

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky
Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky
Vedoucí katedry: doc. Ing. Antonín Jelínek CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ZPRACOVÁNÍ PŘEHLEDU STROJNÍCH LINEK VHODNÝCH PRO
SKLIZEŇ PÍCE URČENÉ K ENERGETICKÝM ÚČELŮM

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor bakalářské práce: Pavel Marousek

Rok vydání: 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel MAROUSEK**
Osobní číslo: **Z10052**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**
Název tématu: **Zpracování přehledu strojních linek vhodných pro sklizeň píce určené k energetickým účelům.**
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 :

Omezené zásoby fosilních paliv vedou v současné době k hledání dalších zdrojů k pokrytí narůstající spotřeby energie. Mezi těmito zdroji patří k nejvýznamnějším biomasa. Její předností je dostupnost a zejména obnovitelnost. V současné době se zvyšuje zájem o spalování energetických rostlin, hlavně spalování slámy a sena sklizeného z trvalých luk a pastvin. Slámu a seno z travních porostů používané pro přímé spalování vzhledem k velkému objemu je nutné upravit. Výrobou topných briket či pelet se dosáhne zmenšení objemu,lepší se manipulace s materiálem a sníží se potřeba skladovacích prostorů.

Hlavním cílem práce je zpracování přehledu linek vhodných pro sklizeň a zpracování biomasy pro výrobu pelet, briket či granulí. Dalším cílem je zpracování přehledu investičních nákladů na pořízení navržených linek.

V práci se zaměřte na:

1. Linky na výrobu tvarovaných paliv vhodné pro podniky zemědělské prvovýroby.
2. Linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarovaných paliv.
3. Linky pro sklizeň sena pro výrobu tvarovaných paliv.

Práci doplňte přehledem investičních nákladů na pořízení navržených linek.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

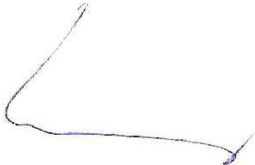
- 1] Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky, MŽP, Praha 2005;
- [2] Koncepce agrární politiky ČR pro období po vstupu do EU (2004 - 2013), www.mze.cz;
- [3] Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2005, Ministerstvo zemědělství ČR, www.mze.cz;
- [4] KOHOUTEK, A., POZDÍŠEK, J.: Vliv obhospodařování travních porostů na výnos, kvalitu a konverzi píče skotem. In: Sborník mezinárodní vědecké konference, Praha, ÚZPI 2005: 19-32. ISBN: 80-86555-75-5;
- [5] KOLLÁROVÁ, M., ALTMANN, V., JELÍNEK, A., PLÍVA, P.: Zásady pro zpracování zbytkové biomasy z údržby TTP, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha, 2008. ISBN 978-80-86884-32-5;
- [6] ŠARAPATKA a kol.: Trvalé travní porosty v ekologickém zemědělství, PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk, prosinec 2005;
- [7] ŠARAPATKA, B., ČIŽKOVÁ, S., SUCHÁNEK, B.: Ekologické zemědělství v mikroregionu Jeseníky. VUP Olomouc, 2001, 84 p.;
- [8] ŠARAPATKA, B., URBAN, J. a kol.: Ekologické zemědělství, II. díl. PRO-BIO, 2005, 334 p.;
- [9] NOSKIEVIČ, P. a kol.: Biomasa a její energetické využití. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 68s. ISBN 80-7078-367-2;
- [10] <http://biom.cz/>, <http://ekowatt.cz/>, <http://energie.tzb-info.cz/>;
- [11] JUCHELKOVÁ, D., PLÍŠTIL, D.: Energetické využívání tvarově upravených produktů z biomasy a alternativních paliv. In: Briketovanie a peletovanie, Bratislava 2004, ISBN 80-227-2146-8, str. 51-55.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Fríd, CSc.**

Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

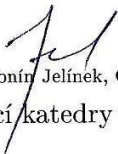
Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2013**


Ing. Karel Suchý, Ph.D.

roděkan pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Študentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 27. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Milana Frída, CSc., a že jsem uvedl všechnu použitou literaturu a jiné podklady, ze kterých jsem čerpal.

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 (v úpravě vzniklé vypuštěním částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, dne 12. 4. 2013

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Milanu Frídovi. CSc. za cenné rady a připomínky k této práci. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu a nemalé finanční prostředky a v neposlední řadě také své přítelkyni za podporu a cenné připomínky. Velký dík patří také firmě Himel, Agrozet České Budějovice a Some Jindřichův Hradec za poskytnutí podkladů pro teoretickou část této práce.

Abstrakt

Tato práce je zaměřená na zpracování přehledu linek pro sklizeň píce a slámy určené k energetickým účelům. Dále tato práce zaměřená na zpracování přehledu strojních linek na výrobu tvarovaných paliv pro podniky zemědělské prvovýroby.

Teoretická část této práce je zaměřená na biomasu získanou z polí a luk, způsoby její úpravy a následného využití. Dále je v této části popsáno složení každé linky, účel jednotlivých strojů strojní linky a konstrukční provedení těchto strojů.

V praktické části je nastíněn popis konkrétních linek, technické parametry jednotlivých strojů strojní linky, jejich investiční náročnost a doba návratnosti investice.

Klíčová slova: strojní linka, biomasa, peletování, briketování, tvarované palivo, pořizovací náklady

Abstract

This thesis is focused on making a survey of lines for harvesting forage and straw intended for energy purposes. Furthermore, this thesis is focused on making a survey of machinery lines for the production of molded fuel for primary agricultural enterprises.

Theoretical part of this thesis is focused on biomass derived from fields and meadows, ways of its processing and subsequent use. Composition of each line, the purpose of each machine of machinery line and the construction process of these machines is described further in this section.

In the practical part a description of specific lines, technical parameters of each machine of machinery line, their investment costs and payback period are outlined.

Keywords: machinery line, biomass, pelleting, briquetting, shaped fuel, straw, cost

Obsah

1	Úvod a cíl.....	12
2	Literární rešerše.....	13
2.1	Biomasa	13
2.1.1	Zdroje a využití biomasy	13
2.2	Výroba tvarových paliv	15
2.2.1	Strojní linky pro výrobu tvarovaných paliv.....	16
2.2.2	Briketování	24
2.2.3	Peletování	27
2.2.4	Strojní linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarovaných paliv.....	35
2.2.5	Strojní linky pro sklizeň píce pro výrobu tvarovaných paliv	52
3	Metodika.....	59
3.1	Výpočet provozních nákladů	59
3.1.1	Celkové roční provozní náklady	59
3.1.2	Položky potřebné pro výpočet provozních nákladů	62
4	Navrhované strojní linky	63
4.1	Příklady strojních linek pro výrobu tvarovaných paliv	63
4.1.1	Peletizační linka KOVO NOVÁK	63
4.1.2	Peletizační linka firmy ATEA	65
4.1.3	Mobilní peletizační linka firmy Himel.....	67
4.1.4	Peletizační linka 1000 Standart firmy Propelety	69
4.1.5	Briketovací linka firmy Himel	71
4.1.6	Briketovací linka Agrolis 170	76
4.2	Příklady strojních linek pro svoz píce a sena určené na energetické účely	79
4.2.1	Strojní linka pro sklizeň slámy ve formě hranolových balíků	79

4.2.2	Strojní linka pro sklizeň slámy ve formě válcovitých balíků	80
4.2.3	Strojní linka pro sklizeň píce ve formě hranolových balíků.....	82
4.2.4	Strojní linka pro sklizeň píce ve formě válcových balíků	83
5	Závěr.....	86
6	Seznam použité literatury	87

1 Úvod a cíl

V současné době je hodně diskutované téma využití energeticky obnovitelných zdrojů pro vytápění objektů či výrobu energie. Podmětem k tomu je ubývající zásoby fosilních paliv a zvyšující se koncentrace CO₂. Jedním z obnovitelných zdrojů je biomasa, která lze, mimo jiné získat i ze slámy či sena, které je lisováno do pelet či briket. Důvodem tohoto lisování je lepší objemová hmotnost píce, která je po slisování 600 až 700 [kg/m³], což umožňuje lepší efektivitu dopravy, lepší manipulaci a také lepší využití při spalování. Výroba tvarovaných paliv z rostlinné biomasy přináší nová pracovní místa nejen v zemědělství. Využití této biomasy je nejen v tepelných elektrárnách a teplárnách, ale i vytápění rodinného domu. Vytápění domácností lze i díky vhodnému tvaru tvarovaných paliv zautomatizovat a tak docílit lepšího využití energie poskytnutou těmito palivy. Zároveň se domácnost postupně zbavuje závislosti na fosilních palivech jako je zemní plyn a uhlí. Přitom energie, kterou je domácnost vytápěna pochází z jejího nedalekého okolí.

Vliv samotného zaorávání slámy na výnos je uváděn jako poměrně nevýrazný, někdy dokonce záporný. Organické látky jsou v půdě při optimálních vlhkostních podmínkách a vyrovnání poměru C:N (20 až 30:1) velice rychle mineralizovány. V půdě se pak nevytváří složky stabilní organické hmoty. Sláma lehce přispívá k bilanci živin, ta je však výraznější pouze u draslíku, menší u fosforu. Z tohoto důvodu nalézá sláma lepší ekonomické využití v podniku zemědělské prvovýroby jako vstupní surovina pro výrobu tvarovaných paliv a to i za cenu nákladů na pořízení minerálních hnojiv. [16]

Teoretická část této práce popisuje vzniky biomasy a její využití. Dále popisuje jednotlivé linky pro výrobu tvarovaných paliv pro podniky zemědělské prvovýroby. Také se zaměřuje se na principy fungování těchto linek.

Hlavní cíl této práce je uveden v praktické části a zobrazuje přehled vybraných linek, pro výrobu tvarovaných paliv a pro sklizeň rostlinné biomasy, z které se tyto paliva vyrábějí. Dále je v praktické části zpracován přehled investičních nákladů a návratnost investic.

2 Literární rešerše

2.1 Biomasa

Biomasa vzniká díky dopadající sluneční energii. Jde o *hmotu organického původu*. Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce. Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Další její výhodou je její nevyčerpatelnost.

Nevýhodou je nízká účinnost přeměny slunečního záření na energii. Z hektaru pole získáme hmotu s energetickým obsahem 40 až 90 [MW/h], podle typu plodiny. To je méně než 1 % slunečního záření, které na tuto plochu za rok dopadne. Při zpracování biomasy a konečném spalování získaného paliva vznikají další ztráty. [1]

Druhy biomasy

Suchá - zejména dřevo a dřevní odpady, sláma a další suché zbytky z pěstování zemědělských plodin. Lze ji spalovat přímo, případně po dosušení.

Mokrá - zejména tekuté odpady, jako kejda a další odpady ze živočišné výroby a tekuté komunální odpady. Nelze ji spalovat přímo, využívá se zejména v bioplynových technologiích.

Speciální biomasa - olejnin, škrobové a cukernaté plodiny. Využívají se ve speciálních technologiích k získání energetických látek, zejména k získání bionafty nebo lihu. [1]

2.1.1 Zdroje a využití biomasy [1]

a. Biomasa získaná z odpadů

- **rostlinné odpady** - ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin, a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch.

- **lesní odpady** - po těžbě zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky).
- **organické odpady průmyslových podniků** - dřevní odpady z dřevozpracujících podniků (odřezky piliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce.
- **odpady ze živočišné výroby** - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady přidružených zpracovatelských kapacit.
- **komunální organické odpady** - kaly organický tuhý komunální odpad.

b. Biomasa získávaná cíleně k výrobě energie z energetických plodin

- **lignocelulózou** - biomasa, která je získávána pěstováním obilí, dřevin a píce.
- **olejnaté** - biomasa získaná ze semen olejnin.
- **škrobno - cukernaté** - biomasa získaná z brambor, cukrové řepy, obilí (zrno), topinamburu, cukrové třtiny, kukuřice.

Využití biomasy spočívá v její přeměně na elektrickou a tepelnou energii. Způsoby výroby elektrické a tepelné energie z biomasy jsou závislé na fyzikálních a chemických vlastnostech biomasy (např. vlhkost). Obsah sušiny má vliv na volbu způsobu využívání energie. Hodnota 50 % sušiny v biomase je přibližná hranice mezi mokřými a suchými procesy. [2]

2.1.1.1 Druhy procesů výroby energie z biomasy

1. **Suché procesy - termochemické**

Tyto procesy se využívají v teplárnách, elektrárnách, kde slouží k výrobě páry, která pohání turbínu, ale i v domácnostech, kde mají automatické zplynovací kotle.

- spalování - podíl částí zplynovaných při spalování biomasy je vysoký a vzniklé plyny mají velmi různé spalovací teploty, proto se také stává, že ve skutečnosti hoří pouze část paliva. [1]
- pyrolýza - Jde o zahřívání biomasy bez přístupu vzduchu. Dřevoplyn se odvádí do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise a vyšší účinnost [1]
- zplynování - ze suché biomasy se působením vysokých teplot uvolňují hořlavé plynné složky, tak zvaný *dřevoplyn*. Jestliže je přítomen vzduch, dojde k hoření, jde o *prosté spalování*. [1]

2. Mokrý procesy - biochemické přeměny biomasy

Těchto procesů se využívá v bioplynových stanicích, zde se z biomasy vytváří bioplyn, jehož hlavní složkou je metan, či etanol, který se spaluje v kogeneračních jednotkách a vyrábí elektrická či tepelná energie.

- alkoholové kvašení - je biochemický proces, při kterém jsou rostlinné polysacharidy přeměňovány na alkohol za přítomnosti kvasinek. Kvasinky vlastní enzymy, kterými přeměňují rostlinné sacharidy na etanol a oxid uhličitý za vzniku tepla a energie. [3]
- metanové kvašení - Jedná se o rozklad organických látek v uzavřených nádržích, bez přístupu kyslíku. Hlavním produktem je bioplyn. Je to proces, kdy se organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn, vzniká díky anaerobním bakteriím. Bioplyn obsahuje cca 55-70 % objemových procent *metanu*, výhřevnost se proto pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ/m³ [1].

2.2 Výroba tvarových paliv

Využití tvarovaných paliv vyrobených ze sena a slámy přináší mimo jiné i pracovní místa nejen v zemědělství. Výroba tvarovaných paliv pomáhá snižovat závislost domácností, elektráren, či tepláren na zemním plynu a uhlí. Ke spalování těchto paliv je nejlepší využít automatické zplynovací kotle.

Sláma, kůra, dřevní piliny, ale i jiné materiály jsou jako zdroj biomasy značně nehomogenní, proto je lepší z těchto materiálů vyrobit tvarovaná paliva. Například sláma má objemovou hmotnost pouze 50 - 80 kg/m³. Z tohoto důvodu je skladování, manipulace a doprava neefektivní.

Biomasa se lisuje pod tlakem 80 až 150 MPa při teplotě 120 C°. Při této teplotě se z buňkových struktur biomasy uvolňuje lignin. Ten při dostatečné tuhosti slisovaného materiálu a v kombinaci s pomalým ochlazováním působí jako pojivo. [14] K výrobě tvarovaných paliv slouží speciální lisy, které jsou součástí linek pro zpracování biomasy.

Takto upravená biomasa zlepšuje manipulaci, snižuje náklady na přepravu a také zvyšuje využití při spalování.

Výroba dřevních briket se v České republice rozvíjí od počátku 90. let a výroba pelet pak od druhé poloviny 90. let. Od roku 2004 prudce narůstá výroba „alternativních“ rostlinných pelet ze zemědělských odpadů.

V roce 2007 byla zprovozněna velká peletárna firmy Leitinger Bio Pellets Paskov s.r.o. ve Staříči. Výroba briket a pelet z ostatních materiálů (konopí, záměrně pěstované energetické rostliny) je stále nevýznamná. V roce 2007 bylo v rámci statistiky MPO bilancováno přes 70 firem vyrábějících brikety a přes 60 firem vyrábějících pelety. Kapacita výrobních linek činí přes 425 000 tun za rok. [5]

Linka pro výrobu tvarovaných paliv musí být kryta halou. Na tuto halu musí být napojen sklad na palivo či zásobník paliva. Pro uskladnění balíků postačí přístřešek či uskladnění v POMI WRAP.

2.2.1 Strojní linky pro výrobu tvarovaných paliv

Je seřazení několika strojů (popřípadě souprav nebo skupin strojů), včetně obsluhy, k vykonávání časové za sebou bezprostředně následujících operací určitého pracovního procesu a navazujících na sebe svou funkcí, technickými parametry a výkonností. Do strojní linky může být na konec nebo na začátek zařazen i jiný technický prostředek než stroj (například skladovací prostor)[15]

Jsou určeny pro efektivní zpracování biomasy (sláma, seno, slupky, plevy, výmlaty apod.) z obilnin, olejnin, luskovin, travin a energetických rostlin na kvalitní tvarované palivo. [4]

Linku tvoří [4,6,7,8,9]

Manipulační prostředek, podávací stůl, rozdružovač balíků, drtič slámy, pneumatický dopravník, mezizásobník s filtrací prachu, dávkovací zařízení, lis nebo granulátor, odsavač prachu, čistící a vibrační dopravník, chladicí dopravník, balící zařízení, rozvodná skříň

- manipulační prostředek na obrázku 1 dopravuje slámu či píci slisovanou do balíku na podávací stůl nebo posuvný dopravník pomocí vidlí či svěrného drapáku. Rovněž lze lopatou manipulátoru nakládat tvarované palivo na přepravní zařízení.



Obrázek 1 - Manipulátor [19]

- podávací stůl nebo posuvný dopravník na obrázku 2 dopravuje balíky slámy či píce pomocí příček upevněných na taženém řetězu nebo pomocí řetězu s výstupky, který je uprostřed podávacího stolu.

Oba tyto způsoby dopravy balíků do rozdružovače regulují rychlost celé výroby pomocí regulace rychlosti posuvu, tím je možné odstranit mezery mezi balíky způsobené nepřesným dávkováním balíků manipulátorem. Rychlost posuvu je regulována pomocí frekvenčního měniče. Posuv je zajištěn pomocí elektromotorů.



Obrázek 2 - Podávací stůl [6]

- rozdružovač balíků na obrázku 3 rozdružuje válcovité a hranolové balíky. Před tím to rozdružováním je nutno odstranit provázky či svinovací síť, která by se posléze namotávala na rozdružovací elementy a tím by klesala účinnost rozdružovače. V rozdružovači jsou umístěny dva válce a šnek odvádějící materiál z rozdružovače do drtiče.



Obrázek 3 - Rozdružovač balíků [6]

- drtič slámy na obrázku 4 má za úkol upravit rozdruženou slámu na řezanku o délce kolem 0,008 m.
Surovina je do tohoto drtiče dopravována buď šnekovým či pásovým dopravníkem.

Drtič slámy drtí slámu pomocí nožů, které jsou otočně uloženy na válci a při dostatečně vysokých otáčkách se nože vlivem odstředivé síly vzpřímí tak, že jejich osa souměrnosti je kolmo k válci. Tyto nože se při rotování pohybují mezi pevně uloženými noži na tělese drtiče slámy.



Obrázek 4 - Drtič slámy [6]

- pneumatický dopravník na obrázku 5 dopravuje řezanku do mezizásobníku. Hlavní části pneumatického dopravníku je potrubí a ventilátor hnaný elektromotorem.



Obrázek 5 - Pneumatický dopravník [6]

- mezizásobník s filtrací prachu na obrázku 6 slouží k vyrovnávání množství materiálu pro lis. Tím je zabezpečeno rovnoměrné dávkování materiálu lisu.

Filtr zbavuje vzduch, který dopravuje řezanku do mezizásobníku, prachových částic, aby linka splňovala normy čistoty vzduchu.



Obrázek 6 - Mezizásobník s filtrací [6]

- dávkovací zařízení (šnekový dopravník) na obrázku 7 se používá pouze u linek na výrobu briket. Šnekový dopravník, který je uložen svisle a je umístěn v dávkovacím hrdle lisu dávkuje materiál do prostoty před píst.



Obrázek 7 - Dávkovací zařízení [6]

- lis nebo granulátor na obrázku 8 slouží k briketování nebo peletování. Jedná se o hlavní stroj linky pro výrobu tvarovaných paliv.

Lis slouží k výrobě briket pomocí pístu, který tlačí materiál do zmenšujícího se kulatého průřezu.

Granulátor vyrábí pelety pomocí matrice a vroubkované rolny, která protlačuje materiál přes matrici.



Obrázek 8 - Granulátor (vpravo) a briketovací lis (vlevo) [6]

- odsavač prachu na obrázku 9 slouží k zajištění kvalitního pracovního prostředí s minimem prachových částic. Odsáté prachové částice se vracejí do mezizásobníku, který je opatřen filtrací vzduchu.



Obrázek 9 - Odsavač prachu [6]

- čistící a vibrační dopravník na obrázku 10 odstraňuje částice tvarovaných paliv, které se po vylisování drolí z pelet. Tyto částice se vrací zpět do mezizásobníku, kde jsou připraveny na opětovné slisování.



Obrázek 10 - Čistící a vibrační dopravník [6]

- chladicí dopravník na obrázku 11 ochlazuje pelety, které při výstupu z granulátoru mají teplotu až 90 C°. Ochlazením na 40 C° získají pelety potřebnou pevnost a odolnost proti odrolu.

Dno chladiče je ze síta s pohyblivým roštem, které má děrování vždy o 0,002 m menší, než vyráběné pelety. Síto slouží separaci případného odrolu a také k nasávání studeného vzduchu pomocí ventilátoru. Veškerý separovaný prach a odrol je šnekovým dopravníkem přesunut zpětně k peletizaci



Obrázek 11 - Chladicí dopravník [6]

- balící zařízení

pelety jsou baleny do pytlů o hmotnosti 25 kg a do big bagů o hmotnosti 1000 kg, případně do nákladních automobilů či cisteren.

brikety jsou baleny do smršťovací fólie o hmotnosti 10 a 15 kg.

- rozvodná skříň s kompletním řízením linky - obsahuje řídicí terminál, který přijímá signály od čidel teploty, vlhkosti, hmotnosti a tlaku, na jejich základě a na základě nastavení řídí řídicí terminál výrobní proces.

Strojní linky lze dále na přání zákazníka rozšířit o:

- zásobník a šnekový dopravník pro příměsi
- sušičku - sušení je důležité u píce či slámy s vyšším obsahem vlhkosti jak 14 %. Jedná se o velmi energeticky náročný proces, sušení je možné rekuperací tepla z chlazení.

- dopravník nebalené slámy - pro dopravu píce a slámy, která není slisovaná do balíků.

2.2.2 Briketování

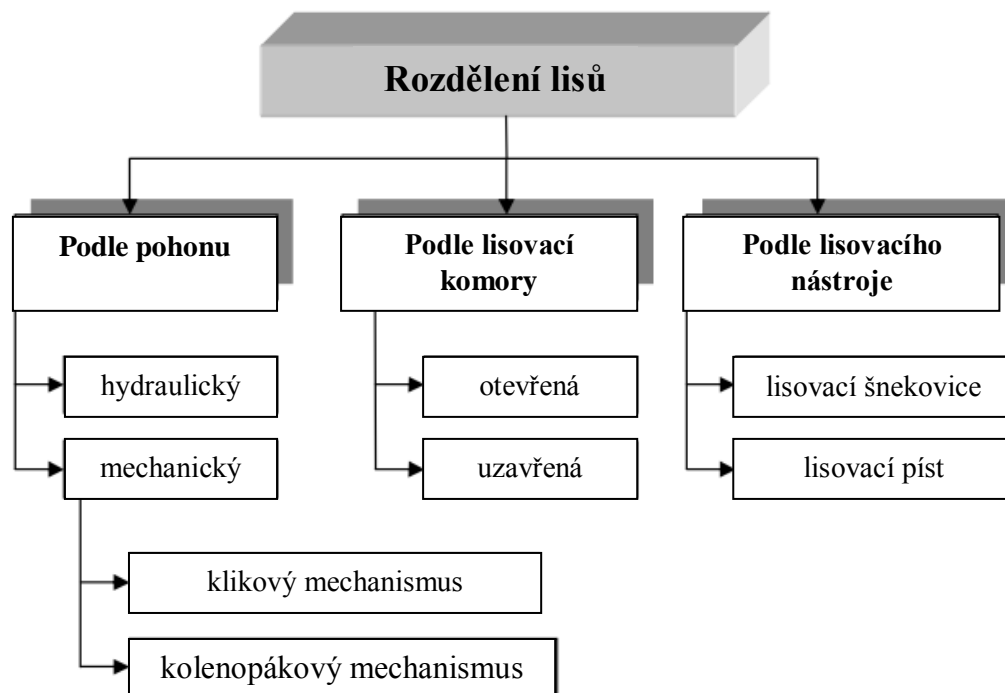
Brikety jsou vyráběny lisováním bez dalších přídavných směsí, pojiv nebo lepidel např. ze suchého dřevního prachu, drtě, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných zbytků do tvaru válečků, hranolů nebo šestistěnů, o průměru 0,04 až 0,1 m a délky do 0,003 m. Podle zvoleného typu materiálu, se na trhu můžeme setkat s briketami ze dřeva, kůry, slámy, energetických plodin. [3] Brikety vyrobené ze směsi těchto materiálů jsou směsné brikety. Brikety se vyrábí ve čtyřech základních tvarech: válcový, válcový se středovým otvorem, kvádrový a n-úhelníkový. Tvar brikety závisí na briketovacím stroji. Válcová briketa bývá většinou vyrobena na lisech s klikovým mechanismem. Závitové briketovací lisy produkují kvádrové a n-úhelníkové brikety. Kvádrové a válcové brikety vyrábí kvádrové a válcové brikety.

Brikety mají díky své vysoké objemové hmotnosti, která se pohybuje okolo 1000 až 1200 [kg/m³], [3] Vlhkost briket je poměrně nízká a stabilní, pohybuje se okolo 8 % a také nízký obsah popele, který je 1 až 3 %.

Brikety jsou vyráběny z dřevních nebo rostlinných zbytků silným stlačením, které se nazývá briketování. Briketováním vzniká pevné biopalivo, řadící se svou výhřevností, pohybující se v rozmezí 12 až 18 [MJ/kg], mezi hnědé a černé uhlí.[3] Tvar briket umožňuje ekonomické skladování, dobrou manipulaci a vysoký komfort při topení v kotlích na tuhá paliva.

Princip briketování je známý 75 let. [14] První brikety byly vyrobeny v Americe a jako pojivo se používal asphalt.

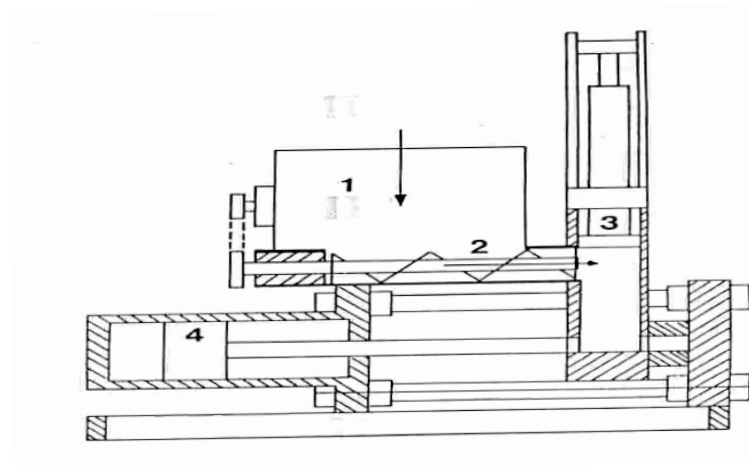
2.2.2.1 Briketovací lisy



Hydraulický lis

Lisovací síla je vyvinuta přímo pístem hydromotoru. Hydraulický lis na obrázku 12 je tichý a konstrukčně jednoduchý. Achylovou patou tohoto lisu je vysoké opotřebování hydrauliky v důsledku vysokých tlaků kolem 80 až 140 MPa, které se projevuje úniky hydraulické kapaliny. Podíl ceny hydrauliky je 60 % celého stroje.

Lisovaný materiál je dodáván do zásobníku (1). Frekvenčně spouštěná podávací šnekovice (2) dopravuje materiál do prvního stupně lisování. Zde je materiál předlisovaný pístem (3) a konečné lisování provede píst (4). Výkonnost stroje je možné regulovat frekvencí otáčení podávací závitovky. [12]

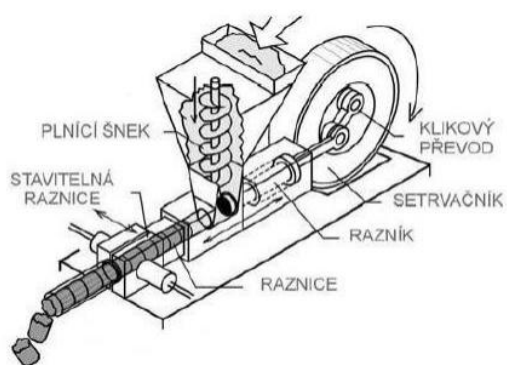


Obrázek 12 - Hydraulický briketovací lis [12]: 1 - zásobník, 2 - podávací šnekovice, 3 – hydraulický píst pro primární lisování, 4 – lisovací píst pro sekundární lisování

Mechanický pístový lis

Hlavním tělesem mechanického pístového lisu na obrázku 13 je klikovým mechanismem poháněný píst, který koná vratný pohyb v lisovací komoře. Rovnoměrnost pohybu pístu, a tím i menší energetickou náročnost, zajišťuje setrvačnick upevněný na hřídeli klikového mechanismu. Klikový mechanismus je hnaný elektromotorem většinou prostřednictvím řemene. Výlisek je na výstupu z lisu zkrácen na požadovanou délku.

Splňují nároky na pevnost briket. Ovšem odpadají náklady na opravy šnekovice a výměnu ložisek.

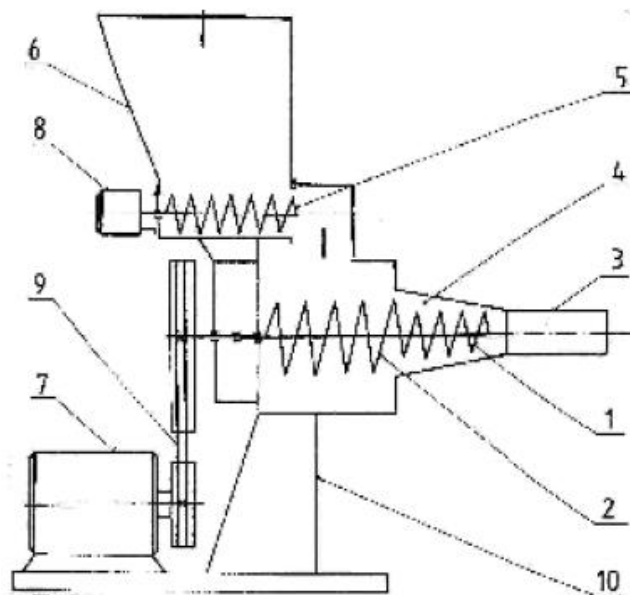


Obrázek 13 - Mechanický briketovací lis [9]

Šnekový lis

U šnekového lisu na obrázku 14 je lisování prováděno sekundární šnekoví (2), která stlačuje materiál do zúženého průřezu lisovací komory (4). Tvar brikety je dán tvarem zúženého průřezu lisovací komory (3). Zpravidla bývá N-úhelníkový. Kvalita briket je vysoká, přesto že probíhá kontinuálně. Briketování na tomto lisu je od předešlých způsobů briketování tišší.

Vlivem vysokého tření mezi lisovaným materiálem a nástrojem dochází k rychlému opotřebení sekundární šnekovice a ložisek. Cena šnekovice a následné náklady na údržbu jsou potom vysoké. [14]



Obrázek 14 - Schéma šnekového lisu [12]: 1 - Třmen sekundární šnekovice, 2 - Sekundární šnekovice, 3 - Zúžený průřez lisovací komory, 4 - Lisovací komora, 5 - Primární šnekovice, 6 - Násepka, 7 - Elektromotor sekundární šnekovice, 8 - Elektromotor primární šnekovic

2.2.3 Peletování

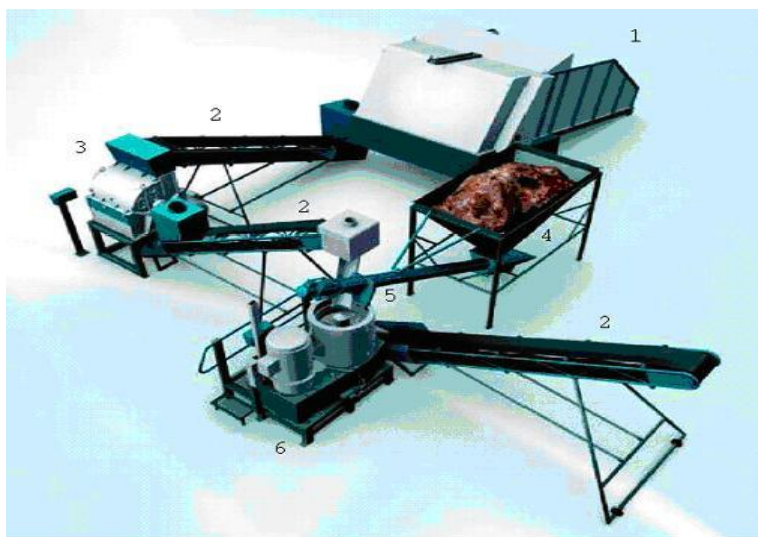
Pelety na obrázku 16 jsou vysoce stlačené výlisky válcovitého tvaru, nejčastěji jsou vyráběny v průměru 0,006 m a různorodé délce 0,005 – 0,04 m. [3]

Vyrábějí se z dřevní hmoty, z rostlin nebo z jejich vzájemných směsí. Vstupní materiál musí být vždy dostatečně vysušen. Vlhkost slámy nesmí překročit 14 %.

Lisování biomasy na pelety, jinými slovy peletování, probíhá na prstencové nebo ploché matrici bez dalších přídavných směsí, pojiv, či lepidel. [3] Tímto způsobem vzniká nové biopalivo s vysokou energetickou hustotou, tepelnou výhřevností a výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování, předzásobení a automatický přívod paliva k topeništi. Pro soudržnost dřevěných pelet má kromě vysokého tlaku význam také obsah ligninu ve dřevě. [3] Pelety svým tvarem a velikostí umožňují automatizaci spalování.

Peleta má výhřevnost 16 až 18 [MJ/kg] při měrné hmotnosti pelety 850 [kg/m³] a maximální vlhkosti 10 %. [3]

Na obrázku 15 je zobrazeno schéma linky na výrobu pelet. Tato linka může kromě slámy a píce zpracovávat i dřevní piliny, které se sypou do násypky (5). Lze tak vyrábět pelety ze směsného materiálu. Linka není vybavena korečkovým dopravníkem, který by vyrobené pelety dopravil do zásobníku, tudíž je nutné pod pásový dopravník umístit přepravní zařízení, kontejner nebo AG-BAG.

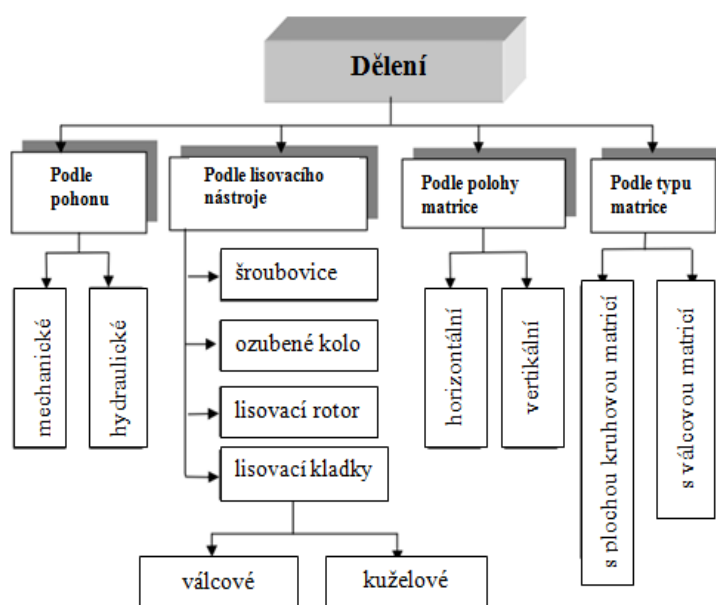


Obrázek 15 - Schéma výrobní linky tvarovaných paliv [11]: 1 - rozdružovací stůl, 2 - pásové dopravníky, 3 - drtič slámy, 4 - násypka, 5 - šnekový dopravník, 6 - granulátor



Obrázek 16 - Druhy pelet [3]: Pelety z řepkové slámy (vlevo nahoře), ze slunečnicové slámy (vpravo nahoře), ze šřovíku (vlevo dole), ze sena (vpravo dole)

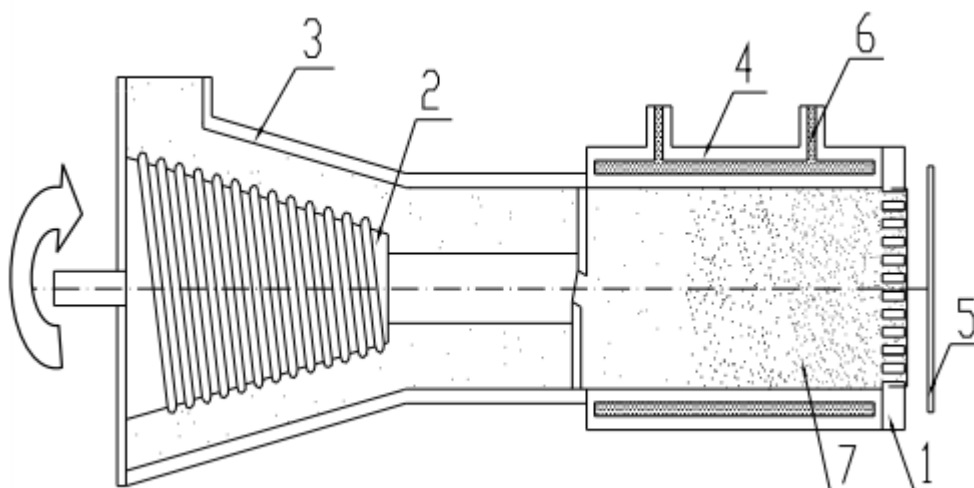
2.2.3.1 Peletovací stroje



Šroubový peletovací stroj (Obrázek 17)

Pracovním nástrojem šroubového peletovacího stroje na obrázku 17 je šroubovicový podavač (2). Dodává materiál do lisovací komory (3) a zároveň ho stlačují. Pod vysokým tlakem je materiál protlačovaný přes kruhovou matici (1). Teplota lisovací komory je stabilizovaná chladicím médiem (6). Protlačené pelety se ulamují při doteku s pevnou deskou (5). [12]

Výhodou tohoto peletovacího stroje je snadná výměna matrice, tedy i snadnost změny průměru pelet. Další výhodou je plynulý chod výroby pelet. Mezi nevýhody patří nutnost chlazení a nízká výkonnost.



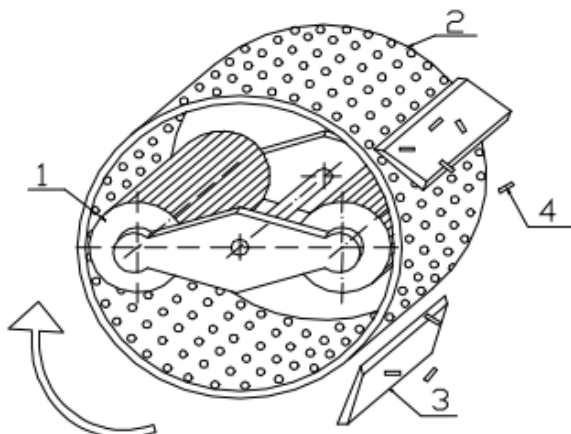
Obrázek 17 - Schéma šroubového peletovacího stroje [12]: 1 – matrice, 2 - šroubovicový podavač, 3 – lisovací komora, 4 – chladič, 5 – nůž, 6 – chladící médium, 7 – zpracovávaný materiál

Horizontální peletovací stroj s válcovými kladkami a válcovou maticí

Materiál se do tohoto lisovacího stroje, který je na obrázku 18, dodává ve směru osy rotace matrice.

Válcové kladky (1) jsou upevněny na unášeci, který se neotáčí. Válcové kladky (1) se otáčejí jen kolem své osy. [12] Protlačené pelety (4) jsou odříznuty noži (3), které jsou upevněny vně matrice na konstrukci stroje. Při rotačním pohybu se válcové kladky (1) a matrice (2) nedotýkají.

Výhodou je minimální opotřebování válcových kladek i matrice. Nevýhodou nerovnoměrné dodávání materiálu pod obě válcové kladky.



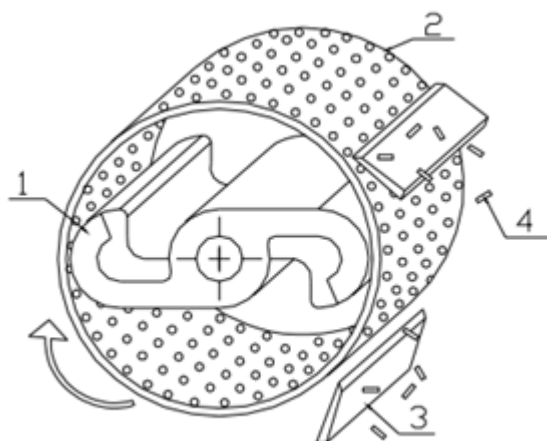
Obrázek 18 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovými kladkami [12]: 1 – válcové kladky, 2 – ocelová matrice, 3 – nůž, 4 – pelety

Horizontální peletovací stroj s válcovou maticí a lisovacím rotorem

Konstrukce peletovacího stroje na obrázku 19 je shodná s konstrukcí předešlého peletovacího stroje. Rozdíl je v odlišnosti nástroje a kinematických poměrech.

Materiál je v komoře lisován otáčejícím se lisovacím rotorem (1). Po vytlačení materiálu skrz otvory ocelové matrice (2) je materiál odřezán noži (3), které rotují opačným směrem než rotor (1). [12]

Výhodou oproti předchozímu peletovacímu stroji je méně složitá konstrukce. Nevýhodou je vyšší tření mezi maticí a lisovacím rotorem. Důsledkem tohoto tření je vyšší opotřebení matrice.



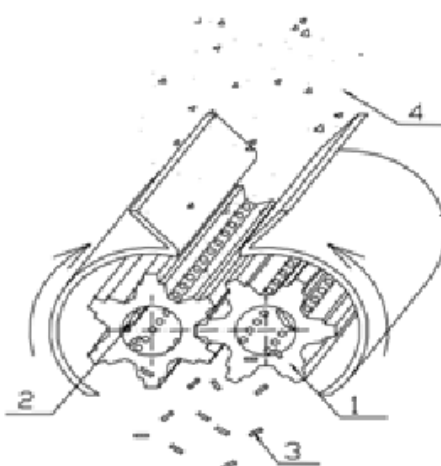
Obrázek 19 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s lisovacím rotorem [12]:

1 – lisovací rotor, 2 – ocelová matrice, 3 – nože, 4 – pelety

Horizontální peletovací stroj s ozubenými koly

Tento peletovací stroj, který je na obrázku 20, tvoří dvojice dutých válců (1), které mají po obvodě ozubení. V ozubení jsou vyvrtané otvory, skrz které se materiál vtlačuje dovnitř válce. V dutinách válců jsou nože (2), které řezou právě vytlačené pelety (3).

Mezi výhody tohoto stroje patří snadné dávkování materiálu. Další výhodou je, že nedochází k vzájemnému kontaktu ozubených kol. Za nevýhodu se dá označit malý počet zubů a tím pádem i malá výkonnost. [12]

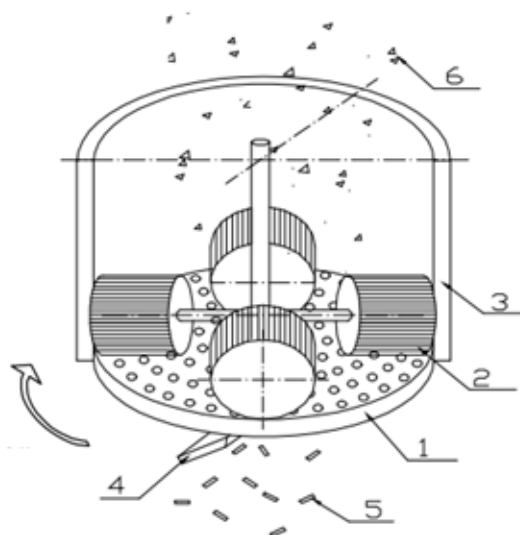


Obrázek 20 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s ozubenými koly [12]: 1 – duté válce s ozubením, 2 – nože, 3 – pelety, 4 – lisované piliny

Vertikální peletovací stroj s válcovými kladkami a plochou maticí

Peletování na tomto stroji, který je na obrázku 21, je realizováno mezi válcovými kladkami (2), které se otáčejí kolem své osy a plochou maticí (1), která rotuje. Materiál (6) je díky dávkování shora rovnoměrně rozprostřen po celé horní ploše matrice. Pod spodní plochou matrice jsou uloženy nože (4) určené k úpravě pelet (5) na správnou délku.

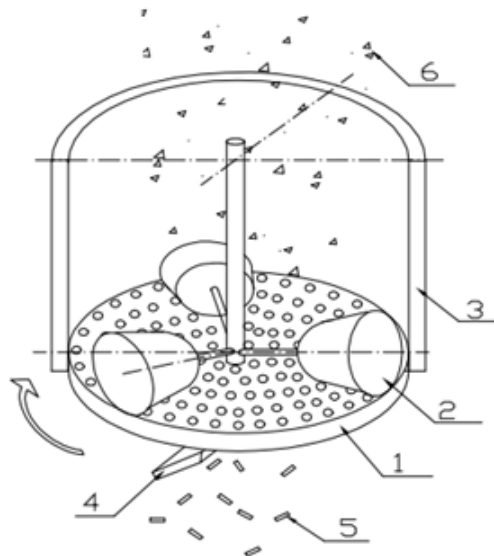
Výhodou je již zmíněné rovnoměrné dávkování a také dynamické vyvážení. Rychle a nerovnoměrně opotřebované kladky jsou nevýhodou tohoto provedení peletovacího stroje.



Obrázek 21 - Schéma vertikálního peletovacího stroje s válcovými kladkami [12]: 1 – plochá matrice, 2 – válcové kladky, 3 – lisovací komora, 4 – nože 5 – pelety, 6 – materiál

Vertikální peletovací stroj s kuželovitými kladkami a plochou maticí

Z obrázku 22 je patrné, že konstrukční provedení tohoto stroje je podobné předchozímu stroji. U tohoto stroje byly použity kuželové kladky (2) pro rovnoměrné opotřebení. Kladky jsou uloženy na hřídeli, na které se otáčejí. Hřídel je uložena staticky, otáčí se matrice (1).



Obrázek 22 - Schéma vertikálního peletovacího stroje s kuželovými kladkami [12]: 1 – plochá matrice, 2 – kuželovité kladky, 3 – lisovací komora, 4 – nože, 5 – pelety, 6 – piliny

Peletovací stroj Eco Tre Systém

Na obrázku 23 je peletovací stroj jehož principem je výroba pelet pomocí dvou válcových matic, které se otáčejí proti sobě. Materiál je ze shora přiváděn mezi válce a protlačuje se dovnitř válců, ve kterých jsou nože, ty upravují délku pelety. Setrvačná síla a speciální úprava povrchů matic snižují energetickou náročnost a zvyšují tvrdost pelet.

Výhodou tohoto peletovacího stroje je zpracování materiálu až do vlhkosti 36 %.



Obrázek 23 - Schéma peletovacího stroje Eco Tre Systém [20]

2.2.4 Strojní linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarovaných paliv

Sláma sklizená těmito linkami je většinou volně ložená v řádcích, které vytvořily kombajny. Jedná se tedy o dvoufázové sklizení. V první fázi sklizně jsou z porostu odděleny vrchní části rostlin, ze kterých jsou vyseparována semena. První fáze sklizně je v podmínkách ČR realizována sklízecí mlátičkou. Ve druhé fázi sbírá lis slámu z řádku, kterému může předcházet shrnování více řádků na jeden, tím se zvýší efektivita sklizně. Lisování je realizováno lisy na hranolové nebo na válcové balíky. Lisované balíky padají na pozemek, odkud jsou pak pomocí samojízdného manipulačního zařízení nebo manipulačního zařízení integrovaného k přepravnímu zařízení naloženy a odvezeny na místo skladování, kde jsou složeny manipulačním zařízením či sklopením z přepravního zařízení.

Důvodem pro lisování slámy je lepší využití přepravní techniky, skladovacích prostor a snadnější manipulace.

Dále se sláma může sklízet lisy na malé hranolové balíky, které padají rovnou do přepravního zařízení. Lze také využít samohodné nebo tažené řezačky se sběracím ústrojím, která slámu podrtí a dopraví do přepravního prostředku. Slámu lze také přepravit velkoobjemovými sběracími vozy, které dokážou sbíraný materiál také nařezat. Tyto metody sklizení slámy jsou více náročné na skladovací prostory, rovněž i jejich efektivita přepravy není tak vysoká jako v případě velkých hranolovitých a válcových balíků, proto ke sklizení slámy pro energetické účely moc nepoužívají. [16]

Linku pro sklizeň slámy tvoří:

- shrnovač slámy - je určen pro sjednocení více řádků do jednoho a tím docílit zvýšení efektivitu sklizení slámy.
- lis na hranolové nebo válcové balíky - jejich úkolem je sebrat s řádků suchou slámu, slisovat ji a zavázat do stejných balíků. Tím zvětšit objemovou hmotnost, zefektivnit přepravu a usnadnit manipulaci.
- manipulační zařízení - má formu samojízdného prostředku, nebo zařízení integrovaného k externímu energetickému nebo dopravnímu prostředku. [16]
Hlavním účelem je nakládka balíků na poli a následné složení balíků u stohu

nebo ve skladišti. K těmto účelům používá manipulační prostředek vidle nebo svěrný drapák.

- přepravní zařízení - dopravuje naložené balíky na místo složení.
- mobilní energetický prostředek - zdrojem energie jak pro lis tak popřípadě pro přepravní zařízení je kolový traktor, který musí disponovat odpovídajícím výkonem pro vykonávání dané činnosti.

2.2.4.1 **Sběrací lisy**

Lisují hranolové balíky o hmotnosti 380 až 600 [kg], nebo válcovité o hmotnosti 190 až 500 [kg]. Oboje vyžadují manipulaci pomocí mechanismů. Lisováním je také usnadněna kontrola množství sklizeného materiálu, která je umožněna pomocí počítače balíků. Sklizený materiál musí být náležitě proschlý, u slámy to je 18 % [17]

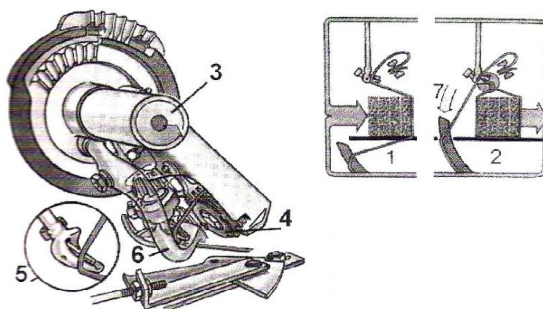
Dělení lisů [18]

- podle mobility rozdělujeme lisy na samojízdné nebo tažení, návěsové nebo přívěsové. U nás se nejčastěji používají tažené návěsové lisy.
- podle objemové hmotnosti slisovaného materiálu jsou lisy nízkotlaké, které dokážou slisovat balík o objemové hmotnosti do 100 kg/m³ a vysokotlaké lisy, které slisují slámu do balíku o objemové hmotnosti 100 až 400 kg/m³
- podle tvarů balíku a druhu lisovacího ústrojí
 1. hranolové balíky - Vyrábí se buď lisy na malé hranolové balíky s hmotností do 40 kg, nebo lisy na velké hranolové balíky s hmotností 380 až 1000 kg. Jsou vyráběny pístovým lisovacím ústrojím s přímovratným pohybem. Jejich pohon je buď mechanický (klikovým mechanismem) nebo hydraulický.
 2. velké válcovité balíky o průměru do 1,8 m, šířce do 1,5 m a hmotnosti 190 až 500 kg
 - s utuženým jádrem, které jsou vyráběny pásovým nebo hrabicovým svinovacím ústrojím
 - s neutuženým jádrem, které jsou vyráběny prostřednictvím svinovacích válců po obvodě komory

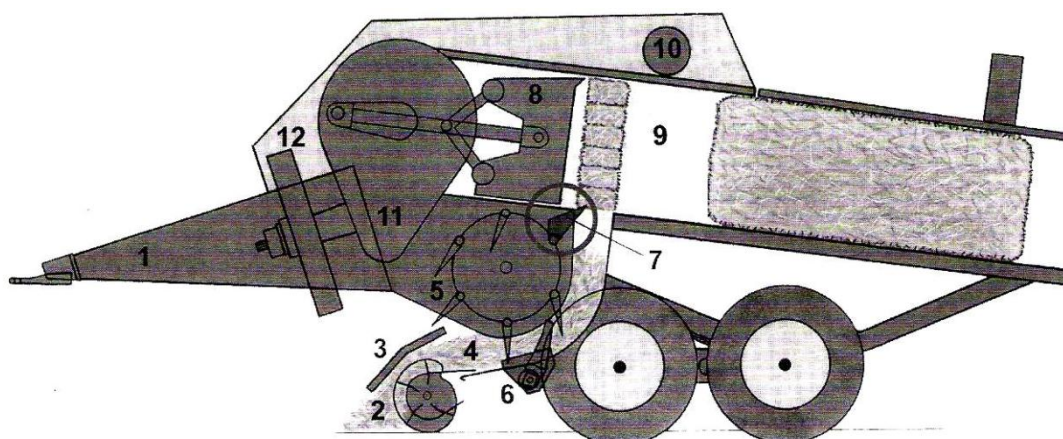
Pracovní nástroje lisů na velké hranolové balíky (Obrázek 25) [17,18]

- sběrací ústrojí (2) - sbírá materiál z řádku a dopravuje jí k ústí pěchovací komory (4), kde jej přebírá pěchovací ústrojí (5). Sběrací a pěchovací ústrojí lisů je podobné konstrukce jako u sběracích vozů. Pracovní výška je u sběracího ústrojí nastavitelná podle druhu sbíraného materiálu a podle terénu a to z boku pomocí děrovaného plechu s čepem. Z boku umístěná kolečka opatřená pneumatikou slouží ke kopírování terénu, aby prsty sběracího zařízení nenaráželi o zem.
- řezací ústrojí - má za úkol nařezat sbíraný materiál tak, aby došlo ještě k lepšímu napěchování materiálu v pěchovací komoře a následnému efektivnějšímu slisování.
- pěchovací ústrojí (5) - může být klikové, bubnové nebo rotorové. Pěchování těmito ústrojími probíhá v pěchovací komoře (4), kde se vytvoří rovnoměrná vrstva materiálu. Podavač pěchovacího ústrojí (7) dopraví najednou napěchovaný materiál do lisovací komory.
- lisovací mechanismus - je tvořen pístem (8), lisovací komorou (9). Píst se pohybuje přímovratným pohybem na kladkách v lisovací komoře. Přímovratný pohyb pístu je uskutečněn pomocí klikového mechanismu (11), který je poháněn vývodovým hřídelem traktoru. Na spodním čele pístu je uložen šikmý nůž. Píst je také opatřen svislými drážkami pro průchod jehel vázacího ústrojí. Na stěnách lisovací komory jsou zpětné přidržovače. Vzdálenosti protilehlých stěn, stropu a podlahy lisovací komory jsou regulovány a nastavovány počítačem na základě dané objemové hmotnosti prostřednictvím hydraulických válců.
- vázací ústrojí na obrázku 24 - je uváděno do činnosti hvězdicovým kotoučem, který měří délku balíku. Vázací ústrojí má 4 až 6 uzlovačů na společném hnacím hřídeli (3). Každý při jednom zapnutí zaváže jeden uzel. Vázací ústrojí je dále tvořeno společným zapínacím a hnacím ústrojím, hlavním hnacím hřídelem, klikovým ústrojím pohonu jehel i jejich držákem. Samotné vázací ústrojí tvoří jehla (7), uzlovač s hnacím talířem (3) a zásobník motouzu s brzdou. Z obrázku 26 je patrné formování balíku do motouzu, který je uchycen v motouzové svěrci. Dále zavázání balíku (2), stažení uzlíku

a návrat jehly (7). Balíky se odkládají rovnou na pole nebo se pomocí akumulačního návěsu shromažďují 2 až 3 balíky a ty se potom odkládají na pole.



Obrázek 24 - Vázací ústrojí [17]: 1 - tvoření balíku, 2 - zavázání balíku, hřídel uzlovačů, 4 - svěrka, 5 - roubík, 6 - stahovač uzlu s nožikem, 7 - jehla



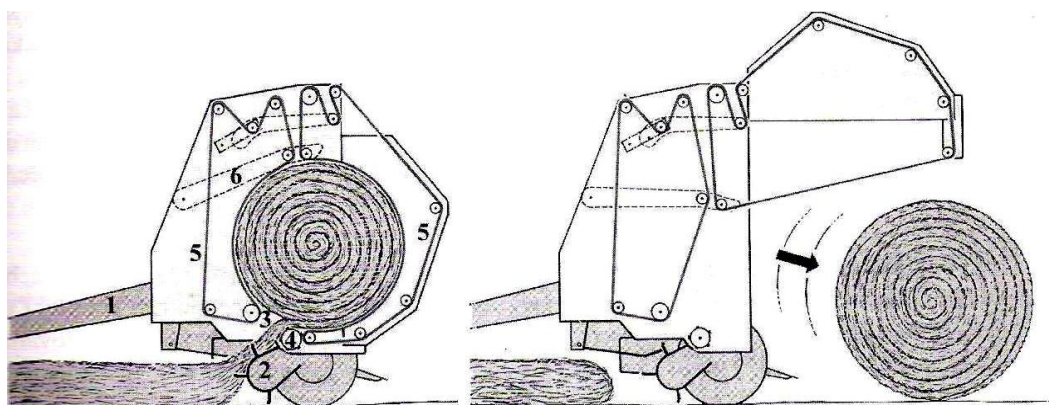
Obrázek 25 - Schéma lisu na velké hranolové balíky [17]: 1 - závěs, 2 - sběrací ústrojí, 3 - usměrňovací kryt, 4 - pěchovací (plnicí) komora, 5 - pěchovací ústrojí, 6 - řezací ústrojí, 7 - podavač, 8 - píst, 9 - lisovací komora, 10 - vázací ústrojí, 11 - skříň s

Pracovní nástroje lisu na válcovité balíky [17,21,22]

- svinovací ústrojí - jsou 2 základní typy lisovacího ústrojí a to pásové svinovací ústrojí, které utužuje jádro balíku a ústrojí s konstantní lisovací komorou, které je tvořeno válečkovými dopravníky nebo kovovými válci. Tyto lisy vyrábí balíky s neutuženým jádrem.

1. pásové svinovací ústrojí na obrázku 26 - je tvořeno svinovací komorou (3), pásy (5) a napínacím ústrojím (6). Svinovací komora

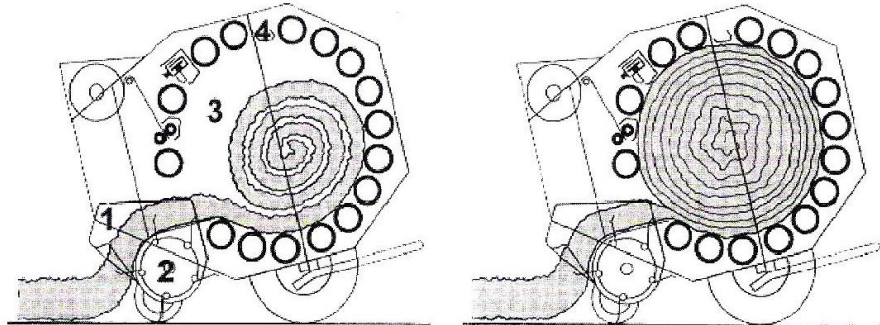
obepíná materiál svrchu svinovacími pásy v počtu 6 až 7 kusů a zespodu je unášen bubnem (4) nebo řezacím ústrojím. Pohyb svinovacích pásů a bubnů je protisměrný. Napínací ústrojí (6) prostřednictvím pásů vyvolává patřičný tlak na materiál, vzniknou třecí síly na svinovacích pásech, vytvářející dvojicí sil, a vzniklý stáčecí moment začíná formovat jádro balíku se značnou objemovou hmotností. Tato objemová hmotnost se udržuje po celou dobu svinování od středu až k povrchu balíku téměř konstantní, protože svinovací pásy se postupně prodlužují a jejich napětí zůstává konstantní. Stáčecí moment se zvětšujícím se poloměrem balíku úměrně roste. Napětí pásu je zabezpečeno napínacím ústrojím, uloženým na vnějších stranách lisovací komory. Napínací zařízení se skládá z ramen a silných pružin se stavitelným předpětím. Regulací napětí pružin se nastavuje objemová hmotnost balíků. Ukončení tvorby balíku proběhne tak, že obsluha vypne pojezd a zapne vázání.



Obrázek 26 - Svinovací lis s pásovým svinovacím ústrojím [17]: 1 - rám s podvozkem a závěsem, 2 - sběrací ústrojí, 3 - svinovací komora, 4 - buben, 5 - svinovací pásy, 6 - napínací ústrojí

2. svinovací ústrojí s konstantní lisovací komorou na obrázku 27 - má po obvodu lisovací (3) komory jsou kovové válce (4). Materiál je zpočátku formován volně, jádro balíku není utužováno. Teprve s postupně zaplňovaným prostorem svinovací komory je volnější, hvězdicovitě formované jádro obtáčeno více slisovanou vnější

vrstvou. Slisovanost hmotnost tedy roste od středu k povrchu balíku, objemová hmotnost celého balíku je nižší než u lisů s utužovaným jádrem balíku.

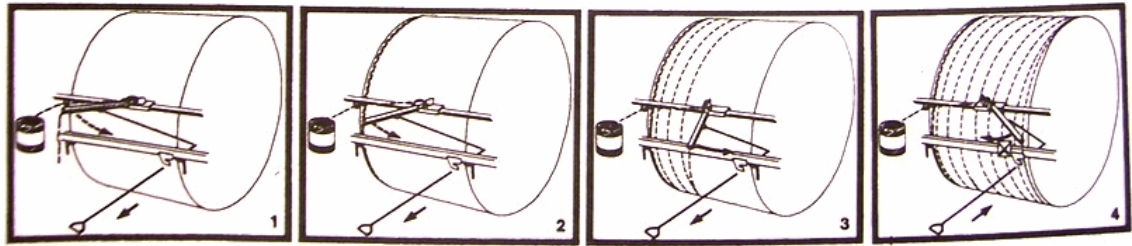


Obrázek 27 - Svinovací lis s kovovými válci na obvodu svinovací komory

[17]: 1 - rám s podvozkem a závěsem, 2 - sběrací ústrojí, 3 - svinovací komora, 4 - kovové válce

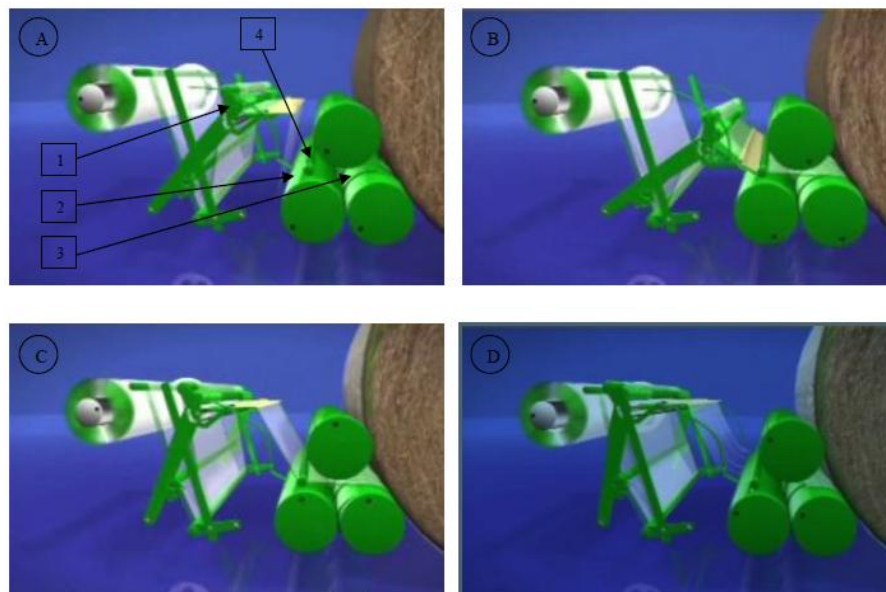
- vázací ústrojí svinovacího lisu - je uvedeno do provozu, když stroj stojí a nesbírá žádný materiál. Ovládací panel lisu dá obsluze zvukový signál, kdy má zastavit. Obsluha následně prostřednictvím tohoto panelu dá pokyn ke spuštění vázacího ústrojí. Vázání může být u svinovacích lisů provedeno buď motouzem, sítí nebo kombinací obojího.

1. Vázání balíku motouzem na obrázku 28 - Po spuštění vázacího zařízení se trubka nesoucí konec motouzu (1) vykloní směrem k rotujícímu balíku tak, aby byl konec motouzu rotujícím balíkem nabrán, tím začíná proces ovazování. Během 2 až 3 sekund se motouz omotá asi dvakrát a třikrát kolem balíku (2). Poté se začne trubka od balíku odvracet a měnit tak pozici motouzu, čímž se začíná ovazovat celá šířka balíku, to probíhá zhruba patnáctkrát (3). Tímto úkonem se trubka dostala na druhý konec balíku a opět se provedou zhruba 2 až 3 otáčky ovázáním. Výrobci dnes nabízí také dvojité vázání. Místo mechanismu s jednou trubkou je namontován mechanismus se dvěma trubkami. To umožní zkrácení času k ovázání balíku na polovinu.



Obrázek 28 - Princip činnosti ovazování balíku motouzem[21]

Vázání balíků do sítě na obrázku 29 - vázání balíků do sítě významně zkracuje dobu potřebnou na ovinutí balíku. Rameno vázání přisune podávací stůl (1) s volným koncem k zaváděcímu válci (2), který je poháněn elektromotorem. Sít' je přivedena do lisovací komory a natažena balíkem. Rameno oddálí podávací stůl zpátky do polohy při vázání. Balík si stahuje sít' přes rozprostírací válec (3) do komory a tak je odvíjen. Po dosažení navoleného počtu ovinutí se uvolní nosník s nožem (4), který odřízne napnutou sít'



Obrázek 29 - Princip vázání balíků do sítě [23]: 1 - podávací stůl, 2 - zaváděcí válec, 3 - rozprostírací válec, 4 - nosník s nožem

Ostatní části jako je sběrací a řezací ústrojí mají obdobnou konstrukci a fungují na stejném principu jako u lisu na velké hranolové balíky.

2.2.4.2 Manipulační zařízení [18, 27,28]

Je součástí téměř všech technologických linek v zemědělské výrobě a to jako samostatné zařízení nebo je součástí některých zemědělských strojů, zejména u sklizňových strojů. Z hlediska manipulace s materiálem je možno je rozdělit na:

- plynule pracující - (nepřetržitý provoz), kam lze zařadit spádové dopravníky a to šikmé, šroubové, kaskádové a válečkové, dále pásové, šroubové, řetězové a vibrační dopravníky, výtahy korečkové, hydraulickou a pneumatickou dopravu
- cyklicky pracující - (přerušovaný provoz) Dopravní zařízení s přerušovaným provozem se vyznačují tím, že celý proces neprobíhá plynule, ale je rozdělen na různé, zřetelně od sebe oddělené pracovní operace. Dopravní zařízení s přerušovaným charakterem práce mohou s příslušným zařízením sloužit k dopravě kusových, sypkých nebo stébelnatých materiálů. Výkonnost dopravního zařízení s přerušovaným charakterem práce je v podstatě ovlivněna dobou pro uchopení, přemístění a spuštění překládaného materiálu. Do této skupiny dopravních zařízení lze zahrnout nakladače, jeřáby a přepravní vozíky
- manipulační zařízení integrované k externímu energetickému nebo přepravnímu zařízení - jedná se například o čelní nakladač, nakládací jeřáb připojený na třibodovém závěsu nebo na přepravním zařízení.
 1. čelní traktorový nakladač na obrázku 30 - jedná se o konstrukci, kterou tvoří otočně uložená ramena, jejich pozici lze měnit a fixovat hydromotory. Tato konstrukce je upevněna šrouby před kabinou na rámu nebo bloku motoru traktoru. U nejběžnějšího systému se odpojuje pouze zvedací výložník s hydraulickými válci a konzolou, celý přípojovací rám zůstává na traktoru. K provozu čelních nakladačů se používá hydraulického systému traktoru s tlakem 14 až 20 MPa. Vlastní pracovní ústrojí nakladače je vyměnitelné. Zvedací síla čelních nakladačů dosahuje až 20 000 N.
 2. nakládací jeřáb umístěn na třibodovém závěsu na Obrázku 31 - Hlavní částí je sloup, který se otáčí na stabilním základu, který je k traktoru upevněn pomocí třibodového závěsu. Základ musí být navržený tak, aby zajistil upevnění jeřábu v třibodovém závěsu, odolával vyvozeným zatížením a nebránil pohybům jeřábu. Stabilitu jeřábu nám zajišťují stabilizační podpěry, které jsou spojeny se základnou. Veškeré pohyby nakládacího jeřábu jsou ovládány hydromotory. Hydraulický systém je velmi významnou částí nakládacího jeřábu,

protože umožňují mechanickým částem se pohybovat. Pro manipulaci s válcovými nebo hranolovými balíky je třeba speciálního svěrného drapáku.

3. nakládací jeřáb na přepravním zařízení na obrázku 32 má podobnou konstrukci jako nakládací jeřáb na tříbodovém závěsu. Základna není upevněna v tříbodovém závěsu, ale na rámu mezi ojí a ložným prostorem. Podpěry nejsou spojeny se základnou, nýbrž s rámem přepravního zařízení.



Obrázek 30 - Traktor s čelním nakladačem [25]



Obrázek 31 - Nakládací jeřáb na tříbodovém závěsu [26]



Obrázek 32 - Nakládací jeřáb na přepravním zařízení [30]

- teleskopický nakladač na obrázku 33 je samojízdný stroj určený k nakládce, vykládce a manipulaci se zemědělskými materiály. Zpravidla jsou vybaveny hydraulicky ovládaným teleskopicky výsuvným ramenem. Na konec ramene se upevňuje výměnný pracovní nástroj. Výsuvné rameno dosáhne až do výšky 15 metrů.

Dnes se vyrábějí dvě základní koncepce manipulátorů

1. na pevném rámu na obrázku 33 - s motorem uloženým vzadu nebo na pravé straně, motor je uložen buď podélně, nebo příčně mezi nápravami.



Obrázek 33 - Manipulační prostředek [24]

2. na kloubovém rámu na obrázku 34 - Nad přední nápravou je umístěno výsuvné rameno, nad zadní nápravou potom motor s kabinou. Obě části se při řízení natáčejí proti sobě.



Obrázek 34 - Manipulátor na pevném rámu [31]

- univerzální čelní nakladač na obrázku 35 tvoří samostatnou kategorii nakladačů. Má malé rozměry, velkou pohyblivost, manévrovatelnost a nízkou hmotnost. Disponuje velkým počtem přídatného zařízení. Vyznačuje se dvojramenným výložníkem, uprostřed něhož se nachází kabina řidiče. Nastupování do stroje je zepředu přes pracovní zařízení. Pohyb stroje se ovládá pomocí levé páky a pravou se ovládá výložník s pracovním nástrojem. Brzdění a pojezd stroje je zajištěno hydrostatickým pohonem pomocí dvou regulovaných hydromotorů ovládaných servoventily a dvou hydrogenerátorů. Hydrogenerátory dodávají pracovní médium do hydromotorů, které přenášejí točivý moment na jedno kolo. Za pomoci Galova řetězu je točivý moment přenášen i na druhé kolo, které je na stejné straně.



Obrázek 35 - Univerzální čelní nakladač [32]

2.2.4.3 Přepavní zařízení [33, 35, 36, 37]

Rostlinné suroviny mají rozdílné nároky na přepravní techniku v důsledku svých momentálních fyzikálních vlastností, jako např. měrná hmotnost nebo stav. To se výrazně promítá do využití užitečné hmotnosti dopravního prostředku. V případě využívání velkoobjemových vozů na svoz balíků musí být zohledňován způsob následné manipulace s balíky. V provozu je pak třeba zohlednit způsob sklápění (stranové, dozadu). V případě že se jedná o vykládku na volné ploše, je sklápění v podstatě bez omezení. Pozor si musíme dávat hlavně v hale a pod přístřeškem, kde je třeba ověřit výškový i průjezdný profil.

Přepavní zařízení na balíky jsou buď návěsové, nebo přívěsové a jsou nakládány manipulačním zařízením na poli nebo na překladišti. Dále jsou přepravní zařízení vybaveny vlastním nakládacím zařízením nebo to jsou návěsy vybaveny speciálním nakládacím a stohovacím zařízením tzv. traktorové sběrací paletizační návěsy.

Rozdělení přepravních zařízení z konstrukčního hlediska

- plošinové traktorové přívěsy nebo návěsy bez nakládacího zařízení na obrázku 36 mají nosnost 8 až 14 t a kapacitu 30 až 44 kusů válcových nebo hranolových balíků. Ložná plocha má délku 7 až 12 m při výšce asi 1 m nad zemí. Provedení podvozku je dvou až třínápravové. Vyrábí se s nápravami

pro maximální povolenou rychlost 40 nebo 80 km/h, s odpružením pomocí listových, parabolických pružin nebo vzduchovými vlnovci.

1. Přívěsy a návěsy s nižší povolenou rychlostí se využívají na svoz balíků z pole na kratší vzdálenosti, zejména do 20 km. Nakládku i vykládku zajišťují teleskopické nebo čelní nakladače ať už integrované na energetickém prostředku nebo samojízdné.
2. Přívěsy s přepravní rychlostí vyšší jak 40 km/h jsou vhodné i pro agregaci nákladním automobilem a jsou vhodné pro dopravní vzdálenosti nad 20 km.



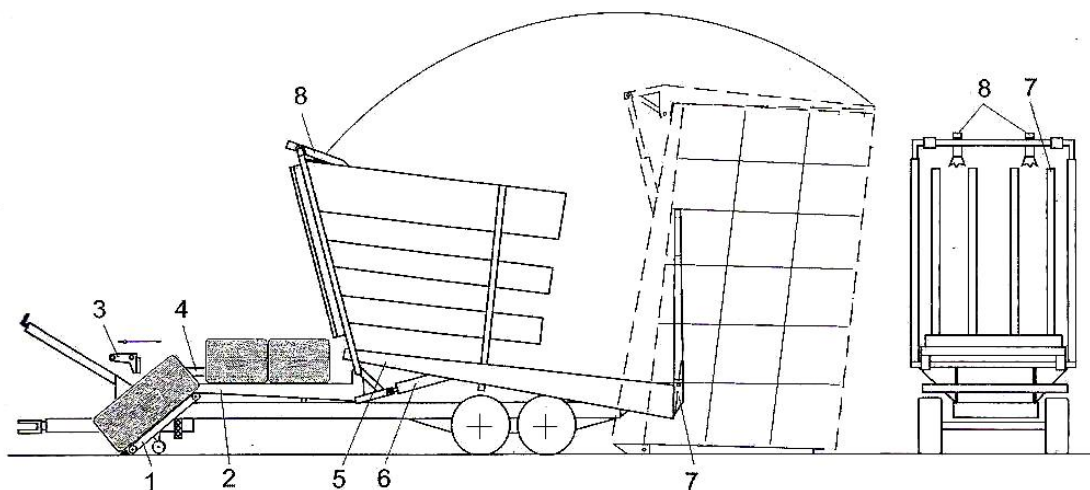
Obrázek 36 - Plošinový traktorový přívěs [34]

- návěsy s vlastním nakládacím zařízením na obrázku 37 mohou sbírat válcové balíky přímo na poli. Balík je naložen nakládacím ramenem umístěným vpravo ve směru jízdy. Kyvné rameno odvalí naložený balík na levou stranu vleku a přidrží jej. Po naložení druhého balíku posuneme dno tak, aby vznikl prostor pro další pár balíků. Tímto způsobem naložíme 10ks balíků. Balíky mohou být naloženy ležaté i stojaté. Odkládání balíků na rovnou plochu je zajištěno hydraulicky ovládanou sklopnou plošinou vzadu. Veškeré konstrukční prvky vozu jsou provedeny tak, aby se dala velmi šetrně přepravovat i zabalená senáž. Komfortní dálkové ovládání (odnímatelný panel) umožňuje obsluhu pohodlné ovládání z kabiny traktoru.



Obrázek 37 - Návěs s vlastním nakládacím zařízením [35]

- traktorový sběrací paletizační návěs na obrázku 38 sbírá jednotlivé balíky z pole a rovná je do plošiny vozu jako paletu. Po naplnění se plošina zvedá a paleta z balíků zůstává na poli, nebo se odváží do skladovacího prostoru. Na návěs lze umístit hranaté balíky různých rozměrů, protože podvozek má hydraulicky posuvné bočnice. Pracovní cyklus návěsu je plně automatický a je ovládán elektromagneticky. Vytváření palety balíků je zřejmé z obrázku 38. Sběrač (1) zvedá balík a po jeho zvednutí ho otáčí o 90° a dopravuje na plošinu (2). Na plošinu se podle délky balíku vejde jeden nebo dva balíky za sebou, které při pohybu dorazí na zarážku (4). Tím se uvede do pohybu podavač (3), který odsune balík (2 balíky) dále na plošinu. Po naplnění této plošiny třemi řadami balíků se plošina hydraulicky zvedá a balíky jsou překlápěny na plošinu (5). Zde jsou ve svislé poloze shora fixovány pružnými zarážkami (8) a zezadu posuvnou zábranou. Po naplnění přívěsu se plošina (5) zvedá hydromotory (6) a paleta se překlápí na zadní čelo (7). Po odjetí přívěsu paleta balíků zůstává stát.



Obrázek 38 - návěs se speciálním nakládacím a stohovacím zařízením [37]: 1 - sběrač, 2 - první plošina, 3 - podavač, 4 - zarážka, 5 - druhá plošina, 6 - hydromotory, 7 - zadní čelo s posuvnou brankou, 8 - zarážky

2.2.4.4 Mobilní energetický prostředek [28]

Mobilní energetický prostředek je stroj, který převádí tepelnou energii obsaženou v palivu na mechanickou energii pro pojezd, trakci a pohon zemědělských strojů. Vkládá se jimi do zemědělství rozhodující část energie a to ve formě mechanické práce k vytváření vhodných předpokladů a podmínek pro biologické pochody výroby (např. orba, setí), k zajištění sklizně, ke zpracování produktů, k přepravě, skladování a manipulaci s materiálem.

Do mobilních energetických prostředků patří traktory, nákladní automobily a samojízdné stroje.

Rozdělení traktorů podle podvozku a způsobu zatáčení

Podle druhu rozdělujeme traktory na: kolové, pásové, polopásové, speciální a univerzální. V linkách pro sklizeň slámy a píce pro energetické účely se používají jako mobilní energetické prostředky zejména kolové traktory s říditelnými nápravami nebo kloubovým zatáčením a systémové traktory. Obecně se dá říci, že kolové traktory v porovnání s pásovými mají menší pořizovací náklady, menší náklady na údržbu a větší rozsah pojezdové rychlosti. Naproti tomu Pásové traktory mají menší měrný tlak na podložku, menší prokluz a velkou celkovou účinnost.

- kolové traktory s řízenou nápravou na obrázku 39 - řídicí kola jsou buď přední, nebo všechny čtyři. Téměř 70 až 80 % vyráběných traktorů má pohon všech kol. To je z důvodu účinnější přeměny výkonu motoru na výkon na háku a to s menším prokluzem, než je tomu u traktorů s pohonem dvou hnacích kol. Pohon předních kol je zabezpečen od zadní nápravy. Přenos točivého momentu je zabezpečen převážně kloubovým hřídelem. Jde o zajištění stejné obvodové rychlosti hnacích předních i zadních kol a nepřetížení předních hnacích kol přenášeným točivým momentem. Dalším řešením je pohon předních kol hydromotory. U některých traktorů s pohonem 4x4 je možno brzdit i přední kola, což je důležité zejména při jízdě ze svahu, kdy zadní náprava je odlehčená a přední dotěžována.
- kolové traktory s oběma říditelnými nápravami na obrázku 40 - všechna čtyři kola jsou stejně velká a směrové řízení je zabezpečeno natáčením předních kol nebo předních a zadních, někdy i s možností natočení kol stejným směrem. Dalším řešením je směrového řízení je kloubové (zlamovací) provedení, kdy traktor má dva polotmy, které se vzájemně natáčejí mechanickým, hydraulickým nebo pneumatickým ovládním. Nevýhodou tohoto způsobu směrového řízení traktoru je, že při úhlu vnitřního vychýlení rejdů větším jak 50° se při zapojeném předním pohonu dostávají přední kola do oblasti negativního prokluzu. Je to dáno geometrickými podmínkami odvalování a tak přední kola místo, aby ho poháněla. Problém lze zmírnit automatickým vypořádáním pohonu předních kol nebo mezinápravovým diferenciálem.



Obrázek 39 - Kolový traktor s řízenou nápravou [38]



Obrázek 40 - Kolový traktor s říditelnými nápravami [39]

- systémové traktory na obrázku 41 jsou v podstatě speciální nosiče nářadí s vyšším výkonem do 300 kW. Podobně jako traktory s oběma říditelnými nápravami i tyto traktory mají všechna čtyři hnací kola stejně velká. Mezi výhody patří, lze dosáhnout poměr zatížení přední a zadní nápravy 50:50. Hlavní nevýhoda spočívá ve zřetelně vyšších konstrukčních nákladech.

Vyznačují se:

- pohonem všech čtyř kol
- předním i zadním hydraulickým tříbodovým závěsem a vývodovým hřídelem

- plošinou za kabinou, kde je možno umístit zásobník osiva, hnojiv, postřikovaných látek pro doplňování do strojů během jízdy
- otočným pracovištěm o 180°
- velkým rozsahem jezdových rychlostí 0,9 až 50 km/h
- širokým rozsahem využití zemědělských strojů a možností sdružení řady zemědělských prací do jedné jízdy traktoru



Obrázek 41 - systémový traktor [40]

2.2.5 Strojní linky pro sklizeň píce pro výrobu tvarovaných paliv

V této kapitole jsou popsány pouze žací stroje, shrnovače a obrabeče. Ostatní stroje, které jsou součástí této linky, byly popsány v kapitole 2.2.2 Strojní linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarovaných paliv.

Sklizeň píce je jednofázová, to znamená, že píce není vedlejší produkt a je pěstována za účelem energetického či krmného využívání.

Pícniny se sklízí podle druhu plodiny až pětkrát ročně. Proto musí být sezónní

výkonnost strojů na sklizeň píce mnohem větší, než kolik by odpovídalo celkové ploše pícnin.

Píce určená k energetickým účelům musí mít dostatečné množství sušiny, aby mohla být slisována a následně zpracována na tvarové palivo. Dostatečné množství

sušiny získáme úplným vysušením na zemi. Pro tento účel se používají žací řádkovače, žací mačkače, travní žací stroje, shrnovače - obraceče, lisy, dopravní prostředky a dopravníky do skladu.

Trávu je nutno sekat ve výšce 3 až 5 centimetrů. Porosty trav a jetelovin je třeba sekat hladkým řezem s co nejmenší plochou. Zůstane-li rostlina roztřepeaná, trvá o několik dní déle, než zaschne a opět roste. [18]

Linku pro sklizeň píce tvoří:

- žací stroje – s přímovratným pohybem nožů - principem jejich práce je v podstatě stříh, ke kterému dochází mezi ostřím, konajícím přímovratný pohyb, a protiostřím. Protiostří může být nepohyblivé (žací stroje prstové), nebo také koná přímovratný pohyb (žací stroje bezprstové). Používaná řezná rychlost je zpravidla v rozmezí 1,5 až 3 m/s.
- rotační se svislou osou rotace - principem práce těchto strojů je v podstatě řez. Pracovní nástroj stroje (nůž) se pohybuje mnohem větší rychlostí, než u strojů s přímovratným pohybem nožů. Řezná rychlost bývá od 65 do 85 m/s. Dnes spíše u horní hranice tohoto intervalu. Jestliže nůž narazí do stonku rostliny tak velkou rychlostí, dojde k jeho useknutí, aniž by stroj potřeboval ke své práci konstrukčně vyřešené protiostří. Žací stroje se svislou osou otáčení se svislou osou se rozdělují podle pohonu rotorů na stroje na stroje s horním pohonem (v praxi zvané bubnové) a se spodním pohonem (v praxi zvané diskové)

Dnes se v zemědělství používají převážně žací stroje rotační se svislou osou rotace. Žací stroje s přímovratným pohybem nožů se používají pro svou kvalitu práce a nízké energetické nároky především u složitějších strojů (sklízecí mlátička, sklízecí řezačka) a u tzv. malé mechanizace v různých systémech s jednoosými malotraktory.

- mačkače - jsou vyráběny jako součást rotačních žacích strojů. Píce se při jejich práci dostává mezi dva proti sobě se otáčející válce různé konstrukce. Je mezi nimi stlačována a mírně namáhána tak, aby stonky byly průchodu mačkačem narušené, ale ne zlámané. Namačkání stonků je požadováno především v jejich podélném směru, aby se dosáhlo zrovnoměrnění schnutí

píce. To je důležité zejména u porostů vojtěšky a jetele. Dochází pak k rovnoměrnému schnutí a následkem toho se snižují ztráty odrolem. Dnes se nejčastěji setkáváme s žacími mačkači v traktorovém provedení. Bývají nesený na tříbodovém závěsu traktoru. Konstrukčně vycházejí z rotačních žacích strojů se svislou rotací, kde je žací mechanismus doplněn mačkáčím mechanismem. Po namačkání bývá porost uložen do řádků. V některých případech dochází k zúžení toku materiálu již před vstupem do mačkáčích válců.

- obraceče a shrnovače - některé stroje jsou jednoúčelové, používané například pro obracení a jiné jsou univerzální. Je to velmi rozsáhlá skupina strojů různé konstrukce. Základem pracovních nástrojů jsou vždy prsty tvořící vidlice nebo hrabice, případně jiné pružné pruty. Nástroje se většinou vzhledem ke stroji pohybují po přímce, po kružnici nebo po elipse. Dráha je dána složením rychlosti nástroje s pojezdovou rychlostí stroje v jednotlivých bodech.

Druhy strojů:

1. vidlicový čechrač a obraceč
2. bubnový čechrač, obraceč a shrnovač
3. kolový čechrač, obraceč a shrnovač
4. rotorový čechrač a obraceč s pevnými prsty
5. rotorový shrnovač a obraceč řádků se sklopnými prsty
6. dopravníkový čechrač, obraceč a shrnovač
7. paprskový obraceč a shrnovač
8. prutový shrnovač a pohrabovač

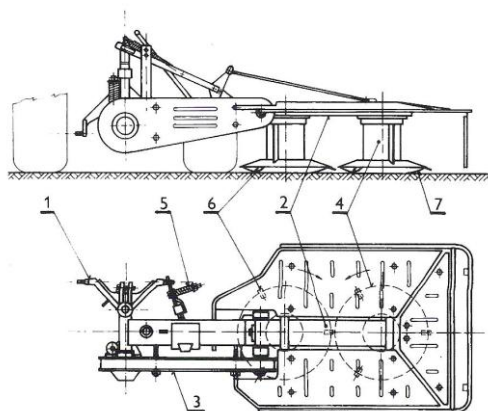
2.2.5.1 Pracovní nástroje žacích strojů

Pracovní nástroje bubnového rotačního žacího stroje [17, 18]

Pracovní nástroje bubnového žacího stroje na obrázku 42 tvoří:

- Tříbodový závěs (1), který slouží k montáži stroje na traktor. Závěs je otočně uložen na svislém čepu rámu. Je tvořen svislou trubkou, na níž jsou přivařena dvě spodní ramena, která nesou přípojovací čepy a horní závěsný třmen. Na pravém rameni je ještě druhý čep k připojení táhla nárazové pojistky (5), jistící stroj proti nárazu na překážku při práci, nebo vzpěry při přepravní poloze.

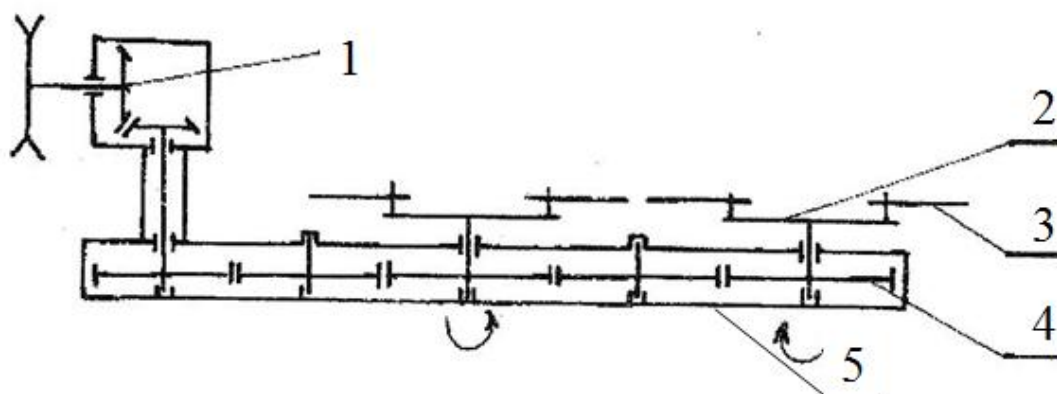
- rám stroje (2) je svařen z plechových výlisků a tvoří nosnou převodovku pohonu. Je otočně spojen s tříbodovým závěsem (1). Skříň rámu nese svařované konzoly k uložení svislých hřídelí bubnů žacího ústrojí (4). V rámu je přivařena trubka k uložení výškově stavitelné podpěry stroje. Na skříni je přišroubován trubkový nosník předepsaného krytu (fólie z plastu) bubnů proti odletujícím kamenům.
- Hlavní pohon (3) je určen k přenosu potřebného příkonu od vývodového hřídele traktoru (kloubovým hřídelem) až na žací ústrojí (4) přes drážkový hřídel s doběhovou spojkou. Převod se uskutečňuje pomocí dvou klínových řemenic a klínových řemenů na předlohu s kuželovými ozubenými koly, kterými jsou poháněny svislé hřídele žacích bubnů. Doběhová spojka chrání převody před poškozením vlivem velkých setrvačných hmot roztočených žacích bubnů.
- Žací ústrojí (4) je otočně uloženo na rámu (2). Je dvoububnové se třemi noži (6) na jednom bubnu. Nůž je obdélníkového tvaru s kruhovým otvorem volně uložený na čepu. Na svislých hřídelích jsou pomocí litinových nábojů uloženy válcové plechové bubny se svislou stírací lištou. Dolní část bubnu je kuželová a kryje upevňovací čepy nožů. Nože (6) jsou na jednom bubnu vzájemně posunuty o 120° , bubny se otáčejí proti sobě, nože na nich jsou uloženy střídavě. Pod nosníkem nožů je otočně uložen plaz (7) ve tvaru vrchlíku koule, který je výškově stavitelný nebo vyměnitelný. Výškou plazu je dána výška sečení. Celé bubny jsou dynamicky vyvážené. Vnější buben je opatřen odhrnovací deskou.



Obrázek 42 - Bubnový rotační žací stroj [17]: 1 - tříbodový závěs, 2 - rám stroje, 3 - hlavní pohon, 4 - žací ústrojí, 5 - nárazová pojistka, 6 - nůž, 7 - plaz

Pracovní nástroje diskového rotačního žacího stroje [18]

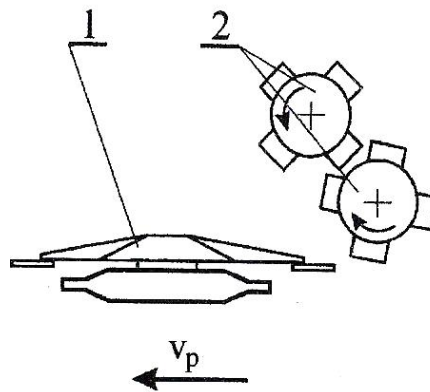
Hlavní pracovní částí diskového rotačního žacího stroje na obrázku 43 je disk (2), který má nože (3), a který je uložen na podélném plazu (5). Vnitřkem plazu vede také převodové ústrojí s čelními ozubenými koly (4), které pohání disky (2). Vnitřek plazu je naplněn olejem, kvůli mazání. Někteří výrobci však používají i u spodního pohonu obdobné konstrukce jako, jako je horní pohon. Kotouče s noži se otáčejí proti sobě a vytvářejí z posečeného materiálu řádek. Nože mohou být různého provedení, nejčastěji bývají ostřené z obou stran. Podání na jeden nůž nesmí být větší než je délka nože mimo obvod kotouče. V opačném případě při příliš velké pojezdové rychlosti se tře kotouč o neposečený materiál, ohýbá ho a tím roste spotřeba energie.



Obrázek 43 - Kotoučový rotační žací stroj [18]: 1 - kuželové kolo, 2 - kotouč s noži, 3 - nože, 4 - převodové ústrojí, 5 - plaz

Pracovní nástroje žacích mačkáčů [18]

Mačkácí válce na obrázku 44 mohou být vyrobeny velice jednoduše. Jsou to v podstatě ocelové válce s lištami po obvodě. Při otáčení válců do sebe lišty obou válců zapadají. Často jsou mačkácí válce vyrobené z pryže. Jejich povrch je buď hladký, nebo jeden hladký a druhý rýhovaný. Intenzita mačkání se nejčastěji mění vzdáleností válců od sebe. Někdy se také dá nastavit změnou tlaku v jednom z válců (firma BCS), kde se jako výhoda uvádí rovnoměrné mačkání i při průchodu vrstvy materiálu o různé tloušťce. Často se používá dvou rýhovaných válců na obrázku 50. Rýhování může být rovnoměrné s osou mačkáčích válců nebo spirálové. Mačkáče se spirálovým rýhováním vyrábějí firmy Kuhn a Fella.

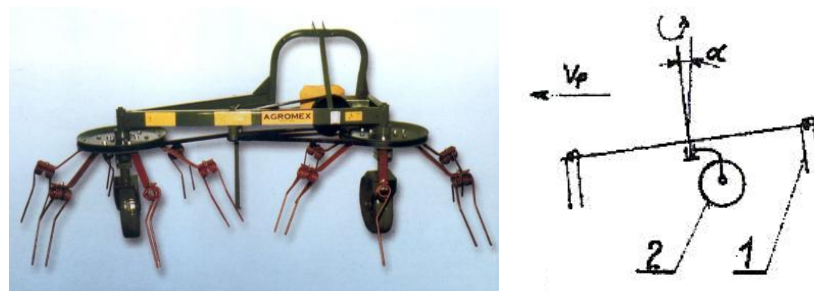


Obrázek 44 - Rotační žací stroj se spodním pohonem s mačkáčem [18]: 1 - žací mechanismus, 2 - rýhované mačkácí válce

Pracovní nástroje obracečů a shrnovačů

Rotorový obraceč s pevně uloženými prsty [18]

Rotorovému obraceči na obrázku 45 se někdy říká také krouživý nebo vířivý. Podstatou konstrukce jsou rotory, které se otáčejí okolo svislé osy mírně skloněné dopředu. Pružné prsty jsou k rotoru připojeny z boku, tedy svisle, nebo čelně, to je vodorovně. Prsty však mohou být připojen i šikmo. Stroje mají ke společnému rámu připojeny dva až šest rotorů s průměrem jeden až tři metry. Obvodová rychlost dosahuje až 15 m/s. Rám bývá kloubový a kopírovací kola sledují povrch pole.



Obrázek 45 - rotorový obraceč s pevně uloženými prsty [41, 18]: 1- vidlice, 2 - kopírovací kolo,

Rotorový shrnovač se sklápnými prsty [18]

Rotorový shrnovač na obrázku 46 má pružné prsty uložené na hřídelích (2) opatřených na opačných koncích klikami (3). Kliky jsou vedeny ve vodící dráze (1), která zabezpečuje jejich sklápění. Stroje mají jeden až šest rotorů velkého průměru a

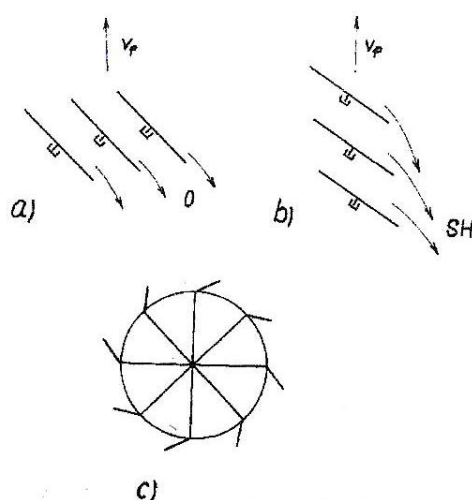
slouží ke shrnování na řádky nebo na obracení řádků. Obvodová rychlost je asi 10 m/s. Rotorové shrnovače dělají středový nebo stranový řádek.



Obrázek 46 - Rotorový shrnovač se sklupnými vidlicemi [42]: 1 - vodící dráha, 2 - hřídel prstů, 3 - kliky

Paprskový obraceč nebo shrnovač [18]

Paprskový obraceč, který je znázorněn na obrázku 47 se liší se od všech ostatních strojů tím, že pracovní nástroje, což jsou paprsková kola, nejsou poháněna, otáčejí se pouze stykem s půdou. Protože jsou kola postavena šikmo ke směru jízdy, musí se kromě otáčení ještě smýkat, což způsobuje vyhrabování kamenů a jiných předmětů a jejich přimíchání do sena. Hodí se spíše pro menší zemědělské podniky. Jsou jednoduché a tím i levné.



Obrázek 47 - Paprskový obraceč a shrnovač [18]: a - uspořádání pro obracení, b - uspořádání pro shrnování, c - paprskové kolo

3 Metodika

Potřebná data pro praktickou část bakalářské práce byla získána prostřednictvím telefonátů, e-mailů, a osobních návštěv prodejců techniky pro sklizeň píce a slámy, a také prodejců linek na výrobu tvarovaných. Dalším zdrojem dat byly prospekty a literatura výrobců linek, internetové stránky prodejců a výrobců linek. Na základě takto získaných dat byl vytvořen přehled strojních linek, které jsou dostupné v České Republice. Byl také vytvořen přehled pořizovacích nákladů a výkonností těchto linek.

Dále byly z odborné literatury nastudovány provozní náklady jednotlivých strojů linek, z nichž byla posléze vypočítána doba návratnosti.

3.1 Výpočet provozních nákladů

Je použit pro stanovení doby návratnosti pořizovacích nákladů strojní linky pro zpracování slámy a píce na energetické účely.

Provozní náklady se zpravidla počítají na jednu hodinu provozu strojní linky. Náklady na jednu hodinu provozu lze dělit na náklady stálé (fixní) které se nemění v závislosti na rozsahu ročního nasazení a náklady proměnné (variabilní), ty se mění dle rozsahu ročního nasazení. Výpočet nákladů se provede podle vztahů 1 až 10.

Pro výpočty se uvažuje s celoročním provozem s dvanáctihodinovou denní směnou, na které bude jeden pracovník, a který bude mít mzdu sto korun hrubého.

3.1.1 Celkové roční provozní náklady

Celkové náklady

$$N_C = N_F + N_V \text{ [Kč/rok]}$$

(1)

Kde: N_F – fixní náklady [Kč/rok]

N_V – variabilní náklady [Kč/rok]

3.1.1.1 Fixní náklady

Při zjišťování *fixních nákladů* postupujeme dle vztahu 2:

$$N_F = N_A \text{ [Kč/rok]} \quad (2)$$

Kde: N_A – náklady na amortizaci [Kč/rok]

Při počítání nákladů na odpisy byla použita metoda rovnoměrného odepisování dlouhodobého majetku, Peletizační linky patří do druhé skupiny odepisování, tudíž se odepisují 5 let. [84]

$$N_A = \frac{C_P - C_Z}{T_f} \text{ [Kč/rok]} \quad (3)$$

Kde: C_P – pořizovací cena stroje [Kč]

C_Z – zůstatková cena stroje [Kč]

T_f – doba užívání stroje [rok]

3.1.1.2 Variabilní náklady

Výpočet variabilních nákladů:

$$N_V = (jN_{EE} + jN_{PH} + jN_{MZ}) \times W_R \text{ [Kč/rok]} \quad (4)$$

Kde: jN_{MZ} – náklady na mzdu [Kč/h]

jN_{EE} – náklady na elektrickou energii [Kč/h]

jN_{PH} – náklady na pohonné hmoty [Kč/h]

W_r – roční nasazení stroje [h/rok]

- jN_{EE} – náklady na elektrickou energii

$$jN_{EE} = P_{EE} \times C_{EE} \text{ [Kč/h]} \quad (5)$$

Kde: P_{EE} – příkon elektrické energie [kW]

C_{EE} – cena elektrické energie [kW/h]

- jN_{PH} – náklady na pohonné hmoty

$$jN_{PH} = W_{ST} \times Q_{PH} \times C_{PH} \quad [\text{Kč/h}] \quad (6)$$

Kde: W_{ST} – Výkonnost stroje [kg/h]

Q_{PH} – spotřeba pohonných hmot na dovoz slámy [l/kg]

C_{PH} – komplexní cena pohonných hmot [Kč/l]

3.1.1.3 Roční výnos

Výpočet ročního výnosu peletovací linky

(7)

$$V_{PL} = (W_R \times W_{PL} \times C_{PP}) - N_C \quad [\text{Kč/rok}]$$

Kde: W_{PL} – výkonnost peletovací linky [kg/h]

W_R – roční nasazení stroje [h/rok]

C_{PP} – aktuální prodejní cena pelet [Kč/kg]

N_C – celkové roční provozní náklady [Kč/rok]

Výpočet ročního výnosu briketovací linky

(8)

$$V_{BL} = (W_R \times W_{BL} \times C_{PB}) - N_C \quad [\text{Kč/rok}]$$

Kde: W_{BL} – výkonnost briketovací linky [kg/h]

W_R – roční nasazení stroje [h/rok]

C_{PB} – aktuální prodejní cena briket [Kč/kg]

N_C – celkové roční provozní náklady [Kč/rok]

3.1.1.4 Návratnost investice

Výpočet doby návratnosti investice peletovací linky

(9)

$$N_{PL} = \frac{C_P}{V_{PL}} \quad [\text{rok}]$$

Kde: C_P – pořizovací cena [Kč]

V_{PL} – roční výnos peletovací linky [Kč/rok]

Výpočet doby návratnosti investice briketovací linky

(10)

$$N_{BL} = \frac{C_P}{V_{BL}} \text{ [rok]}$$

Kde: C_P – pořizovací cena [Kč]

V_{BL} – roční výnos briketovací linky [Kč/rok]

3.1.2 Položky potřebné pro výpočet provozních nákladů

[44, 45, 84, 85, 86, 87]

Roční nasazení stroje (W_r) je 3012 hodin za rok. V prvním roce odepisování je odpisové procento (a) 5,5 % za ročně. V dalších letech je toto odpisové procento 10,5 % za rok.

Cena elektrické energie (C_{EE}) za jednu kilowatthodinu jsou čtyři koruny. Jednotkové náklady na mzdu (jN_{MZ}) jsou sto korun hrubého na hodinu. Spotřeba pohonných hmot na dovoz slámy (Q_{PH}) je přibližně 0,00245 litru na kilogram dovezené slámy, přičemž komplexní cena pohonných hmot (C_{PH}) je 36 korun za litr.

Aktuální prodejní cena pelet (C_{PP}) jsou 3,4 Kč/kg. V případě prodejní ceny briket (C_{PB}) je tato cena 7,5 Kč/kg.

4 Navrhované strojní linky

4.1 Příklady strojních linek pro výrobu tvarovaných paliv

4.1.1 Peletizační linka KOVO NOVÁK [43]

Linka, která je na obrázku 49, je určená pro soukromé zemědělce, kteří se zaměřují především na rostlinnou výrobu a také pro malé a střední zemědělské podniky. Jedná se o nejmenší a nejlevnější linku na našem trhu, kterou lze vyrobit poměrně kvalitní pelety ze slámy a píce. Linka má poměrně malé nároky na zástavbu.

Linku tvoří:

Peletizační linka od firmy Kovo Novák, která je na obrázku 48, se skládá z rozebírače balíků HZ 1300, řezacího šrotovníku RS 750, mezizásobníku na 3 m³, granulační linky s výkonností 240 kW/h, pásový dopravník pro dopravu pelet do BIG BAGU, držák BIG BAGU

- rozebírač HZ 1300 je stroj, který funguje jako rozebírač a zároveň i jako drtič. Přípravuje přímo frakci pro briketování, nebo ve spojení se šrotovníkem, pro peletování. Rozebírač-rozdružovač s podavačem je určen pro rozdužení slámy, sena a podobných materiálů slisovaných do balíků hranatých i kulatých. Podle použitých sít jsou lisované balíky rozduženy na hmotu vhodnou pro stlaní, nebo hmotu použitelnou přímo pro briketování nebo při dalším podrcení pro peletování.
- řezací šrotovník RS 750 je určen k řezání a drcení (šrotování) slámy pro výrobu pelet a briket. Sláma je řezacími noži najemno pořezána, speciálními kladivy přes síta pošrotována a vynášecími lopatkami dopravována mimo šrotovník do vzdálenosti až 6m. Síta šrotovníku, řezací nože a speciální kladiva jsou snadno vyměnitelná. Odklopením celé násypky s předním krytem, se dá rotor šrotovníku snadno vyčistit. Pro kontrolu zatížení šrotovníku slouží obsluze digitální ampérmetr.
- násypka o objemu 3 m³ s dopravním šnekem je určená k linkám MGL, jako mezi zásobník podrcené suché slámy a sena. Součástí násypky je: cyklon, odsávání s filtrací, dopravní šnek do násypky granulační linky, čidla a elektronika pro maximální a minimální hladinu materiálu v násypce linky, velice důležitou součástí násypky je i odstraňovač klenby materiálu v síle.

- peletizační linka MGL 400 se skládá z dávkovacího šneku s uzavřenou násypkou. Do násypky se nasype materiál pro granulování. Speciální šnek vynáší materiál k dávkovacímu otvoru, kterým přesně nastavená dávka hmoty propadáva do míchacího zařízení. Zbytek hmoty se přepadem odvádí zpět do násypky, takže pořád cirkuluje šnekem, přepadem a násypkou v uzavřeném okruhu. Hmoty, která prošla dávkovacím otvorem do promíchávače hmoty se v něm může smíchat s dalšími přidávanými komponenty, napařit párou nebo zvlhčit vodou a dále propadáva přímo na granulační kola granulatoru, kde za vysokého tlaku a teploty dochází k částečné plastifikaci granulovaného materiálu průchodem přes granulační matici. Plynulým protlačováním vstupní suroviny kanálkem matrice při určitém tlaku dochází ke vzniku soudržných válečků - pelet, granulí. Pelety propadáva do třídičky, ve které se od granulí separuje prach a nestandardní granule. Pelety se průchodem třídičkou zároveň i ochladí, čímž se zabrání jejich pozdějšímu rozpadávání vlivem přehřátí. Nestandardní granule a prach se vrací zpět spirálovým šnekovým dopravníkem do násypky a opětovně prochází peletizačním procesem. Hotové granule vypadáva z třídičky do připraveného zásobníku.
- Pásový dopravník vynáší pelety do bigbagu. Šířka pásu je 0,1 m, délka dopravníku je 2,650 m, výška pod výpadem z dopravníku je 1,780 m, hmotnost pásového dopravníku 70 kg



Obrázek 48 - Peletizační linka KOVO NOVÁK [43]

Tabulka 1 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Kovo Novák

Stroj	Rozebírač HZ 1300	Řezací šrotovnik RS 750	Mezizásobník	Granulační linka MGL 400	Pásový dopravník	Celkem
N_F Fixní náklady [Kč/rok]	45 000	13 900	13 600	69 000	7 360	148 860
N_V Variabilní náklady [Kč/rok]	1 108 042,5					
N_C Celkové provozní náklady [Kč/rok]	1 256 902					
C_P Pořizovací cena stroje [Kč]	225 000	69 500	68 000	345 000	36 800	744 300
P_{EE} Příkon elektrické energie [kW]	24	15	-	19	5	63
W_{ST} Výkonnost stroje [kg/h]	500	200 - 900	-	180	300	-
V_{PL} Roční výnos [Kč/rok]	586 442					
N_{PL} Návratnost Investice [rok]	1,27					

4.1.2 Peletizační linka firmy ATEA [6]

Peletizační linka od firmy Atea, která je na obrázku 49, je určena pro velké peletárny, má velkou výkonnost a kvalitu vyprodukovaných pelet. Jednotlivé stroje linky mezi sebou komunikují pomocí řídicího pultu a tak dochází k efektivnějšímu využití spotřebované elektrické energie.

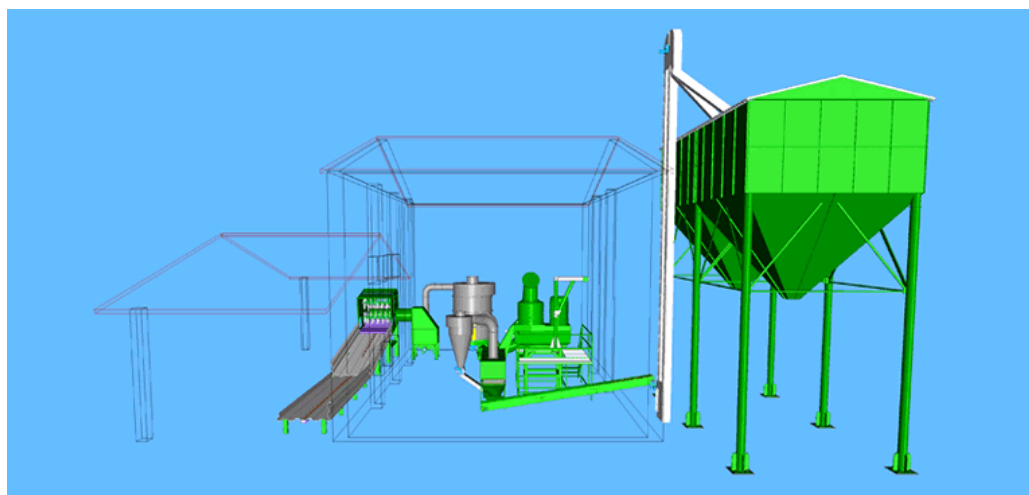
Parametr linky LSP 1800

Na lince lze zpracovávat se a slámu do vlhkosti 15 %. Linka je schopna vyrobit 1000 kg pelet za hodinu. Spotřeba elektrické energie činí 100 až 165 kW za hodinu. Obsluhu linky tvoří 2 pracovníci. Pořizovací cena technologie je dle požadavků investora na rozsah technologie. Základní technologie stojí cca 5 milionů.

Odpisy technologie jsou 5 let.

Linku tvoří

Linka se skládá z podávacího dopravníku balíků, který měří 11 m, rozdužovače balíků, drtiče slámy, transportního ventilátoru, vyrovnávacího mezizásobníku s odsáváním, dávkovacího šnekového dopravníku, šnekového mixéru, šneku granulátoru, granulátoru, separační šupnou, chladicího dopravníku pelet s posuvným dnem a šnekem odrolu, cyklonu granulátoru s potrubím a odbočkou, šneku odrolu, odsávání chladicího dopravníku, pásového dopravníku pelet, který měří 6 metrů, korečkového dopravníku pelet o délce 11,5 metru, podjezdového zásobníku pelet o objemu šedesáti metrů kubických, odstředivého vlhčícího zařízení a ovládacího panelu.



Obrázek 49 - peletizační linka firmy ATEA [47]

Tabulka 2 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky firmy Atea

Položka	Náklady a výnos z jedné tuny pelet [Kč]
Elektrická energie (3,6 kW/h)	300
Obsluha linky	340
Ostatní náklady	40
Rezerva	10
Náklady na výrobu	690
Cena 1000 kg slámy na řádku	250
Skřízeň 1000 kg slámy k lince	600
Náklady na výrobu se slámou	1540
Odpisy technologie	340
Spotřební materiál	50
Celkem náklady s odpisem	1 930
Výnos	1470
Pořizovací náklady na linku	5 100 000
Doba návratnosti	1,15 let

4.1.3 Mobilní peletizační linka firmy Himel [48]

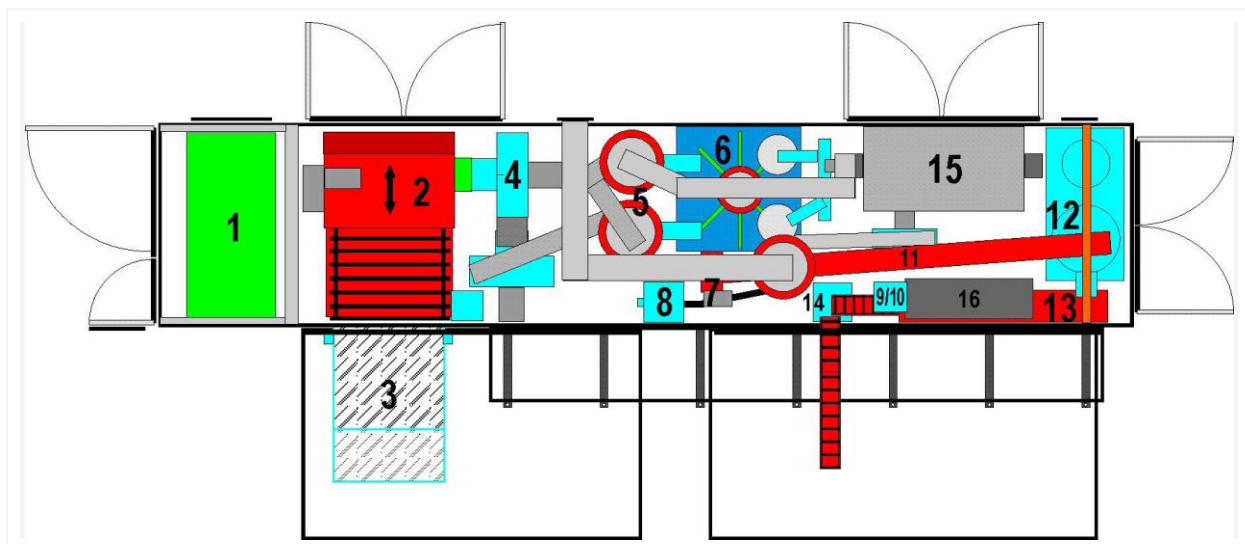
Mobilní peletizační linka na obrázku 50 je určena pro zpracování suché biomasy všeho druhu, jako je obilní sláma, řepková sláma, seno, šťovík atd. Systém zajišťuje všechny potřebné výrobní kroky od rozdělení balíků, drcení (šrotování) hmoty, dopravu, peletování chlazení, třídění až po expedici. Celý technologický soubor je vybaven vlastním napájením prostřednictvím elektrocentrály, kterou pohání agregát firmy John Deere o výkonu 200 kW. Výkonnost je 1000 až 1500 kg/h v závislosti na druhu a parametrech zpracovávaného materiálu. Celá technologická sestava je určena především pro výrobu palivových pelet. Cena této linky je 7 500 000 Kč což je počáteční investice, která se zemědělskému podniku nevyplatí, Tuto linku provozuje firma, která jezdí po zemědělských podnicích a nabízí peletování přímo u nich. Ročně tato linka zpracuje až 1500 tun a náklady na zpracování 1 tuny jsou 2470 korun, z toho 25 % činí zisk.



Obrázek 50 - Mobilní peletizační linka [48]

Linku tvoří (Obrázek 51)

- 1) elektrocentrála a generátor
- 2) rozdružovač
- 3) podávací stůl
- 4) dva kladívkové drtiče
- 5) separační jednotka
- 6) vyrovnávací zásobník
- 7) turniketový dávkovač
- 8) dávkování sypkých přísad, komponent
- 9) dávkování vody
- 10) dávkování tuku
- 11) dávkovací míchací šnek
- 12) granulační lis
- 13) prosévací a dochlazovací dopravník
- 14) vyskladňovací a navažovací jednotka
- 15) filtr
- 16) rozvaděč k řídicí jednotce



Obrázek 51 - Schéma mobilní peletizační linky [50]

Tabulka 3 - Přehled nákladů a výnosů mobilní peletizační linky firmy Himel [48]

Vstupní pořizovací hodnota	Kč	7 500 000
Zůstatková hodnota po odpisu	Kč	375 000
Roční zisk	Kč	741 125
Roční úročení	Kč	337 500
Odpisy	Kč	562 500
Celková návratnost investice	roky	4,34

4.1.4 Peletizační linka 1000 Standart firmy Propelety [49]

Peletizační linka koncepce firmy ProPelety na obrázku 52 je určena především pro středního a velkého zemědělce se zaměřením především na rostlinnou výrobu. Peletizační linka je určena pro efektivní zpracování biomasy jako je sláma, seno, slupky, plevy, výmlaty z obilnin, olejnin, luskovin, travin a energetických rostlin na kvalitní palivo ve formě agropelet.

Vstupním materiálem jsou válcové balíky o maximálním průměru 0,150 m nebo hranaté balíky o maximálním průřezu 0,150 x 0,150 m, alternativně lze využít sypký nebo nebalený materiál. Vstupní vlhkost materiálu je do 14 %. Při vyšší vlhkosti musí být linka doplněna o sušičku. Základní provedení linky předpokládá výstup pelet do velkoobjemového balení, to znamená do big-bagu nebo kontejneru.

Provoz všech zařízení je kontinuální. Řízení linky je sdruženo na jednom ovládacím pultě. Předpokládá se obsluha jedním pracovníkem, který zvládne také manipulaci – přísun balíků, výměnu big-bagů apod.

Linku tvoří

Linka se skládá ze vstupního dopravníku pro přípravu balíků, rozdružovače balíků, drtiče slámy, pneumatické dopravy slámy do mezizásobníku, síla s filtrací prachu, dávkovacího zařízení, což je šnekový dopravník, který dávkuje slámu do lisu, lisu, odsavače prachu, čistícího vibračního dopravníku, chladícího dopravníku, Držáku pro big-bag, řídicího pultu, rozvodné skříně s kompletním řízením linky. Linku lze ještě rozšířit o Zásobník a šnekový dopravník pro příměsí, sušičku a přídatný dopravník volně ložené slámy.



Obrázek 52 - Schéma peletizační linky 1000 Standart [49]

Parametry linky

Výkonnost linky závisí na druhu materiálu, který peletujeme. Pšeničná sláma do vlhkosti 14 % má výkonnost 1000 kg/h. U sena je výkonnost linky 850 kg/h, a u řepkové slámy je výkonnost linky 700 kg/h. Jmenovitý příkon celé linky je 143 kW. Minimální zastavěný prostor je 60 m² a linka sáhá do výšky šesti metrů. Linka nedělá větší hluk jak 80 dB

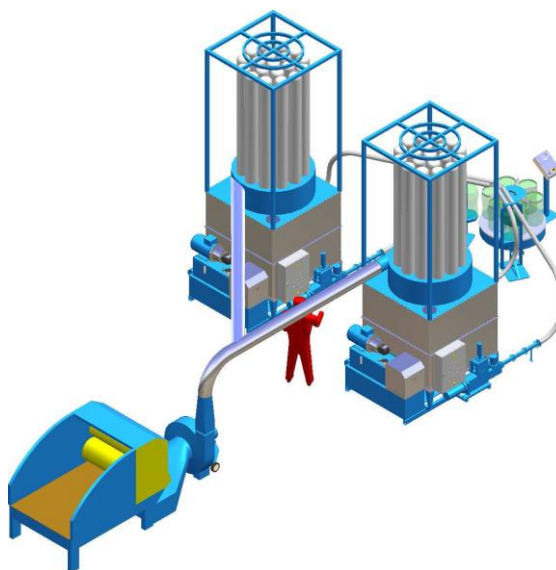
Kapacita linky je zvolena s ohledem na:

- minimalizaci dopravních nákladů – předpokládá zásobování z okruhu o poloměru 5 – 10 km při 50 % využití slámy z produkce v této oblasti
- dostatečnou ekonomickou rentabilitu - předpokládá 100% zaměstnanost po dobu celého roku v jedné nebo dvou směnách.
- roční kapacita linky při dvousměnném provozu je asi 2000 tun agropelet, to znamená, že umožňuje dosáhnout tržby cca 5-6 milionu korun ročně., v cenách roku 2009.

Na investiční záměr stavby linky lze získat až 60% příspěvek ze strukturálních fondů.

4.1.5 Briketovací linka firmy Himel [50]

Linky od této firmy jsou tvořeny rozdružovači balíků a drtiči slámy firmy Himel a briketovacím či peletovacím lisem jiné firmy. Schéma linky je na obrázku 53. V závislosti na potřebě peletovacího či briketovacího lisu je rozdružovací a šrotovací jednotka tvořena buď jedním, nebo dvěma drtiči slámy. Jeden drtič STM vytvoří hrubým sítem hrubou frakci o délce 0,02 až 0,025 m, Pro vytvoření jemné frakce je nutno použít ještě druhý drtič se speciálním jemným sítem pro frakci délce 0,008 až 0,01 m

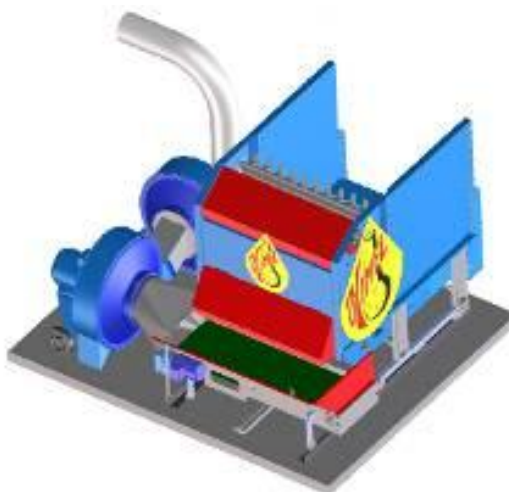


Obrázek 53 - Schéma linky od Firmy Himel [50]

Linku tvoří

Stacionární, rozdružovací a šrotovací jednotku pro jemnou frakci na obrázku 54 tvoří rozdružovač balíků, který má dva frézovací válce s příkonem 7,5 kW s napájecím napětím 400 V, řetězový přihrnovací dopravník o příkonu 1,5 kW s napájecím napětím 400 V a příčný odsunový dopravník s příkonem 0,75 kW s napájecím napětím 400V.

Na rozdružovač navazují dva drtiče STM 201 s příkonem 22 kW se sítím s otvory o průměru 0,01 m. Výkonnost drtičů je 1000 až 1200 kg/h



Obrázek 54 - Schéma rozdružovací a šrotovací jednotky [50]

Linku dále tvoří briketovací lis BrikStar na obrázku 55. Tento lis je určen pro lisování suchého třískového a prachového materiálu o vlhkosti v rozmezí 8 až 15 %. Je to plně automatický stroj s možností volby manuálního pracovního režimu. Maximální výkonnost lisu je 160 kg/h. Elektrický příkon lisu je 13,5 kW s napájecím napětím 400 V Průměr brikety je 0,065 m a délka 0,03 až 0,05 m. Jedná se o lis s hydraulickým válcem. Dávkovací šnek minimalizuje kolísání výkonu pro lisování materiálů od velmi jemných až po hrubé materiály. Čidlo minimální hladiny řídí automatické spouštění a vypínání stroje a zabraňuje tak zbytečnému provozu lisu. Pro zajištění nepřetržitého provozu je nutné lis opatřit chladičem oleje. Hlučnost tohoto lisu je 77 dB.

Tabulka 4 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Himel

Stroj	Rozebírač balíků	2 x Drtič slámy	Odlučovací cyklon	Briketovací lis	Celkem
N_F Fixní náklady [Kč/rok]	60 180	67 640	2 700	112 400	242 920
N_V Variabilní náklady [Kč/rok]	883 564,2				
N_C Celkové provozní náklady [Kč/rok]	1 126 474,2				
C_P Pořizovací cena stroje [Kč]	300 900	338 200	13 500	562 000	1 214 600
P_{EE} Příkon elektrické energie [kW]	9,75	22	-	13,5	45,25
W_{ST} Výkonnost stroje [kg/h]	1500		-	140	-
V_R Roční výnos [Kč/rok]	349 405,8				
N_{PL} Návratnost Investice [rok]	3,47				



Obrázek 55 - Lis BrikStar firmy Brikliis [51]

4.1.6 Briketovací linka firmy Agrobrik [52]

Linka je určena pro malé a střední zemědělské podniky. Pro zpracování obilní nebo řepkové slámy, sena, šťovíku, pazdří konopí a lnu bez použití dalších příměsí. Linka dokáže zpracovat materiál do vlhkosti 20 %.

Linku tvoří:

- rozdružovač balíků RB 600 na obrázku 56 rozdružuje válcovité balíky do průměru 1,6 m a hranolové balíky o rozměrech 2,4 x 1,3 x 1 m. Výkonnost stroje je 300 kg/h a instalovaný příkon 6,25 kW.

-



Obrázek 56 - Rozdružovač balíků RB 600 + drtič slámy DS 300 [88]

- drtič slámy DS 300 na obrázku 56 navazuje na rozdružovač balíků RB 600. Výstupní řezanka má délku 0,02 až 0,05 m. Výkonnost je 300 kg/h a instalovaný příkon 5,5 kW.

- briketovací lis Biomasser DUO 100 na obrázku 57 vyrábí nekonečné palivové brikety o průměru 0,07 m s otvorem uprostřed. Výkonnost lisu je 80 až 140 kg/h. Lis má příkon 12,5 kW.

Tabulka 5 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Agrobrik

Stroj	Rozdružovač balíků RB 600	Drtič slámy DS 300	Briketovací lis Biomasser DUO	Celkem
N_F Fixní náklady [Kč/rok]	37 440	11 300	63 780	112 520
N_V Variabilní náklady [Kč/rok]	622 580,4			
N_C Celkové provozní náklady [Kč/rok]	735 100,4			
C_P Pořizovací cena stroje [Kč]	187 200	56 500	318 900	562 600
P_{EE} Příkon elektrické energie [kW]	6,25	5,5	12,5	24,25
W_{ST} Výkonnost stroje [kg/h]	300	300	110	-
V_R Roční výnos [Kč/rok]	1 749 799,6			
N_{BL} Návratnost Investice [rok]	0,32			



Obrázek 57 - Briketovací lis DUO 100 [89]

4.1.7 Briketovací linka Agrolis 170 [53]

Tato briketovací linka, která je na obrázku 58 není opatřena rozebíračem balíků má pouze drtič slámy, nicméně lze dokoupit rozdružovač balíků značky Teagle Tomahawk 505 M na obrázku 59, který se dá k lince připojit pomocí pneumatického potrubí. K lince se lze ještě dokoupit mezizásobník materiálu o objemu 6,3 m³.



Obrázek 58 - Briketovací linka Agrolis [90]

Linku tvoří:

- rozdružovač balíků Teagle Tomahawk 505 M na obrázku 59 umožňuje nařezat materiál v délce od 0,01 do 0,05 m pomocí ostrých kladívek, které jsou proti výměnnému sítu. Délka řezanky závisí na osazeném sítu. Stroj může pracovat až do vlhkosti 35%. V této lince je pohon rozdružovače zajištěn elektromotorem se vstupním napětím 400 V a příkonem 30 kW.

Rozdružovač se také vyrábí jako nesený nebo tažený s minimálním výkonem motoru traktoru 45 kW. Rozdružovač je schopen rozdružovat válcovité balíky do průměru 1,65 m a hranolové o maximálních rozměrech 1,2 x 1,2 x 2,4 m



Obrázek 59 - Rozdružovač balíků Teagle Tomahawk 505 M [91]

- drtič slámy Agromix je malé velice výkonné zařízení, které je schopno nařezat vstupní materiál na 0,005 až 0,05 m podle použitého síta. Stroj je osazen 7,5 kW elektromotorem s 2800 ot/min. Výkonnost je podle instalovaného síta od 300 kg/h.
- mezizásobník pro briketovací lis, je vhodný pro průběžné dávkování materiálu do dalších zařízení a k tomuto účelu je vybaveno časovačem nahrnování. Silo je určeno pro řezanku zejména ze slámy o řezné délce do 0,03 m a vlhkosti do 20 %. Je-li silo instalováno v uzavřené místnosti, lze jej vybavit filtračními vaky.
- briketovací lis má šnekový mechanismus a díky tomu není jeho chod hlučný jako například u lisů s klikovým či hydraulickým mechanismem. Lis vyrábí brikety o průměru 0,085 m s otvorem uvnitř. Lis navazuje na zásobník s cyklonem nebo na velký zásobník o objemu 6,3 m³ s časovaným nahrnováním.

Tabulka 6 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Agrolis

Stroj	Rozdružovač balíků	Drtič slámy	Mezizásobník	Briketovací lis	Celkem
N_F Fixní náklady [Kč/rok]	37 510	28 072	51 120	53 215	169 917,8
N_V Variabilní náklady [Kč/rok]	1 000 526				
N_C Celkové provozní náklady [Kč/rok]	1 170 443				
C_P Pořizovací cena stroje [Kč]	187 550	140 360	255 600	266 079	849 589
P_{EE} Příkon elektrické energie [kW]	30	7,5	1,5	16,4	55,4
W_{ST} Výkonnost stroje [kg/h]	2500	300	-	120	-
V_R Roční výnos [Kč/rok]	1 540 357				
N_{BL} Návratnost Investice [rok]	0,55				

4.2 Příklady strojních linek pro svoz píce a sena určené na energetické účely

Strojní linka, která je určená ke sklizni píce či slámy tvoří energetické prostředky, manipulační a přepravní zařízení. Linku dále tvoří lis na válcovité nebo hranolové balíky. Jedná-li se o jednofázové sklizení píce je linka navíc ještě tvořena žacím strojem, obracečem a shrnovačem. Stroje linky na sebe musí navazovat.

4.2.1 Strojní linka pro sklizeň slámy ve formě hranolových balíků

Součástí linky je lis na hranolové balíky Claas 3400. Lis má jako jediný hydraulicky hnané sběrací ústrojí široké 2,35 m. Vkládací ústrojí má šířku 1,3 m a průměr vkládacího rotoru je 0,860 m. Lisovací píst je poháněn od hlavní převodové skříně dvěma rameny v rychlosti 46 zdvihů za minutu s tlakem až 200 bar. Maximální výkonnost lisu je až 60 000 kg/h. Šířka balíku je 1,2 m výška 1 m a délka se dá nastavit od 1 do 3 m. Energetickým prostředkem lisu je kolový traktor vyšší výkonové třídy Deutz-Fahr AGROTRON X 720 se šestiválcovým motorem o výkonu 198 kW. Motor má vstřikování Common Rail a čtyři ventily na válec. Stroj může spalovat neředěnou bionaftu bez ztráty výkonu. Traktor je vybaven převodovkou Power Shift se čtyřiceti plně reverzovanými převodovými stupni. Maximální rychlost traktoru je 50 km/h.

manipulační zařízení, které nakládá balíky na přepravní zařízení, tvoří čelní kolový nakladač JCB TM 220 s motorem Deutz o výkonu 55 kW. Výkon je na hnací kola přenášen hydrostatickou převodovkou. Nakladač dokáže zvednout břemeno o hmotnosti 2200 kg do výšky 4,562 m. Maximální pojezdová rychlost nakladače je v závislosti na výbavě je buď 25 nebo 40 km/h.

Přepravní zařízení je přívěs pronar T 023, který uveze 27 až 34 hranatých balíků vyrobených lisem Claas Quadrant 3400. Ložná plocha přívěsu je 24 m². Zadní čelo jde pro vyšší výkonnost vysunout o 0,89 m. Ložná plocha je ve výšce 1,1 m. Celková nosnost přívěsu je 11 300 kg. Podvozek tvoří 3 nápravy odpružené listovými pružinami. Energetickým prostředkem přívěsu je kolový traktor Zetor Forterra HSX 140 osazen čtyřválcovým motorem o výkonu 100 kW. Točivý moment

je na hnací kola přenášěn přes pětistupňovou převodovku s třístupňovým násobičem a možností reverzace pod zatížením.

Manipulačním zařízením, které skládá balíky do stohu je teleskopický manipulátor JCB 535 - 95, který je osazen motorem JCB ECOMAX s výkonem 74 kW. Maximální nosnost břemene je 3500 kg a maximální zdvih břemene je 9,5 m.

[54, 55, 56, 57, 58, 59]

Tabulka 7 - Přehled pořizovacích nákladů linky 1

Stroj	Název	Cena [Kč]
Energetické prostředky	Deutz-Fahr Agrottron X 720	2 995 000
	Zetor Forrtera HSX 140	1 613 320
Lis na hranolové balíky	Claas Quadrant	3 500 000
Dopravní zařízení	Pronar T - O23	260 000
Manipulační prostředky	JCB 535 - 95	1 775 000
	JCB - TM 220	1 675 000
Celková cena [Kč]	11 818 320	

4.2.2 Strojní linka pro sklizeň slámy ve formě válcovitých balíků

Tuto linku tvoří lis na válcovité balíky Pöttinger Rollprofi 3200 LSC. Lis má záběr sběracího ústrojí 2 m. Lis má kombinovanou komoru, která má v zadní části řetězy s tyčovými unášeči, které začínají balík svinovat od středu, tak aby byl co nejpevnější, a válce v přední části zajišťují lepší vyrovnání balíku. Počet otáček ovinutí sítě je nastavitelný v rozsahu od 1 do 5. O mazání lisu se stará centrální mazací systém. Energetickým prostředkem lisu je kolový traktor Zetor Proxima Power 110, který patří do střední výkonové třídy. Traktor je vybaven čtyřválcovým motorem o výkonu 79 kW při 2200 ot/min. Převodovka má 8 rychlostí s třístupňovým násobičem.

Další část linky tvoří přepravní zařízení se samonakládacím zařízením což je přepravník kulatých balíků SPV 3 x 5. Přepravní zařízení má kapacitu 12 až 15

válcových balíků v závislosti na šířce balíků. Nakládání balíku je uskutečňováno pomocí vidlic, které najedou pod balík, zpětným nakloněním vidlic směrem k úložné plošině se balíky z vidlic skutálí. Standardní vidlice je postavena pro balíky o průměru do 1,4 m. Vzdálenost mezi vidlicemi lze hydraulicky nastavit. Zkrácením vzdálenosti mezi vidlicemi si obsluha pomáhá při nakládání horního balíku. Vyprazdňování je realizováno hydraulicky ovládaným beranidlem, které posouvá naložené balíky směrem k zadní části. Průměrná doba k najetí balíku a jeho naložení činí 40 sekund. Přepravník má nosnost 6530 kg.

Energetickým prostředkem pro přepravník balíků je kolový traktor CASE IH Maxxum 110 EP. Výkon motoru tohoto traktoru je 81 kW. Motor má čtyři válce s šestnácti ventily. Převodovka má 2 režimy a to PowerShift a PowerShuttle. Převodovka má šestnáct převodových stupňů dopředu a šestnáct převodových stupňů dozadu. Maximální rychlost traktoru je 40 km/h, na přání lze tuto rychlost zvýšit na 50 km/h.

Poslední částí této linky je manipulační prostředek, který tvoří teleskopický manipulátor Merlo Turbofarmer R 41.4, který vytváří stoh. Maximální nosnost manipulátoru je 4100 kg. Maximální zdvih je 7 metrů, přičemž maximální vysunutí ramene je 3,6 metru. Při tomto vysunutí je maximální nosnost 1350 kg. Motor má výkon 103 kW. Převodovka je hydrostatická a maximální pojezdová rychlost je 40 km/h. [60, 61, 62, 63, 64, 65, 66]

Tabulka 8 - Přehled pořizovacích nákladů linky 2

Stroj	Název	Cena [Kč]
Energetické prostředky	Zetor Proxima Power 110	1 236 900
	Case IH Maxxum 110 EP	1 815 000
Lis na válcové balíky	Pöttinger Varioprofi	986 634
Dopravní zařízení	Přepravník SPV 3x5	690 910
Manipulační zařízení	Merlo Turbofarmer R 41.7	2 323 200
Celková cena [Kč]	7 052 644	

4.2.3 Strojní linka pro sklizeň píce ve formě hranolových balíků

Navržené stroje pro tuto linku tvoří žací kombinace Pöttinger Novadisk 900 se sklopnými žacími mačkači s celkovým záběrem 9 m a čelní žací mačkač Pöttinger Novacat 301 s celkovým záběrem 3,04 m. Oba tyto stroje jsou nesené systémovým nosičem JCB Fastrac 3230, který má motor o výkonu 171 kW. Díky vstřikování roztoku močoviny do výfukového potrubí motor splňuje emisní normu Euro 4. Převodovka má 24 rychlostí vpřed i vzad a je ovládaná pomocí dotykového displeje. Stroj dokáže jet rychlostí 65 km/h.

Další částí linky je obraceč Pöttinger Eurohit 610 se šesti rotory a pracovním záběrem 5,75 m. Obraceč je tažen traktorem Steyr 4085 Compact s čtyřválcovým motorem o výkonu 63 kW při 2300 ot/min. Převodovka tohoto traktoru má 16 synchronizovaných rychlostních stupňů vpřed i vzad a funkci Powershift a Powershuttle. Maximální rychlost traktoru je 40 km/h

Usušenou píci nahrnuje do řádku čtyřrotorový shrnovač Pöttinger Top 1252 C vybaven čtyřmi hydraulicky sklopnými rotory. Pracovní záběr tohoto shrnovače je 8 až 12,5 m, přičemž průměr rotoru je 3,3 m. Shrnovač je tažen traktorem Claas Arion 620 s maximálním výkonem motoru 96 kW při 2000 ot/min.

Poslední zpracování volně ložené píce obstará lis na hranolové balíky Welger D 6006, který má záběr sběracího zařízení 2,2 m. Šířka balíku je 1,2 m a výška 0,7m, délka lze měnit v rozmezí od 0,9 do 2,5 m. Balík je svázan šesti provázky. Zásobník motouzu pojme až 24 rolí. Minimální výkon energetického prostředku je 92 kW. Energetickým prostředkem lisu je kolový traktor Same Diamond 270 DCR s šestiválcovým motorem Deutz o výkonu motoru 198 kW. Traktor má převodovku Powershift. Převodovka je plně synchronizovaná se 40 rychlostmi vpřed a vzad.

Přepravu a zároveň stohování balíků zajistí návěs se speciálním nakládacím a peletovacím zařízením Arcusin E 220. Návěs je schopen pojmout v závislosti na rozměrech balíků 8 až 36 balíků. Tyto přepravníky umožňují udělat stoh vysoký až 5,8 m. Maximální nosnost přepravníku je 16800 kg. Energetickým prostředkem přepravníku je kolový traktor Fendt 720 Vario SCR se šestiválcovým motorem o výkonu 147 kW. Ten je přenášen na kola prostřednictvím bezstupňovou převodovkou Vario. Pojezd je ovládan pojezdovou pákou nebo nožním plynem. [67, 68, 69, 70, 71, 72, 83]

Tabulka 9 - Přehled pořizovacích nákladů linky 3

Stroj	Název	Cena [Kč]
Energetické prostředky	JCB Fastrac 3230	3 630 000
	Steyr 4085 Kompakt	1 380 000
	Claas Arion 620	1 754 500
	Same Diamond 270 DCR	3 630 000
	Fendt 720 SCR	3 214 000
Žací stroj	Pöttinger Novadisk 900	849 500
Čelní žací stroj	Pöttinger Novacat	578 700
Obraceč	Pöttinger Eurohit 610 N	629 200
Shrnovač	Pöttinger Top 1252	1 756 900
Lis na hranolové balíky	Welger D 6006	3 149 200
Dopravní zařízení	Arcusin E 220	2 420 000
Celková cena [Kč]	22 992 000	

4.2.4 Strojní linka pro sklizeň píce ve formě válcových balíků

Tato linka má dva nesené diskové žací stroje. Prvním z nich je Pöttinger Novadisk 305, který má pracovní záběr 3,04 m. Žací stroj je opatřen 7 disky, na každém disku jsou dva nože. Pohon tohoto žacího stroje vyžaduje energetický prostředek o minimálním výkonu 45 kW. Dalším strojem, který tvoří tuto linku je čelní žací stroj Agrostroj Exact 245 F. Pracovní záběr tohoto stroje je 2,45 m. Žací stroj má šest žacích disků, přičemž každý má dva nože. Tažný prostředek musí mít minimální výkon motoru taktéž 45 kW. Energetickým prostředkem pro oba tyto žací stroje je kolový traktor John Deere 6150 R, který má motor o výkonu 110 kW. Celkový objem šesti válců je 6800 cm³. Pro splnění emisních norem je tento traktor vybaven filtrem pevných částic DPF a oxidačním katalyzátorem DOC. Převodovka má 20 synchronizovaných rychlostí v obou směrech. Standardní je převodovka, která traktoru umožňuje jet rychlostí 40 km/h, na přání se dodává převodovka s maximální rychlostí až 50 km/h.

Dalším strojem v této lince je obraceč JF - Stoll Z 765 Pro s pracovním záběrem 7,6 m. Obraceč má 6 rotorů na kterých je celkem 42 ramen. Průměr jednoho rotoru je 1,65 m. Minimální výkon motoru traktoru je 60 kW. Energetickým prostředkem obraceče je kolový traktor střední výkonově třídy Massey Ferguson 5440 má čtyřválcový motor Perkins o výkonu 75 kW. Zdvihový objem motoru je 4400 cm³. Tento traktor je vybaven převodovkou Dyna 4, která má čtyři skupiny ve kterých jsou čtyři rychlosti stupně s možností řazení pod zátěží.

Po obracení píce přichází na řadu shrnování. To je v této lince uskutečňováno shrnovačem Krone Swadro 800/26. Jedná se o dvourotorový shrnovač, který shrnuje píci ke středu stroje mezi rotory. Pracovní záběr shrnovače je 6,8 až 7,6 m. Jeden rotor má průměr 3,3 m a je osazen třinácti rameny. Plošný výkon shrnovače je cca 7,5 ha/h. Minimální výkon motoru energetického prostředku je 37 kW. Energetickým prostředkem shrnovače je kolový traktor New Holland T 6030, jenž disponuje šestiválcovým motorem s přeplňováním o výkonu 86 kW při 2200 ot/min. Převodovka má 16 rychlostí vpřed a vzad, 4 převodové stupně lze řadit pod zatížením, 8 převodových stupňů lze řadit bez použití spojkového pedálu. Ovládání pojezdu je možné bez spojky pomocí funkce PowerShuttle.

Lisování do válcových balíků je prováděno lisem John Deere 644 P s pevnou válcovou komorou s patnácti válci. Šířka záběru je 2,2 m. Průměr balíků lze po 0,05 m nastavovat od 1,25 do 1,35 m. Pro pohon lisu je potřeba, aby vývodový hřídel měl 1000 ot/min. Minimální výkon motoru energetického prostředku je 88 kW. Energetickým prostředkem lisu je kolový traktor Valtra N 101 H s čtyřválcovým motorem o objemu 4400 cm³ a výkonu 89 kW. Převodovka má 24 rychlostí dopředu a stejně velký počet rychlostí pro zpětný chod. Pohon lze ovládat bez spojkového pedálu. Traktor má maximální rychlost 40 km/h, na přání lze namontovat převodovku „Eco rychlost“, tím se maximální rychlost traktoru zvýší na 50 km/h.

Sběr balíků je prováděn samonakládacím přepravníkem Sipma T 150/1. Tento přepravník sklápí balíky kolmo k zemi a tím je staví do stohu. Délka korby je 4 m, šířka 2,2 m, což je plocha pro maximálně 8 válcových balíků. Nosnost přepravníku je 6500 kg. Minimální výkon motoru energetického prostředku je 60 kW. Energetickým prostředkem přepravníku je kolový traktor Farmtrac 7110 DT, který má čtyřválcový motor značky Perkins o výkonu 81 kW. Motor plní emisní normu Euro 3. Převodovka má 16 synchronizovaných rychlostí v obou směrech

pojezdu s možností změny směru pohonu bez spojkového pedálu. [73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82]

Tabulka 10 - Přehled pořizovacích nákladů linky 4

Stroj	Název	Cena [Kč]
Energetické prostředky	John Deere 6150 R	2 361 800
	Massey Ferguson 5440	1 929 200
	New Holland T 6030	1 512 500
	Valtra N 101 H	1 744 100
	Farmtrac	930 000
Žací stroj	Pöttinger Novadisk 305	193 600
Čelní žací stroj	Agrostroj Exact 245 F	196 000
Obraceč	JF - Stoll Z 765	377 300
Shrnovač	Krone Swadro 800	583 825
Lis na válcové balíky	John Deere 644	1 004 300
Dopravní zařízení	Sipma T 150/1	314 600
Celková cena [Kč]	11 417 225	

5 Závěr

Náklady na výše uvedené strojní linky se v praxi mohou v závislosti na výbavě stroje lišit. Na pořizovací náklady linek na výrobu tvarovaných paliv má také vliv velikost a zázemí objektu, ve kterém bude tato linka v budoucnu stát. Tyto náklady nejsou v této práci zohledněny. V práci je popsán pouze maximální možná výkonnost a tím i minimální možná návratnost investice.

Tyto linky se vyplatí pořizovat pouze takovým zemědělským podnikům, které se svou činností specializují na rostlinnou výrobu, tím pádem mají nadbytek slámy a píce. Další podmínkou je dobrý odbyt na vyrobeného tvarovaného paliva. V případě splnění těchto dvou podmínek je dobrá návratnost investice. Vstupní materiál pro výrobu tvarovaného paliva je otázkou zlomkových nákladů v porovnání prodejní cenou tohoto paliva. Zpravidla se jedná o náklady na výrobu a dovoz balíků, což je přibližně 0,0882 Kč/kg.

Z propočtů vyplývá, že nejkratší dobu návratnosti, co se týká linek na výrobu briket, má linka od firmy Agrobrik s návratnosti přibližně 0,32 let a s výkonnosti 110 kg vyrobených briket za hodinu. Z linek na výrobu pelet to je linka od firmy Atea, která má návratnost investice 1,15 let a výkonnost 1000 kg/hod. Ovšem investiční náklady na tuto linku jsou 5 100 000 Kč, což není příznivá cena pro malé zemědělské podniky, které nemají k dispozici potřebné množství vstupního materiálu. Pro malé zemědělské podniky lepší variantou peletovací linka od firmy Kovo Novák s pořizovacími náklady zhruba 744 300 Kč a hodinovým výkonem 180 kg. Doba návratnosti je u této linky 1,27 let.

6 Seznam použité literatury

- [1] Energie biomasy. *EkoWATT* [online]. 2011 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-biomasy>
- [2] Podpora lokálního vytápění biomasou: ke stažení. [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.cz/cs/doc/prirucka1.pdf>
- [3] Biom: Pelety z biomasy. [online]. [cit. 2013-02-03]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>
- [4] Propelety: Peletizační linka. [online]. [cit. 2013-02-21]. Dostupné z: <http://www.propelety.cz/index.php?str=dodavky1&p=linky&typ=standard>
- [5] Brikety a pelety z biomasy v roce 2007. *Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR* [online]. 2007 [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: download.mpo.cz/get/36691/41024/488876/priloha001.pdf
- [6] Atea Praha. *Technologie: PELETIZAČNÍ LINKA LSP1800* [online]. 2011 [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://www.ateap.cz/linky.html>
- [7] ANDERT, David, Václav SLADKÝ a Zdeněk ABRHAM. *Energetické využití pevné biomasy*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006, 59 s. ISBN 80-868-8419-8
- [8] Iromez. *Dřevěné brikety* [online]. 2011 [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://www.iromez.mvv.cz/Produkty-a-sluzby/Drevene-brikety/>
- [9] ANDERT, David, Václav SLADKÝ a Zdeněk ABRHAM. *Energetické využití pevné biomasy*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006, 59 s. ISBN 80-868-8419-8.
- [10] OCHODEK, Tadeáš, Jan KOLONIČNÝ a Pavel JANÁSEK. *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy: studie v rámci projektu Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2006, 185 s. ISBN 80-248-1207-X.

- [11] Pelety z fitomasy. *Techpark vydavateľstvo* [online]. 2008 [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: http://www.techpark.sk/technika-11-2009/Techpark_pelety_fytomasy.html
- [12] ŠOOŠ, Ľubomír. *Drevný odpad čo s ním?*. Bratislava : ECB, 2000. 108 s. Dostupné z WWW: http://www.ecb.sk/fileadmin/user_upload/editors/documents/Drevny_odpad_a_co_s_nim.pdf . ISBN 80-227-1686-3.
- [13] Peletizační lis. *Tůma CZ* [online]. 2010 [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: <http://www.tumacz.cz/peletizacni-lis>
- [14] Briketovanie. *Agrobiomasa* [online]. 2010 [cit. 2013-02-24]. Dostupné z: <http://www.agrobiomasa.sk/index.php?s=5.2.3>
- [15] ŠPELINA, Miroslav. *Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983, 286 s
- [16] Sláma: sklizeň, zpracování. *Agroweb* [online]. 2011 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/Slama:-sklizenzpracovani__s1595x56500.html
- [17] BŘEČKA, Josef, Ivo HONZÍK a Karel NEUBAUER. *Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Vyd. 1. V Praze Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, Katedra zemědělských strojů, 2001, 147 s
- [18] ROH, Jiří, Petr HEŘMÁNEK a František KUMHÁLA. *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Vyd. 2., přeprac. Praha Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta ve vydavatelství Credit
- [19] Teleskopické manipulátory. *Ramirent* [online]. 2010 [cit. 2013-03-06]. Dostupné z: http://www.ramirent.cz/produkt_445.html
- [20] Peletovanie. *Polnohospodarska biomasa* [online]. 2009 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.polnohospodarskabiomasa.sk/index.php?c=8.2.2>
- [21] BŘEČKA, Josef, Karel BERNÁŠEK a Jiří MAŠEK. *Cvičení ze strojů pro sklizeň píce a obilnin*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2001, 150 s. ISBN 80-213-0781-1.
- [22] Comprima. *Krone* [online]. [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <https://infoportal.krone.de/DisplayInfo.aspx?id=7269>
- [23] Foto galerie částí lisů. *Krone* [online]. [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: https://infoportal.krone.de/Frontend.aspx?reload=1&path=99*330&ansichts

rt=miniatur&menus=0&gespeichertesuchenzeigen=0&topnzeigen=0&sprach
enzeigen=0&textsuc hezeigen=0

- [24] Stavební stroje. *JVH - Engineering* [online]. 2011 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.jhv.cz/externi-engineering/stavebni-stroje/>
- [25] Traktorbagr či klasický traktor s čelním nakladačem a hydraulickým rypadlem. *Farmsystems* [online]. 2009 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: http://www.farmsystems.sk/script/cz/aktual/Akt1_d.asp?id=20090215142140
- [26] Približovacie hydraulické ruky nadstavbové. *Agropret-pulz a.s.* [online]. 2008 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.stroje-naradie.sk/novyindex.php?zobrazenie=naradie&zobraztelo=naradie>
- [27] ČSN EN 12999 +A1 (270540). *Jeřáby - Nakládací jeřáby*. Praha: České státní nakladatelství, 2012.
- [28] SVATOŠ, Josef a Jan KARÁSEK. *Základy zemědělské techniky I: pro 2. ročník*. 1.vyd. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, 1992, 125 s. ISBN 80-856-4503-3.
- [29] CELJAK, Ivo. *Stroje pro zemní a lesní práce: interní učební text*. České Budějovice: ZF JU, 1998, 136 s.
- [30] Výroba zemědělských strojů. *Hoštická akciová společnost* [online]. 2007 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.hosticka.cz/?page=texty&id=6>
- [31] 700 Series Articulated Loader. *AVANT* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://avanttecno.co.uk/product/700-series-articulated-loader/>
- [32] Vozový park. *Zemní práce Major* [online]. 2011 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.zemnipracemajor.cz/vozovy-park>
- [33] Logistika při energetickém využití rostlinné biomasy - 2. *Biom* [online]. 2009 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/logistika-pri-energetickem-vyuziti-rostlinne-biomasy-2>
- [34] PS 15 V Galán. *Zemědělská a topravní technika Nové Veselí* [online]. 2013 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.zdt.cz/ps-15-v-galan-31>
- [35] Doprava a manipulační technika. *Zemědělská technika Agrafa* [online]. 2010 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.agrafa.com/zemedelska-technika/gruber/>
- [36] ARCUSIN AUTOSTACK. *Prospekt firmy Arcusin* [online]. 2009 [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://www.arcusin.com/pdf/AutoStack.pdf>.

- [37] BŘEČKA, Josef, Karel BERNÁŠEK a Jiří MAŠEK. *Cvičení ze strojů pro sklizeň pícnin a obilnin*. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, Technická fakulta, 2001, 150 s. ISBN 80-213-0781-1.
- [38] Forterra. *Agromak* [online]. 2005 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <http://www.agromaknd.cz/stroje/traktory/zetor/forterra/>
- [39] Forum: Obsah fora » Seriová výroba » Traktory sériové výroby - ostatní » Evropské stroje. *Nase traktory* [online]. 2010 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: <http://www.nasetraktory.eu/forum/viewtopic.php?f=69&t=9873&start=45>
- [40] Claas Xerion 3300 Saddle Trac, Lemken Solitair 10, Werktuigendagen 2005. *Wikimedia* [online]. 2005 [cit. 2013-03-16]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Claas_Xerion_3300_Saddle_Trac,_Lemken_Solitair_10,_Werktuigendagen_2005_-_b.jpg
- [41] Zemědělská technika. *Agroseznam* [online]. 2011 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.agroseznam.cz/cz/agrobazar/detail-inzeratu/26500-novy-obracec-2-rotorovy-zaber-2-7-m-posilame-i-na-dobirku.html>
- [42] Claas LINER - 2 rotorové shrnovače. *Agromel* [online]. 2013 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.agromel.cz/2-rotorove>
- [43] Stroje na výrobu pelet. *Kovo Novák* [online]. 2013 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: www.kovonovak.cz
- [44] Agropeletky volně ložené - jednotková cena za 100 kg. *Agropelety* [online]. 2010 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://agropeletky.webnode.cz/products/agropeletky-volne-lozene/>
- [45] E.ON PowerTrend24. *E-ON* [online]. 2013 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/file/edee/cs/podnikatele/produkty-a-ceny-elektriny/eon-cenik-trend24-mop-04-2012.pdf>
- [46] ATEA. *Doporučené postupy při sklizni*. Praha, 2013.
- [47] PELETIZAČNÍ LINKA LSP1800. *Atea Praha* [online]. 2011 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.ateap.cz/lsp1800.html>
- [48] Mobilní peletovací linka. *Himel CZ* [online]. 2011 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.himel.cz/mobilnilinka.html>
- [49] Peletizační linka ProPelety 700/1000/1400 Standard. *ProPelety* [online]. 2011 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.propelety.cz/index.php?str=dodavky1&p=linky&typ=standard>

- [50] HIMEL. *Briketovací linka*. Kuřim, 2013.
- [51] Briketovací lis BrikStar 100, 150. *Briklis* [online]. 2011 [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: http://www.briklis.cz/briketovaci-lis/100-150/#product-tabs=technicke_udaje
- [52] Ceník briketovacích lisů, rozdrůžovačů a drtičů. *Agrobrik* [online]. 2007 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: http://www.palivove.brikety.info/ceny.html?utm_source=E-MAIL&utm_medium=e-mail&utm_campaign=autoodp
- [53] Briketovací linka Agrolis 170. *Skořupa* [online]. 2010 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.akunaradi.cz/briketovaci-linka-agrolis-170/d-71684/>
- [54] Agrotron x 720. *Deutz Fahr* [online]. 2013 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: http://www.richterdiesel.cz/pdf_ZemTech/Agrotron_X.pdf
- [55] QUADRANT 3400. *Agrall* [online]. 2013 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/produkt/42/quadrant-3400>
- [56] JCB TM 180 / 220. *TOKO AGRI a.s.* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.toko.cz/index.php?ID=14731>
- [57] JCB 535 95 Agri a JCB 535 95 Agri Super. *ZTS Jindřichův Hradec* [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.zts-jh.cz/cs/detail-106/nove-stroje-a-zarizeni/teleskopicke-manipulatory/jcb-535-95-agri-super.htm>
- [58] Pronar T 023. *Technik boerse* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.technikboerse.com/cs/view/neumaschine/ballensammelwagen/1258130/pronar-t-023.html>
- [59] DOPRAVNÍ TECHNIKA - Ceník návěsů, přepravníků PRONAR 2011. *B agro* [online]. 2011 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: http://www.b-agro.cz/fotky/down_soubor1076.pdf
- [60] Zetor Proxima Power. *Zetor* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/zetor-proxima-power>
- [61] Traktor Case IH Maxxum EP. *Agrico s.r.o* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.agrico-sro.cz/eshop-maxxum-ep.html>
- [62] Maxxum Efficient Power (110-175 koní). *Agrics* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/maxxum-efficient-power-110-175-koni>
- [63] ROLLPROFI 3200 LSC. *Pöttinger* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: http://www.poettinger.at/landtechnik/download/cz/20110401_rollprofi.pdf

- [64] Lis svinovací s pevnou komorou ROLLPROFI 3200 LSC. *Agrozet* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.agrozetshop.cz/lis-svinovaci-s-pevnou-komorou-rollprofi-3200-lsc/d-77154-c-972/>
- [65] Samonakládací přepravník SP - V3x5. *SMS Zemědělské stroje* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.smscz.cz/zemedelske-stroje/cz/produkty/samonakladaci-prepravniky/samonakladaci-prepravnik-sp-v3x5/>
- [66] Teleskopické nakladače Turbofarmer Řady 41.7. *Cime Pelhřimov* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.cime.cz/teleskopicke-manipulatory-25/teleskopicke-nakladace-turbofarmer-25/rady-417-40.html>
- [67] FASTRAC řada 3000. *TOKO AGRI a.s.* [online]. 2013 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.toko.cz/index.php?ID=12123>
- [68] STEYR - traktory řady Kompakt. *Vobosystém s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: Díky vstřikování roztoku močoviny do výfukového potrubí
- [69] Welger 6006. *Lely* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: http://www.lely.com/uploads/original/documents/Brochures/Forage_Solution_s/Welger/D/Lely_Welger_D-EN-2013.pdf
- [70] SAME DIAMOND 230-270 DCR. *Some Jindřichův Hradec* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.somejh.cz/same-diamond-230-270-dcr-z567.html>
- [71] Arcusin. *Toko Agri* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.toko.cz/index.php?ID=8624>
- [72] Fendt 700 Vario SCR. *Agromex* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.agromex.cz/d125-traktory-fendt.html.html>
- [73] Nesené žací stroje NOVADISC. *Pöttinger* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: http://www.pottinger.cz/cz/produkte_scheibenmaeher_modell/20/novadisc-heck/
- [74] Disková sekačka AGROSTROJ PELHŘIMOV EXACT 245 F. *Milisterfershop* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.milisterfershop.cz/products/diskova-sekacka-agrostroj-pelhrimov-exact-245-f-celne-nesene/>

- [75] Řada 6R. *Distributor John Deere* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://johndeeredistributor.cz/Zemedelska-technika/Produkty/Traktory/Rada-6R>
- [76] Z-Pro. *JF - STOLL* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.jf-stoll.com/English/Products/Tedders/Z-PRO.aspx>
- [77] Swadro - prospekt. *Krone* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://mediathek.krone.de/index.php?id=1&L=4>
- [78] NEW HOLLAND T6030 / T6050 / T6070 PLUS 16x16 ELECTROCOMMAND. *Farmsystems.sk* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: http://www.farmsystems.sk/navigator/newholland/traktory/online/modely/t6_plus_ELC_30_50_70/t.html
- [79] Lis svinovací JD-644P. *Agrozet České Budějovice* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.agrozetshop.cz/lis-svinovaci-jd-644p/d-81979-c-2917/>
- [80] Zábava & Ke stažení. *Valtra* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: http://www.valtra.cz/download/Valtra_N_CZ_260308.pdf
- [81] Přívěš T-150/1. *Agrozet* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.agrozetshop.cz/prives-t-150-1/d-87154-c-2302/>
- [82] Traktor FARMTRAC 7110 DT. *Lume Nová Cerekev* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.lume-sos.cz/obchod/stroje-nove/farmtrac-traktory/traktory-farmtrac/traktor-farmtrac-7110-dt/traktor-farmtrac-7110-dt.html>
- [83] Steyr 4085 Kompakt. *Katalog zemědělských strojů* [online]. 2013 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.agromachinery.cz/product/steyr-4085-kompakt-1130/>
- [84] Odpisy dlouhodobého majetku. *Jitka Vachtová* [online]. 2013 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.vachtova.cz/ucetnictvi/vyklady/31-odpisy-dlouhodobeho-majetku>
- [85] Komentář k úrokovým sazbám měnových finančních institucí. *Česká národní banka* [online]. 2013 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/statistika/menova_bankovni_stat/harm_stat_data/mfi_komentar.html

- [86] Prodej agrobriket. *Agrobrikety* [online]. 2013 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.agrobrikety.cz/news.php>
- [87] Ekonomika. *Příští rok bude stejně pracovních dní jako letos: Domáci*. 2013, č. 82, s. 1. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/pristi-rok-bude-stejne-pracovnich-dni-jako-letos-fuv-/ekonomika.aspx?c=A061227_103342_ekonomika_plz
- [88] Orientační ceny AgroBrik. *Agrobrik* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.palivove.brikety.info/soubory/drtice_slamy_PROSPEKT-04-2012.pdf
- [89] Orientační ceny AgroBrik. *Agrobrik* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.palivove.brikety.info/soubory/drtice_slamy_PROSPEKT-04-2012.pdf
- [90] Briketovací linka AGROLIS 170. *Skořupa* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.akunaradi.cz/briketovaci-linka-agrolis-170/d-71684/>
- [91] Teagle Tomahawk 404M, 505 M. *Agro profi* [online]. 2013 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.agro-profi.cz/agrolis.htm>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Manipulátor [19].....	17
Obrázek 2 - Podávací stůl [6]	18
Obrázek 3 - Rozdružovač balíků [6].....	18
Obrázek 4 - Drtič slámy [6].....	19
Obrázek 5 - Pneumatický dopravník [6]	19
Obrázek 6 - Mezizásobník s filtrací [6]	20
Obrázek 7 - Dávkovací zařízení [6].....	20
Obrázek 8 - Granulátor (vpravo) a briketovací lis (vlevo) [6]	21
Obrázek 9 - Odsavač prachu [6].....	22
Obrázek 10 - Čistící a vibrační dopravník [6]	22
Obrázek 11 - Chladící dopravník [6]	23
Obrázek 12 - Hydraulický briketovací lis [12].....	26
Obrázek 13 - Mechanický briketovací lis [9].....	26
Obrázek 14 - Schéma šnekového lisu [12].....	27
Obrázek 15 - Schéma výrobní linky tvarovaných paliv [11]	28
Obrázek 16 - Druhy pelet [3]	29
Obrázek 17 - Schéma šroubového peletovacího stroje [12].....	30
Obrázek 18 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s válcovými kladkami [12] ..	31
Obrázek 19 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s lisovacím rotorem [12].....	32
Obrázek 20 - Schéma horizontálního peletovacího stroje s ozubenými koly [12]	32
Obrázek 21 - Schéma vertikálního peletovacího stroje s válcovými kladkami [12]	33
Obrázek 22 - Schéma vertikálního peletovacího stroje s kuželovitými kladkami [12] ..	34
Obrázek 23 - Schéma peletovacího stroje Eco Tre Systém [20]	34
Obrázek 24 - Vázací ústrojí [17]	38
Obrázek 25 - Schéma lisu na velké hranolové balíky [17]	38
Obrázek 26 - Svinovací lis s pásovým svinovacím ústrojím [17]	39
Obrázek 27 - Svinovací lis s kovovými válci na obvodu svinovací komory [17].....	40
Obrázek 28 - Princip činnosti ovazování balíku motouzem[21]	41
Obrázek 29 - Princip vázání balíků do sítě [23].....	41
Obrázek 30 - Traktor s čelním nakladačem [25]	43
Obrázek 31 - Nakládací jeřáb na tříbodovém závěsu [26].....	43
Obrázek 32 - Nakládací jeřáb na přepravním zařízení [30]	44

Obrázek 33 - Manipulační prostředek [24]	44
Obrázek 34 - Manipulátor na pevném rámu [31]	45
Obrázek 35 - Univerzální čelní nakladač [32].....	46
Obrázek 36 - Plošinový traktorový přívěs [34]	47
Obrázek 37 - Návěs s vlastním nakládacím zařízením [35].....	48
Obrázek 38 - návěs se speciálním nakládacím a stohovacím zařízením [37]	49
Obrázek 39 - Kolový traktor s řízenou nápravou [38].....	51
Obrázek 40 - Kolový traktor s říditelnými nápravami [39]	51
Obrázek 41 - systémový traktor [40]	52
Obrázek 42 - Bubnový rotační žací stroj [17]	55
Obrázek 43 - Kotoučový rotační žací stroj [18]	56
Obrázek 44 - Rotační žací stroj se spodním pohonem s mačkačem [18]	57
Obrázek 45 - rotorový obraceč s pevně uloženými prsty [41, 18]	57
Obrázek 46 - Rotorový shrnovač se sklopnými vidlicemi [42].....	58
Obrázek 47 - Paprskový obraceč a shrnovač [18]	58
Obrázek 48 - Peletizační linka KOVO NOVÁK [43]	64
Obrázek 49 - peletizační linka firmy ATEA [47].....	66
Obrázek 50 - Mobilní peletizační linka [48]	68
Obrázek 51 - Schéma mobilní peletizační linky [50]	69
Obrázek 52 - Schéma peletizační linky 1000 Standart [49].....	70
Obrázek 53 - Schéma linky od Firmy Himel [50]	71
Obrázek 54 - Schéma rozdružovací a šrotovací jednotky [50]	72
Obrázek 55 - Lis BrikStar firmy Briklis [51]	74
Obrázek 56 - Rozdružovač balíků RB 600 + drtič slámy DS 300 [88]	74
Obrázek 57 - Briketovací lis DUO 100 [89]	75
Obrázek 58 - Briketovací linka Agrolis [90].....	76
Obrázek 59 - Rozdružovač balíků Teagle Tomahawk 505 M [91]	77

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Kovo Novák	65
Tabulka 2 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky firmy Atea.....	67
Tabulka 3 - Přehled nákladů a výnosů mobilní peletizační linky firmy Himel	69
Tabulka 4 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Himel.....	73
Tabulka 5 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Agrobrik	75
Tabulka 6 - Přehled nákladů a výnosů peletizační linky od firmy Agrolis.....	78
Tabulka 7 - Přehled pořizovacích nákladů linky 1	80
Tabulka 8 - Přehled pořizovacích nákladů linky 2	81
Tabulka 9 - Přehled pořizovacích nákladů linky 3	83
Tabulka 10 - Přehled pořizovacích nákladů linky 4	85