

JIHOČESKÁ UNIVERZITA

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
ČESKÉ BUDĚJOVICE**

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky
Obor: Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zpracování přehledu strojních linek využívaných pro sklizeň a následnou úpravu píce k energetickým účelům se zaměřením na oblast jihozápadních Čech

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Milan Fríd, CSc.

Autor:
Lukáš Soukup

2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš SOUKUP**
Osobní číslo: **Z11108**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**
Název tématu: **Zpracování přehledu strojních linek využívaných pro sklizeň a následnou úpravu píce k energetickým účelům se zaměřením na oblast jihozápadních Čech.**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Omezené zásoby fosilních paliv vedou 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, zlepši se manipulace s materiálem a sníží se potřeba skladovacích prostorů.

Hlavním cílem práce je zpracování přehledu linek vhodných pro sklizeň a zpracování biomasy z obtížně sklíditelných ploch určené 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 Jeseniky. 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.
proděkan pověřený vedením ZF

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


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 27. března 2012

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma “Zpracování přehledu strojních linek využívaných pro sklizeň a následnou úpravu píce k energetickým účelům se zaměřením na oblast jihozápadních Čech“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů v platném znění. 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 vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 8. 4. 2013

.....

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Milanu Frídovi, CSc. za vhodné připomínky a cenné rady při vypracování této bakalářské práce. Dále děkuji za spolupráci panu Janu Uherovi (Agrozet České Budějovice a.s. – Závod Husinec).

Anotace

Tato bakalářská práce se zabývá přehledem strojních linek zpracovávající slámu a seno, které jsou určeny k energetickým účelům, z obtížně sklíditelných ploch. Teoretická část popisuje pojmy jako biomasa, sklizeň sena a slámy a strojní linky pro sklizeň sena a slámy. Dále jsou zde popsány základní principy peletovacích a briketovacích linek.

V praktické části jsou uvedeny vybrané strojní linky pro sklizeň sena a slámy, které jsou určené k výrobě tvarových paliv. V další části jsou uvedeny strojní linky na výrobu tvarových paliv (brikety, pelety) vhodných pro podniky zemědělské prvovýroby. Dále jsou strojní linky doplněné o technické údaje a investiční náklady na prořízení jednotlivých strojních zařízení.

Klíčová slova: Sklizeň, seno, sláma, strojní linka, investiční náklady, peletovací linka, manipulační technika.

Annotation

This bachelor paper deals with an overview of machine lines processing straw and hay, which is used for energy purposes, from areas difficult to harvest. The theoretical part describes the terms such as biomass, harvest of hay and straw, and machine lines for harvesting hay and straw. Further the fundamental principles of pelletizing and briquetting lines are described.

In the practical part selected machine lines for hay and straw harvest, which are used for the production of shaped fuel, are stated. The next part treats the machine lines for the production of shaped fuels (briquettes, pellets) suitable for enterprises of agricultural primary production. Furthermore, the part above is complemented by technical data and capital costs of purchase of particular machine lines.

Key words: harvest, hay, straw, machine line, capital costs, pelletizing line, handling technology

Obsah

1	Úvod	1
2	Metodika	2
3	Literární přehled	3
3.1	Biomasa	3
3.2	Sláma a její technologie zpracování a sklizeň	3
3.2.1	Vlastnosti slámy z hlediska sklizně a využití	3
3.2.2	Technologie sklizně slámy	4
3.2.3	Technologie sklizně sena	5
3.3	Přehled strojních zařízení pro sklizeň slámy a sena	5
3.3.1	Skřízecí lisy	6
3.3.2	Žací stroje	9
3.3.3	Obraceče – shrnovače píce	9
3.3.4	Sběrací vozy	10
3.4	Linky na výrobu tvarových paliv z biomasy	10
3.4.1	Technologie peletování	10
3.4.2	Základní rozdělení lisů na peletování	11
3.4.3	Technologie briketování	12
3.4.4	Pelety	13
4	Linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarových paliv:	14
4.1	Lisy na hranolové balíky	14
4.2	Lisy na válcové balíky	17
4.3	Dopravní a manipulační prostředky	20
4.4	Skladování slámy a sena pro výrobu tvarových paliv	26
4.5	Investiční náklady na pořízení strojních zařízení pro sklizeň slámy	27
5	Linky pro sklizeň sena pro výrobu tvarových paliv:	29
5.1	Žací stroje rotační nožové	29
5.2	Rotorové obraceče	30
5.3	Rotorové shrnovače	31
5.4	Lisy	32

5.5	Sběrací vozy	33
5.6	Speciální svahové stroje	34
5.7	Dopravní a manipulační prostředky	39
5.8	Investiční náklady na pořízení strojních zařízení pro sklizeň sena.....	40
6	Přehled linek na výrobu tvarových paliv:	43
6.1	Peletovací linka LSP 1800	43
6.1.1	Investiční náklady na linku LSP 1800 pro výrobu tvarových paliv.....	46
6.2	Peletovací linka ProPelety Standart	49
6.2.1	Investiční náklady na linku ProPelety Standart	51
6.3	Peletovací linka Kovo Novák MGL 400.....	51
6.3.1	Investiční náklady na linku Kovo Novák MGL 400.....	53
6.4	Briketovací linka AgroBrik	53
6.4.1	Investiční náklady na briketovací linku AgroBrik	56
6.5	Briketovací linka BRIKLIS	56
6.5.1	Investiční náklady na briketovací linku BRIKLIS.....	58
7	Závěr	59
8	Použitá literatura.....	60

1 Úvod

V současné době, je nejvíce využívaným zdrojem obnovitelné energie biomasa. Biomasu je třeba využívat s rozmyslem a co největší účinností. V posledních letech lze pozorovat posun od spalování čistých fosilních paliv k společnému spalování s biomasou, a konečně až k 100 % využití biomasy pro výrobu energie. Ve většině kotlů je provozována s čistou dřevěnou fyomasou. Žádoucí je však využití i jiných méně typických nekonvečních alternativních paliv jako jsou procesní vedlejší produkty, lokální odpady a zbytky ze zemědělských výrob, což by znamenalo snížení výrobních nákladů a snížení množství odpadů ukládaných na skládky. Zvyšuje se zájem o spalování energetických rostlin, hlavně spalování slámy a sena, ale toto spalování je však velmi problematické z několika důvodů. Mají vysoký podíl prachové hořlaviny (až 80% sušiny paliva), obtížné promíchávání spalných plynů se vzdušným kyslíkem, popel se spéká při nízkých teplotách a tvoří sklovité nánosy v blízkosti plamence a polétavý popílek s obsahem těžkých kovů – kotle vyšších výkonů nutno odprašovat.

Slámu a seno používané k přímému spalování, se dnes už nemusí pracně upravovat výrobou do tvaru topných briket či pelet, ale je možno jí spalovat přímo. Upravené palivo do tvaru pelet či briket, je výhodnější ve zmenšeném objemu dále je usnadněna manipulace s materiálem a v neposlední řadě se sníží spotřeba skladovacích prostor, ale tato výroba je značně nákladná.

Jihozápad Čech se vyznačuje velmi členitou krajinou, jako jsou příkré svahy nebo podmáčené pozemky. Pro sklizeň energetických rostlin, zejména sena z těchto ploch je zapotřebí speciálních strojních zařízení.

Hlavním cílem této práce, je sestavení přehledu strojích linek využívaných pro sklizeň píce z obtížně skliditelných ploch a její následnou úpravou se zaměřením na strojní linky na výrobu tvarových pelet či briket. Dále sestavení investičního plánu nákladů na pořízení uvedených linek.

2 Metodika

Hlavním zdrojem, potřebných materiálů pro zhotovení této bakalářské práce bude internet, kde je veliké množství odborných článků k problematice zpracování píce a jejího následného energetického využití. Dále budou sbírány informace z různých firemních prospektů nejrůznějších firem, které vyrábějí stroje a strojní linky pro sběr a následnou úpravu píce k energetickému využití, které jsou běžně k zakoupení v České Republice.

Práce bude zaměřena na technologii zpracování a sklizně slámy, kde bude sestaven přehled strojních linek, potřebných pro sklizeň a následnou úpravu slámy k energetickým účelům dostupných na trhu v České Republice. Dále se bude zabývat technologií zpracování a sklizně sena z obtížně sklíditelných ploch, zde bude taktéž uveden přehled strojních linek pro sklizeň sena. Na závěr bude sestaven přehled strojních linek na výrobu tvarových paliv ze sena a slámy, a také bude uveden přehled investiční nákladů na pořízení strojních linek na sklizeň a následnou úpravu píce. Investiční plán, bude sestaven pod jednotlivými kapitolami a bude obsahovat zejména pořizovací náklady u jednotlivých linek.

3 Literární přehled

3.1 Biomasa

Biomasa je definována, jako hmota organického původu. V souvislosti s energetikou jde nejčastěji o dřevo a dřevní odpad, slámu a jiné zemědělské zbytky včetně exkrementů užitkových zvířat [18].

Rozlišujeme biomasu "suchou" (například dřevo) a "mokrou" (například kejda - tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou). Základní technologie zpracování, se dělí na suché procesy (termochemická přeměna), jako je spalování, zplyňování a pyrolýza a procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu, potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (například výroba bionafty a přírodních maziv) [18].

3.2 Sláma a její technologie zpracování a sklizeň

Historické záznamy v kronikách, nejčastěji popisují vedle válečných a politických událostí, také informace o počasí, úrodě či neúrodě a s ní souvisejícími nedostatky potravin. Při zmínkách o těchto problémech způsobených neúrodou není zmiňován pouze nedostatek hlavních plodin k přípravě pokrmů, ale také i nedostatek slámy. Nejprve se nejvíce sláma používala k výrobě krytiny a také jako izolant. Jako podestýlka pro hospodářská zvířata, byla sláma považovaná za příliš cenný produkt a byla nahrazována lesní hrabankou nebo listím [1].

3.2.1 Vlastnosti slámy z hlediska sklizně a využití

V dnešní době sklízecích mlátiček, kdy je sláma separovaná od hlavního produktu přímo na pozemku, je její sklizeň nutnou operací, kterou je potřeba vykonat před dalšími následujícími agrotechnickými operacemi. Velmi často, je použit systém rozdružení a následný rozptyl slámy po pozemku drtičem umístěným v zadní části sklízecí mlátičky. V tomto případě je postup možný způsobem využití její zapravení do půdy, nejlépe v kombinaci s dusíkatým hnojivem. Efektivita tohoto způsobu využití je do určité míry závislá na počasí. V případě nedostatku vláh, je účinnost rozkladu a následného fixování živin do půdy nižší. Při následné přípravě půdy a setí mohou

nerozložené zbytky, zejména při využívání bezorebných technologií, způsobit komplikace.

Při využití slámy jako hnojiva, nebo při energetickém využití, je důležité její analytické složení. V poměrně širokém rozpětí může kolísat například; obsah stopových prvků a těžkých kovů. Rozdíly jsou také v obsahu základních prvků nebo popele. Sláma s vysokým obsahem uhlíku, je vhodná pro energetické využití i aplikace do půdy. Obsah popele je vyšší než u dřeva, ale nedosahuje takových hodnot, jaké má například uhlí. Výhřevnost suché slámy se pohybuje v rozmezí 15 – 18 MJ.kg⁻¹. Hodnota je srovnatelná s hodnotou hnědého uhlí. To činí slámu zajímavou z energetického hlediska.

Nevýhodou slámy z hlediska dalšího využití, je její nízká měrná hmotnost. Na řádku po vymlácení, se pohybuje měrná hmotnost slámy v závislosti na obsahu vody v rozmezí 50 – 100 kg.m⁻³. V tomto stavu činí veškerou manipulaci a dopravu velmi obtížnou. Proto je součástí všech realizovaných postupů využití slámy zvýšení její měrné hmotnosti [1].

3.2.2 Technologie sklizně slámy

Ke sklizni slámy, jsou k dispozici různé postupy. Technologické postupy, které jsou standardně využívány v rostlinné výrobě v podmínkách České republiky, vyžadují zpracování slámy zbývající z porostu po sklizni zrna.

V praxi je využíváno několik alternativ zpracování slámy. V případech, kdy je slámy málo nebo pro ni není využití, je nejčastěji rozdružena a rozmetána po poli pomocí drtiče integrovaného ke sklízecí mlátičce. Tento způsob zpracování slámy, je výhodný zejména proto, že jej lze realizovat v rámci jedné operace společně se sklizní zrna, nevyžaduje samostatnou technologickou operaci spojenou s pořízením a provozem samostatného stroje a s přejezdy po pozemku. Oblíbenost tohoto způsobu zpracování v našich podmínkách roste.

V případech, kdy je pro slámu k dispozici vhodné využití, je její zpracování zaměřeno na efektivní sklizeň, transformaci do požadovaného stavu a racionální dopravu do místa skladování. V takovém případě jsou téměř výhradně využívány technologie sklizně s využitím sklízecího lisu, nebo sklízecí řezačky. Tyto způsoby v celorepublikovém měřítku, téměř vytlačily v minulosti hojně využívaný systém sběru a dopravy pomocí sběracích vozů.

Při sklizení pomocí sklízecí řezačky, lze materiál sbírat z řádku, nebo sklízet nastojato pomocí žacích adaptérů. Výstupní materiál, je od řezačky dopravován pomocí velkoobjemových dopravních prostředků, ve formě řezanky na místo skladování. Vzhledem k nízké objemové hmotnosti, vzniklé řezanky, je tento způsob sklizně akceptovatelný pouze při dopravě materiálu na krátké vzdálenosti. Při skladování zabere řezanka v porovnání se slámou slisovanou do balíků dvakrát, až třikrát větší objem [2].

3.2.3 Technologie sklizně sena

Sečení tenkostébelných pícnin, je možné provádět na řádky – pokosy nebo na široko. Šířka řádků – pokosů je 1 až 2 m, výška řádků u zelené i zavadlé píce, je 100 až 250 mm. Při sečení na široko, nebo po rozhození řádků na široko, je hmotnost rozprostřené píce na 1 m² u zelené hmoty 1,5 až 5 kg.m⁻², u zavadlého materiálu 0,6 až 1,8 kg.m⁻², u suchého materiálu (sena) 0,4 až 1,1 kg.m⁻². Šířka řádků shrnutého suchého, nebo zavadlé píce (nad 30 % sušiny) do 8 kg podle záběru shrnovače. Výnosy sena tenkostébelných pícnin z jedné seče se pohybují, podle druhu pícniny a podle toho, o kolikátou seč jde, v rozmezí 3 až 10 t.ha⁻¹ [13].

Sklizeň píce probíhá, po celé vegetační období se špičkami v době prvních sečí (květen, červen) a sklizně silážních plodin (září, říjen). Podle druhu sklizené plodiny můžeme sklízet jednou, až pětkrát. V případě víceletých pícnin, tvoří výnos po první seči až 60 % celkového výnosu, v daném produkčním roce. Tato skutečnost, je dána především průběhem počasí (hlavní vliv má celkový úhrn srážek) v daném roce. Při špatném počasí a nevhodném způsobu sklizně, odrolem, nesebráním, nebo nevhodnou konzervací mohou činit ztráty sušiny na hmotě 15 až 35 %, ztráty živin až 50 % a vitamínů až 100 %. Pro energetické využití slámy je zásadní vlhkost, která by neměla přesáhnout 20 %. Vhodným sklizňovým postupem, lze snížit riziko počasí a zabránit znehodnocení píce v průběhu uskladnění. Důležité, je také vhodně zvolit termín sklizně s ohledem na zralost plodiny. Samotná sklizeň usušeného sena pro energetické využití probíhá za pomoci mechanizačních prostředků [12].

3.3 Přehled strojních zařízení pro sklizeň slámy a sena

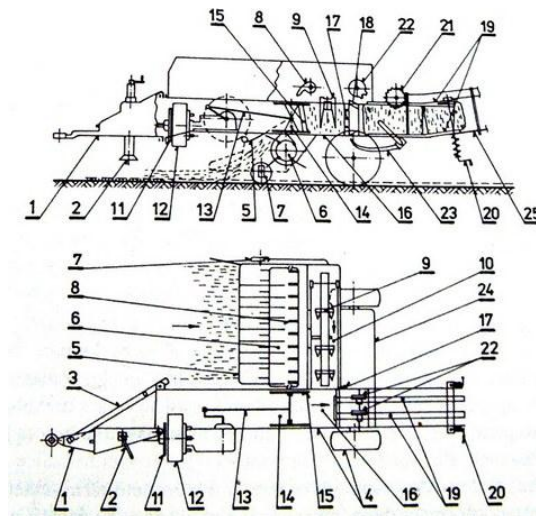
Sklizeň slámy a sena se provádí specializovanými stroji. Nejčastějším způsobem sklizení slámy a sena v podmínkách českého zemědělství, je lisování do balíků pomocí sklízecích lisů, které mohou lisovat hranolové, popřípadě válcové balíky. Lisy sbírají

slámu, nebo seno z řádku a pro zefektivnění operace, je možné například shrnout dva řádky do jediného pomocí shrnovače. Zhutněný materiál, se přepravuje daleko efektivněji a zabírá mnohem méně místa při skladování cca o 50 – 80 % méně, než stébelný materiál přepravovaný pomocí sběracích vozů. Velkoobjemové balíky, jsou z pole naloženy na dopravní prostředek pomocí hydraulické ruky, manipulátoru nebo nakladače a přepraveny na místo skladování.

3.3.1 Sklízecí lisy

Moderní sklízecí lis musí být podle definice v odborné literatuře schopen plynule sebrat z řádků suchý, nebo zvadlý stébelnatý materiál a slisovat jej, případně svázat do stejných výlisků při seřiditelné velikosti a slisovanosti. Výlisky, nejčastěji balíky, jsou buď umístěny na strniště, nebo naloženy na dopravní prostředky. V současnosti, jsou používány lisy, které lisují sebrané suroviny do následujících forem balíků:

- a) Malé, hranolové balíky o hmotnosti 20 až 35 kg, umožňující ruční manipulaci na obrázku 1.

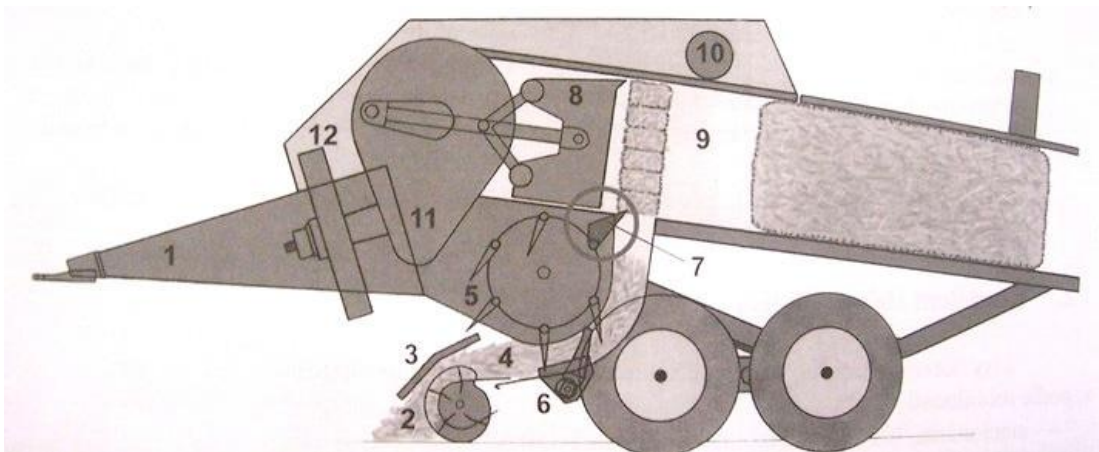


Obrázek 1 - Schéma vysokotlakého lisu na malé hranolové balíky [3]

Na obrázku 1, je znázorněno schéma vysokotlakého lisu, na malé hranolovité balíky. Páteř rámu tvoří lisovací komora (16), ke které jsou přišroubovány konzoly navařené na nápravě. Ke konzolám na nápravě, je přišroubován pomocný rám nesoucí příčný žlab (10) a otočně uložené sběrací ústrojí (6). Nad ním se nachází výkyvný přítlačný rošt (5). V přední části lisu (před lisovací komorou), je otočně uložen závěs (1). Dopravní a vkládací ústrojí tvoří podélný (8) a příčný podavač (9). Lisovací ústrojí,

je tvořeno pístem (14) a lisovací komorou, ve kterých se píst pohybuje na kladkách přímočarým vratným pohybem, pomocí klikového ústrojí (13), poháněného od vývodového hřídele traktoru kloubovými hřídeli přes třecí spojku (11), setrvačnick (12) a převodovku. Na čele pístu, je uložen šikmý nůž (15). Ten je opatřen svislými drážkami, pro průchod jehel (23) vázacího ústrojí. Vázací ústrojí dále tvoří uzlovač (22) a zásobník motouzu (24). Stěny lisovací komory, jsou opatřeny zpětnými přidržovači (18) a protibřitem (17). Dalšími částmi lisu jsou: podpěra (zdvihák) (2), rám s pojezdovou nápravou (4), podpěrné kolo (7), ližiny komory (19), regulační šrouby (20), odměřovací hvězdice (21) a boční skluz (25) [3].

- b) Obří hranolové balíky obdélníkového průřezu o hmotnosti 380 až 600 kg na obrázku 2.

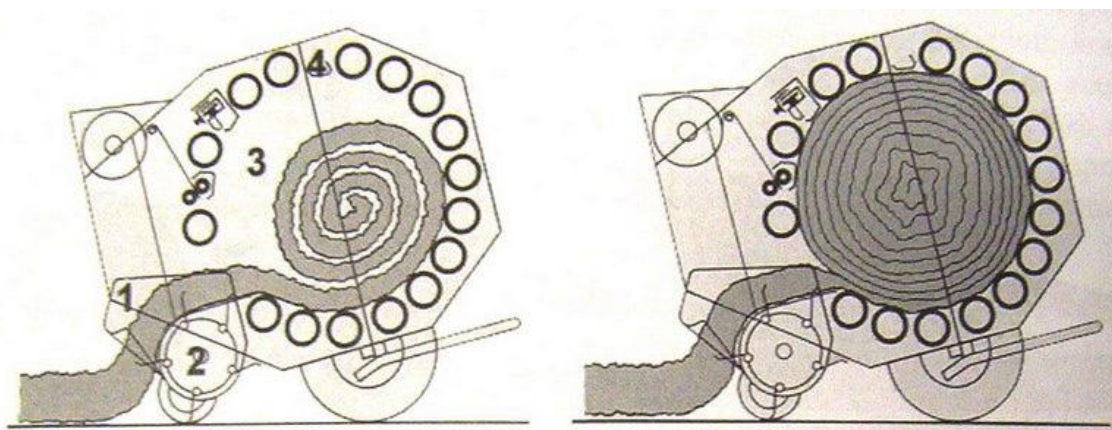


Obrázek 2 - Schéma nej důležitějších částí lisu na velké hranolové balíky [4]

Na obrázku 2, jsou vyznačeny části lisu na velké hranolové balíky. Lis, který je většinou jedno nebo dvounápravový, je k traktoru připojen prostřednictvím závěsu (1). Sbíraná píce či sláma, je přiváděna z řádků do sběracího ústrojí (2), kolem usměrňovacího krytu (3), který slouží k zabránění odlétávání sbíraného materiálu. Ten se dále dostává do pěchovací komory (4), kde jej přebírá pěchovací ústrojí (5), které může být klikové, bubnové nebo rotorové. Lis, může být vybaven (na přání zákazníka) řezacími ústrojími (6), které materiál nařeže na menší kousky, tudíž dochází k lepšímu slisování materiálu. Dále je zde podavač (7), který najednou dopraví spěchovanou dávku do lisovací komory (9). Lisovací ústrojí, je tvořeno pístem (8) a lisovací komorou (9), ve které píst koná přímočarý vratný pohyb, pomocí klikového ústrojí, napojeného na vývodovou hřídel traktoru přes volnoběžnou a třecí spojku, setrvačnick (12) a

převodovku (11). Píst se pohybuje na kladkách a stlačuje podavačem přivedenou směs v lisovací komoře. Nad lisovací komorou, se také nachází vázací ústrojí, které zajišťuje, aby zůstala lisovaná směs po celém procesu pohromadě. Nakonec je balík vysunut z lisu ven [4].

- c) Velké, válcové balíky, kruhového průřezu o hmotnosti 190 až 500 kg na obrázku 3 s pevnou lisovací komorou.



Obrázek 3 - Průběh lisování ve slisovacím lisu s pevnou lisovací komorou [4]

Obrázek 3 popisuje slisovací lis s pevnou lisovací komorou. Kromě této komory a mechanismů s ní spojených, jsou všechny části lisu prakticky stejné s lisem s variabilní komorou. Ta je tvořena nejčastěji válečkovými dopravníky, a nebo častěji, kovovými válci na obvodu slisovací komory (4). Materiál je zpočátku formován volně, jádro balíku není stlačováno – balíky se tak nazývají s „neutuženým jádrem“. Postupným hromaděním materiálu dochází v lisovací komoře k rotaci hmoty. Jakmile se lisovaná hmota začne pohybovat po válcích po obvodu komory, začíná proces slisování. Slisovanost, tedy roste od středu po obvod balíku, kde je největší. Celková hmotnost a slisovanost balíků je nižší, než u lisů s variabilní lisovací komorou [4].

Při výběru lisu, je nutné zvážit více kritérií. Výhody a nevýhody sklizně s využitím sklízecích lisů jsou zřejmé. V případě, kdy je rozhodnuto, že technologie sklizně slámy lisováním, je ta nejoptimálnější varianta zpracování slámy v daném zemědělském podniku, objeví se nutně další otázka. Jaký lis, je ten pravý? Kritérií, kterými je nutné nebo vhodné se řídit, je hned několik. Důležitým kritériem je například množství suroviny, které je nutné během sezóny slisovat. Výkonnost lisu musí zaručit,

že potřebné množství suroviny, bude slisováno v přiměřeně dlouhém časovém úseku, který přibližně odpovídá délce sklizně hlavní plodiny na inkriminované výměře. Do výpočtu je samozřejmě nutné, zakalkulovat přiměřenou rezervu na údržbu, opravy, či nepřízeň počasí. Na paměti je nutné mít fakt, že (pokud se nejedná o samojízdný lis) je nutné agregovat s traktorem o potřebném výkonu, který je vybaven všemi druhy energetických, případně datových výstupů potřebných pro provoz lisu. Veškeré parametry, včetně kalkulace nákladů, je pak nutné rozpočítávat na kompletní soupravu. Dalším důležitým kritériem, je volba vhodného typu balíků [2].

3.3.2 Žací stroje

Žací stroje uskutečňují v soupravě s energetickým prostředkem první operaci sklizně píce, to je sečení porostu, a buď jeho úpravu lámáním nebo mačkáním a rozprostření na široko, nebo jeho uložení na podélný řádek zvaný pokos tak, aby nepřekážel další plynulé práci. Charakteristická funkční skupina žacích strojů – žací ústrojí, je i funkční skupinou dalších sklizňových strojů. Pro sečení tenkostébelné píce se počítá pouze s rotačními žacími stroji.

Žací ústrojí rotačních žacích strojů, pracuje na principu řezu bez opory. Žací nástroj se pohybuje rotačním pohybem po kružnici a podle polohy roviny, v níž tato kružnice pohybu leží [12].

3.3.3 Obraceče – shrnovače píce

Obraceče mají rovnoměrně rozhodit a načechrat pokos, dále obrátit píci uloženou v řádku, nebo na široko tak, aby spodní vlhčí vrstvy byly uloženy nahoru, a tím rychleji vysychaly. Shrnovače mají shrnout píci uloženou na široko do jednoduchého nebo dvojitého řádku nebo shrnout píci ze dvou řádků do jednoho a umožnit, tak kvalitní mechanizovaný sběr následného stroje.

Požadavky na záběr pracovních hrabic jsou protichůdné. Na obraceči se požaduje malý záběr, pro kvalitní obracení, naopak u shrnovače velký záběr, pokud možno bez předávání suchého materiálu (nebezpečí drdolu). Protichůdné požadavky, jsou i na připojení k traktoru. Obraceč má být za traktorem shrnovač před traktorem, aby koly neutlačoval zpracovanou píci. Traktorové obraceče nebo shrnovače jsou přívěsné, návěsné a nesené čelní nebo zadní [12].

Pohon pracovního ústrojí obrabečů a shrnovačů může být:

- Pohon od vývodového hřídele konstantními otáčkami (bubnové, kolové, dopravníkové rotorové)
- Pohon od vývodového hřídele otáčkami závislými na pojezdové rychlosti (bubnové, kolové, dopravníkové, rotorové)
- Pohon pojezdových kol závislý na pojezdové rychlosti (bubnové)[12].

3.3.4 Sběrací vozy

Sběrací vozy, jsou určeny pro sběr, nakládku, pořezávání a dopravu tenkostébelné píce a slámy ležící na řádcích, a to v zeleném i zavadlém stavu. Naložená píce se vykládá na místě skladování, nebo dalšího použití. Doplnkově mohou být sběrací vozy využity k dopravě materiálu, od sklízecích řezaček, k dopravě objemných hmot ze skladů, kde jsou nakládány nakladači nebo jeřáby. Po vybavení rozpojovacím a dopravním zařízením, se používají k zakládání objemných krmiv do žlabů v průjezdných stájích. Sběrací vozy navazují tedy, při základním použití na tyto hlavní stroje: žací stroje všech typů, žací mačkače, shrnovače a sklízecí mlátičky [12].

3.4 Linky na výrobu tvarových paliv z biomasy

Hlavním úkolem linky pro výrobu pelet či briket je, snížení objemu biomasy a zároveň zvýšení energetické hustoty paliva. Tyto linky jsou zkonstruovány na zpracování bylinného nebo dřevního materiálu. Největší nevýhodou, jsou při úpravách biomasy relativně vysoké investiční náklady na pořízení kompletní linky [16].

3.4.1 Technologie peletování

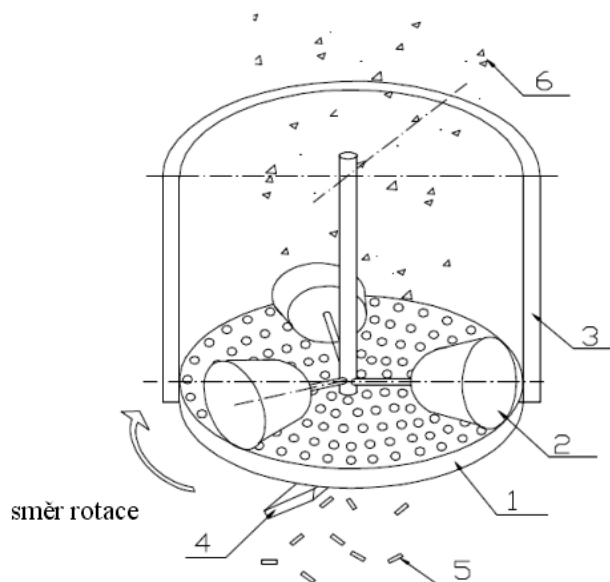
Jedná se o mechanickou úpravu materiálu stlačením. Materiál se nejprve musí sjednotit na vhodnou velikost pro peletování, které se provádí kladívkovým drtičem. Pelety, se vyrábí protlačením rozmělněné suroviny matricovým lisem pod vysokým tlakem a za vznikající vysoké teploty. Teplota pomáhá uvolňovat surovině obsažený lignin (pryskyřice), který zajišťuje pojivost a pevnost pelet. V matrici jsou otvory, kterými je protlačována surovina za pomoci tlačných otáčejících se kladek. Po protlačení vznikají produkty, ve tvaru válečků. Při peletování, musí být zajištěna

správná vlhkost protlačovaného materiálu (14%). Výsledný produktem jsou válečky o průměru 6 až 25 mm, délky do 50 mm s měrnou objemovou hmotností 1,1–1,4 kg.dm⁻³. Výchřevnost je 16,5 až 19 MJ.kg⁻¹ a sypaná hmotnost činí 550 – 600 kg.m⁻³ [16].

3.4.2 Základní rozdělení lisů na peletování

Jsou to protlačovací, granulační lisy, odvozené od granulačních lisů na výrobu tvarovaných krmiv na bázi slámy. Rozlišují se, dle typu na lis s horizontální talířovou maticí a lis s prstencovou maticí:

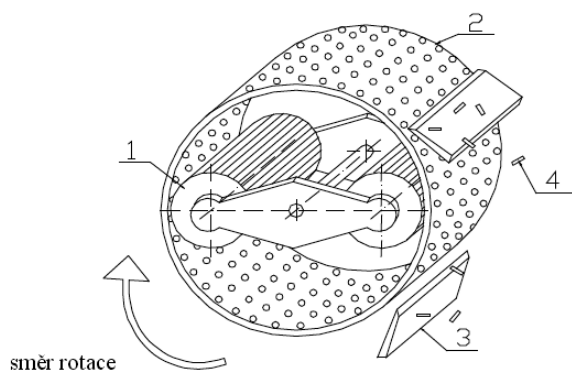
- *Lis s horizontální talířovou maticí na obrázku 4* - je tvořen systémem svislých kol, které se odvalují po kruhové matici. Tím je surovina protlačena dolů otvory v matici, zpravidla kruhového nebo čtvercového průřezu. Výkonnost tohoto systému lisování dosahuje hodnot 0,5- 1,5 t.h⁻¹.



Obrázek 4 – Lis horizontální s talířovou maticí a kuželovými kladkami [18]

1 – plochá matrice, 2 – kuželové kladky, 3- lisovací komora, 4 – nůž, 5 – pelety, 6 – rozdružený materiál

- *Lis s prstencovou maticí na obrázku 5* – systém, pracuje na principu perforovaného disku, kdy ve vnitřní části jsou umístěny kladky, které protlačují surovinu otvory v matici. Výkonnost těchto lisů může být do 5 t.h⁻¹.



Obrázek 5 – Lis s prstencovou maticí [18]

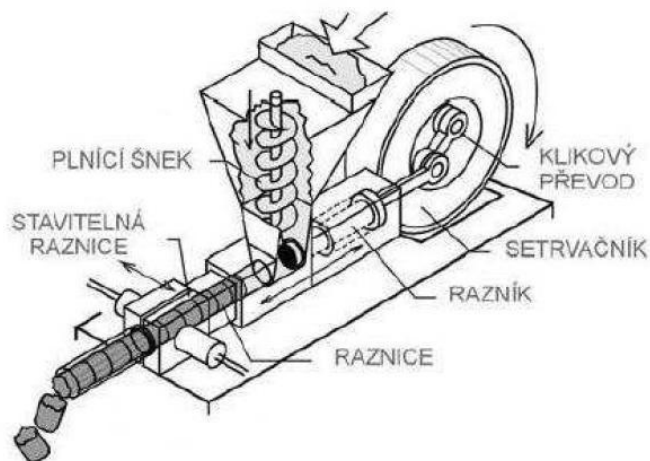
1 – lisovací kladky, 2 – ocelová matrice, 3 – nůž, 4 - pelety

3.4.3 Technologie briketování

Princip briketování, je podobný jako u peletování. Lisování probíhá při vysokém tlaku a teplotě, kdy jako pojivo slouží lignin obsažený ve vlastním materiálu. Při briketování dochází k objemové redukci přibližně 12:1. Nejvíce kvalitní brikety, jsou vyrobeny z lisu na principu tlačného šneku (zhuštění až 100:1) Vlhkost materiálu, je maximálně do 15%. Výsledný výrobek, jsou válcové nebo hranaté výlisky o průměru 40 – 100 mm o délce 300mm. Výhřevnost se udává 16,5 – 19 MJ.kg⁻¹ a měrná objemová hmotnost 1 – 1,2 kg.dm⁻³ [15].

Základní rozdělení lisů na brikety:

- *Pístové hydraulické lisy* – vytváří brikety o průměru 50 – 60 mm, jsou univerzální z hlediska stébelnin, běžná výkonnost těchto lisů je kolem 250 kg.h⁻¹.
- *Mechanické lisy jednorázové na obrázku 6* – pracují principiálně na klikovém mechanismu s mohutnými setrvačníky. Dosahují nejvyšších lisovacích tlaků. Výkonnost lisu bývá kolem 1 t.h⁻¹
- *Šnekové lisy jednovřetenové nebo dvouřetenové* – brikety z těchto lisů se vyznačují vysokým stupněm stlačení a velkou trvanlivostí. Výkonnost se pohybuje kolem 0,5 t.h⁻¹. Příkon lisu je 50 kW, ale také více, pokud je v lince zapojeno i sušení suroviny. Lis je vhodné používat zejména na lisování pilin [10].



Obrázek 6 – Klikový briketovací lis [18]

3.4.4 Pelety

Pelety, jsou vysoce stlačené výlisky válcovitého tvaru, nejčastěji vyráběny v průměru 6 mm a různorodé délce 5 – 40 mm. Pelety jsou vyráběny z dřevních zbytků, obvykle z pilin a hoblin. Kromě těchto dřevních pelet, se také na trhu objevují pelety rostlinné (ze sena a řepkové slámy na obrázku 7 a 8), kůrové, rašelinové a pelety z dalších materiálů z biomasy a jejich vzájemných směsí – tzv. směsné pelety.

Pelety, lze používat v široké výkonové škále kotlů a kamen v rodinných domech i ve větších budovách. Vzhledem k povaze paliva, jde o zcela čistý a obnovitelný zdroj energie. Jejich kvalita se posuzuje podle několika norem, na trhu převládají německé normy DIN a rakouské norma ÖNORM M 7135. Tyto normy určují, jaké musí být složení pelet.

Ceny pelet, se významně liší během roku – v létě bývají zpravidla nejnižší a je dobré nakoupit zásobu na celou sezónu, jelikož v zimě ceny pelet narůstají až o 40 % výhřevnost pelet je 16 až 18 MJ.kg⁻¹ a váha / objem kolem 850 kg.m⁻³ [25].



Obrázek 7 – Pelety ze sena [25]



Obrázek 8 – Pelety z řepkové slámy [25]

4 Linky pro sklizeň slámy pro výrobu tvarových paliv:

Navrhovaná linka pro sklizeň slámy pro výrobu tvarových paliv se bude skládat z lisů na hranolové balíky popřípadě na válcové balíky, z dopravních a manipulačních prostředků a balicího zařízení na stohy.

4.1 Lisy na hranolové balíky

Lisy na hranolové balíky, mají nezastupitelnou úlohu v oblasti energetického a průmyslového využití slámy, neboť naprostá většina zpracovatelských technologií je konstrukčně uzpůsobena právě pro příjem hranolových balíků. Dále jsou vhodné pro sklizeň slámy či sena z obtížně sklíditelných ploch, jako jsou například svahy. Nevýhodou lisů na hranolové balíky je vyšší pořizovací cena [2].

Lis Krone BiG Pack 1270 XC

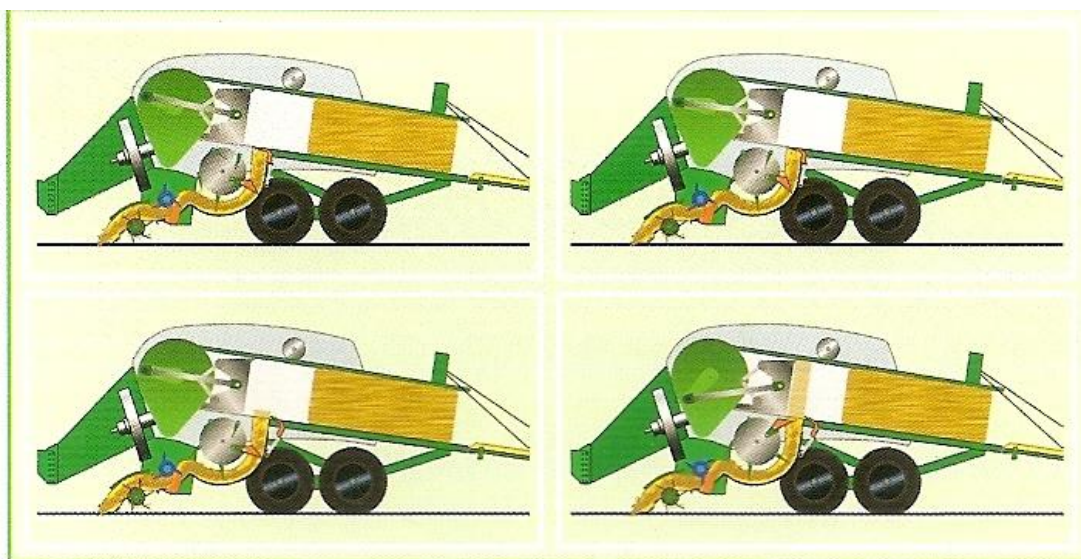
Německá firma Krone, založena v roce 1897, vyrábí sklízecí lisy na hranolové balíky v několika provedeních. Vybraný lis Krone BiG Pack 1270 XC na obrázku 9, vyrábí hranolové balíky o rozměru 1 200 x 700mm, které jsou vhodné pro energetické účely. Šířka sběracího ústrojí je 2,35 m. Další technické údaje jsou uvedeny v tabulce 1. Lis je vybaven vahou balíků, která je začleněna do válečkového skluzu a měří hmotnost pomocí 4 vážících tyčí s přesností na $\pm 2\%$. Zvážené hodnoty se zobrazují na terminálu umístěného v kabině traktoru. Nová řada lisů BiG Pack, má nové řezací ústrojí X-Cut, které lze osadit 16 respektive 26 noží a dosáhnout teoretickou délkou řezanky až 44 mm. Toto řezací ústrojí X-Cut má dvě nožové kazety osazené vždy 8 nebo 13 noží. Pro vkládání nebo vyjímání nožů, lze kazety hydraulicky spustit dolů. Nožové kazety, lze pohodlně vytáhnout do boku. Řazení skupin nožů usnadňuje jejich rychlé přestavení bez nářadí. Lze zařadit polovinu nožů, nebo je úplně vyřadit a sklízet bez řezání. Široké styčnice Hardox na podávacích prstech uspořádaných na rotoru, ve tvaru rozevřeného V zajišťují vysokou jakost řezu, vysokou výkonnost a dlouhou životnost. Nožové dno, je optimálně přizpůsobeno toku materiálu a zefektivňuje provoz lisů [6].



Obrázek 9 - Lis Krone BiG Pack 1270 XC [6]

Lis Krone BiG Pack 1270, je vybaven funkcí High Speed, která zvyšuje výkonnost až o 20 % oproti starému modelu. Má dvě rychlosti, pokud je potřeba plný výkon ve velkých řádcích, je zapnut režim s 1 000 otáčkami vývodového hřídele za minutu a tomu odpovídá 45 zdvihů pístu. Při lehkých sklizňových podmínkách, lze bez problémů přejít na ekonomický režim s 800 otáčkami vývodového hřídele za minutu s 36 zdvihy pístu. I v tomto režimu lisuje velmi tvrdé balíky a přitom šetří palivo. Lis má variabilní plnicí systém (FVS), zajišťující velmi tvrdé a tvarově stálé balíky i při malých nerovnoměrných řádcích nebo malé pojezdové rychlosti.

Princip FVS na obrázku 10: Rotující hrabice dopravují sklizňový produkt do dopravního kanálu, kde je shromažďován a zmáčknut. Teprve, když je dopravní kanál zcela naplněný, otevře se cesta do lisovací komory a celý obsah je tam přesunut.



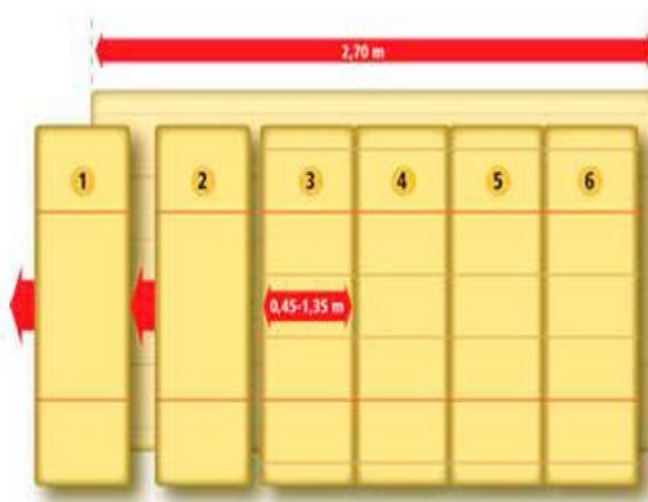
Obrázek 10 - Princip variabilního plnicího systému (VFS) [6]

Sběrací ústrojí pracuje s pěti řadami prstů, vzdálenosti prstů 55 mm a silnými prsty 5,5 mm. Kontinuálnímu toku materiálu, napomáhá standardně dodávaný urovnávací válec. Výkyvná kopírovací kola, jsou výškově stavitelná bez použití náradí, mají vzduchem plněné pneumatiky a přizpůsobí se daným podmínkám [6].

Vibrace a neklidný běh provází práci mnoha lisů. Základem pro klidný běh a minimální potřebu příkonu stroje BiG Pack je mohutný setrvačnick. Celý pohon je precizně jištěn. Při roztáčení stroje jistí pohon třecí spojka, v případě přetížení ze strany stroje zareaguje automatická vypínací spojka.

Tento lis se nechá vybavit za příplatek systémem MultiBale, který umožní z jednoho velkého balíku udělat malé na obrázku 11. Již při práci na poli se na ovládacím pultu v kabině traktoru nastaví požadovaná velikost balíku. Malé balíky jsou svázaný vždy dvěma motouzy, dohromady jsou pak svázaný čtyřmi motouzy. Konvenční velký balík je vázaný všemi šesti motouzy. Malé balíky jsou vázaný vždy dvěma jehlami a jim odpovídajícími spřaženými dvojími uzlovači. Délka balíku, je plynule nastavitelná prakticky od 0,45 m do 1,35 m. Oba motouzy drží tvar balíku a umožňují další manipulaci.

S těmito lehkými a kompaktními balíky, se lze snadno dostat i na špatně dostupná místa. Následné rozdělení se děje až přímo na místě určení. Takto malé balíky, jsou vhodné pro menší linky na výrobu tvarových paliv. Velikost balíku je proměnlivá a lze ji tudíž přizpůsobit velikosti linky. To šetří čas i práci, protože manipulace s jedním velkým balíkem, je daleko jednodušší a rychlejší než manipulace se šesti malými balíky [6].



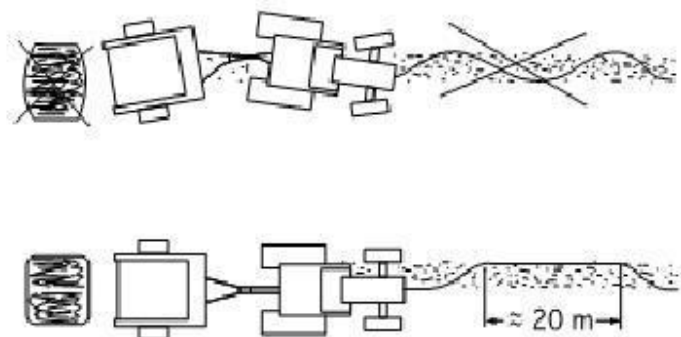
Obrázek 11 - Ukázka rozdělení velkého balíku na šest malých [6]

Tabulka 1 – Technická data lisu Krone Big Pack 1270 XC

Technická data	Jednotky	Typ Krone Big Pack 1270 XC
Rozměr balíku (šířka x výška)	[mm]	1 200 x 700
Šířka sběracího ústrojí	[mm]	2 350
Maximální počet nožů	[ks]	26
Požadovaný výkon traktoru	[kW]	100
Cena bez DPH	[Kč]	2 650 000,-

4.2 Lisy na válcové balíky

Svinovací lisy, lze podle konstrukčního řešení rozdělit na lisy; s pevnou komorou a lisy s variabilní komorou, které mohou při stejné slisovanosti produkovat balíky o různých velikostech. Výhodou je nižší pořizovací cena, oproti lisům na velké hranolovité balíky, jednodušší konstrukce stroje, nižší náročnost na výkon traktoru. Nevýhodou jsou méně skladné balíky (oproti hranolovým), u kterých vznikají při skladování hluchá místa, tudíž můžeme uskladnit menší množství materiálu. Také slisovanost válcových balíků je nižší oproti hranolovým. Hmotnost válcových balíků se pohybuje v rozmezí 190 – 400 kg. Lis nemá předlisovací komoru, tudíž je v takovém případě nutné řádky projíždět rovnoměrně, střídavě po určité délce úseku. Nesprávně slisovaný balík na obrázku 12, má pak negativní vlastnosti na kvalitu uskladněné píce či slámy [2], [7].



Obrázek 12 - Možný vznik nepravidelného balíku při špatném průjezdu úzkými řádky

Lis John Deere 960

Lis John Deere, typ 960 na obrázku 13, je vybaven variabilní komorou a je schopen vytvořit více jak 70 balíků za hodinu. Upřesňující technické informace, jsou uvedeny v tabulce 2. Všechny balíky mají stabilně vysokou kvalitu a hustotu. Uvnitř robustní konstrukce je nezávislá balicí komora se systémem rychlého vykládání. Jakmile je balík hotový, boční stěny komory se vychýlí směrem ven, aby balík uvolnilo a vypustilo do 5 sekund – a to bez nalepování a jiné blokace. Všechny komponenty, jsou uloženy uvnitř rámu, tedy mimo nápor a přetěžování. Mohou se tak zaměřit na práci, pro kterou byli určeny. Šířka sběrače je 2,2 m s 5 řadami prstů rotujících při nízkých otáčkách, zabezpečující vysokou produktivitu a dlouhou životnost, dále je lis vybaven systémem odstranění ucpávek ve formě výklopného dna a vysoce kapacitním sběračem, který zvládne i nejnáročnější plodiny. Průměr balíku, může být v rozmezí 0,8 m – 1,85 m a šířka je vždy 1,2 m.

Se svou objemnou balicí komorou, která eliminuje nalepování balíků, a jemnou převodovkou má typ 960 nižší spotřebu paliva. Lis využívá 100 % dostupného výkonu pro stlačení hmoty proti válcům. Ať se balí jakýkoliv materiál, napínací rameno vždy vyvažuje hustotu a spotřebu výkonu. Průběžně nastavitelná funkce měkkého jádra deaktivuje napětí řemenů přímo z kabiny, dokud nebude dosaženo určeného průměru měkkého jádra. Díky tomu může hmota dýchat a lépe proschnout. Zároveň se balík snadněji rozmotává [8].



Obrázek 13 - Lis na válcové balíky John Deere 960 [8]

Na obrázku 14 je vyobrazena funkce lisu. Tři hnané válce (1), zabezpečují perfektní tvar balíků, konstrukce všech válců a pásů pak umožňuje snadný a rychlý začátek balicího procesu. Dva nekonečné pásy, široké 537 mm (2), zlepšují pokrytí balíku a ztráty hmoty jsou tak minimální. Jejich uzavřené spojení, zajišťuje hladký chod a nízké otáčky šetří palivo a prodlužují životnost. Spodní hnaný válec (3), podporuje začátek balíku bez ohledu na plodinu či podmínky. Pásky (4), jejich povrch umožňuje pevně uchopit lisovanou hmotu. Napínací rameno (5), vytváří přímý tlak na pásy. Hustota balíku, může být snadno a plynule seřizována z kabiny traktoru. Systém měkkého jádra (6), vytváří tlak na jádro balíku, které lze optimalizovat z kabiny traktoru. Kvalita hmoty je zlepšena tím, že balík snadněji proschne. Doba vykládky je hlavním zdrojem prostojů. Aby se tyto procesy urychlily, přišli konstruktéři firmy John Deere se zcela novým konceptem, který zcela odstranil konvenční bránu. Bez těžké klasické brány, kterou je nutno zvedat nebo zavírat, se typ 960 vrátí zpět k práci do 5 sekund. Systém rychlého vykládání je o 60 % lehčí než konvenční brány. Namáhání lisu je nižší a tím pádem stroj vydrží déle [8].



Obrázek 14 – Hlavní pracovní části lisu John Deere 960 [8]

Vázací zařízení je umístěno vpředu ve vhodné výšce, aby umožňovalo vizuálně kontrolovat proces vázání. Když nastane doba doplnění sítě, či provázku je zásobník vždy na dosah [8].

Tabulka 2 – Technická data lisu John Deere 960

Technická data	Jednotky	Typ John Deere 960 MaxiCut HC 13
Průměr balíku	[m]	0,8 – 1,6
Šířka balíku	[m]	1,21
Vnější šířka sběrače	[m]	2,2
Balicí komora (pásky)	[ks] / [mm]	2 nekonečné pásky / šířka 573
Pohon balicí komory (převodová skříně)	[ot.min. ⁻¹]	540
Minimální výkon traktoru	[kW]	74
Hmotnost	[kg]	4 500
Přepravní šířka s kopírovacími koly	[m]	2,72
Cena bez DPH	[Kč]	1 100 000,-

4.3 Dopravní a manipulační prostředky

Balíky se přepravují na přívěsech nebo návěsech konstruovaných k tomuto účelu. Nakládání lze provádět několika způsoby. Vybrané manipulační a zároveň tažné zařízení, je traktor s čelním nakladačem.

Doprava z pozemku ke stohu

Po slisování následuje doprava balíků za sklizeného pozemku do místa skladování. Dopravou se nemění užitná hodnota výrobků, ale zvyšují se výrobní náklady. Někdy i významně a to v závislosti na volbě manipulační a dopravní techniky, především na přepravní vzdálenosti a době potřebné pro nakládku a vykládku. Účelné řešení dopravy pozitivně ovlivňuje ekonomickou efektivnost výroby pelet. Z hlediska vyprazdňování, musí být zohledněn způsob následné manipulace s materiálem, zda se jedná o vykládání na volné ploše, které je v podstatě bez omezení, či pod střechou, kde je třeba ověřit výškový i průjezdný profil a způsob manipulace. V kalkulaci se uvažuje o různých jízdních podmínkách (silnice, polní cesta, strniště) a rostoucí průměrné rychlosti v závislosti na vzdálenosti.

V obchodním styku by mělo být součástí dopravního cyklu vážení na mostové váze a dohoda dodavatele s odběratelem o uznání navážených hodnot. Optimální variantou, je namátkové vážení a vypočítání průměrné hmotnosti balíku. Celková hmotnost odebrané slámy se dopočítá ve stohu o kvadratickém rozměru, nebo se odečte z počítače balíků, který je instalován téměř u všech lisů [9].

Existují dvě základní technologie svozu balíků. Standardní – s využitím běžné manipulační a dopravní techniky, a speciálním zařízením, kdy pro svoz válcových či hranolových balíků využíváme takovou mechanizaci, která je pro tento účel zkonstruována. Standardní technologii, bude vždy tvořit jeden nebo více manipulačních prostředků a jeden nebo více dopravních prostředků. Pro nakládání a vykládání balíků můžeme zvolit traktor s čelním nakladačem, teleskopický nakladač, a také velký kolový nakladač. K manipulaci s válcovými i hranolovými balíky, existuje na trhu řada adaptérů – od jednoduchých špiců přes různé modely drapaků a kleští, až po speciální adaptéry pro stohování a svoz. Manipulační techniku je nutné volit především s ohledem na druh a hmotnost balíku, požadavky na nakládání, či jejich ukládání ve skladech, a také s ohledem na další manipulaci. Pro samotný svoz, se využívají klasické návěsy a přívěsy, u nichž je však nutné zajistit balíky, proti samovolnému pohybu a vyvarovat se tak nebezpečí při přepravě po pozemních komunikacích, které by mohlo mít nedozírné následky. Dnes se setkáváme na trhu i s řadou výrobců, kteří nabízejí různé návěsy a přívěsy pro přepravu válcových a hranolových balíků. Tato dopravní technika, je konstruována na různou nosnost a počet balíků a díky provedení zajišťuje bezpečnou přepravu, při dodržení pravidel bezpečnosti práce. Další skupinu tvoří speciální technika pro dopravu a manipulaci s balíky. Také zde, se setkáváme s různou úrovní výbavy, odlišným provedením, přičemž i do této oblasti pronikají systémy automatizace. Jde o jednoduché návěsy s hydraulickým nakládacím ramenem, mechanické a jednodušší návěsy pro sběr, přepravu a vykládku balíků, až plně automatizované stohovací návěsy, které jsou určeny zejména pro hranolové balíky. Pracovní část tvoří nakládací zařízení, systém pro posuv balíku od nakládacího do přepravního prostoru, samotný přepravní prostor a rovněž systém pro opětovné vykládání balíků. Některá provedení, jsou uzpůsobena tak, aby bylo možné balíky stohovat. Také v této oblasti, se setkáváme s různými modely v rámci nabídky jednotlivých výrobců, které se opět liší počtem přepravovaných balíků a nosností. S rostoucími rozměry balíků, klesá jejich počet, který je možné naložit, a každý

z výrobců uvádí přesné údaje o kapacitě závislé na rozměru balíků, zejména s ohledem na technické možnosti a bezpečnost práce. Díky této technice, je možné s jedním pracovníkem, v případě použití jedné soupravy, zajistit kompletní systém manipulace a dopravy se slisovanou slámou, ale také senem. Tyto skupiny technologií se týkají zejména řešení v rámci farmy, nebo zemědělského podniku. Co se týká dopravy na delší vzdálenosti, ta se řeší soupravami rychlých systémových nosičů s pojezdovou rychlostí 60 až 80 km.h⁻¹, nákladními automobily, případně soupravami s přípojnými vozidly (eventuálně kombinovanými s nakládacím ramenem) a kamionovými návěsy. V případě přepravy na pozemních komunikacích, je nutné pamatovat na předpisy spojené s provozem vozidel na pozemních komunikacích. Týká se to zejména celkové šířky, které je potřeba přizpůsobit rozměry lisovaných balíků. Dalším parametrem je celková výška soupravy, i zde je nutné přizpůsobit rozměry balíků, respektive počet jejich vrstev při nakládání. Nesmíme také zapomínat na celkovou hmotnost soupravy. Nakládku opět řeší standardně používaná manipulační technika. Dnes existuje řada možností, jak efektivně a ekonomicky manipulovat a dopravovat slámu, zejména s ohledem na vrůstající přepravní vzdálenosti, snižování časové náročnosti na úklid pozemků a skladování hmoty v místě uložení. Preferovány budou především větší hmotnosti balíků, a takové technologie, které umožní snižovat počet pracovníků na tyto operace, při zachování požadované výkonnosti [7].

Traktor John Deere 6930 Premium

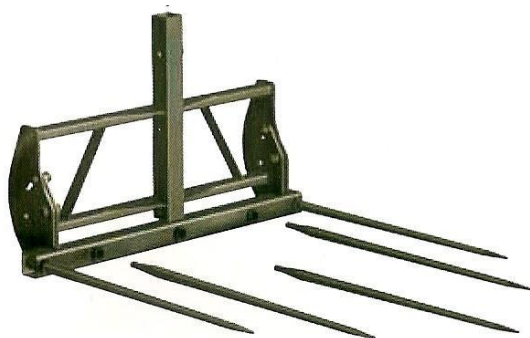
Traktor John Deere 6930 Premium s čelním nakladačem na obrázku 15 je vybaven přeplňovaným šesti válcovým motorem o výkonu 114 kW a zdvihovém objemu 6 780 cm³, více uvedeno v tabulce 3 technické údaje. Turbodmychadlo s variabilní geometrií lopatek zaručuje vysoký točivý moment, i při nízkých otáčkách, rychlou reakci motoru a zvýšenou hospodárnost paliva. Je osazen převodovkou **PowerQuad Plus** o 20 převodových stupních v před i vzad, s možností volby pojezdové rychlosti od 2,5 km.h⁻¹ až do maximální rychlosti 40 km.h⁻¹ [11].

Traktor má dostatečný výkon pro agregaci všech lisů uvedených výše, a je připraven na instalaci čelního nakladače, s příslušným adaptérem pro manipulaci s balíky. K traktoru lze připojit různé návěsy a přívěsy pro přepravu válcových, či hranolových balíků. Je to univerzální stroj pro výrobu, naložení, odvezení a složení hranolových a válcových balíku.



Obrázek 15 - John Deere 6930 Premium s čelním nakladačem [11]

Čelní nakladače jsou rozděleny do kategorií podle výkonu traktoru, a také podle hmotnosti traktoru. Dále se vyrábějí s paralelogramem nebo bez paralelogramu. Vybraný čelní nakladač je od firmy Quicke typ Q68 s paralelogramem, technické údaje uvedeny v tabulce 4. Pro manipulaci s hranolovými balíky pro energetické využití se nejčastěji používají vidle, se dvěma nebo více hroty na obrázku 16. A na manipulaci s válcovými balíky se používají kleště na obrázku 17. Traktor s čelním nakladačem musí být vybaven protizávažím pro lepší rozložení váhy a pro lepší trakční schopnosti. Závaží je umístěno na zadním třibodovém závěsu [26].



Obrázek 16 - Vidle na manipulaci s hranolovými balíky [26]



Obrázek 17 - Kleště na válcové balíky Unigrip od firmy Quicke [26]

Tabulka 3 – Technická data traktoru John Deere 6930 Premium

Technická data	Jednotky	Typ John Deere 6930 Premium
Typ motoru		Řadový, 2 ventily na válec s plně elektronickým řízením, Power Tech E
Maximální výkon	[kW]	123
Maximální točivý moment	[Nm]	700
Počet válců/ Zdvihový objem	[ks] / [cm ³]	6 / 6 780
Převodovka PowerQuad Plus, počet rychlostních stupňů v před/vzad		20 / 20
Rozmezí pracovní rychlosti	[km.h ⁻¹]	2,5 – 40
Maximální pohotovostní hmotnost	[kg]	5 635
Maximální přípustná hmotnost	[kg]	10 500
Cena bez DPH	[Kč]	1 890 000,-

Tabulka 4 – Technická data čelního nakladače Quicke Q68 pro JD6930

Technická data	Jednotky	Čelní nakladač Quicke Q68
Minimální úhel zaklápění	[°]	45
Minimální úhel vyklápění		52
Nosnost při tlaku 195 bar	[kg]	3 170
Výkon traktoru	[kW]	112
Doporučená hmotnost traktoru	[kg]	6000
Zvedací výška pod pracovním nářadím	[m]	4,65
Hmotnost čelního nakladače	[kg]	721
Cena bez DPH	[Kč]	239 200,-

Přepravník balíků PRONAR T 025

Přepravník PRONAR T 025 na obrázku 18 o maximální ložné ploše 17,7 m² a maximální nosnosti 9 040 kg, je vhodný pro přepravu válcových balíků i hranolových balíků. Technické údaje jsou uvedeny v tabulce 5. Přepravník je vybaven přední a zadním vysunovatelným čelem, které je ukotveno na čepech a lze jej snadno demontovat. Dále je vybaven vzduchovými dvouokruhovými brzdami, 3 mm silnou podlahou, zesíleným rámem pod podlahou a otvory na zajišťovací popruhy v bocích podlahy [14].



Obrázek 18 - Přepravník balíků PRONAR T 025 [14]

Tabulka 5 – Technická data přepravníku PRONAR T 025

Technická data	Jednotky	Typ PRONAR T 025
Ložná délka	[m]	6,495
Ložná šířka	[m]	2,41
Vlastní hmotnost	[kg]	2 960
Celková hmotnost	[kg]	12 000
Dopravní rychlost	[km.h ⁻¹]	40
Nakládací výška	[m]	1,18
Celková délka	[m]	9,135
Nakládka balíků Ø 120 cm	[ks]	30 balíků
Nakládka balíků Ø 150 cm	[ks]	24 balíků
Nakládka balíků Ø 180 cm	[ks]	19 balíků
Cena bez DPH	[Kč]	240 000,-

4.4 Skladování slámy a sena pro výrobu tvarových paliv

Skladovací místa je třeba volit tak, aby byla co nejbližší k výrobní lince tvarových pelet. Před sklizní je důležité si vytvořit mapu sklizených ploch, určených jako zdroje slámy a sena pro výrobu tvarových paliv, s vyznačenými skladovými plochami pro stohy slámy. K plochám pro stavbu stohů musí vést zpevněná přístupová cesta. Plocha pro stavbu stohu a kolem něho musí být v rovném terénu, volena tak, aby nezadržovala dešťovou vodu. Nejvýhodnější, je skladování balíkové slámy na zastřešené ploše. Přijatelné skladové prostory jsou ty, které jsou vyspádované, například silážní žlaby. Nepřijatelné skladové prostory, jsou na rovném betonu, například skladovací prostory pro řepu. Stavba stohů by měla být provedena následovně [9]:

- Stohy musí být staticky pevné, aby nedošlo k zhroucení, rozevírání (provazovat balíky).
- Ukládat balíky tak, aby stoh měl kvadratický tvar.
- Balíky musí doléhat tak, aby do stohu nezatékalo.
- Stoh pokud možno zakrýt fólií, plachtou nebo alespoň balíky z předchozí sklizně.

Jednotlivé stohy, je třeba pojistit proti požárům. Způsob skladování řeší předpisy na úseku požární ochrany příloha č. 1 vyhlášky č. 246/2001 Sb., (vyhláška o požární prevenci). Základní podmínka, definuje volný sklad slámy o objemu nejvýše 4000 m³. Za volný sklad, se také posuzuje souvislá skupina stohů, jejíž celkový objem je nejvýše 4000 m³. To odpovídá 1300 balíků o hmotnosti 500 kg o rozměrech 1 x 1,2 x 2,4 m. Halové seníky opláštěné, mohou mít užitný objem větší (až 8000 m³). Bezpečnostní vzdálenost byla určena s ohledem na možnosti rozšíření plamene [9].

Balicí zařízení stohů POMI WRAP 7

Velkoobjemové balicí zařízení Dánské firmy POMI WRAP typ 7 na obrázku 19 je vhodné pro venkovní skladování válcových i hranolových balíků. Balíky jsou ovíjeny v řadě za sebou, tak jak jsou postupně vkládány do balicího stroje, tím vznikne vzduchotěsný obal okolo uskladněných balíků. Na plošinu stroje se ukládá balík, který hydraulicky ovládané čelo plošiny posouvá do ovíjecího rámu. Při tomto pohybu dochází současně k ovíjení a vzniká vlastní vak. Na stroji je šest balicích fólií, cena jedné balicí folie se pohybuje od 1 700,- do 2 200,- Kč. Stroj má vlastní spalovací motor

o výkonu 15 kW pro pohon hydraulické soustavy, která ovládá posouvání a ovíjení balíků. Při přepravě stroje po komunikacích se rám balicího stroje sníží [21].



Obrázek 19 – Balicí zařízení POMI WRAP 7

4.5 Investiční náklady na pořízení strojních zařízení pro sklizeň slámy

Strojní linka č. 1

Navrhovaná strojní linka pro sklizeň slámy se skládá z: Traktoru John Deere 6930 Premium, který poskytuje energii lisu Krone BiG Pack High Speed 1270 XC, dále z čelního nakladače Quicke Q68, manipulačních vidlí pro nakládání a skládání hranolových balíků Quicke 140, přepravního zařízení PRONAR T 025 a balicího zařízení POMI WRAP 7. Ceny jednotlivých zařízení jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 – Investiční přehled navrhované linky č. 1 pro sklizeň slámy

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
John Deere 6930 Premium	2 120 000,-
Čelní nakladač Quicke Q68	239 000,-
Vidle na hranaté balíky Quicke 140	23 900,-
Krone BiG Pack High Speed 1270 XC	2 650 000,-
PRONAR T 025	240 000,-
Balicí zařízení POMI WRAP 7	1 500 000,-
Celkové náklady:	6 772 900,-

Strojní linka č. 2

Navrhovaná linka je opět složena z traktoru John Deere 6930 Premium se stejným čelním nakladačem. Manipulaci s válcovými balíky zabezpečují kleště Quicke Unigrip 160. Válcové balíky se lisují lisem John Deere 960 a balicí zařízení zůstává stejné POMI WRAP 7. Ceny jednotlivých zařízení jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 – Investiční přehled navrhované linky č. 2 pro sklizeň slámy

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
Traktor John Deere 6930 Premium	2 120 000,-
Čelní nakladač Quicke Q68	239 000,-
Kleště na válcové balíky Quicke Unigrip 160	48 280,-
John Deere 960 MaxiCut HC 13	1 100 000,-
Přepravník PRONAR T 025	240 000,-
Balicí zařízení POMI WRAP 7	1 500 000,-
Celkové náklady:	5 247 280,-

5 Linky pro sklizeň sena pro výrobu tvarových paliv:

Navrhované stroje pro sklizeň sena pro výrobu tvarových paliv jsou: žací stroje, rotorové obrabeče, rotorové shrnovače, lis na hranolové, popřípadě válcové balíky, samosběrací vůz, speciální svahové stroje, dopravní a manipulační zařízení a balicí zařízení na stohy.

5.1 Žací stroje rotační nožové

Žací stroje rotační nožové, buď tvoří soupravy s traktory o výkonu větším než 30 kW, nebo jsou samojízdné. Žací souprava se pohybuje po pozemku nejčastěji okružním způsobem pojezdovou rychlostí 6 až 12 km.h⁻¹. Používají se pro sečení a plynulé ukládání do pokosů všech druhů tenkostébelných píceňin do výšky 1,5 m. Protože žací ústrojí má vysokou rychlost pohybu řezu a nemá pevný protibřit, neucpává se, umožňuje vyšší pojezdové rychlosti žacího stroje. Snadněji seče porosty s vyššími výnosy, hustší i polehlé, je však energeticky náročnější [13].

Disková žací lišta SaMASZ KDT 260

Stranově nesená zadní žací lišta SaMASZ KDT na obrázku 20 s kopírovacími plazy z tvrzené oceli HARDOX s plynulou regulací výšky kosení 5 až 7 cm, nože o délce 115 mm. Je vhodná pro obtížně sklíditelné plochy, z důvodu jednodušší manipulace vzhledem k rozměrům žací lišty a lehčí váze. Další technická data uvedena v tabulce 8. Je vybavena hydraulickým mechanismem sklápění stroje, až do tří transportních poloh. Pohon žacích lišt, je kloubovou hřídelí s ochranou třecí spojkou [14].



Obrázek 20 - Nesená disková žací lišta Samasz KDT 260 [14]

Tabulka 8 – Technická data diskové žací lišty Samasz KDT 260

Technická data	Jednotky	Typ SaMASZ KDT 260
Pracovní záběr	[m]	2,6
Šířka pokosu	[m]	1,5 – 2,0
Počet nožů	[ks]	6 x 2
Hmotnost	[kg]	660
Minimální výkon traktoru	[kW]	52
Cena bez DPH	[Kč]	125 000,-

5.2 Rotorové obraceče

Jsou to stroje jednoúčelové, obrací pokos nebo rozhazují (čechrají řádky, ale neshrnují pokos na řádky). Pracovní ústrojí tvoří horizontálně se otáčející rotory. Vždy dva a dva se otáčející proti sobě kolem svých os. U jednoho stroje může být počet dvojic rotorů 1 až 5. Rotory jsou uloženy kolmo na směr jízdy, poněkud zasahují do sebe a mají 4 až 6 pevných ramen, na kterých jsou připevněny dva pružné dvojprsty, tvořící hrabice. Hrabice jsou pevné neřízené. Každý rotor je podepřen samostatným výškově stavitelným opěrným kolem. Obvodová rychlost hrabic bývá $u = 11,5$ až $15,5$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Předklon rotorů (asi 15°) se nastavuje změnou délky táhla hydraulického závěsu traktoru tak, aby oba dvojprsty (hrabice) měli od země stejnou vzdálenost [13].

Rotorový obraceč SaMASZ P6 – 650

Polonesený rotorový obraceč SaMASZ P6 – 650 na obrázku 21, je vybaven; hydraulickým sklápěním do transportní polohy s automatickou aretací, kloubovým zavěšením pro kopírací jízdy za traktorem, kloubovým spojením mezi rotory s výborným kopírováním terénu pomocí torzních tyčí, stavitelnými pojezdovými koly. Další technické údaje jsou uvedeny v tabulce 9 [14].



Obrázek 21 - Rotorový obraceč typ SaMASZ P6 – 650 [14]

Tabulka 9 – Technická data rotorového obraceče SaMASZ P6 – 650

Technická data	Jednotky	Typ SaMASZ P6 -650
Pracovní záběr	[m]	6,5
Počet rotorů / prstů	[ks]	6 / 6
Hmotnost	[kg]	790
Požadovaný příkon	[kW]	37
Cena bez DPH	[Kč]	150 000,-

5.3 Rotorové shrnovače

Slouží k řádkování rozprostřené píče zavadlé a zejména k řádkování usušené píče pro sběr a odvoz z pole. Hrabice rotorového obraceče v části dráhy shrnuje materiál a v další části jej vrhá za sebe. Rotorové shrnovače pracují podobně. V první části dráhy (asi 2/3) se pružné prsty pohybují ve svislé poloze, těsně nad povrchem země a shrnují materiál. V druhé části (asi 1/3) se pružné prsty natočí do vodorovné polohy a vystoupí z materiálu, který byl přilnut ke štítu a tím se vytvoří řádek. Po průchodu touto částí dráhy, se hrabice s prsty pootočí zase do svislé polohy pro shrnování [13].

Dvourotorový shrnovač SaMASZ Z 2-780

Tažený dvourotorový shrnovač SaMASZ Z 2 – 780 na obrázku 22 je vybaven; středovým shrnováním, otočnou ojí závěsu, mechanickým nastavením šířky shrnovaného řádku, dodatkovým kopírováním terénu, za traktorem pomocí táhel. Technické údaje uvedeny v tabulce 10. Dále je vybaven mechanickou regulací výšky, palců od podloží, převodovkou uvnitř rámu a hydraulickým zvedáním ramen. Potřebné otáčky vývodového hřídele traktoru jsou 540 ot.min.⁻¹[14].



Obrázek 22 - Dvourotorový shrnovač SaMASZ Z 2-780 [14]

Tabulka 10 – Technická data shrnovače píce SaMASZ Z 2 - 780

Technická data	Jednotky	Typ SaMASZ Z 2-780
Pracovní záběr	[m]	7,2 – 7,8
Šířka řádku	[m]	1,0 – 2,0
Provozní výkonnost	[ha.h ⁻¹]	8
Transportní výška		
- s ochranným rámem	[m]	4,2
- bez ochranného rámu		3,4
Transportní délka	[m]	5,5
Počet ramen/palců	[ks]	11/5
Hmotnost	[kg]	2 100
Požadovaný příkon	[kW]	37
Cena bez DPH	[Kč]	340 000,-

5.4 Lisy

Lisy pro sklizeň sena, jsou stejné jako pro sklizeň slámy a jsou uvedeny v kapitole 4.1 a 4.2.

5.5 Sběrací vozy

Jsou určeny pro sběr, nakládku, pořezání a dopravu tenkostébelné píce a slámy ležící na řádcích.

Sběrací vůz Pöttinger TORRO 4500 L

Sběrací vůz Pöttinger TORRO 4500 L na obrázku 23, je vhodný pro sběr sena, tak zavadlé píce pro senáž. Je vybaven 39 řezacími noži a je schopen vytvořit teoretickou délku řezanky 35 mm. Technické údaje jsou uvedeny v tabulce 11. Požadovaný výkon traktoru je minimálně 100 kW. Ve standardní výbavě, je vůz vybaven tandemovou nápravou s parabolickým odpružením. Velkou výhodou, tohoto odpružení, jsou lepší jízdní vlastnosti při jízdě napříč svahe. Proto je vhodný pro obtížně sklíditelné plochy. Dále je možné za příplatek přikoupit osmikolový podvozek na obrázku 24. Tento podvozek podstatným způsobem snižuje měrný tlak na půdu a je vhodný na podmáčené pozemky. U tohoto podvozku jsou kola připevněna po párech k nápravám, které jsou zavěšeny tak aby jim byl umožněn výkyvný pohyb [5].



Obrázek 23 – Sběrací vůz
Pöttinger TORRO 4500 L [5]



Obrázek 24 – Osmikolový
podvozek Pöttinger [5]

Tabulka 11 – Technická data sběracího vozu Pöttinger TORRO 4500 L

Technická data	Jednotky	Typ Pöttinger TORRO 4500 L
Objem	[m ³]	45
Šířka sběracího zařízení	[mm]	1850
Výška ložné plochy	[mm]	1510
Hmotnost se standardní nápravou	[kg]	6750
Cena bez DPH	[Kč]	1 620 000,-

5.6 Speciální svahové stroje

Aebi Terratrac TT 220

Švýcarská společnost Aebi vyrábí multifunkční nosič strojního příslušenství Terratrac TT 220 na obrázku 25. Tento stroj dokáže efektivně pracovat v těžko přístupném terénu a na extrémně strmých svazích. Terratrac má nízkou konstrukční hmotnost, nízké těžiště, velmi dobré vyvážení hmotnosti a je vybaven pohonem všech kol s nízkotlakými pneumatikami s možností dvoumontáže kol, pro ještě vyšší svahovou dostupnost a pro lepší trakční schopnosti. Je konstrukčně uzpůsoben pro široké spektrum příslušenství (žací adaptéry, mulčovače, shrabovače, obraceče či sněhové frézy, apod.), které lze připojit na tříbodový závěs jak k přední části tak zadní části Terratracu. Potřebný výkon zajišťuje přeplňovaný tříválcový agregát o obsahu 2000 cm³ s hydrodynamickým měničem, další technické údaje uvedeny v tabulce 12. Přesnou a snadnou manipulaci zajišťují obě říditelné nápravy.

Pro práci v horských oblastech, je vhodné připojit čelní žací stroj Pöttinger NOVAALPIN 221 B s lehkou konstrukcí a s těžištěm posunutým k traktoru s šířkou záběru 2,2 m, další technické údaje jsou uvedeny v tabulce 13. Pohon žací lišty je prováděn klínovými řemeny pro plynulý chod. Výměnou řemenic, lze nastavit pohon v závislosti na otáčkách 540 ot.min.⁻¹ nebo 1000 ot.min.⁻¹[22] [23].



Obrázek 25 – Multifunkční nosič zařízení Aebi Terratrac TT 220 s čelní žací lištou Pöttinger NOVAALPIN 221 B [5]

Tabulka 12 – Technická data nosiče příslušenství Aebi Terratrak TT 220

Technická data	Jednotky	Aebi Terratrak TT 220
Pohon		Hydrostatický
Typ motoru		VM D703TE2
Výkon motoru	[kW]	48
Maximální točivý moment	[Nm]	220
Centrální diferenciál		Mechanický
Hmotnost	[kg]	3400
Cena bez DPH	[Kč]	1 900 000,-

Tabulka 13 – Technická data žacího stroje Pöttinger NOVAALPIN 221 B

Technická data	Jednotky	Pöttinger NOVAALPIN 221 B
Pracovní záběr	[m]	2,2
Počet disků	[ks]	5
Plošná výkonnost	[ha.h ⁻¹]	2,2
Otáčky pohonu	[ot.min. ⁻¹]	540 / 1000
Přepravní šířka	[m]	2,2
Hmotnost	[kg]	370
Cena bez DPH	[Kč]	217 900,-

Obraceč Pöttinger ALPINHIT 4.4 N

Obraceč Pöttinger ALPINHIT 4.4 N na obrázku 26, je konstrukčně uzpůsoben pro práci na svahu. Má lehkou konstrukci – profilovaný rám a rotory z jemnozrné oceli, snižující váhu stroje při zachování stability. Technické údaje jsou uvedeny v tabulce 14. Je vybaven výkyvným závěsem se srdcovitou vodící dráhou. Při průjezdu zatáčkou jede obraceč ve stopě traktoru. Při zvednutí, se stroj vyrovná do střední polohy. Přestavění rotorů do transportní polohy, je možno provádět ručně nebo hydraulicky (za příplatek). Vnější rotory lze pro zlepšení bezpečnosti při dopravě otočit dovnitř stroje. Dále je možno obraceč vybavit multifunkčním čelním kopírovacím kolečkem, pro kvalitnější přizpůsobení se povrchu [5].



Obrázek 26 – Obraceč Pöttinger ALPINHIT 4.4 N nesený nosičem nářadí AEBI Terratrac TT 220 [5]

Tabulka 14 – Technická data obraceče píce Pöttinger ALPINHIT 4.4 N

Technická data	Jednotky	Pöttinger ALPINHIT 4.4 N
Šířka obraceče	[m]	4,45
Pracovní záběr	[m]	4
Počet rotorů	[ks]	4
Otáčky pohonu	[ot.min. ⁻¹]	540
Přepravní šířka	[m]	2,45
Hmotnost	[kg]	270
Cena bez DPH	[Kč]	152 500,-

Shrnovač píce Pöttinger ALPINTOP 300 U

Shrnovač píce Pöttinger ALPINTOP 300 U na obrázku 27, je univerzální stroj pro horské nosiče nebo traktory pro agregaci s čelním nebo zadním závěsem. Technické údaje jsou uvedeny v tabulce 15. Připojení je pomocí pevného tříbodového závěsu s těžištěm posunutým k traktoru. Výkyvná kolečka jsou výškově nastavitelná. Kombinací plně pohyblivého podvozku a čelního kopírovacího kolečka se dosahuje čisté sklizně. Čelní kolečko se nachází před rotorem a v blízkosti místa záběru prstů, které nejsou v kontaktu s půdou [5].



Obrázek 27 – Shrnovač Pöttinger ALPINTOP 300 U nesený nosičem nářadí AEBI Terratrac [5]

Tabulka 15 – Technická data shrnovače Pöttinger ALPINTOP 300 U

Technická data	Jednotky	Typ Pöttinger ALPINTOP 300 U
Pracovní záběr	[m]	3
Agregace		Pevný závěs
Odkládání řádku		Vpravo
Počet hrabic	[ks]	8
Otáčky pohonu	[ot.min. ⁻¹]	540
Přepravní šířka	[m]	1,3
Hmotnost	[kg]	250
Cena bez DPH	[Kč]	101 500,-

Transporter Aebi TP 450

Aebi TP 450 na obrázku 28, je univerzální nosič nástaveb určený pro práci v náročných podmínkách, zejména na extrémních svazích. Transportér je vybaven permanentním pohonem všech kol a je ho možno dovybavit dvoumontáží kol. Pohon na všechna kola je umožněn přes plně uzavíratelné diferenciály, které jsou elektrohydraulicky ovládané, dále je vybaven kotoučovými provozními brzdami na přední i zadní nápravě a zpomalovací motorovou brzdou umístěnou na vznětovém motoru o zdvihovém objemu 2 970 cm³. Bezproblémové ovládní na svahu za pomoci říditelnosti všech kol. Vhodnou rychlost pro práci na pozemku nebo při přejezdech po komunikacích lze navolit na 16 rychlostní převodovce. Transportér je připraven na nošení nástaveb, jako je cisterna na močůvku, rozmetadlo hnoje, sklápěcí korba, zařízení pro převoz dřeva a v neposlední řadě zařízení pro sběr píce, vybraný typ Aebi LD 42 na obrázku 29. Další technické údaje jsou uvedeny v tabulce 16 [24].



Obrázek 28 – Aebi TP 450 bez nástavby [24]



Obrázek 29 – Aebi TP 450 se sběracím zařízením LD 42 [24]

Tabulka 16 – Technická data transportéru Aebi TP 450 se sběracím zařízením

Technická data	Jednotky	Aebi TP 450 + LD 42
Výkon motoru / Točivý moment	[kW] / [Nm]	72 / 340
Rychlost pracovní / přepravní	[km.h ⁻¹]	0 – 20 / 0 - 50
Otáčky vývodového hřídele	[ot.min. ⁻¹]	600 / 750
Hmotnost provozní / maximální	[kg]	3 400 / 8 000
Šířka sběracího ústrojí	[mm]	1 900
Svahová dostupnost se sběracím zařízením	[°]	20
Objem sběracího zařízení	[m ³]	12
Cena bez DPH	[Kč]	2 500 000,-

5.7 Dopravní a manipulační prostředky

Viz. kapitola 4.3

5.8 Investiční náklady na pořízení strojních zařízení pro sklizeň sena

Strojní linka č. 1

Navrhovaná linka pro sklizeň sena do tvaru hranolových balíků je složena ze dvou traktorů John Deere 6930 Premium, z toho jednou s čelním nakladačem Quicke Q68 a manipulačními vidlemi Quicke 140. Pokos píce je prováděn žací lištou SaMASZ KDT 260, obracení píce je prováděno rotorovým obracečem SaMASZ P6 – 650 a shrnování píce dvourotorovým shrnovačem SaMASZ Z 2-780. Lisování hranolových balíků provádí lis Krone XC 1270 High Speed. Dopravním prostředkem hranolových balíků je přepravník PRONAR T 025. A balicí zařízení POMI WRAP 7. Investiční náklady jsou uvedeny v tabulce 17.

Tabulka 17 – Investiční náklady na pořízení linky č. 1 pro sklizeň sena

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
2x John Deere 6930 Premium	4 240 000,-
Quicke Q68	239 000,-
Quicke 140	23 900,-
Krone BiG Pack High Speed 1270 XC	2 650 000,-
PRONAR T 025	240 000,-
SaMASZ KDT 260	125 000,-
SaMASZ P6 – 650	150 000,-
SaMASZ Z 2-780	340 000,-
POMI WRAP 7	1 500 000,-
Celkové náklady:	9 607 900,-

Strojní linka č. 2

Navrhovaná linka pro sklizeň sena do tvaru válcových balíků se skládá z traktoru John Deere 6430 Premium. Lisování válcových balíků, bude probíhat za pomoci lisu John Deere 960 Maxi Cut. Pokos, obracení a shrabování píče proběhne stejným zařízením jako u linky č. 1. Manipulačním zařízením, bude opět traktor John Deere 6930 s čelním nakladačem Quicke Q68. Pro manipulaci budou použity kleště Quicke Unigrip 160. Doprava balíků za pomoci přepravníku PRONAR T 025. Skladování bude probíhat ve skladovacích halách, takže není potřeba balicího zařízení. V tabulce 18 jsou uvedeny investiční náklady na tuto linku.

Tabulka 18 – Investiční náklady na pořízení sklizňové linky č. 2 pro sklizeň sena

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
John Deere 6430 Premium	1 690 000,-
John Deere 6930 Premium	2 120 000,-
Quicke Q68	239 000,-
Quicke Unigrip 160	48 280,-
John Deere 960MaxiCut HC 13	1 100 000,-
SaMASZ KDT 260	125 000,-
SaMASZ P6 – 650	150 000,-
SaMASZ Z 2-780	340 000,-
Celkové náklady:	5 812 280,-

Strojní linka č. 3

Třetí navrhovaná linka pro sklizeň sena se opět skládá z traktoru John Deere 6930 Premium. Stejně zařízení jako u linek č. 1 a č. 2 bude u pokosu, obracení a shrabování strojní zařízení SaMASZ. Pro sběr sena z pozemku poslouží sběrací vůz Pöttinger TORRO 4500 L. Tím odpadá veškerá další manipulace s materiálem a seno se odveze do skladovacích prostor. Investice na tuto linku jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 19 – Investiční náklady na pořízení sklizňové linky č. 3 pro sklizeň sena

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
John Deere 6930 Premium	2 120 000,-
SaMASZ KDT 260	125 000,-
SaMASZ P6 – 650	150 000,-
SaMASZ Z 2-780	340 000,-
Pöttinger TORRO 4500 L	1 620 000,-
Celkové náklady:	4 355 000,-

Strojní linka č. 4

Čtvrtá navrhovaná linka se skládá ze speciálních svahových strojů. Jako zdroj energie použijí multifunkční nosič strojního zařízení Aebi Terratrak TT 220. Pro pokos píce, je použita čelní nesená disková žací lišta Pöttinger NOVAALPIN 221 B, pro obracení píce Pöttinger ALPINHIT 4.4 N a shrnování píce, je prováděno za pomoci Pöttinger ALPINTOP 300 U. Samotný sběr usušené píce, bude prováděn univerzálním transportérem Aebi TP 450 se sběracím zařízením Aebi LD 42. Investice navrhované linky jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20 – Investiční náklady na pořízení svahové sklizňové linky č. 4

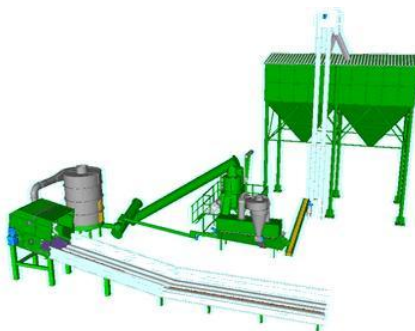
Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
Aebi Terratrak TT 220	1 900 000,-
Pöttinger NOVAALPIN 221 B	217 900,-
Pöttinger ALPINHIT 4.4 N	152 500,-
Pöttinger ALPINTOP 300 U	101 500,-
Aebi TP 450 se sběracím zařízením LD 42	2 500 000,-
Celkové náklady:	4 871 900,-

6 Přehled linek na výrobu tvarových paliv:

6.1 Peletovací linka LSP 1800

Peletovací linku LSP 1800 na obrázku 30 vyrábí česká firma ATEA PRAHA a nabízí jí ve dvou výkonnostních řadách technologie výroby pelet.

- Peletovací linka s jedním granulátorem LSP 1800 (1000kg/hod)
- Peletovací linka se dvěma granulátory LSP 1800 (2000kg/hod)



Obrázek 30 – Peletovací linka LSP 1800 [19]

Možnosti instalace linek, jsou vysoce variabilní s minimálními nároky na stavební úpravy. Základní surovinou je slisovaná sláma (pšeničná, řepková, ječná) do hranolových balíků s maximálním průřezem 120 x 120 cm. Na lince lze také zpracovávat seno, ale zde je veliké riziko výsků kamenů z důvodu nahrabování sena do řádků. Optimální vlhkost do 15 %. Linka LSP 1800 zpracuje slámu do formy pelet o průměru 8 mm a o délce dle nastavení nože v granulátoru. Pelety vyrobené na tomto zařízení odpovídají ČSN P CEN / TS 14961. Hodinová výkonnost, je ovlivněna kvalitou vstupní suroviny. Při vlhkosti slámy nad 16 % výrazně klesá výkonnost linky! Díky aspiračnímu systému, je v okolí linky minimální prašnost odpovídající normám ČSN.

Ze zkušeností instalovaných linek, kde provozovatelé nedodrží kvalitu suroviny (mokrý balík až 30 % vody, nerovnoměrná vlhkost balíků atd.), není možné rovnoměrně naplnit drtič ani granulátor. Provoz nové technologie je plně automatizován řídicími systémy. Pracuje ve dvou funkčních režimech, které na sebe navazují [19]:

- 1) Příprava suroviny ke granulaci – Hlavní výhodou nové technologie je míchací mezizásobník, který si přes Řídicí Jednotku (ŘJ) udržuje hladinu drcené slámy pomocí ultrazvuku. ŘJ sleduje proudové zatížení drtiče a rozdružovadla, tak aby byla příprava suroviny rovnoměrná a eliminovalo se její zastavení.
- 2) Samotná granulace – Vysoké produkce se dosahuje přesným dávkováním suroviny do granulátoru TLB – 140. Surovina je řádně promíchána a případně při vlhkosti <12 % je dovlhčena v mixéru na požadovanou vlhkost. Množství přesně dávkované suroviny je regulováno v závislosti na proudovém zatížení motoru granulátoru tak, aby výroba byla co nejefektivnější.

Základní technologické zařízení Linky LSP 1800

- Rozdružovač balíků a podávací dopravník balíků o délce 11 m, je zobrazen na obrázku 31 – Toto strojní zařízení je určeno k dopravování a rozdružování standardních hranolových balíků o maximálním rozměru 1200 x 1200 mm. V rozdružovadle, jsou umístěny dva válce a šnek odvádějící materiál z rozdružovače do drtiče. Rychlost zařízení je regulována přes frekvenční měnič, který je řízen pomocí čidel umístěných v mezizásobníku linky.
- Rotační drtič biomasy, zobrazen na obrázku 32 – Rotační drtič slámy a štěpky se zabudovanou sadou protiostrů typ GRANOFYT je zařízení, které je určeno ke zpracování suroviny drcením a řezáním. Je to stacionární zařízení, které je poháněno elektrickým motorem. Surovina je dopravována do drtiče zpravidla šnekovým dopravníkem. Rotační drtič pak tento materiál rozdrtí na částice délky 10 – 40 mm dle zvoleného síta. Součástí drtiče, je šnekový dopravník.



Obrázek 31 - Podávací dopravník linky LPS 1800 [19]



Obrázek 32 - Rotační drtič biomasy [19]

- Dávkovací šnekový dopravník, zobrazen na obrázku 33 – Firma ATEA Praha nabízí šnekové dopravníky ve dvou variantách, trubkové a žlabové s průměrem šnekovice od 80 do 400 mm, včetně energetických pohonů značky NORD a elektroinstalace.



Obrázek 33 – Šnekový dávkovací dopravník [19]

- Granulátor TLB – 140, zobrazen na obrázku 34 – Granulátor je vybaven děrovaným plochým prstencem, o šířce 140 mm umístěným do nosiče prstence, který absorbuje dynamické namáhání. Toto konstrukční uspořádání umožňuje použití materiálů pro výrobu prstence, s mnohem delší životností a jednoduchou výměnou při opotřebení. Pelety si zachovávají svou kvalitu a rozměry, protože se nemění geometrie otvorů v prstenci. Granulátor je dále vybaven hladinovým čidlem. Granulátor nepotřebuje odsávání prachových částic (prostor lisovacího ústrojí je oddělen od výpadu pelet).
- Chladicí a separační dopravník, zobrazen na obrázku 35 – Pelety ihned po slisování musí projít zchlazovacím procesem, který provádí chladicí zařízení, napojené na výpad pelet granulátoru. Dno chladiče, je ze síta s pohyblivým roštem, které má děrování vždy o 2 mm menší, než-li vyráběné pelety. Skrz síto proudí studený vzduch, vytvořený ventilátorem o výkonnosti $4\ 300\ \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Odsávání, je napojeno na cyklonovou separaci prachových částic. Po zchlazení pelet přibližně z 80°C na 40°C pelety dostávají potřebnou pevnost a trvanlivost.



**Obrázek 34 – Granulátor
TLB – 140 [19]**



**Obrázek 35 – Chladicí a separační
dopravník [19]**

- Podjezdový zásobník – Má kapacitu až 60 m³ s možností horního plnění nákladního automobilu [19].

6.1.1 Investiční náklady na linku LSP 1800 pro výrobu tvarových paliv

Investiční náklady na základní technologie linky LSP 1800, se pohybují kolem 5 100 000 Kč. Ceny jednotlivých sekcí linky, jsou uvedeny v tabulce 21. Dále jsou uvedeny náklady na výrobu 1 tuny pelet ze slámy v tabulce 22. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

Tabulka 21 – Investiční náklady základní technologie linky LSP 1800

Strojní zařízení	Pořizovací ceny [Kč bez DPH]
Příprava suroviny (rozdrůžování, drcení)	1 300 000,-
Doprava suroviny (dopravníky, mezizásobníky, příslušenství)	2 000 000,-
Granulátor	900 000,-
Elektroinstalace (montáž)	900 000,-
Celkové náklady:	5 100 000,-

Náklady na výrobu pelet ze slámy na lince LSP 1800

- Parametr linky LSP 1800 1 t.h⁻¹
- Spotřeba elektrické energie 100 kW.h⁻¹ (cena 1 kWh = 3,60 Kč)
- Množství zpracované slámy za jeden rok 4000 t.rok⁻¹
- Dva pracovníci na směnu (mzda 70 Kč.h⁻¹)
- Odpisy technologie na 5 let
- Pojištění 200 Kč.h⁻¹

Tabulka 22 - Výpočet nákladů na 1 tunu pelet [19]

Výrobní položky	Náklady na 1 tunu pelet [Kč]
Elektrická energie	360,-
Obsluha linky + Pojištění	340,-
Ostatní náklady	40,-
Rezerva	10,-
Náklady na výrobu	750,-
Cena 1 tuny slámy na řádku	250,-
Sklizeň 1 tuny slámy k lince	600,-
Náklady na výrobu se slámou	1 600,-
Odpisy technologie	340,-
Spotřební materiál	50,-
Celkové náklady s odpisem:	1 990,-

Roční náklady na vytápění průměrného rodinného domu rostlinnými peletami

Prodejní cena rostlinných pelet, se pohybuje okolo 2,80 až 3,65 Kč.kg⁻¹. Cena se pohybuje, podle prodávaného množství. Na webové stránce <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>, jsou uvedeny náklady na vytápění průměrného rodinného domku o objemu budovy 405 m³ a podlahové ploše 150 m². Při vytápění a ohřívání teplé vody rostlinnými peletami se

roční náklady pohybují okolo **12 058 Kč**. Investice na pořízení kotle pro spalování rostlinných pelet a jeho každoroční údržbu se pohybují okolo **18 760 Kč**. Celkové náklady jsou tedy **30 818 Kč**. Množství spotřebovaných pelet za jeden rok, je přibližně 3 304 kg. Pro porovnání, celkové roční náklady, při vytápění a ohřívání teplé vody u průměrného rodinného domku zemním plynem se pohybují okolo **36 083 Kč**.

Energetická náročnost na výrobu pelet [19]

Výpočet je proveden na výrobu 1 tuny pelet.

Energetický přepoččet:

$$1 \text{ l.t}^{-1} \text{ spotřebovaného paliva} = 36 \text{ MJ.l}^{-1}$$

$$1 \text{ kWh.t}^{-1} \text{ spotřebované elektrické energie} = 36 \text{ MJ.l}^{-1}$$

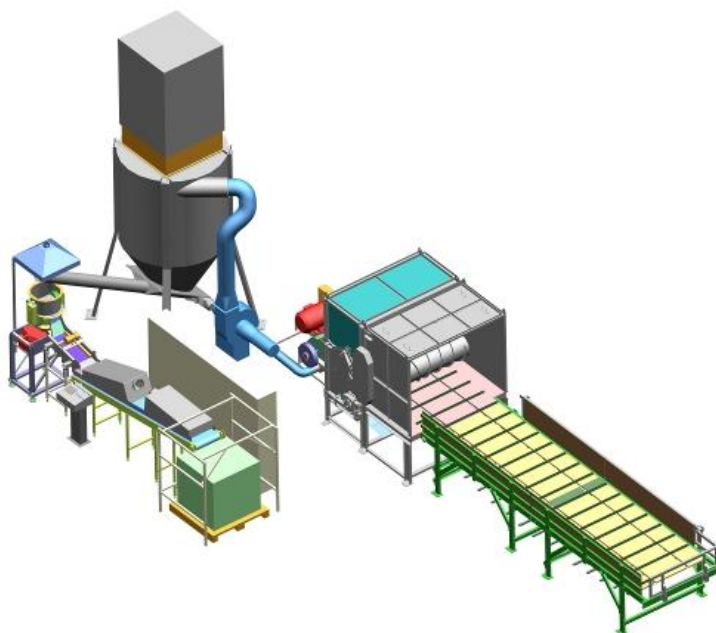
Tabulka 23 – Výpočet energetické náročnosti na výrobu pelet

Výrobní položky	Jednotky	Spotřeba na 1 tunu pelet
Sklizeň (lisování)	[l.t ⁻¹]	0,55
Doprava z pozemku (stohování a manipulace)	[l.t ⁻¹]	0,4
Doprava slámy do 50 km	[l.t ⁻¹]	1,5
Granulace	[kWh.t ⁻¹]	110
Spotřební položky		Energetické hodnoty [MJ.t⁻¹]
Spotřeba nafty 2,45 l.t ⁻¹		88,2
Spotřeba elektrické energie 110 kW.t ⁻¹		3 960
Celková spotřeba energie:		4 048,2

Celková spotřeba energie na výrobu 1 tuny pelet je **4 048,2 MJ.t⁻¹**. Získaná energie z 1 tuny pelet (pšeničná, řepková sláma), se pohybuje okolo **15 600 MJ.t⁻¹**.

6.2 Peletovací linka ProPelety Standart

Linka ProPelety Standart, zobrazena na obrázku 36 je určena pro zpracování biomasy (sláma, seno, slupky, výmlaty apod.), z obilnin, olejnin, luskovin, travin a energetických rostlin na palivo ve formě pelet. Linku vyrábí společnost ProPelety s.r.o. Žďár nad Sázavou.



Obrázek 36 – Peletovací linka ProPelety Standart [20]

Vstupním materiálem, jsou válcové balíky o průměru maximálně 1500 mm nebo hranolové balíky o průřezu maximálně 1 500 x 1 500 mm. Alternativně lze využít sypký nebo nebalený materiál. Vstupní vlhkost materiálu je do 14 %. Při vyšší vlhkosti musí být linka doplněna o proces sušení. Základní provedení linky, předpokládá výstup pelet do velkoobjemového balení – tzn. do Big-Bagu nebo kontejneru (lze i volně). Provoz všech zařízení, je kontinuální. Řízení linky, je sdruženo na centrálním ovládacím pultě. Předpokládá se, že linka bude obsluhována jedním pracovníkem, který zvládne také manipulaci – přísun balíků, výměnu Big-Bagu apod. [20].

Linku je možné zakoupit ve třech výkonostních provedeních. Technické údaje a parametry jsou uvedeny v tabulce 24.

Technologické zařízení linky Standart:

- Vstupní dopravník na balíky
- Rozdružovač
- Drtič
- Pneumatická doprava do mezizásobníku – síla
- Mezizásobník – silo s filtrací prachu
- Dávkovací zařízení – šnekový dopravník k lisu
- Lis
- Odsavač par a prachu
- Čisticí vibrační dopravník
- Chladicí dopravník
- Držák pro Big-Bag
- Ovládací pult
- Rozvodné skříně s kompletním řízením linky

Linku, je také možno rozšířit dle přání odběratele o zásobník a šnekový dopravník pro příměsy, sušičku a dopravník nebalené slámy nebo sena.

Tabulka 24 – Technické a výkonnostní parametry linky ProPelety Standart

Technická data	Jednotky	Typ ProPelety 700 Standart	Typ ProPelety 1000 Standart	Typ ProPelety 1400 Standart
Výrobní kapacita - pšeničná sláma při vlhkosti do 14%	[kg.h ⁻¹]	700	1000	1400
Výrobní kapacita – seno	[kg.h ⁻¹]	600	850	1200
Výrobní kapacita – řepková sláma	[kg.h ⁻¹]	500	700	1000
Jmenovitý příkon	[kW]	102,0	143,0	175,1
Minimální zastavěný prostor	[m ²]	60	60	60
Celková hmotnost linky	[kg]	9 000	9 500	12 000

Peletovací linka koncepce ProPelety, je určena především pro středního a velkého zemědělce, se zaměřením na rostlinnou výrobu. Linka, je plně automatická s předpokladem stálé obsluhy jedním člověkem, který je nárazově využíván, pro doplňování balíků za pomoci manipulační mechanizace. Linka, je schopna zpracovat okolo 50 % produkce slámy v okruhu o poloměru 5 – 10 km (dle statistických údajů MZ ČR) v 1,5 směnném provozu [20].

6.2.1 Investiční náklady na linku ProPelety Standart

Investiční náklady, na tuto linku začínají okolo **3 500 000 Kč** bez DPH. Toto je počáteční investice, dále by záleželo na rozsahu a konkrétním provedení peletovací linky.

6.3 Peletovací linka Kovo Novák MGL 400

Peletovací linka od firmy Kovo Novák typ MGL, je zobrazena na obrázku 37 – určena pro automatizovanou výrobu pelet z hranolových i válcových balíků, ze sena nebo slámy. Linku je možno sestavit podle potřeb zákazníka. Technické údaje jsou uvedeny v tabulce 25 [17].



Obrázek 37 – Sestava celé peletovací linky Kovo Novák MGL 400 [17]

Základní zařízení linky:

- Rozdružovač a drtič v jednom HZ 1300 s podavačem, je určen pro rozdružení slámy, sena a podobných materiálů, slisovaných do hranolových balíků o maximálních rozměrech 1,3 x 1 m nebo válcových balíků o maximálním

průměru 1,25 m. Podle použitých sít, jsou lisované balíky rozdruženy na hmotu vhodnou pro stlaní, dále použitelnou přímo pro briketování nebo při dalším podrcení pro peletování.

- Šrotovnik RS 750 se sacím adaptérem o příkonu motoru 15 kW.
- Násypka s dopravním šnekem o objemu 3 m³, která slouží jako zásobník nadrceného sena, nebo slámy pro peletování.
- Granulační linku, lze použít pro granulaci pilin ze dřeva, slámy, papíru, atd.. Linka na výrobu pelet, 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 propadává do míchacího zařízení. Zbytek hmoty, se přepadem odvádí zpět do násypky, takže pořád cirkuluje šnekem, přepadem a násypkou v uzavřeném okruhu. Hmota, která prošla dávkovacím otvorem, do promíchávače hmoty, se v něm může smíchat s dalšími přidávanými komponenty. Dále se hmota může v promíchávači napařit párou nebo zvlhčit vodou, a poté propadává přímo na granulační kola granulátoru, 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 propadávájí do třídičky, ve které se od granulí separuje prach a nestandardní granule. Pelety se průchodem třídičkou zároveň 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 vypadávají z třídičky do připraveného zásobníku.
- Pásový dopravník – dopravuje pelety do Big-Bagu [17].

Tabulka 25 – Technická data a výkonnostní parametry peletovací linky MGL 400

Technická data	Jednotky	Typ Kovo Novák MGL 400
Příkon rozdružovače HZ 1300	[kW]	24
Výkonnost řezání šrotovníku RS 750	[kg.h ⁻¹]	200 - 900
Elektrický příkon šrotovníku RS 750	[kW]	15
Efektivní výkonnost linky MGL 400	[kg.h ⁻¹]	80 - 280
Příkon linky MGL 400	[kW]	19
Pásový dopravník šířka / délka pásu	[m]	0,1 / 2,65

6.3.1 Investiční náklady na linku Kovo Novák MGL 400

Investiční náklady na jednotlivé strojní zařízení, jsou uvedeny v tabulce 26. Uvedené ceny jsou bez DPH.

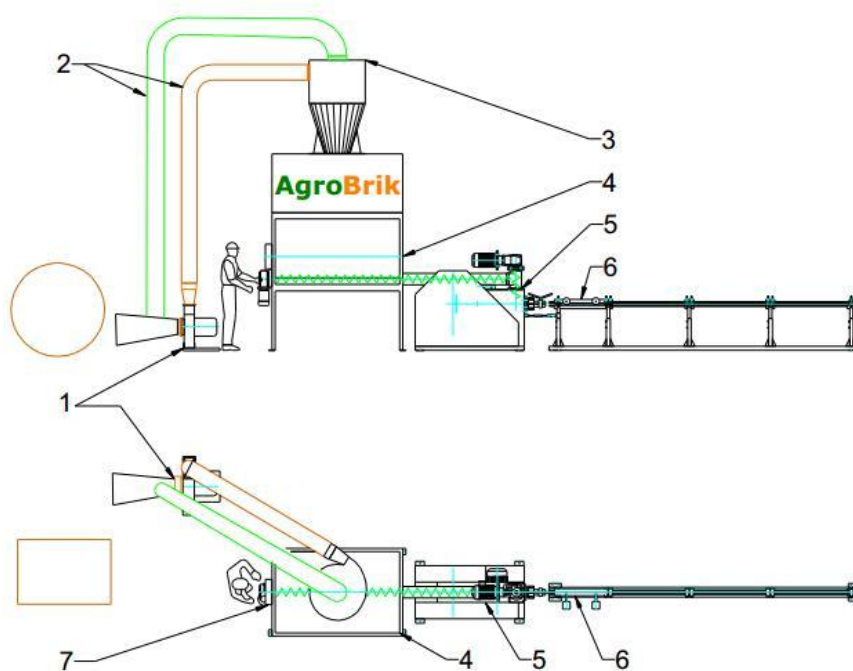
Tabulka 26 – Investiční náklady na linku Kovo Novák MGL 400

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
Rozdružovač s drtičem HZ 1300	225 000,-
Šrotovník RS 750	70 000,-
Násypka	68 500,-
Granulační linka MGL 400	345 000,-
Pásový dopravník	37 000,-
Celkové náklady:	745 500,-

6.4 Briketovací linka AgroBrik

Briketovací linka od české firmy AgroBrik, zobrazena na obrázku 38 – se vyrábí ve Velkém Meziříčí, a její výkonnost je cca 250 kg.h⁻¹. Vybraná linka, se skládá z drtiče slámy s ventilátorem, pneumatického dopravního potrubí, cyklonu, zásobníku řezanky, briketovacího lisu, stabilizátoru briket a řídicího panelu. Linka zpracovává obilnou slámu, seno, řepkovou slámu, šťovík nebo jejich směs nakráčenou při sklizni na cca 50 -

100 mm o maximální vlhkosti 15 – 30 %. Drtič slámy rozdružuje balíky, jak ve válcové formě o maximálním průměru balíku 1500 mm, tak hranolovité balíky o maximálních rozměrech 2,4 x 1,4 x 1 m. Další technické údaje, jsou uvedeny v tabulce 27. Rozdrcená sláma, se dopravuje pneumaticky k šnekovému briketovacímu lisu AgroBrik BL 300, kde je lisována do formy nekonečné palivové brikety o průměru cca 50 mm, s dírou uprostřed, zobrazena na obrázku 39. Brikety neobsahují síru ani těžké kovy. Následný obsah popela, je okolo 5%. Vzhledem k tomu, že sláma obsahuje větší množství zplyňujících složek, je možné jí spalovat jen v kotlích a krbových vložkách k tomu určených. Sypná hmotnost je 500 – 600 kg.m⁻³. Výhřevnost, je podobná hnědému uhlí a hodnota se pohybuje okolo 16,5 – 17,5 MJ.kg⁻¹ (ze slámy z olejnin až 19 MJ.kg⁻¹). Briketovací linka, je určena především pro středního zemědělce, se zaměřením na rostlinnou výrobu. Linka, je plně automatická s předpokladem stálé obsluhy jedním člověkem [27].



Obrázek 38 – Technologické schéma briketovací linky AgroBrik s popisem hlavních částí [27]:

- 1 – Drtič slámy s ventilátorem, 2 – Pneumatické dopravní cesty řezanky – uzavřený okruh, 3 – cyklon, 4 – Distribuční zásobník řezanky, 5 – Briketovací lis, 6 – Stabilizátor briket, 7 – Řídicí panel



Obrázek 39 – Válcové brikety ze slámy [27]

Tabulka 27 – Technická data briketovacího lisu AgroBrik BL 300

Technická data	Jednotky	Typ AgroBrik BL 300
Provozní výkonnost	[kg.h ⁻¹]	250 – 350
Instalovaný příkon	[kW]	18
Napájení	[V]	3 x 400
Hmotnost	[kg]	1 750
Mobilnost		Statický
Cena bez DPH	[Kč]	355 000,-

6.4.1 Investiční náklady na briketovací linku AgroBrik

Ceny jednotlivých částí linky AgroBrik, jsou uvedeny v Kč bez DPH v tabulce 28. V tabulce nejsou zahrnuty náklady na pneumatický dopravník. Ceny tohoto dopravníku se pohybují okolo 200 000 Kč a liší se podle celkového uspořádání linky, podle přání zákazníka.

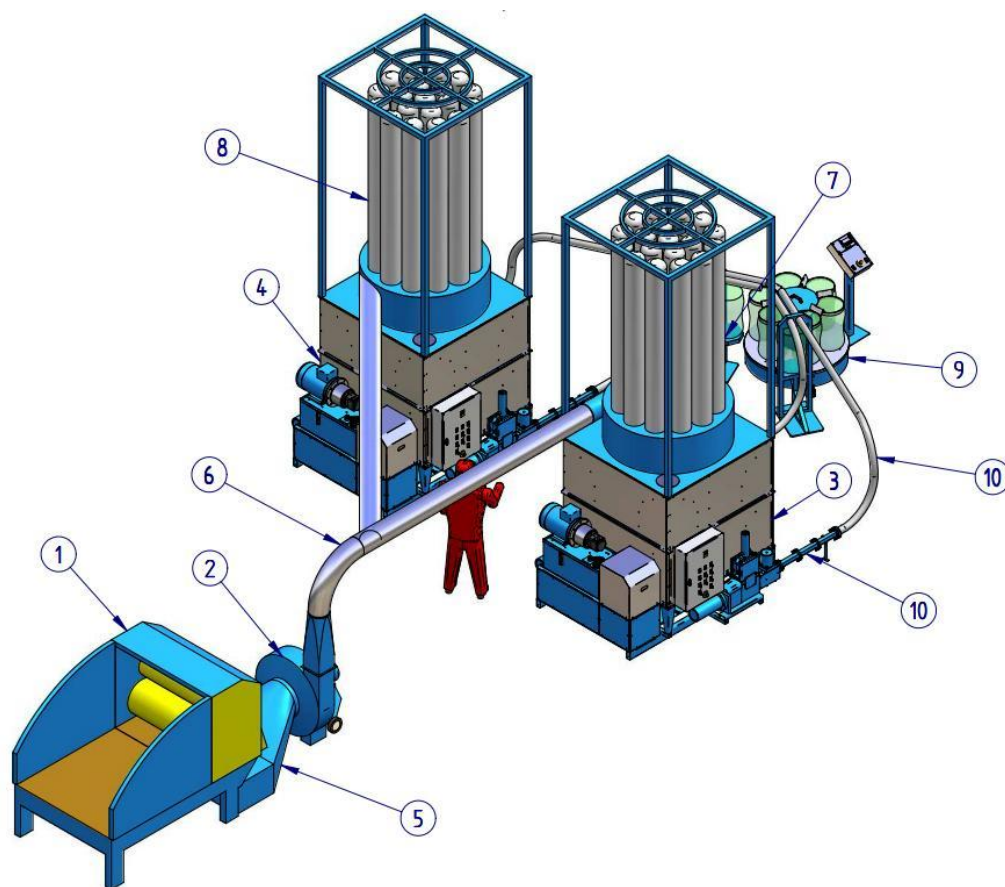
Tabulka 28 – Investiční náklady na linku AgroBrik [27]

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
Lis AgroBrik BL 300	355 000,-
Rozdružovač a řezačka TOMASSER [®] 30	505 500,-
Podávací stůl na balíky slámy TOMASSER [®]	129 300,-
Distribuční zásobník ZAS18 – 4	255 600,-
Celkové náklady:	1 245 400,-

6.5 Briketovací linka BRIKLIS

Společnost BRIKLIS z Malšic, vyrábí briketovací lisy konstruované pro zpracování slámy, v několika výkonostních provedeních. Společnost BRIKLIS, vyrábí pouze briketovací lisy s filtrací a balicí zařízení. Zbylé komponenty, jako je rozdružovač balíků s drtičem a pneumatické dopravní zařízení, zabezpečují externí dodavatelé. Vybraná linka disponuje výkoností 400 kg.h⁻¹. Linka, zobrazena na obrázku 40, se skládá ze stacionárního rozdružovače velkoobjemových balíků s drtičem, který je od firmy Himel, pneumatického dopravního potrubí, dvou briketovacích lisů BrikStar 200 s filtrací, každý o výkonosti 200 kg.h⁻¹ a rotačního stojanu s váhou pro automatické plnění pytlů dle hmotnosti. Stacionární rozdružovač balíků RSM EL je poháněn elektrickým motorem o příkonu 7,5 kW, se dvěma frézovacími válci, řetězovým příhrnovacím dopravníkem o příkonu 1,5 kW a příčným odsunovým pásovým dopravníkem o příkonu 0,75 kW. Drtič slámy STM o příkonu 22 kW se speciálním sítím, drtí materiál na velikost cca 20 – 25 mm, výkonost 1500 kg.h⁻¹ v závislosti na druhu a vlhkosti zpracované suroviny. Hydraulický briketovací lis BrikStar 200, je určen pro provoz s jednosměnným nebo vícesměnným provozem. Automatická regulace kvality briket a dávkovací šnek ve dně násypky minimalizuje

kolísání výkonu, pro lisování materiálů od velmi jemných, až po hrubé materiály. Násypku lisu s kapacitou 3 m³ je možné propojit s odsávacím zařízením, do bezobslužného a bezprašného systému zpracování odpadu. Řídící počítač umožňuje komunikaci lisu, s dalšími zařízeními výrobní linky a prostřednictvím displeje i s obsluhou lisu. Brikety mají standardně tvar válce o průměru 55 mm, délku 30 až 70 mm, výhřevnost 15 – 18 MJ.kg⁻¹. Mohou být spalovány ve všech typech kamen, kotlů a spalovnách pro spalování tuhých paliv. Ve zplynovacích kotlích, se lépe využije jejich vysoká výhřevnost. Technická data lisu BrikStar 200, jsou uvedeny v tabulce 29 [28].



Obrázek 40 – Briketovací linka BRIKLIS o celkové výkonnosti 400 kg.h⁻¹ s popisem hlavních částí [28]:

- 1 – Rozdružovač balíků, 2 – Dopravní ventilátor, 3 – Násypka briketovacího lisu BrikStar 200, 4 – Druhá násypka briketovacího lisu BrikStar 200, 5 – Drtič slámy, 6 – Dopravní potrubí, 7 – Filtrační zařízení, 8 – Filtrační zařízení druhého briketovacího lisu, 9 - Rotační stojan s váhou pro automatické plnění pytlů, 10 – Hydraulický lis s vynášecím potrubím.

Tabulka 29 – Technická data lisu BrikStar 200 [28]

Technická data	Jednotky	Typ BrikStar 200
Průměr briket	[mm]	55
Provozní výkonnost	[kg.h ⁻¹]	180 - 200
Instalovaný příkon	[kW]	16
Objem násypky / hmotnost lisu	[m ³] / [kg]	3 / 1 550

6.5.1 Investiční náklady na briketovací linku BRIKLIS

Investiční náklady na briketovací linku BRIKLIS s rozdružovačem od fitmy Himel, jsou uvedeny v tabulce 30. Ceny uvedeny v Kč bez DPH.

Tabulka 30 – Investiční náklady na linku BRIKLIS o výkonnosti 400 kg.h⁻¹

Strojní zařízení	Pořizovací cena [Kč bez DPH]
Rozdružovač RSM EL s drtičem STM	488 900,-
Dopravní ventilátor s potrubím	32 500,-
2 x BrikStar 200	1 570 000,-
2x filtrační zařízení s ventilátory	170 680,-
Rotační stojan s váhou pro balení briket	122 000,-
Celkové náklady:	2 384 080,-

7 Závěr

Současný trh, skýtá nepřeberné množství zemědělské techniky, a proto uvedené strojní linky, jsou pouhými návrhy dostupnými na českém zemědělském trhu. Stroje uvedené v této práci, jsem si vybral z důvodu, dostupnosti potřebných informací k zhotovení této bakalářské práce, a jejich snadnému zakoupení u společnosti Agrozet České Budějovice a.s., popřípadě Zálesí a.s. při nákupu speciálních svahových strojů. Práce by měla napomoci k výběru typově vhodné techniky, pro sklizeň energetických rostlin, z obtížně sklíditelných ploch, pro následnou úpravu píce do tvarových paliv. Každý zemědělec si sám zváží, jaká mechanizace, je vhodná pro jeho pozemky a určitě již disponuje nějakým strojním zařízením, takže by nebylo nutné, investovat do kompletní strojní linky, pro sklizeň sena nebo slámy. Dále záleží na velikosti obhospodařované plochy, a zda má zemědělec dostatek skladovacích prostor. Popřípadě by musel zakoupit balicí zařízení. Mnou navrhované strojní linky, jsou doplněny o investiční náklady jednotlivých nových strojů.

U linek na výrobu tvarových paliv, jsem se zabýval zejména linkami, pro středně velké až velké zemědělce. Ceny linek se výrazně liší, podle výkonnosti. Uvedené linky, jsou převážně pro zemědělce, kteří se budou zabývat výrobou pelet, popřípadě briket jako hlavní výrobní činností. Pro menší zemědělce, by byla vhodná peletovací linka MGL 400 od firmy KovoNovák, kde se pořizovací náklady pohybují okolo 750 000 Kč bez DPH a linka, je schopna vyrobit až $280 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ pelet. Nejvýkonnější linka, je do firmy ATEA Praha, která dokáže vyrobit až $2\,000 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. U této linky, jsem také uvedl náklady na výrobu 1 tuny pelet. Pořizovací cena této linky, se pohybuje okolo 5 100 000 Kč bez DPH. Vyrobené pelety nebo brikety, jsou svou výhřevností vhodné pro vytápění například, sušáren obilí nebo samotných zemědělských objektů. Samozřejmě se smí spalovat pouze v kotlích k tomu určených.

8 Použitá literatura

- [1] SOUČEK, Jiří. *Sláma: sklizeň, zpracování* [online]. 10.6.2011 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://www.agroweb.cz/Slama:-sklizne-zpracovani__s1595x56500.html>.
- [2] SOUČEK, Jiří. *Možnosti zpracování a využití slámy* [online]. 5.6.2009 [cit. 2013-01-08]. Dostupné z: <http://www.agroweb.cz/Moznosti-zpracovani-a-vyuziti-slamy__s393x33696.html>.
- [3] NEUBAUER, Karel, et al. *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. Sběrací lisy, s. 408-421. ISBN 80-209-0075-6.
- [4] KUMHÁLA, František, et al. *Zemědělská technika: Stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Vyd.1. Praha 6 : Česká zemědělská univerzita, 2007. Sběrací lisy, s. 266-275. ISBN 978-80213-1701-7.
- [5] Firemní literatura Pöttinger
- [6] Firemní literatura Krone
- [7] JAVOREK, Filip. *Lisování, efektivní způsob sklizně. Zemědělec: Sklizeň, doprava a skladování slámy* [online]. 5.6.2009, roč. 16, č. 24, [cit. 2010-05-08]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Lisovani,-efektivni-zpusobsklizne__s393x33697.html>.
- [8] Firemní literatura John Deere lisy s variabilní komorou řady 900
- [9] BEJLEK, J; SLADKÝ, V; Atea, s. r. o. *výzkumný ústav zemědělské techniky, v. I., Praha*, Dostupný: <http://www.agroweb.cz/Zpracovani-slamy-na-topne-pelety__s1682x60345.html>.
- [10] ŠPELINA M. a kolektiv, *Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika*, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1983, DT631.3, 288s.
- [11] Firemní literatura John Deere (Traktory řady 6030)
- [12] MAŠEK, JIŘÍ. *Technologie sklizně a konzervace krmiv. Zemědělec: Sklizeň, konzervace, skladování píce* [online]. 11.3.2011, roč. 18, č. 11, [cit. 2013-02-23]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Technologie-sklizne-a-konzervace-krmiv__s1579x55424.html>.
- [13] BŘEČKA, Josef, et al. *Zemědělská technika: Stroje pro sklizeň píce a obilnin*. Vyd. 1. Praha 6 : Česká zemědělská univerzita, 2001. Charakteristika sklizňových podmínek, porostu a pícní hmoty (Biomasy) s. 5-6 ISBN 80-213-0738-2.

- [14] Firemní literatura Polagro
- [15] AB Facility Services, *Biomasa* [on-line], 2008 [cit. 2013-01-06]. Dostupné z: <http://www.abfacility.com//index.php?option=com_content&task=view&id=46>.
- [16] SLADKÝ, V.; DVOŘÁKA, J.; ANDERT, D.: *Obnovitelné zdroje energie:fytopaliva*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2002. 56 s., ISBN 80-238-9952-X.
- [17] *Kovo Novák: LINKY NA VÝROBU PELETEK MGL 200 a MGL 400* [online]. 2013 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <<http://www.kovonovak.cz/>>.
- [18] ALTERNATIVNI ZDROJE ENERGIE, *Výroba energie z biomasy*, [on-line], [cit. 2013-03-08], Dostupné z www: <<http://www.alternativni-zdroje.cz/vyrobaenergie-biomasa.htm>>.
- [19] ATEA PRAHA, s.r.o. *PELETIZAČNÍ LINKA LSP1800* [online]. 2012 [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <<http://www.ateap.cz/lsp1800.html>>.
- [20] Peletizační linka ProPelety 700/1000/1400 Standard [online]. [cit. 2013-03-08]. Dostupné z: <<http://www.propelety.cz/index.php?str=dodavky1&p=linky&typ=standard>>.
- [21] KULOVANÁ, Eliška. *Jak skladovat balíky slisované píce?* [online]. 18.3.2002 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.agroweb.cz/Jak-skladovat-baliky-slisovane-pice__s44x8431.html>.
- [22] Aebi Terratrac [online]. 2008 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <http://www.ewcg.eu/userfiles/file/PDF/Catalogues/Aebi_catalogues/Aebi_Terratrac_2008.pdf>.
- [23] Dvounápravové svahové nosiče TERRATRAC [online]. 2009 [cit. 2013-03-12]. Dostupné z: <<http://obchod.zalesi.cz/dvounapravove-svahove-nosice-terratrac.phtml>>.
- [24] *Transporter Aebi TP450* [online]. 2009 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <<http://www.trucksplanet.com/catalog/model.php?id=432>>.
- [25] STUPAVSKÝ, Vladimír: Pelety z biomasy - dřevěné, rostlinné, kůrové pelety. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevne-rostlinne-kurove-pelety>>. ISSN: 1801-2655.
- [26] Firemní literatura Quicke čelní nakladače a příslušenství.

- [27] *Briketizační linka AgroBrik* [online]. 2007 [cit. 2013-03-29]. Dostupné z: <http://www.palivove.brikety.info/ceny.html?utm_source=E-MAIL&utm_medium=e-mail&utm_campaign=autoodp>.
- [28] *Briketovací lisy BrikStar* [online]. 2011 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.briklis.cz/wp-content/uploads/2013/02/BrikStar_CZ.pdf>.