

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Katedra dopravní a manipulační techniky**

**Studijní program: B4106 Zemědělská specializace**

**Studijní obor: Zemědělská technika, obchod, servis a služby**

**Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

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

**Bakalářská práce**

**Hodnocení technologické linky pro zpracování píce  
z trvale travních porostů k energetickým účelům**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor bakalářské práce: Jan Koschant

České Budějovice, 2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan KOSCHANT**  
Osobní číslo: **Z12186**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Hodnocení technologické linky pro zpracování píce z trvale travnatých porostů k energetickým účelům**  
Zadávací 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 :

Omezené zásoby fosilních paliv vedou k hledání dalších zdrojů paliv k pokrytí narůstající spotřeby energie. Neustále se zvyšuje zájem o spalování energetických rostlin, hlavně slámy a sena sklizeného z trvalých luk a pastvin. Soustavně se ověřují nové plodiny a jejich vhodnost pro energetické využití.

Hlavním cílem práce je hodnocení strojní linky pro zpracování píce z netradičně obhospodařovaných luk k energetickým účelům. Dalším cílem je porovnání linky pro sklizeň píce z TTP s linkou na zpracování slámy k energetickým účelům.

V práci se zaměřte na:

1. Způsob hospodaření na vybraných pozemcích.
2. Ověření strojních linek pro sklizeň a energetické využití píce a slámy.
3. Ekonomické hodnocení strojních linek.

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

Neubauer a kol.: Stroje pro rostlinnou výrobu. SZN Praha, 1989;  
Latsch, R. a kol.: Häckler oder Ladewagen. Neue Landwirtschaft , 11, 2003:  
54-57;  
Špelina, M. a kol.: Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. SZN  
Praha, 1980;  
Velebil, M. a kol.: Zemědělské technologické systémy. SZN Praha, 1984;  
Špelina, M. a kol.: Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. SZN Praha,  
1983;  
Kavka, M. a kol.: Standardy zemědělských výrobních technologií. Mze ČR,  
Praha, 2000;  
Kavka, M. a kol.: Standardy pro zemědělství České republiky. Mze ČR, Praha,  
2000;  
Agricultural Engineering - vědecký časopis;  
Mechanizace zemědělství - odborný časopis;  
Zemědělská technika - odborný časopis;  
Firemní literatura;  
Výzkumné zprávy VÚZT Praha a Státní zkušebny zem. a lesnických strojů;  
Sborníky příspěvků z mezinárodních vědeckých konferencí.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Fríd, 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  
370 05 České Budějovice ①

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

V Českých Budějovicích dne 31. března 2014

**Abstrakt:**

Tato práce se zabývá hodnocením technologické linky pro zpracování píce z trvale travních porostů určených k energetickým účelům.

Teoretická část je zaměřena na sklizeň píce z netradičně obhospodařovaných luk. Dále je v práci rozveden pojem biomasa a její spalování pro získání energie. V dalším kroku se seznámíme se strojní linkou pro sklizeň píce, technologii sklizně sena, slámy a následné manipulace ve formě válcových či hranolových balíků.

Praktická část obsahuje návrh strojní linky pro sklizeň trvale travních porostů k energetickým účelům, její hodnocení a porovnání s linkou na sklizeň slámy, která je také určena k energetickému využití.

**Klíčová slova:**

Hodnocení technologických linek, trvale travní porosty, netradičně obhospodařované porosty, biomasa, zpracování píce.

**Abstrakt:**

This bachelor thesis is concerned with evaluation of technological line for processing of feed from permanent grassland intended to energy purposes.

The main content of the theoretical part is a harvest of feed from unusually cultivated meadows. There is also mentioned the term of biomass and its combustion for getting energy. The next step is the introduction of machine lines hay and forage technology, hay, straw, and their subsequent manipulation in the form of cylindrical or prismatic packages.

Practical part contains the suggestion of machine line for harvest of permanent grasslands for energy purposes, its evaluation and comparison with a line for harvest of straw, which is also intended to energy utilization.

**Keywords:**

Evaluation of technological lines, permanent grassland, innovative managed forests, biomass, forage processing.

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Milanu Frídovi, CSc. za cenné rady a připomínky, které mi pomohly k vytvoření této bakalářské práce a za čas, který mi při zpracování práce věnoval. Dále bych chtěl také poděkovat své rodině za podporu a trpělivost, kterých se mi od ní po dobu studia dostávalo.

## **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 .....

.....

podpis

## Obsah

1. ÚVOD.....	5
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	6
2.1. TRVALE TRAVNÍ POROSTY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ V ČR.....	6
2.2. DOTACE PRO PĚSTOVÁNÍ TRVALE TRAVNÍCH POROSTŮ .....	7
2.3. ZÁKLADNÍ PODMÍNKY PRO OŠETŘOVÁNÍ TRAVNÍCH POROSTŮ. ....	8
2.4. BIOMASA.....	11
2.5. SPALOVÁNÍ BIOMASY.....	12
2.6. STROJNÍ LINKY PRO SKLIZEŇ PÍCNIN .....	13
2.7. TECHNOLOGIE SKLIZNĚ SENA .....	14
2.8. TECHNOLOGIE SKLIZNĚ SLÁMY .....	17
2.9. LISOVÁNÍ SENA A SLÁMY .....	19
2.10. VÁLCOVÉ A HRANOLOVÉ BALÍKY .....	20
2.11. PŘEPRAVA BALÍKŮ A SKLADOVÁNÍ.....	20
2.12. SKLADOVÁNÍ BALÍKŮ.....	24
3. CÍL PRÁCE .....	26
4. METODIKA: .....	27
4.1. VÝKONNOST STROJŮ VE STROJNÍ LINCE.....	27
4.2. LINKA NA SKLIZEŇ PÍCE SE BUDE SKLÁDAT Z TĚCHTO STROJŮ: .....	28
4.3. LINKA NA SKLIZEŇ SLÁMY SE BUDE SKLÁDAT Z TĚCHTO STROJŮ.....	29
4.4. STANOVENÍ FIXNÍCH A VARIABILNÍCH NÁKLADŮ PRO JEDNOTLIVÉ LINKY .....	29
5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÉ LINKY PRO SKLIZEŇ SENA A SLÁMY ..	33
6. ZÁVĚR.....	40
7. POUŽITÁ LITERATURA.....	41
8. ZDROJE OBRÁZKŮ: .....	43

## 1. Úvod

Seznámení s hospodařením na netradičně obhospodařovaných zemědělských plochách podporované dotacemi, určené pro Ptačí lokality na travních porostech – "Chrástal polní". Z důvodu hnízdění tohoto chráněného druhu je první seč možná až od 15.9. Zemědělci, kteří využívají tento způsob hospodaření, si kladou otázku, co se sklizenou travní hmotou, která nemá žádné výživové hodnoty a je tudíž pro zemědělce z krmivářského hlediska zcela bezvýznamná, ale musí se z těchto zemědělských ploch sklídit.

Z důvodu nárůstu spotřeby energie se hledají možné alternativy z čeho získat energii nežli z fosilních paliv. Jednu z možných náhražek fosilního paliva představuje seno sklizené právě z těchto porostů, které je ideální pro spalování a tím pro vznik bioplynu, ze kterého se dále získává energie.



## 2. Literární řešerše

### 2.1. Trvale travní porosty a možnosti jejich využití v ČR

Z hlediska sklizně a dalšího upotřebení lze trvale travní porosty použít k výživě zvířat a výrobě energie. Využívání trvale travních porostů ke krmení předpokládá jejich spotřebu v čerstvém stavu, pastvou nebo konzervací jako je seno a travní senáže.

Tradičním, ekologickým a vzhledem ke schopnosti zhodnotit hrubou vlákninu přirozeným a hlavním způsobem využívání trvale travních porostů je chov přežvýkavců.

Kompostování a mulčování je nutno považovat za náhradní a spíše výjimečný způsob využívání. Tento způsob se uplatňuje především při nedostatku zvířat ke konzumaci pastevních porostů v příslušných státech a regionech. Kromě nešetrného nakládání s cennou surovinou je hlavním nedostatkem tohoto postupu neplnění některých neprodukčních funkcí, jako jsou například podpora rozvoje venkova, zajištění pracovních příležitostí a další. V dalším období lze zřejmě očekávat výraznější využití organické hmoty i z trvale travních porostů k energetickým účelům.

V České republice se stále výrazněji projevuje přebytek zemědělské půdy, která není potřebná pro produkci potravin. To se projevuje zvyšováním výměry travních porostů.

Výrazný pokles objemu živočišné výroby a omezení využití produkce z trvale travních porostů pro krmení činí z této produkce postupně zbytkovou biomasu a vyvolává problém jejího racionálního využití. Jednou z možností je produkce sena a jeho energetické využití spalováním. Výměra trvalých travních porostů se od roku 1990 zvýšila o více jak 150 tis. ha a podle statistického šetření za rok 2014 je výměra trvale travních porostů, využívaných pro výrobu sena, 858 tis. ha s průměrným výnosem  $3,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , celková produkce je 2 769 tis. tun.

Dalším významným zdrojem obdobné biomasy je produkce z narůstající plochy travních porostů na orné půdě, různé formy zatravnění jsou podporovány

dotacemi. Významně začíná narůstat i objem zbytkové a odpadní biomasy z údržby krajiny a veřejné zeleně v obcích a městech. [1]

## **2.2. Dotace pro pěstování trvale travních porostů**

Současná podoba Společné zemědělské politiky Evropské unie postupně upouští od podpor poskytovaných na produkci nebo výrobek a orientuje se více na tvorbu a údržbu krajiny, ochranu životního prostředí, bezpečnost potravin a pohodu zvířat.

Dotace na podporu agroenvironmentálních opatření obsahují mimo jiné i podporu ošetřování travních porostů se zaměřením na údržbu pastvou hospodářských zvířat, zatravnění orné půdy, tvorbu travnatých pásů na svažitéch půdách, ošetřování trvale podmáčených luk, udržování ptačích lokalit na travních porostech. [3]

### **Členění dotačních titulů pro ošetřování travních porostů**

Pro účely čerpání dotací s cílem ochrany přírody jsou travní porosty v rámci půdních bloků členěny na základní a nadstavbové tituly.

Základní tituly:

- louky a pastviny, které dohromady tvoří trvale travní porosty.

### **Travní porost**

Vstup do těchto titulů ve zvláště chráněných územích, tj. národní park, chráněná krajinná oblast, národní přírodní rezervace a národní přírodní památka, přírodní rezervace a přírodní památka, ochranných pásmech národního parku a ptačích oblastech musí být žadateli schválen příslušným orgánem ochrany přírody. Bez schválení je ve zvláště chráněných územích, ochranných pásmech národního parku a ptačích oblastech možno využívat jen tituly nadstavbové, které jsou v systému evidence užívání půdy pro zemědělské dotace na daných půdních blocích vymezeny. [4]

Nadstavbové tituly:

Ve zvláště chráněných územích, ochranných pásmech národních parků a ptačích oblastech jsou vymezeny následující nadstavbové tituly.

- Mezofilní a vlhkomilné louky – s variantami hnojené, nehnojené nebo nehnojené s neposečenými pásy.
- Horské a suchomilné louky – s variantami hnojené, nehnojené nebo nehnojené s neposečenými pásy.
- Druhově bohaté pastviny.
- Trvale podmáčené a rašelinné louky.
- Ptačí lokality na travních porostech – hnízdiště bahňáků.
- Ptačí lokality na travních porostech – hnízdiště chřástala polního.
- Suché stepní trávníky a vřesoviště. [4]

### **2.3. Základní podmínky pro ošetřování travních porostů.**

Travní porosty v našich podmínkách vytvořil a dlouhodobě udržoval člověk. Jelikož hospodaření na těchto pozemcích probíhalo často několik staletí, vznikly tak podmínky pro život mnoha druhů živočichů a rostlin. Tyto druhy jsou na travní porosty a na sebe navzájem vázány velmi úzce, např.: housenky některých druhů motýlů se dokáží žít pouze jediným druhem rostliny, to znamená, že se jinde téměř nemohou vyskytovat. A protože způsoby využívání travních porostů jsou velmi rozmanité, různý počet sečí za rok, pastva ovcí, koz či dobytka, hnojení atd., nachází se v naší krajině pestrá paleta prostředí obývaná spoustou druhů živočichů. Je známo, že v travních porostech se téměř stejné množství rostlinné hmoty, která je nad zemí, nachází i pod zemí, tedy hlavně v kořenech. Díky tomu mají travní porosty obrovskou schopnost zadržovat vodu a přispívat tak k prevenci proti škodám z přívalových dešťů. Nejjednodušší rozdělení travních porostů je dáno hlavním způsobem obhospodařování – na louky a pastviny. Jelikož na loukách fungují jiné

přírodní zákonitosti než na pastvinách, liší se podle toho i zásady šetrného hospodaření. [4]

### **Jaká jsou rizika současného hospodaření?**

Intenzivní využívání luk a pastvin vytlačuje jak konkurenčně slabší druhy rostlin, tak hnízdící ptáky nebo četné druhy hmyzu. Pokud se travní porosty nadměrně hnojí, posiluje se tím nárůst několika málo druhů, zejména trav, na úkor ostatních. Paradoxem je, že jiné louky a pastviny, zejména v odlehlejších oblastech pohraničí, se naopak přestávají využívat. Opuštěné lokality zarůstají, navrátit je do původního stavu je s přibývajícím časem stále více obtížné. Přicházíme tak o prostředí, které plní v krajině důležité funkce a zároveň je kulturním dědictvím po našich předcích. [4]

### **Proč bychom měli udržovat netradičně obhospodařované porosty?**

- Udržením stálé životní podmínky pro mnoho vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů.
- Omezením zatěžování půdy a vody nadbytkem živin.
- Zvýšením schopnost krajiny zadržovat vodu.
- Poskytnout kvalitnější potravu hospodářským zvířatům.
- Zachovat rozmanitost kulturní krajiny.

### **Ptačí lokality na travních porostech – Chřástal polní**

Chřástal polní je ohroženým ptačím druhem, jehož početnost v celé Evropě velmi rychle klesá. Prostředím, kde chřástal dokáže hnízdit a přežít, jsou vlhké louky. Ve vysokých porostech dokáže chřástal dobře ukrýt své hnízdo a také tam nalezne dostatek potravy. Jelikož však vlhké louky ubývají nebo se nevhodně využívají, mizí z krajiny i chřástal. Lokality, na nichž se tento vzácný a velmi zajímavý pták ještě vyskytuje, je proto potřeba obhospodařovat se zvláštním ohledem na jeho potřeby. Chřástal žije skrytým způsobem života a je velmi těžké se s ním setkat. O jeho přítomnosti se můžeme přesvědčit během letních večerů, kdy samci volají zvukem připomínajícím přejíždění desetníku po hřebeni. Na území naší

republiky se dnes vyskytuje kolem 1500 volajících samců, což je jedna z nejvyšších početností v Evropě. Vymezení titulu Ptačí lokality na travních porostech - Chřástal polní, bylo zaznamenáno do systému evidence užívání půdy pro zemědělské dotace, především na základě monitoringu výskytu chřástala polního Českou ornitologickou společností s přihlédnutím k dalším faktorům - přítomnost pastevního areálu, velikost půdního bloku, a jiné. [4]

### **Jaká jsou rizika současného hospodaření?**

Chřástala ubývá zejména proto, že spousta jeho hnízd je zničena při sečení luk. Nežádka se stává, že je zničeno hnízdo i se samicí sedící na vejcích. Nebezpečí pro chřástala se ještě více zvyšuje, pokud se pozemky kosí od okrajů ke středům – ptáci nemají jak uniknout a žacími stroji padne za oběť mnoho rodin. Možnost přemístění se pro chřástala snižuje také tím, že se všechny louky posekají během velmi krátkého období. Chřástalovi také nesvědčí celoroční využití travních porostů pro pastvu dobytka. Pokud se pase zejména v hnízdní době, chřástal lokalitu rychle opouští. K těmto vlivům je třeba připočítat i to, že ubylo hodně mokřadů, pramenišť a dalších lokalit potřebných pro přežití chřástala.

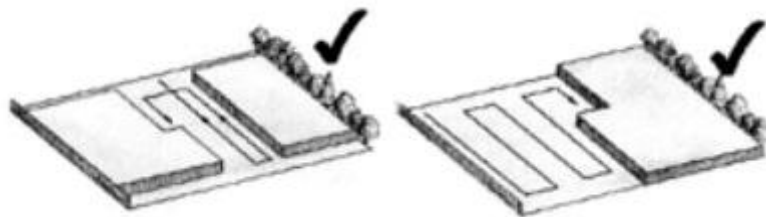
Navrhovaná výše dotace na ptačí lokalitu Chřástal polní činila pro rok 2014 183 EUR/ha. [4]

### **Proč bychom měli hospodařit na pozemcích s ohledem na chřástala?**

- Pro přežití chřástala je zapotřebí vytvořit mu dostatečné podmínky pro hnízdění.
- Zabránit ničení jeho hnízd zemědělskou činností.
- Celkově udržet nebo zvýšit populaci chřástala polního v naší krajině.

## Jak bychom se měli chovat?

- Neaplikovat hnojiva.
- Travní porost pokosit minimálně jednou ročně. První seč s odklizením hmoty provést nejdříve 15.8. a nejpozději do 30.9.
- Sečení provádět od středu ke krajům nebo od jedné strany pozemku ke druhé, dle obrázku 1.
- Seč neprovádět více než dvěma žacími stroji najednou.
- Na pozemku se nebude pást dobytek ani jiná hospodářská zvířata. [4]



Obrázek 1: Způsob sečení travních porostů.

## 2.4. Biomasa

Biomasa je popsána jako hmota organického původu, rostlinná či živočišná. Energie biomasy má původ ve slunečním záření a lze ji oproti energii z fosilních paliv obnovovat, proto patří mezi obnovitelné zdroje energie. Pro energetické účely se využívají cíleně pěstovaná rostlinná biomasa a odpady zemědělské, lesní, popř. potravinářské produkce. [5]

### Cíleně pěstovaná biomasa

Mezi cíleně pěstované plodiny energeticky využívané patří jednak rychle rostoucí topol a dále rostliny celulózové, olejnaté a škrobové. Z celulózových rostlin se v tuzemsku využívají dřeviny, obiloviny, travní porosty, popř. konopí či netradiční ozdobnice čínská. Mezi olejnatými rostlinami dominuje řepka olejka, dále pak slunečnice nebo len. [5]

## **Biomasa odpadní**

Odpadní biomasu tvoří zbytky rostlinného i živočišného původu. Větší část tvoří rostlinný odpad ze zemědělství. Mezi tento odpad patří sláma a seno. [5]

## **Energetické využití biomasy**

Biomasa může být využita pro výrobu elektřiny, tepla a může sloužit k pohonu vozidel. energii z biomasy lze získat chemickými, popř. bio-chemickými procesy. Základní technologií je spalování. Doplňují ho další technologie, jako jsou zplyňování, pyrolýza, zkapalňování, esterifikace, fermentace, lisování, kvašení aj. [6]

### **2.5. Spalování biomasy**

Třetí podmínkou efektivního používání biopaliv je použití vhodných skladovacích a dopravních zařízení u kotlů, jejichž konstrukce, sestava a investiční náročnost závisí na tepelném výkonu a způsobu používání a zejména na systému topenišť. Je to relativně nízká objemová hmotnost a nízká koncentrace energie v jednici paliva a vysoký podíl zplyňujících látek, kterými se biopaliva podobají plynným palivům. Při teplotách nad 200°C dochází postupně ke zplyňování biopaliv, kdy se až 80 % hmoty mění v plyn, který by měl perfektně prohořet dříve, než vzniklé teplo přejde v teplosměnných plochách do topného media. Toto zplyňování trvá řádově jen několik minut. Topeniště i uspořádání kotlů musí proto vyhovovat požadavkům na prostor jednak lehčího paliva, ale zejména požadavkům na prohoření vznikajících spalných plynů.

Někteří odborníci považují slaměnou briketu nebo peletu za ideální palivo. Překážkou zůstávají jen vysoké investiční náklady na strojové vybavení zpracovatelské linky, manipulační zařízení, rozdružovač balíků, drtič slámy a peletovací lisy. [7]

Biemans zdůrazňuje, že před masivním zavedením pěstování energetických rostlin je zapotřebí prozkoumat jejich vliv na životní prostředí, diverzitu, ekosystémové služby a udržitelnost přírodních a zemědělských stanovišť. [8]

## 2.6. Strojní linky pro sklizeň pícein

Píceininy jsou velmi důležitou plodinou z hlediska zajištění krmivové základny hospodářských zvířat. Jsou základním zdrojem objemných krmiv. Tvoří je travní porosty z travních luk a pastvin, dále víceleté pícniny - jeteloviny: vojtěška, jetel, pícní trávy a jednoleté pícniny. Část píce se využívá ke spotřebování v čerstvém stavu, ale větší část píce musí být uchována správnou formou konzervace na zimní období, jelikož letní krmné období, které lze v našich podmínkách využít, je pouze 130 až 160 dnů. [10]

Seno je objemná píce s příznivými nutričními vlastnostmi a vysokým obsahem sušiny. Získáváme ji sušením – konzervací travin a jetelovin, při které se snižuje obsah vody na 15 až 17 %. Vlastní konzervace sušením se provádí buď přirozeným teplem nebo dosoušením studeným nebo přehřátým vzduchem.

V systémech konzervace, u nás převažují tři základní postupy senážování:

- čerstvé píce,
- zavadlé píce,
- částečně zavadlé píce.

Kromě konzervace senážováním se používá konzervace píce sušením.

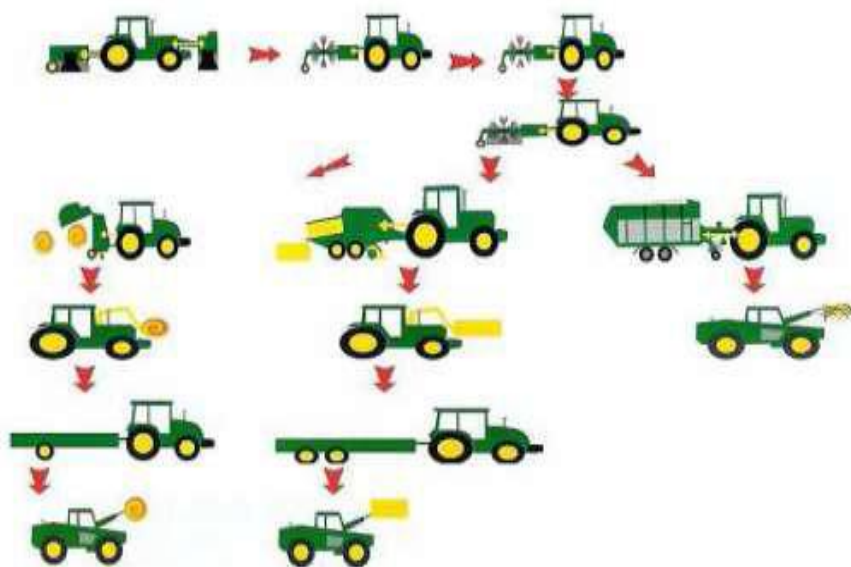
- v přírodních podmínkách,
- v senících,
- v sušárnách.

Všechny tři základní principy senážování se mohou vzájemně kombinovat. Senážování zavadlé píce, starší označení senáž, se používá v našich podmínkách již od šedesátých let minulého století a pravděpodobně dále bude jednou z hlavních technologií při konzervaci trav a jetelovin. [9]



Ve strojních linkách pro sklizeň píce se používají následující operace, které jsou znárodněné na obrázku 2.

- Jedna z nejpoužívanějších variant je linka na sklizeň sena, která se skládá z několika po sobě navazujících operací: sečení + obracení + nahrabování + lisování + naložení na dopravní prostředek + odvoz + manipulace z dopravního prostředku s následným uskladnění balíků.
- Způsob sklizně volně loženého sena se skládá z těchto po sobě navazujících operací: sečení + obracení + nahrabování + sběr velkokapacitním vozem + manipulace s řezankou nebo volně loženým senem.



**Obrázek 2: Strojní linky pro sklizeň pícnin, sena a následnou manipulaci**

## 2.7. Technologie sklizně sena

Jedná se o nejstarší způsob sklizně píce a nejpřirozenější způsob konzervace píce. V průběhu sušení rozlišujeme dvě fáze. Při první fázi dochází k zavádání a tato fáze trvá až do odumření buněk, které nastává vlivem ztráty vody z porušené povrchové kutikulární vrstvy rostliny. Ztráty organické hmoty jsou nemechanické povahy a jsou způsobeny dýcháním v čase zavádání. Druhá fáze je dosušování spojen s konzervací. Začíná odumření buněk, které se objevuje v píci trav při dosažení obsahu sušiny na 45 až 55 %, v píci jetelovin se objevuje při obsahu sušiny od 35 do 40 %. Při srážkách vyšších než je nasávací schopnost zasychající píce

vznikají ztráty vyluhováním některých částí rozpustných živin a vitamínů. Ztráty jsou vyšší, čím je vyšší obsah sušiny píce a čím je vyšší mechanické poškození píce. Při sklizni píce na seno se používají stejné stroje a stejné pracovní postupy jako při sklizni zavadlé píce na seno a to žacím strojem s kondicionérem, obracečem a shrnovačem. Po posečení se píce několikrát obrací. Obracení se provádí zejména při nízkém obsahu sušiny pod 50 až 55 %. Shrnování píce do řádků na noc sušení urychluje. Obrázek 3 nastiňuje pracovní operace v technologii sklizně píce. V době příznivých povětrnostních podmínek a slunečného počasí prosychá kondicionérem upravená píce na skladovací obsah sušiny na 80 až 85 % během dvou až tří dnů. U neupravené píce se doba sušení prodlužuje na tři až pět dní. Sklizeň sena z řádků se provádí:

- traktorem se samosběrným vozem
- sběrací řezačkou + odvoz přívěsem s velkoobjemovou nástavbou,
- sběracím lisem + nakládání balíků a odvoz sklizené píce.

Seno je sušená píce využívaná jako krmivo nebo jako zdroj biomasy k získání energie. Rostliny jsou vysušením a částečnou fermentací konzervovány, pokud jsou dobře uskladněny, tak mohou vydržet i po několik let. Pokud by bylo slisováno či svezeno vlhké seno, nastává velké riziko plesnivění a fermentace ve vlhkém seně může zapříčinit i samovznícení sena. [10]

Sečení je první operací technologického postupu sklizně pícnin a většinou rozhoduje o její efektivnosti. Vhodnost technického řešení žacích strojů lze využít v různé kombinaci pro sečení daného druhu pícniny, pro formování řádků, výběr pracovního záběru k průměrné velikosti pozemku a vzhledem k daným klimatickým a půdním podmínkám, k výšce strniště, kopírování terénu a využití kondicionéru a shazovačů řádků. Důležité je též využití žacích strojů z hlediska technického zavěšení na tažný stroj a agregace žacích strojů. Možnosti zavěšení mohou být různé. Přední zavěšení, boční zavěšení, jejich kombinace, nesené nebo tažené.

Pro urychlení snižování obsahu vody z posečené píce je vhodné použití kondicionéru. Konstrukční řešení tvoří:

- rotor s prsty a řady protiprstů umístěných nad rotorem,

- dvojice válců, hladké nebo rýhované, případně tvarované do závitů nebo válce prutové s ocelovým nebo gumovým povrchem.

Důležitým požadavkem na žací stroje je, aby nedocházelo ke znečišťování píce zeminou. Pro tento požadavek je důležitá výška strniště a nastavení nožů žacího stroje tak, aby bylo zabráněno styku s povrchem pozemku. [11]

## **Obracení sena**

Zkrácením doby sušení se zvyšuje kvalita senážované, případně sušené píce. K základním operacím patří rozhazování a obracení posečené píce. Provádí se stejným strojem – obracečem píce. Obraceč musí posečenou píci v celém profilu vrstvy nadzvednout, provzdušnit, načechrat a znovu rovnoměrně uložit na zem.

V současné době se používají pouze jednoúčelové rotorové stroje, se šikmo uloženými rotory v řadě pod úhlem 18° ve směru jízdy. Mohou mít dva až osm rotorů v radě. Obraceče musí dokonale kopírovat terén, aby nedocházelo k chybám a zejména ke znečišťování píce. Dvojice rotorů jsou uloženy na rámu samostatně a jsou vybaveny kopírovacím zařízením. [11]

## **Shrnování sena**

Pro shrnování na řádek se dnes používají výhradně velkorotorové shrnovače, které slouží k řádkování rozprostřené zavadlé píce nebo sena, k následnému sběru a odvozu z pole. Technické přednosti rotorových shrnovačů umožňují příčné i podélné kopírování povrchu pole a snížení ztrát nezatahováním shrnované hmoty po obvodě rotoru, což umožňuje sklápění shrnovacích prstů do vodorovné polohy v místě uložení řádku. Podle převažující povahy pozemku konkrétního podniku je třeba volit šířku záběru shrnovače 2, 4 nebo i 6 rotory a se středovým nebo stranovým ukládáním do řádků. Rovněž je třeba volit typ stroje podle technologie následného sběru. Pro výkonné řezačky a pro podniky s větším zastoupením pícnin na rovinách a rozměrnějších pozemcích, je pro plynulost sklizně výhodnější použít vícemotorové shrnovače s větším záběrem kombinovaného typu. Ukládání řádků je možné buď do středu, nebo do dvou menších řádků, jde-li o shrnování píce s vyšším výnosem. Tvarování do zdvojených řádků je výhodnější pro sběr stroji s širším záběrem sběracího ústrojí. Shrnovače jednomotorové jsou zavěšené na taženém stroji jako

nesené. Shrnovače dvou a více rotorové jsou většinou tažené, s pevným rámem a pohyblivými rameny nebo s pohyblivým rámem s pevně zavěšenými rotory. [11]

## **2.8. Technologie sklizně slámy**

Sláma označuje vymláčené vyschlé stonky a stébla v širším významu ze všech polních plodin a v užším významu pouze z obilnin. Sláma je využívána jako krmivo, podestýlka, biopalivo, stavební materiál, surovina pro výrobu aglomerovaných materiálů, materiál pro výrobu domácích ozdobných předmětů, může sloužit i pro výrobu papíru, briket a podobně.

Sláma se dnes stává významnou energetickou komoditou. Zpracovává se také jako brikety nebo pelety. [12]

### **Strojní linky pro sklizeň slámy**

Zpracovaná sláma se využívá jednak v zemědělství, ale také i v průmyslové výrobě, větší poptávka slámy je dnes v energetickém průmyslu. Rozhodování o způsobu dalšího využití slámy ovlivňuje sestavu strojní linky na slámu. Sláma je určena jako stelivo nebo krmná složka. Sklizeň je zajišťována soupravou traktor v agregaci se sběracím vozem nebo sklízecí řezačkou a soupravou traktor v agregaci s velkoobjemovým vozem nebo sběracími lisem na malé balíky, válcové nebo hranolové velkoobjemové balíky, čelním nakladačem a soupravou traktor nebo automobil s přívěsem nebo traktor s čelním nakladačem.

Sláma je určena pro energetické účely. Sklizeň je prováděna lisováním do válcových nebo hranolových balíků různých velikostí. Sláma je skladována v suchém stavu v krytých skladech nebo ve stozích zajištěných proti vniknutí srážkové vlhkosti. [13]

Sláma je určena pro podestýlání hospodářským zvířatům, ze které se po té stává plnohodnotné organické hnojivo za působení aerobní nebo anaerobní fermentace. Sklizeň slámy k těmto účelům lze provádět všemi výše uvedenými způsoby. Před vlastním zpracováním je třeba slámu upravit drcením nebo řezáním. Skladování pro tyto účely nutně nevyžaduje zakryté skladovací prostory.

Sláma je určena k zaorání na poli. Pro urychlení rozkladu slámy v orniční vrstvě je sláma rozdrvena adaptérem na žací mlátičce nebo mobilními drtiči, sbírající slámu z řádku. V obou případech je sláma rovnoměrně rozptýlena po poli. Před zaoráním pluhem předchází aplikace kejdy nebo minerálních hnojiv. [13]

### **Sklizně slámy**

Pro ekonomicky stabilní výrobu pelet ze slámy je nejdůležitější kvalita sklizené slámy. Na obsah vody v surovině je třeba klást velký důraz hlavně při lisování slámy do balíků. Sklizeň slámy je soubor finančně nákladných operací, které se musí dokonale zvládnout v krátkém časovém rozmezí a to pouze ze suchého počasí. Každým deštěm se výrazně prodlužuje doba sklizně a tím se i zvyšují náklady. Také v zájmu agronomů je odklizení slámy z pozemku v co nejkratším časovém úseku, jelikož podmínka po sklizni zamezí vysychání půdy. Vhodným pracovním postupem s výkonnými stroji, lze částečně eliminovat vliv deštivého počasí na kvantitu a kvalitu sklizené slámy. Pokud je suchá sláma slisovaná do balíků a řádně uložena do zakrytých stohů, svojí vlhkost dále výrazně nezvyšuje.

Strojová technika pro sklizeň slámy vyžaduje značný objem finančních prostředků. Technika musí kapacitně odpovídat výkonu kombajnové sklizně a zároveň ukládat balíkovanou slámu do stohů kvadratických tvarů. Většina zemědělských podniků vlastní alespoň část této techniky, která kromě období sklizně zrna není využívána. [13]

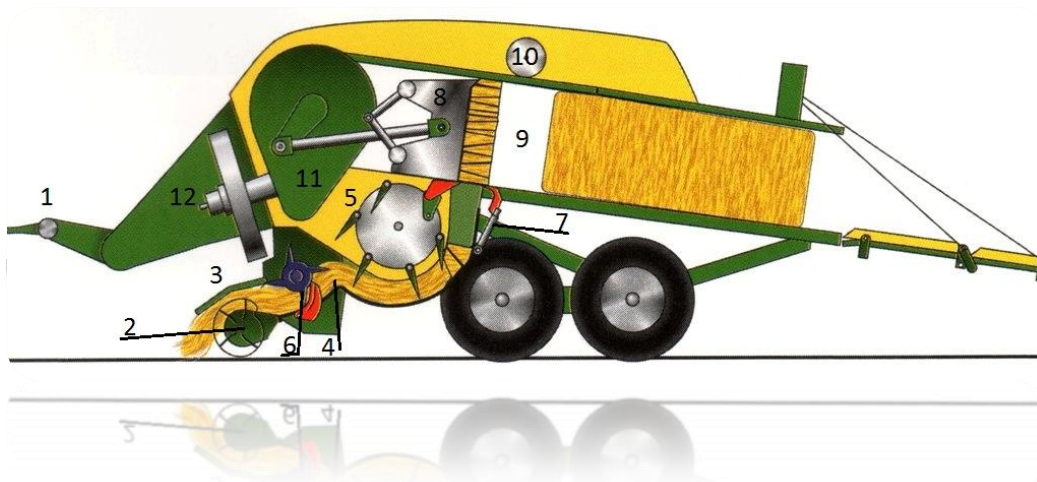
### **Dosušení slámy na řádcích**

V případech, kdy je nutné slámu na řádcích dosušit na obsah veškeré vody přijatelný pro další zpracování a skladování, je vhodné slámu provzdušnit. Zvýší se tak rychlost odpařování a sláma prosychá rovnoměrně. V rámci technologického postupu sklizně slámy se nejčastěji používají rotorové shrnovače. Uplatňují se zejména v případech, kdy je vhodné shrnout více řádků na jeden a zvýšit tak efektivitu následujících technologických operací. [14]

## 2.9. Lisování sena a slámy

V zemědělské výrobě se k tvarování slámy a sena do formy balíků v průběhu sklizně používají sběrací lisy. Jejich úkolem je plynule sebrat z řádků a slisovat suchý stébelnatý materiál do formy balíků.

V současnosti jsou používány lisy, které lisují sebrané suroviny do válcových a hranolových forem balíků. Velké hranolové balíky jsou produkovány lisy s pístovým lisovacím mechanismem. Na obrázku 4 je schéma lisu na velké hranolové balíky. Hmotnost se v závislosti na vlastnostech lisovaného materiálu a velikosti balíku pohybuje v rozmezí 200-600 kg. Válcové balíky jsou nejčastější formou při krmení v živočišné výrobě. Hmotnost válcových balíků se pohybuje v rozmezí 190-400 kg [12].



**Obrázek 3 Technologické schéma lisu na velké hranolovité balíky:**

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

Svinovací lisy lze podle konstrukčního řešení rozdělit na lisy s pevnou komorou a lisy s variabilní komorou, které mohou při stejné slisovanosti produkovat balíky o různé velikosti. Manipulace s velkými balíky vyžaduje použití

mechanizačních prostředků. Objemovou hmotnost slisovaného sena lze zvýšit pořezáním před vstupem do lisu. V současnosti je většina sklízecích lisů vybavena řezacím mechanismem, který je včleněn mezi sběrací ústrojí a vstup do lisovací komory. Balíky se v poslední fázi lisování převazují provázkem nebo sítí. [14]

## **2.10. Válcové a hranolové balíky**

Měrná hmotnost balíků se v závislosti na zhutnění a obsahu vody pohybuje od 100 do 250 kg·m<sup>-3</sup>. Měrná spotřebovaná energie na lisování se pohybuje v širokém rozpětí 100–200 MJ·t<sup>-1</sup>. Jednotkové náklady na sklizeň slámy lisováním se běžně pohybují na úrovni kolem 500 Kč·t<sup>-1</sup>, není ale výjimkou, kdy jednotkové náklady vzrostou nad 1000 Kč·t<sup>-1</sup>. Vše závisí na výnosu, typu lisu a jeho využití. Lisování do hranolových balíků je energeticky i finančně náročnější než produkce balíků válcových. Většina linek pro další technické nebo energetické využití sena je však konstruována pro příjem hranolových balíků. Oproti řezance má seno ve formě balíků výhodu, je daleko snáze obchodovatelná. Výhodou jsou i nižší jednotkové náklady na dopravu, tudíž je možné realizovat dopravu na delší vzdálenosti, u balíků lze snáze definovat vlastnosti důležité z hlediska obchodního styku (hmotnost, obsah vody) a příjem suroviny lze snáze automatizovat. Z hlediska skladování jsou balíky v porovnání s řezankou méně náročné.[15]

## **2.11. Přeprava balíků a skladování**

Doprava balíků je technologicky spojovacím článkem strojní linky na posklizňové zpracování stébelnin. Konečným technologickým článkem stojní linky je proces uskladnění. Tomu se bude přizpůsobovat jak doprava a skladování, popřípadě i dávkování, při přepravě se musí maximálně využít ložná plocha, aby se na dopravě ušetřilo.

Nesystematickým nakládáním se senem nebo slámou dochází ke ztrátám. Možnosti ke zpracování a využití sena nebo slámy v zemědělské výrobě či v energetice i průmyslové výrobě jsou široké, současný stav v této oblasti lze však v celorepublikovém měřítku označit za nekoncepční a málo efektivní. Potřebná vstupní

surovina, často sláma či seno, je dopravována z velikých vzdáleností, protože v blízkosti není možnost sehnat žádnou slámu za přijatelných podmínek. [15]

### **Nejpoužívanější způsob přepravy**

Pro sklizeň slámy je v podmínkách českého zemědělství nejčastěji aplikována alternativa s využitím sklízecích lisů na hranolové, případně válcové balíky. Tento způsob sklizně stále ve větší míře nahrazují velkokapacitní sběrací vozy. Přeprava volně ložené slámy je méně efektivní a nákladnější, protože velikost ložného prostoru dopravních prostředků je omezena předpisy o provozu na pozemních komunikacích. Dopravní prostředky jezdí při dopravě stébelnatých materiálů vytíženy na 20 až 50 %. Doprava zhutněných materiálů je vzhledem k vyšší objemové hmotnosti efektivnější. Slisované balíky jsou pomocí nakladače, manipulátoru, hydraulické ruky nebo samonakládacích vozů na obrázku 4, naloženy na dopravní prostředek a odvezeny na místo skladování. Systémů dopravy balíkové slámy existuje víc. Aby bylo využití dopravního prostředku co nejvyšší, musí být vybrán nejvhodnější typ a provedení dopravního prostředku z hlediska agregace s tažným prostředkem a jeho povolené rychlosti. V úvahu je nutné vzít možnosti využití automobilní techniky.



**Obrázek 4: Samonakládací vůz CRAI CP 220 P**



Významným kritériem výběru je i možnost a způsob případné výměny mezi taženým dopravním prostředkem při pohybu v terénu a na krátké vzdálenosti a dopravním prostředkem určeným pro silniční dopravu na delší vzdálenosti. S ohledem na převažující podíl jízd po zpevněných komunikacích a mění se dopravní vzdálenosti podle místa pracovního nasazení je vhodné, aby přípojná vozidla disponovala povolenou rychlostí nejméně  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . V případě využití velkoobjemové nástavby musí být v její konstrukci zohledněny vlastnosti přepravovaných balíků. Z hlediska vyprazdňování musí být zase zohledněn způsob následné manipulace s materiálem. V provozu je pak třeba zohlednit, zda se jedná o vykládání na volné ploše, které je v podstatě bez omezení, či pod střechou, kde je třeba ověřit výškový i průjezdný profil. Provozně jednodušším řešením je průjezdné uspořádání hal, které minimalizuje manévrování soupravy uvnitř a odstraňuje kolizní situace. Zkracuje rovněž čas vykládky. [15].

S rozšiřováním metody sklizně slámy s využitím lisů se rozvíjí skupina speciálních přípojných vozidel na přepravu balíkových velkoobjemových hmot. Jejich provedení je přívěsové nebo návěsové. Z hlediska manipulace s balíky existuje ve spojení s dopravním prostředkem několik konstrukčních řešení:

- plošinové traktorové přívěsy s nakládkou mobilním nakladačem na poli nebo na překladišti na obrázku 5,
- traktorové návěsy vybavené vlastním nakládacím zařízením,
- speciální traktorové návěsy vybavené automatizovaným nakládáním a stohováním.

Příkladem jsou typy balíkových přívěsů s užitečným zatížením 7,3 až 14 t a kapacitou 30 až 44 kusů válcových nebo hranolových balíků. Provedení podvozku je dvou nebo třínápravové. Na trhu v ČR jsou k dispozici přívěsy na přepravu balíků s kapacitou zpravidla 21 velkých hranolových balíků nebo 26 válcových balíků o průměru do 1,5 m. Vyrábí se variantně s nápravami pro rychlost 40 nebo  $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , pérováním parabolickými pružinami nebo vzduchovými vlnovci. Tato vozidla se využívají vesměs na svoz balíků z pole do zemědělského závodu na kratší dopravní vzdálenosti. Nakládku i vykládku zajišťují zpravidla samojízdné nakladače.



**Obrázek 5: Nakládání balíků slámy strojem MANITOU  
na traktorový přívěs**

S variantou přívěsu pro vyšší přepravní rychlost než  $40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  lze uvažovat i o agregaci s nákladním automobilem na větší dopravní vzdálenosti nad 20 km. Návěsy s vlastním nakládacím zařízením sbírají válcové balíky po poli, přemístí je na návěs, vytvoří obvykle dvojici, dva balíky vedle sebe nebo na sobě, odsunou je pomocí podlahového dopravníku směrem dozadu, a tak postupně naplní celý návěs. Balíky jsou vykládány směrem vzad, na zem, opět pohybem podlahového dopravníku. Takto řešené stroje mají nejčastěji ložnou kapacitu 14 válcových balíků ukládaných po dvou na sebe. Typ o největší ložné kapacitě dokáže naložit 32 balíků. Samočinné nakládání balíků do přepravníku zajišťuje obdobně další skupina strojů, která je však navíc vybavena sklápěním dozadu celého ložního prostoru, takže náklad „postaví“ za sebe a vytváří tak postupně „stoh“ z balíků. Vytváření stohu balíků např. na okraji pole lze také využít pro variantu odvozu balíků na větší vzdálenost, kdy se balíky teleskopickým nakladačem ze stohu přeloží na soupravu. V obchodním styku by mělo být součástí dopravního cyklu vážení na mostové váze a dohoda dodavatele s odběratelem o uznání navážených hodnot. Alternativní variantou je vážení náprav na tenzometrických přejezdových vahách. Součástí podnikové strategie je optimalizace dopravní vzdálenosti a způsob dopravy, neboť náklady na dopravu tvoří stále významnější podíl logistických nákladů. Tento fakt je důsledkem nezanedbatelné ceny pohonných hmot, zavádění zpoplatnění dálnic a silnic pro nákladní vozidla (mýtné) a v poslední řadě i rostoucích osobních

nákladů při obsluze a údržbě dopravních prostředků. Dopravní vzdálenost bezprostředně ovlivňuje i spotřebu času vynakládaného na dopravu. [15]

## **2.12. Skladování balíků**

Skladování balíků k energetickým a průmyslovým účelům se řídí stejnými zásadami, jako při využití ke stelivovým nebo krmivářským účelům. Hlavním parametrem je udržení obsahu vody na nízkých hodnotách do 17%, které minimalizují riziko napadení plísněmi, hnilobou, houbami nebo jinými škodlivými činiteli. V případě zvýšeného obsahu vody je třeba materiál dosušit. Při využití sklízecích lisů je nejefektivnější dosušit materiál na požadovanou vlhkost v rádcích na pozemku před lisováním. Dostatečně slisované balíky pak navlhají pouze na povrchu a do vnitřních vrstev voda neproniká. To je výhodou při nutnosti venkovního skladování. Zároveň tento fakt přináší nevýhodu, že v případě slisování mokrého materiálu nadměrnou vlhkost z vnitřních vrstev balíku prakticky nelze odstranit. [15]

Obsah vody v materiálu je jedním z nejdůležitějších kvalitativních parametrů balíků v obchodním styku. Zvýšený obsah vody znamená zpravidla nižší výkupní cenu suroviny. Přesnou kontrolu je nutné provést stanovením obsahu sušiny v laboratoři. Pro orientační měření jsou na trhu k dispozici zapichovací vlhkoměry. Zkušené pracovníci poznají zpravidla zvýšený obsah vlhkosti i podle vyšší hmotnosti balíků. Hmotnost balíku je ovšem vedle obsahu vody v surovině ovlivněna rovněž slisovaností balíku a druhem slisovaného materiálu. Pro účely skladování lze i při energetickém nebo průmyslovém využití biomasy použít standardní zařízení pro skladování zemědělských produktů, například zastřešené zpevněné plochy, seníky a tak dále.

Dnešní moderní technologie nám dovolují použít novou metodu balení celých stohů slámy či sena do strychové folie obrázek 7. Je možno zabalit hranolovité i válcové balíky. [15]



**Obrázek 7: Zabalené celé stohy sena do strychové folie  
systémem POMI WRAP**

### **3. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je ekonomické hodnocení technologické strojní linky pro zpracování píce z netradičně obhospodařovaných trvale travních porostů k energetickým účelům.

Dalším cílem je porovnání linky pro sklizeň píce z trvale travních porostů s linkou na zpracování slámy k energetickým účelům.

Dílčím cílem práce bylo stanovení fixních a variabilních nákladů pro jednotlivé linky.

## 4. Metodika:

Tato práce bude vypracována na základě informací týkajících se výkonnosti, popisu strojů a konkrétní specifikace, které se získají od obchodních zástupců firem zabývajících se prodejem zemědělské techniky.

Měření se provede v termínu od 15.8. do 30.9. ve spolupráci s akciovou společností Bemagro a.s. v podhoří Novohradských hor v obci Malonty na netradičně obhospodařované ploše o rozloze 55 hektarů na porostu v dotačním programu Ptačí lokality na travních porostech – Chrástal polní, tudíž se na tomto porostu jednalo o první seč.

### 4.1. Výkonnost strojů ve strojní lince

Na jednotlivých strojích se využije namontované auto GPS navigace GARMIN nüvi 760 pro změření průměrné pojezdové rychlosti stroje, která je nutná pro stanovení výkonnosti strojů a bude se počítat podle vztahů 4.1. a 4.2.

#### Provozní výkonnost

Vypočte se přihlédnutím všech ztrátových časů, které vznikají při provozu soupravy.

$$W_{07} = W_1 \cdot K_{07} \text{ [m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{]} \quad (4.1.)$$

$W_1$ -efektivní výkonnost [ $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ],

$K_{07}$  – součinitel využití času nasazení soupravy.

#### Výkonnost za čas hlavní

Efektivní výkonnost  $W_1$  se stanoví dle vztahu 4.2. na základě pracovního záběru a pojezdové rychlosti.

$$W_1 = B_p \cdot v_p \text{ [m}^2 \cdot \text{h}^{-1}\text{]} \quad (4.2.)$$

$B_p$  – pracovní záběr [m],

$v_p$  – pojezdová rychlost [ $\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$ ].

## **4.2. Linka na sklizeň píce se bude skládat z těchto strojů:**

### **Sečení**

Sečení hmoty se provede čelně neseným žacím strojem Pöttinger NOVACAT 316 F s kondicionérem a bočně neseným žacím strojem Pöttinger NOVACAT 352 s kondicionérem v agregaci s traktorem John Deere 7530. Celkový pracovní záběr 6,5m čelní, nesená sekce se záběrem 3m a boční nesená sekce se záběrem 3,5m.

### **Obracení**

Obracení hmoty se provede taženým osmi rotorovým čechračem píce Krone KWT 11.22/10 v agregaci s traktorem John Deere 6220. Celkový pracovní záběr 10,95 m.

### **Shrnování**

Shrnování sena se provede taženým čtyřmotorovým shrnovačem píce Krone Swadro 1400 se středovým ukládáním do řádku v agregaci s traktorem John Deere 6230. Celkový pracovní záběr 11m.

### **Lisování**

Lisování sena bude provádět lis na obří hranolové balíky New Holland BB9080 v agregaci s traktorem John Deere 7930. Lisovaná hmota bude nahrabaná na řádcích z celkové plochy 55 ha.

### **Naložení balíků**

Balíky se budou nakládat čelním nakladačem John Deere 631 s vidlemi na balíky v agregaci s traktorem John Deere 6220.

### **Odvoz balíku**

Balíky budou nakládány na dva vleký Pronar T026 v agregaci s jedním traktorem John Deere 6230 který bude přepřahat na poli mezi těmito dvěma vleký. Traktor bude dopravovat plně naložené vleký po 24 balících a bude je dopravovat 4 kilometry od místa naložení k místu složení po zpevněné cestě.

## Vystavění a zabalení stohu:

Vystavění stohu provede Manipulátor JCB 541-70, který bude skládat balíky do rámové konstrukce stroje POMI Wrap 7, který následně zabalí celý stoh do stretchové folie. Tyto dvě operace jsou na sobě závislé a balení stohu bude probíhat postupně tak, jak se bude stavět stoh z balíků. Tuto operaci provede specializovaná firma formou služeb.

### 4.3. Linka na sklizeň slámy se bude skládat z těchto strojů

V lince na sklizeň slámy se použijí stejné stroje od lisování, naložení balíků, odvoz balíků a následné vystavění stohu se zabalením do stretchové fólie. Plocha, ze které se provede sklizeň slámy, bude mít rozlohu 60 ha a proběhne bezprostředně po sklizni obiloviny. Balíky se budou vozit po zpevněné cestě na místo určené k vystavění stohu vzdálené zhruba dva kilometry.

### 4.4. Stanovení fixních a variabilních nákladů pro jednotlivé linky

#### Stanovení fixních nákladů

Ze vztahu 4.3, se vypočítají fixní náklady. Skládají se z nákladů na amortizaci stroje, nákladů na pojištění a nákladů na uskladnění.

$$N_f = rN_a + N_p + N_{usk} \quad [\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (4.3.)$$

$N_f$  – náklady fixní  $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$ ,

$rN_a$  – náklady na amortizaci stroje  $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$ ,

$N_p$  – náklady na pojištění  $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$ ,

$N_{usk}$  – náklady na uskladnění stroje  $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$ .

#### Náklady na amortizaci



Náklady na amortizaci se počítají podle vzorce 4.4. Doba odepisování techniky je 5 let. Technika se bude odepisovat rovnoměrně bez ohledu na její skutečné opotřebení.

$$rN_a = C \cdot \frac{a}{100} \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (4.4.)$$

$C$  – pořizovací cena stroje [Kč],  
 $a$  – roční odepisovací sazba [% · rok<sup>-1</sup>].

### Náklady na pojištění

Náklady na pojištění jsou počítány jako 1% z pořizovací ceny stroje. Vzorec 4.5.

$$N_p = \frac{C_p \cdot S_p}{100} \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (4.5.)$$

$C_p$  – pořizovací cena stroje [Kč],  
 $S_p$  – pojistná sazba [% · rok<sup>-1</sup>].

### Náklady na uskladnění

Při výpočtu je k délce a šířce stroje připočten 1 metr, aby bylo možné techniku dobře uskladnit a bylo možné provádět drobnou údržbu. Vzorec (4.6.) výpočet nákladů na uskladnění strojů.

$$N_{usk} = (D + 1) \cdot (S + 1) \cdot S_g \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (4.6.)$$

$D$  – délka stroje [m],  
 $S$  – šířka stroje [m],  
 $S_g$  – roční sazba za 1m<sup>2</sup> [Kč · m<sup>-2</sup> · rok<sup>-1</sup>].

### Stanovení jednotkových variabilních nákladů

Jednotkové variabilní náklady strojů zahrnují: Náklady na pohonné hmoty, náklady na maziva, náklady na opravu a údržbu a náklady na mzdy zaměstnancům. Spočítají se podle vztahu 4.7.

$$jN_{var} = jN_{phm} + jN_{maz} + jN_o + jN_{mz} \quad [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (4.7.)$$

$jN_{var}$  – jednotkové variabilní náklady  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ ,  
 $jN_{phm}$  – jednotkové náklady na pohonné hmoty  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ ,  
 $jN_{maz}$  – jednotkové náklady na maziva  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ ,  
 $jN_o$  – jednotkové náklady na opravu a údržbu  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ ,  
 $jN_{mz}$  – jednotkové mzdové náklady  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ .

### Jednotkové náklady na pohonné hmoty

Jednotkové náklady paliva se vypočítají pomocí technických parametrů, které udává výrobce strojů a ceny paliva. Spočítají se podle vzorce 4.8.

$$jN_{phm} = P \cdot Q_n \cdot \rho \cdot T_{07} \cdot C_{phm} \quad [\text{Kč}] \quad (4.8.)$$

$P$  – příkon stroje  $[\text{kW}]$ ,  
 $Q_n$  – měrná spotřeba paliva  $[\text{kg} \cdot \text{kW}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$ ,  
 $\rho$  – hustota paliva  $[\text{kg} \cdot \text{m}^3]$ ,  
 $T_{07}$  - čas na provedení operace  $[\text{h}]$ ,  
 $C_{phm}$  – cena paliva  $[\text{Kč} \cdot \text{l}^{-1}]$ .

### Náklady na maziva

Celkové náklady na maziva jsou počítány jako 4% z celkových nákladů na pohonné hmoty, které se spočítají podle vztahu 4.9.

$$jN_{maz} = jN_{phm} \cdot k_m \quad [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (4.9.)$$

$jN_{phm}$  – náklady na pohonné hmoty  $[\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$ ,  
 $k_m$  - koeficient nákladů na maziva.

## Náklady na údržbu

Náklady jsou počítány jako 2% z pořizovací ceny stroje a lze je vyjádřit ze vzorce 4.10.

$$jN_{udr} = \frac{PC \cdot k_u}{100} [\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (4.10.)$$

$PC$  – pořizovací cena stroje [ $\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$ ],

$k_u$  – procentuální sazba nákladů na údržbu [%].

## Jednotkové náklady mzdové

Náklady na platy zaměstnanců jsou počítány jako součin odpracovaných hodin a sazby hodinové mzdy. Pro výpočet částky za mzdy je použit vzorec 4.11.

$$jN_M = \frac{h_m \cdot t}{W_{ha}} [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}] \quad (4.11.)$$

$h_m$  - hodinová mzda [ $\text{Kč} \cdot \text{hod}^{-1}$ ],

$t$  - počet odpracovaných hodin [ $\text{hod} \cdot \text{sez}^{-1}$ ],

$W_{ha}$  - sezónní výkonnost [ $\text{ha} \cdot \text{sez}^{-1}$ ].

## 5. Ekonomické zhodnocení technologické linky pro sklizeň sena a slámy

Investované náklady se do vypočtených cen promítají formou variabilních a fixních nákladů.

Mezi fixní náklady se řadí náklady na amortizaci, náklady na pojištění a náklady na uskladnění strojů. Cena na uskladnění strojů byla stanovena podle místního tarifu na  $90 \text{ Kč} \cdot \text{m}^2$ .

Do variabilních nákladů se řadí jednotkové náklady na pohonné hmoty, jednotkové náklady na maziva, jednotkové náklady na údržbu a jednotkové mzdové náklady.

- Ve vzorci 4.8, jednotkové náklady na pohonné hmoty je počítáno s cenou paliva  $25,2 \text{ Kč} \cdot \text{l}^{-1}$  bez DPH.
- Ve vzorci (12) jednotkové mzdové náklady bylo počítáno s hodinovou sazbou ve výši 130 Kč.
- Z účetní knihy podniku Bemagro Malonty a.s. byly zjištěny pořizovací ceny strojů. Doba odepisování je stanovena na 5 let. Pomocí vzorců vypočteme fixní a variabilní náklady všech použitých strojů. Berme na vědomí, že se stroje, které jsou využity v této lince, nepoužívají pouze na těchto 55 ha. Proto je zapotřebí vědět z podnikové evidence roční využití strojů, které je uvedeno v tabulce 1 a v tabulce 3.
- Zabalení stohu metodou POMY WRAP proběhlo formou služeb a náklady na vystavění stohu byly ve výši 111,3 Kč za balík sena a 104 Kč za balík slámy. Celkem bylo zabaleno 354 balíků sena z plochy 55 ha a 360 balíků slámy z celkové plochy 60 ha. Celkové náklady na stohy vystavění stohu metodou POMY WRAP činily 39 408,5 Kč za stoh z balíků sena a 37 461,6 Kč za stoh ze slaměných balíků.

- Je třeba si uvědomit, že se stroje, které jsou využity v lince na sklizeň sena a slámy, v podniku nepoužívají pouze na tyto pracovní úkony. Z podnikové evidence strojů jsem tedy zjistil roční využití strojů, které se musí zohlednit ve fixních nákladech. Podle výkonností těchto strojů ve zmíněných linkách se vypočte skutečná hodnota pro využití v linkách na sklizeň sena a slámy. Dílčí hodnoty využití strojů v technologické lince na seno nalezneme v tabulce 1. Pro linku na sklizeň slámy nalezneme hodnoty v tabulce 3.

**Tabulka 1 Fixní náklady na stroje pro sklizeň sena**

Stroj	Pořizovací cena	Náklady na amortizaci	Náklady na pojištění	Náklady na uskladnění	Roční využití strojů	Využití ve strojní lince	Celkové fixní náklady
	$C_p$ [Kč]	$N_a$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	$N_p$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	$N_u$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	[mth.rok <sup>-1</sup> ]	[mth]	$N_f$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]
John Deere 7530	2 500 000	500 000	25 000	1 036,8	800	8,3	5 457,6
John Deere 7930	2 900 000	580 000	29 000	1 188	1 000	10,7	6 529
John Deere 6230	1 500 000	300 000	15 000	651,6	600	14,4	7 575
John Deere 6220	1 350 000	270 000	13 500	869,4	700	29,4	11 943,5
NOVACAT 316 F s kondicionérem	450 000	90 000	4 500	453,6	120	8,3	6 567
NOVACAT 352 s kondicionérem	500 000	100 000	5 000	684	120	8,3	7 309,8
lis New Holland BB9080	2 200 000	440 000	22 000	1 957,5	250	10,7	19 857
shrnovač Krone Swadro 1400	1 050 000	210 000	10 500	2 268	90	8,9	22 078,8
čechračem Krone KWT 11.22/10	550 000	110 000	5 500	945	150	8,3	6 469,7
nakladače John Deere 631	250 000	50 000	2 500	237,6	130	15	6 085,1
PRONAR T026	420 000	84 000	4 200	1 155,6	80	14,4	16 162,2
PRONAR T026	420 000	84 000	4 200	1 155,6	80	14,4	16 162,2

**Tabulka 2 Jednotkové variabilní náklady na stroje pro sklizeň sena**

Jednotlivé linky	Stroj	Pohonné hmoty	Náklady na údržbu	Náklady na maziva	Náklady na mzdy	Variabilní náklady
		$jN_{phm}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{udr}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{maz}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{maz}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_v$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]
Sečení	John Deere 7530 + NOVACAT 316 F + NOVACAT 352 s kondicionérem.	212,5	12,5	10,7	25,4	261,1
Obracení	John Deere 6220 + čechračem Krone KWT 11.22/10	106,6	6,9	5,4	19,7	138,6
Nahrabování	John Deere 6230 + Krone Swadro 1400	126	9,2	6,3	21	162,5
Lisování	John Deere 7930 + New Holland BB9080	233,3	18,5	11,8	19,7	283,3
Nakládání balíků	John Deere 6220 s nakladače John Deere 631	71,5	6,9	3,6	35,4	117,4
Odvoz balíků	John Deere 6220 + PRONAR T026	64,8	6,4	3,2	34,2	108,6
Odvoz balíků	John Deere 6230 + PRONAR T026	54,6	6,98	2,7	34,2	98,5

**Tabulka 3 Fixní náklady na stroje pro sklizeň slámy**

Stroj	Pořizovací cena	Náklady na amortizaci	Náklady na pojištění	Náklady na uskladnění	Roční využití strojů	Využití ve strojní lince	Fixní náklady
	$C_p$ [Kč]	$N_a$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	$N_p$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	$N_u$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]	[mth·rok <sup>-1</sup> ]	[mth]	$N_f$ [Kč·rok <sup>-1</sup> ]
John Deere 7930	2 900 000	580 000	29 000	1 188	1 000	11,8	7 200,2
John Deere 6230	1 500 000	300 000	15 000	651,6	600	13,6	7 154,8
John Deere 6220	1 350 000	270 000	13 500	869,4	700	27,7	11 252
New Holland BB9080	2 200 000	440 000	22 000	1 957,5	250	11,8	21 898,8
nakladače John Deere 631	250 000	50 000	2 500	237,6	130	15,6	6 328,5
PRONAR T026	420 000	84 000	4 200	1 155,6	80	13,6	15 190,4
PRONAR T026	420 000	84 000	4 200	1 155,6	80	13,6	15 190,4



**Tabulka 4 Jednotkové variabilní náklady na stroje pro sklizeň slámy**

Jednotlivé linky	Stroj	Pohonné hmoty	Náklady na údržbu	Náklady na maziva	Náklady na mzdy	Variabilní náklady
		$jN_{phm}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{udr}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{maz}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_{maz}$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]	$jN_v$ [Kč·ha <sup>-1</sup> ]
Lisování	John Deere 7930 + New Holland BB9080	256,6	16,8	13	30,6	317
Nakládání balíků	John Deere 6220 s nakladače John Deere 631	71,5	6,9	3,6	33,3	115,3
Odvoz balíků	John Deere 6230 + PRONAR T026	65	6,3	3,3	32,2	106,8
Odvoz balíků	John Deere 6220 + PRONAR T026	85,8	12	4,3	32,3	134,4

V tabulce 5 je počínáno s celkovými variabilními a fixními náklady, ke kterým se připočetly náklady na vystavění stohu. Celkové náklady na jeden vyrobený balík sena byly 437 Kč.

**Tabulka 5 Celkové náklady pro sklizeň sena**

Náklady	Celková cena nákladů
Fixní náklady $N_f$ [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	114 206,4
Variabilní náklady $jN_{var}$ [Kč · ha <sup>-1</sup> ]	1 170
Náklady na vystavění stohu [Kč]	39 408,5
Celkové náklady [Kč]	154 785

V tabulce 6 je počínáno s celkovými variabilními a fixními náklady, ke kterým se připočetly náklady na vystavění stohu. Celkové náklady na jeden vyrobený balík slámy byly 340 Kč.

**Tabulka 6 Celkové náklady pro sklizeň slámy**

Náklady	Celková cena nákladů
Fixní náklady $N_f$ [Kč.rok <sup>-1</sup> ]	84 215,1
Variabilní náklady $jN_{var}$ [Kč · ha <sup>-1</sup> ]	673,5
Náklady na vystavění stohu [Kč]	30 960
Celkové náklady [Kč]	122 350,2

## 6. Závěr

Hlavním cílem mé práce bylo ekonomické hodnocení strojní linky pro sklizeň sena z trvale travních porostů k energetickým účelům. Výsledky jsou velice zajímavé. Porovnal jsem cenu s podnikem AGROENERGO MD S.R.O., který se zabývá sklizní trvale travních porostů a slámy k energetickým účelům. Tento podnik si účtuje za výrobu jednoho balíku sena 620 Kč. Přičemž v podniku, ve kterém jsem provedl měření, byly náklady na jeden balík sena 437 Kč. Celkový cenový rozdíl na ploše 55 ha by tak činil 64 782 Kč. Z těchto čísel je patrný téměř třetinový cenový rozdíl. Stejným způsobem jsem porovnal i technologickou linku na sklizeň slámy, ve které byly cenové rozdíly menší. Výrobní cena jednoho balíku slámy byla 340 Kč. Podnik AGROENERGO MD S.R.O. účtuje cenu za jeden vyrobený balík 402 Kč. Celkový cenový rozdíl by činil 22 320 Kč, což mi nepřijde jako zanedbatelná částka.

V dalším bodu mé práce jsem porovnal linku na sklizeň sena k energetickým účelům s linkou na sklizeň slámy k energetickým účelům. Porovnání výsledků těchto jednotlivých linek byla pro sklizeň sena vyšší z důvodu, že technologické fáze sklizňové linky pro výrobu sena jsou mnohem náročnější na strojové vybavení, než které jsou zapotřební ke sklizni slámy. Čísla hovoří jasně. Náklady na jednu tunu slámy činili  $904 \text{ Kč} \cdot \text{t}^{-1}$ , kdežto náklady na jednu tunu sena  $1\,092 \text{ Kč} \cdot \text{t}^{-1}$ . Pokud ale vezme v úvahu dotaci  $4\,941 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$ , která byla obdržena za sečení trvale travního porostu v dotačním programu na ochranu ptačích lokalit Chřástal polní, tak by dotace pokryla celé náklady na sklizňovou linku a zbylá částka byla v kladných hodnotách  $3\,849 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Z uvedeného vyhodnocení je zřetelné, že je ekonomičtější investovat do technologie pro sklizeň slámy a píce v zavadlém či suchém stavu, než si najímat daleko nákladnější firmu, která by provedla pracovní úkony formou služeb.

Dále se ukázalo, že seno sklizené z těchto porostů, které je pro výživu hospodářských zvířat zcela nevhodné, našlo své využití jako palivo pro energetické využití v elektrárnách spalujících biomasu.

## 7. Použitá literatura

- [1] Význam trvalých travních porostů, článek : 125745 ; vydáno : 5.4. 2013 ;  
autor : ing František Smítal Tisknuto z : KIS Pardubice
- [2] Ekonomika pěstování a využití biomasy z energetických plodin a trvalých  
travních porostů In: Sborník přednášek z mezinárodního odborného semináře  
Produkcja a možnosti využitia polnohospodárskej biomasy  
autor: Abrham Z.;
- [3] Agroenvironmentální opatření české republiky 2007–2013 dostupné z  
<[http://www.bioinstitut.cz/documents/brozura\\_agroenvi\\_opatreni\\_5.pdf](http://www.bioinstitut.cz/documents/brozura_agroenvi_opatreni_5.pdf)>.
- [4] Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin, ČSÚ č.j.: 114/2009 – 2430
- [5] Wikipedia, Chřástal polní, dostupné z  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Ch%C5%99%C3%A1stal\\_poln%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Ch%C5%99%C3%A1stal_poln%C3%AD)>.
- [6] Energetické využití biomasy, dostupné z  
<<http://www.nazeleno.cz/cz/hledani/default.aspx?allwords=Energetick%C3%A9+vyu%C5%BEit%C3%AD+biomasy&catid=20&x=16&y=26>>.
- [7] Biomasa: obnovitelný zdroj energie. Praha: FCCPUBLIC, 2004. 286 s. ISBN  
80-86534-06-5.  
autor: Pastorek, Z.; Kára, J.; Jevič, P
- [8] Impacts of biofuel production on biodiversity in Europe. Tilburg: European  
Centre for Nature Conservation, 2008.  
kolektiv autorů: Biemans, M., Waarts, Y., Nieto, ., Goba, V., Jone-Walters, L.  
Zöckler, Ch.
- [9] Pěstování rostlin 1: učebnice pro střední zemědělské školy Autor: Milan Teksl
- [10] Wikipedia, Seno, [on-line], [cit. 2013-04-28], Dostupné z  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Seno>>.

[11] Stroje pro sklizeň píce a obilovin, skriptum, ČZU, Praha, 2000, 253 s., ISBN 80-213-0738-2

kolektiv autorů: BŘEČKA, J., HONZÍK, I, NEUBAUER, K.

[12]. Wikipedia, Sláma, [on-line], [cit. 2013-04-28], Dostupné z <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Sl%C3%A1ma>>

[13]. .: Zpracování slámy na topné účely. Zemědělec. 24/2012, s. 12-18.

kolektiv autorů: Bejlek, J.; Sladký, V

[14] Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha, [on-line], [cit. 2013-04-28], Dostupné z <[http://www.agroweb.cz/Slama:-sklizen-zpracovani\\_\\_s1595x56500.html](http://www.agroweb.cz/Slama:-sklizen-zpracovani__s1595x56500.html)>.

autor: Ing. Jiří Souček, Ph.D.,

[15], Technika a technologie pro rostlinou výrobu – návody do cvičení MZLU Brno 2003

autor: Červinka, J., a kolektiv

[16] Agroenvironmentální Opatření České Republiky 2007–2013 dostupné z

<[http://www.bioinstitut.cz/documents/brozura\\_agroenvi\\_opatreni\\_5.pdf](http://www.bioinstitut.cz/documents/brozura_agroenvi_opatreni_5.pdf)>.

## **8. Zdroje obrázků:**

Obrázek 1: způsob sečení travních porostů.

Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin, ČSÚ č.j.: 114/2005 – 2430

Obrázek 2: schéma strojní linky pro sklizeň píce, sena a následnou manipulaci

<http://www.agropartner.cz/?i=2099/farma-rodiny-skarydu>

Obrázek 3: Technologické schéma lisu na velké hranolovité balíky

Propagační materiál: program techniky pro sklizeň a krmivo KRONE.

Obrázek 4: samonakládací vůz CRAI CP 220 P

<http://www.faguspraha.cz/aktuality/crai-cp-220.html>

Obrázek 5: nakládání balíků slámy strojem MANITOU na traktorový přívěs

<http://www.chlagro.cz/stroje-pro-lisovani-a-svoz-slamy>