

**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 ukládání senáže a siláže do  
velkoobjemových vaků**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Frolík, CSc.

Autor bakalářské práce: Šimon Janoušek

České Budějovice, 2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Šimon JANOUŠEK**  
Osobní číslo: **Z12181**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Energetická náročnost ukládání senáže a siláže do velkoobjemových vaků**  
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 zjistit energetickou náročnost ukládání sklizené hmoty do velkoobjemových vaků a porovnat ji s normativy spotřeby energie u ostatních způsobů ukládání hmoty do skladovacích prostor.

1. Základní požadavky na průběh konzervačního procesu při konzervaci pícnin.
2. Přehled a stručná charakteristika nejpoužívanějších technologických postupů ukládání sklizené hmoty do skladovacích prostorů.
3. Složení technologických linek a charakteristika jednotlivých mechanizačních prostředků pro sklizeň a následné uložení objemových krmiv.
4. Metodika měření a vyhodnocení naměřených hodnot.
5. Volba porovnávacích kritérií a vlastní vyhodnocení zvolených postupů.

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


Syrový, O. a kol.: Úspory energie v technologiích rostlinné výroby. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 2008. 139 s. ISBN 978-80-86884-44-8;  
Pozdíšek, J., Mikyska, F., Loučka, R., Bjelka, M.: Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv z víceletých píceňin a trvalých travních porostů. Metodika, VÚCHS, s.r.o., Rapotín., 2008;  
Loučka, R.: Silážování do vaků. ÚZPI, Praha, 1997;  
Kavka, M. a kol.: Normativy zemědělských výrobních technologií 2013.  
Dostupné na: [www.agronormativy.cz](http://www.agronormativy.cz) ;  
Firemní literatura.

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 BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ①  
370 05 České Budějovice**

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

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

## **Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce**

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 citované 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 22. 5. 2015

.....

vlastnoruční podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Josefu Frolíkovi CSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, které mi při vypracování bakalářské práce věnoval. Dále bych poděkoval podniku JIRSTA, soukromé zemědělské společnosti Vědlice, CEF s.r.o. Cerhonice a především všem jejím zaměstnancům za ochotu a poskytnutou podporu při měření a získávání hodnot pro tuto bakalářskou práci.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá zjišťováním energetické náročnosti ukládání sklizené hmoty do velkoobjemových vaků.

Teoretická část práce je věnována základním požadavkům na průběh konzervačního procesu při konzervaci píce a stručné charakteristice nejpoužívanějších technologických postupů ukládání sklizené hmoty do skladovacích prostorů, složení technologických linek, charakteristice jednotlivých mechanizačních prostředků pro sklizeň i následnému uložení objemových krmiv.

Druhá část práce je praktická a soustřeďuje na měření energetické náročnosti ukládání senáže a siláže do velkoobjemových vaků a na porovnání se zemědělskými normativy spotřeby energie u ostatních způsobů ukládání hmoty do skladovacích prostor.

## **Klíčová slova**

senáž; siláž; lisování do velkoobjemových vaků; energetická náročnost

## **Abstract**

My thesis focuses on discovering power heftiness of storing harvested material into the silage bags.

The theoretical part heeds the basic needs of the procedure of preservative process during preservation of fodder plants. There is a brief characteristic of most widely used technological procedures of storing harvested material into the storage area, structure of technological units, characteristic of individual means of mechanization for harvest and subsequent storage of solid pasturage.

The practical part is focused on measuring of power heftiness of storing haylage and silage into the silage bags. There is also comparison of agricultural limits of power drain to other methods of stored material into the storage area.

## **Key words**

haylage; silage; pressing silage into the silage bags; power heftiness

## Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled.....	12
2.1	Co je senáž a siláž .....	12
2.1.1	Siláž.....	12
2.1.2	Senáž .....	13
2.1.3	Rozdíl mezi siláží a senáží .....	13
2.1.3	Hlavní zásady při silážování a skladování siláží.....	14
2.1.4	Silážovatelnost .....	15
2.1.5	Silážní aditiva.....	15
2.2	Technologické postupy sklizně a konzervace krmiv.....	16
2.3	Přehled sklizňových pracovních postupů .....	16
2.3.1	Sklizeň čerstvé zelené píce.....	17
2.3.2	Horkovzdušné sušení .....	17
2.3.3	Sklizeň zavadlé píce .....	18
2.3.4	Sklizeň sena získaného přirozeným dosoušením na poli .....	19
2.3.5	Sklizeň píce na semeno .....	19
2.4	Sklizňové stroje .....	20
2.4.1	Žací stroje a stroje k ošetření pokosu a rozprostřené píce .....	20
2.4.2	Obraceče a shrnovače píce .....	21
2.4.3	Sklízecí řezačky .....	22
2.4.4	Sběrací vozy .....	23
2.4.5	Sběrací lisy .....	24
2.5	Skladovací prostory .....	24
2.5.1	Silážní žlaby .....	24
2.1.2	Hlavní systémy zakrývání .....	26
2.5.3	Vybírání siláže .....	27
2.5.4	Silážní věže .....	28
2.5.5	Jiné způsoby pro uskladnění .....	28
2.6	Ukládání do vaků.....	28
2.6.1	Signalizace nevhodnosti materiálu k silážování .....	29
2.6.2	Velikosti velkoobjemových lisů.....	30
2.6.3	Systémy lisování .....	31



2.7	Technologický postup při silážování do vaků.....	36
2.7.1	Výběr místa pro uložení vaku .....	36
2.7.2	Příprava stroje a vaku.....	36
2.7.3	Plnění vaků.....	38
2.7.4	Ukončení práce plnícího lisu.....	39
2.8	Likvidace a použití fólie.....	40
3	Cíl práce .....	41
4	Metodika měření .....	42
4.1	Sledované hodnoty .....	42
4.1.1	Čas.....	42
4.1.2	Hmotnost zpracovávaného materiálu.....	45
4.1.3	Výkonnosti .....	46
4.1.4	Vlastnosti materiálu .....	46
4.1.5	Spotřeba energie.....	47
5	Měření .....	48
5.1	Měření energetické náročnosti při zpracování senáže.....	48
5.2	Měření energetické náročnosti při zpracování siláže .....	51
6	Vyhodnocení a diskuse .....	58
7	Závěr .....	61
8	Přehled literatury.....	63
9	Seznam tabulek, obrázků a grafů .....	65

# 1 Úvod

Již od pradávna je člověk spojen se zemědělstvím. Nejprve lidé lovili zvířata, sbírali plody a semena. Později přešli k pěstování rostlin a chovu zvířat. Pro chov zvířat v zimě bylo nutné zajistit dostatek potravy. Krmivo bylo vyráběno za pomoci jednoduchých ručních nástrojů. Ty byly podobné dnes už také téměř nepoužívanému náradí, jako je srp, kosa nebo hrábě. Z užívaného náčiní je zřejmé, že lidé vyráběli zejména seno. Pro výrobu kvalitního sena není nutné užívat složité nástroje nebo zařízení. Lidem stačilo posekat trávu, usušit ji na slunci a uskladnit seno pod přístřešek.

V dnešní době je kladen důraz na neustálé zvyšování užitkovosti a celkové úrovně chovu skotu. S tím jsou spojeny i stále vyšší nároky na kvalitu objemných krmiv s vysokou produkční účinností. Zajistit dostatečné množství kvalitně konzervovaných krmiv není jednoduché. Této problematice se věnuje obor pícninářství. Stručně lze říci, že se zabývá výrobou kvalitních objemných krmiv z pícnin pocházejících z orné půdy a trvalých travních porostů, a také dosažením vyšší koncentrace živin pro vysokoužitková zvířata. Obsah živin musí odpovídat požadavkům zdravé výživy, především polygastrických zvířat, a nutričně hodnotným živočišným produktům. Píce je sklízena během téměř celého vegetačního období s určitými špičkami v období prvních sečí a sklizně silážních plodin. Hlavní problém při sklizni je vysoké riziko špatného počasí a s tím spojené sklizňové a konzervační ztráty. Vhodně zvoleným sklizňovým postupem a konzervací lze toto riziko snížit a zabránit znehodnocení píce v průběhu skladování. Volba efektivního systému sklizně z pohledu komplexní technologie, použití vhodného způsobu naskladňování a skladování obecně, technické a technologické náročnosti daného systému rozhoduje o míře skladovacích ztrát a celkových ekonomických ukazatelích výroby objemných krmiv. Z důvodu potřeby kvalitního a vyváženého krmiva v průběhu celého roku je v našich podmínkách, zejména v zimním období, kdy není možné zajistit krmiva v čerstvém stavu, nutnost píci konzervovat a uchovávat. Základním úkolem konzervace je zabránit ztrátě živin a vitamínových hodnot z krmiva. Současná doba je velice nejistá z hlediska měnících se podmínek a cen komodit, tedy i krmiv. To platí jak pro zemědělský podnik s chovem skotu, tak i pro podnik, který provozuje bioplynovou stanici a vyrábí energii. Proto by měl farmář vyrábět objemná krmiva v nejvyšší možné kvalitě a s nízkými náklady včetně nejmenších investičních rizik. Velmi kvalitně lze konzervovat a uskladňovat většinu krmiv pro vysokoužitková hospodářská zvířata

pomocí technologie lisování do vaků. Někteří odborníci uvádí, že lisování do vaků je technologií budoucnosti.

Ve své práci se zabývám především měřením energetické náročnosti a výkonnosti technologie uskladnění do velkoobjemových vaků a porovnáním hodnot se zemědělskými normativy u klasického způsobu skladování krmiv do silážních žlabů nebo věžových sil. Toto téma jsem si vybral pro svůj zájem o techniku pro silážování. Silážní lisy pro mne představovaly jakousi neprobádanou oblast. Společně s všeobecnými předsudky o této technologii a mou neznalostí se pro mne téma stalo velice zajímavé.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Co je senáž a siláž

Tyto pojmy můžeme zjednodušeně vysvětlit jako způsob uchování píce pro pozdější využití.

#### 2.1.1 Siláž

Slovo siláž nejspíše pochází ze starého Řecka a je pravděpodobně odvozené ze slova „siros“. Silážování je tedy staré přibližně 3000 let. První siláže se od dnešních nepochybně v mnohém lišily a to zejména v technologickém postupu výroby, který měl mnoho vad. Siláž nebyla kvalitní, a proto byla konzervace sušením nejpreferovanějším způsobem uchování píce.

(RADA, 2009)

Dnes je tomu spíše naopak. Silážovaná píce je hlavním krmivem pro přežvýkavce téměř po celém světě, především v Evropě a Severní Americe. Hlavním cílem silážování je náhrada zeleného krmení v období zimních měsíců. Většina podniků ale siláž využívá ke krmení celoročnímu, aby nedocházelo ke snížení produkční schopnosti při přechodu z konzervované píce na zelenou a naopak.

Siláž je konzervace krmiva, kdy je krmivo zachovávané ve šťavnatém stavu. Samotná konzervace probíhá mléčným kvašením cukrů obsažených v píci. Celý proces musí probíhat za nepřístupu vzduchu.

(ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M+S, 2012)

Silážování čerstvé píce s obsahem sušiny 15 - 30 % je spojeno s vysokými ztrátami 20 - 35 % z použitého materiálu. Ke stabilizaci siláže z čerstvé píce je nutné snížit pH na 3,8 - 4,2.

(ŠANTRŮČEK et al., 2001)

Silážováním se označuje proces konzervace při obsahu sušiny maximálně do 30 %. Cílem je, aby se co nejdříve vytvořilo potřebné množství kyseliny mléčné, díky které dojde k dosažení potřebné hodnoty pH. Při procesu silážování dochází ke štěpení

bílkovin na jednodušší látky, obdobně jako se glycidy rozkládají na jednodušší cukry (glukózu a fruktózu). Základní konzervační činitel je kyselina mléčná.

(AGROMALEČ. 2008)

### **2.1.2 Senáž**

Původní termín pro všechna fermentovaná krmiva je siláž. Senáž je kvašené krmivo připravené ze zavadlých píceňin o obsahu sušiny 30 - 50 %.

(BŘEČKA et al., 2001)

Proces konzervace senáží je založen na bakteriální produkci kyseliny mléčné, při níž se snižuje pH. Aby se bakterie produkující kyselinu mléčnou mohly rozmnožovat, potřebují prostředí bez obsahu kyslíku. Kombinací prostředí bez kyslíku a snížení kyselosti, dochází k zastavení množení bakterií a plísní. Šantrůček udává hodnotu pH 4,3 - 4,6. Proto je proces senážování mnohem více náchylný na udržení prostředí bez přístupu vzduchu.

(ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY M+S, 2012)

### **2.1.3 Rozdíl mezi siláží a senáží**

Hlavní termín pro fermentovaná krmiva je siláž. Termín senáž byl zaveden pro siláž s vysokým obsahem sušiny. Přesná hranice mezi siláží a senáží není přesně stanovena, ale pokud obsah sušiny převyšuje 30 %, obvykle krmivo nazýváme senáží. Senáž obsahuje méně vody než siláž, proto je v senáží nižší produkce kyseliny mléčné. Bakterie produkující kyselinu mléčnou potřebují pro množení a tvorbu kyseliny sacharidy, kterých je v bílkovinné senáží méně než v siláži. Senáž je tedy konzervována spíše prostředím bez přístupu kyslíku než kyselinou mléčnou, jak je tomu u siláže.

(AGROMALEČ. 2008)

### 2.1.3 Hlavní zásady při silážování a skladování siláží

Hlavním předpokladem pro získávání kvalitní siláže je dodržet hlavní zásady.

1. Silážování kvalitní odrůdy s vysokým obsahem živin, dobrou stravitelností a silážovatelností. Nutností je také sklizení porostů nezaplavených a minimálně 14 dní před sklizní nehnojených.
2. Určení správného termínu a způsobu sklizně. Zde je nutné sklízet pícniny v jejich silážní zralosti s volbou optimální denní doby pro sklizeň a s ohledem na stávající povětrnostní podmínky. Dbát na zkrácení doby zavadání hmoty na pokosu na minimum a zamezení opětovného zvlhnutí již zavadlé hmoty.
3. Správné sladění (uspořádání) sklizňové, naskladňovací a dusací linky v prostoru a čase. Vhodné je mít v záloze alespoň některou techniku pro případ poruchy.
4. Používání vhodné mechanizace, která šetrně zachází s pící při manipulaci, upravuje fyzikální vlastnosti píce tak, aby vznikl kvalitní substrát pro fermentaci. Podle potřeby musí být schopná aplikovat a správně dávkovat aditiva.
5. Naplnění silážního žlabu, sila či vaku v nejkratší možné době, omezení kontaminace materiálu hlinou, hnojem, pohonnými či mazacími hmotami nebo jinými látkami. Naskladňovanou píci musíme rovnoměrně rozvrstvovat a dostatečně udusat.
6. Okamžité vzduchotěsné uzavření naskladněné a udusané hmoty pomocí plachty (fólie), podle zvoleného způsobu i v několika vrstvách, a uchování anaerobního prostředí po celou dobu skladování.
7. Zabezpečení jímání, odvozu a likvidace silážních tekutin, v případě potřeby i dešťové a povrchové vody.
8. Zamezení druhotných ztrát při skladování, manipulaci a zkrmování siláží.
9. Uplatňování diferencovaného přístupu podle druhu píce, času, počasí, použité mechanizace, počtu a kvality obsluhy, druhu a kapacity skladů, dopravních vzdáleností, použitých aditiv, požadavků na kvalitu konečného produktu a hlavně podle ekonomických možností a možnosti operativně měnit rozhodnutí podle vývoje situace.
10. Vyhodnocování výsledků silážování za účelem hodnocení naší práce, porovnávání zkušeností s údaji v literatuře a se zkušenostmi jiných a poučení

se z chyb. Zasilání vzorků siláže na chemické rozborů a porovnávání spočítané a skutečně dosažené užitkovosti zvířat.

(LOUČKA, MACHAČOVÁ, 1996)

#### **2.1.4 Silážovatelnost**

Silážovatelnost je výraz, který vyjadřuje vlastnost krmiva zkvasit tak, aby ztráty kvality, dietetických vlastností a hmotnosti byly co nejmenší. Je závislá na mnoha faktorech, zejména na obsahu sušiny, zkvasitelných látek, cukrů a pufrujících látek. Za předpokladu sklizně plodin v optimální silážní zralosti a dodržení všech technologických zásad k zajištění dobrého průběhu fermentačního procesu jsou pícniny děleny na lehce, středně a těžce silážovatelné. Mezi lehce silážovatelné patří kukuřice a drtě obilovin. Těžce silážovatelné jsou jetel a vojtěška. Ostatní plodiny jsou středně silážovatelné.

(LOUČKA, MACHAČOVÁ, 1996)

#### **2.1.5 Silážní aditiva**

Silážní aditiva jsou látky chemické nebo biologické povahy, které se přidávají k silážované píci za účelem:

1. podpory rozvoje mléčných bakterií,
2. podpory enzymatické činnosti,
3. zvýšení obsahu cukrů,
4. změny sušiny,
5. potlačení rozvoje nežádoucí mikroflóry,
6. změny chuti a aroma,
7. potlačení druhotné aerobní degradace po otevření sila.

Aditiva nikdy nemohou nahradit nedostatky technologie silážování, a nemohou zlepšit biologickou hodnotu čerstvé píce. Mohou jen přispět k jejímu uchování s co nejnižšími ztrátami po co nejdelší dobu (pouze při dokonalém udusání).

(LOUČKA, MACHAČOVÁ, 1996)

## 2.2 Technologické postupy sklizně a konzervace krmiv

Volba vhodného technologického postupu sklizně a konzervace krmiv je velmi důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu píce a tudíž i úspěšný a rentabilní chov hospodářských zvířat. Výběr technologického postupu, doby sklizně a způsobu konzervace přímo ovlivňuje produkční účinnost objemných krmiv - koncentraci energie, obsah hlavních živin a specificky účinných látek, dietetické vlastnosti, chutnost a stravitelnost píce a zároveň i náklady na výrobu objemného krmiva. Jednotlivé technologické postupy sklizně a konzervace musí respektovat:

1. jaké krmné plodiny budou sklizeny a konzervovány,
2. v jaké výrobní oblasti se podnik nachází,
3. jaké je technologické vybavení zemědělského podniku,
4. pro jakou kategorii zvířat a jejich užitkovost budou krmiva určena.

(ONDRÁČEK, 2012)

## 2.3 Přehled sklizňových pracovních postupů

Sklizňové pracovní postupy sklizně pícnin nejčastěji rozlišujeme podle stavů píce při sklizni na poli a podle způsobu využití. Rozlišujeme například:

1. sklizeň čerstvé zelené píce,
2. horkovzdušné sušení,
3. sklizeň zavadlé píce,
4. sklizeň sena získaného přirozeným dosoušením na poli,
5. sklizeň píce na semeno.

(BŘEČKA et al., 2001)



### 2.3.1 Sklizeň čerstvé zelené píce

**Zelená píce** určená k dennímu krmení s obsahem sušiny 15 až 30 %. Píce je nejčastěji sklízena přívěsnými řezačkami a řezanka je transportována do krmného vozu, ze kterého je dávkována do krmného žlabu. Užívá se i varianta, kdy je píce pokosena čelním žacím strojem neseným vpředu a následně sebrána sběracím vozem a současně i řezána. Sběrací vozy mohou být vybaveny příčným dávkovacím dopravníkem pro zakládání čerstvé píce do krmného žlabu. Další možností úpravy čerstvé zelené píce je **sklizeň silážováním**. Hmota se upravuje řezáním sklízecí nebo stacionární řezačkou proto, aby řezanka umožňovala důkladné udusání, vytěsnění vzduchu ze skladovacího prostoru a následný mechanický odběr siláže. Silážování čerstvé píce je spojeno s vysokými ztrátami sušiny 18 - 28 % (podle jiných pramenů např. 20 - 35 %). To je způsobeno hlubším prokvašením a větším odtokem silážních šťáv. Při silážování čerstvé píce je také nutnější užít konzervační prostředek. Výjimku tvoří silážování kukuřice, u které konzervační prostředky nejsou nutné.

(BŘEČKA et al., 2001)

### 2.3.2 Horkovzdušné sušení

Píce se sklízí sklízecími řezačkami. Je požadována co nejkratší řezanka se stejnoměrnou velikostí, aby bylo umožněno rovnoměrné prosychání. K sušení jsou užívány bubnové sušárny a z úsušků jsou vyráběny například brikety, granule či moučka. Z důvodu vysokých investičních a provozních nákladů se již tato technologie téměř nevyužívá. Výjimkou je zpracování velmi kvalitní píce (vojtěška a jetel luční).

(BŘEČKA et al., 2001)

### 2.3.3 Sklizeň zavadlé píce

Píce je pokosena a ponechána na pozemku. Vlivem přirozeného zavádání se nechá sušina zvýšit na hodnotu od 25 do 70 %. Podle pracovních postupů zpracování rozlišujeme na senážování zavadlé píce a umělé - ventilační dosoušení zavadlé píce na seno.

(BŘEČKA et al., 2001)

**Senážování zavadlé píce.** Píce s obsahem sušiny 30 - 50 % je sebrána a nařezána sklízecími rezačkami nebo sběracími vozy vybavenými řezacím ústrojím a následně dopravena do skladovacích prostor, kde je dusána. Ztráty sušiny jsou 15 - 18 %, což je přibližně o jednu třetinu méně než u silážování čerstvé píce. Nedochozí k tak velkému odtoku silážní šťávy a snižuje se potřeba užívání konzervačních prostředků. Tento způsob konzervace je v dnešní době tou nerozšířenější metodou.

(BŘEČKA et al., 2001)

**Umělé - ventilační dosoušení zavadlé píce na seno.** Sklízňový postup se dělí na dvě části. První část je stejná jako sušení píce na seno s tím rozdílem, že sklizeň z pole provádíme při obsahu sušiny 50 - 75 %. Píce je transportována do dosoušecího a provzdušňovacího zařízení, které zároveň slouží jako skladovací prostor. Druhá část sklizně zavadlé píce na seno pokračuje vháněním vzduchu, ať už studeného nebo předehtého, do píce až do doby, kdy dosáhneme skladovacího obsahu sušiny 80 - 85 %. Výhoda předsoušení je zkrácení doby pobytu píce na poli, při příznivých podmínkách na 2 - 3 dny. To oceníme zejména při nepříznivém počasí. Dále se snižují ztráty odrolem, vyluhováním a mikrobiální činností. Technologií dosoušení zavadlé píce byly stanoveny ztráty sušiny na 15 až 23 %. Pokud porovnáme dosoušení zavadlé píce na seno a klasickou sklizeň na seno, tak jsou ztráty sušiny o 40 - 50 % nižší ve prospěch dosoušení zavadlé píce. Další otázkou je ekonomická náročnost této technologie. Energie je spotřebovávána pro pohon ventilátorů a na případný ohřev vzduchu. Spotřeba energie je závislá na konstrukci dosoušecího zařízení i na množství energie spotřebované na ohřev vzduchu.

(BŘEČKA et al., 2001)

### **2.3.4 Sklizeň sena získaného přirozeným dosoušením na poli.**

Konzervace píce sušením na seno je tou nejstarší a nejpřirozenější metodou, při které získáme za příznivého počasí obsah sušiny 70 až 88 %. Při správném postupu je tato metoda i ta nejekonomičtější. První fáze sušení se nazývá zavádání. Její délka je období od pokosení až do odumření buněk. Druhá fáze se nazývá dosušování – konzervace. Začíná při obsahu sušiny 45 až 55 % a pokračuje až do dosažení požadované již zmíněné hodnoty. Nejvyšší ztráty živin vznikají nevhodným počasím, kdy mohou dosahovat až 35 %. Ztráty odrolem jemnějších částí rostlinné hmoty, jejíž vysychání je rychlejší než u stonků a lodyh, je nejmarkantnější u jetele lučního a vojtěšky. Tyto ztráty omezíme vhodnou manipulací s pící díky šetrné technice a omezenou manipulací při vysoké sušině.

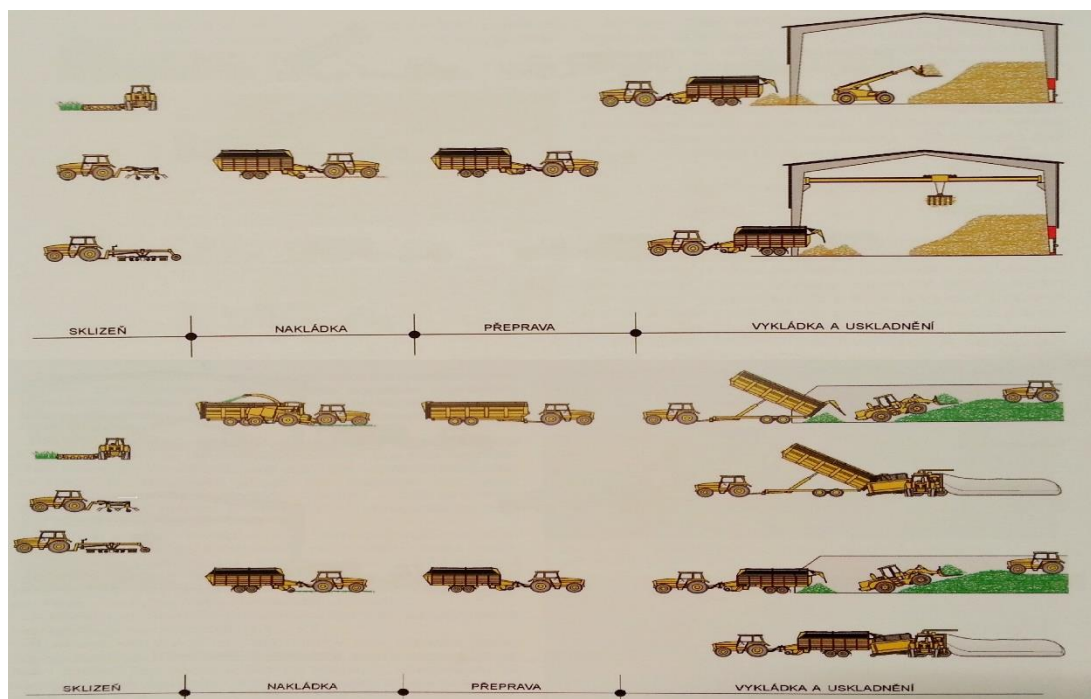
(BŘEČKA et al., 2001)

### **2.3.5 Sklizeň píce na semeno**

Při sklizni píce na semeno jsou používány stejné postupy jako při sklizni obilovin. Sklizeň jednofázová, nevyžaduje zásadní změny na sklízecí mlátičce, travina je pokosena i vymláčena sklízecí mlátičkou. Dvoufázová sklizeň se provádí žacíím strojem - nejčastěji diskovým. Píce je pokosena a ponechána v řadách na pozemku až do zaschnutí. Dále je sebrána sběracím adaptérem nainstalovaným na sklízecí mlátičce místo žacího adaptéru.

(BŘEČKA et al., 2001)

Na obrázku 2.1 jsou znázorněny nejčastěji realizované technologické operace při sklizni píce na siláž nebo seno.



Obrázek 2.1 - Technologické operace sklizně píce na siláž a seno

(SYROVÝ et al., 2008)

## 2.4 Sklizňové stroje

Z předešlého rozdělení základních sklizňových postupů je zřejmé, že v technologických linkách je zapotřebí mnoho různých druhů strojů. V mobilní části linky jsou používány níže zmíněné stroje.

### 2.4.1 Žací stroje a stroje k ošetření pokosu a rozprostření píče

Jejich hlavním úkolem je v soupravě s energetickým prostředkem realizovat první pracovní operaci při sklizni píce, tj. posečení s možností následné úpravy hmoty lámáním, mačkáním nebo umístěním píče na pole na široko či do řádků. Žací stroje lze rozdělit podle způsobu připojení k energetickému prostředku na přívěsné a nesené (čelně, bočně nebo vzadu), dle pohybu břitu (přímovratné, rotační) a dle

principu řezu. Řez s oporou je užíván u prstových lišt, protiběžných kos, rotačních žacích ústrojí s protiostrím. Princip řezu spočívá v uříznutí stébla mezi ostrím proti druhému ostří nebo pohybu ostří k pevnému protiostrí. Stroje pro ošetření pokosů a rozprostřené píče navazují na operaci sečení a jejich užitím požadujeme zvýšení intenzity a stejnoměrnosti vysychání i zkrácení doby pobytu na poli. Je prokázáno, že při pěkném počasí klesl za 3 dny podíl vlhkosti u neupravené píče na 50 % a u upravené téměř až na 30 %. Základní úpravou těchto strojů je lámání a mačkání. Touto úpravou se má dosáhnout zploštění a narušení stonků, stébel a kutikulární vrstvy. Narušení pletiv stonků a stébel má být větší než narušení lístků tak, aby bylo umožněno stejnoměrné vysychání. Mačkáním se stéblo nebo stonek naruší v podélném směru a lámáním i v příčném směru.

(BŘEČKA et al., 2001)

#### **2.4.2 Obraceče a shrnovače píče**

Obraceče jsou užívány pro rovnoměrné rozhození a načechrání pokosu, obrací píči z řádku tak, aby se spodní vrstvy dostaly nahoru a rychleji osychaly. Úkolem shrnovačů je shrnout píči uloženou naširoko nebo v malých řádcích do jednoho nebo dvojitého řádku a nevytvářet boule a hromady, což usnadňuje bezproblémový sběr materiálu dalšími mechanizmy. Dnes se shrnovače a obraceče vyrábějí jako jednoúčelové stroje. Požadavek na obraceče je malý záběr rotorů pro kvalitní obracení, naopak u shrnovačů je preferován velký záběr rotorů. Je to z toho důvodu, aby materiál byl co nejméně předáván a nezvyšovaly se ztráty odrolem. Podle konstrukce dělíme obraceče na:

1. bubnové s řízenými hrabicemi,
2. paprskové s odvalovacími paprskovými koly,
3. kolové s řízenými hrabicemi,
4. dopravníkové s řízenými hrabicemi,
5. rotorové s neřízenými hrabicemi,
6. šnekové.

U shrnovačů se setkáme s konstrukcí:

1. bubnových s řízenými hrabicemi,
2. paprskové s odvalovacími paprskovými koly,

3. kolové s řízenými hrabicemi,
4. dopravníkové s řízenými hrabicemi,
5. rotorové s řízenými hrabicemi,
6. šnekové,
7. pásové.

Nejvíce používané, s ohledem na spolehlivost, konstrukční jednoduchost, kvalitní práci a poměrně vysokou výkonnost, jsou konstrukce rotorové. V nedávné době se na trh dostaly pásové shrnovače, které se vyznačují poměrně vysokou výkonností.

(BŘEČKA et al., 2001)

### 2.4.3 Sklízecí řezačky

Úkolem sklízecí řezačky je sloučit pracovní operace posečení porostu nebo sběr porostu z pokosu. Záleží na užitém adaptéru, rozřezání materiálu, případném namačkání zrna a dopravě řezanky na odvozní prostředek.

Řezáním píce se mění fyzikální vlastnosti píce. Zvyšuje se sypkost, jež napomáhá k lepšímu dávkování krmiva zvířatům. Zvyšuje se objemová hmotnost, která umožňuje lepší využití velkoobjemových nástaveb odvozních prostředků, lepší zaplnění skladovacích prostorů, lepší a rychlejší udusání a vytlačení vzduchu.

Drcením zrna se zlepšují konzervační podmínky zejména u kukuřice. Dle konstrukce řezacího ústrojí rozlišujeme řezačky:

1. Kolové - osa rotace je rovnoběžná se směrem vkládání materiálu a nože jsou umístěny na řezačkovém kole a pohybují se v rovině kolmé k ose rotace.
2. Bubnové - osa rotace bubnu je kolmá ke směru vkládaného materiálu. Nože jsou umístěny po obvodu bubnu. U obou konstrukcí se užívají různé tvary nožů a různé uspořádání.
3. Cepové - cepy se otáčejí kolem vodorovné osy rotace a svým pohybem sečou a současně řezou píci. Protože otáčením cepů vzniká ventilační účinek je tato konstrukce schopna dopravovat pořezanou píci bez nutnosti užití metače.

Většina sklízecích řezaček je schopná provádět různé pracovní operace, což je závislé na volbě adaptéru. Lze využít například adaptér pro sklizeň tenkostébelných polních píce (žací ústrojí), adaptér pro sběr zavadlé píce (sběrací ústrojí), adaptér

Kemper pro sklizeň silnostébelných píce (rotační žací ústrojí), adaptér řádkový pro sečení silnostébelných píce (žací ústrojí) a adaptér odlamovací pro sklizeň kukuřičných palic. Ten se využívá pro výrobu Liesch Kolben Schrott, což je směs hrubě šrotovaných palic spolu s vřeteny a listeny. (dále jen LKS).

(BŘEČKA et al., 2001)

#### **2.4.4 Sběrací vozy**

Činnost sběracích vozů navazuje na předešlé pracovní operace, při kterých jsou užívány stroje, jako jsou: žací stroje, mačkače, obraceče, shrnovače nebo žací mlátičky. Nejčastěji se setkáme s konstrukcí sběracích vozů traktorových (návěsných) a ojediněle i samojízdných. Jejich základní funkcí je sběr, nakládka, případné pořezání a doprava tenkostébelné píce a slámy ležící v řádcích, které vznikly činností již zmíněných pracovních strojů, a to v zeleném, zavatlém, ale i suchém stavu. Vyložení píce ze sběracího vozu je prováděno podlahovým příčkovým dopravníkem nebo konstrukcí s výklopným dnem. Díky velkoobjemové nástavbě sběracích vozů je možné jejich doplňkové užití k dopravě materiálu od sklízecích řezaček nebo k dopravě objemných hmot ze skladů.

(BŘEČKA et al., 2001)

Řezání píce umožňuje řezací ústrojí s pevnými plochými noži často s pilovitým ostřím, přes které je protlačována hmota a je pasivně přeřezána. Řezací ústrojí s pohyblivými noži se již nepoužívá. Délka řezanky se odvíjí od počtu použitých nožů v rozmezí 35 až 300 mm. Skutečná délka řezanky se nikdy neshoduje s nastavenou vzdáleností. U sběracích vozů jsou řezné břity pasivní a délka řezanky se odvíjí od úhlu jednotlivých stébel vůči břitům. Tedy pokud bude stéblo kolmo k břitu, docílíme pořezání na části, které se téměř rovnají rozestupu nožů. Pokud bude stéblo rovnoběžné s ostřím, může projít mezi noži a nedojde k žádnému přeříznutí. Proto řezání píce není tak dokonalé jako u sklízecích řezaček, kde je ostří nástroj aktivní.

(BŘEČKA et al., 2001)

### **2.4.5 Sběrací lisy**

Úkolem sběracích lisů je sebrat zavadlý nebo suchý stébelnatý materiál z nahrnutých řádků nebo řádků vzniklých pracovní činností jiného stroje. Poté hmotu slisovat a svázat do stejnoměrných balíků. Ty se ponechávají na strništi nebo se nakládají na odvozní prostředek. Balíky mohou být hranolové malé a velké, tzv. obří, nebo balíky válcové. Na výrobu hranolových balíků se užívají lisy pístové. Balík musí být po slisování svázan motouzem. Na válcové balíky jsou užívány lisy svinovací, kde je balík omotán provázkem nebo sítí bez nutnosti vázání. Pro sloučení pracovních operací je možné za sběrací lis umístit balící zařízení. Pak jsou na strniště balíky ukládány již zabalené a zakonzervované. To je žádoucí zejména u senážování do balíků. Do kategorie sběracích lisů řadíme i lisy stacionární, kam patří lisy na ukládání materiálu do vaků (rukávců). Podrobněji viz kapitola 2.6.

(BŘEČKA et al., 2001)

## **2.5 Skladovací prostory**

Volba prostorů pro skladování závisí na místních, ekologických a ekonomických možnostech a podmínkách zemědělců. Každý z možných způsobů má své zastánce i odpůrce.

### **2.5.1 Silážní žlaby**

Silážní žlaby jsou budovány jako jednoduché stavby určené pro uhlohydrátovou siláž i konzervaci polobílkovinných a bílkovinných píceň. Jsou konstruovány jako průjezdné nebo neprůjezdné. Šířka je přizpůsobena velikosti projíždějících vozů a dusacímu zařízení. Výška je násobek modulu 0,3 (2100 - 3000 mm). Boční stěny se budují jako mírně skloněné pro lepší pěchování materiálu u stěn. Často jsou používány stavebnicové systémy, kdy stojky mají tvar písmene A (na ně jsou montovány železobetonové panely) nebo obráceného T. Vjezd a výjezd je utvořen tak, aby do žlabu nevnikala povrchová voda z okolního terénu. Zároveň musí být vybudován odvod silážních šťáv do sběrné jímky. V současné době je dáována přednost monolitické stavbě pro její lepší těsnost a snížení úniku šťáv do okolí. Objem silážních žlabů odpovídá požadavku na množství krmiva pro danou stáj s ohledem na nutnost



včasného naplnění a uzavření silážního žlabu. To by nemělo trvat déle než 5 - 7 dní. Silážní žlaby se budují jako povrchové, polozapuštěné a zapuštěné. Na stavbu může být použit kámen, prostý beton, železobeton i stavebnicový systém betonových prefabrikátů. Někdy je nad žlaby budováno i zastřešení. Podle upořádání se budují žlaby jako samostatné nebo sdružené. Sdružené jsou výhodnější díky úspoře stavebního materiálu. Plnění žlabů je v malé míře prováděno drapáky na mostových či portálových jeřábech. Mnohem častější je plnění pojížděním dopravního prostředku po žlabu se současným vyprazdňováním. U tohoto způsobu hrozí nebezpečí zanášení nečistot do žlabu. Další možností je řezanku do žlabu sklápět ze strany. To se týká pouze zapuštěných silážních žlabů.

(ANDRT, 2011)

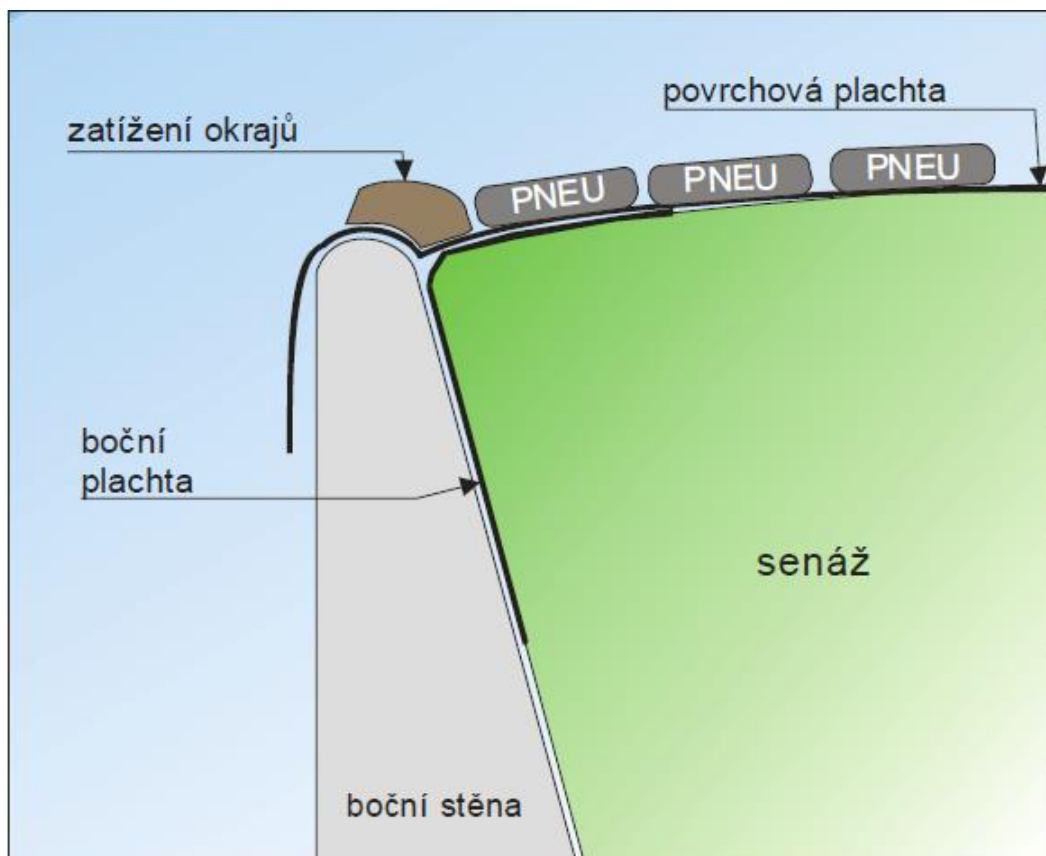
Nejčastějším způsobem plnění je sklopení silážované píče na skládku či okraj silážního žlabu, odkud je materiál odebírán a pomocí velkoobjemových lopat či vidlí na těžkém traktoru nebo nakladači rozprostírán v tenké vrstvě po žlabu. Naskladňování hmoty do žlabu musí probíhat systematicky tak, aby každý den při naskladňování vznikla nová vrstva nejméně jednoho metru. U velkokapacitních silážních žlabů se tato základní podmínka naskladňování horizontálně vylučuje, a proto je volen postup klínového naskladňování - po etapách, od zadního čela k přednímu čelu (vjezdu). Dusání silážované hmoty je prováděno těžkými kolovými traktory. Pásové traktory nejsou vhodné pro jejich nízký měrný tlak na jednotku plochy. Při dusání platí podmínka, že čím vyšší sušina, tím více a intenzivněji musíme dusat. Dusání probíhá nepřetržitě po celou dobu naskladňování. Zakrytí naskladněné siláže musí proběhnout co nejdříve. Během několika hodin po naplnění vznikají podmínky pro množení bakterií mléčného kvašení, proto je nutné připravit anaerobní podmínky. To znamená dokonalé uzavření siláže pro zabránění přístupu vzdušného kyslíku. Nejpoužívanějším a nejvhodnějším prostředkem pro zakrývání všech druhů siláží ukládaných do velkoobjemových vaků je silážní fólie. Ta dokáže zamezit vnikání vzduchu a srážkové vody do siláže. Při plnění žlabu je nutné dbát na to, aby žlab byl řádně naplněn až po horní okraj tak, aby nevznikl žlábek, ve kterém by se držela srážková voda. I při malém narušení fólie by se dostala do siláže a způsobila kažení uložené hmoty.

(KOPŘIVA et al., 1992)

## 2.1.2 Hlavní systémy zakrývání

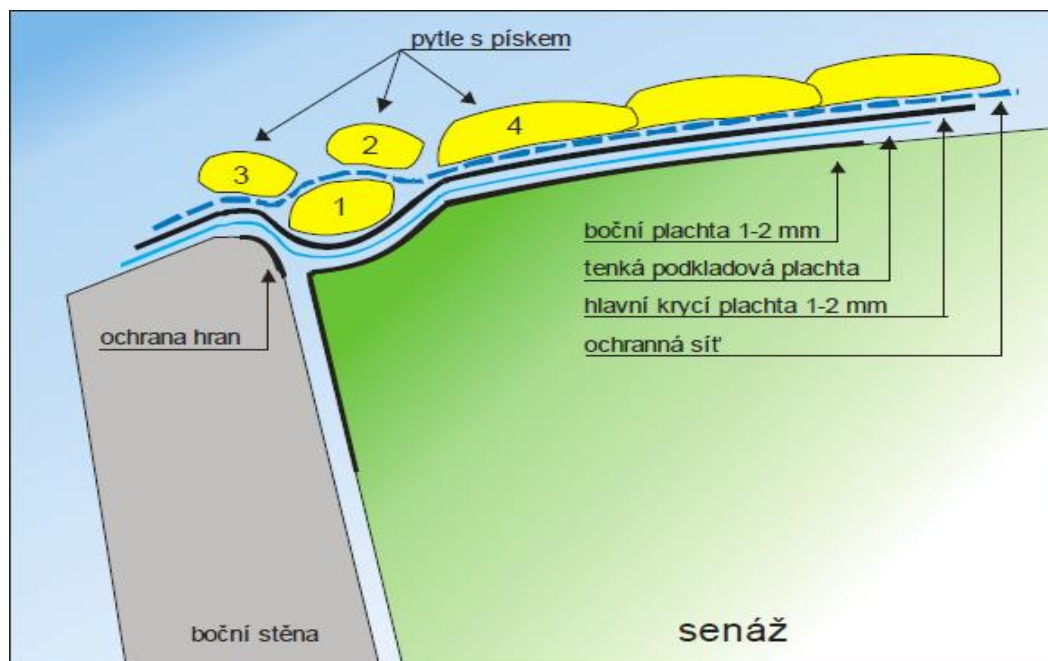
V současné době se používají dva hlavní systémy zakrývání:

- Polyethylenová plachta - Tento standardní způsob je nejpoužívanější a také nejlevnější. Rozprostřenou plachtu je nutné rovnoměrně zatížit pneumatikami, pytli s pískem nebo železobetonovými panely. Viz obrázek 2.2.
- Třívrstvý systém - tvořený třemi složkami:
  1. První vrstva je tvořena tenkou Polyethylenovou (dále jen PE) folií. Fólie je užívána jako podkladová pro další vrstvy. Výborně kopíruje utužený povrch a minimalizuje množství vzduchu pod folií.
  2. Polyethylenová plachta tvořící druhou silnější vrstvu. Svou hmotností působí na první vrstvu a ještě více ji přitiskuje. Zároveň je nepropustná a chrání uskladněný materiál před pronikáním vody.
  3. Třetí vrstva je síť chránící plachty před větrem. Všechny vrstvy jsou zatíženy pytli s pískem viz. obrázek 2.3.



Obrázek 2.2 - Nákres systému zakrývání jednou plachtou

(MITRÍK, 2006)



Obrázek 2.3 - Nákres zakrývání systémem tří vrstev

(MITRÍK, 2006)

Mimo systémy zakrývání folií se dříve používalo osévání povrchu obilovinou. To není spolehlivé, nevyhovuje našim požadavkům, a proto se nedoporučuje.

### 2.5.3 Vybírání siláže

K vybírání siláže se nejčastěji používají speciální prostředky - vybírače siláže. Za pomoci frézy umístěné na frézovacím rameni vybírače je postupně odebírána siláž ve vertikální rovině a vzniká tak stěna. Často byl využíván vybírač umístěný na univerzálním traktoru. Od tohoto stroje se ustupuje a v současné době je nahrazován krmnými vozy s frézovacím ramenem, které jsou jak návěsné, tak i samojízdné.

(ANDRT, 2011)

Hlavním požadavkem na vybíranou siláž je její čerstvost. To znamená, že při odebírání siláže musí zůstat neporušený profil stěny. Proto nejsou doporučovány nakladače, které siláž načechrají. Upřednostňovány jsou frézové vybírače. Denní odběr by měl být asi 30 cm profilu stěny. Pro automatizované linky jsou v hojném počtu využívány vyřezávače bloků a v menších zemědělských podnicích své uplatnění našly vykusovače umístěné v čelních nakladačích traktorů.

(KOPŘIVA et al., 1992)

#### **2.5.4 Silážní věže**

Silážní věže patří do skupiny vertikálních silážních prostorů. Nejčastějším výrobním materiálem je ocelový plech (věže známé jako „Vítkovické“), nebo železobeton. Silážní věže dělíme na otevřené, kde je siláž vybírána vrchem, a hermetické, kde je siláž vybírána spodem. K plnění věží jsou užívány pneumatické a mechanické dopravníky. Tato technologie je v současné době spíše na ústupu.

(ANDRT, 2011)

#### **2.5.5 Jiné způsoby pro uskladnění**

Pro ukládání balíků a velkoobjemových vaků není nutné povolení ani žádné stavební investice na vybudování stabilních staveb určených k uskladnění konzervované píce.

(ŠANTRŮČEK et al., 2001)

V tomto případě je píce obalena PE folií a izolována od vlivů okolního prostředí. PE fólie je náchylná na mechanické poškození, proto bychom měli vybírat takový pozemek, kde nejsou ostré předměty, které by způsobily porušení fólie a tím vniknutí kyslíku a následné kažení siláže. U nezpevněné podložky hrozí zhoršená manipulace se samotnými balíky či vybírání siláže z vaku. Některé podniky proto budují takzvaná depa se zpevněnou podložkou a odvodem dešťové vody. Tady nehrozí rozmáčení a kontaminace blátem při vybírání siláže z vaku.

### **2.6 Ukládání do vaků**

Ukládání objemných krmiv velkoobjemovými lisy, se jeví jako dobrá alternativa k vertikálním a horizontálním stavbám. V praxi je tato technologie realizována i současně s technologií ukládáním do žlabů. To umožňuje nasazení výkonnějších sklízecích rezaček. Pokud je právě zakládán nový vak, technologická linka se nezastaví, protože tok materiálu je přesměrován do silážního žlabu. Při dodržení správného technologického postupu se systém skladování do vaků vyznačuje minimálními skladovacími ztrátami. Také nedochází ke kontaminaci siláže zeminou a proniknutí vysoké spodní vody, jako v případě špatně odizolovaného silážního žlabu.

(JAVOREK, 2014)

Technologie je dále velmi flexibilní z pohledu mobility a možností volby místa pro vak. Velice zajímavá je také z pohledu investiční náročnosti v porovnání se stacionárními stavbami.

(JAVOREK, 2012)

Materiál se lisuje do vaků z PE hmoty, kde lze úspěšně silážovat všechny druhy zavadlých nebo přímo sklizených píce jako jsou trávy, jetel, vojtěška, bob, kukuřice, produkty dělené sklizně (LKS = siláž drcených palic s listeny, CCM = siláž drcených palic), drtě celých rostlin obilovin či luskovin (GPS), cukrovarnické řízky, brambory, zbytky jablek po moštování nebo vlhké obilní či kukuřičné zrno. Dále lze také skladovat jiné materiály jako dřevěné hobliny, piliny, chmelové šlahouny, kompost a hnojiva. Skladované hmoty s ostrými hranami jsou pro tuto technologii nevhodné.

(LOUČKA, 1997)

U zemědělských podniků roste obliba silážování do vaků proto, že silážovaná hmota je bezprostředně po naskladnění téměř v anaerobním prostředí. Tato technologie se jeví jako velmi vhodná tam, kde nejsou vybudovány skladovací prostory, a tam, kde je z ekologických důvodů zakázáno silážovat ve žlabech. Rozumí se oblasti s ochranným pásmem vodního zdroje.

Kromě silážování krmiv je lisování vhodné i pro skladování materiálu pro zakládku do fermentoru bioplynových stanic.

(HRUŠKA, 2012)

### **2.6.1 Signalizace nevhodnosti materiálu k silážování**

Z kvalitní píce, která je zpracovávána lisem s příčně uloženým rotorem, lze jen stěží vyrobit úplně špatnou siláž. Nevhodný obsah sušiny je při lisovacím procesu snadno identifikovatelný. Při sušině nižší než 28 % se ze zavadlé píce uvolňují vegetační šťávy. Tak je signalizována spodní hranice optima lisování. Čím je pak sušina nižší, uvolňuje se více vegetační šťávy. Pokud je sušina nižší než 25 %, silážování se nedoporučuje. Nízká sušina lisovaného materiálu může způsobit protržení vaku, zejména pokud je vak pokládán v mírném svahu. Při protržení vaku by došlo k úniku vegetačních a následně silážních šťáv a k vnikání vzduchu. Pokud sušina klesne pod hodnotu 22 %, to je u většiny pícnin hranice silážovatelnosti, je z hmoty

vytlačováno takové množství šťávy, které zaplní vanu pod lisovacím rotorem. V takovém případě je nutné přidávat savý materiál. Nejlépe se osvědčil obilný šrot, kterým se zvýší obsah sušiny. Tím je umožněno lisování a zlepší se silážovatelnost. Naopak příliš vysoká sušina (nad 45 % u polobílkovinné píce a nad 50 % u bílkovinné) a řezanka delší než 5 cm způsobují tvorbu hrbů na vaku. Pak vznikají vzduchové kapsy. Ty se tvoří i nerovnoměrným naskladňováním materiálu, slabým motorem nebo malými zkušenostmi obsluhy. Vzduchové kapsy mají za následek zhoršení kvality fermentace oproti místům dokonale slisovaným.

(LOUČKA, 1997)

Pro názornost uvádím tabulku 2.1, která udává doporučené obsahy sušiny při uskladňování siláže a senáže..

Tabulka 2.1 - Doporučený obsahu sušiny pro silážování jednotlivých krmiv

Píce	Silážování do žlabu	Silážování do vaku
Vojtěška	38-45 % sušiny	32-50 % sušiny
Jetel	35-45 % sušiny	30-50 % sušiny
Jetelotráva	33-40 % sušiny	30-45 % sušiny
Tráva	30-40 % sušiny	28-45 % sušiny
Kukuřice	28-33 % sušiny	26-35 % sušiny
Cukrovarské řízky	8-12 % sušiny bez dusání, 18 a více % sušiny s dusáním	18 a více % sušiny

(LOUČKA, 1997)

## 2.6.2 Velikosti velkoobjemových lisů

O množství uskladněné hmoty ve vaku rozhoduje mnoho faktorů. Zásadní je obsah sušiny, délka řezanky, utužení hmoty a průměr vaku. Na trhu je v nabídce mnoho rozmanitých velikostí lisovacích komor. Nejčastěji se užívají vaky o průměru 2,4; 2,7 a 3 m. Pro potřeby malých chovů nebo pro potřeby kompostování výrobci nezapomněli doplnit nabídku o průměry vaků dva metry a menší. Naopak s rozvíjejícími se požadavky na uskladnění velkého množství materiálu se dodávají nejvýkonnější modely velkoobjemových lisů s průměrem lisovací komory 3,5 a 3,6 metru.

(JAVOREK, 2012)

Někteří výrobci nabízejí lisy s lisovací komorou o průměru 4,0 metru. Takto velké lisy se v našich podmínkách nepoužívají z důvodu nižší výkonnosti předcházejících částí linky. Například výrobce Budissa Bagger udává výkonnost lisu RT-9000 s komorou 3,6 m u travní senáže  $150 \text{ t.h}^{-1}$  a u silážní kukuřice dokonce  $250 \text{ t.h}^{-1}$ . Tyto lisy se u nás budou moci prosadit, pokud se vyřeší dostatečný výkon sklizňové a dopravní linky.

(JAVOREK, 2012)

S požadavky na výkonnost a průměr lisovací komory úzce souvisí příkon lisu. Z hlediska příkonu se lisy dělí do několika výkonových tříd:

1. malé do 96 kW (130 k),
2. střední do 147 kW (200 k),
3. nejvýkonnější do 184 kW (250 k), samochodné až 441 kW (600 k).

(JAVOREK, 2012)

Vaky se dodávají v normovaných délkách 45, 60, 75 nebo 90 m, ale můžeme se setkat s délkou vaku až 150 m. To se týká spíše nejvyšší výkonové kategorie.

(JAVOREK, 2014)

### 2.6.3 Systémy lisování

**Rotopress** je v současné době méně používaným systémem lisování. Byl vyvinut americkou firmou Sioux Automation Center. Do Evropy byly tyto stroje dováženy z Ameriky a některé modely byly vyráběny v Itálii firmou Apiesse.

Lis se skládá z příjmového stolu bočně připevněného k samotnému lisovacímu mechanismu, jak je znázorněno na obrázku 2.4. V příjmovém stolu je hrabicový dopravník, který se pohybuje kolmo k ose plnicího šneku a dopravuje zpracovávaný materiál k lisovacímu orgánu. Lisování materiálu do vaku je prováděno pomocí patentovaného systému podélně uloženého šneku, který je vyroben z plného materiálu. Šnek slouží jako plnicí a jeho otáčením je posouván materiál směrem do lisovací komory. Na plnicí šnek navazuje šnekový rotor. Ten je také nazýván rozprostírací prstenec nebo koaxiální rotor. Jeho tvar je vidět na obrázku 2.5. Prstenec se pohybuje proti směru otáčení plnicího šneku s mnohem nižšími otáčkami. Materiál je tedy do

vaku vtlačován plnicím šnekem a protichůdným otáčením rozprostíracího prstence je rovnoměrně ukládán do celého profilu vaku.

U přepracované varianty se příjmový dopravník pohybuje v ose stroje a materiál předáván dvěma plnicím šnekům. Ty vtlačují materiál do lisovací komory a díky tomu že jsou dva, již není zapotřebí rozprostírací prsteneček. Pro představu lze tento systém přirovnat mlýnku, kde je otáčením šneku materiál odebírán ze zásobníku a vytlačován ven. Pěchováním materiálu do PE vaku roste tlak a ten způsobuje popojíždění lisu, včetně energetického prostředku, vpřed. Lisovací tlak se reguluje pouze bržděním kol na nápravě lisu, popřípadě bržděním kol energetického prostředku.

(SIOUXAUTOMATION, APIESSE)



Obrázek 2.4 - Příjmový stůl Rotopress

(AGROFARMNET)





Obrázek 2.5 - Rozprostírací prstenec Rotopress

(FARMWEB)

Společnost Luclar přišla jako první se systémem lisování **Manitoba** pomocí horizontálně uloženého rotoru. Tento koncept se uchytil v mnohem větším měřítku než systém Rotopress. Lisy s horizontálním rotorem začaly s určitými obměnami vyrábět i jiné firmy jako například AG Bag nebo Budissa bag. Původní systém Manitoba se skládal z příjmového stolu, který byl vybaven dvěma hrabíčovými dopravníky. Ty byly později nahrazeny pryžovým pásem z důvodu nižší poruchovosti a údržbovosti. Lisovaná hmota je posouvána směrem k středovému plnicímu rotoru. Tak je tvořena rovnoměrná vrstva pomocí dvou horizontálně uložených vkládacích rotorů. Z místa obsluhy je možné pomocí hydromotoru ovládat rychlost posuvu, a tak reagovat na podmínky při plnění lisu. Otáčením plnicího rotoru je materiál rovnoměrně vtlačován do komory lisu. Plnicí rotor je konstruován do dvojité spirály. Ten je vidět na obrázku 2.6.



Obrázek 2.6 - Příjmový stůl lisu Manitoba ensiler 3000

Lisovací tlak je nastavován mezi strojem a ocelovou brankou vypletenou lany. Branka je umístěna na začátku vaku a je spojena dvěma lany navinutými na bubnech. Plnicí tlak je tedy regulován brzdou silou vytvářenou na navíjecí bubny. Brzdná síla byla původně vyvíjena na vnitřní plochu bubnu pomocí brzdových čelistí. Nyní je navíjecí buben opatřen brzdovým kotoučem a brzdná síla je vyvíjena pomocí destiček, jak je vidět na obrázku 2.7. Brzdná síla je ovládána regulací tlaku kapaliny z místa obsluhy do obou brzd současně, nebo zvlášť, podle konstrukce stroje. Tento systém brždění se jeví jako nejvhodnější z hlediska plynulé regulace nastavení lisovacího tlaku, a to nezávisle na okolních podmínkách.





Obrázek 2.7 - Kotoučová brzda navijecího bubnu Budissa Bag

Naopak obrovskou nevýhodou je hmotnost branky. Tu je u velkých průměrů vaků nutné přemístit manipulačním zařízením jako je například manipulátor, traktor s čelním nakladačem a podobně. Dále zde vznikají velké prostoje při přemísťování branky, navijení lan a znovuzavěšení branky při zakládání nového vaku. Na to výrobci zareagovali výrobou lisu s novým systémem brždění, tzv. kotva. U tohoto systému brždění byly odbourány brzdové bubny s navinutými lany a ocelová branka. Brždění lisu je tak umožňováno kombinací brždění kol lisu, jako bylo užíváno u systému Rotopress, a užíváním brzdné kotvy. Ta je umístěna uvnitř vaku na laně, někdy jsou užity i dvě kotvy, a při lisování je kotva postupně vpouštěna do prostoru vaku a pomalým odvíjením lana dochází k brzdnému účinku. Kotva je do vaku vpouštěna do vzdálenosti maximálně 10 metrů, poté je vytažena a proces se znovu opakuje. Díky užití kotvy se částečně eliminují problémy se skluzem brzděných kol na podložkách s nízkým součinitelem tření, které se vyskytovaly u systému Roto-pres. Kombinace brždění kol a užívání kotvy umožňuje dostatečné stlačení lisované hmoty a také je tento systém vhodnější pro užívání dlouhých vaků, protože nejsme omezeni délkou lan spojujících lis s brankou.

## 2.7 Technologický postup při silážování do vaků

Postup lisování do PE vaků je u všech plnicích systémů podobný. Hlavní rozdíly jsou například v lisovacím ústrojí, přísunu materiálu k lisovacímu ústrojí nebo způsobu ovládní utužení hmoty ve vacích.

### 2.7.1 Výběr místa pro uložení vaku

Jako nejvíce vhodná se jeví plocha, která je rovná, má pevnou podložku a vyřešený odtok dešťové vody. Nejvhodnější je betonový nebo živcový podklad. V praxi se ale vaky ukládají i na pole, kde podložka není zpevněná, ale je alespoň splněna podmínka rovné plochy. Na povrchu podložky nesmí být žádné předměty, které by mohly porušit vak a tak způsobit degradaci obsahu. Proto se někdy podkládají vaky gumovými pásy, které eliminují přítomnost ostrých předmětů.

(LOUČKA, 1997)

### 2.7.2 Příprava stroje a vaku

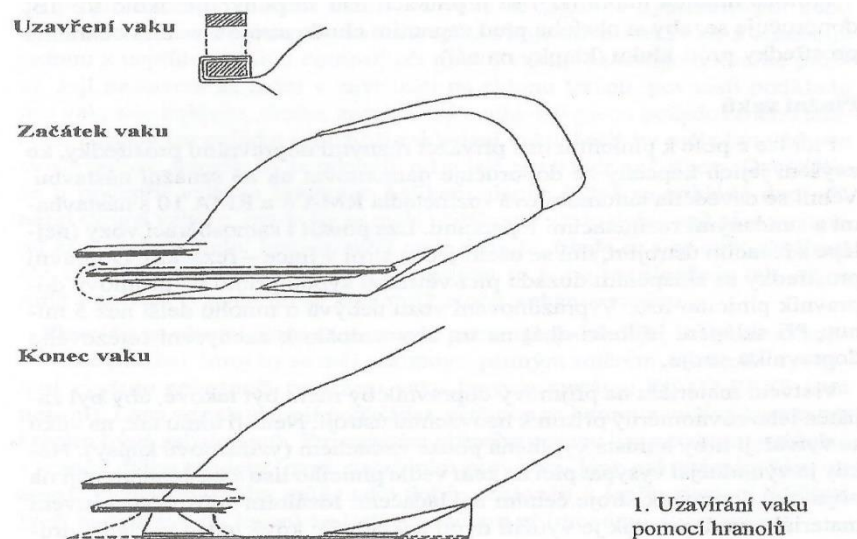
Po výběru vhodného místa pro uložení vaku může farmář přikročit k přípravě stroje tím, že na výstupní hrdlo uloží složenou folii. Každý lis je vybaven speciálním jeřábem pro nasazení vaku. Vak by měl být nasazen tak, aby bylo možné měřit jeho napnutí. To znamená, že nápisy, respektive měřky na vaku, by měly být přibližně v polovině výšky vaku. Šev vaku by měl být dole. Někteří výrobci označují na krabici i vaku směr uložení na tunel, nebo navazují na složený vak provázky různých barev tak, aby odlišili horní a dolní stranu. Směr nasazení vaku na tunel je velmi důležitý. Vak se musí odvíjet zevnitř tak, aby bílá strana byla zvenčí a černá strana uvnitř. Před počátkem lisování je nutné vak uzavřít. Z vnitřní části vaku se doporučuje vytáhnout tři až čtyři přeložení podle varianty ukončení. Vak se uzavírá několika způsoby:

1. Fólie se složí tak, aby její konec měl shodnou šířku se šířkou tunelu, jak je znázorněno na obrázku 2.8. Pak se namotá na hranol nebo prkno, nejméně jeden a půl otáčky. V místě, kde jsou dvě vrstvy fólie, se přiloží druhý hranol nebo prkno a přibije se hřebíky. Tento způsob je nejlevnější, protože se ušetří až jeden a půl metru fólie oproti ostatním způsobům.

2. Speciálními plastovými zipy s možností opakovaného použití. Montáž zipu můžeme vidět na obrázku 2.9. Tyto zipy s nižší pevností spoje se nejčastěji užívají pro ukončení vaku. Při montáži je nutné uzavíraný vak položit na rovnou a čistou podložku.
3. Nejčastěji používané uzavření vaku je zavázání šňůrou, podobně jako se váže lodní pytel. Fólii nejprve svážeme do trychtýře, pak ji přehneme a šňůru omotáme kolem obou vrstev. Tak se zabrání vnikání vzduchu do vaku. Nevýhodou této nejjednodušší metody je zkrácení vaku.

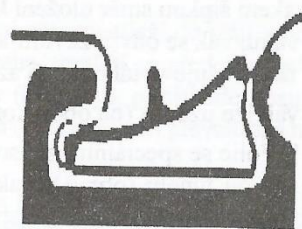
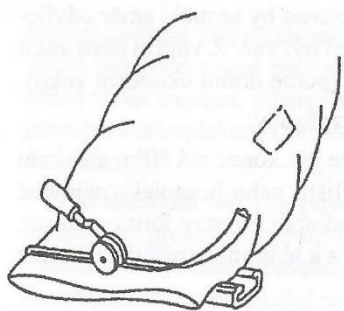
Pokud je vak uzavřen zavázáním nebo dokonce zipem je nutné konec fólie položit na zem tak, aby uzavření bylo vespod vaku a bylo zatěžováno lisovanou hmotou.

(LOUČKA, 1997)



Obrázek 2.8 - Uzavření vaku pomocí dřevěných hranolů

(LOUČKA, 1997)



2. Uzavírání silážního vaku zipem

Obrázek 2.9 - Uzavření vaku pomocí plastového zipu

(LOUČKA, 1997)

### 2.7.3 Plnění vaků

Píce se z pole přiváží různými dopravními prostředky. Dříve se k dopravě do lisu užívala rozmetadla chlévské mrvy RMA 8 a RMA 10, která měla namontované senážní nástavby a sundané lopatky z rozmetacího stolu. Dnes jsou užívány řezací vozy, u kterých je někdy problém s délkou řezanky. Vhodnější je zpracování píce řezačkou. Dále jsou vhodné velkoobjemové vozy s výtlačným čelem a v neposlední řadě i dopravní prostředky sklápěné dozadu. U těch ale někdy nastává problém se zadním čelem. Vhodné jsou pouze ty, u kterých je zadní čelo dělené a otevírá se do stran, nebo ty, u kterých je čelo otevíráno přímočarým hydromotorem. Nevhodná je tzv. houpačka, která se otevírá sklopením korby. U tohoto způsobu otevírání zadního čela hrozí poškození příjmového stolu, příjmového dopravníku nebo vkládacích rotorů. Materiál by měl být na příjmový dopravník vrstven takovým způsobem, aby byl zajištěn jeho rovnoměrný přísun k lisovacímu ústrojí. Pokud tato podmínka není zajištěna, dochází k vytváření hrbů na vaku, ve kterých jsou vzduchové kapsy. Proto, pokud není zajištěna rovnoměrná dodávka materiálu, je vhodné užití dvou manipulátorů, které nabírají hmotu sklápěnou na zpevněnou podložku a rovnoměrně materiál sypou na příjmový dopravník. Při vyprázdnění dopravního prostředku a čekání na příjezd dalšího by příjmový stůl neměl být úplně vyprázdněn a měl by být zastaven chod stroje. Pracovní orgán by neměl pracovat naprázdno, aby se předešlo tvorbě vzduchových kapes. Většina strojů má před plnicím rotorem pevný nebo výkyvný rozdružovací válec. Ten napomáhá rovnoměrnému přísunu materiálu k lisovacímu rotoru. Regulace stlačení hmoty během lisování je také velice důležitá

a někdy i obtížná. Na plněném vaku jsou vyznačena místa, ke kterým přikládáme měřidlo pro zjištění napnutí vaku. U způsobu regulace tlaku brzděním pohybu stroje od branky je nutné hlídat polohu branky. Měla by být vždy v poloze svislé a neměla by se od své osy odchýlit do 30 cm. Pokud se branka naklání dopředu, osvědčilo se ji zapřít velkým hranolovitým balíkem. Při opačném naklonění branky pomáhá zařadit nízký rychlostní stupeň traktoru a se strojem popojet dopředu, až se branka narovná. Tento případ se stává v počátku plnění vaku, kdy ještě není dostatek hmoty ve vaku. Také je nutné kontrolovat, zda se brzdná lana nedotýkají vaku. Pokud ano, mohlo by dojít k jeho protržení. Proto se mezi lano a vak vkládají kusy kartonového papíru. Kontrola napnutí vaku se provádí i u systému s brzděnými koly lisu. V případě, že je nízká adheze nebo je vak lisován z mírného kopce, je nutné zatáhnout i ruční brzdu traktoru a zvýšit tak celkovou brzdou sílu. Před lisováním je také vhodné vyznačit pojezdovou dráhu traktoru pro jeho jednodušší směrování při lisování a zamezení případného vychýlení z dráhy, čímž by došlo k protržení vaku brzdým lanem. Tento problém odpadá při užívání lisu Rotopress, kde lana nejsou a je možné drobné vychýlení od rovné dráhy pojezdu, ale s ohledem na změny sil působících ve vaku.

Pro optimální plnění vaku je také nutné kontrolovat sušinu lisovaného materiálu. Tu lépe než řidič řezačky posoudí obsluha lisu. Podle aktuální situace vznáší obsluha požadavek na změnu zpracovávaného materiálu nebo úpravu délky řezanky. Proto je vhodné, aby obsluha lisu měla k dispozici jednoduché přístroje pro zjištění sušiny (váhu, infralampu nebo mikrovlnou troubu). Ovšem zkušený pracovník nevhodnou sušinu dokáže diagnostikovat pouhým ohmatem řezanky nebo často podle množství vytékající vegetační šťávy z lisu. Tím, že obsluha kontroluje a reaguje na všechny změny během lisování, dokáže velmi významně ovlivnit kvalitu vyráběného krmiva.

(LOUČKA, 1997)

#### **2.7.4 Ukončení práce plnicího lisu**

Přerušování plnění vaku je možné. Hmota je natolik slisovaná a oddělená od vnějšího prostředí, že téměř nedochází k její degradaci ve srovnání s klasickým silážováním do žlabu. Objeví-li se značka konce vaku, většinou zbývají 3 až 4 záložky. Je nutné okamžitě zastavit lisování. Dle zkušeností jsou 4 záložky pro ukončení vaku zavázáním málo. Proto se často končí dřívě, přibližně u páté záložky. Povolí se systém

brždění a liselem se odjede od vaku minimálně dva metry od konce. Nyní je nutné vak uzavřít. Pokud se váže lodním uzlem, často se uzel zasypává silážovaným materiálem nebo zeminou. Pokud vak ukončíme zipem nebo namotáním na hranol, zasypání není nutné. Po uzavření vaku se může stát, že při procesu fermentace se vytvoří tak velké množství oxidu uhličitého, že hrozí protržení vaku. V případě, že natažení fólie, kterou měříme na značkách z boku vaku, přesáhne dovolenou mez, je nutné vzniklý tlak uvolnit. Proto se užívají speciální ventily, které se připevní na vak.

(LOUČKA, 1997)

Tyto ventily se dnes již na vak dávají preventivně. Asi 2 dny se ventily nechávají otevřené úplně, dalších 6 dnů se otevírají občas na dobu, kdy plyny unikají ven. Pak je nutné ventily zavřít nebo je vyjmout a otvor zalepit speciální lepicí páskou dodávanou k vaku. V praxi se místo speciálních ventilů užívají ventily vyrobené z PET lahve. Výroba je jednoduchá. PET lahev se přeřízne v polovině. Ve vaku se vyřízne malý otvor ve tvaru X o takové velikosti, aby se do ní nasunula část PET lahve s hrdlem. Tak je umožněno unikání plynů z vaku. Po několika dnech se PET lahev vyjme a otvor se zalepí.

## **2.8 Likvidace a použití fólie**

Recyklace silnostěnných PE fólií se v České republice příliš nevyužívá. Možná za to mohou samotné vlastnosti fólie užívané k výrobě vaku. Fólie je velmi pevná a pružná a velmi snadno omyvatelná, proto si ji český člověk velice oblíbil. Při pečlivém odříznutí vznikne pravidelný a dostatečně rozměrný tvar. Fólie je hojně využívána na farmách, zahradách či domácnostech na přikrývání rozmanitých materiálů. Mnohdy tedy není co likvidovat. Pokud bychom zvolili možnost recyklace, musíme se obrátit na firmu CRS Marketing, která se touto problematikou zabývá. Dále lze fólii skládkovat nebo likvidovat ve spalovnách stejně jako krycí fólie užívané na zakrytí silážních žlabů nebo obalování balíků.

(LOUČKA, 1997)



### **3 Cíl práce**

Cílem práce je zjistit energetickou náročnost ukládání sklizené hmoty do velkoobjemových vaků a porovnat ji s normativy spotřeby energie u ostatních způsobů ukládání hmoty do skladovacích prostorů.

Literární přehled se věnuje základním požadavkům na průběh konzervačního procesu při konzervaci píce. Objasňuje nejpoužívanější technologické postupy ukládání sklizené hmoty do skladovacích prostorů. Popisuje složení technologických linek a funkci jednotlivých mechanizačních prostředků pro sklizeň a následné uložení objemových krmiv.

## 4 Metodika měření

Výkonnost zemědělského stroje lze vyjádřit jako poměr zpracované plochy, objemu, hmotnosti produktu a času, kterého bylo třeba k vykonání pracovní operace. Jako jednotka výkonnosti se nejčastěji používá  $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$  nebo  $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$ . Výkonnost každého zemědělského stroje lze vypočítat teoreticky nebo z časového snímku. Výkonnost teoretická bývá nepřesná, proto se pro upřesnění užívají opravné koeficienty. Časový snímek je zaznamenávání časů všech pracovních operací v časovém sledu tak, jak následovaly za sebou.

Pro porovnávání energetické náročnosti zpracování senáže a siláže do velkoobjemového vaku je nutné zpracovat časový snímek celé pracovní směny, respektive od natankování do natankování pohonných hmot. Bude tedy zapotřebí naměřit časy zmíněné v kapitole 4.1.1, zvážit zpracovávaný materiál dle kapitoly 4.1.2, vypočítat výkonnosti dle vzorců v kapitole 4.1.3, odebrat vzorky pro měření vlastností materiálů dle kapitoly 4.1.4 a také změřit spotřebu pohonných hmot dle kapitoly 4.1.5. Měření proběhne pro objektivitu hodnocení alespoň na dvou vacích senáže a dvou siláže. V tomto případě bude energetická náročnost senáže měřena na řezance vojtěšky a siláže na řezance kukuřice. Energetickou náročnost zpracování tedy vyjádříme jako zpracovanou energii na jednotku hmotnosti.

### 4.1 Sledované hodnoty

#### 4.1.1 Čas

V průběhu měření budou zaznamenávány časy  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7$ . Jejich popis je rozpracován v tabulce 4.1.

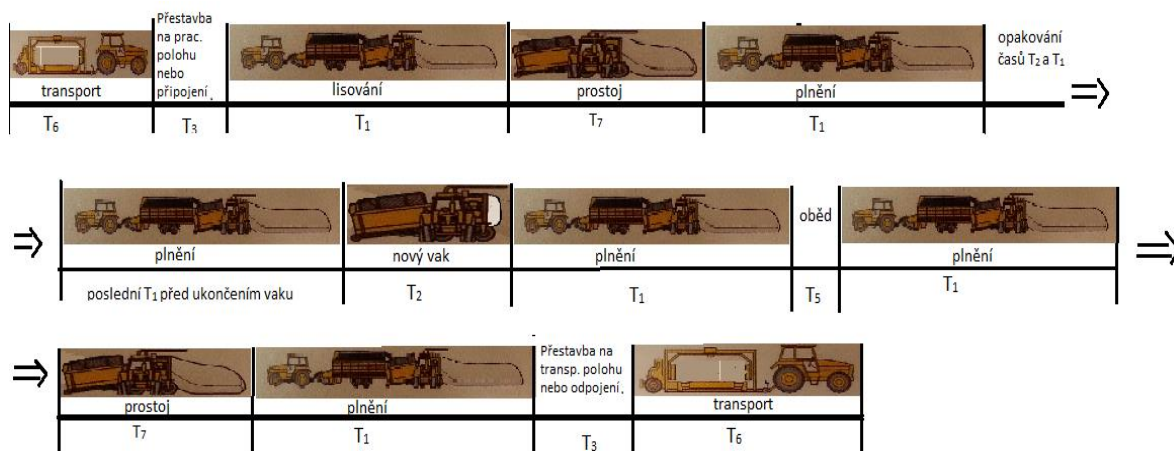
Tabulka 4.1 - Měřené hodnoty

$T_1$	Čas hlavní	Čas, kdy mechanizační prostředek aktivně vykonává činnost, pro kterou byl určen.
	U velkoobjemového lisu je hlavní čas vyplněn jeho hlavní pracovní činností - to je lisování materiálu do vaku. Měření času bude počínat pádem první hmoty na příjmový stůl z dopravního prostředku a končit zpracováním veškerého materiálu, který lze posouvat příjmovým dopravníkem	

	k lisovacímu rotoru. Pomineme tedy materiál, který zůstává na bocích příjmového stolu.	
T <sub>2</sub>	Čas vedlejší	Vedlejší čas pro přemísťování mechanizačních prostředků z předvídatelných důvodů, nebo vratný pohyb jejich pracovních orgánů apod.
	Čas potřebný k přejezdu lisu po naplnění vaku na místo, kde se začne plnit vak nový. Čas T <sub>2</sub> začínáme měřit od ukončení plnění vaku, tedy konce posledního času T <sub>1</sub> , kdy se navíjejí brzdná lana, poodjede se od vaku, uzavře se vak a přemístí se lis na místo počátku vaku nového. V čase bude zahrnuto i nasazení nového vaku včetně jeho uzavření. Čas T <sub>2</sub> končí roztočením vývodového hřídele traktoru. Dále následuje čas T <sub>1</sub> nebo pokud není k dispozici dopravní prostředek s nákladem probíhá čas T <sub>7</sub> .	
T <sub>3</sub>	Čas na přestavbu stroje	
	Čas, v němž po příjezdu lisovací soupravy na pozemek bude nutné lis přestavět z transportní polohy na polohu pracovní. Měření tohoto času bude probíhat od zastavení soupravy na pozemku a bude zahrnovat přestavení lisu, nasazení nového vaku na komoru a jeho uzavření. Čas T <sub>3</sub> končí roztočením vývodového hřídele traktoru. Dále následuje čas T <sub>1</sub> nebo pokud není k dispozici dopravní prostředek s nákladem, probíhá čas T <sub>7</sub> . Pokud bude lis ponechán na pozemku při započatém vaku čas T <sub>3</sub> počíná zastavením traktoru u oje lisu a opět končí roztočením vývodového hřídele traktoru. Stejně tak vznikne čas T <sub>3</sub> na konci směny. Pokud směna končí rozpracovaným vakem je čas měřen od konce posledního T <sub>1</sub> a končí okamžikem rozjezdu odpojeného traktoru tedy počátkem T <sub>6</sub> . Pokud je směna ukončena odjezdem celé soupravy, je čas ukončen okamžikem, kdy se začne pohybovat celá souprava.	
T <sub>4</sub>	čas na opravy	Čas od vzniku poruchy až po znovuuvedení stroje do provozu a zahájení práce.

T <sub>5</sub>	Čas prostoje zaviněných obsluhou.	
	Tento čas bude zahrnovat přestávku oběda. Čas T <sub>5</sub> bude měřen od okamžiku ukončení lisování tedy od konce doby T <sub>1</sub> a následného zastavení motoru traktoru až do okamžiku roztočení vývodového hřídele traktoru. Dále následuje čas T <sub>1</sub> nebo pokud není k dispozici dopravní prostředek s nákladem probíhá čas T <sub>7</sub> .	
T <sub>6</sub>	Čas pro zahájení a ukončení práce mechanizačního prostředku.	Čas pro přemístění mechanizačního prostředku
	Tento čas bude zahrnovat období od startu motoru traktoru po natankování nádrže a přejezdu soupravy na místo, kde bude konána pracovní činnost. Zastavením soupravy na místě přestavby na pracovní polohu čas končí a začíná čas T <sub>3</sub> . V případě, že je lis na poli z předchozí směny, je čas měřen od startu motoru po natankování až do doby zacouvání traktoru k oji lisu. Zastavením u oje čas končí. Také to bude čas, který proběhne na konci směny. A to odjezdem odpojeného traktoru nebo celé soupravy k čerpací stanici a zastavením na značkách čas končí.	
T <sub>7</sub>	Čas ostatních prostoje	Prostoje zaviněné jiným členem soupravy nebo prvkem linky.
	Tento čas bude způsobován dopravními prostředky, které přijíždějí k příjmovému stolu nebo se zdrží při transportu materiálu z pole k lisu. Čas bude měřen od zakončení času T <sub>1</sub> , tedy konec zpracování materiálu, až do doby pádu první hmoty do příjmového stolu, kdy znovu začne čas T <sub>1</sub> .	

Pro doplnění tabulky 4.1 slouží obrázek 4.1, ve kterém jsou jednotlivé časy znázorněny graficky.



Obrázek 4.1 - Schéma měřených časů

Z naměřených časů lze vypočítat časy T<sub>02</sub> podle vztahu (4.1), T<sub>04</sub> podle vztahu (4.2), a T<sub>07</sub> podle vztahu (4.3).

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad \text{čas operativní} \quad (4.1)$$

$$T_{04} = T_{02} + T_3 + T_4 \quad \text{čas produktivní} \quad (4.2)$$

$$T_{07} = T_{04} + T_5 + T_6 + T_7 \quad \text{čas celkový} \quad (4.3)$$

#### 4.1.2 Hmotnost zpracovávaného materiálu

Před lisováním silážované hmoty je pro měření energetické náročnosti nutné zvážit každý náklad. Hmotnost materiálu bude zjišťována na mostové váze v podniku, kde bude probíhat měření, a zapisována do záznamového archu pro následné výpočty. Hmotnost nákladu bude vypočítána dle vzorce 4.4 a vyjádřena v kilogramech. Úbytek pohonných hmot z nádrže dopravního prostředku během směny bude zanedbán.

Hmotnost nákladu

$$m_n = m_c - m_p \quad [\text{kg}] \quad (4.4)$$

$m_c$  ... celková hmotnost [kg]

$m_p$  ... hmotnost dopravního prostředku [kg]

### 4.1.3 Výkonnosti

Hmotnostní výkonnost

$$W = \frac{m_n}{T} \quad [\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (4.5)$$

$m_n$  ... hmotnost nákladu [kg]

$T$  ... čas [s]

Z časového záznamu lze vypočítat výkonnosti dosazením příslušných hodnot do vzorce (4.5). Výkonnost  $W_1$  za čas  $T_1$  (efektivní),  $W_{02}$  za čas  $T_{02}$  (operativní),  $W_{04}$  za čas  $T_{04}$  (produktivní),  $W_{07}$  za čas  $T_{07}$  (provozní). Pro naše měření bude nejdůležitější výkonnost  $W_1$  a  $W_{07}$ .

### 4.1.4 Vlastnosti materiálu

Z vlastností materiálu bude nutné zjistit sušinu materiálu a poté vypočítat měrnou vlhkost materiálu. Pro stanovení sušiny bude nutné z každého nákladu odebrat vzorek. Hmotnost vzorku může být libovolná, ale bude využíván vzorek o hmotnosti 100g. Vzorky budou váženy na digitální kuchyňské váze s přesností  $\pm 1\text{g}$ . Každý vzorek bude tedy zvážen, umístěn do mikrotenového sáčku a očíslován číslem nákladu. Obsah sáčku bude vysypán na kuchyňský plech a vysušen v digitální troubě při konstantní teplotě  $50^\circ\text{C}$  po dobu 4 - 6 hodin. Po vysušení bude vzorek ponechán vychladnout na okolní teplotu a zvážen. Sušina bude stanovena jako poměr hmotností nevysušené a vysušené hmoty. Z hodnot změřených při stanovování sušiny lze vypočítat měrnou vlhkost materiálu podle vztahu (4.6).

Měrná vlhkost

$$u = \frac{M_M - M_{MS}}{M_{MS}} \quad [\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}] \quad (4.6)$$

$M_{MS}$  ... hmota absolutně suché látky (skelet) [kg]

$M_M$  ... hmota vody [kg]

Vypočítané hodnoty dle vzorce 4.6 budou využity k přepočtu hmotnosti materiálu na jednotnou sušinu. Poté bude možné porovnat průměrnou spotřebu motorové nafty u zpracování senáže a siláže. Přepočet bude proveden podle vzorce 4.7.

Přepočet hmotnosti

$$m_p = \frac{m_n}{u} \quad [\text{kg}] \quad (4.7)$$

$m_n$  ... hmotnost nákladu [kg]

$u$  ... měrná vlhkost zpracovávané hmoty [kg]

#### 4.1.5 Spotřeba energie

Energetickou náročnost zpracování materiálu do vaků v této práci bude vyjádřena jako spotřeba motorové nafty. Spotřeba bude zjištěna následujícím postupem. Traktor bude na začátku směny natankován do plné nádrže (až po okraj hrdla nádrže). Při tom musí stát na rovné ploše a nesmí být nijak nakloněn. Pro eliminaci nepřesnosti při měření vlivem jiných podmínek při tankování budou pneumatiky nahuštěny na tlak stanovený výrobcem a na vozovce pod traktorem křídou naznačena pozice kol. Po tankování začínáme měřit předem stanovené časy (viz tabulka 4.1). Po ukončení lisovacích prací musíme znovu traktor dotankovat do plné nádrže. Při tankování musí zaujmout stejnou pozici jako na začátku směny. Zajedeme tedy do míst, která jsme si označili křídou, pneumatiky musejí mít předepsaný tlak (stejný jako při tankování na začátku služby). Dotankované množství motorové nafty se rovná spotřebovanému množství vyjádřeného v litrech.

Spotřeba motorové nafty bude vztažena ke hmotnosti zpracovaného materiálu. Z naměřené spotřeby pohonných hmot lze vypočítat průměrnou spotřebu na 1 tunu materiálu podle vzorce 4.8.

Průměrná spotřeba na tunu hmoty

$$q_p = \frac{Q_c}{m/1000} \quad [\text{l.t}^{-1}] \quad (4.8)$$

$Q_c$  ... celková spotřeba nafty [l]

$m$  ... hmotnost zpracované hmoty [kg]

## 5 Měření

### 5.1 Měření energetické náročnosti při zpracování senáže

Měření energetické náročnosti zpracování senáže probíhalo v soukromé zemědělské společnosti Vědllice, kterou vlastní Antonín Šťastný. Celá senážní linka byla sestavena ze strojů vlastněných touto společností. Potřebné hodnoty byly získávány při zpracování vojtěšky seté ve středisku Julčín ze dnů 22. a 23. 5. 2014. Byly používány vaky od výrobce Hytibag o průměru 3 m, délkách 75 m a síle fólie 240  $\mu\text{m}$ . Z prvního dne měření je uveden obrázek 5.1.



Obrázek 5.1 - Lisování senáže ve středisku Julčín

Naměřené hodnoty byly pečlivě zapisovány do záznamového archu a později přepsány do elektronické podoby v programu Excel. Tabulka 5.1 znázorňuje průběh prací ze dne 22. 5. 2014. Tento den bylo spotřebováno 158 litrů motorové nafty a sklizeno 33 hektarů. Měření probíhalo od 8:15:00 hodin do 19:26:29 hodin, jak je zřejmé z tabulky 5.1. Směna začínala přejezdem celé soupravy na pozemek, kde byl materiál lisován, a ukončena odjezdem samotného traktoru. Před začátkem plnění 2. vaku došlo k poruše sběracího zařízení řezačky a vznikl velký prostoj  $T_{71}$  o hodnotě 83.5 minuty. Mimo této komplikace probíhaly práce bez problémů.



Tabulka 5.1 - Naměřené hodnoty 22. 5. 2014 (senáž)

pořadí vaku/ číslo nákladu	měřicí body	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>		T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	hmotnost nákladu	hmotnost vysušeného vzorku				
	[hh:mm:ss]	[s]	[s]	[s]	[s]		[s]	[s]	[kg]	[g]				
	8:15:00	0	0	0	0		600	0						
	8:25:00			2160										
	9:01:00													
1/1	9:03:00	626	0	0	0		0	120	334	12320	38			
1/2	9:19:00	616						344	8190	38				
1/3	9:35:00	665						295	10420	37				
1/4	9:51:00	635						265	9690	39				
1/5	10:06:00	680						280	9800	40				
1/6	10:22:00	560						340	8310	36				
1/7	10:37:00	670						170	10020	38				
1/8	10:51:00	700						140	10430	39				
1/9	11:05:00	582						198	9820	39				
1/10	11:18:00	564						336	8860	40				
1/11	11:33:00	675						405	10840	38				
1/12	11:51:00	621						399	8590	39				
1/13	12:08:00	642						0	2778	0	9640	40		
1/14	13:05:00	522						0	0		0	198	8510	41
1/15	13:17:00	601										299	9070	41
1/16	13:32:00	571										269	9180	42
1/17	13:46:00	665										115	10240	41
1/18	13:59:00	470										190	7280	43
1/19	14:10:00	631										209	9680	42
1/20	14:24:00	688										332	10290	39
1/21	14:41:00	545										475	8560	40
1/22	14:58:00	529										251	7640	44
1/23	15:11:00	640										140	9980	41
1/24	15:24:00	675										105	10590	40
1/25	15:37:00	699										141	10980	38
1/26	15:51:00	665										115	10440	39
1/27	16:04:00	630						0	10340	38				
	16:14:30	0	1620					5010						
	16:41:30													
2/1	18:05:00	409	0					311	9930	35				
2/2	18:17:00	740						580	11580	37				
2/3	18:39:00	675						465	10900	38				
2/4	18:58:00	659						0	9950	36				
	19:08:59	0		510			0							
	19:17:29			0										
	19:26:29			0							540	0		

Lisování pokračovalo následující den s úkolem dokončit vak. Řezanka byla dopravována ze vzdálenějších pozemků než předchozí den. To mělo za následek prodloužení časů  $T_7$  oproti předchozímu dni. Měření probíhalo od 8:30:00 hodin do 18:18:22 hodin. Bylo spotřebováno 145 litrů motorové nafty a sklizeno 28 hektarů. Směna začala příjezdem traktoru k soupravě a končila odjezdem celé soupravy. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Tabulka 5.2 - Naměřené hodnoty 23. 5. 2014 (senáž)

pořadí vaku/ číslo nákladu	měřicí body	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_5$	$T_6$	$T_7$	hmotnost nákladu	hmotnost vysušené-ho vzorku				
	[hh:mm:ss]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[kg]	[g]				
	8:30:00	0	0	0	0	720	0						
	8:42:00			570									
	8:51:30					1890							
2/5	9:23:00	663	0	0	0	0	117	11740	37				
2/6	9:36:00	661					239	10170	34				
2/7	9:51:00	779					541	11960	39				
2/8	10:13:00	630					810	11020	45				
2/9	10:37:00	721					719	9650	45				
2/10	11:01:00	659					1321	10580	40				
2/11	11:34:00	570					1890	8580	37				
2/12	12:15:00	580					2720	0	13010	35			
2/13	13:10:00	681					639	12900	32				
2/14	13:32:00	680					400	10940	30				
2/15	13:50:00	668					712	9070	39				
2/16	14:13:00	510					270	10010	42				
2/17	14:26:00	615					225	9520	42				
2/18	14:40:00	512					748	9720	47				
2/19	15:01:00	507					993	9740	43				
2/20	15:26:00	549					591	9520	42				
2/21	15:45:00	630					330	9530	37				
2/22	16:01:00	588					252	11180	39				
2/23	16:15:00	720					60	11980	40				
2/24	16:28:00	580					140	9320	37				
2/25	16:40:00	780					300	11530	33				
2/26	16:58:00	655					305	12480	26				
2/27	17:14:00	582						9520	33				
	17:23:42	0					2460	0	820	0			
	18:04:42						0						
	18:18:22						0						

## 5.2 Měření energetické náročnosti při zpracování siláže

Měření energetické náročnosti zpracování siláže probíhalo ve společnosti CEF s.r.o. Cerhonice dne 2. 10. 2014. Měření probíhalo při sklizni kukuřice v mléčně voskové zralosti a bylo povoleno jednatelkou Ing. Hanou Duškovou. Zpracování materiálu bylo prováděno kompletně formou služeb. Linka byla sestavena dvěma podniky. Sklizeň a dopravu zajišťovalo Zemědělské družstvo Hrejkovice a lisování řezanky prováděly zemědělské služby Jirsta. Hmota byla ukládána do vaků Budissa bag o průměru 3 m, délkách 75 m a síle stěny 240  $\mu\text{m}$ . Souprava služeb Jirsta je zachycena na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2 - Lisování kukuřičné řezanky v Cerhonicích

Směna byla zahájena v 8:05:00 hodin přejezdem celé soupravy na pozemek, kde byla řezanka zpracovávána, a ukončena v 19:47:10 hodin uzavřením 2. vaku a odjezdem celé soupravy. Záznam z měření znázorňuje tabulka 5.3. V průběhu měření způsobovala velké problémy únosnost terénu, zejména v dopoledních hodinách. Na některých pozemcích byly z dopravní linky vyřazeny nákladní automobily. To se odrazilo v prostojových časech  $T_{73}$ . Během prací bylo spotřebováno 92,6 litru motorové nafty a bylo sklizeno 13 hektarů. To byla veškerá plocha pěstované kukuřice určené ke sklizni na siláž.

Tabulka 5.3 - Naměřené hodnoty 22. 5. 2014 (siláž)

pořadí vaku/ číslo nákladu	měřicí body	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	hmotnost nákladu	hmotnost vysušeného vzorku	
	[hh:mm:ss]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[kg]	[g]	
	8:05:00	0	0	0	0	900	0			
	8:20:00			2640						
	9:04:00									
1/1	9:51:00	160	0	0	0	0	200	6480	28	
1/2	9:57:00	320					700	9640	26	
1/3	10:14:00	210					1230	6580	26	
1/4	10:38:00	405					795	18060	24	
1/5	10:58:00	121					2699	0	3390	28
1/6	11:45:00	240					120	4970	26	
1/7	11:51:00	430					50	6190	30	
1/8	11:59:00	366					3594	19450	26	
1/9	13:05:00	190					1370	6100	32	
1/10	13:31:00	360					60	17930	28	
1/11	13:38:00	240					360	6230	28	
1/12	13:48:00	164					796	6360	26	
1/13	14:04:00	320					100	18950	30	
1/14	14:11:00	169					131	7480	29	
1/15	14:16:00	170					850	6970	28	
1/16	14:33:00	338					142	18060	30	
1/17	14:41:00	147					93	6390	29	
1/18	14:45:00	140					1060	6120	28	
1/19	15:05:00	190					110	7100	27	
1/20	15:10:00	457					263	19120	28	
1/21	15:22:00	160					500	6330	30	
1/22	15:33:00	180					120	7230	28	
1/23	15:38:00	143					757	5890	19	
1/24	15:53:00	305					55	17860	28	
1/25	15:59:00	173					127	7460	30	
1/26	16:04:00	140					940	6890	29	
1/27	16:22:00	297					63	17670	32	
1/28	16:28:00	170					70	6940	28	
1/29	16:32:00	150					810	6200	30	
1/30	16:48:00	305					55	17610	30	
1/31	16:54:00	190					50	7030	29	

1/32	16:58:00	165					915	6360	27
1/33	17:16:00	179					0	8060	30
	17:16:00	0	1800				61		
	17:16:00						67	8300	28
2/1	17:50:00	113	0				200	5780	29
2/2	17:53:00	220					567	6440	30
2/3	18:00:00	153					68	15890	28
2/4	18:12:00	292					150	6560	30
2/5	18:18:00	150					901	5120	27
2/6	18:23:00	179					97	16130	28
2/7	18:41:00	323					90	7020	30
2/8	18:48:00	150					0	6340	29
2/9	18:52:00	160							
	18:54:40	0							
	19:33:40						0		
	19:47:10						0		

Hodnoty z tabulek 5.1, 5.2 a 5.3 byly dále zpracovávány podle vzorců z metodiky v kapitole 4. V první řadě bylo nutné sečíst jednotlivé časy  $T_1$  a zjistit tak celkové časy  $T_1$  pro každý den měření. Též byly sečteny časy potřebné pro výpočet celkových časů  $T_{07}$ . Celkové časy  $T_1$  a  $T_{07}$  byly potřebné pro výpočet efektivní a provozní výkonnosti. Ze získaných hodnot jsem vypočítal průměrnou spotřebu na tunu materiálu dle vzorce 4.8 a výkonnosti  $W_1$  a  $W_{07}$  dosazením do vzorce 4.5. Dále bylo nutné vypočítat měrnou vlhkost vzorku dle vzorce 4.6 a přepočítat hmotnosti dle vzorce 4.7. Vypočítané hodnoty měrné vlhkosti vzorků a přepočítané hmotnosti jsou uvedeny v tabulce 5.4.

Tabulka 5.4 - Vypočítané hodnoty měrné vlhkosti a přepočtené hmotnosti

hodnoty z tabulky 5.1			hodnoty z tabulky 5.2			hodnoty z tabulky 5.3		
hmotnost nákladu	měrná vlhkost vzorku	přepočt. hmotnost	hmotnost nákladu	měrná vlhkost vzorku	přepočt. hmotnost	hmotnost nákladu	měrná vlhkost vzorku	přepočt. hmotnost
[kg]	[kg.kg <sup>-1</sup> ]	[kg]	[kg]	[kg.kg <sup>-1</sup> ]	[kg]	[kg]	[kg.kg <sup>-1</sup> ]	[kg]
12320	1,632	7551	11740	1,703	6895	6480	2,571	2520
8190	1,632	5020	10170	1,941	5239	9640	2,846	3387
10420	1,703	6120	11960	1,564	7647	6580	2,846	2312
9690	1,564	6195	11020	1,222	9016	18060	3,167	5703
9800	1,500	6533	9650	1,222	7895	3390	2,571	1318
8310	1,778	4674	10580	1,500	7053	4970	2,846	1746
10020	1,632	6141	8580	1,703	5039	6190	2,333	2653
10430	1,564	6668	13010	1,857	7005	19450	2,846	6834
9820	1,564	6278	12900	2,125	6071	6100	2,125	2871
8860	1,500	5907	10940	2,333	4689	17930	2,571	6973
10840	1,632	6644	9070	1,564	5799	6230	2,571	2423
8590	1,564	5492	10010	1,381	7249	6360	2,846	2235
9640	1,500	6427	9520	1,381	6894	18950	2,333	8121
8510	1,439	5914	9720	1,128	8620	7480	2,448	3055
9070	1,439	6303	9740	1,326	7348	6970	2,571	2711
9180	1,381	6648	9520	1,381	6894	18060	2,333	7740
10240	1,439	7116	9530	1,703	5597	6390	2,448	2610
7280	1,326	5492	11180	1,564	7148	6120	2,571	2380
9680	1,381	7010	11980	1,500	7987	7100	2,704	2626
10290	1,564	6579	9320	1,703	5474	19120	2,571	7436
8560	1,500	5707	11530	2,030	5679	6330	2,333	2713
7640	1,273	6003	12480	2,846	4385	7230	2,571	2812
9980	1,439	6935	9520	2,030	4689	5890	4,263	1382
10590	1,500	7060				17860	2,571	6946
10980	1,632	6730				7460	2,333	3197
10440	1,564	6675				6890	2,448	2814
10340	1,632	6337				17670	2,125	8315
9930	1,857	5347				6940	2,571	2699
11580	1,703	6801				6200	2,333	2657
10900	1,632	6681				17610	2,333	7547
9950	1,778	5597				7030	2,448	2871
						6360	2,704	2352
						8060	2,333	3454
						8300	2,571	3228
						5780	2,448	2361
						6440	2,333	2760
						15890	2,571	6179
						6560	2,333	2811
						5120	2,704	1894
						16130	2,571	6273
						7020	2,333	3009
						6340	2,448	2590

Aby bylo porovnání energetické náročnosti zpracování senáže a siláže objektivní, bylo nutné převést zpracovávané materiály na jednotnou sušinu. Toho bylo dosaženo pomocí vzorců 4.6 a 4.7 (jak už bylo zmíněno). Díky výsledkům z tabulky 5.4 bylo možné dopočítat průměrnou spotřebu na přepočtenou tunu zpracovaného materiálu dle vzorce 4.8 a výkonnosti  $W_1$  a  $W_{07}$  dosazením do vzorce 4.5. Hodnoty pro přepočtenou hmotnost jsou uvedeny v tabulce 5.6. Pro porovnání je uvedena i tabulka 5.5, ve které jsou výpočty vztaženy ke skutečné hmotnosti hmoty. Hodnoty jsou využity níže pro porovnávání energetické náročnosti s jinými způsoby ukládání hmoty do skladovacích prostor.

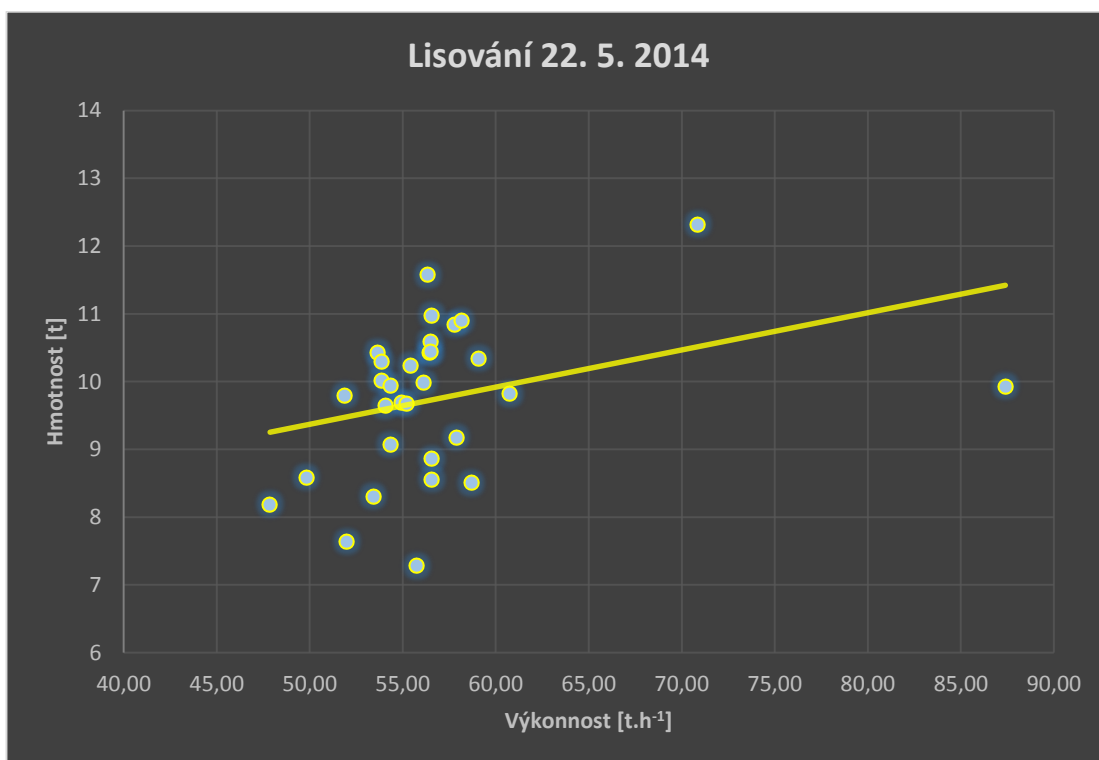
Tabulka 5.5 - Výsledky pro skutečnou hmotnost

datum měření	spotřeba motorové nafty	celková hmotnost hmoty	celkový $T_{01}$	celkový $T_{07}$	průměrná spotřeba na tunu	průměrná $W_1$	průměrná $W_{07}$
	[l]	[kg]	[s]	[s]	[l.t <sup>-1</sup> ]	[t.h <sup>-1</sup> ]	[t.h <sup>-1</sup> ]
22. 5. 2014	158	302070	19250	40289	0,523	56,49	26,99
23. 5. 2014	145	243670	14520	35302	0,595	60,41	24,85
2. 10. 1014	92,6	400680	9434	42130	0,231	152,90	34,24

Tabulka 5.6 - Výsledky pro přepočtenou hmotnost

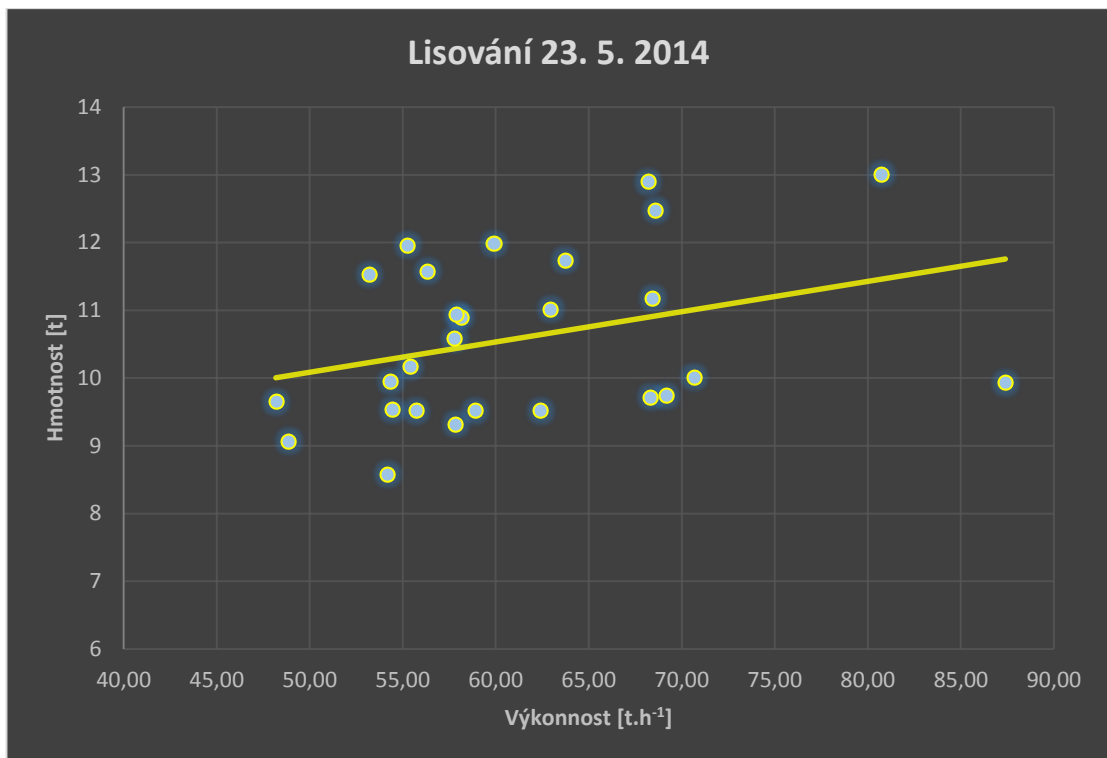
datum měření	spotřeba motorové nafty	celková přepočtená hmotnost hmoty	celkový $T_{01}$	celkový $T_{07}$	průměrná spotřeba na přepočtenou tunu	průměrná $W_1$ přepočtená	průměrná $W_{07}$ přepočtená
	[l]	[kg]	[s]	[s]	[l.t <sup>-1</sup> ]	[t.h <sup>-1</sup> ]	[t.h <sup>-1</sup> ]
22. 5. 2014	158	194583	19250	40289	0,812	36,390	17,387
23. 5. 2014	145	150310	14520	35302	0,965	37,267	15,328
2. 10. 1014	92,6	158516	9434	42130	0,584	60,490	13,545

Grafy vytvořené z naměřených hodnot vyjadřují závislost výkonnosti na hmotnosti zpracovaného materiálu. Z grafů 5.1, 5.2 a 5.3 lze vyčíst, že s rostoucí hmotností materiálu roste i výkonnost velkoobjemového lisu. Tento jev je způsoben plynulým přísunem materiálu z velkoobjemových vozů. Rovnoměrné dávkování umožňují podlahové dopravníky nebo výtlačná čela vozů. Méně vhodné jsou malé velkoobjemové nástavby, které jsou sklápěny. To lze vypožorovat z grafu 5.3, kde byla hmota navážena Tatrami, které siláž sklápěly. Hmota se hůře dávkovala a společně s malým objemem nástavby byla výkonnost výrazně nižší než u hmoty navážené velkoobjemovým vozem s hrabicovým podlahovým dopravníkem. Dále lze v grafech vypožorovat jednu nebo dvě anomální hodnoty. To je zřetelné zejména v grafu 5.1 a 5.2. Ojedinele vyšší výkonnosti většinou vznikají při zakládání nového vaku. Při zpracování prvního, někdy i druhého, nákladu do nového vaku ještě není naplněná lisovací komora ani brzdná lana nejsou napnutá. V tomto případě je při zpracování hmoty kladen minimální odpor a výkonost bývá vysoká.

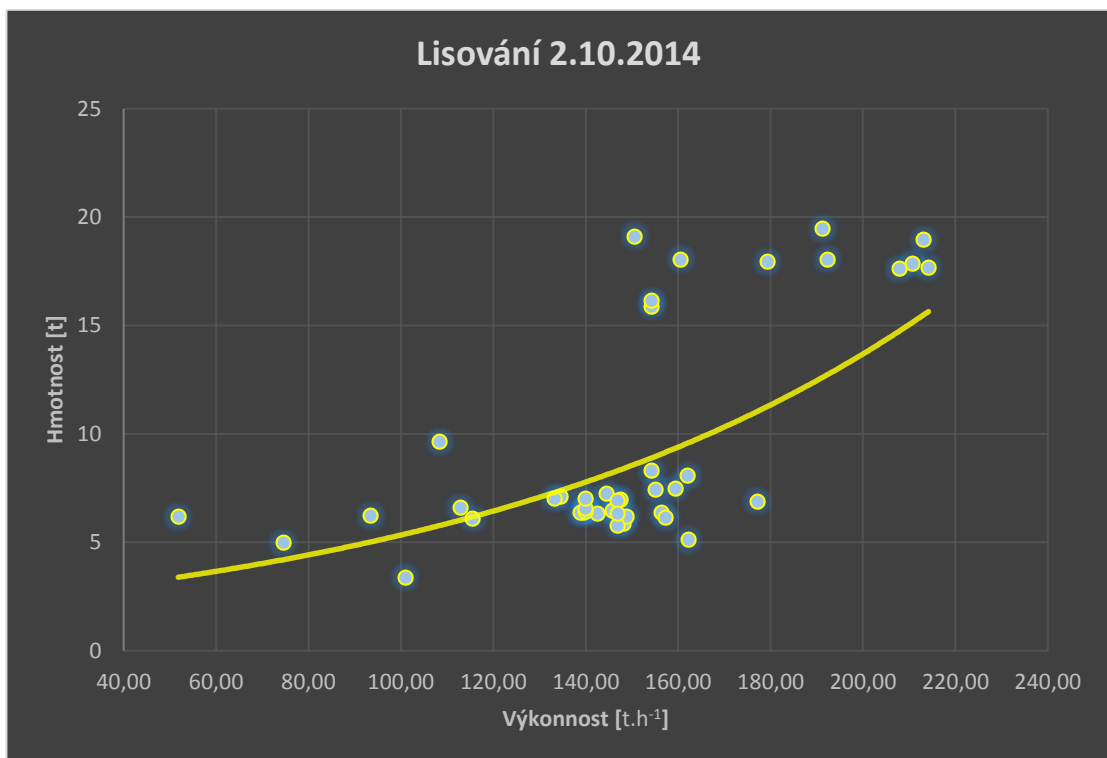


Graf 5.1 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 22. 5. 2014





Graf 5.2 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 23. 5. 2014



Graf 5.3 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 2. 10. 2014

## 6 Vyhodnocení a diskuse

Hlavním tématem této práce bylo porovnání energetické náročnosti ukládání senáže a siláže do velkoobjemových vaků. Předpokládal jsem, že zpracování siláže bude méně energeticky náročné než zpracování senáže. Ale o kolik? Pro odpověď na tuto otázku posloužily hodnoty z tabulky 5.6, kde jsou vypočítané hodnoty vztaženy k přepočtené hmotnosti. Jako hlavní faktor porovnávání jsem vybral průměrnou spotřebu na 1 tunu zpracovaného materiálu. Během mého měření a výpočtů jsem zjistil, že průměrná spotřeba motorové nafty při zpracování siláže je  $0,584 \text{ l.t}^{-1}$ . U zpracování senáže byly ze dvou dnů vypočítány hodnoty  $0,812 \text{ l.t}^{-1}$  a  $0,965 \text{ l.t}^{-1}$ . Průměrná spotřeba pro zpracování senáže je  $0,889 \text{ l.t}^{-1}$ . Tuto hodnotu považuji za porovnávací. Pokud porovnáím průměrné spotřeby při zpracování senáže a siláže, spotřeba při zpracování senáže je o  $0,305 \text{ l.t}^{-1}$  tedy o 52,2 % vyšší. Pokud energetické náročnosti stejným způsobem porovnáím i u skutečné hmotnosti, dle tabulky 5.5, je spotřeba při zpracování senáže o  $0,328 \text{ l.t}^{-1}$  tedy o 142 % vyšší než u siláže. Při průměrné ceně nafty 36 Kč za litr z roku 2014 dle portálu [www.business.center.cz](http://www.business.center.cz) lze spočítat, že zpracování 1 tuny senáže je po zaokrouhlení o 11 Kč a 80 h dražší než zpracování siláže.

Pokud by byla hodnocena výkonnost  $W_1$ , dle hodnot z tabulky 5.5, je zřejmé, že výkonnost lisu je při zpracování siláže o 162,2 % vyšší oproti senáži. Dále lze z tabulky 5.5 vyčíst, že celkové výkonnosti  $W_{07}$  jsou přibližně poloviční oproti celkovým výkonnostem  $W_1$ . Při zpracování siláže je ale celková výkonnost  $W_{07}$  několikanásobně nižší než výkonnost  $W_1$ . Tento rozdíl byl pravděpodobně způsoben špatně sestavenou dopravní linkou, která se skládala ze dvou nákladních vozidel Tatra 815 6x6 a traktoru Case 280 se senážním vozem Pöttinger 10 010. Problém spočíval v Tatrách. Mají malou velkoobjemovou nástavbu a díky silničním pneumatikám měly velké problémy s pohybem po podzimním rozmoklém pozemku. Při zpracování senáže byla linka sestavena z traktorů John Deere 8. řady s velkoobjemovými vozy Fliegl gigant ASW 280. Tato linka byla mnohem lépe vyvážená, jak lze poznat z výkonností  $W_1$  a  $W_{07}$ .

Další částí zadání bylo porovnat energetickou náročnost ukládání senáže a siláže do velkoobjemových vaků s ostatními způsoby ukládání do skladovacích prostor. Pro tento účel poslouží hodnoty převzaté z normativů. Pro porovnání spotřeby energie při dusání senáže a siláže byly použity hodnoty z tabulky 6.1.

Tabulka 6.1 - Spotřeba nafty při speciálních pomocných operacích (l.ha<sup>-1</sup>)

Název operace	Podmínky		
	lehké	střední	těžké
Hlubkové kypření speciálními kombinátory	6,5	8,5	10,0
Kypření podorničí dlátovými kypřiči	26,0	30,0	45,0
Sběr kamene do neseného zásobníku	12,5	15,0	20,0
Sběr kamene s přímou nakládkou	10,0	12,5	15,0
Řádkování kamenů z povrchu půdy	12,1	14,0	18,0
Sběr kamene s drčením	50,0	65,0	80,0
Desikace plodin	2,1	2,6	3,2
Dusání a rozhrnování senáže (výnos plodiny v čerstvé hmotě 10–20 t/ha)	6,0	8,0	12,0
Stohování volně ložené slámy (výnos 3–5 t/ha)	1,5	2,6	3,8

(SYROVÝ et al., 1997)

Spotřeba energie při lisování do balíků je uvedena v tabulce 6.2, spotřeba energie při balení balíků do fólie je uvedena v tabulce 6.3. Tabulky jsou převzaty z normativních hodnot Výzkumného ústavu zemědělské techniky.

Tabulka 6.2 - Spotřeba paliva při lisování senáže

Souprava	Výkonnost (ha.h <sup>-1</sup> )	Spotřeba paliva (l.ha <sup>-1</sup> )	Náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )			Náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )		
			Fixní	Variab.	Celkem	Fixní	Variab.	Celkem
TK 55 kW	1.2	6.5	347	1147	1494	288	952	1240
Svinovací lis 1,2 m								
TK 85 kW	1.4	6.4	532	1179	1711	378	837	1215
Svinovací lis 1,6m								

(www.vuzt.cz)

Tabulka 6.3 - Spotřeba paliva při balení do fólie

Souprava	Výkonnost (ha.h <sup>-1</sup> )	Spotřeba paliva (l.ha <sup>-1</sup> )	Náklady (Kč.h <sup>-1</sup> )			Náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )		
			Fixní	Variab.	Celkem	Fixní	Variab.	Celkem
TK 50 kW	2	2	290	4470	4760	145	2235	2380
Ovíječ balíků								
TK 60 kW	3	2	436	6700	7136	144	2211	2355
Ovíječ balíků								

(www.vuzt.cz)

Pro porovnávání spotřeb motorové nafty při zpracování senáže s ostatními způsoby uskladnění je nutné si vypočítat spotřebu paliva na 1 hektar. V průběhu měření bylo při lisování senáže spotřebováno 303 litrů motorové nafty a sklizeno 61 hektarů. Průměrná spotřeba je tedy  $4,97 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Při porovnání s tabulkou 6.1 je při rozhrnování a dusání senáže ve žlabu za lehkých podmínek spotřeba  $6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  a při uskladňování do balíků obalovaných folií je průměrná spotřeba dle normativních hodnot (viz. tabulka 6.2 a 6.3)  $8,45 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Porovnáním s agronormativy bylo zjištěno, že u ukládání senáže do velkoobjemového vaku je přibližně o  $1 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  nižší než u ukládání senáže do žlabu a přibližně o  $3,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  úspornější než u lisování hmoty do balíků i s následným zabalením.

Zpracování siláže lze porovnat pouze s hodnotami ukládání hmoty do žlabu. Při měření bylo sklizeno 13 hektarů silážní kukuřice a spotřebováno 92,6 litrů motorové nafty. Průměrná spotřeba je tedy  $7,12 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Bohužel v dostupných agronormativech není hodnota pro dusání a rozhrnování siláže. Proto jsem zvolil množství motorové nafty  $8 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$  podle normativu z tabulky 6.1 s ohledem na vyšší výnos hmoty z hektaru. Výsledkem porovnání je hodnota přibližně o 1 litr motorové nafty nižší u lisování siláže do vaku.

Dalším způsobem ukládání hmoty je užívání vertikálních věží, kde se nespotebovává motorová nafta, ale elektrická energie. Bohužel zemědělské normativy neobsahují tabulkové hodnoty pro spotřebu elektrické energie na jeden hektar či jednu tunu. Z tohoto důvodu nebylo možné porovnat spotřeby energií.

Výsledné hodnoty nemohou být brány jako závazné. Muselo by proběhnout i měření energetické náročnosti uskladnění jinými způsoby podle podobné metodiky jako u měření energetické náročnosti ukládání hmoty do vaků. Výsledky porovnání by měly být brány pouze jako orientační.

## 7 Závěr

Před dvěma desítkami let nehrálo silážování krmiv do PE vaků žádnou významnou roli. Technologie byla v Evropě málo používaná ba dokonce neznámá. Rozvoj ukládání siláže do PE vaků byl doprovázen různými mýty a omyly. Jedním z nich byla velmi vysoká cena takto uskladněného krmiva. To mohla být pravda v prvopočátcích, kdy byla fólie méně dostupná a využití silážního lisu malé. Postupně se technologie stávala oblíbenější, využití strojů rostlo, cena práce a dalšího příslušenství se vlivem konkurence snižovala. Technologie byla hojně využívána soukromými zemědělci, kteří neměli postavené silážní žlaby nebo měli malý denní odběr krmiva. S rostoucími výkony silážních lisů technologie pronikla i do velkých podniků. V dnešní době se ve více než dvaceti evropských zemích lisuje 4 až 5 milionů tun ročně nejrůznějších krmiv do vaků. To je přibližně 1,5 % z celkového množství uskladňovaných krmiv.

V mém měření bylo zjištěno, že energetická náročnost ukládání krmiv je srovnatelná s jinými způsoby uskladnění. Další významnou roli hraje cena příslušenství, jako je PE fólie na balení balíků, zakrývací fólie nebo velkoobjemový vak. Z tohoto hlediska je všeobecně známé, že je nejlevnější ukládat krmivo do žlabu. Technologie ukládání hmoty do vaků se oproti jiným vyznačuje nízkým procentem skladovacích ztrát. Někteří odborníci tvrdí, že v dnešní době je technologie ukládání krmiva do vaků ze všech způsobů nejlevnější. Například HRUŠKA (2012) vypočetl, že náklady na uskladnění jedné tuny siláže do nového žlabu jsou včetně skladovacích ztrát 201,50 Kč a při uskladnění do vaku 156 Kč. Toto měření vzniklo z důvodu rostoucí ceny krmiv. Bylo zjištěno, že uskladněním krmiva do vaku jsou skladovací ztráty sníženy natolik, že úspory převyšují nákup dražšího příslušenství.

Další nezanedbatelná výhoda silážování do vaků je z hlediska logistiky. Na poměrně malém prostoru lze skladovat hned několik druhů krmiva. Vaky jsou pokládány co nejlíže stájím, a tak je docíleno malé následné přepravní vzdálenosti. Také není nutný žádný zábor půdy. Po zkrmení siláže lze uvolněnou plochu libovolně využít bez jakýchkoli následků. Silážovaná hmota je do vaků ukládána na období od 1 do 12 měsíců. Po uplynutí této doby není siláž nijak znehodnocená. Silážní vaky jsou schopné odolávat okolnímu prostředí i na dobu delší než 24 měsíců. Ovšem delší doba není doporučována.

Silážní lisy umožňují vyšší utužení hmoty, než se dosahuje v silážním žlabu. Objemová hmotnost lisovaného materiálu bývá i o 20 % vyšší než u siláží dusaných ve žlabu.

Do budoucna se očekává, že ukládání hmoty do velkoobjemových vaků vytlačí ostatní technologie. Každá z technologií má své výhody i nevýhody a je jen na rozhodnutí zemědělců jakou technologii si zvolí. Konkrétně podnik, který má fungující silážní žlaby, rázem nepřejde na lisování hmoty do vaků. Pro ně je tato technologie vhodná spíše jako doplňková. Nebudou muset zakoupit silážní lis, ale mohou si objednat práci takového stroje formou služeb, a tak nejlevněji uložit své přebytky.

## 8 Přehled literatury

ANDRT M. (2011): *Technika a technologie pro chov zvířat*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 100 s. ISBN 978-80-213-2164-9.

BŘEČKA J. et al. (2001): *Stroje pro sklizeň pícnin a obilnin*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 147 s. ISBN 80-213-0738-2.

HRUŠKA M. (2012). Flexibilní technologie pro nejisté doby. *Farmář*, roč. 18., č. 4, s. 76-77. ISSN 1210-9789.

JAVOREK F. (2012). Stacionární a mobilní systémy uskladnění siláže. *Farmář*, roč. 18., č. 2, s. 60-62. ISSN 1210-9789.

JAVOREK F. (2014). Systémy uskladnění senáže a siláže. *Mechanizace zemědělství*, roč. LXIV., č. 10, s. 65-67. ISSN 0373-6776

KOPŘIVA A. et al. (1992): *Konzervace, skladování a úpravy krmiv*. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 105 s. ISBN 80-7157-029-X.

LOUČKA R. (1997): *Silážování do vaků*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 38 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISBN 80-86153-15-0.

LOUČKA R. MACHAČOVÁ E. (1996): *Silážování*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 26 s. Metodiky pro zemědělskou praxi. ISSN 0231-9470.

MITRÍK T. (2006): *Silážovanie*. 1. vyd. Creative - Studio- Slovakia, 86 s. ISBN 80-969467-0-6.

ONDRÁČEK V. (2012): *Energetická náročnost procesu ukládání travní siláže do velkoobjemových vaků*. [Bakalářská práce]. České Budějovice. 48 s. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra zemědělské techniky.

RADA V. (2009): *Siláž a zdraví zvířat* [online]. 2009. vyd. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/SilazRada.pdf>

SYROVÝ O. et al. (2008): *Doprava v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 248 s. ISBN 978-808-6726-304.

SYROVÝ O. et al. (1997): *Orientační hodnoty měrné spotřeby paliv a energie v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 47 s. ISBN 80-861-5306-1.

ŠANTRŮČEK J. et al. (2001): *Základy pícninářství*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 146 s. ISBN 80-213-0764-1.

## Internetové zdroje

<http://www.agrofarmnet.sk/?page=detailfoto&cislogalerie=36&cislofoto=20#odkazy> „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://www.agromalec.estranky.cz/clanky/senaz-a-silaz/co-je-silaz-a-senaz.html> „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://www.akaska.cz/sdruzeni-ms/co-je-silaz.php> „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://www.apiesse.it/WEARE/tabid/87/language/en-US/Default.aspx> „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://business.center.cz/business/finance/cestnahr/benzin.aspx> „staženo dne 12. 3. 2015“

[http://www.farmweb.cz/index.php?page=view\\_image&id=MTJjYmTMxNDRYMTQzNjM3#skok](http://www.farmweb.cz/index.php?page=view_image&id=MTJjYmTMxNDRYMTQzNjM3#skok) „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://www.siouxautomation.com/silage-bagging-ROTO-press.htm> „staženo dne 12. 3. 2015“

<http://www.vuzt.cz/index.php?I=A35> „staženo dne 12. 3. 2015“



## 9 Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 2.1 - Doporučený obsahu sušiny pro silážování jednotlivých krmiv .....	30
Tabulka 5.1 - Naměřené hodnoty 22. 5. 2014 (senáž) .....	49
Tabulka 5.2 - Naměřené hodnoty 23. 5. 2014 (senáž) .....	50
Tabulka 5.3 - Naměřené hodnoty 22. 5. 2014 (siláž).....	52
Tabulka 5.4 - Vypočítané hodnoty měrné vlhkosti a přepočtené hmotnosti.....	54
Tabulka 5.5 - Výsledky pro skutečnou hmotnost.....	55
Tabulka 5.6 - Výsledky pro přepočtenou hmotnost .....	55
Tabulka 6.1 - Spotřeba nafty při speciálních pomocných operacích (l.ha <sup>-1</sup> ) .....	59
Tabulka 6.2 - Spotřeba paliva při lisování senáže.....	59
Tabulka 6.3 - Spotřeba paliva při balení do fólie.....	59
Obrázek 2.1 - Technologické operace sklizně píce na siláž a seno .....	20
Obrázek 2.2 - Návrh systému zakrývání jednou plachtou .....	26
Obrázek 2.3 - Návrh zakrývání systémem tří vrstev .....	27
Obrázek 2.4 - Příjmový stůl Rotopress .....	32
Obrázek 2.5 - Rozprostírací prstavec Rotopress .....	33
Obrázek 2.6 - Příjmový stůl lisu Manitoba ensiler 3000 .....	34
Obrázek 2.7 - Kotoučová brzda navíjecího bubnu Budissa Bag.....	35
Obrázek 2.8 - Uzavření vaku pomocí dřevěných hranolů.....	37
Obrázek 2.9 - Uzavření vaku pomocí plastového zipu .....	38
Obrázek 4.1 - Schéma měřených časů .....	45
Obrázek 5.1 - Lisování senáže ve středisku Julčín .....	48
Obrázek 5.2 - Lisování kukuřičné řezanky v Cerhonicích.....	51
Graf 5.1 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 22. 5. 2014.....	56
Graf 5.2 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 23. 5. 2014.....	57
Graf 5.3 - Závislost výkonnosti na hmotnosti materiálu 2. 10. 2014.....	57