

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích

Diplomová práce

2015

Bc. Tomáš Kubek

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
Ústav základního zpracování dřeva

Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích

Diplomová práce

Samostatná příloha – výkresová část

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích“ zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje diplomová práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

.....

Bc. Tomáš Kubek

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Alešovi Solařovi, PhD. za odborné vedení, konzultace, připomínky a rady při vedení mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Martinovi Skoumalovi za povolení přístupu na pilnici, panu Ing. Václavu Novákovi za konzultace a především rodičům za podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Jméno: **Tomáš Kubek**

Název diplomové práce: **Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích**

Práce se zabývá návrhem zpracování odpadu na pile ve Slavonicích.

Řeší stav současného provozu a technologického vybavení podniku. Dále se zabývá třemi variantami z pohledu technologického uspořádání a mechanizace zpracování odpadu. První varianta řeší briketovací linku, druhá peletovací linku a třetí třídíč pilařského odpadu.

Všechny zmíněné varianty jsou podloženy výkresovou dokumentací. Práce obsahuje ekonomické zhodnocení řešení, v němž jsou posuzovány předpokládané realizační a provozní náklady linky na zpracování odpadu. Z uvedených variant je vybrána nejvýhodnější – třídění odpadu.

Klíčová slova

Pilařský odpad, štěpka, pilina, peleta, briketa, optimalizace

Abstract

Name: **Tomáš Kubek**

Diploma thesis title: **Elaboration of waste from sawmill in Slavonice**

Diploma thesis deals with proposal of elaboration of waste from sawmill in Slavonice. Solves condition of current operations and technological equipment of the company. It also deals with three variants of the technological organization and mechanization of elaboration of waste. The first variant solves briquetting line, the second is focused on the pelletizing line and the third part constitutes sorter sawmill waste.

All of the mentioned variants are supported by the drawings. Diploma thesis includes economic evaluation of the solutions, where are assessed hypothetical realization and operation costs of the line for elaboration of the waste. From all of the mentioned variants is selected the most advantageous variant - sorting of the waste

Kay words

Sawmill waste, wood chip, sawdust, pellet, briquette, optimization

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod | 12 |
| 2 | Cíl práce..... | 14 |
| 3 | Metodika práce | 15 |
| 4 | Charakteristika podniku..... | 16 |
| 4.1 | Rozbor výroby..... | 17 |
| 4.2 | Objem vyráběného středového a bočního řeziva, pilin, štěpky, kůry | 17 |
| 4.3 | Dispozice závodu | 17 |
| 4.3.1 | Sklad výřezů | 19 |
| 4.3.2 | Pilnice | 19 |
| 4.3.3 | Sklad řeziva..... | 20 |
| 4.3.4 | Sklad odpadů..... | 20 |
| 4.3.5 | Plochy v areálu..... | 21 |
| 4.4 | Technologický tok..... | 22 |
| 4.4.1 | Třídění výřezů..... | 22 |
| 4.4.2 | Požez na rámové pile..... | 23 |
| 4.4.3 | Rozmítání prizmy na rozmítací pile..... | 23 |
| 4.4.4 | Prizmování na prizmovací sekačce..... | 24 |
| 5 | Aktuální stav..... | 26 |
| 5.1 | Rozbor odpadu | 26 |
| 6 | Literární přehled | 30 |
| | Postup výroby pelet a briket..... | 30 |
| 6.1 | Peleta..... | 30 |
| 6.2 | Briketa..... | 34 |
| 7 | Návrh řešení vyprodukovaného odpadu | 39 |
| 7.1 | Základní kapacitní výpočty pro briketovací a peletovací linku | 39 |
| 7.2 | Základní kapacitní výpočty pro třídící linku štěpky | 40 |
| 8 | Varianta I..... | 41 |
| 8.1 | Briketovací linka BRISUR 400..... | 41 |
| 8.2 | Technologický tok briketovací linky | 41 |
| 8.3 | Zařízení briketovací linky BrikStar 400..... | 43 |
| 8.4 | Výpis vybavení: | 53 |
| 8.5 | Energetická náročnost výrobní briketovací linky BrikStar 400..... | 54 |

| | | |
|--------|---|----|
| 8.6 | Energetická spotřeba za den (dvě směny) | 54 |
| 8.7 | Počet pracovníků | 54 |
| 8.8 | Ekonomické zhodnocení | 54 |
| 8.8.1 | Předpokládané provozní náklady na výrobu jedné tuny briket..... | 54 |
| 8.8.2 | Stanovení nákladů na odpad | 54 |
| 8.8.3 | Stanovení nákladu za vstupní surovinu | 55 |
| 8.8.4 | Stanovení nákladu za vytápění bubnové sušárny | 55 |
| 8.8.5 | Stanovení ceny energie na provoz linky | 55 |
| 8.8.6 | Stanovení nákladů za odpisy..... | 55 |
| 8.8.7 | Stanovení nákladů za mzdy | 56 |
| 8.8.8 | Stanovení nákladu na opravy a údržbu za tunu (fond oprav) | 57 |
| 8.8.9 | Stanovení režijních nákladů za tunu | 57 |
| 8.8.10 | Náklady celkem | 57 |
| 8.8.11 | Předpokládané roční – měsíční provozní náklady | 58 |
| 9 | Varianta II..... | 60 |
| 9.1 | Peletovací linka od firmy EPIMEX s.r.o. | 60 |
| 9.2 | Zařízení peletovací linky od firmy EPIMEX | 61 |
| 9.3 | Výpis vybavení..... | 65 |
| 9.4 | Energetická náročnost výrobní peletovací linky | 66 |
| 9.5 | Energetická spotřeba za den (dvě směny) | 67 |
| 9.6 | Počet pracovníků | 67 |
| 9.7 | Ekonomické zhodnocení | 67 |
| 9.7.1 | Předpokládané provozní náklady na výrobu jedné tuny pelet | 67 |
| 9.7.2 | Stanovení nákladů na odpad | 67 |
| 9.7.3 | Stanovení nákladu za vstupní surovinu | 67 |
| 9.7.4 | Stanovení nákladu za vytápění bubnové sušárny | 67 |
| 9.7.5 | Stanovení ceny energie na provoz linky | 68 |
| 9.7.6 | Stanovení nákladů za odpisy..... | 68 |
| 9.7.7 | Stanovení nákladů za mzdy | 68 |
| 9.7.8 | Stanovení nákladu na opravy a údržbu | 69 |
| 9.7.9 | Stanovení režijních nákladů za tunu | 69 |
| 9.7.10 | Náklady celkem | 69 |
| 9.7.11 | Předpokládané roční – měsíční provozní náklady | 69 |

| | | |
|--------|--|----|
| 10 | Varianta III | 71 |
| 10.1 | Třídící linka..... | 71 |
| 10.2 | Technologie výroby (zakreslení třídící linky viz výkres č. 7) | 71 |
| 10.3 | Zařízení třídící linky..... | 71 |
| 10.4 | Výpis vybavení..... | 72 |
| 10.5 | Ekonomické zhodnocení | 72 |
| 10.5.1 | Stanovení nákladu za vstupní surovinu na m ³ | 72 |
| 10.5.2 | Stanovení ceny energie na provoz třídící linky na m ³ | 72 |
| 10.5.3 | Stanovení nákladů za odpisy na m ³ | 72 |
| 10.5.4 | Stanovení nákladu na opravy a údržbu za tunu (fond oprav) | 73 |
| 10.5.5 | Stanovení režijních nákladů za tunu | 73 |
| 10.5.6 | Náklady celkem | 73 |
| 10.5.7 | Předpokládané roční – měsíční provozní náklady | 74 |
| 11 | Diskuze | 76 |
| 12 | Závěr..... | 80 |
| 13 | Summary..... | 81 |
| 14 | Použité zdroje | 82 |
| 14.1 | Knižní literatura | 82 |
| 14.2 | Internetové zdroje..... | 83 |
| 15 | Seznam obrázků..... | 85 |
| 16 | Seznam tabulek..... | 86 |
| 17 | Seznam příloh..... | 87 |

Seznam zkratk a použitých symbolů

| | |
|----------------|---|
| m | hmotnost [kg] |
| ρ | objemová hmotnost [kg/m ³] |
| V | objem [m ³]. |
| m _c | celková hmotnost odpadu [kg] |
| n | počet pracovních dní za rok |
| x | počet směn |
| h | délka pracovní doby [h] |
| C _s | cena za vstupní surovinu [Kč/t] |
| Q _s | množství suroviny [t] |
| C _t | cena na trhu s dřevařským odpadem [Kč/t] |
| O _d | odpisová položka za jeden rok [Kč/rok] |
| V _c | vstupní cena zařízení [Kč] |
| No | náklady za odpis na tunu [Kč/t] |
| m _d | doba používání majetku (počet let) |
| Q _v | výrobní produkce za rok [t/rok] |
| Q _h | hodinový výkon linky [kg/h], |
| N _c | roční celkové náklady [Kč], |
| N _t | náklady za jednu tunu [Kč/t], |
| O | roční náklady za opravy [Kč], |
| N _o | náklady za opravy [Kč/t], |
| R | režijní náklady za rok [Kč/t], |
| N _r | režijní náklady za tunu [Kč/t]. |
| M | marže v jednotkách [Kč] |
| V _n | výrobní náklady [Kč] |
| N _v | vstupní náklady [Kč] |
| m _a | marže v procentech [%] |
| D _p | daň z příjmu práv. osob v jednotkách [Kč] |
| D | daň z příjmu práv. osob v procentech [%] |
| Z _r | roční zisk [Kč] |

1 Úvod

Zpracování dříví je proces, při němž vzniká krom hlavních produktů, jimiž je řezivo, hranoly, pražce či účelové přířezy, ale také odpad.

V posledních několika dekádách pilařské závody prodělaly velkou změnu ve struktuře pilařských odpadů, od svazkování odřezků s kůrou, bez kůry po odkorňování až k výrobě sypkých frakcí v podobě dřevní štěpky a kůry.

Objem odpadů se pohybuje okolo 43 % z objemu celkové pořezané hmoty. Záleží však na typu technologického vybavení a pořezovém schématu. V procentuálním zastoupení tvoří v průměru kůra 10 %, piliny 13 % a kusový odpad 20 % (Detvaj 2003).

Kůra byla v minulosti prodávána neupravovaná, tak jak odpadala od odkorňovačů. Zpracovatelské závody si ji posléze uzpůsobovaly podle vlastní potřeby. Převážně byla užívána ke spalování, deponii a kompostování. V současnosti mnoho firem vyrábí kůru drcenou. Moderním trendem je její užití v zahradnictví v podobě estetického prvku či v podobě stavebního materiálu – izolační části staveb.

Piliny jsou specifickým druhem dezintegrovaného dřevního odpadu. Vznikají díky dělicí rovině, tzv. řezné spáře, při podélném i příčném pořezu dříví. Jejich objem zaujímá od 8 do 19 % z objemu pořezané hmoty v souladu s pořezovým schématem a technologií pořezu. Jejich velikost se pohybuje od 3 do 7 mm s vysokým podílem dřevního prachu. Piliny byly užívány většinou ke spalování nebo díky své absorpční schopnosti jako sorbent při lokálních únicích ropných produktů. Setkat se s nimi můžeme i ve výrobě dřevotřískových desek, kde jak už sám název napovídá jsou základní surovinou. Svého významu v současnosti dosahují i ve výrobě briket a pelet.

Kusový odpad byl povětšinou prodáván jako palivové dříví v celých délkách uložených do paketů nebo krácený na určitý rozměr. Nové „frézovací“ technologie změnily tuto formu odpadu do sypké frakce v podobě dřevní štěpky. Ta je nejvíce používána k výrobě papíru, dřevotřískových desek či spalování. Se zvyšující se výkonností zpracovatelských závodů na výrobu dřevotřískových desek, jimiž jsou např. firma DDL Lukavec či firma Kronospan, vzrostla poptávka po dřevní štěpce. Dřevořádkové závody začaly dřevní štěpku třídit na různé frakce. Velkou frakci – papírenskou, a malou frakci – na výrobu již zmiňovaných velkoplošných materiálů. Klasifikací štěpky dosáhly pilařské závody lepšího zhodnocení „odpadů“.

V současné době, kdy roste spotřeba elektrické energie a ubývá fosilních paliv, které při spalování mění klimatické podmínky na naší planetě. Vzniká tak myšlenka na výrobu tzv. ekologického paliva - pelety nebo brikety. Střední a velké dřevařské podniky jsou vybavovány doplňkovými stroji na zpracování dřevních odpadů. V této diplomové práci je sledován současný stav odpadu na pile ve Slavonicích a navržen způsob jeho zpracování.

Tato práce na téma „Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích“ vznikla z podnětu vedení pily ve Slavonicích.

2 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout optimální řešení zpracování dřevařského odpadu na pile ve Slavonicích.

Je nutné analyzovat současný stav podniku, dále místa vzniku odpadu, jeho druh, původ a množství.

Je třeba vypracovat několik variant řešení, které se liší technologickým vybavením a jeho uspořádáním. Varianty budou doplněny výkresovou dokumentací. Následně budou vyhodnoceny a bude vybrána a doporučena ta nejvýhodnější.

Podkladem pro návržení nejvýhodnější varianty budou ekonomické a technologické ukazatele.

3 Metodika práce

Výchozím podkladem pro práci budou požadavky zadavatele.

- vyžádání si potřebných podkladů ke zpracování od podniku,
- analýza současného stavu, popis základních informací o podniku, finálních produktech, strojně-technologickém vybavení a technologickém toku pilařského závodu,
- rozbor objemu, frakcí odpadu, skladování a manipulace s odpadem,
- návrh variant zpracování odpadu. Každá varianta bude obsahovat: seznam použitých strojů, zařízení, pořizovací ceny, počty pracovníků a energetickou náročnost,
- součástí každé varianty bude ekonomické zhodnocení z pohledu doby návratnosti investic,
- z jednotlivých variant bude vybrána a doporučena ta nejvýhodnější.

4 Charakteristika podniku

Pila Slavonice se nachází ve stejnojmenné obci v Jihočeském kraji, 2 km od rakouského hraničního přechodu Fratres. V počátcích 20. let 20. století zde byla parní pila, kterou vlastnila firma Felix Lechner. Roku 1945 byla znárodněna. Nejprve se stala součástí národního podniku Moravskoslezské pily Šumperk, později patřila Jihočeským dřevařským závodům. Postupně byla nejen pilnice, ale i celý objekt pily modernizován. V roce 1995 patřila pod akciovou společnost Lesy Český Rudolec a.s. Od roku 2001 je vlastníkem akciová společnost Wotan Forest a.s. se sídlem v Českých Budějovicích, která se stala roku 2012 členem skupiny Agrofert.



Obr. 1. Letecký snímek pily ve Slavonicích, GPS 48.9944953N, 15.3461517E (www.mapy.cz)

4.1 Rozbor výroby

Jedná se o závod střední velikosti s maximální roční požezovou kapacitou do 30 000 m³ dříví. Dříví – výřezy jsou do závodu dováženy z 98 % automobilovou a ze 2 % železniční dopravou. Výřezy se dováží v délkách 3–5 m. Pilařský závod vyrábí stavební a truhlářské řezivo dle přání zákazníka. V závodě se zpracovává převážně jehličnaté dřeviny smrk/jedle 63 %, modřín 29 %, borovice 7 %, ostatní 1 %. Maximální možný zpracovatelný průměr výřezů je do 63 cm.

4.2 Objem vyráběného středového a bočního řeziva, pilin, štěpky, kůry

Středové a boční řezivo:

Procentuální výtěžnost řeziva se pohybuje okolo 44 %. Výrobní požez pro rok 2014 činil 22 666 m³, dříví ve formě výřezů bylo zpracováno v následujícím množství řeziva:

| | |
|-------------------------|---------------------------|
| - středové řezivo: 33 % | 7 480 m ³ /rok |
| - boční řezivo: 11 % | 2 493 m ³ /rok |
| - řezivo celkem: | 9 973 m ³ /rok |

(Z ústního sdělení Ing. Václava Nováka, vedoucího zaměstnance pily ve Slavonicích)

Piliny, štěpky, kůry:

Výřezy jsou odkorňovány do průměru čela 45 cm. Větší průměry (nad 45 cm) se neodkorňují. Kusový odpad je drcen. Procentuální zastoupení odpadu je 55 %, z toho je:

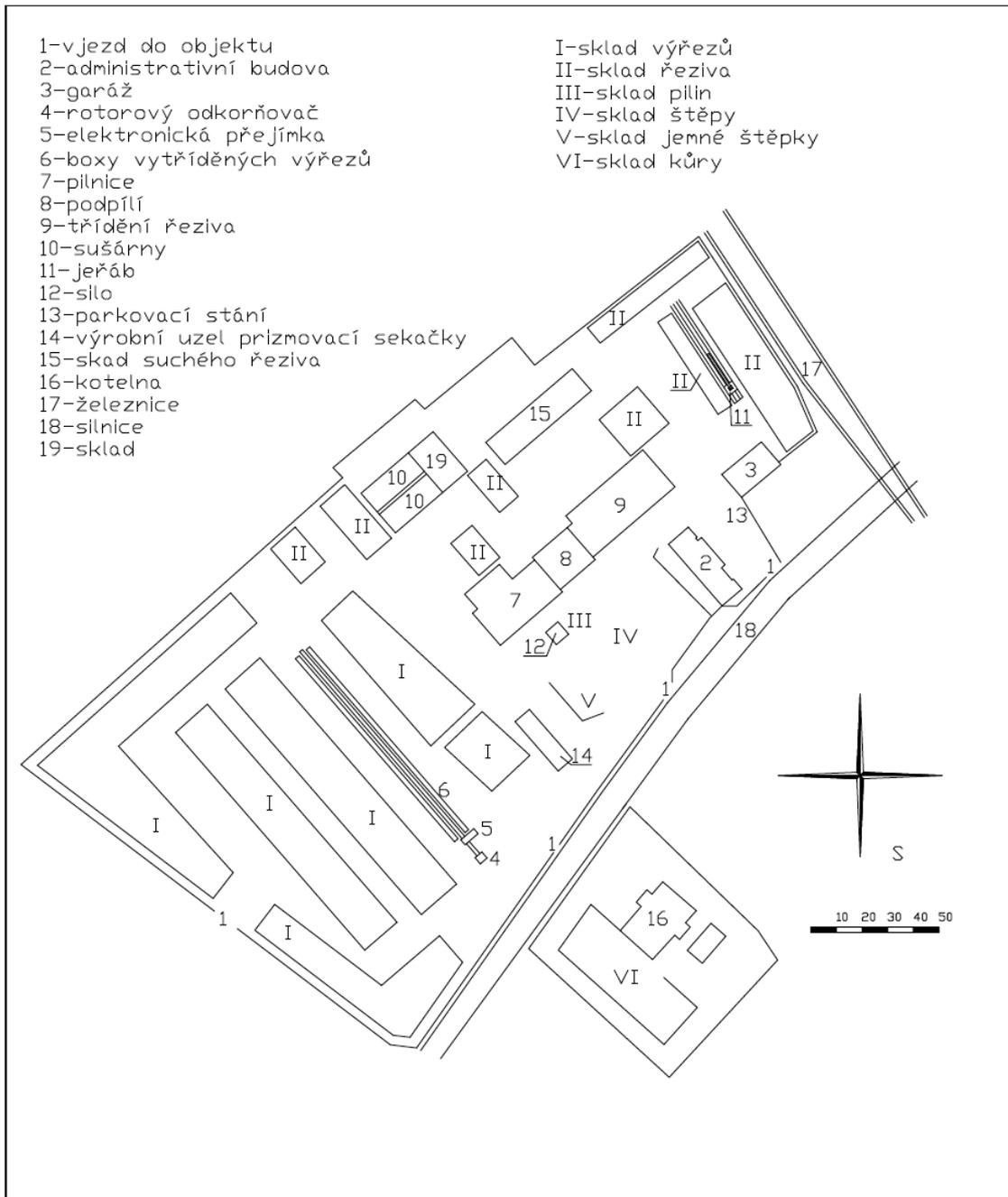
| | |
|-----------------|----------------------------|
| - piliny: 17 % | 3 853 m ³ /rok |
| - štěpka: 32 % | 7 253 m ³ /rok |
| - kůra: 6 % | 1 360 m ³ /rok |
| - odpad celkem: | 12 466 m ³ /rok |

4.3 Dispozice závodu

Uspořádání závodu tvoří tyto hlavní části:

- sklad výřezů,
- pilnice,
- sklad řeziva,

- sklady odpadů,
- ostatní plochy areálu.



Obr. 2. Schéma závodu

4.3.1 Sklad výřezů

Je určen pro skladování a třídění výřezů. Sklad se rozpíná na ploše cca 17 000 m². Výřezy jsou vykládány čelním nakladačem na dřevěné podklady. Dodávky od jednotlivých dodavatelů jsou označeny a odděleny příčnými výřezy. Proložení je provedeno nahusto. Podle dodavatelů (případně jednotlivých dodávek) jsou pak odebírány k odkornění a elektronické přejímce (ověření správnosti dodávky a zanesení suroviny do evidence). Dále dochází ke třídění do boxů podle délky a průměru čepu.



Obr. 3. Sklad výřezů

4.3.2 Pilnice

Pilnice má rozměry 47 x 14 m. Dříví je zpracováno na rámové pile EWD řady GDZ, rozmítací pilou SRINGER a omítací pilou SOPI. Na pilnici navazuje část budovy o rozměrech 36 x 18 m s dvěma třídíči po délce a mostovým jeřábem, kde je středové a boční řezivo tříděno, skládáno do hrání a označeno.



Obr. 4. Rámová pila

4.3.3 Sklad řeziva

Slouží pro skladování vyrobených produktů. Veškerý sortiment je skládán do proložených hraní a pokládán na dřevěné podklady. Výška hraně řeziva je cca 1 200 mm, přičemž jsou na sebe položeny i čtyři hraně. Sklad je obsluhován čelním nakladačem Volvo L 70 D s paletizačními vidlemi. Podle potřeby je řezivo ukládáno i na jiné volné plochy. Sklad řeziva slouží i pro expedici.



Obr. 5. Sklad řeziva

4.3.4 Sklad odpadů

Vymezený prostor v areálu pily o rozměrech 30 x 50 m, kde je odpad skladován, nakládán a expedován k odběratelům. V závodě se třídí odpad podle místa vzniku a charakteru. Pila produkuje tři základní druhy dřevního odpadu

- piliny,
- štěpky,
- kůru.

Každý je skladován samostatně.



Obr. 6. Sklad odpadů

- Sklad pilin

Piliny jsou skladovány ve zděném silu o rozměrech 6 x 6 m. Do skladovacího sila jsou piliny dopravovány z pilnice pomocí odsávacího systému. Silo je svým objemem dostatečný, neboť je pravidelně vyváženo.

- Sklad hrubé štěpky

Štěpky jsou dalším odpadem z pilařského závodu. Tvoří asi jednu čtvrtinu skladu. Hrubá (standardní), kvalitnější štěpka, je produkována od sekačky kusového odpadu a je volně hromaděna v prostoru skladu odpadu. Transport je prováděn pomocí dopravníků.

- Sklad jemné štěpky

Štěpka jemná (je tvořena z agregátní sekačky kde se vytváří směs štěpky – z frézovací jednotky a pilin – z předřezu kotoučů pily, dále je v textu uváděna jako štěpka jemná) a méně kvalitní je volně sypaná od pásového dopravníku, který vede od agregátní prizmovací sekačky. Štěpka vznikající při produkci prizmy, zabírá jednu čtvrtinu skladu.

Hrubá i jemná štěpka jsou pravidelně expedovány.

- Sklad kůry

Kůra je od odkornovače odvážena na sklad kůry čelním nakladačem. Sklad kůry má rozměry 60 x 23 m. Ten se nachází východně od pilnice, viz obr. 2 označení VI. Většina odpadu je spalována a vzniklé teplo slouží k vytápění čtyř sušáren o velikosti 70 m³. Zbytek kůrového odpadu je odprodán.

4.3.5 Plochy v areálu

Plocha areálu je z velké části zbudována z betonových panelů. Vyskytují se ale i místa, která jsou zpevněna pomocí ztuhlé kamenné drtě a to především ve skláduvýřezů. Kamenná drť byla postupem času uježděna, proto je tato plocha při deštivém počasí často rozmáčena.

4.4 Technologický tok

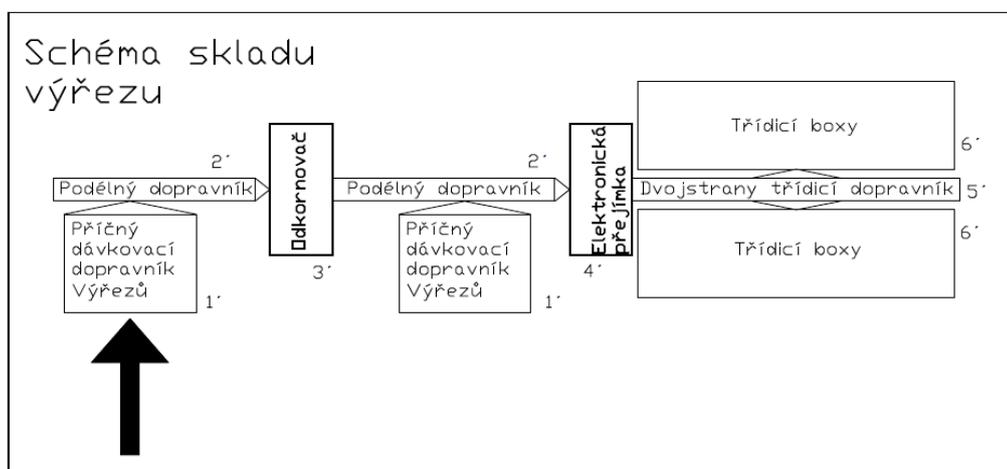
Pila zahrnuje tyto výrobní uzly:

- třídění výřezů
- pořez na rámové pile
- rozmítání prizmy na rozmítací pile
- prizmování na prizmovací sekačce

4.4.1 Třídění výřezů

Výřezy v délkách 3–5 m jsou přiváženy do závodu pomocí automobilové nebo železniční dopravy po přísunových cestách. Z dopravních prostředků jsou výřezy vyloženy čelním nakladačem Volvo L 90 D s drapákem. Následně se ukládají na skládku výřezu. Jednotlivé dodávky jsou odděleny příčným výřezem. Odtud jsou podle potřeby odebírány a převáženy k dalšímu zpracování.

Čelním nakladačem jsou výřezy složeny na příčný řetězový dopravník (1') a prostřednictvím systému elevátor (dávkovač) jsou podávány na podélný řetězový dopravník (2'). Výřezy z řetězového dopravníku postupují k rotorovému odkornovači (3'). Po odkornění dochází k elektronické přejímce (4'). Odtud pokračují na dvojstranný třídící dopravník (5'). Zde jsou vytříděny dle čepového průměru, délky a vyraženy do určitého třídícího boxu (6'), kterých je celkem 26. Pokud jsou boxy naplněné a výřezy nejsou přesunuty na pilnici ke zpracování, dojde k jejich umístění do meziskladu vytříděných výřezů.



Obr. 7. Schéma technologického toku skladu výřezu

4.4.2 Pořez na rámové pile

Výřezy uložené v boxech a meziskladu vytříděných výřezů jsou převáženy čelním nakladačem na příčné rozdělovací a dávkovací dopravníky (1) před pilnici. Odtud jsou po vyklopení dávkovače unášeny podélným (2) řetězovým dopravníkem. Po naražení výřezu na zarážku se dopravník zastaví. Po impulsu z řídicího pultu, z kterého pracovník ovládá rámovou pilu, je výřez přesunutý pomocí vyrážečů na vozík, který slouží k vycentrování, upnutí a podávání k rámové pile. Po vycentrování a upnutí prochází výřez rámovou pilou (3), čímž vzniká prizma, boční řezivo a krajiny. Odlučovací zařízení podrží prizmu, zatímco boční řezivo a krajiny jsou unášeny na konec válečkového dopravníku (4), kde jsou shozeny do podpílí.

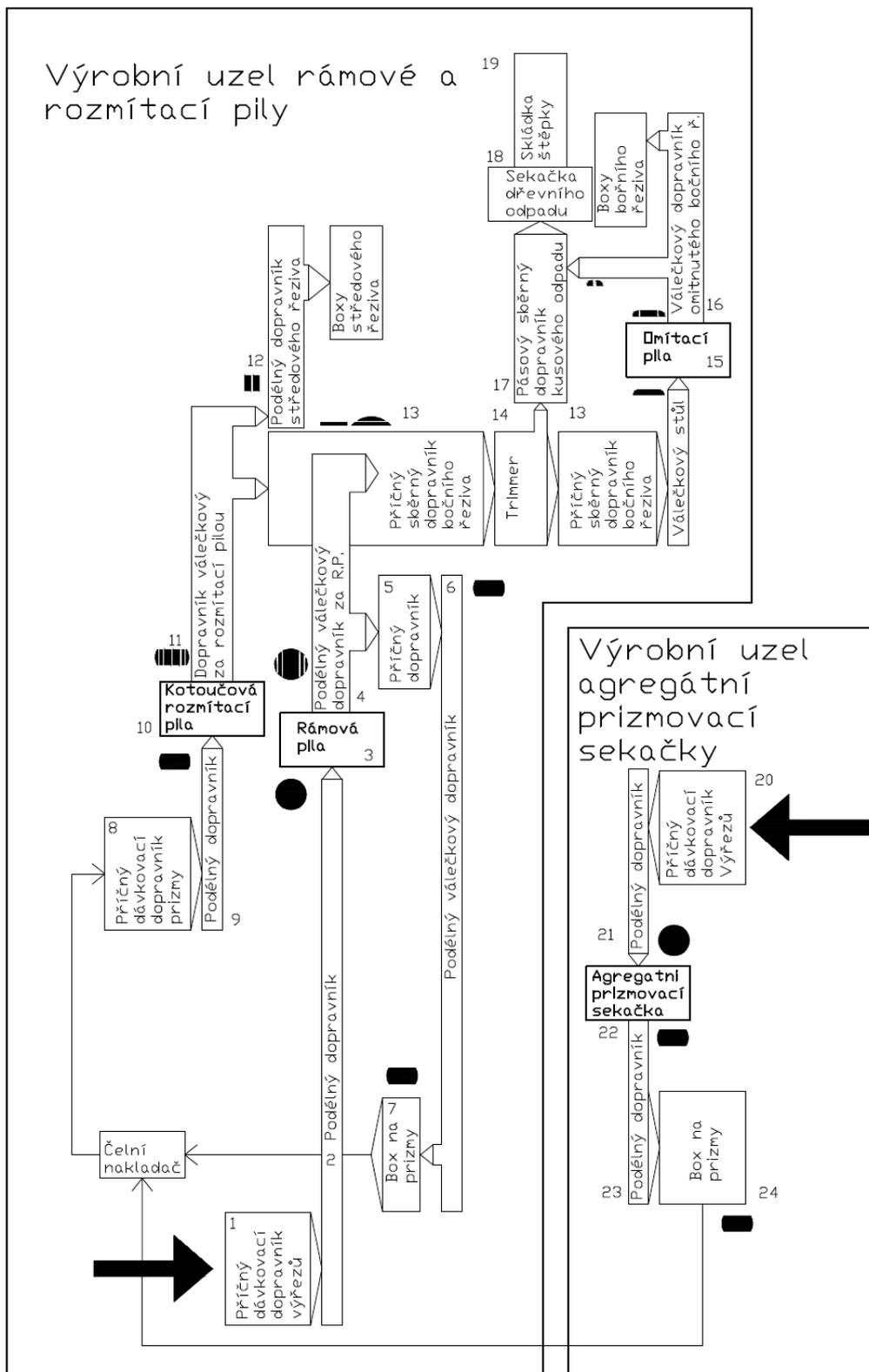
4.4.3 Rozmítání prizmy na rozmítací pile

Po uvolnění odlučovacích nožů se prizma přesune pomocí dopravníků (5),(6) do venkovního boxu (7). Naplní-li se box dostatečným množstvím, jsou výřezy čelním nakladačem převezeny na příčný řetězový dopravník (8) a elevátorem jsou posunuty na podélný dopravník (9), který je transportuje k rozmítací pile. Po vycentrování a zpracování rozmítací pilou (10) vzniká středové řezivo, boční řezivo a krajiny. Boční řezivo je oddělené pomocí odlučovacího dopravníku (11) na dopravník bočního řeziva. Středové řezivo postupuje válečkovým dopravníkem (12), z kterého je pomocí rýhovaných válců posouváno do boxů středového řeziva. Neomítané boční řezivo, včetně krajin z rámové pily je přesunuto pomocí příčného dopravníku (13) k trimmru (14), totéž platí pro boční řezivo a krajiny z rozmítací pily. Zde dochází k vymanipulování vad a krácení. Takto vykrácené kusy projdou přes omítací pilu (15). Vzniká hraněné řezivo a dva kusy oblinek. Za omítací pilou jsou odlučovače odřezku (oblinek), které shazují odřezky do podpílí. Omítnuté řezivo je dopravované na třídič bočního řeziva (16). Vytříděné hraně středového a bočního řeziva jsou pomocí portálového jeřábu a čelního nakladače dopraveny do skladu řeziva. Ze skladu jsou připraveny k sušení, nebo k expedici.

Krajiny, obliny a všechen kusový odpad, který vzniká při krácení, padá do podpílí na dopravníkový systém (17), který je unáší k drtiči odpadu (18). Zde dochází k dezintegraci na štěpku. Štěpky jsou volně hromaděny ve skladu štěpky (19).

4.4.4 Prizmování na prizmovací sekačce

Vedle pilnice se nachází samostatný výrobní uzel s prizmovací sekačkou. Čelním nakladačem jsou výřezy složeny na příčný řetězový dopravník (20) a prostřednictvím systému elevátor (dávkovač) jsou podány na podélný řetězový dopravník (21). Výřezy z řetězového dopravníku postupují k prizmovací sekačce (22). Po vycentrování a zpracování vzniká prizma. Ta je pomocí systému dopravníku (23) ukládána do boxu prizmy 2 (24). Po naplnění boxu jsou čelním nakladačem převezeny na příčný řetězový dopravník (8) k rozmítací pile. Zde navazují na technologický tok rozmítací pily (viz předchozí podkapitola).



Obr. 8. Schéma technologického toku: vlevo rámové a rozmítací pily, vpravo agregátní prizmovací sekačky

5 Aktuální stav

Zadání diplomové práce na téma „Zpracování odpadu z pily ve Slavonicích“ vychází z požadavků Ing. Martina Skoumala, ředitele dřevařské výroby Wotan Forest a.s.. Požadavkem je zpracování návrhu na optimální využití pilařského odpadu z technického a ekonomického hlediska.

K možnosti navržení řešení nakládání s dřevařským odpadem bylo nutné se seznámit s technickým vybavením podniku. Důležité jsou také zařízení a prostory, kterými podnik disponuje. Nedílnou součástí je nastínění plánů samotného podniku.

5.1 Rozbor odpadu

Při zpracování dříví vznikají tyto čtyři druhy odpadu: piliny, kůra, jemná a hrubá štěpka. Jednotlivé odpady se od sebe liší několika faktory. Např. technologií zpracování, vyprodukovaným objemem nebo výkupní cenou. Výkupní cena se odvíjí od situace na trhu. Následující tabulka č. 1 shrnuje množství vyprodukovaného odpadu pily ve Slavonicích za období jednoho kalendářního roku. K dispozici jsou interní materiály firmy z roku 2014.

Tab. 1 Objem zpracované a získané dřevní hmoty

| | % | m ³ / měsíc | m ³ / rok |
|----------------|-----|------------------------|----------------------|
| Požez | 100 | 1 889 | 22 666 |
| Řezivo | 44 | 831 | 9 973 |
| Štěpka (1 a 2) | 32 | 604 | 7253 |
| Piliny | 17 | 321 | 3853 |
| Kůra | 6 | 114 | 1360 |
| Ztráty | 1 | 19 | 227 |

(Z ústního sdělení Ing. Václava Nováka vedoucího zaměstnance pily ve Slavonicích)

Hrubá štěpka

Vzniká od sekačky kusového odpadu. Obsah vlhkosti se pohybuje okolo 45 %. Měrnou jednotkou pro obchod jsou prostorové sypané metry (PRMs). Převodový poměr mezi

1 m³ a 1 prm_s je 1 : 2,85. Aktuální výkupní cena datovaná ke čtvrtému kvartálu 2014 je:
 1prm_s = 0,35 m³ = 400 Kč bez DPH.

Tab. 2 Poměrová tabulka objem / cena

| Štěpka hrubá | měsíc | rok |
|---------------------------|---------|-----------|
| Objem (m ³) | 483 | 5 802,5 |
| Objem (prm _s) | 1 381,5 | 16 578 |
| Výkupní cena | 552 600 | 6 631 200 |



Obr. 9. Hrubá štěpka

Velkým odběratelem štěpky jsou papírny, které vyžadují vysokou kvalitu vykupované suroviny, nebo výrobci dřevotřískových desek.

Jemná štěpka

Vzniká od agregátní prizmovací sekačky. Je nižší kvality. Obsah vlhkosti se pohybuje okolo 45 %. Měrnou jednotkou pro obchod jsou prostorové sypné metry (PRMs). Převodový poměr mezi 1 m³ a 1 prm_s je 1 : 2,85. Aktuální výkupní cena datovaná ke čtvrtému kvartálu 2014 je: 1prm_s = 0,35 m³ = 310 Kč bez DPH.

Tab. 3 Poměrová tabulka objem / cena

| Štěpka jemná | měsíc | rok |
|---------------------------|---------|-----------|
| Objem (m ³) | 121 | 1 450,5 |
| Objem (prm _s) | 345,5 | 4 145 |
| Výkupní cena | 107 105 | 1 284 950 |



Obr. 10. Jemná štěrka

Není tříděna od pilin a nečistot. Velkým odběratelem jsou většinou teplárny, které nepožadují tak vysokou kvalitu vykupované suroviny.

Piliny

Odpadový materiál vzniká při řezání v pilnici na rámové, rozmítací a omítací pile. A při zkracování řeziva na trimmru. Obsah vlhkosti se pohybuje okolo 45 %. Piliny tvoří 17 % z celkového množství pořezu, viz tab. 1. Toto vysoké procento je převážně způsobeno řezáním výřezů o malém čepovém průměru 12–18 cm. Dalším faktorem ovlivňující vysoký objem pilin je výroba řeziva určeného pro výrobu palubek (velký prořez).

Měrnou jednotkou pro obchod s pilinami jsou prostorové sypné metry (PRMs). Převodový poměr mezi 1 m^3 a 1 prm_s je $1 : 3$. Aktuální výkupní cena datovaná ke čtvrtému kvartálu 2014 je: $1 \text{ prm}_s = 0,33 \text{ m}^3 = 290 \text{ Kč bez DPH}$.

Tab. 4 Poměrová tabulka objem / cena

| Piliny | měsíc | rok |
|--------------------------|---------|-----------|
| Objem (m^3) | 321 | 3853 |
| Objem (prm_s) | 973 | 11 676 |
| Výkupní cena | 282 170 | 3 386 040 |



Obr. 11. Piliny

Kůra

Vzniká při odkorňování rotorovým odkorňovačem CAMBIO 70/45. Většina odpadu je spalována a vzniklé teplo slouží k vytápění sušáren. Z tohoto důvodu nebude v práci dále zmiňována a řešena u zpracování odpadu. Převodový poměr mezi 1 m³ a 1 prm_s je 1 : 3,3. Aktuální výkupní cena datovaná ke čtvrtému kvartálu 2014 je: 1prm_s = 0,3m³ = 400 Kč bez DPH.

Tab. 5 Poměrová tabulka objem / cena

| Piliny | měsíc | rok |
|---------------------------|---------|-----------|
| Objem (m ³) | 114 | 1360 |
| Objem (prm _s) | 380 | 4 533 |
| Výkupní cena | 152 000 | 1 813 200 |



Obr. 12 Kůra

6 Literární přehled

Postup výroby pelet a briket

6.1 Peleta

Peleta je ekologicky ušlechtilým palivem. Vyrábí se slisováním biomasy o nízké vlhkosti (6 až 10 %) do formy válcovité tyčinky, zpravidla o průměru šest až osm milimetrů, průměrnou délkou pět až čtyřicet milimetrů a ulomenými konci. Homogenní struktura a velká tvarová stálost umožňuje snadnější manipulaci s tímto palivem v automatických kotlích malých výkonů, ale i ve velkých kotlích výtopen, tepláren a elektráren. Její vysoká hustota 900 až 1400 kg/m³ se sypnou hmotností a nízkou vlhkostí zajišťuje vyšší výhřevnost. Tyto vlastnosti mají za následek větší koncentraci energie v jednotce objemu, která je výhodná při skladování a dopravě. Další výhodou je snížení vlhkosti produktu na nízkou vlhkost. Tím nedochází k zapaření, tvorbě plísní a vzniku požáru jak u sypké frakce (Fronius 1991). Tato forma obnovitelného paliva se stala v posledních letech konkurenceschopnou alternativou neekologických fosilních paliv, mezi něž řadíme např. uhlí, zemní plyn či topný olej. (Lyčka 2011; Andert et al. 2006)

Pelety dělíme podle druhu biomasy, z nichž jsou vyrobeny, na:

1. dřevní – bílé a hnědé

Bílá peleta je vyráběna z dřevního odpadu dřevozpracujícího průmyslu bez příměsí kůry, má nejlepší vlastnosti při spalování u kotlů malých výkonů. Je však nejdražší.

Hnědá peleta se liší od bílé určitým podílem kůry.

2. alternativní – agropelety a ostatní

Agropelety jsou vyráběny z biomasy ze zemědělské tvorby nebo zbytky při zpracování potravin. Mnohdy se jedná o pelety z řepkové slámy, obilné slámy a odpadů po čištění obilnin a olejnin.

Ostatní jsou vyráběny lisováním různých, jinak obtížně využitelných materiálů.

(Verner 2007; Stupavský, Holý 2010)

Pro soudržnost pelet je kromě tlaku především využíváno plastifikace ligninu v materiálu. Ten se uvolní při průchodu v matrici, kde vzniká velké množství tepla. V některých případech je zapotřebí k surovině přidat cizí pojiva jako např. kukuřičný škrob. Aby se dosáhlo požadované pevnosti a povrchové odolnosti, je potřeba peletu okamžitě ochladit, tím dojde ke ztuhnutí pojiva a povrch dostane charakteristický lesk. (Sladký 2001)

Popis technologie peletování

K základním technologickým procesům patří lisování, ovšem není jediným uzlem výroby. Výsledná kvalita pelety je závislá na použité technologii a vhodné volbě suroviny.

Výrobní technologie pelet se skládá z:

- příjmu suroviny
- dezintegrace
- sušení
- kondicionování
- lisování
- chlazení
- separace
- skladování výsledného produktu

• Příjem suroviny

Samotná výroba začíná příjmem suroviny. Surovina je přebírána přes příjmové stoly nebo s použitím přihrnovacích dopravníků. K bezproblémovému toku se můžou zařadit do linky lapače těžkých částic nebo magnetické odlučovače. (Jevič et al. 2008)

• Dezintegrace

K výsledné pevnosti vylisku je důležitá velikost vstupní frakce před lisováním. Ta by neměla přesahovat 1/5 průměru pelet. Výskyt většího množství jemných částic umožní dosáhnout vyššího zhutnění materiálu, lepší soudržnosti, kvality a větší objemové hustoty vylisku. S přibýváním větších částí je zapotřebí vyšších výkonů na zhutnění,

jelikož má daný produkt nižší homogenitu a klesají vazebné síly, což má za následek předčasný rozpad v čase hoření. (Matůš, Křížan 2007)

Pro velikost pelety 6 až 8 mm je požadována maximální velikost lisované frakce 3 až 3,5 mm. Potřebných rozměrů se dosahuje pomocí kladívkových nebo nožových mlýnů se sítí s oky 3,5 mm. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- **Sušení**

Vlhkost suroviny před lisováním je 10 až 15 % v závislosti na technologii lisování. Pelety jsou převážně vyráběny z odpadu dřevozpracujícího průmyslu, kde vlhkost vstupní biomasy před sušením se obvykle pohybuje v rozmezí 40 až 60 %. Tím se musí snížit vlhkost o 25 až 50 %. Tento proces patří k energeticky nejnáročnějším operacím v celém procesu peletizace. Spotřeba energie na sušení se pohybuje v rozmezí 0,4 až 0,8 kWh na 1 kg vyrobených pelet v závislosti na vlhkosti vstupní suroviny a technické úrovni celého technologického uzlu. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

Druhy nejčastěji používaných sušáren:

- pásová sušárna,
- bubnová sušárna,
- disková,
- rozprašovací sušárna.

- **Kondicionování**

Surovina byla nejdříve sušena, tím se zbavila celkové vlhkosti. U kondicionování však dochází pouze k vlhčení, popřípadě napařování povrchových vrstev. Dochází ke změkčování a tím lepšímu spojení jednotlivých částic při průchodu lisovací matricí a menším energetickým nárokům. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- **Lisování**

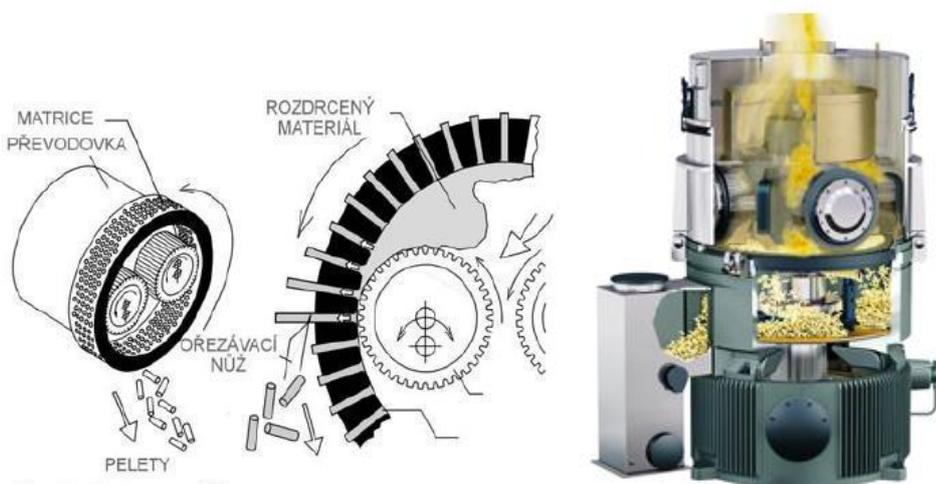
Lisování pelet probíhá na protlačovacím matricovém lise, kde je vysušená, dezintegrována a kondicionovaná surovina protlačena přes kuželovité otvory v matrici pomocí válcových rolen. Velikost a tvar matric se může lišit. Mezi základní typy lisů patří deskový a prstencový granulátor. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- Deskový granulátor

Tento typ byl hojně používán v ČR hlavně k výrobě granulovaných krmiv a dnes patří k nejčastěji užívané technologii výroby pelet. Jsou vhodné především pro linky malých a středních výkonů. Rozsah výkonu se pohybuje do 1 tuny pelet za hodinu. Lis je tvořen horizontálně uloženou plochou kruhové matrice, na které jsou umístěny dvě až čtyři rolly. Jedna s možností je, že matrice se otáčí a rolly se pohybují volně bez pomoci. Nebo v druhém případě rotují rolly a matrice je stacionární. Rychlost rotace rolen určuje množství přidávané suroviny. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- Prstencový granulátor

Konstrukčně složitější, avšak výkonnější zařízení. Umožňuje výrobu pelet nad 1 tunu za hodinu. Jeho tvar tvoří prstencová matrice, která je uložena v lisu vertikálně. Uvnitř prstence jsou umístěny dvě až tři rolly, kde vlivem rotace matrice je surovina postupně vtlačována do kanálků. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)



Obr. 13, 14 Princip granulačního lisu: vlevo prstencový (Andert et al. 2006), vpravo deskový (<http://akahl.de>)

• Chlazení

Při vzniku pelety protlačení v matici dosahuje teploty 90 až 120 °C. To má za následek, že dochází k přenosu zbytkové vlhkosti pelety uvnitř směrem na povrch. Ten

je však difúzně uzavřen, jelikož povrch obsahuje vrstvičku ligninu a tím se snižuje stabilita celé pelety. Proto se peleta ihned po lisování chladí na 40 °C. Nejčastěji je používán protiproudý nebo křížový vzduchový chladič. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- **Separace**

Maximální podíl jemných částic u spalování v kotlích malých výkonů nesmí přesahovat 1 % celkového objemu. Proto se mezi chladič a finální zásobník přidává ještě separátor. Jsou to vibrační nebo rotační síta s velikostí ok 3,5 mm, na kterých je drol od pelety oddělen a poslán zpět před granulační lis či technologický uzel kondicionování. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

- **Skladování**

Před další distribucí je vhodné vyrobené pelety bezpečně uskladnit. Ze zásobníků jsou podle potřeby odebírány a baleny do plastových pytlů o hmotnosti 15 kg, nebo textilních big-bagů o hmotnosti 500 až 1000 kg. Další možností je přeprava pro konečného zákazníka pomocí cisterny, kde jsou pelety volně uloženy. (Lyčka 2011; Klepárník 2013)

6.2 Briketa

Briketa je ekologickým ušlechtilým biopalivem vyráběná slisováním biomasy o nízké vlhkosti (8 až 10 %), do formy válečků, hranolů, nebo šestistěnů o průměru 40 až 100 mm a délky do 300 mm. Má vysokou hustotu (1 a až 1,2 kg/dm³) a výhřevnost (12 až 18 MJ/kg), o nízkém obsahu popela v sušině (dřevní brikety 0,5 až 1,1 %, brikety ze stébelnin 5 až 6 %). Brikety válcovitého tvaru mohou mít odlehčovací díru, která umožňuje lepší prohořívání. Spalování brikety je možné v jakémkoliv kotli na dřevo, eventuálně i v krbech, kachlových kamnech i kotlích ústředního vytápění. V kotlích na dřevoplyn se dosahuje nejvyšší účinnosti. Jsou určitou ekologickou náhradou za fosilní paliva. Trvale nízká vlhkost se především projeví ve zplyňovacích kotlích, kde při dokonalém spalování se vytváří bezbarvý oxid uhličitý, vodní pára a malé množství škodlivých látek. Popel vzniklý při hoření obsahuje fosfor, draslík, vápník, hořčík, hydroxid draselný, kysličník křemičitý, kyselinu fosforečnou a jiné stopové prvky, které je možné použít jako minerální hnojivo. (Andert et al. 2006; Stupavský, Holý 2010)

Briketa může mít odlišnou barvu v závislosti na druhu použité biomasy (dřevního prachu, pilin, kůry, jemných hoblin nebo rostlinných zbytků), kvalitě suroviny, příměsí kůry nebo technologickém postupu výroby. Z pohledu spotřebitele můžeme rozdělit briketu podle účelu jeho užívání. K snadnému a rychlému vytopení použijeme briketu z měkkého dřeva s otvorem uprostřed. Dlouhotrvající hoření zajistí briketa vyrobená ze suroviny tvrdého dřeva. (Stupavský, Holý 2010)

Popis technologie briketování

Brikety vznikají lisováním dřevěných nebo rostlinných zbytků za využití mechanických a chemických vlastností bez přidávání pojiv, podobně jak u pelety.

Tento průběh se nazývá briketování. Zhutněný materiál je slisován v poměru cca 12:1. U některých výkonnějších strojů dochází k slisování až v poměru 100:1. Vazby mezi jednotlivými částicemi stlačovaného materiálu jsou vytvářeny pomocí chemického složení dané suroviny. Za vzniku vysokého tlaku a teploty se uvolní lignin z buněčné stavby a spojí jednotlivé části do ucelené brikety. K vzniku tohoto procesu je zapotřebí určitých podmínek. Vlhkost materiálu by měla být do 15 % a velikost částic by se měla pohybovat kolem 10 mm v podobě pilin a 30 mm v podobě stébelnin. Tyto nároky jsou provedeny za pomoci drtičů, sušiček, které připraví danou surovinu k briketování. (Simanov 1995; Plíštil 2003)

Výrobní technologie brikety se skládá:

- příjem suroviny
- dezintegrace
- sušení
- lisování
- chlazení
- skladování výsledného produktu

- **Příjem suroviny**

Postup totožný s technologií peletování, viz výše.

- **Dezintegrace**

Postup totožný s technologií peletování, viz výše. Jediným rozdílem je velikost výstupní frakce. Ta by měla být do 10 mm.

- **Sušení**

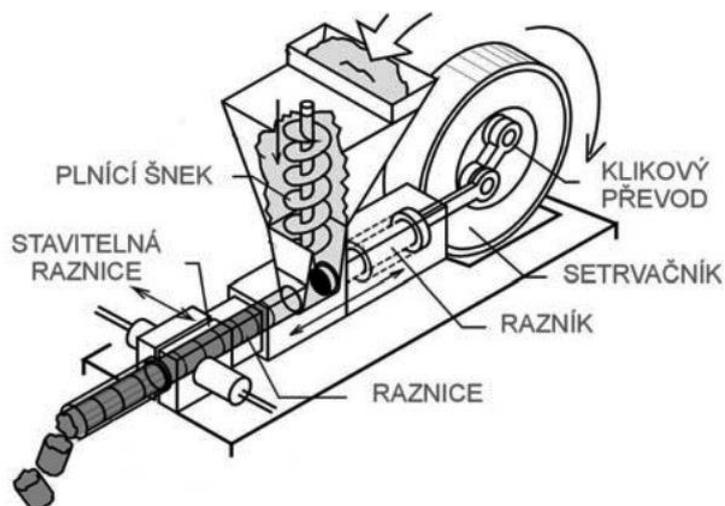
Postup totožný s technologií peletování, viz výše.

- **Lisování**

Briketovací lisy můžeme podle principu jejich činnosti rozdělit do tří kategorií. Patří sem mechanické pístové, hydraulické pístové a šnekové.

- **Mechanické pístové**

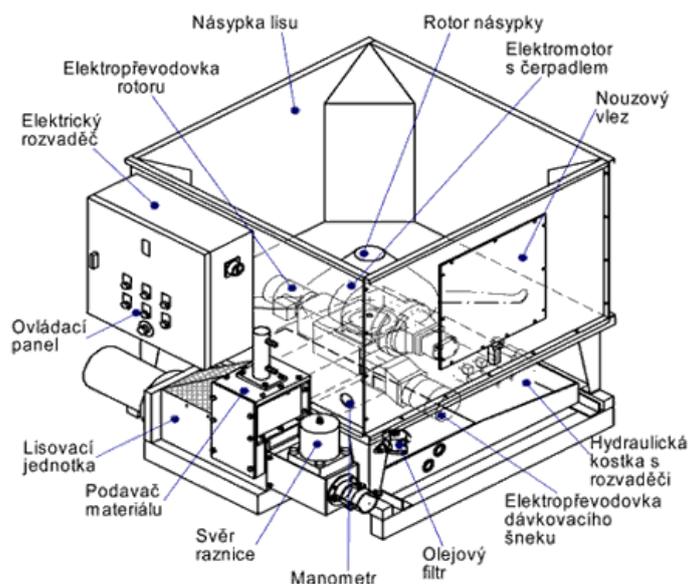
Pracují na principu klikového mechanismu se značným setrvačником. Jejich předností jsou nejvyšší tlaky v lisovací komoře, ze které vychází nekonečně dlouhá briketa. Ta je krácena na výstupu z komory na požadovanou délku odřezávací pilou. Výkon lisu se obvykle pohybuje kolem 1 tuny za hodinu. Forma brikety je většinou válcová, ale můžeme se setkat i se šestihrannou, nebo ve tvaru hranolu. Velmi žádanými jsou brikety ve tvaru válce s odlehčující dírou. (Andert et al. 2006)



Obr. 15 Mechanický klikový lis (Andert et al. 2006)

- **Hydraulické pístové**

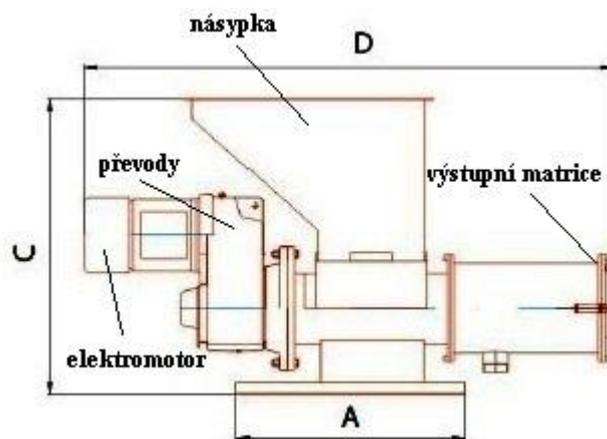
Pracují s menšími tlaky v lisovací komoře a převážně s nižším výkonem od 0,05 do 0,5 tun za hodinu oproti mechanickým pístovým lisům. To odpovídá ceně, která je také nižší. Dobře se s nimi lisují brikety ze stébelnin nebo směsi stébelnin a pilin. Soudružnost briket hydraulických lisů je o něco nižší, a proto jsou určeny k užití kousek od místa jejich zhotovení bez časté manipulace. (Andert et al. 2006)



Obr. 16 Hydraulický pístový lis (<http://levnestroje.cz>)

- **Šnekové**

Lisovací tlak se vytváří otáčením lisovacího šneku v konické komoře. Vysoký tlak a tření materiálu na šneku způsobuje výrazné zahřátí ligninu v surovině a tím dochází k velmi dobré soudružnosti briket. Po vychladnutí brikety je povrch pokryt ztuhlým ligninem podobným vosku, který chrání proti pronikání vlhkosti. Značná nevýhoda těchto lisů je v opotřebení šneku a komor, zvláště pokud lisovaná surovina obsahuje zrnka písku. Pokud se vymění výstupní matrice, je možné u některých typů kromě briket vyrábět i pelety. (Andert et al. 2006)



Obr. 17 Šnekový lis ([http:// progresstechnology.cz](http://progresstechnology.cz))

- **Chlazení**

Pomocí prodloužené raznice briketovacího lisu jsou brikety chlazeny.

- **Skladování výsledného produktu**

Po vychlazení jsou brikety ručně baleny do plastových pytlů o hmotnosti 10–40 kg.

7 Návrh řešení vyprodukovaného odpadu

První varianta zpracovává odpad (piliny, štěpku) do formy dřevních briket pomocí briketovací linky. Na lince bude odpad dezintegrován, sušen a lisován. Tento druh paliva je velice žádanou formou do kotlů na dřevo, jako jsou krby, kachlová kamna a kotle ústředního vytápění. Nejvyšší účinnosti však dosahují v kotlích na dřevoplyn.

Druhá varianta zpracovává odpad do formy dřevních pelet pomocí peletovací linky. Na lince bude odpad dezintegrován, sušen a lisován. Tento druh paliva je určen do kotlů malých topenišť s automatickým plněním zásobníku. Tím je zajištěn vysoký komfort.

Obě varianty jsou navrženy do bývalého skladu suchého řeziva v areálu pily ve Slavonicích, viz obr. 2 číslo označení 15. Rozměr skladu 11 x 41 m. Doprava odpadu k lince bude zajištěna čelním nakladačem Volvo ze skladu pilin, a štěpky. K navržení peletovací nebo briketovací linky je třeba znát výrobní proces, který je vysvětlen v kapitole 6.1.

Třetí varianta třídí jemnou štěpku do dvou frakcí (piliny, štěpka), tím bude zajištěna vyšší výkupní cena odpadu.

7.1 Základní kapacitní výpočty pro briketovací a peletovací linku

Měrná objemová hmotnost vyprodukovaných druhů odpadu

| | |
|--------------|-----------------------|
| Štěpka hrubá | 270 kg/m ³ |
| Štěpka jemná | 260 kg/m ³ |
| Piliny | 120 kg/m ³ |

(<http://www.tzb-info.cz>)

Množství vyprodukovaných druhů odpadu

| | |
|--------------|------------------------|
| Štěpka hrubá | 5 802,5 m ³ |
| Štěpka jemná | 1 450,5 m ³ |
| Piliny | 3 853 m ³ |

Výpočet hmotnosti

$$m = \rho * V$$

| | |
|-------------------------|------------------------------|
| Štěpka hrubá | 270 x 5 802,5 = 1 566 675 kg |
| Štěpka jemná | 260 x 1 450,5 = 377 130 kg |
| Piliny | 120 x 3 853 = 462 360 kg |
| Celková hmotnost | 2 406 165 kg |

kde: m hmotnost [kg],
 ρ objemová hmotnost [kg/m³],
 V objem [m³].

Celkové množství odpařené vody a spotřebovaného paliva: 46 %
 54 % z 2 406 165 kg = 1 299 329 kg
 Předpokládaný počet pracovních dní: 241

Výpočet výkonu linky

$$Q_h = \frac{mc}{n * x * h} = \frac{1\,299\,329}{241 * 2 * 8} = 336,96 \doteq \mathbf{340 \text{ kg/h}}$$

kde: Q_h hodinový výkon linky [kg/h],
 m_c celková hmotnost odpadu [kg],
 n počet pracovních dní za rok,
 x počet směn,
 h délka pracovní doby [h].

7.2 Základní kapacitní výpočty pro třídící linku štěpky

Množství jemné štěpky z agregátní sekačky

Štěpka jemná 1 450,5 m³

Jemná štěpka tvoří 98 % štěpky a 2 % pilin.

$$98 \% \text{ z } 1\,450,5 \text{ m}^3 = 1\,421,5 \text{ m}^3$$

Výpočet výkonu linky

$$Q_h = \frac{mc}{n * x * h} = \frac{1\,421,5}{241 * 1 * 8} = 0,73729 \doteq \mathbf{0,737 \text{ m}^3}$$

8 Varianta I

8.1 Briketovací linka BRISUR 400

Jednou z možných variant pro zpracování dřevařského odpadu je technologická briketovací linka BRISUR 400 od dodavatele Brikliis s.r.o., s výkonem 400 kg briket za hodinu. Návrh briketovacího lisu BrikStar 400 s výkonem 400 kg/h je stanoven dle výpočtu viz kapitola 7.1.

Linka BRISUR 400 je sestavena z přihrnovacího šnekového mechanismu pro nahrnování suroviny z volně nasypané hromady. Dopravu suroviny zajišťuje systém vibračních, pásových a šnekových dopravníků. Součástí linky je drtič, třídič pilin a bubnová sušárna značky Bus s kotlem pro její vytápění. Nedílnou a nejdůležitější součástí je briketovací lis BrikStar o výkonu 400 kg vyrobených briket za hodinu.

8.2 Technologický tok briketovací linky

(číslované pozice odpovídají výkresu č. 1)

Vstupní surovina (piliny a štěpka) o vlhkosti nad 45 % je přivážena čelním nakladačem do haly (viz obr. 2 č. označení 15) s briketovací linkou na výkladní místo (P1). Pomocí podávacího šnekového mechanismu (1) je přivezená surovina nahrnována na vibrační dopravník (2). Ten je umístěn v šachtě pod úrovní přihrnovacího šneku. Vibračním dopravníkem je materiál dopravován na pásový dopravník (3) a z něho padá do drtiče (4), kde dojde k rozmělnění suroviny na požadovanou frakci. Odtud je rozdrčená surovina odsávána ventilátorem (5) a dopravním potrubím (6) přenášena do vibračního třídiče (7). Ten se nachází na zásobníku sušárny (8). Dopravený materiál je tříděn vibračním pohybem třídiče. Oddělením hrubých částí materiálu nad průměr oka třídícího síta, jsou dopraveny skluzem do kontejneru nebo ke kotli (9) ke spálení.

Jemný materiál propadá oky síta do násypky. Ta je umístěna na ocelové konstrukci a upevněna k vstupní části sušárny.

V násypce je připevněn rotor (rozrušovací zařízení proti klenbám materiálu) a dávkovací šnek. Jeho úkolem je dopravit přes vstupní úsek surovinu do otáčející se bubnové sušárny (10). K násypce sušárny může být připevněn i plnicí šnekový dopravník (11), který zásobuje zásobník kotle (12) sušárny surovinou.

Do vnitřního prostoru otáčející se bubnové sušárny je surovina přisunována dávkovacím šnekem na lopatky, které jsou součástí bubnu. Dávkování je řízeno řídicím systémem

tak, aby výstupní teplota páry ze sušárny byla udržována na konstantní hodnotě. Pohon otáčení bubnu zajišťují kladky poháněné elektromotorem s převodovkou. Rám, na kterém je připevněn pohon, je svařen z ocelových profilů a ukotven k podlaze nebo k základu haly ve sklonu cca 1° směrem od zásobníku suroviny pro sušení k výsypce sušárny. Mokrý surovina je vysušována v bubnové sušárně teplými spalinami z kotle na spalování dřevního odpadu, které jsou ochlazený studeným vzduchem na teplotu 300 až 500 °C. Nasávání směsi spalin a studeného vzduchu zajišťuje ventilátor na odtažení páry. Kotel se sušárnou je spojen potrubím (13). Součástí tohoto potrubí je i komínová klapka. Ta má za úkol rozdělovat vzduch z kotle do sušárny (pro provoz) nebo do komína (pro zatápění).

Spaliny, včetně odpařené vody z mokré suroviny, jsou odsávány pomocí ventilátorů do výstupního potrubí (14). Z něj proudí do odlučovače prachu (15). Odloučený prach je zachycován filtračními vložkami. Po zanesení je prach vysypáván do zásobníku suroviny kotle ke spálení. Takto vyčištěné spaliny od prachu jsou s odpařenou vodou odvedeny výfukovým komínem (16) ven do ovzduší.

Vysušená surovina je na výstupní části sušárny vyhrnována šnekovým dopravníkem (17) do šnekového dopravníku lisu (18). Ten přesune vysušenou surovinu do zásobníku briketovacího lisu (19). Odtud pokračuje surovina přes briketovací lis (20), kde dojde k jejímu slisování a zahřátí vlivem vysokého tlaku. Brikety z lisu jsou vyváděny potrubím k místu pro balení (P2), kde jsou zabaleny do pytlů o hmotnosti 25 – 40 kg. Briketovací lis může být opatřen různými typy raznic. Raznice válcovitého tvaru o průměru 50 mm, raznice ve tvaru kostky 55x 55 mm nebo raznice pro hranaté brikety o rozměrech 135 x 65 x cca 90 mm. Celý chod linky, od nahrnování suroviny až po dopravení vysušeného materiálu do zásobníku lisu, je plně automatický. Jednotlivé automatické kroky zajišťují snímače hladin materiálu v zásobnicích a čidla teploty a vlhkosti. Řídicí systém je umístěn v centrálním elektronickém rozvaděči sušárny (21). Nouzový provoz linky zajišťuje ruční ovládání jednotlivých částí linky. Lis je opatřen chladičem oleje (22).

Úkolem obsluhy briketovací linky BRISUR 400 bude doplňování suroviny na hromadu k přihrnovacímu šneku, dozor nad správnou činností všech zařízení v lince a úprava parametrů sušárny podle vstupní vlhkosti materiálu. Nedílnou součástí obsluhy je i drobná údržba spočívající v čištění dopravních tras, mazání míst vazelínou podle příslušných technických listů, čištění kotlů od popela a ukládání dřevěných briket.

Celá technologická linka splňuje požadavky norem bezpečnosti pro provoz.

8.3 Zařízení briketovací linky BrikStar 400

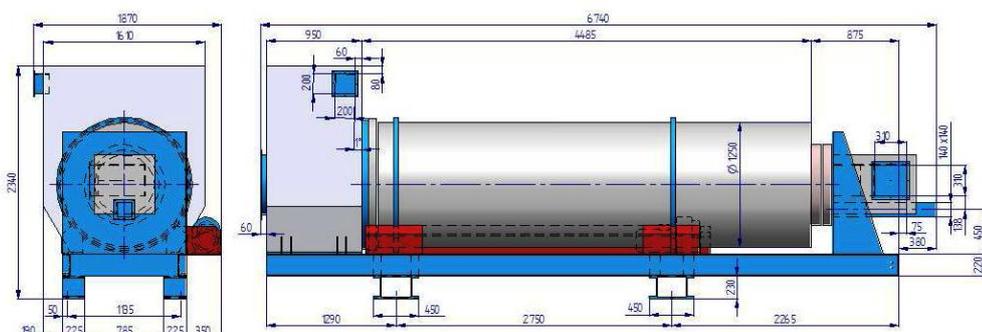
- **Bubnová sušárna BUS 400**

Bubnová sušárna snižuje vlhkost materiálu pro briketování. Sušárna se sestává z několika základních částí: sušící buben, vstupní a výstupní část, násypka a výsypka materiálu.

Základním prvkem sušárny je ocelový izolovaný buben, který má po obvodě osazené ocelové obruče pro otáčivý pohyb bubnu. Sušící buben je osmihranný, speciální konstrukce, který má na vnitřní straně dva druhy podélných lopatek. Uvnitř bubnu je uložena lopatková vestavba, která zpomaluje proudění vzduchu a materiálu v bubnu. Těsnění s pružnou kompenzací na obou koncích bubnu zabraňuje nežádoucímu přísávání okolního vzduchu. Sušící buben je uložen na 4 ocelových kladkách, přičemž kladky na levé straně jsou hnací, pohon zajišťuje elektromotor s převodovkou a klínovým řemenem. Sušící buben je uložen na rámu. K rámu je přichycena vstupní část pro uchycení násypky materiálu. Výstupní část je skříňový prostor obdélníkového průřezu, kde se v důsledku aerodynamických poměrů odlučují unášené částice usušeného materiálu z proudu sušícího vzduchu. Usušený materiál vypadává přímo ze sušícího bubnu do vyhrnovací násypky usušeného materiálu. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|--------------|--|
| Pohon bubnu: | 2,2 kW |
| Výkon: | 380 - 420 kg/hod (cca 3 m ³ /hod) |
| Hmotnost: | 2500 kg |



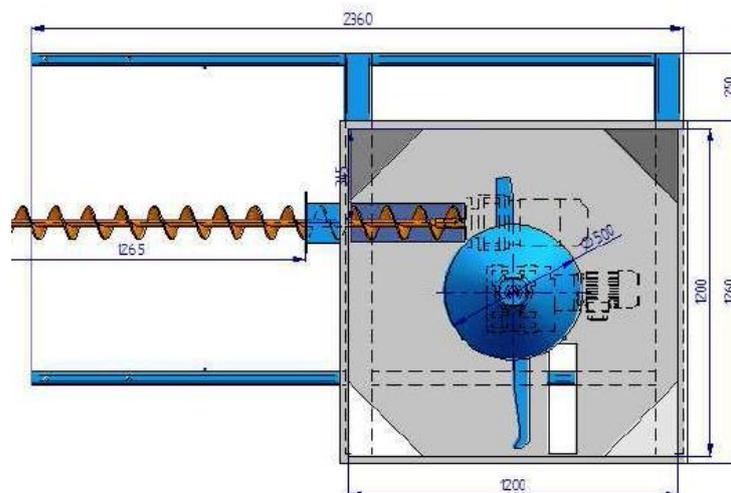
Obr. 18 Bubnová sušárna (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Násypka sušárny - mokrý materiál**

Nahrnovací násypka slouží k zásobě mokrého materiálu pro sušení. Tato násypka je opatřena rotorem o průměru 500 mm, který zabezpečuje nahrnování materiálů do šneku sušárny a do šneku kotle a zároveň rozdružuje případné klenby materiálu v násypce. Násypka je osazena čidly pro snímání hladiny materiálu v násypce. Násypka je uložena na speciální konstrukci, která je uchycena k rámu sušárny. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|----------------------|--|
| Pohon rotoru: | 0,37 kW – 4 ot./min |
| Průměr šneku: | D 120 mm |
| Pohon šneku sušárny: | 2,2 kW -130 ot/min |
| Rozměry / objem: | 1200x1200x600 mm / 0,75 m ³ |
| Hmotnost: | 460 kg |



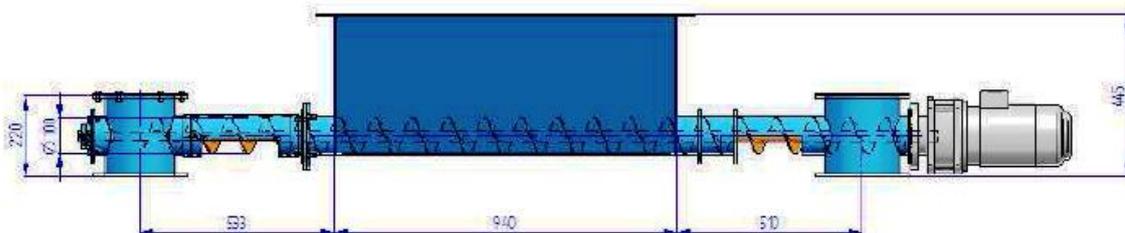
Obr. 19 Násypka sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Výsypka sušárny - suchý materiál**

Vyhrnovací násypka je umístěna pod výstupní částí sušárny a zajišťuje vyhrnování usušeného materiálu do šnekového dopravníku lisu. Vyhrnovací šnek D 100 mm je opatřen ruční klapkou, kterou je možno odpouštět suchý materiál a tím zjišťovat i vlhkost usušeného materiálu. Před pohonem šneku je osazena ruční klapka, která propojuje šnekový dopravník prachu odlučovače s vyhrnovací násypkou. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|---------------|----------------------|
| Pohon rotoru: | 1,1 kW – 164 ot./min |
| Průměr šneku: | D 95 mm |
| Rozměry: | 1050 x 2730 x 445 mm |
| Hmotnost: | 170 kg |



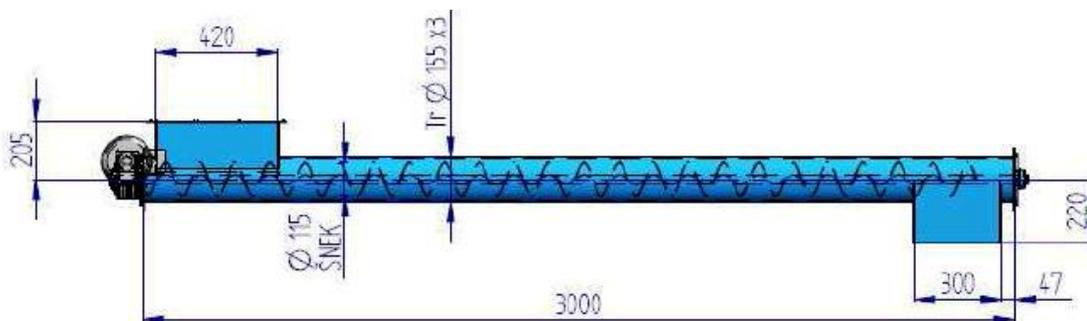
Obr. 20 Výsypka sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Šnekový dopravník zásobníku kotle**

Šnekový dopravník je určen k doplňování mokrého materiálu do zásobníku kotle. Vstupní otvor dopravníku je přišroubován ke dnu zásobníku mokrého materiálu sušárny a výstupní otvor je vyústěn do víka zásobníku kotle. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|---------------|----------------------|
| Pohon šneku: | 1,1 kW – 141 ot./min |
| Průměr šneku: | D 120 mm |
| Rozměry: | 3000x470x425 mm |
| Hmotnost: | 90 kg |



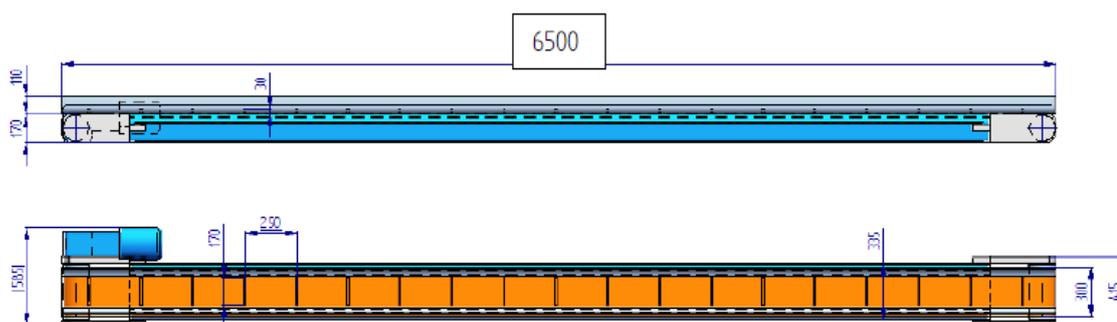
Obr. 21 Šnekový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Pásový dopravník od sila do násypky sušárny**

Pásový dopravník je určený k dopravě materiálu z vibračního dopravníku do drtiče. Dopravníkový pás je opatřen příčnými hrabičkami o výšce 30 mm. Pás se pohybuje v kluzné žlabové konstrukci. Pohon pásu obstarává elektrická převodovka, která je spojena s hnacím válcem. Pro napínání a vyrovnání pásu slouží napínací hlava s napínacím válcem, která zabezpečuje i správné nabíhání pásu. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|--------------------|---|
| Šířka pásu: | 300 mm |
| Délka dopravníku: | 6500 mm |
| Typ pásu: | PVC s hrabičkami 30 |
| Typ sekce: | žlabová, kluzná |
| Bočnice: | těsné 100 mm |
| Rychlost pásu: | 0,4 m/s |
| Příkon: | 1,5 kW |
| Požadovaný výkon: | min 3 m ³ / hod (500 – 800 kg/hod) |
| Hmotnost zařízení: | 110 kg |



Obr. 22 Pásový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR)

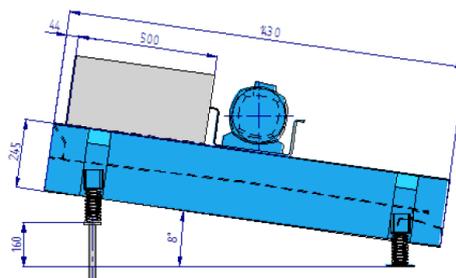
- **Vibrační třídič TAJFUN A 050.013 LT**

Vibrační třídič je určen k vytrídění hrubých částic nevhodných pro vysušování a briketování. Materiál, který padá na síto třídiče z pásového dopravníku, je pomocí vibračního pohybu třídiče oddělen od hrubých částí (větší části materiálu nad průměr

oka síta), které jsou dopraveny skluzem do kontejneru. Jemný materiál propadá oky síta do násypky sušárny. Třídící vibrační pohyb vykonává vibrační motor, který je uložen v horní části třídíče, kolmo na delší stranu síta. Síto třídíče je uloženo v ocelovém rámu, který je přes tlačné pružiny uložen na pevném kotvicím rámu. Kotvicí rám je šrouby přišroubován k zásobníku mokrého materiálu. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|------------------|---------------------------|
| Výkon třídíče: | min 3 m ³ /hod |
| Velikost síta: | D=14 mm |
| Příkon: | 0,37 kW |
| Sklon síta: | ~ 8° - 10° |
| Rozměry: | 1600 x 850 x 650 mm |
| Hmotnost: 125 kg | |



Obr. 23 Vibrační třídíč (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Teplovzdušný kotel SZDO BS 200 kW**

Kotel slouží k zabezpečení požadovaného množství tepelné energie pro rotační bubnovou sušárnu. Kotel se sestává ze dvou základních částí: vlastního topeniště a zásobníku paliva. Prostor topeniště je vyzděn ze šamotových cihel, dole plochou roštu a nahoře šamotovou klenbou. Rošt je šikmý a je vyroben z litiny. Celé topeniště uloženo v ocelovém rámu. Nad topeništěm je v ocelovém rámu vyzděn teplovzdušný výměník. Tepelná izolace je vytvořena z izolačních cihel "Thermavit". Izolace je uložena z vnitřní strany topeniště. Do kotle se pomocí vlastního ventilátoru přivádí primární vzduch, který provzdušňuje palivo a přispívá k vlastnímu hoření paliva. Sekundární vzduch slouží jednak k dopalování úletů paliva, jednak ke spálení plynů vznikajících při spalování dřeva. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Kotel má dvojí ochranu proti vzniku požáru:

- 1) Tepelně izolovaný celek s kompletně utěsněným zásobníkem paliva
- 2) Samozhášecí zařízení pro případ zahoření do šnekového podavače

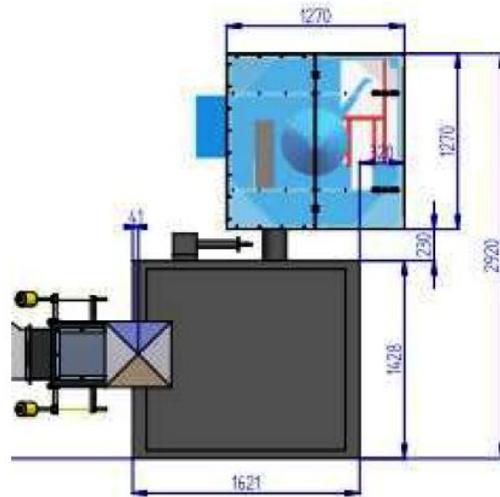
Šnekový podavač se nachází mezi zásobníkem paliva a topeništěm kotle. Kdyby nastala situace, kdy by došlo k prohořívání paliva do šnekového dopravníku ze spalovací komory kotle, je zařízení vybaveno samozhášecím zařízením. Toto samozhášecí zařízení pracuje tak, že v případě ohřátí povrchu dopravníku paliva se automaticky otevře ventil, který je ovládán snímanou teplotou. Ventil je napojen na rozvod tlakové vody. Minimální tlak vody v rozvodu musí být 100 kPa. Potrubí přivádějící vodu k hasícímu ventilu musí být zhotoveno z nehořlavého materiálu. Při hašení se kotel samočinně odstaví z provozu a na elektrorozvaděči se rozsvítí kontrolka, která signalizuje, že k hašení došlo a že je potřeba kontroly kotle.

Funkci samozhášecího zařízení je potřeba kontrolovat 1 x za 1 měsíc, včetně zápisu do provozního deníku kotelny. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technické údaje:

| | |
|---|--|
| Jmenovitý tepelný výkon | 200 kW |
| Třída kotle: | štěpky 3, piliny 2 |
| Regulovatelnost tep. výkonu v rozsahu: | 50 až 200 kW |
| Účinnost kotle: | 89 % |
| Nejvyšší pracovní přetlak: | 0,25 MPa |
| Předepsané palivo s nejvyšší vlhkostí do 40%: | piliny, štěpky do 2 cm |
| Rozměry plnicího otvoru: | 350 x 610mm |
| Objem palivové násypky: | 0,75 m ³ |
| Příkon násypky: | 0,37 kW |
| Tepelné médium: | sálavé spaliny |
| Provozní tah: | zajišťuje ventilátor sušárny |
| Požadovaný tah: | 0,50 mbar |
| Příkon (max): | 1,1 kW dávkovací šnek 1,5 kW ventilátor |
| Napětí a frekvence: | 3 x 400/230, 50 Hz |
| Druh krytí elektrických součástí: | IP 40 |

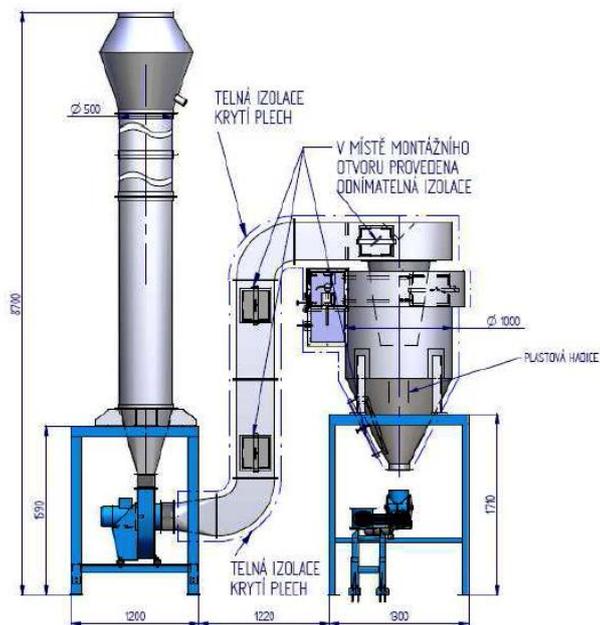
| | |
|-------------------------|------------|
| Nejvyšší hladina hluku: | La 66,2 dB |
| Hmotnost celková: | 3800 kg |
| Hmotnost zásobníku: 2 | 60 kg |



Obr. 24 Teplovzdušný kotel (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Odlučovač prachu**

K zachycení a odloučení úletů ze sušárny od sušícího média a páry slouží odlučovač prachu speciální cyklónové konstrukce. Kuželová část je připojena k šnekovému dopravníku prachu. Spodní kuželová část je opatřena čistícím otvorem, pro kontrolu funkce šneku. V horní části vstupního hrdla je osazena tangenciální regulační klapka pro regulaci množství dodávaného vzduchu a pro



Obr. 25 Odlučovač prachu (technické listy linky briketovací BRISUR)

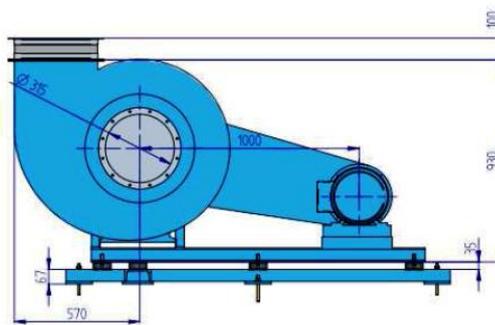
regulaci obvodové rychlosti usazovaných částic. Prostor před tangenciální klapkou je opatřen čistícím otvorem. Na potrubí od středového kužele je napojeno výstupní potrubí sušárny též s tangenciálním vstupem. (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Ventilátor sušárny OS 500-4P**

Pro zajištění proudění spalin v sušárně a dopravy spalin do odlučovače prachu je na vstupní hrdlo odlučovače prachu připojen radiální ventilátor OS 500. Tento ventilátor je uchycen u konstrukce odlučovače prachu na samostatné konstrukci. Skříň ventilátoru je uchycena k podstavci přes gumové pružiny. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|----------------------------|--|
| Množství vzduchu: | $Q_v = 1,6 - 1,8 \text{ m}^3 / \text{s}$ |
| Tlak: | $d_{pcv} = 1480 \text{ Pa}$ |
| Příkon motoru ventilátoru: | 7,5 kW |
| Počet otáček: | 1480 ot / min |
| Teplota vzduchu: | $20^\circ\text{C} - 120^\circ\text{C}$ |
| Rozměry: | 2010 x 900 x 1200 mm |
| Hmotnost: | 350 kg |



Obr. 26 Ventilátor sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR)

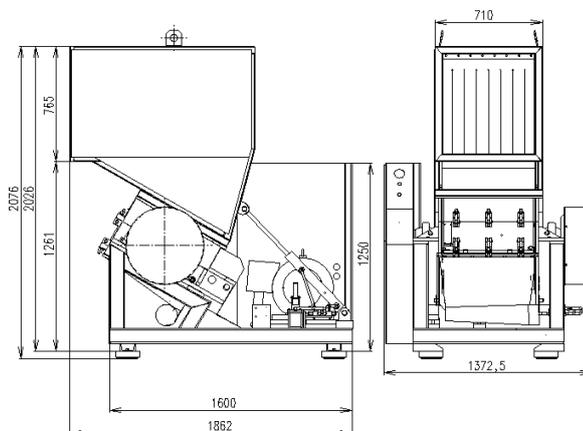
- **Nožový mlýn MN 300x400 – drtič**

Nožový mlýn je určený na zpracování dřeva, slámy, papíru, kůže, hliníku, vláknitých či pěnových materiálů. Drcení materiálu v nožovém mlýnu dochází na přímém ostří pracovních nástrojů, které se nacházejí na rotoru a statoru stroje. Pracovní nástroje na statoru tvoří dva ploché nože, na unášečích rotoru jsou upevněny tři stejné nože.

Velikost výstupní frakce je závislá na rozměru otvorů síta umístěného pod oběžnou dráhou rotoru. (<http://terier.cz>)

Technická data:

| | |
|------------------------|----------------|
| Průměr rotoru: | 300 mm |
| Počet nožů (rot/stat): | 2 + /3-5 ks |
| Vstupní otvor: | 690 x 740 mm |
| Příkon motoru: | 22 kW |
| Výstup: | 200 – 800 kg/h |



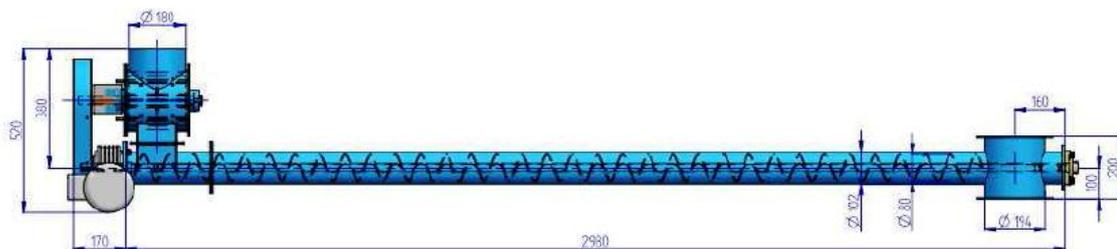
Obr. 27 Nožový mlýn (<http://terier.cz>)

- **Šnekový dopravník briketovacího lisu**

Šnekový dopravník dopravuje suchý materiál z násypky do briketovacího lisu. Je opatřen vstupní a výstupní částí. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|-----------------------|--|
| Typ dopravníku: | DS160 |
| Délka dopravníku: | 5200 mm |
| Příkon motoru: | 1,5 kW – 97 ot/min |
| Dopravované množství: | min 4 m ³ /hod (400 – 600 kg/hod) |
| Hmotnost: | 180 kg |



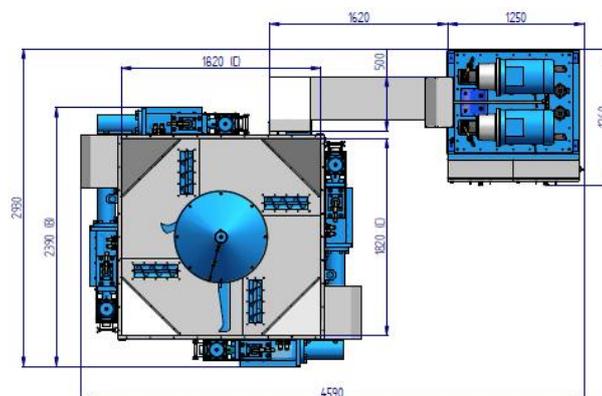
Obr. 28 Šnekový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR)

- **Briketovací lis BrikStar 400**

Je určený pro střední a větší provozy s jednosměnným či vícesměnným provozem. Vyznačují se kompaktním provedením, moderním řízením, spolehlivým hydraulickým lisovacím zařízením, které umožní maximální zhuštění materiálu. Pro nepřetržitý provoz jsou doplněny chladičem oleje ve standardní výbavě. Automatická regulace kvality briket a dávkovací šnek minimalizuje kolísání výkonu pro lisování materiálů od velmi jemných až po hrubé materiály. Čidlo minimální hladiny řídí automatické spouštění a vypínání stroje a zabraňuje tak zbytečnému provozu lisu. (technické listy briketovací linky BRISUR)

Technická data:

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Výkon: | 380 – 420 kg/hod \pm 10% |
| Elektrický příkon: | 32 kW |
| Hmotnost lisu: | 2500 kg |
| Hlučnost lisu: | 80 dB |



Obr. 29 BrikStar 400 (technické listy briketovací linky BRISUR)

8.4 Výpis vybavení:

Vlastním šetřením bylo zjištěno následující:

Tab. 6 Přehled cen a vybavení

| Strojní zařízení + montáž | Příslušenství | Výkon [kW] | Jištění [A] | Cena [kč] |
|------------------------------|--------------------------|---------------|----------------|------------------|
| Vstupní zařízení | – | – | – | 1 030 000 |
| – | přihrnovací šnek | 1,47 | 4,3 | – |
| – | dopravník vibrační | 1,5 | 4 | – |
| – | dopravník pásový | 1,5 | 4 | – |
| – | vibrační tříděč | 0,7 | 2,3 | – |
| Bubnová sušárna | – | 2,2 | 5,5 | 1 148 000 |
| – | násypka sušárny | 2,57 | 6,8 | – |
| – | výsypka sušárny | 1,1 | 3 | – |
| Kotel | – | 1,5 | 4 | 463 000 |
| – | vzduchotechnické potrubí | – | – | – |
| – | dopravník šnekový | 1,1 | 3 | – |
| Zásobník materiálu kotle | – | 0,37 | 1,3 | 142 000 |
| Odlučovač prachu | – | – | – | 313 000 |
| – | ventilátor | 7,5 | 22 | – |
| – | vzduchotechnické potrubí | – | – | – |
| Briketovací lis BrikStar 400 | – | 32 | 75,8 | 1 623 000 |
| Rotační stojan | – | – | – | 116 000 |
| Ventilátor FAN 403/2,2 kW | – | 2,2 | 6,5 | 17 420 |
| – | filtr | – | – | 39 350 |
| – | stojan ventilátoru | – | – | 960 |
| Nožový mlýn SG 400/600 | – | 22 | 55 | 440 000 |
| Výstup suroviny | víko násypky lisu | – | – | 386 000 |
| – | dopravník šnekový | 1,5 | 4 | – |
| Řízení a regulace | el. rozvaděč | – | – | 133 000 |
| – | výchozí revize Brisur | – | – | 10 000 |
| Projekt | – | – | – | 50 000 |
| Montáž | – | – | – | 185 000 |
| Celkem | | 79,21 | 201,5 | – |
| Cena celkem bez DPH | | | | 6 096 730 |

8.5 Energetická náročnost výrobní briketovací linky BrikStar 400

| | |
|---|-----------|
| Celkový příkon briketovací linky BrikStar 400 | 79,21 kWh |
| Osvětlení | 0,32 kWh |
| <hr/> | |
| Celkem | 79,53 kWh |

8.6 Energetická spotřeba za den (dvě směny)

Energetická náročnost linky za hodinu (kW) x pracovní doba

$$79,53 \times 16 = 1\,211,68 \text{ kWh}$$

8.7 Počet pracovníků

| | |
|---|--------------|
| 1. pracovník: zajišťuje příjem vstupní suroviny | 1x |
| 2. pracovník: zajišťuje chod lisu | 1x |
| <hr/> | |
| Celkem | 2 pracovníci |

8.8 Ekonomické zhodnocení

8.8.1 Předpokládané provozní náklady na výrobu jedné tuny briket

Stanovení přesné energetické bilance je nemožné. Pro dostatečné přiblížení je vycházeno z technických listů strojů Briklis s.r.o. V tomto případě briketovací linky BrikStar 400, výpočet výkonu linky viz kapitola 7.1. K vytápění bubnové sušárny je využito pilařského odpadu z pily, proto je zvolen tento postup výpočtu.

8.8.2 Stanovení nákladů na odpad

K výrobě 400 kg briket je zapotřebí 715 kg suroviny (vlhkost 45 %).

Z toho:

- 75 kg je využito jako palivo pro vytápění bubnové sušárny,
- 240 kg vody z odpadu se odpaří ve formě páry,
- 400 kg je výstupní surovina ve formě brikety do vlhkosti 12 %.

Dále budou uvedeny výpočty nákladů k výrobě jedné tuny briket.

Průměrná cena nakupované kulatiny – výřezů je 2100 Kč/m³. Odpad tvoří 49 % (štěpka 32 %, piliny 17 %), což představuje 1 029 Kč/m³ za odpad. Z této ceny však vycházeno nebude. Při výpočtu bude počítáno z průměrné ceny na trhu, která činí 1 000 Kč/t.

8.8.3 Stanovení nákladu za vstupní surovinu

K vytvoření jedné tuny briket je zapotřebí 1,6 tuny odpadu (pilin, štěpky).

$$C_s = Q_s * C_t = 1,6 * 1\,000 = 1\,600 \text{ Kč/t}$$

| | | |
|------|----------------|--|
| Kde: | C _s | cena za vstupní surovinu [Kč/t] |
| | Q _s | množství suroviny [t] |
| | C _t | cena na trhu s dřevařským odpadem [Kč/t] |

Z výpočtu výsledná cena činí 1 600 Kč/t briket.

8.8.4 Stanovení nákladu za vytápění bubnové sušárny

K vytápění bubnové sušárny bude využívána štěpka z vlastní produkce. Množství suroviny potřebné na vytápění bubnové sušárny je 187,5 kg. Výsledná cena za vstupní surovinu pro vytápění 187,5 Kč/t briket. Výpočet viz výše.

8.8.5 Stanovení ceny energie na provoz linky

Celková spotřeba energie na výrobu jedné tuny briket včetně osvětlení je 198,825 kWh. Cena za jednotku energie činí 5 Kč (<http://eon.cz>). Výsledná cena 198,825*5 = 994,18 Kč/t briket.

8.8.6 Stanovení nákladů za odpisy

Majetek je odepisován prostřednictvím lineárních účetních odpisů podle vzorce. Briketovací linka je stanovena na dobu užívání devět let.

Výpočet pro rovnoměrné (lineární odepisování):

$$Od = \frac{Vc}{md} = \frac{6\,096\,730}{9} = 677\,414 \text{ Kč/rok}$$

Stanovení nákladu za odpis na tunu

$$No = \frac{Od}{Qv} = \frac{677\,414}{1\,311,04} = 516,7 \text{ Kč/t briket}$$

Kde: Od odpisová položka za jeden rok [Kč/rok]

Vc vstupní cena zařízení [Kč]

No náklady za odpis na tunu [Kč/t]

m_d doba používání majetku (počet let)

Q_v výrobní produkce za rok [t/rok]

Tab. 7 Výpočet odpisu zařízení

| Lineární odepisování | | |
|----------------------|-------------|----------------------|
| Rok | Roční odpis | Zůstatková cena (Kč) |
| 1 | 677 414 | 5 419 316 |
| 2 | 677 414 | 4 741 902 |
| 3 | 677 414 | 4 064 488 |
| 4 | 677 414 | 3 387 074 |
| 5 | 677 414 | 2 709 660 |
| 6 | 677 414 | 2 032 246 |
| 7 | 677 414 | 1 354 832 |
| 8 | 677 414 | 677 414 |
| 9 | 677 414 | 0 |

8.8.7 Stanovení nákladů za mzdy

Do provozních nákladů je započítaná hrubá měsíční mzda zaměstnance, která činí 18 000 Kč/měs. Při předpokládaném počtu dvou pracovníků je počítáno s částkou 432 000 Kč/rok, za hodinu 112,03 Kč.

Zdravotní a sociální pojištění, které vychází ze zákona o daních a které činí 34 % z hrubé mzdy zaměstnance, je 6 120 Kč měsíčně. U dvou zaměstnanců vychází částka 146 880 Kč/rok, za hodinu 38,09 Kč.

Stanovení nákladu za mzdu dvou zaměstnanců k jedné tuně činí celkem **442 Kč**.

8.8.8 Stanovení nákladu na opravy a údržbu za tunu (fond oprav)

$$N_o = \frac{O}{Q_v} = \frac{125\,000}{1\,311,04} = \mathbf{95,34 \text{ Kč/t briket}}$$

8.8.9 Stanovení režijních nákladů za tunu

$$N_r = \frac{R}{Q_v} = \frac{100\,000}{1\,311,04} = \mathbf{76,27 \text{ Kč/t briket}}$$

8.8.10 Náklady celkem

Celkové náklady na výrobu jedné tuny briket je **3 912 Kč**.

Stanovený výkon briketovací linky BrikStar 400 je stanoven na 340 kg briket za hodinu, k výrobě jedné tuny je tedy zapotřebí 2,9 hodin.

Stanovení ročního výkonu

$$Q_v = Q_h * n * x * h = 0,34 * 241 * 2 * 8 = 1\,311,04 \text{ t/rok}$$

Stanovení celkových nákladů za rok

$$N_c = Q_v * N_t = 1\,311,04 * 3\,912 = \mathbf{5\,128\,184 \text{ Kč}}$$

| | | |
|------|-------|---------------------------------|
| Kde: | Q_v | výrobní produkce za rok [t/rok] |
| | Q_h | hodinový výkon [t/h] |
| | n | počet pracovních dní za rok |
| | x | počet směn |
| | h | délka pracovní doby [h] |
| | N_c | roční celkové náklady [Kč] |
| | N_t | náklady za jednu tunu [Kč/t] |
| | O | roční náklady za opravy [Kč] |
| | N_o | náklady za opravy [Kč/t] |
| | R | režijní náklady za rok [Kč/t] |
| | N_r | režijní náklady za tunu [Kč/t] |

8.8.11 Předpokládané roční – měsíční provozní náklady

Tab. 8 Provozní náklady

| Název položky | Kč/rok | Kč/měsíc |
|---------------------------------------|-----------|----------|
| Variabilní náklady: | 4 350 770 | 362 564 |
| Náklady za vstupní surovinu | 2 343 484 | 195 290 |
| Hrubé mzdy zaměstnanců | 432 000 | 36 000 |
| Sociální a zdravotní pojištění (34 %) | 146 880 | 12 240 |
| Náklady za energie | 1 303 406 | 108 617 |
| Opravy a údržba | 125 000 | 10 417 |
| Fixní náklady: | 777 414 | 116463 |
| Odpisy | 677 414 | 108 130 |
| Ostatní režijní náklady | 100 000 | -10 000 |
| Celkem variabilní + fixní náklady | 5 128 184 | 427 348 |

Stanovení zisku/ztráty/tržby

Prodejní cena jedné tuny briket je předpokládána na 5 086 Kč bez DPH. Stanovení prodejní ceny vychází z průměrné ceny na trhu, která se pohybuje okolo cca 5 100 Kč/t. Při produkci 1 311,04 t/rok briket k tržní ceně 5 086 Kč/t jsou roční tržby z produkce briket **6 667 949 Kč**. Roční zisk je 1 248 111 Kč. Velikost tržeb je orientační, přesná hodnota je závislá od aktuálního vývoje cen na trhu.

Marže byla stanovena na 30 %

Stanovení ceny za 30 % marži

$$M = (V_n + N_v) * m_a = (2\,124,5 + 1\,787,5) * 0,3 = 1\,175 \text{ Kč}$$

Stanovení daně z příjmu

$$D_p = M * D = 1\,175 * 0,19 = 223 \text{ Kč}$$

Stanovení zisku

$$Z = M - D_p = 1\,175 - 223 = 952 \text{ Kč}$$

Stanovení ročního zisku

$$Z_r = Z * Q_v = 952 * 1\,311,04 = \mathbf{1\,248\,111 \text{ Kč}}$$

| | | |
|------|----------------|---|
| Kde: | M | marže v jednotkách[Kč] |
| | Vn | výrobní náklady [Kč] |
| | Nv | vstupní náklady [Kč] |
| | m _a | marže v procentech [%] |
| | Dp | daň z příjmu právnických osob v jednotkách [Kč] |
| | D | daň z příjmu právnických osob v procentech [%] |
| | Zr | roční zisk |

Tab. 9 Přehled stanovení ročního zisku

| Výrobní náklady [Kč] | Vstupní náklady za surovinu [Kč] | Marže předpokládaná 30 % [Kč] | Cena celkem [Kč] bez DPH | 19 % DPPO [Kč] | Zisk po zdanění [Kč] | Roční zisk [Kč] |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|------------------|
| 2 124,5 | 1 787,5 | 1 175 | 5 086 | 223 | 952 | 1 248 111 |

Porovnání tržeb z prodeje briket s doposud prováděným prodejem štěpky a pilin

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Tržby z prodeje štěpky: | 6 631 200 Kč |
| Tržby z prodeje pilin: | 3 386 040 Kč |
| Tržby z prodeje jemný štěpky: | 1 284 950 Kč |
| <hr/> | |
| Celkem tržby | 11 305 190 Kč |
| | |
| Tržby z prodeje briket: | 6 667 949 Kč |
| <hr/> | |
| Rozdíl tržeb | 4 637 241 Kč |

Podnik bude mít tržby z ušlé příležitosti – 4 637 241 Kč za prodej briket.

9 Varianta II

9.1 Peletovací linka od firmy EPIMEX s.r.o.

Další variantou zpracování dřevařského odpadu je technologická linka na výrobu pelet od prodejce EPIMEX s.r.o. s výkonem 300–500 kg pelet za hodinu.

Peletovací linka je sestavena ze samonosné násypky s pohyblivou podlahou pro zásobování linky surovinou. Dopravu suroviny zajišťuje systém vzduchotechniky, pásových a šnekových dopravníků. Součástí linky je drtič s hydraulickým přitlakem, kladívkový mlýn, bubnová sušárna BS1 s kotlem pro její vytápění. Součástí linky je peletovací lis N-ECO s výkonem 300–500 kg vyrobených briket za hodinu.

Technologický tok peletovací linky

(číslované pozice odpovídají výkresu č. 4)

Vstupní surovina (piliny a štěpka) o vlhkosti nad 45 % je přivážena čelním nakladačem do haly (viz obr. 2 č. označení 15) s peletovací linkou na výkladní místo (P1). Zde je vysypána do násypky s pohyblivou podlahou (1). Pomocí pohyblivé podlahy je přivezená surovina nahrnována na dávkovací dopravník (2). Dávkovacím dopravníkem je materiál dopravován do drtiče (3), kde dojde k rozmělnění suroviny na požadovanou frakci k sušení. Odtud je rozdrčená surovina přesunuta dávkovacím žlabovým dopravníkem (4) přes vpádové potrubí v sacím potrubí (5) do sušícího bubnu (6).

Nasávaný vzduch je ohříván v kotli (7) (na štěpku), který má vlastní násypku (8) s automatickým doplňováním. Z odhořivací komory kotle jsou spaliny odsávány ventilátorem společně se surovinou určenou k sušení do vnitřního pláště bubnu. Na konci tohoto pláště se proud spalin a částečně usušená hmota obrací a prochází mezi středním a vnitřním pláštěm bubnu zpět. Zde se znovu obrací a po průchodu středním pláštěm a vnějším pláštěm je usušená hmota včetně spalin odsávána potrubím (9) do cyklonu (10) s ventilátorem (11). Při tomto procesu se buben otáčí kolem své osy na kladkách, takže surovina určená k sušení je prostřednictvím lopatek a vlivem proudění spalin stále míchána. V cyklonu se oddělí vysušená surovina od spalin a vodní páry. Vysušená surovina se soustřeďuje ve spodní části cyklonu, odkud je dávkována rotačním podavačem do magnetického separátoru kovu (12) a kladívkového mlýnu (13). Odtud vzduchotechnickým potrubím (14) pokračuje do sila na piliny (15). Zde je připravena k zásobování peletovacího lisu pomocí podávacího a míchacího šnekového

dopravníku (16). V lisu (17) dochází k slisování a zahřátí na teplotu 90–120 °C vlivem vysokého tlaku. K míchacímu šneku je připojena technologická voda pro povrchové zvlhčování (propařování) suroviny. Voda je vstříkována pod tlakem pomocí rozprašovacích trysek. Teplé pelety z lisu spadávají na pásový dopravník (18), který je dopraví do chladiče pelet (19), zde dojde k jejich ochlazení na okolní teplotu. Odtud pokračují do zásobníku (20). Ze zásobníku jsou pelety odebírány přes vibrační síto, kde dojde k vyřídění pelety od odrolu. Vyříděné a vychladnuté pelety jsou baleny v baličí lince (21) do pytlů o hmotnosti 15 kg a připraveny k expedici. Vše je řízeno počítačem (22).

9.2 Zařízení peletovací linky od firmy EPIMEX

- Samonosná násypka s pohyblivou podlahou

Slouží ke skladování a zásobování peletovací linky odpadem. Konstrukce umožňuje, aby do zásobníku s vyhrnovacím podavačem byla umístěna dostatečná zásoba materiálu pro plynulé zásobování. Zásobník je možné umístit do výšky na konstrukci nebo na/pod úroveň podlahy. Plnění zásobníku je provedeno čelním nakladačem.

Technická data:

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Délka: | 5700 mm |
| Šířka: | 1700 mm |
| Objem skladování: | 10 m ³ |
| Příkon hlavního motoru: | 4 kWh |

- Bubnová sušárna BS1

Snižuje vlhkost materiálu pro peletování. Je sestavena z několika základních částí: podávací dopravník, dávkovací dopravník, uklidňovací komora, přihrnovací šnekový dopravník, sušící buben, rám buben, pohon, sestava cyklonu, turniket, ventilátor, rozvaděč.

• Sušící buben

Základním prvkem je tříplášťový sušící buben, speciální konstrukce válcovitého tvaru.

Pláště bubnu jsou kladeny soustředně mezi sebou a spojení mezi nimi zajišťují vzpěry. Plášť je opatřen lopatkami. Jednotlivé bubny jsou upraveny tak, že průřez ve směru proudu spalin se zvětšuje. Otáčení bubnu zajišťuje elektromotor s převodovkou a klikovým řemenem.

Technická data:

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Průměr sušicího bubnu | 1 010 mm |
| Délka sušicího bubnu | 3 700 mm |
| Vstupní vlhkost | 45 % |
| Výstupní vlhkost | 10 % |
| Vstupní teplota | cca 350 °C |
| Výstupní teplota | 60–90 °C (dle výstupní vlhkosti) |

- **Zdroj tepla**

K zabezpečení požadovaného množství tepelné energie pro bubnovou sušárnu slouží teplovzdušný kotel SZDO. Kotel je tvořen topeništěm s nitřní komorou obklopenou vnějším pláštěm. Plášť je opatřen přísávacími otvory s regulovatelnými šoupátky. Vnitřní prostor komory je vyzděn ze šamotových tvarovek a opatřen žáruvzdornou betonovou přepážkou.

- **Podávací dopravník**

Slouží k zásobě suroviny do násypky dávkovacího dopravníku pomocí šneku, umístěného ve žlabu. Dopravník je vyroben z ocelových plechů ve tvaru „U“. Hřídel tvoří trubka, na které je navařen šnek z plechu. Ta je otáčena elektromotorem s převodovkou.

- **Dávkovací dopravník**

Je stejné konstrukce jako podávací dopravník. Zajišťuje dopravu suroviny z násypky do sušicího bubnu. Řízení je zajištěno pomocí frekvenčního měniče, který mění otáčky šneku a tím reguluje množství dodávané suroviny do sušicího bubnu.

- **Uklidňovací komora**

Dvouplášťová komora válcovitého tvaru, je svařena z ocelových plechů. Pro nasávání sekundárního vzduchu do vnitřní komory je vytvořena vzduchová mezera mezi vnitřním a vnějším pláštěm. Zde dochází k dohoření pevných částí z topeniště a k ochlazení spalin.

- **Sestava cyklonu, turniketu a ventilátoru**

Cyklon je svařen z ocelových plechů, horní části má válcovitý tvar. Ve spodní části je změněn do tvaru komolého kuželu. Úsek kuželové části je zakončen přírubou pro turniket. Ten je tvořen skříní z litiny a opatřen rotorem s lopatkami. Posun suroviny a horkých spalin v procesu sušení je zajištěn ventilátorem.

- **Rozvaděč**

Zařízení zajišťující ovládání jednotlivých zařízení včetně automatického provozu sušárny.

- **Drtič s hydraulickým přítlakem**

Je stroj vhodný pro zmenšení velikosti odpadových materiálů všeho druhu. Standardní velikost ok síta 50 mm.

- **Kladívkový mlýn**

Je stroj určený k sekundárnímu zpracování dřevní štěpky na jemnou frakci, používané především pro peletování nebo briketování. Ve skříní z ocelových plechů je buben s kladívky, který rozmělnuje vstupní surovinu. Buben je uložen v ložiskách a pocháněn elektromotorem přes převod klínovými řemeny. Výsledná frakce propadá skrz síto na spodní stranu mlýnu. Kladívkové mlýny jsou především napojeny na vzduchotechniku pro odvod výsledné frakce suroviny. Tím se sníží celková prašnost. Stroj disponuje vyšší hlučností.

- **Silo s filtrační jednotkou**

Slouží k zásobě vysušeného materiálu. Silo o objemu 13,5 m³ je opatřeno vybíracím šnekem, hladinovým čidlem, extraktorem a filtrační jednotkou s automatickým tlakovým čištěním.

Technická data:

| | |
|--------|----------|
| Průměr | 2 500 mm |
| Výška | 2 800 mm |

- **Šnekový dopravník**

Dopravuje materiál ze sila k násypce peletovacího lisu.

- **Peletovací lis N-ECO**

Je peletovací stoj určený pro střední provozy s jednosměnným či vícesměnným provozem.

Je vybaven mechanickým a elektronickým řídicím systémem. Ovládání zajišťuje systém PLC Siemens s dotykovým displejem. Lis je opatřen nerezovou násypkou. Dávkování suroviny je ovládáno frekvenčním měničem podle zatížení hlavního motoru.

- **Vibrační síto N-VB 1100**

Slouží k ochlazení a očištění pelet od odrolu. Jelikož maximální podíl jemných částic v kotlích malých výkonů nesmí přesáhnout 1 % celkového objemu.

- **Chladič pelet**

Zařízení zařazené v lince za peletovací lis. Je určené k chlazení pelet vycházejících z granulátoru na teplotu blízkou okolnímu prostředí.

- **Balicí linka**

Automatická balicí linka umožňuje automatickou dopravu pelet do dávkovače stroje, vytvoření požadované dávky baleného zboží, naplnění a uzavření pytle. Obsluha následně uloží pytle na paletu.

Balící linka se skládá z těchto zařízení: dopravníkový pás, násypka na pelety, dvoucestný pneumatický ventil, elektronická váha na pytle, svářečka pytlů, nosná konstrukce, pracovní stůl, elektrický rozvaděč.

9.3 Výpis vybavení

Vlastním šetřením bylo zjištěno následující:

Tab. 10 Přehled cen a vybavení

| Strojní zařízení + montáž | Příslušenství | Výkon [kW] | Cena [€] | Cena [Kč] |
|------------------------------|------------------------------|---------------|----------|-----------|
| Samonosná násypka | – | 4 | 12 000 | 329 820 |
| Bubnová sušárna BS-1 | – | 2,2 | 58 000 | 1 594 130 |
| – | teplovzdušný kotel SZDO | – | – | – |
| Dopravník ke šrotovníku | – | 2,2 | 4 000 | 109 940 |
| Drtič s přítlakem | – | 22 | – | 520 000 |
| Magnetický odlučovač kovu | – | 0,55 | 3 500 | 96 197,5 |
| Kladívkový mlýn | – | 30 | 12 500 | 343 562,5 |
| Ventilátor k silu | – | 11 | 6 500 | 178 652,5 |
| Silo na piliny | – | 1,1 | 31 500 | 865 777,5 |
| – | vybírací jednotka | 4 | – | – |
| – | minisilo | 1,5 | – | – |
| – | 2 rotační ventily | – | – | – |
| – | Filtrační jednotka | – | – | – |
| Protipožární systém | – | – | 5 200 | 142 922 |
| – | 2 detektory jisker | – | – | – |
| – | 1 ovládací skříň det. jisker | – | – | – |
| – | 2 protipožární trysky | – | – | – |
| – | 1 teplotní čidlo | – | – | – |
| – | 1 ovládací skříň tep. čidla | – | – | – |
| – | akustický a světelný alarm | – | – | – |
| Šnekový dopravník | – | 1,5 | 3 500 | 96 197,5 |
| Peletovací lis N-ECO | – | 37 | 57 000 | 1 566 645 |

| | | | | |
|--|----------------------------|------|----------------|------------------|
| Vibrační síto model N-VB | – | 0,18 | 5 000 | 137 425 |
| Pásový dopravník | – | 0,37 | 6 000 | 164 910 |
| Chladič pelet | – | 0,75 | 8 000 | 219 880 |
| – | vibrační vykládací silo | – | – | – |
| Balicí linka N-Pack | – | – | 22 000 | 604 670 |
| – | dopravní pás | – | – | – |
| – | násypka na pelety | – | – | – |
| – | dvoucestný pneu. ventil | – | – | – |
| – | elektronická váha na pytle | – | – | – |
| – | svářečka pytlů | – | – | – |
| – | nosná konstrukce | – | – | – |
| – | pracovní stůl | – | – | – |
| – | elektrický rozvaděč | – | – | – |
| Odsávací potrubí | – | – | 5 500 | 151 167,5 |
| El. rozvaděč | – | – | 12 000 | 329 820 |
| Elektrické kabely | – | – | 4 000 | 109 940 |
| Mechanická montáž | – | – | 12 000 | 329 820 |
| Testovací a spouš. operace | – | – | 3 000 | 82 455 |
| Celkové požadované zásobování energií | | 140 | – | – |
| Celková průměrná spotřeba elektrické energie | | 117 | – | – |
| Cena celkem bez DPH | | | 271 200 | 7 973 932 |

kurz 1 € = 27,485 Kč ke dni 1.3.2015 18:00 hodin (www.cnb.cz)

9.4 Energetická náročnost výroby peletovací linky

| | |
|---------------------------------|-------------------|
| Celkový příkon peletovací linky | 117 kWh |
| Osvětlení | 0,32 kWh |
| Celkem | 117,32 kWh |

9.5 Energetická spotřeba za den (dvě směny)

Energetická náročnost linky za hodinu (kW) x pracovní doba

$$117,32 \times 16 = 1\,877,12 \text{ kWh}$$

9.6 Počet pracovníků

| | |
|---|--------------|
| 1. pracovník: zajišťuje příjem vstupní suroviny | 1x |
| 2. pracovník: zajišťuje chod lisu | 1x |
| <hr/> | |
| Celkem | 2 pracovníci |

9.7 Ekonomické zhodnocení

9.7.1 Předpokládané provozní náklady na výrobu jedné tuny pelet

Stanovení přesné energetické bilance je nemožné. Pro dostatečné přiblížení je vycházeno z technických listů od firmy Epimex s.r.o. V tomto případě peletovací linky N-Eco, viz výpočet výkonu linky v kapitole 7.1. K vytápění bubnové sušárny je využito pilařského odpadu z pily, proto je zvolen tento postup výpočtu.

9.7.2 Stanovení nákladů na odpad

Náklady za odpad **1 029 Kč/m³**. Viz kapitola 8.8.2.

9.7.3 Stanovení nákladu za vstupní surovinu

K vytvoření jedné tuny pelet je zapotřebí 1,6 tuny odpadu (pilin, štěpky).

Výsledná cena za vstupní surovinu **1 600 Kč/t** briket. Viz výpočet kapitola 8.8.3.

9.7.4 Stanovení nákladu za vytápění bubnové sušárny

K vytápění bubnové sušárny bude využívána štěpka z vlastní produkce. Množství suroviny potřebné na vytápění bubnové sušárny je 187,5 kg. Náklady za vytápění **187,5 Kč/t** pelet. Viz výpočet kapitola 8.8.4.

9.7.5 Stanovení ceny energie na provoz linky

Celková spotřeba energie na výrobu jedné tuny pelet včetně osvětlení je 293,3 kWh. Cena za jednotku energie činí 5 Kč (<http://eon.cz>). Výsledná cena $293,3 \cdot 5 = 1\,465$ Kč/t pelet.

9.7.6 Stanovení nákladů za odpisy

Majetek je odepisován prostřednictvím lineárních účetních odpisů podle vzorce. Peletovací linka je stanovena na dobu užívání devět let.

Výpočet pro rovnoměrné (lineární odepisování):

$$Od = \frac{Vc}{m} = \frac{7\,561\,657}{9} = 840\,184 \text{ Kč}$$

Stanovení nákladu za tunu pelet

$$No = \frac{Od}{Qv} = \frac{840\,184}{1\,311,04} = 640,85 \text{ Kč/t pelet}$$

Tab. 11 Výpočet odpisu zařízení

| Lineární odepisování | | |
|----------------------|-------------|----------------------|
| Rok | Roční odpis | Zůstatková cena (Kč) |
| 1 | 840 184 | 6 721 473 |
| 2 | 840 184 | 5 881 289 |
| 3 | 840 184 | 5 041 105 |
| 4 | 840 184 | 4 200 921 |
| 5 | 840 184 | 3 360 737 |
| 6 | 840 184 | 2 520 553 |
| 7 | 840 184 | 1 680 369 |
| 8 | 840 184 | 840 184 |
| 9 | 840 184 | 0 |

9.7.7 Stanovení nákladů za mzdy

Stanovení nákladu za mzdu dvou zaměstnanců k jedné tuně činí celkem **442** Kč. Viz výpočet 8.8.7.

9.7.8 Stanovení nákladu na opravy a údržbu

$$N_o=O / Q_v = 125\,000 / 1\,311,04 = \mathbf{95,34 \text{ Kč/t pelet}}$$

9.7.9 Stanovení režijních nákladů za tunu

$$N_r=R / Q_v = 100\,000 / 1\,311,04 = \mathbf{76,27 \text{ Kč/t pelet}}$$

9.7.10 Náklady celkem

Celkové náklady na výrobu jedné tuny pelet je **4 507 Kč bez DPH**.

Výkon peletovací linky je stanoven na 340 kg pelet za hodinu. K výrobě jedné tuny je zapotřebí 2,9 hodin.

Stanovení ročního výkonu

$$Q_r = Q * n * x * h = 0,34 * 241 * 2 * 8 = 1311,04 \text{ t/rok}$$

Stanovení výrobních nákladů za rok

$$N_c = Q_r * N_t = 1311,04 * 4\,507 \doteq \mathbf{5\,908\,470 \text{ Kč}}$$

9.7.11 Předpokládané roční – měsíční provozní náklady

Tab. 12 Provozní náklady

| Název položky | Kč/rok | Kč/měsíc |
|---------------------------------------|-----------|-----------|
| Variabilní náklady: | 4 968 286 | 528 377 |
| Náklady za vstupní surovinu | 2 343 484 | 195 290 |
| Hrubé mzdy zaměstnanců | 432 000 | 36 000 |
| Sociální a zdravotní pojištění (34 %) | 146 880 | 12 240 |
| Náklady za energie | 1 920 922 | - 125 395 |
| Opravy a údržba | 125 000 | 10 417 |
| Fixní náklady: | 940 184 | 116 463 |
| Odpisy | 840 184 | 108 130 |
| Ostatní režijní náklady | 100 000 | -10 000 |
| Celkem variabilní + fixní náklady | 5 908 470 | 593 161 |

Stanovení zisku/ztráty/tržby

Prodejní cena jedné tuny pelet je předpokládána na 5 183 Kč bez DPH. Stanovení prodejní ceny vychází z průměrné ceny na trhu, která se pohybuje cca 5 100 Kč/t. Při produkci 1 311,04 t/rok k tržní ceně 5 183 Kč/t jsou roční tržby z produkce pelet **6 795 120 Kč**. Roční zisk je 718 445 Kč. Velikost tržeb je orientační, přesná hodnota je závislá od aktuálního vývoje cen na trhu.

Marže byla stanovena na 15 % z důvodu prodejnosti na trhu

Stanovení ceny 15 % marže

$$M = (V_n + N_v) * m_a = (2\,719 + 1\,787,5) * 0,15 = 676 \text{ Kč}$$

Stanovení daně z příjmu

$$D_p = M * D = 676 * 0,19 = 128 \text{ Kč}$$

Stanovení zisku

$$Z = M - D_p = 676 - 128 = 548 \text{ Kč}$$

Stanovení ročního zisku

$$Z_r = Z * Q_v = 548 * 1\,311,04 = \mathbf{718\,445 \text{ Kč}}$$

Tab. 13 Přehled stanovení ročního zisku

| Výrobní náklady [Kč] | Vstupní náklady za surovinu [Kč] | Marže předpokládaná 15 % [Kč] | Cena celkem [Kč] bez DPH | 19 % DPPO [Kč] | Zisk po zdanění [Kč] | Roční zisk [Kč] |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| 2 719 | 1 787,5 | 676 | 5 183 | 128 | 548 | 718 445 |

Porovnání tržeb z prodeje pelet s doposud prováděným prodejem štěpky a pilin

Tržby z prodeje štěpky: 6 631 200 Kč

Tržby z prodeje pilin: 3 386 040 Kč

Tržby z prodeje jemný štěpky: 1 284 950 Kč

Celkem tržby 11 305 190 Kč

Tržby z prodeje pelet: 6 795 120 Kč

Rozdíl tržeb 4 510 070 Kč

Podnik bude mít tržby z ušlé příležitosti – 4 510 070 Kč za prodej pelet.

10 Varianta III

10.1 Třídící linka

Varianta číslo tři je založena na třídění odpadu z agregátní prizmovací sekačky, kde vzniká jemná štěpka (směs štěpky a pilin). Tím by se mělo dosáhnout lepšího zhodnocení na trhu. Třídící linka je navržena jako sestava dopravníků a samotného třídíče od firmy SG strojírna s.r.o. Třídící linka je umístěna do skladu odpadu. K tomuto zařízení – třídíči by muselo být postaveno přístřeší.

10.2 Technologie výroby (zakreslení třídící linky viz výkres č. 7)

Jemná štěpka z agregátní sekačky bude pomocí pásového dopravníku dopravována ke třídíči na štěpku. Třídíč vytřídí štěpku a piliny, podle velikosti nastavených sít. Takto vytříděná surovina bude volně padat na pásový dopravník s unášeči, který bude vyveden na úložné místo skladu štěpky a pilin. Stroj může pracovat bez přítomnosti obsluhy.

10.3 Zařízení třídící linky

- Třídíč štěpky T – VK 2/2

Stojan stroje a třídící box je svařen z ocelových plechů a profilů. Třídící box je osazen dvojicí jednoduše vyměnitelných třídících sít s kruhovitými otvory 40 mm (horní síto) a 7 mm (dolní síto). Tyto třídíče mohou být vybaveny i jiným počtem sít s libovolnou velikostí otvorů. Pohon stroje zajišťují elektromotory.

Technická data:

| | |
|--------------------|----------|
| Výkon: | 40 prm/h |
| Příkon: | 4 kW |
| Hmotnost zařízení: | 2020 kg |

- Pásový dopravník s unášeči

Slouží k transportu výstupní suroviny.

Technická data:

| | |
|----------------|---------|
| Rozměry: délka | 5000 mm |
| šířka | 300 mm |

Příkon:

1,5 kW

10.4 Výpis vybavení

Vlastním šetřením bylo zjištěno následující:

Tab. 14 Přehled cen a vybavení

| Strojní zařízení + montáž | Příslušenství | Výkon [kW] | Jištění [A] | Cena [Kč] |
|---------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Třídíč T-VK 2/2 | – | 1,5 | 4 | 220 000 |
| Pásový dopravník | – | 1,5 | 4 | 105 000 |
| Pásový dopravník | – | 1,5 | 4 | 105 000 |
| Montáž | – | – | – | 23 000 |
| Celkem | | 4,5 | 12 | – |
| Cena celkem bez DPH | | | | 453 000 |

10.5 Ekonomické zhodnocení

Výpočty nákladů budou uvedeny k výrobě jednoho m³.

10.5.1 Stanovení nákladu za vstupní surovinu na m³

Průměrná cena nakupované kulatiny – výřezů je 2100 Kč/m³. Jemná štěpka tvoří 6,4 %. Což představuje 134,4 Kč/m³ za jemnou štěpku. Z této ceny však vycházeno nebude. Při výpočtu bude počítáno z průměrné ceny na trhu, která činí 310 Kč/prm_s = 886 Kč/m³.

10.5.2 Stanovení ceny energie na provoz třídící linky na m³

Celková spotřeba energie na výrobu jednoho m³ štěpky je 5,5 kWh. Hodinový výkon třídíče 0,737 m³/h štěpky, výpočet viz kapitola 7.2. Cena za jednotku energie činí 5 Kč (<http://www.eon.cz>). Výsledná cena $(5,5/0,737)*5 \doteq 37,31$ Kč/m³ za štěpku.

10.5.3 Stanovení nákladů za odpisy na m³

Majetek je odepisován prostřednictvím lineárních účetních odpisů podle vzorce. Třídící linka je stanovena na dobu užívání devět let.

Výpočet pro rovnoměrné (lineární odepisování):

$$O_d = \frac{V_c}{m} = \frac{430\,000}{9} = 47\,778 \text{ Kč/m}^3$$

Stanovení nákladu na m³

$$N_o = \frac{O_d}{Q_v} = \frac{47\,778}{1\,421,5} \doteq \mathbf{33,61 \text{ Kč/m}^3}$$

Tab. 15 Výpočet odpisu zařízení

| Lineární odepisování | | |
|----------------------|-------------|----------------------|
| Rok | Roční odpis | Zůstatková cena (Kč) |
| 1 | 47 778 | 382 222 |
| 2 | 47 778 | 334 444 |
| 3 | 47 778 | 286 666 |
| 4 | 47 778 | 238 888 |
| 5 | 47 778 | 191 110 |
| 6 | 47 778 | 143 332 |
| 7 | 47 778 | 95 554 |
| 8 | 47 778 | 47 778 |
| 9 | 47 778 | 0 |

10.5.4 Stanovení nákladu na opravy a údržbu za tunu (fond oprav)

$$N_o = \frac{O}{Q_v} = \frac{5\,000}{1\,421} \doteq \mathbf{3,52 \text{ Kč/m}^3 \text{ štěpky}}$$

10.5.5 Stanovení režijních nákladů za tunu

$$N_r = \frac{R}{Q_v} = \frac{100\,000}{1\,421,5} \doteq \mathbf{70,35 \text{ Kč/m}^3 \text{ štěpky}}$$

10.5.6 Náklady celkem

Celkové náklady na výrobu jednoho m³ štěpky je **1 031 Kč**.

Stanovení ročního výkonu

$$Q_v = Q * n * h = 0,737 * 241 * 8 \doteq 1\,421,5 \text{ m}^3/\text{rok} = 4\,062,1 \text{ prm}_s/\text{rok štěpky}$$

Převod z m³ na prm_s viz kapitola 5.1.

Stanovení celkových nákladů za rok

$$N_c = Q_v * N_t = 1\,421,5 * 1\,031 \doteq \underline{\underline{1\,465\,261\text{ Kč}}}$$

10.5.7 Předpokládané roční – měsíční provozní náklady

Tab. 16 Provozní náklady

| Název položky | Kč/rok | Kč/měsíc |
|-----------------------------------|-----------|----------|
| Variabilní náklady: | 1 317 469 | 109 789 |
| Náklady za vstupní surovinu | 1 259 449 | 104 954 |
| Náklady za energie | 53 020 | 4 418 |
| Opravy a údržba | 5 000 | 417 |
| Fixní náklady: | 147 778 | 12 315 |
| Odpisy | 47 778 | 3 981,5 |
| Ostatní režijní náklady | 100 000 | 8 333 |
| Celkem variabilní + fixní náklady | 1 465 261 | 122 105 |

Stanovení zisku/ztráty/tržby

Prodejní cena jednoho prostorového metru je stanovena na 1 392 Kč/m³ bez DPH. Stanovení prodejní ceny vychází z průměrné ceny na trhu. Při produkci 1421,5 m³/rok štěpky a k tržní ceně 1 392 Kč/m³ jsou roční tržby z produkce pelet **1 978 728 Kč**. Roční zisk je 415 657 Kč. Velikost tržeb je orientační, přesná hodnota je závislá od vývoje cen na trhu.

Marže byla stanovena na 30 % z důvodů prodejnosti výrobku na trhu

Stanovení ceny 35 % marže

$$M = (V_n + N_v) * m_a = (145+886)*0,35 = 361\text{Kč}$$

Stanovení daně z příjmu

$$D_p = M * D = 361 * 0,19 = 68,6\text{ Kč}$$

Stanovení zisku

$$Z = M - Dp = 361 - 68,6 = 292,4 \text{ Kč}$$

Stanovení ročního zisku

$$Z_r = Z * Q_v = 292,4 * 1\,421,5 = \mathbf{415\,657 \text{ Kč}}$$

Tab. 17 Přehled stanovení ročního zisku

| Výrobní náklady [Kč] | Vstupní náklady za surovinu [Kč] | Marže předpokládaná 35 % [Kč] | Cena celkem [Kč] | 19 % DPPO [Kč] | Zisk po zdanění [Kč] | Roční zisk [Kč] |
|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| 145 | 886 | 361 | 1 392 | 68,6 | 292,4 | 415 657 |

Porovnání tržeb z prodeje vytříděné štěpky s doposud prováděným prodejem štěpky.

Tržby z prodeje jemný štěpky: 1 284 950 Kč

Tržby z prodeje vytříděné štěpky: 1 978 728 Kč

Rozdíl tržeb 693 778 Kč

Podnik bude mít vyšší tržby z prodeje vytříděné štěpky o 693 778 Kč.

11 Diskuze

Diplomová práce se zabývala způsobem zpracování odpadu z pily ve Slavonicích. Nejprve byl zjišťován současný stav provozu, technologické vybavení a způsob nakládání s odpadem. Pořizovací cena zařízení a prodejní cena výsledného produktu byla směrodatná pro návrhy nového zpracování dřevařského odpadu. Následovalo výzkumné šetření aktuální situace na trhu s dřevařským odpadem. Vlastním šetřením bylo zjištěno, že na trhu je distribuce s dřevařským odpadem ve formě sypké frakce nebo lisovaných produktů. Dobře zhodnocená je surová sypká (vytříděná) frakce ve formě štěpky a pilin, která je odkupována velkými závody. Těmito závody jsou podniky vyrábějící velkoplošné materiály, např. dřevotřískové desky, OSB desky nebo papírny. Dalším využitím je netříděná sypká frakce, která je spalována v teplárnách a spalovnách k výrobě elektrické energie nebo tepla. Lisovaná forma je dalším produktem, po kterém je v současné době na trhu veliký zájem, ten se dělí na pelety a brikety.

Po průzkumu trhu, dlouhém a uvážlivém zkoumání a shromažďování informací bylo rozhodnuto pro dvě varianty přeměny dřevěného odpadu do lisované formy ekologického a ekonomického zdroje tepla. První varianta se zabývá výrobou briket. Druhá varianta výrobou pelet. Z těchto dvou variant bude vybrána z ekonomického hlediska pro pilařský závod ta nejvýhodnější.

Než byly zpracovány jednotlivé varianty, bylo zjištěno množství vyprodukovaného odpadu za časový interval jednoho roku, dále pak jeho prodejní ceny v surovém stavu. Jedním z parametrů byly i skladovací kapacity podniku. Důležitým faktorem bylo, aby pořizovací a provozní náklady linky nadměrně nezatížily finanční stabilitu podniku.

Briketovací a peletovací linka upravují dřevní odpad do slisovaného tvaru. Výstupem briketovací linky jsou dřevěné brikety o průměru 40 – 100 mm a délky 300 mm. Produktem peletovací linky jsou dřevěné pelety o průměru 6 – 8 mm a délkou 5 – 40 mm. Obě linky na zpracování odpadu jsou z hlediska technologie velice podobné. Liší se však výstupním lisovacím zařízením.

Brikety jsou vhodné k vytápění s topeništěm na dřevo - krby, kachlová kamna a kotle ústředního vytápění. Nejvyšší účinnosti dosahují v kotlích na dřevoplyn. Oproti tomu

pelety jsou rozměrově menší, a proto jsou víceméně spalovány v kotlích s automatickým podáváním. Použitím automatických kotlů zajišťuje uživateli vyšší komfort při vytápění. Výhodou lisovaného odpadu je větší koncentrace energie v jednotce objemu, která je výhodná při skladování a dopravě. Obecně lze stanovit, že na jeden čtvereční metr prostoru skladu se ve slisovaném stavu vejde více materiálu než ve stavu surovém. Z toho vyplývá výhoda lisování materiálu z hlediska ušetřeného prostoru, který se může nadále využít k jiným potřebám podniku. Mezi další výhodou je snížení vlhkosti produktu na nízkou vlhkost, tím nedochází k zapaření, tvorbě plísní a vzniku požáru.

Nevýhodou slisovaného materiálu je jeho uskladnění ve venkovních prostorách. Brikety i pelety při navlhnutí nabobtnají a tím hůře využitelnými. Po slisování je nutné je ihned balit do nepropustných materiálů.

K výrobě briket byl navržen systém z technologických částí od firmy BRIKLIS s.r.o. s lisovacím strojem BRISUR 400. Tato společnost patří mezi špičku na tuzemském trhu s dlouholetou výrobní tradicí těchto strojů a zároveň patří mezi nejdostupnější a nejúspěšnější producenty těchto linek na výrobu briket. Relativně nízká pořizovací cena je zapříčiněna použitím hydraulického pístového lisovacího mechanismu oproti konkurenci, která používá lisovací mechanismus šnekový. Toto zařízení je výhodné zejména pro menší a střední podniky. Briketovací linka se liší od peletovací linky nižšími náklady na výrobu jedné tuny slisovaného materiálu. Briketovací linka umožňuje zpracovávání větší vstupní frakce s nižším počtem strojů.

Pořizovací náklady na tuto linku výrobce těchto zařízení stanovil na 6 096 730 Kč bez DPH. Náklady na provoz zařízení za období jednoho kalendářního roku včetně vstupního materiálu byly vypočítány na 5 128 184 Kč bez DPH. Prodejní cena vzniklého produktu byla stanovena kurzem trhu na 5 086 Kč/t bez DPH (k 20. 3. 2015). Tržby z celkové produkce za rok činí 6 667 949 Kč. Tyto tržby jsou nižší než tržby z prodeje sypké frakce. Rozdíl činí 4 637 241 Kč.

K výrobě pelet byl navržen systém z technologických částí od firmy EPIMEX s.r.o. s lisovací strojem N-CO. Tato firma byla vybrána z důvodu dobrých referencí na dodávku kvalitních strojů z Itálie a Německa, s dlouholetou tradicí prodeje na tuzemském trhu. Český distributor zajišťuje kompletní servis, náhradní díly a zaškolení obsluhy stroje.

Pořizovací náklady na navrženou linku byly stanoveny na 7 973 932 Kč bez DPH. Náklady na provoz zařízení za období jednoho kalendářního roku včetně vstupního materiálu byly vypočítány na 5 908 470 Kč. Prodejní cena vzniklého produktu byla stanovena kurzem trhu na 5 183 Kč/t bez DPH (k 20. 3. 2015). Tržby z celkové produkce za rok činí 6 795 120 Kč. Tyto tržby jsou nižší než tržby z prodeje sypké frakce. Rozdíl činí 4 510 070 Kč.

Při dokončení návrhů na modernizaci nakládání s odpadem na pile ve Slavonicích a porovnání obou variant bylo dospěno k zjištění, že obě varianty jsou pro podnik ekonomicky nevyhovující. Zakoupení briketovací nebo peletovací linky by bylo pro podnik finančně velice náročné, a pravděpodobně by se staly nerentabilní investicí – do doby dokud bude surová sypká frakce odkupována za současné ceny. Prodejní cena briket i pelet je ovlivněna množstvím vstupního surového materiálu, ale i cenou, kterou prodává konkurence, která může mít levnější vstupní surovinu. Zbudováním takovéto linky by mohlo ohrozit ekonomickou stabilitu podniku, Z tohoto důvodů byla navržena třetí varianta.

Třetí varianta je zaměřena na vylepšení stávajícího způsobu zpracování odpadu. Současným velkým odběratelem třískového odpadu jsou velké podniky, které ho využívají k dalšímu zpracování. Dřevařský podnik nemůže za současného technického vybavení prodávat těmto firmám veškerý odpadní materiál. Proto byla navržena třídící linka k agregátní sekačce, kde dochází k produkci směsného dřevařského odpadu (piliny a štěpky různé frakce). Tím bude umožněno zvednout procento tříděného odpadu. Takto získaná odpadní surovina má vyšší prodejní hodnotu než samotná „směs“.

Třídící linka byla sestavena ze dvou dopravníků a jednoho třídíče od firmy SG strojírna s.r.o. Tato firma byla vybrána z důvodu dobrých referencí na trhu. Jakožto výrobcem zabývající se dřevařskou technologií. Pořizovací náklady na tuto linku byly vypočítány na 453 000 Kč bez DPH. Náklady na provoz zařízení za období jednoho kalendářního roku včetně vstupního materiálu jsem vypočítal na 1 465 556 Kč bez DPH. Prodejní cenu vzniklého produktu jsem stanovil kurzem trhu na 1 392 Kč /m³ bez DPH = 487,2 Kč/prm_s bez DPH (k 20. 3. 2015). Tržby k celkové produkci za rok činí 1 978 728 Kč bez DPH. Tržby z celkové produkce za rok činí 6 795 120 Kč. Tyto tržby jsou vyšší než

tržby z prodeje sypké frakce. Rozdíl činí 693 778 Kč. Nákup této linky je pro firmu výhodnější. Nadměrně nezatíží ekonomickou stabilitu.

12 Závěr

Tato diplomová práce se věnovala návrhem moderního zpracování dřevního odpadu na pile ve Slavonicích. Práce byla navržena podle současných požadavků podniku. Ohled byl brán nejen na technologické a technické řešení, ale i na ekonomickou stránku a finanční stabilitu podniku. Úkolem bylo najít nejvhodnější nové řešení nakládání s pilařským odpadem a tím zvýšit příjmy podniku.

Po bližším seznámení se samotným provozem pily, s jednotlivými výrobními celky, s množstvím vyprodukovaného odpadu a rozbořem situace s vedením podniku byly zvoleny tři varianty. Každá z variant je podložena technickou a výkresovou dokumentací, obsahuje podrobný popis technologického toku, strojní zařízení s jeho parametry, dále uvádí spotřebu energie na zpracování jedné tuny odpadního materiálu a konkrétního nejvhodnějšího dodavatele celého strojního zařízení. Po dohodě s vedením pily byly stanoveny konkrétní požadavky na výkon nového stroje, finanční limity na nákup a na náklady spojené s provozem.

Varianty byly vyhodnoceny z hlediska investičních a provozních nákladů, z počtu pracovníků obsluhujících toto strojní zařízení a ze spotřeby energie na provoz. Součástí investičních hledisek byla i možnost odpisu nového zařízení z daní podniku. Doba odepisování strojního zařízení byla stanovena na 9 let.

Po vypracování jednotlivých návrhů, porovnání s nastavenými limity, byla vybrána nejlepší varianta. Tou je vybudování třídící linky, která by byla pro podnik z hlediska nákupu finančně nejméně náročná s nejvyšším přínosem nové investice. Briketovací i peletovací linky byly finančně náročné. Výstupní produkt byl nerentabilní a výsledný zisk s porovnáním s doposud prováděným prodejem dřevařského odpadu by byl dokonce ztrátový. Třídící linka by umožnila další roztřídění dřevního odpadu z prizmovací sekačky a tím by lépe zhodnotila odpad, který byl původně určen ke spalování. Roztříděním odpadu by vznikla štěpka a piliny. Tímto by bylo zvýšeno procento prodeje odpadního materiálu. Zároveň by se snížilo množství odpadu určeného pouze ke spalování s nižší výkupní cenou.

Výsledky této diplomové práce poslouží pilařskému záводу ve Slavonicích jako zdroj informací k možnostem nakládání s odpadem. Současně také jako podklad k realizaci případné nové investici.

13 Summary

This Diploma thesis was devoted on proposal of modern elaboration of waste from sawmill in Slavonice. Thesis was designed according to present requirements of the company. Economic part and financial stability of the company were taken into consideration as well as technological and technical solutions. The task was to find the most advantageous solution of management with sawmill waste and increase the company's revenues.

After closer acquaintance with the working of sawmill, with the individual production unit, with amount of produced waste and analysis of the situation of the management of the company were selected three variants. Each of these variants are supported by technical drawings and documentation contains a detailed description of technological flow and machinery with its parameters. After agreement with the leadership of sawmill were established specific requirements of output, the financial limits for purchase and costs for operation of the new machine.

After drafting of individual proposals, compare with set limits was chosen the most advantageous variant. That is a build of a sorting line which would be the cheapest way from point of view of purchase costs with the greatest benefits of new investment. Briquetting and pelletizing line were too expensive. The output product was unprofitable and the resulting profit is negative with compare with sold of sawmill waste which is used at the present. The sorting line would be able to sort of wood waste from chipping headrig and valorise waste destined for burning. The results of this Diploma thesis are source of information what to do with waste in sawmill in Slavonice. It is also a basis for realization of a new investment.

14 Použité zdroje

14.1 Knižní literatura

- PODKLADY PÍLY VE SLAVONICÍCH
- TECHNICKÉ LISTY BRIKETOVACÍ LINKY BRISUR
- ANDERT, D. -- SLADKÝ, V. -- ABRAHAM, Z. -- Energetické využití pevné biomasy. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2006. 59 s.
- DETVAJ, J. Technológia piliarskej výroby. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. 232 s. ISBN 80-228-1248-X.
- FRONIUS, K. Gatter Nebenmaschinen Schnitt- und Restholz- behandlung. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart, 1991. 327 s. Arbeiten und Anlagen im Sägewerk. ISBN 3-87181-333-8.
- HASAL, P., et al. Chemické inženýrství I. 2. vydání. Praha: VŠCHT Praha, 2007. 350 s. ISBN 978-80-7080-002-7.
- JEVIČ, P. -- HUTLA, P. – ŠEDIVÁ, Z. Udržitelná výroba a řízení jakosti tuhých paliv na bázi agrárních bioproduktů: metodická příručka. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008. 132 s.
- KLEPÁRNÍK, J., (2013) Příprava, vlastnosti a využití tuhých biopaliv – vybrané aspekty. Mendelova univerzita v Brně.
- KRIŽAN, P., MATÚŠ, M., 2009, Doležitost druhu lisovaného materiálu při briketování a peletování. In Sborník příspěvků ze semináře „Energie z biomasy X“. VUT v Brně, 2009. 123 s. ISBN 978-80-214-4027-2.
- LYČKA, Z – Dřevní peleta aneb peleta mýtu zbavená. Krnov: LING Vydavatelství s.r.o., 2011. 66 s.
- MATÚŠ, M., KRIŽAN, P., 2009, Indetifikácia väzbotvorných mechanizmov v procese zhutňovania biomasy a ich vplyv na konštrukciu zhutňovacích strojov. In Sborník příspěvků ze semináře „Energie z biomasy X“. VUT v Brně, 2009. 123 s. ISBN 978-80-214-4027-2.
- MIAO, Z., GRIFT, T.E., HANSEN, A.C., Ting, K.C. (2011) Energy requirement for comminution of biomass in relation to particle physical properties. Industrial Crops and Products 33: p.504–513.

- PLÍŠTIL, D.: Briketování biomasy. In Sborník VUZT: Sborník přednášek z odborného semináře Zemědělská technika abiomasa, VÚZT, 2003, ISBN 80-903271-1-7.

14.2 Internetové zdroje

- AKAHL [online] citováno 10-3-2015 Dostupné na WorldWide Web: <http://www.akahl.de/akahl/en/products/biomass_pelleting/wood_pelleting/>
- ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA [online] citováno 1-3-2015 Dostupné na WorldWide Web: <www.cnb.cz>
- E-ON [online] citováno 1-3-2015 Dostupné na WorldWide Web: <<http://www.eon.cz/>>
- KUTIL, Antonín: Ekonomické podmínky využívání energetické biomasy. Biom.cz [online]. 2001-12-10 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ekonomicke-podminky-vyuzivani-energeticke-biomasy>>. ISSN: 1801-2655.
- LEVNÉ STROJE [online] citováno 10-3-2015. Dostupné na WorldWide Web: <<http://www.levnestroje.cz/drevoobrabeci-stroje/briketovaci-lisy/briketovaci-lisbrikstar-25-az-400.html>>
- PROGRES MORAVIA [online] citováno 10-3-2015. Dostupné na WorldWide Web: <<http://www.progresstechnology.cz/strojni-a-technologicka-zarizeni/katalog/strojni-a-technologicka-zarizeni/separatory-pftech/snekovy-lis.html>>
- SLADKÝ, Václav: Dřevní peletky - standardní fytopalivo budoucnosti. Biom.cz [online]. 2001-12-11 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-peletky-standardni-fytopalivo-budoucnosti>>. ISSN: 1801-2655.
- STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Brikety z biomasy - dřevěné, rostlinné, směsné brikety. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2015-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/brikety-z-biomasy-drevene-rostlinne-smesne-brikety>>. ISSN: 1801-2655.
- TERIER citováno 10-3-2015. Dostupné na WorldWide Web: <<http://www.terier.cz/cz/732/2/nozovy-mlyn-g-400-600/nozove-mlyny/katalogove-listy.htm>>.

- TZB – INFO citováno 10-3-2015. Dostupné na WorldWide Web: <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/117-objemove-hmotnosti-paliv-ze-dreva>.
- VERNER, Vladimír: Alternativní pelety. Biom.cz [online]. 2007-12-31 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/alternativni-pelety>>. ISSN: 1801-2655.

15 Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1. Letecký snímek pily ve Slavonicích, GPS 48.9944953N, 15.3461517E (www.mapy.cz)..... | 16 |
| Obr. 2. Schéma závodu | 18 |
| Obr. 3. Sklad výřezů | 19 |
| Obr. 4. Rámová pila..... | 19 |
| Obr. 5. Sklad řeziva | 20 |
| Obr. 6. Sklad odpadů | 20 |
| Obr. 7. Schéma technologického toku skladu výřezu..... | 22 |
| Obr. 8. Schéma technologického toku: vlevo rámové a rozmítací pily, vpravo agregátní prizmovací sekačky..... | 25 |
| Obr. 9. Hrubá štěpka | 27 |
| Obr. 10. Jemná štěpka..... | 28 |
| Obr. 11. Piliny..... | 29 |
| Obr. 12 Kůra | 29 |
| Obr. 13, 14 Princip granulačního lisu: vlevo prstencový (Andert et al. 2006), vpravo deskový (http://akahl.de) | 33 |
| Obr. 15 Mechanický klikový lis (Andert et al. 2006)..... | 36 |
| Obr. 16 Hydraulický pístový lis (http://levnestroje.cz) | 37 |
| Obr. 17 Šnekový lis (http://progresstechnology.cz) | 38 |
| Obr. 18 Bubnová sušárna (technické listy briketovací linky BRISUR) | 43 |
| Obr. 19 Násypka sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR) | 44 |
| Obr. 20 Výsypka sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR) | 45 |
| Obr. 21 Šnekový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR) | 45 |
| Obr. 22 Pásový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR)..... | 46 |
| Obr. 23 Vibrační třídič (technické listy briketovací linky BRISUR) | 47 |
| Obr. 24 Teplovzdušný kotel (technické listy briketovací linky BRISUR)..... | 49 |
| Obr. 25 Odlučovač prachu (technické listy linky briketovací BRISUR) | 49 |
| Obr. 26 Ventilátor sušárny (technické listy briketovací linky BRISUR) | 50 |
| Obr. 27 Nožový mlýn (http://terier.cz) | 51 |
| Obr. 28 Šnekový dopravník (technické listy briketovací linky BRISUR) | 52 |
| Obr. 29 BrikStar 400 (technické listy briketovací linky BRISUR) | 52 |

16 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Objem zpracované a získané dřevní hmoty | 26 |
| Tab. 2 Poměrová tabulka objem / cena | 27 |
| Tab. 3 Poměrová tabulka objem / cena | 27 |
| Tab. 4 Poměrová tabulka objem / cena | 28 |
| Tab. 5 Poměrová tabulka objem / cena | 29 |
| Tab. 6 Přehled cen a vybavení | 53 |
| Tab. 7 Výpočet odpisu zařízení | 56 |
| Tab. 8 Provozní náklady | 58 |
| Tab. 9 Přehled stanovení ročního zisku | 59 |
| Tab. 10 Přehled cen a vybavení | 65 |
| Tab. 11 Výpočet odpisu zařízení | 68 |
| Tab. 12 Provozní náklady | 69 |
| Tab. 13 Přehled stanovení ročního zisku | 70 |
| Tab. 14 Přehled cen a vybavení | 72 |
| Tab. 15 Výpočet odpisu zařízení | 73 |
| Tab. 16 Provozní náklady | 74 |
| Tab. 17 Přehled stanovení ročního zisku | 75 |

17 Seznam příloh

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Číslo výkresu 1. briketovací linka | půdorys |
| Číslo výkresu 2. briketovací linka | řez A – A |
| Číslo výkresu 3. briketovací linka | řez B – B |
| Číslo výkresu 4. peletovací linka | půdorys |
| Číslo výkresu 5. peletovací linka | řez A – A |
| Číslo výkresu 6. peletovací linka | řez B – B |
| Číslo výkresu 7. třídící linka | půdorys |
| Číslo výkresu 8. třídící linka | řez A – A |
| Číslo výkresu 9. třídící linka | řez B – B |