisy na hranolovité balíky. V dnešní době se tento trend však změnil a počet lisů na válcovité balíky se neustále zvyšuje. Hlavní příčinou zvyšování je, že většina malých farmářů si oblíbila způsob konzervace a skladování ve válcovitých balících. Výhodou je nižší pořizovací cena oproti lisům na velké hranolovité balíky, jednodušší konstrukce

stroje, nižší náročnost na výkon traktoru. Nevýhodou jsou méně skladné balíky (oproti hranolovitým), u kterých vznikají při skladování hluchá místa, tudíž můžeme uskladnit menší množství materiálu. Také slisovanost kulatých balíků je nižší oproti hranolovitým nižší. Další nevýhodou je zastavení stroje při ovinutí sítí, vyklopení balíku a dále to, že součástí lisu není předlisovací komora, tudíž dochází k nerovnoměrnému slisování balíku při užších řádcích, než je lisovací komora. Nesprávně slisovaný balík má pak negativní vlastnosti na kvalitu uskladněné píce či slámy, zvláště při tvorbě senáže, kde je nezbytné, aby bylo ve slisované hmotě co nejméně vzduchu. [5]

2.8.1 Svinovací lisy s variabilní (proměnlivou) komorou

Svinovací lisy s variabilní lisovací komorou (viz obrázek 2.2) jsou tvořeny soustavou pásů vyrobených z technické, patřičně pevné a vyztužené pryže, nebo se jedná o soustavu řetězových nebo pryžových dopravníků spojených latěmi různé konstrukce.



Obrázek 2.2 - svinovací lis KRONE Coprima s variabilní lisovací komorou [17]

1 – závěs lisu, 2 – sběrací ústrojí, 3 – svinovací komora, 4 – řezací ústrojí, 5 – svinovací pásy, 6 – napínací ústrojí, 7 – vázací ústrojí a pohony

Výškově stavitelné sběrací ústrojí bubnového typu (nejčastěji používané), sbírá materiál z řádku a posouvá ho k vkládacímu zařízení. Toto zařízení dále posouvá materiál přes řezací ústrojí, kde dojde k rozmělnění materiálu, jestliže je řezací ústrojí součástí stroje nebo je v činnosti a poté dojde k posunu do svinovací komory. [3] V této komoře je materiál obepínán svrchu svinovacími pásy v počtu 4 – 10 kusů a zespodu je unášen bubnem nebo řezacím ústrojím. Pohyb svinovacích pásů a bubnu je protisměrný. Napínací ústrojí prostřednictvím pásů vyvolává tlak na materiál. Tento tlak se udržuje po celou dobu svinování od středu až k povrchu balíku téměř konstantní, protože svinovací pásy se postupně prodlužují a jejich napětí zůstává konstantní.

Napětí pásů je vyvoláno napínacím ústrojím, uloženým na vnějších stranách lisovací komory a skládajícím se z ramen a silných pružin se stavitelným předpětím. Regulací napětí pružin se nastavuje slisovanost (objemová hmotnost) balíků. Díky tomuto systému lisování je možné vytvářet balíky o průměru od 60 do 180 cm. Proces tvorby balíku je ukončen při dosažení požadovaného rozměru, poté oznámí počítač zvukovou signalizací obsluhu vytvoření balíku. Obsluha zastaví stroj a zapne vázání (do sítě nebo motouzu) nebo se vázání zapne automaticky, po ukončení vázání dojde k hydraulickému otevření zadní části lisovací komory a balík se vyklopí na pozemek. [2]

2.8.2 Svinovací lisy s konstantní (pevnou) lisovací komorou

Svinovací lisy s konstantní lisovací komorou jsou tvořeny pásovými nebo válečkovými dopravníky a častěji kovovými válci na obvodu lisovací komory, zobrazeno na obrázku 2.3 vpravo.



Obrázek 2.3 - svinovací lis JOHN DEERE F440R s konstantní (pevnou) lisovací komorou [18]

Tento typ lisu se skládá ze stejných částí jako lis s variabilní lisovací komorou akorát s tím rozdílem, že pásové, válečkové dopravníky nebo kovové válce jsou v komoře uloženy pevně a nestlačují tak balík od počátku lisování jako u variabilní komory.

Principem je tedy sebrání hmoty z řádku, posunutí do vkládacího zařízení, průchod přes řezací ústrojí, jestliže je součástí nebo je v činnosti, následné rozmělnění a posunutí do lisovací komory. Materiál je zpočátku formován volně, jádro balíku není utužováno. Teprve s postupně zaplňovaným prostorem svinovací komory je volnější, hvězdicovitě formované jádro obtáčeno více slisovanou vnější vrstvou. Slisovanost tedy roste od středu k povrchu balíku, objemová hmotnost celého balíku je nižší než u lisů s utužovaným jádrem balíku (variabilní komora).

Výhodou těchto lisů je jednodušší konstrukce, relativně nižší pořizovací cena a také nabídka velmi jednoduchých provedení pro relativně nízkou sezónní, avšak postačující výkonnost.

Nevýhodou je nemožnost změny průměru balíků, horší slisovanost a relativně vyšší energetická náročnost. [2]

2.9 Konstrukce lisů na válcovité balíky

- sběrací ústrojí
- vkládací ústrojí
- řezací ústrojí
- lisovací komora
- vázací ústrojí
- příslušenství lisů

2.9.1 Sběrací ústrojí

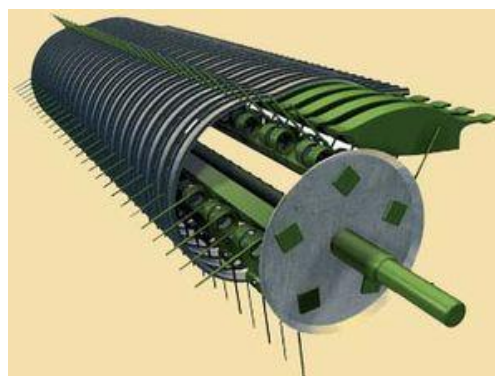
Sběrací ústrojí u svinovacích lisů zobrazeno na obrázku 2.4 je stejné konstrukce jako u sběracích vozů. Úkolem tohoto ústrojí je sebrání hmoty z řádku při nejmenších ztrátách a dopravení materiálu do vkládacího zařízení. Nejčastěji se sběrací zařízení dodává se záběrem sbírání u větších typů od 1,8 do 2,2 metru a u menších typů od 1,4 do 1,8 metru. Sběrací ústrojí se skládá ze sběrače s opěrnými a nivelačními koly, jehož součástí může být shrnovací plech nebo válec, který slouží pro rovnoměrné

rozprostření řádku před vstupem do sběracího ústrojí. Součástí ústrojí mohou být dva pomocné šnekové dopravníky.

Toto ústrojí může být klasické konstrukce, kdy je tvořeno několika řadami unášečů sběracích prstů a kulisovým mechanismem pro cyklické naklápění nosníků sběracích prstů, nebo s tzv. neřízeným provedením (viz obrázek 2.5) kde funkci kulisové dráhy nahrazuje speciálně tvarovaný plech sběrače (patent firmy Krone). Prsty bývají chráněny povrchovou úpravou proti působení kyselých šťáv ze zavadlých travin. Mezi každým prstem je ocelový nebo plastový pás, který zabraňuje ztrátám materiálu v prostoru sběrače a také správnému odvodu do vkládacího zařízení. Pohon sběrače je pomocí převodovky, klínového řemene, kloubového hřídele nebo řetězu. Sběrač je většinou pružně zavěšen na rámu svinovacího lisu. Pracovní výška sbírání je nastavitelná z boku sběrače zvednutím nebo spuštěním kopírovacích koleček a následného zajištění pomocí děrovaného plechu s čepem. Zvedání a spouštění sběrače zajišťuje hydraulický válec, který se ovládá z kabiny pomocí ovládacího mechanismu. [14]



Obrázek 2.4 - sběrací ústrojí KRONE [19]



Obrázek 2.5 - sběrací ústrojí s neřízeným provedením nosníků KRONE [19]

2.9.2 Vkládací ústrojí

Dříve se využívalo hrabicové vkládací zařízení ale v dnešní době se používá výhradně rotorové vkládací ústrojí (viz obrázek 2.6). Základem je spirálový rotor různé konstrukce, který se skládá z řady ocelových lamel hvězdicového tvaru poskládaných na hřídeli do šroubovice, rotujících mezi noži. Počet chodů šroubovice je různý a stejně jako tvar šroubovice závisí na výrobcí a jeho zkušenostech. Lamely

jsou poskládané do šroubovice, aby materiál nevnikal k nožům nárazově ve velkých dávkách, ale plynule po malých. Pohon rotoru zajišťuje převodovka s čelním ozubením v olejové lázni nebo klínové řemeny. Součástí vkládacího zařízení může být systém reverzace chodu nebo výklopné dno, které se využívají při ucpání rotoru.



Obrázek 2.6 – vkládací ústrojí CLAAS ROLLANT 455 uniwrap [20]

Druhy vkládacích rotorů:

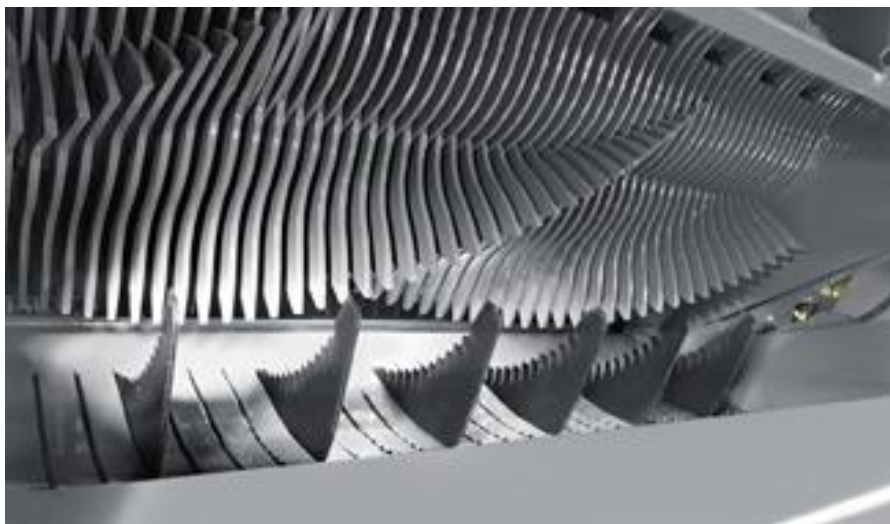
- a) s pevnými neřízenými prsty uspořádanými do šroubovice
- b) s řízenými hrabicemi (2 – 5 vkládacích hrabic) [15]

2.9.3 Řezací ústrojí

Úkolem řezacího ústrojí je posbíraný materiál nařezat (rozmělnit), aby došlo k jeho dokonalému slisování v lisovací komoře. Materiál je plynule posouván a protlačován zuby vkládacího rotoru přes nože, přičemž řezání začíná od spodní části a pokračuje po celé délce. Díky tomuto posouvání materiálu po ostří nožů je sníženo riziko ucpání, opotřebení a výrazně se snižuje příkon.

Nože jsou výkyvné, aby se zabránilo poškození při vniknutí cizího tělesa, tzn. nůž se pomocí jistícího mechanismu vykloní z kanálu a po odsunutí tělesa se zase vrátí zpět do své původní polohy. Řezací ústrojí je zpravidla osazeno 12 až 26 noži v závislosti na šířce kanálu, respektive lisovací komory. Zpravidla jsou individuálně uloženy a je možné je zařazovat do záběru po skupinách, a tím regulovat délku rozřezaného materiálu.

Použití řezacího ústrojí (viz obrázek 2.7) u lisů přináší mnoho výhod, které vyplývají z lisování kratšího, nařezaného materiálu. Balíky jsou snadněji rozbalovány či rozebírány, lze dosáhnout vyšší slisovatelnosti (v jednom balíku může být až o 25 % více materiálu), velmi výhodné je také menší množství vzduchu při následné výrobě siláže nebo senáže. Vyšší slisovatelnost také zlepšuje transport balíků a znamená úsporu motouzu nebo fólie. [14]



Obrázek 2.7 – řezací ústrojí CLAAS [21]

2.9.4 Lisovací komora

Úkolem lisovací komory je posbírání a nařezaný materiál dokonale slisovat. Konstrukce variabilní a konstantní komory je rozdílná podle výrobce, jeho zkušeností a výrobních možností.

Například co se týče lisovacích pásů u lisů s proměnnou lisovací komorou, používají se pásy pryžové protkané textilií (nylon, polyester a jejich kombinace) pro zvýšení pevnosti a odolnosti proti natažení pásů během provozu. V komoře bývá 4 – 8 pásů (záleží na druhu lisu a výrobcí). Pohon je pomocí ocelových válců potažených gumou. Povrch pásů je směrem do lisovací komory zdrsněn, aby mezi lisovaným materiálem a pásem došlo k co nejlepšímu přenosu sil. Výrobou pásů se speciálně zabývá např. francouzská firma Fomia, produkující pryžové pásy protkané textilií v různých variantách a s různými vzorovanými povrchy. Závisí na tom, s jakým materiálem (suchý, vlhký, zavadlý) přijde pás do styku.

Druhy lisovací komory

- a) variabilní (proměnlivá) lisovací komora
- b) konstantní (pevná) lisovací komora
- c) částečně proměnlivá lisovací komora

- a) variabilní (proměnlivá) lisovací komora

Lisovací komora s proměnlivou komorou (viz obrázek 2.8) je tvořena soustavou pásů vyrobených z technické, patřičně pevné a vyztužené pryže, nebo se jedná opět o soustavu řetězových nebo pryžových dopravníků spojených latěmi různé konstrukce. [8] Díky tomuto způsobu svinování můžeme lisovat balíky o průměru od 0,6 do 1,8 metru a zároveň dochází k lisování balíku od středu, tudíž objemová hmotnost se udržuje po celou dobu svinování od středu až k povrchu konstantní, protože svinovací pásy se postupně prodlužují a jejich napětí zůstává konstantní. Stáčecí moment s růstem poloměru svinovacího válce úměrně roste, takže je zabezpečeno dokonalé svinování. Pásy se napínají pomocí napínacího ústrojí, které je uloženo na vnějších stranách lisovací komory. [2]



Obrázek 2.8 – svinovací lis s variabilní komorou CLAAS VARIANT 385 [22]

b) pevná (konstantní) lisovací komora

Pevná lisovací komora (viz obrázek 2.9) umožňuje lisovat balíky o průměru, který je dán její konstrukcí nejčastější rozmezí je od 1,2 do 1,5 metru. Můžeme se však setkat i s menšími průměry, jedná se však o svinovací lisy pro malotraktory nebo speciální nosiče, s tímto průměrem komory se můžeme setkat i u variabilní komory. Lisovací komora může být tvořena kovovými válci, laťovým dopravníkem nebo kombinací obou systémů. Dopravníky mohou být tvořeny ocelovými nebo pryžovými pásy vyztuženými speciální tkaninou. Latě spojovací dopravníky mohou mít různé profily a slouží k zapření se do povrchu materiálu. Vzhledem ke konstrukci, kdy nejdříve dochází k postupnému zaplňování komory materiálem a až po jejím zaplnění nastává lisování, je balík nerovnoměrně slisován tzn. povrch je slisován více než střed. [6]



Obrázek 2.9 – svinovací lis s pevnou komorou CLAAS ROLLANT 350 [23]

c) částečně proměnlivá lisovací komora

Je to snaha výrobců přiblížit vlastnosti pevné lisovací komory k vlastnostem proměnlivé lisovací komory. V podstatě se jedná o dva základní typy konstrukcí. Jedním z nich je speciální konstrukce pevné lisovací komory s kovovými válci, kdy je určitý počet válců (nejčastěji tři) uchycen na výkyvném mechanismu a nedochází tak k utužování balíků až v konečné fázi (při naplnění komory) ale dříve, blíže ke středu balíku, tzv. MPS systém od firmy CLAAS. Druhý způsob nabízí pevná

lisovací komora, která je tvořena laťovými dopravníky, kdy konstrukce umožňuje prodloužení, respektive zkrácení dráhy, po které je dopravník veden. Pak dojde ke zvětšení, respektive zmenšení průměru balíku v určitých krocích a rozsahu. [5]

2.9.5 Vázací ústrojí

Úkolem vázacího ústrojí je dokonale omotat balík do sítě nebo motouzu tak, abychom mohli dále s balíkem bez obtíží manipulovat.

Základní typy vázání:

- a) vázání do sítě - tento způsob se dnes používá nejčastěji
- b) vázání do motouzu - tímto způsobem bývají vybaveny starší, menší a jednodušší typy svinovacích lisů

Některé typy jsou vybaveny oběma systémy vázání. V jiných případech se může síť nahradit speciální fólií, ale to je systém, který je v našich podmínkách spíše výjimečný. Svinovací lisy je možné vybavit různými systémy ovládání, které zpravidla závisí na systému vázání. Při systému vázání do motouzu se používá jednoduché ovládání, ale při systému vázání do sítě se používá vyspělejší ovládání např. komfortní ovládání s dostatečně velkým displejem. V dnešní době se používají ovládací systémy s dotykovým displejem nebo je možnost propojit tento systém na ovládací panel traktoru přes systém ISO – BUS. [9]

- a) vázání do sítě

Vázání balíku do sítě je časově méně náročné a nedochází k tak velkému odrolu jako při vázání do motouzu. Na ovinutí balíku stačí 2 – 4 otáčky, záleží na druhu lisované hmoty, např. u senáže postačí 2 otáčky, ale u sena a slámy musí být otáček více. Síť se nabízejí v různých provedeních (šířka, délka, tloušťka a struktura). Většina uživatelů však preferuje překrývání okrajů balíků a má osvědčenou síť, kterou používají. [5]

Postup vázání do sítě:

1. Poloha na začátku vázání - při lisování je přidržovací plech téměř nahoře. Volný konec sítě drží zuby přidržovacího plechu a síť přečnívá cca o 20 cm. Nůž je ještě v řezací poloze. Brzda sítě je utažená.



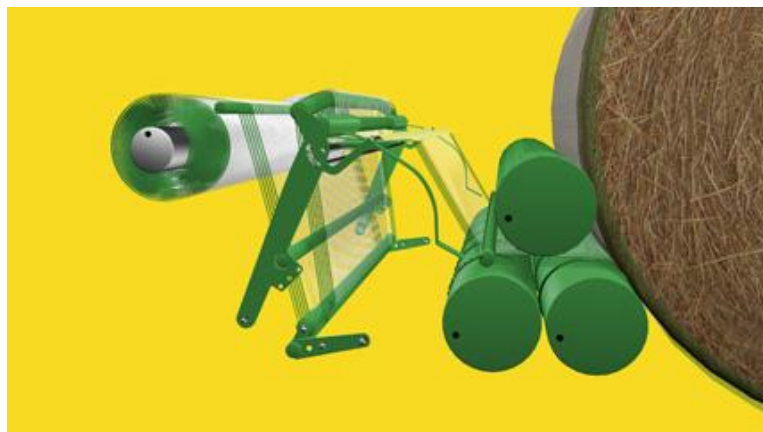
Obr. 2.10 - vázání do sítě - poloha na začátku vázání [24]

2. Poloha zaváděcí - kulisa posune plech s volným koncem sítě k zaváděcímu válci. Síť je předána zaváděcímu válci, zavedena do lisovací komory a následně zachycena balíkem. Brzda sítě je uvolněná, nůž je vyklopený.



Obr. 2.11 - vázání do sítě – poloha zaváděcí [24]

3. Poloha vázací - kulisa posune plech zpět do vázací polohy. Brzda napne síť. Balík vtahuje síť přes prostíračce a přidržovací plech do komory a ovíjí se.



Obr. 2.12 - vázání do sítě – poloha vázací [24]

4. Poloha při odříznutí - přidržovací plech se vysune úplně nahoru. Aktivuje se západka řezacího zařízení. Nůž se sklopí na napjatou síť. Síť se odřízne.

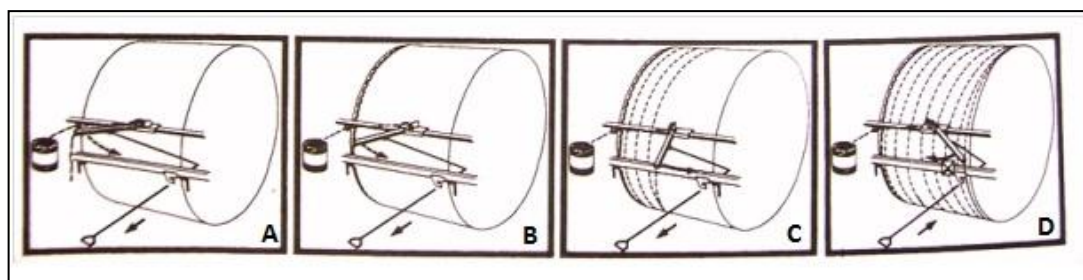


Obr. 2.13 - vázání do sítě – poloha při odříznutí [24]

b) vázání do motouzu

Při vázání do motouzu dochází k většímu odrolu a je to způsob, který je časově více náročný, proto se v dnešní době téměř nepoužívá.

Pracovní postup ovazování do motouzu je znázorněn na obrázku 2.14 A, B, C, D. Po zastavení traktoru a spuštění vázání se trubka nesoucí konec motouzu (viz obrázek 2.14, A) vykloní směrem k rotujícímu balíku, takže je jím konec motouzu nabrán a začíná proces ovazování. Během 2 – 3 vteřin se motouz omotá asi 2 – 3 krát kolem balíku (viz obrázek 2.14, B). Poté se trubka začne opět od balíku odvracet a měnit tak pozici motouzu, čímž se začíná ovazovat celý obvod balíku, což probíhá asi 15 krát (viz obrázek 2.14, C). Poté se trubka s motouzem dostane na druhý konec balíku, kde se opět provedou zhruba 2 – 3 otáčky ovázáním. Po dokončení vázání se motouz odřízne nožem umístěným na liště (viz obrázek 2.14, D). Dnes nabízejí výrobci dvojitě vázání, tzn. mechanismus se dvěma trubkami s konci motouzů, tudíž čas potřebný k ovázání balíku se zmenšil na polovinu. [1]



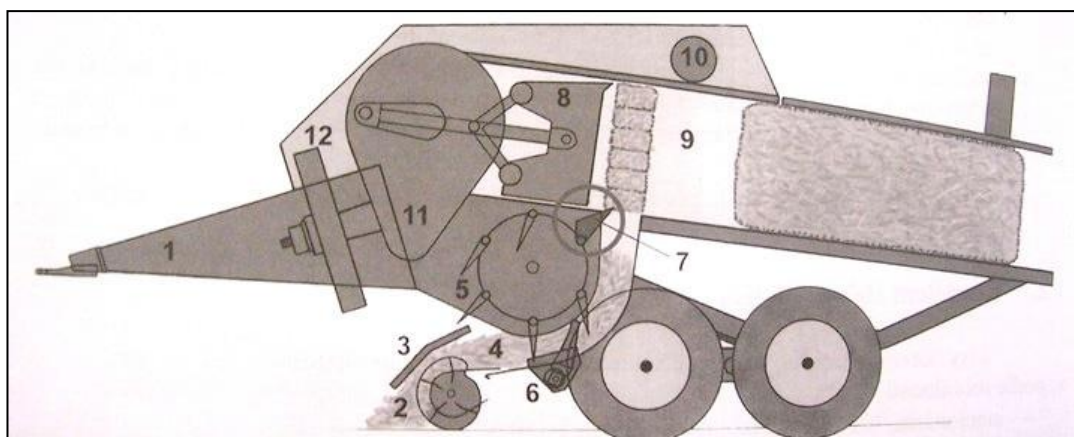
Obr. 2.14 - vázání do motouzu: A – začátek vázání, B – postup vázání 1 část, C - postup vázání 2 část, D – konec vázání [1]

2.9.6 Příslušenství svinovacích lisů

Do tohoto příslušenství patří kloubový hřídel s přetěžovací (třecí) spojkou, která slouží k přenosu hnací síly z traktoru na lis, bývá výškově stavitelná z důvodu rozdílné výšky připojení k traktoru. Dalším příslušenstvím je kuželová převodovka sloužící k pohonu ostatních částí, jako je sběrací ústrojí, vkládací rotor a válce sloužící k pohonu lisovacího ústrojí nebo lisovací válce. Důležité je také zařízení na mazání řetězů. V dnešní době je většina lisů vybavená centrálním mazacím systémem, který se skládá z nádržky na olej, čerpadla, výstředníku, hadicových rozvodů a kartáčků. [6]

2.10 Sběrací lisy na hranolovité balíky

Sběrací lisy na hranolovité balíky patří k nejpoužívanějším traktorovým lisům. Jejich největší výhodou oproti lisům na válcovité balíky je tvorba velmi dobře skladovatelných a silně utužených balíků. Utužení a rozložení hmoty je v balících rovnoměrné a není závislé na šířce řádků, jelikož jsou tyto lisy vybaveny pýchovacím zařízením.



Obrázek 2.15 - lis na hranolovité balíky [9]

1 – závěs lisu, 2 – sběrací ústrojí, 3 – usměrňovací kryt, 4 – plnicí komora, 5 – pěchovací ústrojí, 6 – řezací ústrojí, 7 – podavač, 8 – lisovací ústrojí tvořené pístem, 9 - lisovací komora, 10 – vázací ústrojí, 11 - skříň s klikovým mechanismem, 12 – pohon setrvačnicku

Sběrací ústrojí sbírá materiál z řádku a dopravuje jej do plnicí komory, může být vybaveno po stranách pomocnými šnekovými vkladači a součástí jsou výškově stavitelná kolečka. Pěchovací zařízení může být klikové, bubnové nebo rotorové. Toto zařízení slouží k pěchování materiálu v plnicí komoře, při jedné otáčce rotoru, než se odsune píst před šestou hrabici, která je současně podavačem. Podavač najednou dopraví spěchovanou dávku do lisovací komory. Při pěchování může být hmota řezána pomocí nožů řezacího ústrojí, které jsou v jedné nebo ve dvou řadách.

Výhody řezání:

- řezaná hmota se snadno lisuje
- rozebírání balíku je snazší není třeba používat rozebírač

Nevýhody řezání:

- zvýšení energetické náročnosti lisu
- zhoršení soudržnosti balíku

Lisovací ústrojí je tvořeno pístem a lisovací komorou, ve které se píst pohybuje na kladkách přímočarým vratným pohybem pomocí klikového ústrojí, poháněného od vývodového hřídele traktoru kloubovými hřídeli přes volnoběžnou a třecí spojku, setrvačnicku a převodovku. Na spodním čele pístu je uložen šikmý nůž a dále je píst opatřen svislými drážkami pro průchod jehel vázacího ústrojí. V lisovací komoře obdélníkového nebo čtvercového průřezu jsou otvory, jimiž jsou přístupné stavěcí

šrouby kladek a jejich držáků při centrování pístu, a na konci vstupního okna je lisovací komora opatřena nožem (protiostřím). Stěny lisovací komory jsou opatřeny zpětnými přidržovači.

Hydraulický snímač, napojený na píst, uvádí do činnosti hydraulické válce, které regulují strany a strop lisovací komory. Obsluha může nastavit rozsah objemové hmotnosti tak, aby lisovací komora automaticky udržovala stejnou slisovanost balíků při různých podmínkách porostu a jeho vlhkosti. Hvězdicový kotouč odměřuje délku lisovaného balíku a uvádí do činnosti vázací ústrojí Deering jakmile se dosáhne požadované délky balíku. Vázací ústrojí Deering má 4 až 6 uzlovačů na společné hnací hřídeli. Každý při jednom zapnutí zaváže jeden uzel. Vázací ústrojí je dále tvořeno společným zapínacím a hnacím ústrojím, hlavním hřídelem, klikovým ústrojím pohonu jehel i jejich držákem. Samotné vázací ústrojí tvoří jehla, uzlovač s hnacím talířem a zásobník motouzu s brzdou. Balíky se mohou odkládat jednotlivě na pozemek nebo se pomocí akumulárního návěsu shromažďují 2 až 3 balíky a ty se pak odkládají na pozemek najednou. [9]

proces přechování materiálu při tvorbě hranolovitého balíku:

1. Sběrací zařízení sbírá materiál z řádku, tento materiál je dopravován vkládacím zařízením (modré) přes řezací ústrojí do dopravního kanálu plnicímu zařízení (hrabicím).



Obrázek 2.16 - lisování hranolovitého balíku – sběr a přechování materiálu [25]

2. Dokud se vodící dráha podávací hrabice nenatočí, plnicí hrabice a podávací hrabice posouvají sklizený materiál souvisle do dopravního kanálu a primárně jej stlačují. Držák zadržuje píci pod lisovacím tlakem.



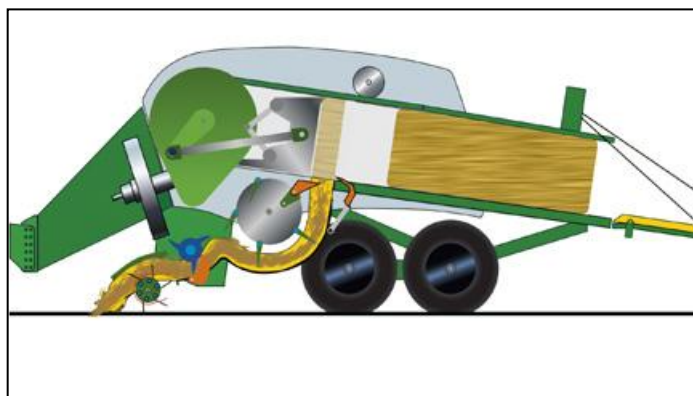
Obrázek 2.17 - lisování hranolovitého balíku – přechování materiálu [25]

3. Teprve když je dopravní kanál plný, vyklopí se držák automaticky dozadu. Uvolní tak průchod do lisovacího kanálu a současně aktivuje spojku.



Obrázek 2.18 - lisování hranolovitého balíku – posun materiálu do lis. Kanálu [25]

4. Spojka natočí kompletní vodící dráhu podávací hrabice, která dopraví shromážděný materiál do lisovacího kanálu. Potom se držák a podávací hrabice automaticky vrátí do své výchozí polohy.



Obrázek 2.19 - lisování hranolovitého balíku – posunutí dopraveného materiálu lis. pístem [25]

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce je porovnat měrnou spotřebu energie při lisování suché píče u lisů na válcovité balíky s pevnou a variabilní lisovací komorou.

Tabulka 3.1 vybrané soupravy pro sklizeň pícnin

souprava	traktor	Svinovací lis
A	ZETOR PROXIMA 8441	CLAAS ROLLANT 250 ROTO CUT
B	CASE MAXXUM 120	KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT



Obrázek 3.1 - souprava A (ZETOR PROXIMA 8441 + CLAAS ROLLANT 250 RC)



Obrázek 3.2 - souprava B (CASE MAXXUM 120 + KRONE VARIOPACK 1800 MC)

4 METODIKA MĚŘENÍ

V této části je uvedený postup, jak se bude provádět měření objemové hmotnosti slisovaných balíků lisem CLAAS ROLLANT 250 ROTOCUT, který je využíván na naší rodinné farmě, a lisem KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT, který je využíván na farmě Švagrových v Nedrahovicích. Objemová hmotnost bude zjišťována na pozemcích v katastrálním území Divišovice. Dále se bude zjišťovat výkonnost jednotlivých souprav a spotřeba pohonných hmot. Spotřeba pohonných hmot bude měřena na traktorech ZETOR PROXIMA 8441 a CASE MAXXUM 120. Pro zjištění spotřeby paliva bude použita metoda doplňování paliva do nádrže.

4.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost se bude vyhodnocovat z průměrné hmotnosti balíků a z průměrného objemu balíků. Pro zjištění celkové hmotnosti se musí slisované balíky nejprve naložit na vůz a dojet zvážit na mostovou váhu, poté se z celkové váhy a počtu balíků vypočte průměrná hmotnost balíků. Pro zjištění průměrného objemu balíků se musí nejprve zjistit celkový objem balíků, pro zjištění těchto hodnot se musí nejprve svinovacím metrem změřit průměr a šířku balíků, z kterých se následně vypočte objem každého balíku, tyto vypočtené objemy se sečtou a zjistí se již zmiňovaný celkový objem. Poté se vyhodnotí z celkového objemu a počtu balíků průměrný objem balíků. Na základě zjištěných hodnot, průměrné hmotnosti balíků a průměrného objemu balíků se zjistí objemová hmotnost.

$$\phi m = \frac{m_c}{i} \quad [\text{kg}] \quad (4.1)$$

ϕm – průměrná hmotnost balíku

m_c – celková hmotnost balíků [kg]

i – počet balíků [ks]

$$V_{Bi} = \frac{\pi \cdot D_i^2}{4} \cdot B_i \quad [\text{m}^3] \quad (4.2)$$

V_{Bi} – jednotlivé objemy balíků

D_i – průměr balíku [m]

B_i – šířka balíku [m]

$$V_c = \sum_{i=1}^n V_{Bi} \quad [\text{m}^3] \quad (4.3)$$

V_c – celkový objem balíků

$$\phi V = \frac{V_c}{i} \quad [\text{m}^3] \quad (4.4)$$

ϕV – průměrný objem balíku

$$\rho_o = \frac{\phi m}{\phi V} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}] \quad (4.5)$$

ρ_o – Objemová hmotnost

4.2 Výkonnost a exploatační ukazatele

Výkonnost zemědělského stroje je poměr zpracovávané plochy, objemu či hmotnosti produktu a času, kterého bude ke zpracování potřeba. Jednotkou výkonnosti jsou nejčastěji $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$ nebo $\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$. Výkonnost svinovacího lisu se vypočítá poměrem hmotnosti balíků (senáže a sena) a celkového času T_{07} . Pro vypočtení celkového času T_{07} se musí nejprve zjistit čas T_{02} podle vztahu (4.6) a poté se musí zjistit čas produktivní T_{04} podle vztahu (4.7) a nakonec se vypočte čas T_{07} podle vztahu (4.8). Časy zjištěné měřením jsou $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7$, tyto časy budou měřeny stopkami, během pracovní směny od 7:00 do 16:00 hod. [13]

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad [\text{h}] \quad (4.6)$$

T_{02} – čas operativní

T_1 – čas efektivní [h]

T_2 – čas vedlejší [h]

$$T_{04} = T_{02} + T_3 + T_4 \quad [\text{h}] \quad (4.7)$$

T_{04} – čas produktivní

T_3 – čas na údržbu a přípravu mech. prostředku [h]

T_4 – čas na odstranění poruch [h]

$$T_{07} = T_{04} + T_5 + T_6 + T_7 \quad [\text{h}] \quad (4.8)$$

T_{07} – čas celkový potřebný ke zpracování balíků

T_5 – čas prostojů, zaviněných obsluhou [h]

T_6 – čas pro zahájení a ukončení práce mech. prostředku [h]

T_7 – čas ostatních prostojů [h]

$$W_{07} = \frac{m}{T_{07}} \quad [\text{t.h}^{-1}] \quad (4.9)$$

W_{07} – provozní výkonnost stroje

m – celková hmotnost balíku [t]

4.3 Spotřeba paliva

Spotřeba paliva se bude zjišťovat metodou doplňování paliva do nádrže. Před odjezdem na určený pozemek se doplní palivo na nejvyšší kapacitu nádrže, při doplňování musí traktor stát na rovině. Po naplnění nádrže odjede traktor na pozemek a po slisování určitého počtu balíků se vrátí zpět, po té samé trase, jako jel na pozemek. Po návratu na farmu se opět provede doplnění paliva do nádrže na jeho nejvyšší možnou kapacitu. Po doplnění se zjistí množství doplněných litrů do nádrže z displeje čerpacího stojanu, které se zapíše.

$$q_t = \frac{Q_s}{m} \quad [\text{l.t}^{-1}] \quad (4.10)$$

q_t – měrná spotřeba PHM

Q_s – celková spotřeba PHM [l]

5 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH HODNOT

5.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost senáže byla vyhodnocována ve třech sečích. V každé seči bylo slisováno celkem 64 balíků, 32 balíků svinovacím lisem s pevnou lisovací komorou a 32 balíků svinovacím lisem s variabilní lisovací komorou, aby bylo vážení a měření balíků více přehledné, byly balíky slisované pevnou lisovací komorou rozděleny na vzorky A (16 ks) a B (16 ks), a balíky slisované variabilní lisovací komorou byly rozděleny na vzorky C (16 ks) a D (16 ks). Abych zjistil objemovou hmotnost, musel jsem nejprve změřit svinovacím metrem průměr a šířku balíků a poté jsem naložil balíky na vůz a dojel je zvážít na mostovou váhu. Z naměřených údajů jsem pomocí vztahu 4.1 – 4.5 vypočetl objemovou hmotnost. Výsledky měření a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 5.1 – 5.6. Při vyhodnocení objemové hmotnosti sena byl použit stejný postup jako při vyhodnocení senáže. Výsledky měření a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 5.7 – 5.8. Porovnávané hodnoty objemové hmotnosti při sklizni senáže a sena jsou uvedeny v grafu 5.1 a hodnoty průměrné hmotnosti balíků jsou uvedeny v grafu 5.2.

Tabulka 5.1 - pevná lisovací komora – Tráva 1. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
A	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,26	1,5
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,19	1,25	1,46
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,26	1,5
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,26	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,27	1,52
B	1.	1,21	1,25	1,49
	2.	1,2	1,28	1,56
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,18	1,25	1,32
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,19	1,25	1,46
	11.	1,2	1,26	1,5
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,24	1,45
V_c [m ³]				47,1
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				20180
ϕm_B [kg]				630,63
ρ_o [kg·m ⁻³]				429

Tabulka 5.2 - variabilní lisovací komora – Tráva 1. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
C	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,26	1,5
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,19	1,25	1,46
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,24	1,45
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,27	1,52
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
D	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,19	1,25	1,46
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,26	1,5
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,24	1,45
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,09
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				19971
ϕm_B [kg]				624,1
ρ_o [kg.m ⁻³]				424,56

Tabulka 5.3 - pevná lisovací komora - Tráva 2. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
A	1.	1,2	1,24	1,45
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,19	1,25	1,46
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,21	1,25	1,49
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,26	1,5
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,24	1,45
B	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,24	1,45
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,02
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				27384
ϕm_B [kg]				855,75
ρ_o [kg·m ⁻³]				582,14

Tabulka 5.4 - variabilní lisovací komora - Tráva 2. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
C	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,24	1,45
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,19	1,25	1,46
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,26	1,5
	16.	1,2	1,25	1,47
D	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,18	1,25	1,45
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,26	1,5
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,05
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				28055
ϕm_B [kg]				876,72
ρ_0 [kg.m ⁻³]				596,41

Tabulka 5.5 - pevná lisovací komora - Tráva 3. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
A	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,24	1,45
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,19	1,25	1,46
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,21	1,25	1,49
	13.	1,2	1,27	1,52
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
B	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,19	1,25	1,46
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,07
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				28276
ϕm_B [kg]				883,63
ρ_0 [kg.m ⁻³]				601,11

Tabulka 5.6 - variabilní lisovací komora - Tráva 3. seč

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
C	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,19	1,25	1,46
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,26	1,5
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
D	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,19	1,25	1,46
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,24	1,45
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,21	1,25	1,49
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,05
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				28363
ϕm_B [kg]				886,34
ρ_o [kg.m ⁻³]				602,95

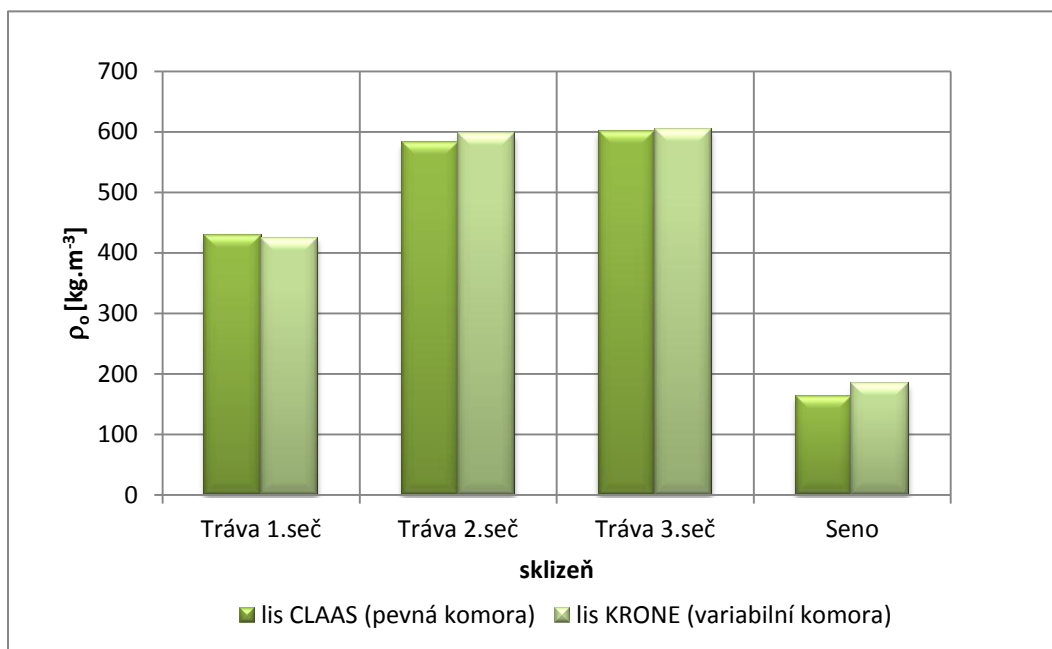
Tabulka 5.7 - pevná lisovací komora - Seno

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
A	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,23	1,43
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,25	1,47
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,19	1,25	1,46
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,27	1,52
	13.	1,18	1,25	1,45
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,24	1,45
	16.	1,2	1,25	1,47
B	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,24	1,45
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,19	1,25	1,46
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,25	1,47
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,26	1,5
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				7655
ϕm_B [kg]				239,22
ρ_o [kg.m ⁻³]				162,74

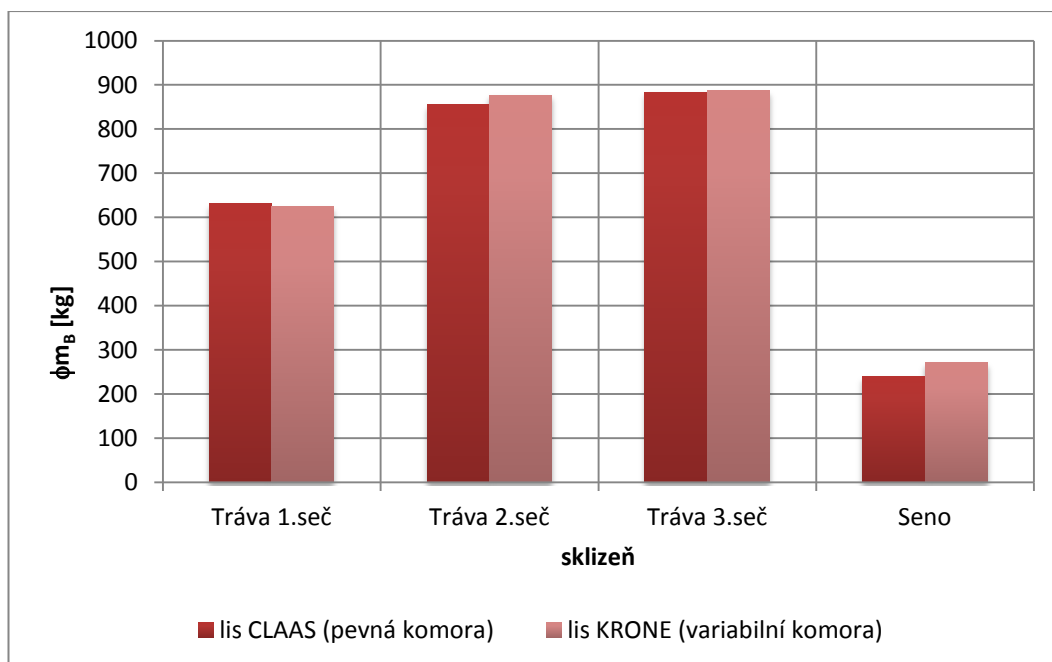
Tabulka 5.8 - variabilní lisovací komora - Seno

Vzorek	č.b.	B_i [m]	D_i [m]	V_B [m ³]
C	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,19	1,25	1,46
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,2	1,27	1,52
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,18	1,25	1,45
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,24	1,45
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
D	1.	1,2	1,25	1,47
	2.	1,2	1,25	1,47
	3.	1,2	1,25	1,47
	4.	1,2	1,25	1,47
	5.	1,21	1,25	1,49
	6.	1,2	1,25	1,47
	7.	1,2	1,25	1,47
	8.	1,2	1,25	1,47
	9.	1,2	1,26	1,5
	10.	1,2	1,25	1,47
	11.	1,2	1,25	1,47
	12.	1,2	1,25	1,47
	13.	1,2	1,25	1,47
	14.	1,2	1,25	1,47
	15.	1,2	1,25	1,47
	16.	1,2	1,25	1,47
V_c [m ³]				47,09
ϕV_B [m ³]				1,47
m_c [kg]				8655
ϕm_B [kg]				270,47
ρ_o [kg.m ⁻³]				183,99

Graf 5.1 - porovnání objemové hmotnosti slisovaných balíků



Graf 5.2 – porovnání průměrné hmotnosti balíků



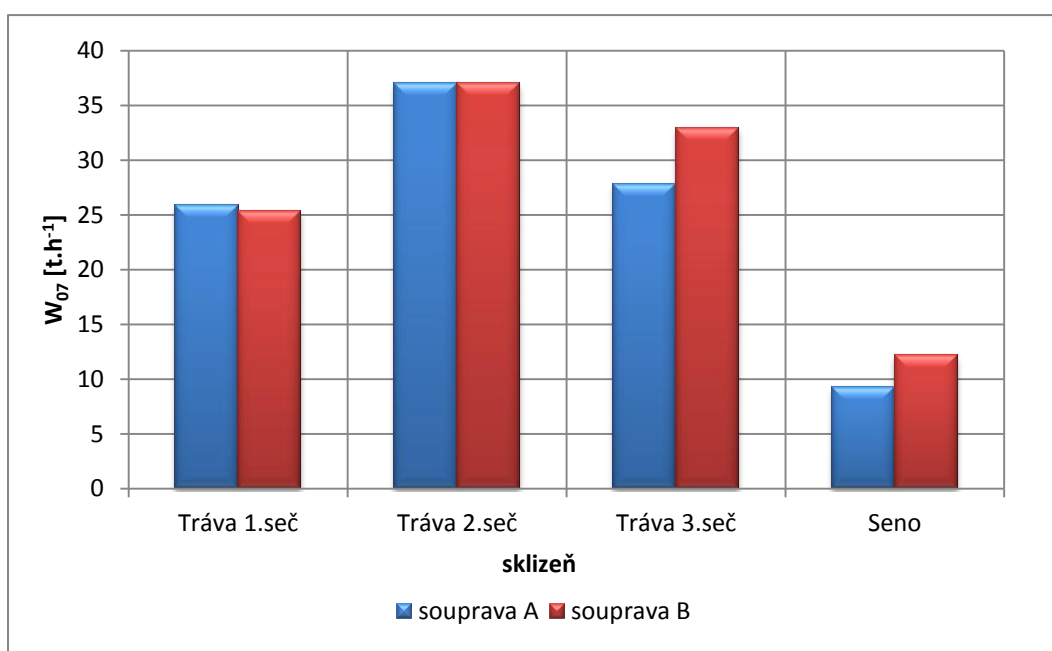
5.2 Výkonnost a exploatační ukazatele

Naměřené hodnoty a výsledky výkonností a exploatačních ukazatelů u sena a v jednotlivých sečích u senáže u lisů s pevnou a variabilní lisovací komorou jsou uvedeny v tabulce 5.9. Porovnávané hodnoty výkonnosti souprav jsou uvedeny v grafu 5.3.

Tabulka 5.9 - přehled výkonností a exploatačních ukazatelů

sklizeň	lisovací komora	T_{07} [h]	m [t]	W_{07} [t.h ⁻¹]
Tráva 1.seč	pevná	0,78	20,18	25,87
	variabilní	0,79	19,97	25,28
Tráva 2.seč	pevná	0,74	27,38	37
	variabilní	0,76	28,06	37
Tráva 3.seč	pevná	1,02	28,28	27,73
	variabilní	0,86	28,36	32,98
Seno	pevná	0,83	7,66	9,23
	variabilní	0,71	8,66	12,2

Graf 5.3 – porovnání výkonnosti soupravy A (pevná komora) a soupravy B (variabilní komora)



5.3 Měrná spotřeba pohonných hmot

Pro zjištění měrné spotřeby pohonných hmot jsem musel nejprve zjistit celkovou hmotnost balíků a celkovou spotřebu pohonných hmot. Ze zjištěných údajů jsem pomocí vztahu 4.10 vypočetl měrnou spotřebu pohonných hmot. Výsledky měření a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.10. Porovnávané hodnoty měrné spotřeby pohonných hmot jsou uvedeny v grafu 5.4.

Tab. 5.10 - měrná spotřeba pohonných hmot

sklizeň	lisovací komora	m [t]	Q _s [l]	q _t [l.t ⁻¹]
Tráva 1. seč	pevná	20,18	10,5	0,52
	variabilní	19,97	11	0,55
Tráva 2. seč	pevná	27,38	11,5	0,42
	variabilní	28,06	14,5	0,52
Tráva 3. seč	pevná	28,28	13	0,46
	variabilní	28,36	14	0,49
Seno	pevná	7,66	6,5	0,85
	variabilní	8,66	6,2	0,72

Graf 5.4 – porovnání měrné spotřeby pohonných hmot soupravy A a B



6 DISKUZE A ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala porovnáním měrné spotřeby energie a zjištěním energetické náročnosti svinovacích lisů s pevnou a variabilní lisovací komorou. Pro porovnání byly vybrány dvě soupravy, které se skládaly z traktoru a svinovacího lisu. Souprava A se skládala z traktoru ZETOR PROXIMA 8441 a svinovacího lisu s pevnou lisovací komorou CLAAS ROLLANT 250 ROTOCUT. Souprava B byla složena z traktoru CASE MAXXUM 120 a svinovacího lisu s variabilní lisovací komorou KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT.

Měrná spotřeba energie při lisování suché píce u lisů na válcovité balíky s pevnou a variabilní komorou byla porovnána s hodnotami dle Ing. Otakara Syrového, CSc., a kol, METODIKY PRO ZEMĚDĚLSKOU PRAXI, 1997, Praha, uvedenými v tabulce: *Měrná spotřeba při obracení a shrnování pícnin a sklizni zavadlých pícnin a sena [$l \cdot h^{-1}$]* a našimi zjištěnými hodnotami. Měrná spotřeba paliva při lisování sena uvedená v tabulce XXIV. na rovinném terénu, výnosu plodiny do $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, při dobrých podmínkách je $4 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Naměřené hodnoty pro soupravu A byly $4,25 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ a soupravu B $3,6 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$. Hodnoty jsou mírně odlišné, protože výkon motoru traktoru soupravy A byl $61,89 \text{ kW}$ a soupravy B $89,48 \text{ kW}$. Dalším faktorem, který ovlivnil spotřebu paliva bylo množství sbírané hmoty z řádku a mírná svahovitost terénu.

Vyhodnocení energetické náročnosti probíhalo na základě zjištěné objemové hmotnosti, výkonnosti a spotřeby paliva. Tyto údaje se zjišťovaly a měřily během lisování sena a travní senáže ve třech sečích. Při vyhodnocení objemové hmotnosti v první seči byly zjištěny lepší výsledky pro lis CLAAS ROLLANT 250 RC s pevnou lisovací komorou u kterého byla zjištěna objemová hmotnost $429 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. V druhé seči byla zjištěna vyšší objemová hmotnost u lisu KRONE VARIOPACK 1800 MC, která činí $596,41 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Ve třetí seči byla objemová hmotnost téměř shodná, u lisu CLAAS s pevnou komorou $601,11 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a u lisu KRONE s variabilní komorou $602,95 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Objemová hmotnost v první seči byla vyšší u lisu s pevnou komorou, protože materiál měl vyšší sušinu a pracovní rychlost byla vyšší $10\text{-}11 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ než u lisu s variabilní komorou, kde se pohybovala od 9 do $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Ve druhé seči byla objemová hmotnost vyšší u lisu KRONE s variabilní komorou, protože materiál měl nižší sušinu a u lisu CLAAS s pevnou komorou docházelo k prokluzu mezi lisovanou hmotou a kovovými válci lisovací komory. Hlavním faktorem, který objemovou hmotnost ovlivnil, bylo počasí, protože těsně před sklizní zapršelo.

Ve třetí seči byla objemová hmotnost téměř shodná u obou typů lisů, protože materiál měl optimální sušinu, proto nedocházelo k prokluzu a řezací ústrojí na obou lisech bylo nabroušené.

Při sklizni sena byla objemová hmotnost vyšší u lisu KRONE a činila $183,99 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, protože se souprava pohybovala po části pozemku, kde bylo více materiálu v řádku.

Při vyhodnocení výkonnosti jednotlivých souprav se pracovalo s výkonností W_{07} . V první seči byla výkonnost u soupravy A $25,87 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$, u soupravy B činila $25,28 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Ve druhé seči byla výkonnost u obou souprav shodná $37 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Ve třetí seči byla výkonnost rozdílná, protože došlo u soupravy A k poruše na ložisku lisovacího válce. Porucha byla odstraněna cca za 30 minut, proto výkonnost soupravy A byla $27,73 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ a soupravy B $32,98 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$. Při sklizni sena byla zjištěna výkonnost u soupravy A $9,23 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ a soupravy B $12,2 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$.

Měrná spotřeba PHM v první seči soupravy A byla $0,52 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$ a soupravy B $0,55 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$. Ve druhé a třetí seči měla opět souprava A nižší měrnou spotřebu paliva, která byla ve druhé seči $0,42 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$ a ve třetí seči $0,46 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$. Souprava B měla v těchto dvou zmiňovaných sečích spotřebu vyšší, která činila $0,52 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$ ve druhé seči a ve třetí seči $0,49 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$. Vyšší spotřeba u soupravy B byla způsobena větší svahovitostí na části pozemku, po kterém se souprava pohybovala, a také větší hmotností lisu.

Při sklizni sena byla naměřena vyšší měrná spotřeba paliva u soupravy A $1,18 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$, než u soupravy B, která činila $0,98 \text{ l}\cdot\text{t}^{-1}$. Vyšší spotřeba paliva soupravy A byla způsobena opět svahovitostí terénu, mírně podhuštěnými pneumatikami a větším množstvím lisovaného materiálu.

V celkovém hodnocení byla zjištěna nižší energetická náročnost svinovacího lisu s pevnou komorou CLAAS ROLLANT 250 ROTOCUT. V porovnání se svinovacím lisem s variabilní komorou KRONE VARIOPACK 1800 MULTICUT nedosahuje však takové výkonnosti ani objemové hmotnosti. Tento fakt je způsoben tím, že lis CLAAS je staršího roku výroby než lis KRONE.

Při koupi v praxi záleží, za jakým účelem si uživatel svinovací lis kupuje, jestliže bude lisovat pouze balíky pro svou potřebu (seno, sláma a senáž), je vhodný lis s pevnou lisovací komorou, protože má jednodušší konstrukci, tudíž nižší provozní náklady a postačí i lis starší výroby. Při používání lisů ve službách je vhodnější nákup nového lisu s variabilní lisovací komorou, protože můžeme lisovat balíky různého průměru, např. u senáže průměr 1,25 m (lepší manipulace), u slámy a sena 1,6 m. Musíme však počítat se složitější konstrukcí lisu, s vyššími pořizovacími a provozními náklady.

Se svinovacím lisem CLAAS mám vlastní zkušenosti a jsem s jeho funkcí a spolehlivostí velice spokojen.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BŘEČKA, J., BERNÁŠEK, K., MAŠEK, J.: *Cvičení ze strojů pro sklizeň píce a obilnin*. Praha, ČZU, Technická fakulta, 2001, s. 150, ISBN 80-213-0781-1
- [2] BŘEČKA, J., HONZÍK, I., NEUBAUER, K.: *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Praha, ČZU, 2001, s. 147, ISBN 80-213-0738-2
- [3] ČERVINKA, J., SEDLÁK, P., TRUNEČKA, K.: *Technika a technologie pro rostlinnou výrobu*. Brno, 2003, s. 183, ISBN 80-7157-713-8
- [4] HOLUBOVÁ, V., LUŇÁČEK, M.: *Stroje pro sklizeň a konzervaci píce*. Praha, 1999, s. 41, ISBN 80-7105-181-0
- [5] JAVOREK, F.: Volba vhodné techniky pro senážování, *Mechanizace zemědělství*, roč. LX., č. 10/2010, Profi Press Praha, ISSN 0373-6776, s. 33-34
- [6] JÍLEK, L., PRAŽAN, R., GERNDTOVÁ, I.: Porovnání lisů na válcové a hranolové balíky, *Mechanizace zemědělství*, roč. LVII., č.4/2007, Profi Press Praha, s. 44-50
- [7] MÍKA, V.: *Kvalita píce*. Praha, 1997, s. 227, ISBN 80-96153-59-2
- [8] ROH, J., KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P.: *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Praha, ČZU, Technická fakulta, 1997, s. 275, ISBN 80-213-0327-1
- [9] SOUČEK, J.: Základní typy lisů a jejich využití, *Zemědělec*, roč. XVIII., č.24/2010, Profi Press Praha, s. 19-20
- [10] SYROVÝ, O.: *Doprava v zemědělství*. Praha, Profi Press, 2008, s. 248, ISBN 978-80-86726-30-4
- [11] SYROVÝ, O. a kol.: *Metodiky pro zemědělskou praxi*, Orientační hodnoty měrné spotřeby paliv a energie v zemědělství. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, s. 47, ISBN 80-86153-06-1
- [12] ŠANTRŮČEK, J. a kol.: *Základy pícninářství*. Praha, ČZU, 2001, s. 146, ISBN 80-213-0764-1

- [13] ŽÁK, K.: *Cvičení z mechanizace rostlinné výroby II*, laboratorní úlohy. Praha, Vysoká škola zemědělská, 1983, s. 73
- [14] <http://zemedelec.cz/vykonna-technika-predpokladem-uspechu-2/> (zjištěno dne 5.1.2015, 15:30 hod)
- [15] <http://zemedelec.cz/lisovani-efektivni-zpusob-sklizne/> (zjištěno dne 8.1.2015, 10:30 hod)
- [16] <http://www.agrall.cz/produkt/301/rollant-455-454-uniwrap>, (staženo dne 20. 3. 2015, 13:30)
- [17] <http://landmaschinen.krone.de/cesky/vyrobni-program/krone-lisy-na-valcove-baliky/comprima/comprima-v-150-xc-v-180-xc-v-210-xc/> (staženo dne 20. 3. 2015, 9:30)
- [18] <http://www.danhel.cz/produkty/zemedelska-technika-john-deere/lisy-john-deere/lisy-s-pevnou-komorou-2.html> (staženo dne 19. 3. 2015, 17:35)
- [19] <http://www.vobosystem.cz/lisy-na-kulate-baliky-coprma> (staženo dne 30. 3. 2015, 19:30)
- [20] <http://www.agrall.cz/produkt/301/rollant-455-454-uniwrap#id-vkladaci-ustroji> (staženo dne 30. 3. 2015, 7:50)
- [21] <http://www.agrall.cz/novinka/556/rezaci-ustroji-nove-generace> (staženo dne 30. 3. 2015, 15:30)
- [22] <http://www.agrall.cz/produkt/44/variant-385-360> (staženo dne 30. 3. 2015, 11:10)
- [23] <http://www.agrall.cz/produkt/43/rollant-350-340> (staženo dne 30. 3. 2015, 14:20)
- [24] <http://landmaschinen.krone.de/cesky/vyrobni-program/krone-lisy-na-valcove-baliky/comprima/perfektne-ovinuty-cisty-tvar/> (staženo dne 31. 3. 2015, 12:45)
- [25] <http://landmaschinen.krone.de/cesky/vyrobni-program/lisy-na-velke-baliky/big-pack-highspeed/vfs-variabilni-plnici-system/?size=408> (staženo dne 31. 3. 2015, 9:15)