

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ
KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Zdeněk Šafra

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ**

Studijní obor: **DŘEVAŘSKÉ INŽENÝRSTVÍ**



**NÁVRH REKONSTRUKCE
PILAŘSKÉHO PROVOZU**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Monika Kvietková, Ph. D.

Autor:
Bc. Zdeněk Šafra

Praha, 2015

Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem lidem, kteří mi pomohli při tvorbě diplomové práce. V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Monice Kvietkové, Ph.D. Pak bych chtěl také poděkovat vedoucímu ZZD Dlouhá Ves Ing. Petru Hlavsovi za poskytnuté informace a možnost napsat diplomovou práci. A v neposlední řadě rodičům, za to že mi umožnili studium.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Návrh rekonstrukce pásové pily vypracoval samostatně pod vedením Ing. Moniky Kvietkové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze, dne 15.04.2015

Podpis autora

Abstrakt

Tématem diplomové práce je návrh rekonstrukce pilařského provozu, ve kterém je jako hlavní stroj používána kmenová pásová pila. V této práci jsem se zaměřil na provoz ve firmě ZZD Dlouhá Ves, který náleží do holdingu LESS. Tuto firmu jsem si zvolil, neboť její prostředí je mi velmi známé. V minulosti jsem v této firmě pracoval v rámci rozšiřování svých praktických zkušeností se zpracováním dřeva, od přípravy surového dřeva až po výrobu řeziva. Tato diplomová práce bude po svém dokončení poskytnuta vedení managementu firmy pro zvážení navržených vylepšení a jejich případnou implementaci ve výrobě. Z tohoto důvodu mi byl poskytnut přístup ke kompletní technické dokumentaci součástí výrobní linky a současně používaných technologických postupů. Diplomová práce je tak založena na datech z reálného provozu.

Klíčová slova: Pilařský provoz, řezivo, výrobní linka, kmenová pásová pila

Abstract:

The topic of the thesis is to design the reconstruction of sawmill operations, which is the bandsaw used as a main machine. In this work I focused on the operation of the company ZZD Dlouhá Ves, which belongs to the holding LESS. I chose this company, because it's environment is very familiar to me. I have worked in this company in the past, as part of the expansion of their practical experience in wood processing, from the preparation of raw timber to timber production. This thesis will be after its completion given to the management of the company for consideration of proposed improvements and their possible implementation in production. For this reason, I was able to access the technical documentation part of the production line, with technological procedures. The thesis is based on data from actual operations.

Keywords: Sawmill, timber, production line, bandsaw

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce.....	12
3	Metodika.....	13
4	Historie současné firmy	14
4.1	Lokalita	14
4.2	Historický vývoj oblasti	15
5	Současný provoz a výroba.....	17
5.1	Informace o firmě.....	17
5.2	Strategie společnosti.....	18
5.3	Struktura odběratelů dodavatelů a konkurence v oblasti	18
5.4	Obchodní činnost	18
5.5	Kvalita výroby, vyráběné sortimenty	19
6	Výrobní provoz.....	21
6.1	Charakteristika pilnice	21
6.2	Znázornění pozic strojů v pilnici.....	24
6.3	Kmenová pásová pila a soupis strojního zařízení	25
6.4	Popis současné pásové pily Primultini	28
6.5	Zpracování dřevního odpadu.....	42
7	Údržba a zajištění provozu	44
8	Hodnocení současného stavu.....	48
8.1	Možnosti řešení	50
8.2	Návrh rekonstrukce	50
9	Vyhodnocení práce	57
9.1	Výběr zkracovací pily	57
9.2	Výběr rozmítací pily	58
9.3	Návrh instalace detektoru kovů.....	59
9.4	Ekonomické posouzení investice	60
10	Závěr	63
11	Seznam použité literatury	64

Seznam obrázků

Obrázek 1 Mapa oblasti ^[26]	15
Obrázek 2 Foto objektu s popisem ^[26]	17
Obrázek 3 Sklad odkorněných výřezů	27
Obrázek 4 Přísum výřezů do pilnice	27
Obrázek 5 znázornění pořezu ^[24]	29
Obrázek 6 pásová pila primultini	30
Obrázek 7 Vozík mód CFI	32
Obrázek 8 rozmítací pila Lamelo 65	33
Obrázek 9 Rozmítací pila SINS ZODIAK 901	34
Obrázek 10 Omítací pila OM 32	35
Obrázek 11 Zkracovací pila Schmalz	36
Obrázek 12 Frézovací odkorňovač s reduktorem kořenových náběhů	37
Obrázek 13 Sekačka dřevního odpadu	39
Obrázek 14 Komorová sušárna MK 420	40
Obrázek 15 Postup plnění Komorové sušárny	40
Obrázek 16 Impregnační vana	41
Obrázek 17 Dřevní odpad piliny	42
Obrázek 18 Dřevní odpad hnědá štěpka	43
Obrázek 19 Čelní drapákový nakladač	44
Obrázek 20 Vysoko zdvižný vozík	44
Obrázek 21 Úprava zubů	45
Obrázek 22 Stojan na uložení pil pásů	46
Obrázek 23 PWR 301 ^[29]	51
Obrázek 24 Rozmítací pila Winter Multimax 170 ^[31]	52
Obrázek 25 ORP 750/160 Pila omítací a rozmítací ^[24]	53
Obrázek 26 Zkracovací pila na dřevo JAVES ^[31]	54
Obrázek 27 Zkracovací pila OMGA 1000 – AUT ^[28]	55

Seznam tabulek

Tabulka 1 Objem vyráběného sortimentu.....	19
Tabulka 2 Ceny odpadu.....	42
Tabulka 3 Zkracovací pila Schmaltz.....	48
Tabulka 4 Rozmítací pila Lamelo 65.....	49
Tabulka 5 Srovnání parametrů zkracovacích pil.....	57
Tabulka 6 Srovnání parametrů rozmítacích pil.....	58
Tabulka 7 Pořizovací náklady vybavení.....	60
Tabulka 8 Splátkový kalendář.....	61
Tabulka 9 Odpisový plán.....	62

Seznam schémat

Schéma 1 Znázornění pozic strojů v pilnici.....	24
Schéma 2 Pásová pila.....	31
Schéma 3 Stávající odkorňovač.....	59
Schéma 4 Odkorňovač napojený na detektor kovů.....	59

1 Úvod

Stejně tak jako v jiných odvětvích, tak i v dřevozpracujícím průmyslu je snahou výrobce maximálně ekonomicky využít zpracovávanou surovinu. To v praxi znamená dosahovat co největší výtěžky a co nejvyšší kvality vyráběného sortimentu. Z těchto důvodů většina pilařských provozů zákonitě musí procházet inovacemi, dále se rozvíjet a snažit se zlepšovat pracovní prostředí.

Diplomová práce bude prováděna na pilařském provozu ZZD Dlouhá Ves. Tento pilařský provoz jsem si vybral, protože jsem si zde prohluboval praktické znalosti v průběhu mého studia a pracoval jsem zde prakticky na všech dělnických pozicích. Pilařský provoz tedy velmi dobře znám a to ne jenom jeho strojní zázemí ale i veškeré poměry v této firmě. Výroba a provoz probíhá, v posledních dvou desetiletích takřka beze změny. Vzhledem k získaným znalostem poměrů ve firmě jsem se rozhodl v rámci této diplomové práce analyzovat současné výrobní procesy pilařského provozu a navrhnout možné inovace, které by mohly přispět k zefektivnění stávající výroby, popřípadě zlepšit pracovní podmínky na pracovišti.

2 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení současného stavu a návrh rekonstrukce pilařského provozu. Diplomová práce je zaměřena na konkrétní výrobní linku v existující firmě.

K naplnění hlavního cíle diplomové práce je zapotřebí provést několik dílčích kroků. Zaznamenat vývojovou genezi pilařského podniku. V oblasti západní Šumavy mají pilařské provozy velkou historickou tradici. Dále zjistit a popsat současný stav pilařského provozu. S tím souvisí i zaznamenání veškerého strojového a dalšího vybavení provozu. Zjištění slabin ve výrobě jejich popsání a následný návrh rekonstrukce určených částí výroby. V neposlední řadě je potřeba zhodnotit ekonomické zatížení firmy, které bude vyvoláno samotnou rekonstrukcí.

3 Metodika

Nejdříve bude zapotřebí získat veškeré informace z firmy ZZD Dlouhá Ves.

- Soupis a parametry strojního vybavení
- Zjištění ročního pořezu, zastoupení druhů zpracovávané suroviny, objemy odpadu
- Vyráběný sortiment
- Firemní struktura
- Ostatní informace

Následně budou veškeré získané informace zpracovány. Po zpracování se vyhodnotí a navrhnu možnou inovaci pro pilařský provoz. Tato inovace bude konzultována s vedením firmy. Nedílnou součástí práce bude i navržení možností financování inovace. Financování úvěrem nebo financování hotovostní platbou. V práci bude také zpracován odpisový kalendář. Na závěr bude potřeba zhodnotit celou práci a důkladně seznámit firmu s možnostmi jednotlivých inovací.

4 Historie současné firmy

Firma byla založena v roce 2003 jako dceřiná společnost holdingu LESS. V současné době patří k významným zpracovatelům přesílené kulatiny. Zabývá se komplexním zpracováním převážně přesíleného kvalitního certifikovaného jehličnatého dřeva, s většinovým zastoupením smrku. Postupně roste i podíl borovice a modřínu a stále větší roli hraje i zpracování listnatého dřeva. Společnost provozuje čtyři pily v České republice (Čáslav, Bohdaneč, Vlachovice, Dlouhá Ves) a dva závody na výrobu lepených hranolů a nábytkářských polotovarů. Většina zásob kulatiny pro pilnici pochází z pohoří Šumava. ^[22]

4.1 Lokalita

Společnost ZZD Dlouhá Ves u Sušice se nachází v lokalitě jihozápadních Čech v podhůří Šumavy asi 8 km od Sušice a 5 km od obce Hartmanice. Za velkou výhodu lokality považují to, že v oblasti je dostupnost dřevní suroviny z Národního parku Šumava a dostatečný počet kvalifikovaných pracovníků z oboru. V obci je dlouholetá tradice dřevařské výroby, tím pádem mají místní obyvatelé dlouholetou praxi v oboru. Provozovna je napojena na silniční síť, v případě nutnosti i na železniční síť, ale ta se dnes nepoužívá.



Obrázek 1 Mapa oblasti ^[26]

4.2 Historický vývoj oblasti

Oblast byla využívána od stavby plavebních kanálů na dřevo z Šumavských lesů. Poslední plavba proběhla v r 1958. Toto se odehrávalo v areálu firmy ZZD Dlouhá Ves. Docházelo zde k zastavení, rozebrání vorů, skládání dřeva do hrání a poté odvoz na zpracování. Po roce 1958 přejímají lokalitu Vojenské lesy a vytvořily zde dřevosklad. Byly zde postaveny tři linky. Linka Emil 60 byla určena na manipulaci silného dřeva. Zdravé dřevo bylo okamžitě expedováno do bývalé Jugoslávie a vše ostatní bylo předáváno na štípačku. Tato linka byla v provozu od r 1960-1980. Manipulační linka Emil 25 byla určena na slabou hmotu. Vyráběli se zde telefonní sloupy, dřevo pro chmelnice. A vše ostatní bylo expedováno na vlákninu. A

manipulační linka H 22 ta byla určena na tyčovinu. Dále byl přímo v budovách, kde v současné době probíhá výroba tzv. jemnořez.

V tomto prostoru byly umístěny dvě pásové pily, rozmítací a zkracovací pila. Tyto stroje se zabývaly výrobou prken s rozměry podle požadavků zákazníka délky pouze 160 cm. Tyto polotovary se exportovaly.

V roce 1975 proběhla rekonstrukce, aby se mohla zpracovávat kulatina délky 5 m. A začala zde výroba obalů zejména palet, bedýnek na ovoce, obalů na motorčky dodávané ČZ Strakonice. Nástroje byly používány s tvrdé oceli a doplněny SK plátky, vznikaly jemné piliny, které byly exportovány do Německa. Na pozemcích dnešní ZZD Dlouhá Ves byl velký sklad řeziva a výroba dřevěných obalů. Výřezy byly dodávány do podniku Solo Sušice a to především pilnice v okolí Chlum, Červená a Sušice. A další produkty byly podle zakázky a přání zákazníka exportovány nákladní dopravou nebo po železnici ze Sušice.

5 Současný provoz a výroba

5.1 Informace o firmě

ZZD Dlouhá Ves u Sušice

Dlouhá Ves 286, 342 01

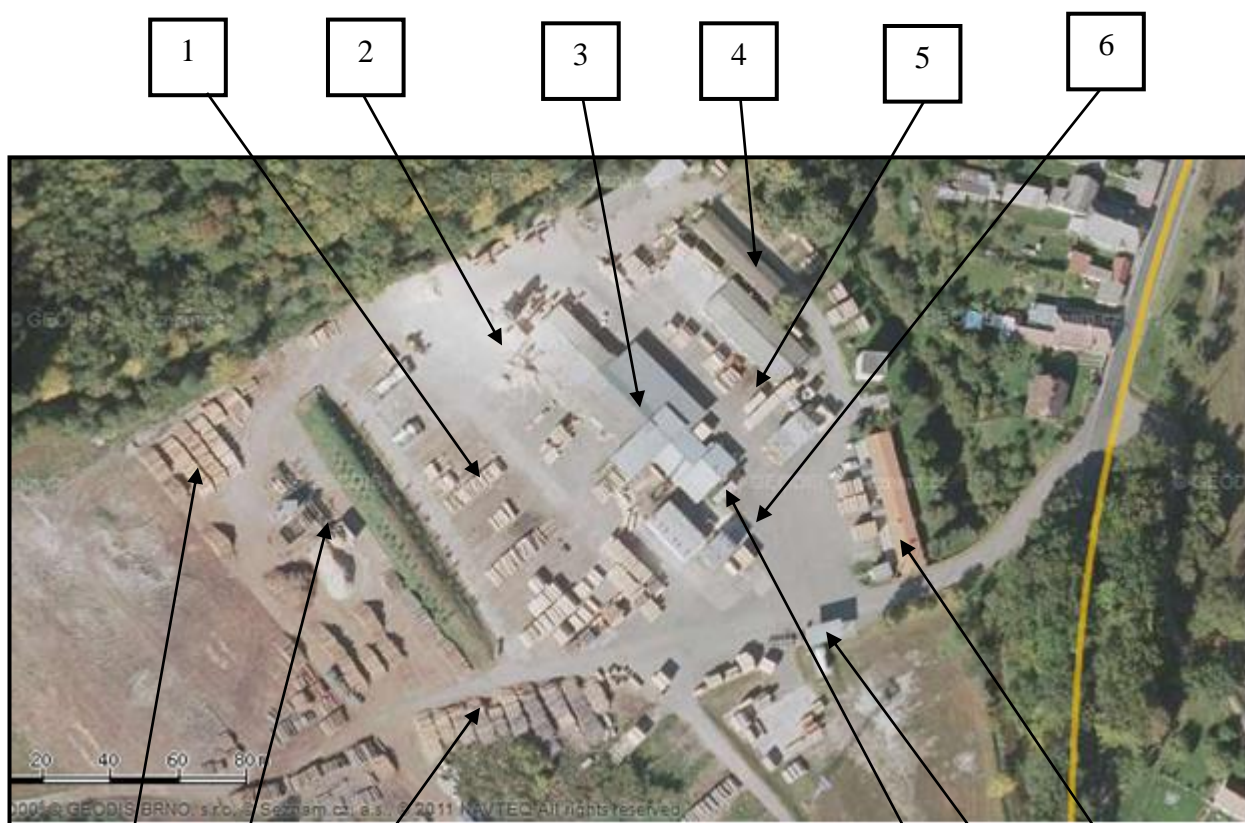
Roční pořez - 45000 m³

Průměry kulatiny - Pásová pila je schopna 1000 mm

Zpracovávané dřeviny seřazené podle zastoupení – SM (smrk), BO (borovice), MD (modřín), DB (dub).

Počet zaměstnanců - 50 osob

Směnnost - 2 dvanáctihodinové směny



Obrázek 2 Foto objektu s popisem ^[26]

1. Sklad odkorněné kulatiny, 2. Sklad dřevního odpadu, 3. Pilnice 4. Údržbářská dílna, 5. Sklad řeziva, 6. Sušárna řeziva, 7. Sklad neodkorněné kulatiny, 8. Odkorňovač, 9. Manipulační místo, 10. Impregnační vana, 11. Zásobník pohonných hmot, 12. Administrativní budova

5.2 Strategie společnosti

Společnost se zaměřila v technologii pásové pily, splňuje požadavek třídění podélným řezem a podtrhuje individuální přístup ke dříví. Po odříznutí jednotlivých prken či prizem lze pružně reagovat na změny v jakosti zpracovávaného výřezu, ideální produkce díky přesné kombinaci rozměru a kvality, docílení dobrého zpeněžení výsledného produktu a eliminace zvýšených nákladů pořezu. Jedním z klíčových záměrů je maximální využití veškeré biomasy. Zpracovávají se tak veškeré vznikající „odpady“, které slouží jak k výrobě vlastního tepla (např. pro sušárny), tak na prodej do papíren. Popřípadě piliny na výrobu pelet a briket. ^[26]

5.3 Struktura odběratelů dodavatelů a konkurence v oblasti

Zvolená firma má smluvně zajištěn pravidelný přísun kvalitní dřevní hmoty, který se opírá o propracovaný systém nákupu dřeva a jeho osobní přejímky u dodavatelů. Jsou určeni pracovníci, kteří osobně dohlížejí na nákup kulatiny na odvozovém místě. Společnost dbá na precizní zpracování dřeva a věnuje maximální pozornost kvalitě a kontrole celého výrobního procesu. ^[26]

V dopravě se společnost opírá o zkušenosti a dovednosti společnosti LESS & FOREST s.r.o., která patří mezi evropské dopravce kulatiny.

5.4 Obchodní činnost

Doporučení týkající se kulatiny:

V automatických pilařských provozech musí být kulatina před navedením k pásové pile prohlédnuta a vybrána podle kritérií pro velikost a lineárnost kmene. Tak se snižuje počet nutných zákroků v nebezpečné zóně. Kulatina musí být prohlédnuta, aby se zjistila přítomnost cizích těles, jako jsou kameny, kovové úlomky, hřebíky, kulky. Čištění nebo odkornování tuto prohlídku usnadní. Předpokládáme-li přítomnost cizích těles uvnitř kmene, např. ve spodní části kmenů, doporučuje se nasadit detektor kovů. Údaje o maximálních rozměrech je nutno bezpodmínečně dodržet. Při řezání posledního prkna z krajiny by se mohlo stát, že se pás ohne a přijde do styku s upínacím hákem, což může vést k prasknutí tohoto háku a také pilového pásu. Doporučujeme provádět tento řez sníženou rychlostí posuvu vozíku + tímto způsobem je možné průběžně sledovat vzdálenost mezi pilovým pásem a upínacími zuby. ^[26]

5.5 Kvalita výroby, vyráběné sortimenty

Vyráběné sortimenty: Truhlářské řezivo 1,2 třída kvality 10%

Radiální lamely polotovar na výrobu lepených hranolů 18%

Stavební řezivo hranoly prkna latě 53%

Paletové řezivo 25%

Výtěž současná SM Hranol 38%

Střešní lat' 9%

BO Paletové přířezy 21%

Radiální lamely 48%

Truhlářské řezivo 31%

Tabulka 1 Objem vyráběného sortimentu

	Truhlářské řezivo	Radiální lamely	Stavební řezivo	Paletové řezivo	Celkově za rok
Roční	10%	18%	53%	25%	100%
objem	4500 m ³	8100 m ³	23850 m ³	11250 m ³	45000 m ³

Truhlářské řezivo, radiální a poloradiální lamely ^[26]

(SM-smrk, BO- borovice, MD- modřín, DB- dub, BK- buk, JV-javor, JS- jasan...),

Vyráběné sortimenty:

polotovary na výrobu vrstveného okenního a dveřního hranolu (smrk, borovice, modřín), truhlářské přířezy, hranolky a parketový přířez (BK, DB, JV, JS, SM, BO) k výrobě spárovek, násad, palet, parket, ohýbaného nábytku, řezivo na hoblování k výrobě palubek, podlah a obkladů, řezivo na výrobu lepených nosníků a vazníků (smrk, modřín, borovice), stavební řezivo, hranoly a latě (dřevěné konstrukce, střešní latě, dřevo- stavby, záklopy, šalovací prvky), řezivo na obaly (bedny, palety, průmyslové obaly), železniční pražce (buk, dub), paletový přířez, polotovary na spárovku. ^[26]

Řezivo deskové

- Fošny
- Krajinové desky
- Krajiny

Řezivo hraněné

- Hranol
- Hranolek
- Lat'
- Lišta

Řezivo polohraněné

- Dřevěné podklady
- Trámy

Rozdělení řeziva podle úpravy

- Neomítané řezivo
- Omítané řezivo ^[9]

Kvalita

LESS & TIMBER s.r.o. věnuje maximální pozornost kvalitě a kontrole celého výrobního procesu. Zakládá si také na korektních vztazích se svými obchodními partnery, kteří oceňují jak spolupráci se zkušenými odborníky, tak i moderní technologické zázemí a pružnost v reakci na jejich požadavky. ^[26]

Kvalitativní třídění kulatiny, při kterém není znám účel použití, rozlišujeme tyto třídy, řazené od nejkvalitnější- **A, B, C** a **D**. ^[1]

Kvalitativní třídění řeziva a kulatiny při, které je znám účel použití, rozlišujeme na šest tříd, řazené od nejkvalitnější - **I., II., III., IV., V.** a **VI.**

Na zvolenou pilnici se dodává kulatina pouze třídy A a B

Kvalitativní třída A: Jedná se o dřevo nejvyšší kvality, výřezy z oddenkových částí a části výřezů, které neobsahují suky a žádné viditelné vady.

Kvalitativní třída B: jedná se o dřevo od průměrného až po dřevo nejvyšší kvality. ^[1]

6 Výrobní provoz

6.1 Charakteristika pilnice

Požez kulatiny probíhá v pilnici. Pilnice je výrobní hala, ve které jsou umístěny v technologické posloupnosti hlavní pilařské stroje, kterými se realizuje požez pilařských výřezů na řezivo a vedlejší pilařské stroje na úpravu částí řeziva na konečný výrobek pilnice ^[1]

Hlavní stroj je kmenová pásová pila. Jako hlavní je nazvaný proto, že se podle něj určuje zpracovatelská technologie v pilnici. Musíme si uvědomit, že pilnice je nejdůležitější technologický celek. Na hlavním pilařském stroji závisí zpracování suroviny jak před pilnicí ve skladě, tak při následném zpracování řeziva v přířezovně. ^[1]

Vedlejší pilařské stroje

- Rozmítací pily
- Omítací pily
- Stroje na zpracování dřevařského odpadu
- Vedlejší pilařské stroje doplňují činnost hlavních pilařských strojů po stránce technologické a kapacitní. ^[1]

Způsoby požezu:

Rozdělení způsobů požezu

Dělení požezu podle počtu současně pracujících pilových nástrojů v pilařském stroji rozlišujeme na dva základní způsoby požezu:

- Individuální
- Skupinový

Individuálním požezem dělíme výřez jedním pilovým nástrojem a z výřezu postupně oddělujeme řezivo po jednom kuse. Individuální požez mají kmenové pásové pily, kmenové kotoučové pily a rámové horizontální pily.

Skupinovým požezem dělíme výřez podélně současně skupinou pilových nástrojů a výsledkem je řezivo nebo prizma a řezivo. Sestava pilových nástrojů je vytvořena podle potřebných rozměrů řeziva. Skupinový požez mají rámové pily, kmenové vícekotoučové pily a pilařské agregáty.

Dělení pořezu podle směru k letokruhům rozlišujeme tři druhy pořezu

- Radiální
- Tangenciální
- Poloradiální.

Při radiálním řezu prochází řezný nástroj středem výřezu nebo blízko něho. Při tangenciálním řezu tvoří řez tečnu k letokruhům. Při poloradiálním řezu nebo polotangenciálním řezu je řez vedený mezi dvěma polohami. Podle toho rozlišujeme řezivo na radiální, tangenciální, poloradiální a polotangenciální. ^[1]

Podle sestavy pilových nástrojů v hlavním pilařském stroji a podle způsobu postupu podélného dělení známe základní způsoby pořezu

- Pořez na ostro
- Pořez prizmováním
- Pořez segmentový

Pořez na ostro:

Princip tohoto pořezu spočívá v tom, že jedním nebo více průchody hlavním strojem rozdělíme výřez na řezivo požadovaných rozměrů. Pořez na ostro se může používat na výrobu neomítaného řeziva. Pořez bez omítání umožňuje nejvyšší kvalitativní výtěž vyrobeného řeziva. Omítání se může následně provádět na omítací pile. Tento způsob pořezu se na zvolené pile provádí při zpracování listnatých výřezů, které se zpracovávají pouze na neomítané řezivo. Dále pak při výrobě střešních latí z jehličnaté suroviny, kde se nejdřív vyrobí deskové neomítané řezivo a poté se pomocí válečkových dopravníků přesouvá řezivo k rozmítací pile. ^[9]

Pořez prizmováním:

Pořez prizmováním je jedním z nejdůležitějších způsobů pořezu jehličnatých dřevin. Princip spočívá v tom, že nejprve pomocí jednotlivých řezů vytvoříme prizmu a boční neomítané řezivo nebo se boční část odfrézuje na štěpku. A poté prizmu rozřezáme na řezivo požadované tloušťky. Pořez prizmováním umožňuje získat maximum rozměrově specifikovaného řeziva. ^[1]

Pořez prizmováním rozdělujeme na tři základní způsoby

- Prizmování do čtverce
- Prizmování vysoké
- Prizmování hluboké

Prizmování do čtverce je takové, kde se rovná výška prizmy šířce ložné plochy. Tímto způsobem získáváme největší procento výtěže středového řeziva.

Prizmování vysoké je takové, kde výška prizmy je větší než šířka ložné plochy. Tento způsob se používá u výřezů s malým průměrem a tam kde chceme co nejširší středové řezivo.

Prizmování hluboké je takové. Při kterém šířka ložné plochy je větší než výška prizmy. Tento způsob prizmování zlepšuje kvalitativní výtěž u výřezů ze středové části kmene, kde obvodová část kmene obsahuje vypadavé suky. Nízkým prizmováním je tato část oddělena od středové části se zdravými nevypadavými suky.^[9]

Požez segmentový:

Požez segmentový se používá pro požez materiálu, při kterém zmíněné způsoby požezu nestačí, nebo nevyhovují buď zakázce, nebo stavu zpracovávané suroviny. Používá se na omezení specifických chyb velkých výsušných trhlin a prasklin. Popřípadě na zmenšení následků vzniklým tahovým a tlakovým dřevem. Tendenci zvyšování kvalitativní výtěže poměrně uspokojivě řešíme při zpracování suroviny požezem segmentovým, který dělí výřez ve dvou fázích.^[1]

V první fázi se výřez dělí ve středové části na 2 – 3 radiální desky o tloušťce 25-40 mm a dva segmenty. V druhé fázi se segmenty dělí na radiální a poloradiální řezivo. V první fázi vzniká řezivo bez dřevové oblasti v neomítaném stavu s menším podílem oblin. Segmentový způsob požezu je vhodný pro výrobu jakostní variability suroviny a to pro pásma jakostnějších zón v oblasti běli.^[9]

6.2 Znázornění pozic strojů v pilnici

Šipky naznačují směr toku materiálu

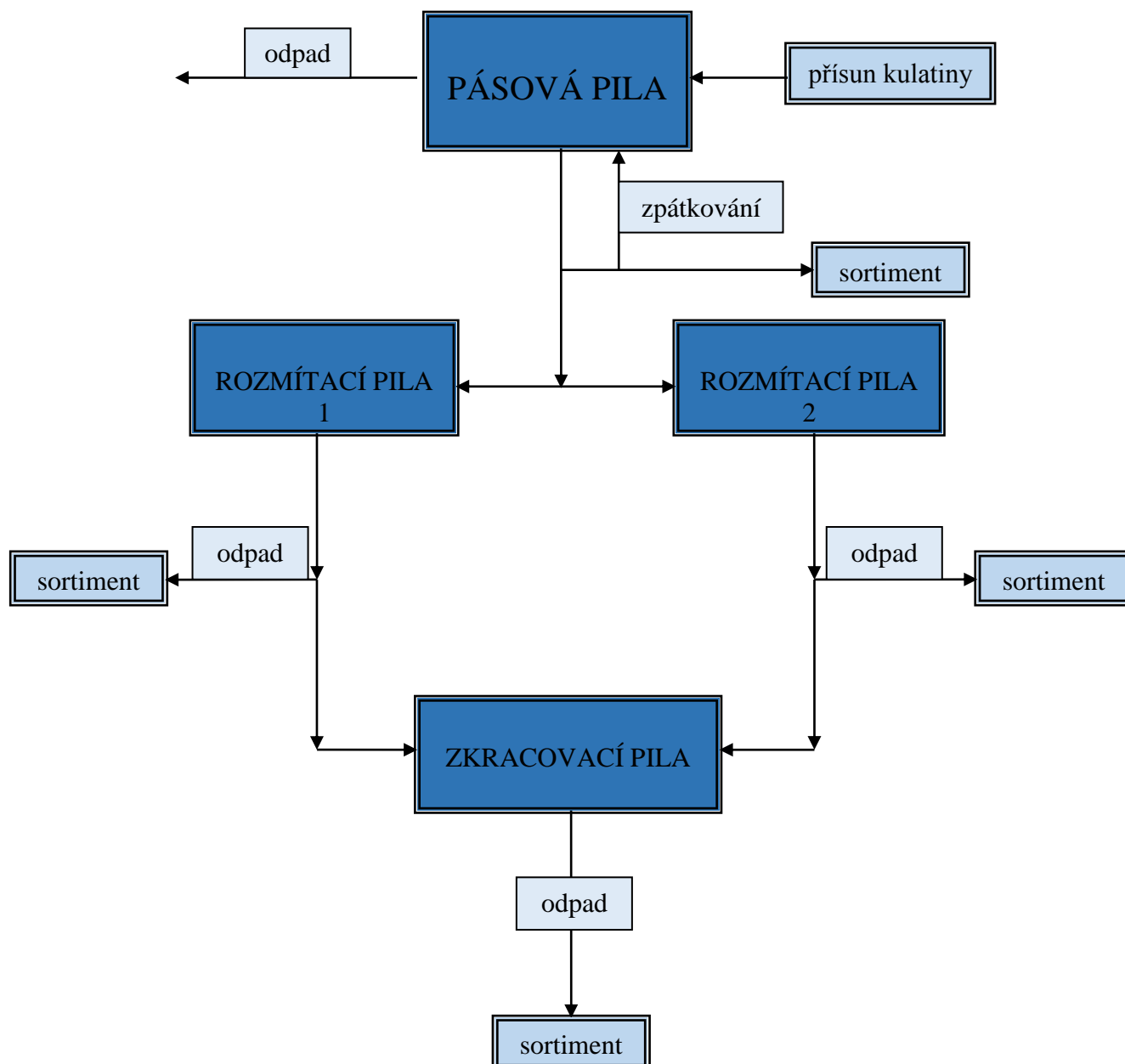


Schéma 1 Znázornění pozic strojů v pilnici

6.3 Kmenová pásová pila a soupis strojního zařízení

6.3.1 Kmenová pásová pila

Rozdělení KPP

Pásová pila je stroj, který rozděluje dřevěný materiál uzavřeným pilovým pásem, pohybujícím se v jednom směru rovnoměrnou rychlostí. Materiál je veden do řezu buď ručně, nebo podávacím zařízením.

Pásové pily se rozdělují na dvě hlavní skupiny:

- a) Pásové pily s posuvným zařízením (rozmítací pásové pily), které jsou buď svislé, nebo vodorovné (rozmítací, přerézávací, rozřezávací), popřípadě dvojitě. Omítací kmenové pásové pily se používají na výrobu trámů, hranolů, fošen a prken.
- b) Univerzální pásové pily, jsou stojanové nebo stopařské. Používají se na podélné a příčné řezání dřevěných materiálů v nábytkářském a stavebním průmyslu. ^[1]

Konstrukce KPP

Kmenová pásová pila se skládá nejčastěji s těchto funkčních zařízení

- Stroj
- Upínací vozík
- Navalovací a otáčecí zařízení výřezů
- Válečkový dopravník
- Ovládací zařízení

Hlavní části stroje jsou

- Podstavec
- Stojan
- Pásnice
- Pilový pás
- Hnací zařízení

Stroj má masivní konstrukci. Podstavec je zhotovený s kvalitní ocele a je zakotvený k betonovému základu. V podstavci je pomocí čepů ukotvený mohutný ocelový stojan, který je v horní části rozšířený do tvaru vidlice. Ve vidlici jsou uloženy naklápěcí válečková ložiska, ve kterých je horní pásnice. Takto se dá výškově nastavovat nejčastěji pomocí šroubového mechanismu poháněného samostatným

motorem. Na šroubových vřetenech na přestavování horní pásnice jsou matrice, kterými se pásnice naklání. Při práci se pilový pás napíná citlivým mechanismem, který je uložený na ostřídlech. Napínací sílu pilového pásu vytváří zařízení, pružina nebo automatický servomotor. Spodní pásnice je pevně uložena v ložisku pod úrovní podlaží, pohon je zajištěn elektromotorem pomocí klínových řemenů. Spodní pásnice se nejčastěji zastavuje elektromagnetickou třecí brzdou. Pásnice jsou plně odlehčené litinové kotouče. Pásová pila má v řezné větvi pilového pásu spodní stabilní a horní přestavitelná vodítka. Horní vodítka se výškově přestavuje šroubovým vřetenem na optimální řeznou výšku. Část řezné větve i vratná větev pilového pásu jsou zakryty. V ocelovém krytu jsou rovněž obě pásnice. Stroj, upínací vozík i ostatní zařízení se ovládají tlačítky a pákami od řídicího panelu. Upínací vozík kmenové pásové pily se skládá z podvozku a upínacích ramen. Podvozek tvoří ocelový rám s koly, zařízení pro nastavení tloušťky řezu a vedení upínacích bloků. Upínací vozík se pohybuje po kolejkách. Upínací ramena pro výřezy jsou masivní. Pohyb upínacích ramen se dosahuje nejčastěji šroubovým mechanismem nebo pastorkem a ozubenou tyčí. Upínací zařízení se konstrukčně řeší pneumaticky, hydraulicky nebo šroubovým mechanismem hnaným elektromotorem. Upínací háky se mohou přestavovat ve svislém i vodorovném směru jednotlivě nebo společně. Při zpětném pohybu upínacího vozíku se přesune výřez do vzdálenosti 5 až 10 mm od pilového pásu k mechanismu automatického bočního ovládání. ^[9]

Pracovní princip KPP

Kmenové pásové pily se používají především jako hlavní stroje v pilařských linkách na rozřezávání výřezů na řezivo. Při řezání pásovou pilou je mezi dvěma pásnicemi napnutý pilový pás, který se za chodu pohybuje konstantní řeznou rychlostí. Protože i posun řezaného materiálu je do řezu naváděn konstantní rychlostí, kinematika řezání je jednoduchá. Při konstantní řezné rychlosti je rychlost posuvu U a jejich poměr konstantní. Čára relativního posuvu pilového zubu pásové pily je šikmo skloněná přímka. Pilový pás je poháněn hnací pásnicí. Druhá pásnice je hnaná, slouží k napínání a nastavování pilového pásu. Materiál na řezání se přivádí na vozíku, dopravníkem, podávacími válci anebo na pracovním stole ručně. ^[9]



Obrázek 3 Sklad odkorněných výřezů

Pracovní nástroje KPP

Pracovními nástroji pásových pil jsou pilové pásy. Vyrábějí se z nástrojových velmi kvalitních legovaných ocelí, tepelně zpracovaných na požadovanou tvrdost. Legujícími prvky bývá chrom (zvyšuje tvrdost), nikl a mangan (zvyšují houževnatost), molybden (zlepšuje tepelné vlastnosti), vanadium (zvyšuje pevnost) a wolfram (zvyšuje pevnost a dovoluje vyšší provozní teploty). Pilové pásy se dodávají v rolích s délkou 50 (25) m, a na bočních plochách leštěné. Rozměry a geometrie pilových pásů se řídí typem a technologickým určením stroje. Délka závisí na průměru a maximální osové vzdálenosti pásnic. Šířka pilového pásu má být maximálně o 10 mm větší, než je šířka pásnice. Tloušťka pilového pásu má odpovídat spolu s mechanickými vlastnostmi oceli namáhání při řezání. Vyrábějí se kmenové pilové pásy s trojúhelníkovým a vlčím ozubením. ^[9]



Obrázek 4 Přisun výřezů do pilnice

Hodnocení KPP

Výhody

- Možnost pořezu výřezů s velkým průměr
- Možnost pořezu netříděných výřezů
- Možnost tvorby pořezového schématu za chodu stroje
- Výborná pilařská výtěžnost
- Velmi malý podíl pilin
- Velmi dobrá kvalita řezné plochy
- Optimální hladina hlučnosti

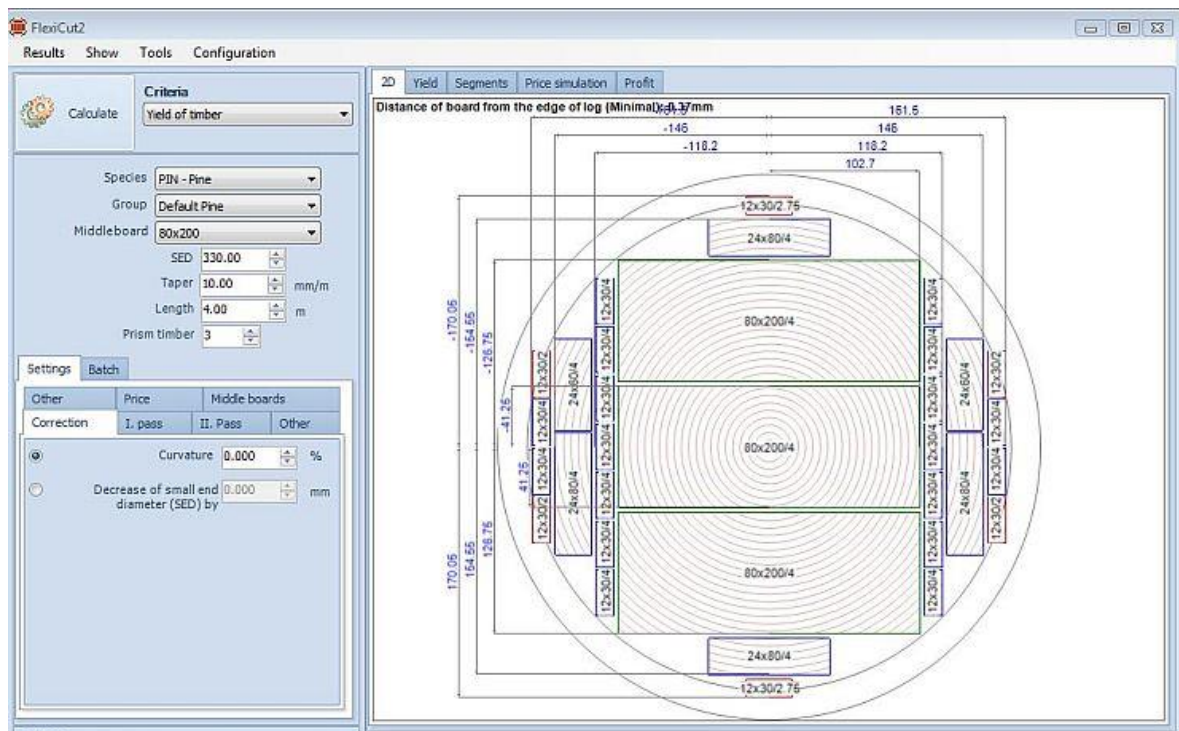
Nevýhody

- Nízká produktivita práce
- Problémová úroveň rozměrů a tolerance
- Náročná příprava nástrojů
- kvalitativně-kvantitativní různorodost řeziva
- Vysoká cena stroje s příslušenstvím
- Vysoké požadavky na obsluhu
- Náročná údržba stroje a příslušenství

6.4 Popis současné pásové pily Primultini

Automatizace řízení provozu:

V pilnici je operace pořezu kontrolována a zadávána z řídicí kabinky a dohlíží na ní předák. Operátor směny, který v době nepřítomnosti vedoucích pracovníků kontroluje a zajišťuje celý provoz pilnice. V řídicí kabině se operátorovi zobrazí na monitoru jednotlivé operace. Operátor nemusí do pořezu téměř zasahovat, operace pořezu jsou vedeny zcela automaticky. ^[16]



Obrázek 5 znázornění pořezu [24]

Postup pořezu

Nejprve se upne výřez na upínací vozík, kde dojde k vystředění výřezu a přesnému změření. Poté má operátor obsluhy předvolené způsoby pořezu, které jsou mu automaticky nabídnuty softwarem ovládání. Operátor pružně zvolí způsob pořezu a provede pořez. Do pořezu nemusí zasahovat. Zasahuje pouze tehdy, když se porouchá některé zařízení, zasekne se kmen, nebo když je potřeba upravit řezné schéma. Řezné schéma se upravuje pokaždé, když je to zapotřebí z důvodů požadavku zákazníka nebo skrytých vad dřeva, které se projeví v průběhu pořezu. Právě z těchto důvodů je operátor pásové pily nejdůležitější pracovník v pilnici s kmenovou pásovou pilou, protože má přímý vliv na konečnou výtěž. Z těchto důvodů musí pracovník procházet školením se zaměřením na kvalitu a musí být důkladně seznámen s vyráběnými sortimenty. [16]

Kmenová pásová pila s alternativním vozíkem se skládá z následujícího: pásová pila s jedním hnacím a jedním hnaným kolem a regulovatelným napínacím systémem. Nástroj je ozubený pás, prstencově spojený, který je uváděn do pohybu hnacím kolem.

Kmenová pásová pila s pojízdňným vozíkem se používá pro první zpracování kulatiny. Úkolem stroje je získat ze surové kulatiny kvadratickým nebo pravoúhlým příčným řezem přímé paralelní řezy, které se obecně nazývají řezivo, mohou však mít nejrůznější rozměry a mohou být zařazeny do dvou kategorií – hranoly a prkna. Tato

pásová pila se vyrábí podle zákaznickova podrobného zadání a může se používat pouze na místě, kde byla postavena. ^[16]

Přísun kulatiny a odběr řeziva

Pásová pila nemůže být v provozu bez automatického zařízení pro přísun a odběr materiálu. Toto zařízení musí být plně funkční a musí mít označení CE. Podle platných norem se musí provozovatel postarat o to, aby se nikdo nedostal do řezné zóny a do zóny automatického přísunu a odběru materiálu.

Stroj je poháněn elektrickou energií s využitím hydrauliky, která se mění na mechanickou energii pro potřebné použití. Stroj je ohrazen elektricky blokovanou brankou, aby se obsluha nedostala do oblasti poháněcího kola, pásu a dalších nebezpečných částí. Seřízení a regulace pásu umožňuje volič na tlačítkovém panelu, který je instalován na stroji. Během normálního provozu se regulace pásu nedá provádět. Na tomto tlačítkovém panelu je umístěn též nouzový spínač. ^[16]



Obrázek 6 pásová pila Primultini

Parametry:

Průměr kola - 1300 mm

Šířka vodícího kola - 165 mm

Rozměry - 1900x1460x4210 mm

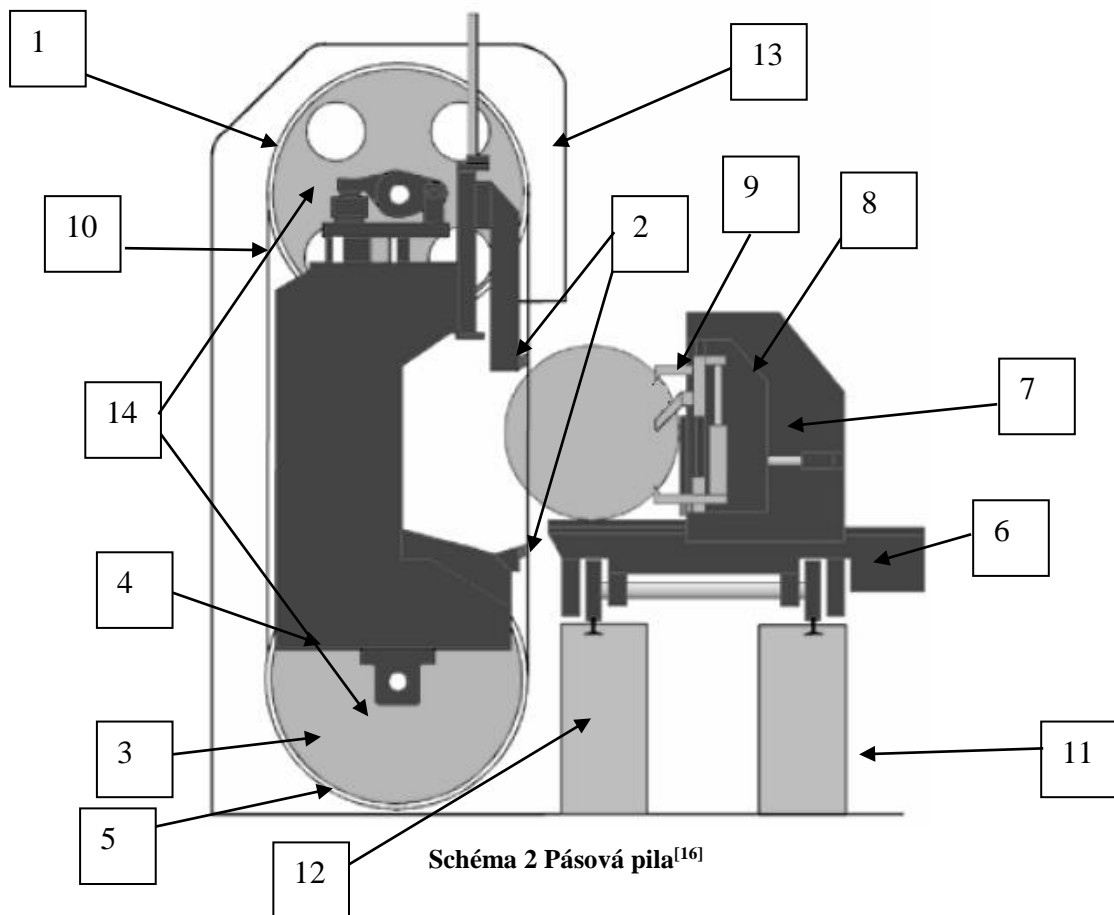
Max rychlost pilového pásu- $35 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Celková hodnota příkonu - 55 kW

Hmotnost - 4480 kg

Rozměry pilového pásu - 180x 1,3x 9240

180x1,3x9620



1. Horní vodítko, 2. Vodítka, 3. Hnací kolo, 4. Brzda, 5. Odsávací kryt, 6. Upínací vozík,
 7. Obraceč kulatiny, 8. Upínací věž, 9. Upínací zuby, 10. Pilový pás, 11. Podstavec,
 12. Podstavec, 13. Stojan, 14. Pásnice

6.4.1 Vozík mód CFI

Upínací vozík na kolejnicích s blokovacím systémem pro kulatinu slouží k upnutí kulatiny pomocí upínacích věží. Upínací vozík je schopen kulatinu vystředit, změřit parametry výřezu a následně navádět na pilový pás, kde pomocí jednotlivých řezů dochází k oddělování deskového materiálu, od bočního až po středové řezivo. [16]



Obrázek 7 Vozík mód CFI

Parametry:

Vzdálenost mezi upínacími věžemi - 950- 1500- 2050 mm

Max. Délka kulatiny - 6000 mm

Min. délka kulatiny - 1300 mm

Max. průměr kulatiny - 1000mm

Tlak zavírání háků – 50 - 150 bar

Rozměry - 6500x 2200x 2200 mm

Celková hodnota příkonu - 18 kW

Hmotnost - 7200 kg

6.4.2 Rozmítací pila lamelo 65

Rozmítací pila LAMELO 65 se svými technickými parametry je určena pro podélné rozřezávání plochých pilařských polotovarů. Podle velikosti zpracovávaného materiálu a podle technického řešení před a za pilou tvoří obsluhu stroje jeden až tři pracovníci. Zpracovaný materiál se vkládá a odebírá z válečkového stolu umístěného v ose vstupu a výstupu pily ručně. Řezivo je možno vkládat buď podle lišty na vkládacím stole, nebo podle čárového laseru. Výhodnější postavení obsluhy je takové, když vkládá materiál pravou rukou. Stejný způsob vkládání je v pilnici podniku.^[16]



Obrázek 8 rozmítací pila Lamelo 65

Parametry:

Rozměry - 950x 1065x 1107 mm

Hmotnost stroje - 1530 kg

Pracovní výška stolu - 800 mm

Průchod strojem - šířka – 330 mm

Max výška řezu - 65 mm

Mim výška řezu - 33 mm

Maximální vzdálenost krajních pil - 100 mm

Minimální délka řezaného kusu - 0,5 m

Rychlost podávky - 44 m/min

Otáčky pilového hřídele - 5000 ot/min

Průměr pilových kotoučů - 250mm

6.4.3 Rozmítací pila SINS ZODIAK 901

Pila ZODIAK je se svými technickými parametry určena pro podélné rozřezávání dřevěných prizmových materiálů na požadovaný rozměr. Podle velikosti zpracovávaného materiálu tvoří obsluha stroje jednoho až dva pracovníky na vstupu a na výstupu. Materiál se vkládá a odebírá z válečkových stolů před a za strojem. Tyto stoly nejsou předmětem tohoto posuvu. ^[16]



Obrázek 9 Rozmítací pila SINS ZODIAK 901

Parametry:

Rozměry - 210x 1300x 1400 mm

Hmotnost bez pilového motoru - 3050 kg

Výška stolu - 800 mm

Průchod strojem šířka - 900 mm

Maximální vzdálenost krajních pil - 550 mm

Max výška řezu - 145 mm

Rychlost podávky- plynule měnitelná frekvenčním měničem – 4 - 20 m*min⁻¹

Otáčky pilového hřídele - 2650 min⁻¹

Průměr pilových kotoučů - 350 – 450 mm

6.4.4 Omítací pila OM 32

Omítací pila OM 32 je určena na podélné rozřezávání dřevěných plochých materiálů. Obsluhu stroje tvoří dva pracovníci jeden u vstupu a druhý na výstupu. Na pilařském provozu se stroj používá na doplňkové technologické operace. ^[16]



Obrázek 10 Omítací pila OM 32

Parametry:

Rozměry – 1790 x 1300 x 1380

Hmotnost - 2150 kg

Maximální výška řezu - 32 mm

Maximální šířka průchodu stroje - 750 mm

Výška stolu - 800 mm

Rychlost podávky – 80 - (60) m*min⁻¹

Počet pil kotoučů a průměr - 4 Ks průměr - 350 mm

Délka výřezu - 0,75-5 m

Otáčky pilového hřídele - 3000 ot.*min⁻¹

6.4.5 Zkracovací pila, Schmalz

Zkracovací pila je určena ke zkracování veškerých vyráběných materiálů, které vznikají v pilnici. Nejvíce se využívá při zkracování střešních latí. [16]



Obrázek 11 Zkracovací pila Schmalz

Parametry:

Velikost stolu - 100x50 cm

Příkon motoru - 2,2 kW

Výška řezu - 130 mm

Max Ø kotouče - 300 mm

Pojezd ramene - 1000 mm

6.4.6 Frézovací odkorňovač s reduktorem kořenových náběhů

Frézovací odkorňovač s reduktorem kořenových náběhů KER je funkční jednotkou technologického celku pilnice. Tento stroj se používá pro odkornění kmeny a redukování kořenových náběhů. Přitom je kmen zbaven kůry, jsou odřezány nerovnosti kmene- kořenové náběhy, pahýly větví, boule a výřezy jsou redukovány na určitý průměr. Odkorňovač je vybaven odkorňovací hlavou a frézovací hlavou se spirálovitě uspořádanými nástroji.

Princip odkornění: Prostřednictvím příčného elevátoru jsou výřezy kulatiny transportovány do skládacího žlabu před odkorňovacím zařízením. Je spuštěn kuželový dopravník, který kmen roztočí. Obsluha manuálně najede frézovací hlavou k začátku kmene (dolní čep) a spustí ji na kmen, je zapnut protitlak a je uvolněna aretace hlavy. Během odkorňování je možné potenciometrem spojitě regulovat rychlost otáčení a posuvu. Jakmile je celý kmen zbaven kůry, je nutné frézovací hlavu opět zaaretovat a vypnout protitlak. Má-li být kmen také zredukován, provádí se paralelně s odkorněním. Operace redukování probíhá automaticky. Poté dochází k odebrání kmene z odkorňovacího zařízení a je umožněn přísun dalšího kmene.^[16]



Obrázek 12 Frézovací odkorňovač s reduktorem kořenových náběhů

Parametry:

Průměr kmene - od 300-1000mm

Délky kmene - 2,5-5,5 m

Redukování kořenových náběhů - od 3 m

Otáčecí zařízení - otáčecí kola 10 ks o průměru 800 mm uspořádaná v páru. Šířka otáčecího kola v rozsahu uložení kmene 100 mm. Průměr hřídele 80 mm, hřídel je uložena v ložiskových domcích.

Otáčecí pohon - Spojitě regulovaný s možností změny směru otáčení

Posuv maximální - $40 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$

6.4.7 Sekačka dřevního odpadu

Sekačka dřevního odpadu je určena k sekání drobného i delšího dřevního odpadu všeho druhu i jiné biomasy na štěpku různé velikosti. Rozměr vstupního materiálu je omezen rozměry vstupního otvoru a musí být pouze takový, aby nedocházelo ke zpříčení ve vstupním otvoru. Pro zajištění optimální velikosti výstupní frakce je dobré kusový materiál míchat. Zařízení je určeno na zpracování pilařských odřezků, kusového odpadu ze zkracování, odřezků z omítání a rozmítání převážně jehličnatého řeziva. Na vstupu je surovina přibližována trásadlovým dopravníkem s indikátorem kovů, štěpka bude od sekačky do zásobníku dopravována pod ní uloženým redlerovým dopravníkem.

[16]



Obrázek 13 Sekačka dřevního odpadu

Parametry:

Rozměry - 2400x1166x1600 mm

Hmotnost - 3700 kg

Rozměry vstupního otvoru - 200x500 mm

Průměr sekacího rotoru - 600 mm

Otáčky - 720 min⁻¹

Počet sekacích nožů - 2 Ks

Velikost ok třídícího síta - 59x59 mm

Směnnost - 2-3 směny za den

Výsledná frakce -

Převažující velikost - 20-30 mm

Uskladnění frakce - zásobník popřípadě pásovým dopravníkem na kupu

6.4.8 Komorová sušárna MK 420

Jedná se o sušárnu řeziva zaváženou čelně vysokozdvizným vozíkem. Všechny části masivní konstrukce sušárny jsou vyrobeny z hliníkových profilů. Plášť komory splňuje nejpřísnější izolační vlastnosti. O proudění vzduchu se starají reverzní axiální ventilátory s průměrem až 1600 mm. Celý proces sušení je řízen plně automatickou regulací MK- 420 G s možností volby mezi přednastavenými sušicími programy nebo si můžeme navrhnout vlastní sušicí řády a další parametry. [16]



Obrázek 14 Komorová sušárna MK 420

Parametry:

Objem řeziva 34 m³

Teplotní prostup pláštěm komory: 0,3 Wm⁻¹K⁻¹



Obrázek 15 Postup plnění Komorové sušárny

6.4.9 Impregnační vana

Zařízení slouží k ošetření dřevěného polotovaru. Jedná se o dvouplášťovou nádobu, do které zajíždějí hydraulické vidle. Aby přířezy v lázni neplavaly, jsou přitlačeny hydraulickým přitlačníkem. Pokud je impregnační vana instalována ve venkovním prostředí, je vana doplněna o míchačku impregnační kapaliny. Ovládání je pomocí tlačítkového panelu. ^[16]



Obrázek 16 Impregnační vana

Základní plněné funkce:

Vana je doplněna o přítlak hráně dřeva. Plnicí a výpustný kohout na dně nádoby. Tlačítkové ovládání. Časovač a zastřešení vany. Odkládací a odkapávací stůl.

Jako impregnační látka se používá ochranný nátěr na dřevo Dřevosan Extra.

Parametry:

nosnost vidlí: 1,5 t

příkon el. motoru: 3 kW

max. tlak hydraulického agregátu: 80 Bar

rozměry :(šířka X výška X hloubka) 6,5 x 2,5 x 1,4 m

6.5 Zpracování dřevního odpadu

Dřevní odpad, který vzniká na frézovacím odkorňovači, se v závodu používá na energetické využití, popřípadě se malá část prodává zahradnickým firmám na mulčování.

Dřevní odpad vyprodukovaný z pilnice: Bílá štěpka je prodávána do papírenských závodů. Piliny jsou použity na výrobu pelet, popřípadě dřevěných briket. V malém množství jsou dodávány na podestýlání zemědělcům. Na dřevozpracujících závodech je snaha o využití veškerých vznikajících odpadů, např. pilin, kůry apod. Dají se dále prodávat popřípadě je nasnadě jejich další využití přímo v provozu a to jak zvedání jejich přidané hodnoty nebo na energetické účely pro vytápění sušáren hal i kanceláří. Zpracování dřeva jako obnovitelné suroviny s minimální produkcí odpadů. Cena dřevního odpadu při odběru ve firmě je stanovena podle aktuální situace a cen v okolí:

Tabulka 2 Ceny odpadu

Druh odpadu	cena za m ²
piliny	350
hnědá štěpka	300
bílá štěpka	450



Obrázek 17 Dřevní odpad piliny



Obrázek 18 Dřevní odpad hnědá štěrka

7 Údržba a zajištění provozu

Na zajištění provozu jsou na podniku nezbytná zařízení jako například čelní drapákový nakladač s příslušenstvím. Je určen na dodávku výřezů do pilnice nakládku a vykládku nákladních vozidel. Vysokozdvizné vozíky jsou určeny na manipulaci hrání nakládku a vykládku sušárny a nákladních automobilů. ^[16]



Obrázek 19 Čelní drapákový nakladač



Obrázek 20 Vysoko zdvižný vozík

7.1.1 Údržba pilového pásu

Usazení pásu:

Usazení pilového pásu se dosáhne tak, že se jedno nebo obě kola nakloní. Pás poté správně běhá na vodícím kole. Pilový pás je navržen tak, aby přesahoval okraj kola. Usazení se provádí při uzavřených bezpečnostních krytech kol a zapnutém proudu. Zasouvací ochranný kryt, který kryje pás, je zcela spuštěn. Na ochranném krytu horního

kola najdeme okénko s polykarbonátovým průhledem k pozorovacím účelům, dále je instalováno vnitřní osvětlení, které umožňuje lépe vidět. K usazení se musí otočit uzamykatelný dvoupolohový vypínač na ovládacím panelu stojanu tak, aby dovoval otočení kol a ovládání stojanu. Za dvě minuty po startu kol se spustí brzda a kola zastaví.^[16]



Obrázek 21 Úprava zubů

Trhliny pilového pásu

Nebezpečí trhlin u pilového pásu stoupá s následujícími faktory Nasazení pilového pásu s nedokonale a nepřesně zpracovanými sváry. Pás na vodícím kole sklouzává.

Popraskané pásy

Ostré úhly v mezerách mezi zuby, které vedou ke vzniku trhlin. Špatné seřízení vodítek pásu, které brání pásu v pohybu.

Volba nástroje

Rozměry pilového pásu jsou uvedeny v technických údajích. Velikost rozteče a tvar zubů se volí podle zpracovávané dřeviny a ročního období.

Ochrana řezné zóny

Pila je vybavena zasouvacím ochranným krytem pro oblast, kde se pohybuje pilový pás. Během řezání musí být tento ochranný kryt co možná nejbližší povrchu kmene.^[18]

Výměna nástroje

Je třeba dbát na to, aby se pás nepoškodil. Nenasazené pásy musí být uchovávány v suchém a chráněném prostředí. Před nasazením musí být prohlédnuty,

aby byly objeveny případné poškozené zuby nebo trhliny. K výměně pilového pásu jsou zapotřebí nejméně dva pracovníci.

Přeprava naválcovaných pásů vyžaduje nejvyšší soustředění a nasazení přiměřených dopravních prostředků. Při manipulaci s pásy musí pracovníci nosit ochranné rukavice. Pilové pásy musí být vyškolenými pracovníky pečlivě vybroušeny a připraveny.

Bombírování pilového pásu dosažené válcováním

Pilový pás je nutné válcovat abychom, vyztužily řezný okraj. Zabránili posunutí na vodícím kole. Vyrovnali vytahování pásu, které vzniká zahříváním především v oblasti řezného okraje. Je důležité, aby pracovník odpovídající za stav pilového pásu správně zvolil čas výměny.^[18]

Materiál pilových pásů

Materiál speciálně určený pro výrobu pilových pásů je většinou kalená páska z materiálu 80NiCr11 (DIN 1.2705), tvrdost tohoto materiálu je 43 ± 2 HRC pevnost v tahu 1430 ± 80 MPa. Výborné mechanické a tepelné vlastnosti. Tvarová stálost a dobré řezné vlastnosti. Zaoblená zadní hrana výrazně snižuje možnost vzniku trhlin na hřbetu pásu.

Na zvolené pilnici dochází k výměně pásu pravidelně vždy v přibližně dvouhodinových intervalech. Je to z důvodu dolití provozních kapalin a je třeba provést kontrolu stroje. Toto vždy provádí k tomu určený pracovník.^[16]



Obrázek 22 Stojan na uložení pil pásů

7.1.2 Pravidelná údržba pilařského provozu

Na zvolené pilnici probíhá pravidelná údržba v podobě pravidelné výměny pilového pásu v určených intervalech a výměna pilových kotoučů na rozmítacích pilách podle potřeby. Firma má k dispozici vlastní údržbářské pracoviště, kde dochází k ostření a opravám jednotlivých strojních zařízení. Vždy v pátek ráno se provádí úklid celého podniku od pilnice, kotelny až po zametení potřebných částí podniku. Při této zhruba dvouhodinové odstávce se provádí kontrola a popřípadě oprava strojního zařízení, doplnění provozních kapalin. V této technologické přestávce se provádí kontrola všech strojů a zařízení potřebných pro plynulý chod pilnice a celého podniku. Na výše uvedené pilnici dochází k výměně pásu pravidelně vždy v přibližně dvouhodinových intervalech. Je to z důvodu dolití provozních kapalin a je třeba provést kontrolu strojů. Toto vždy provádí k tomu určený pracovník.

8 Hodnocení současného stavu

Při hodnocení současného stavu jsem vycházel z informací a požadavků vedení dřevařského závodu a pak také z vlastních postřehů.

Na pilařském provozu je většinou velké množství možností, jak vylepšit zpracování kulatiny. Od přejímky po distribuci je mnoho kroků a tyto dílčí kroky na sebe musí navazovat jak kapacitně tak kvalitou zpracování. Při hodnocení jsem uvažoval o změnách v celém provozu, které by vedly ke zlepšení ekonomického a ekologického hlediska výroby. Při zásazích do pilnice jsem neuvažoval zvýšení ročního počtu, z důvodu domluvy s vedením pily, které neuvažovalo o rozsáhlé rekonstrukci. Při zásazích mimo pilnici jsem navázal na kapacity pilnice. V provozu je několik míst vhodných pro zlepšení, tak aby se stávající stav pilařského provozu vylepšil s minimálními náklady a bez větších stavebních zásahů.

V prostoru pilnice je nevyhovující zkracovací pila Schmaltz.

Tabulka 3 Zkracovací pila Schmaltz

ZKRACOVACÍ PILA SCHMALTZ	
Velikost stolu	100x50 cm
Příkon motoru	2,2 kW
Výška řezu	130 mm
Max Ø kotouče	300 mm
Pojezd ramene	1000 mm

Nevyhovující je maximální výška řezu. Při výrobě sortimentu s tloušťkou větší než 130 mm se sortiment zkracuje pomocí jednomužné motorové pily (JMP). Práce s JMP je náročnější na bezpečnost práce, řez nedosahuje kvality jako při zkrácení pilou Schmaltz a dále je toto zkracování náročnější na čas potřebný k samotnému zkrácení. Všechny tyto skutečnosti a konzultace s vedením firmy mne přesvědčila o výměně této pily.

Za další kritické místo považuji rozmítací pilu. Rozmítací pila Lamelo 65.

Tabulka 4 Rozmítací pila Lamelo 65

ROZMÍTACÍ PILA LAMELO 65	
Rozměry	950x 1065x 1107 mm
Hmotnost stroje	1530 kg
Pracovní výška stolu	800 mm
Průchod strojem- šířka	330 mm
Max výška řezu	65 mm
Mim výška řezu	33 mm
Maximální vzdálenost krajních pil	100 mm
Průměr pilového kotouče	250 mm

Tato rozmítací pila je dostatečná pro menší rozmítané tloušťky, ale ne za situace, kdy podnik zpracovává přesílenou kulatinu. A na rozmítací pile SINS ZODIAK 901 je soustava rozmítacích kotoučů nastavena tak, aby jedním průchodem vznikaly střešní latě. Rozmítací pila Lamelo 65 není schopná z řeziva stejné tloušťky dostat hodnotnější řezivo. Tato situace nastává minimálně 5x za pracovní týden, to je zhruba 60 pracovních hodin. Její další nedostačující parametry jsou maximální vzdálenost krajních pil. V neposlední řadě se jedná o složité přenastavení rozmítacích kotoučů. Pro toto přenastavení se musí stroj zastavit a vymezit vzdálenosti mezi jednotlivými kotouči pomocí vymežovacích podložek.

Jako poslední ale poměrně důležité opatření pro zlepšení výroby bych navrhol nainstalovat detektor kovu na zjišťování kovů v kulatině. Většina dodávané kulatiny je ze Šumavy. Toto pohoří z velké části patřilo do vojenského prostoru ČSSR a je tedy stále poměrně dost kovu v rostoucích stromech. Momentálně se kulatina kontroluje namátkou při podezření na kovový předmět v kulatině. A ne všechny kovové předměty jsou zjištěny před příchodem do pilnice. Několikrát do roka se musela zastavovat výroba kvůli kovovému předmětu v kulatině a došlo k porušení pilového pásu. Musela následovat jeho výměna. Při instalaci detektoru kovu se zamezí těmto problémům a

ušetří se čas. Nemalý vliv to bude mít i na bezpečnost práce. Nebude docházet k interakci mezi pilovým pásem a kovem v kulatině.

Při hodnocení současného stavu jsem uvažoval jen omezené prostředky, na kterých jsem se domluvil s vedením. Díky tomuto omezenému přístupu jsem tedy navrhl výměnu a instalaci.

- Zkracovací pila Schmaltz
- Rozmítací pily Lamelo 65
- Instalace detektoru kovů

8.1 Možnosti řešení

Jako možné řešení považuji výměnu zkracovací pily, a to z těchto důvodů: zlepšení kvality řezu, zlepšení bezpečnosti práce a urychlení technologických operací v pilnici. V další kapitole jsou uvedeni dva zástupci, kteří byli vybráni díky svým technickým parametrům, a následně byl zvolen jeden zástupce.

Druhé kritické místo je rozmítací pila Lamelo 65, kterou je potřeba vyměnit. V následné práci jsou uvedeni tři zástupci, ze kterých podle potřeb pilnice a technických parametrů zvolíme nejlepší variantu. Nová rozmítací pila musí svými technickými parametry být schopná pružně reagovat na potřeby vyráběných sortimentů

Jako další vylepšení je návrh detektoru kovů. Toto zařízení bude umístěno před reduktorem kořenových náběhů. Součástí instalace celého zařízení je i nekovový dopravník. Mezi detektorem a reduktorem kořenových náběhů bude umístěn dopravník s vyrážecem. Tímto dopravníkem pila disponuje, nebude tedy navyšovat počáteční investici.

8.2 Návrh rekonstrukce

Níže jsou uvedeni konkrétní zástupci strojů, ze kterých podle technických parametrů a konstrukčního řešení zvolím takové řešení, aby nebyly v pilnici kladeny nároky na přestavbu dopravníků, odsávání, vzduchotechniky. Jako další parametr, který nový stroj musí splňovat je nenáročnost údržby, jak broušení pilových kotoučů tak opravy. U detektoru kovů se bude muset postavit přibližně 2 metry dlouhý nekovový dopravník.

8.2.1 Výměna rozmítací pily Lamelo 65

Pro výměnu rozmítací pily Lamelo 65 jsem se rozhodl z výše uvedených důvodů. Při výměně jsem se rozhodoval mezi třemi rozmítacími pilami, které jsou uvedeny a popsány níže. Tyto pily jsem vybral z mnoha zástupců především proto, že firmy měly v ceně i instalaci samotného stroje a nebyla potřeba dalších úprav ve stávajícím provozu. Samotná výměna tedy zatíží provoz pouze o cenu samotného stroje.

8.2.1.1 PWR 301

Pila je určená pro podélné rozřezávání na výrobu lišt, hranolů, latí z neomítaného řeziva nebo jednostranně popřípadě oboustranně omítaného řeziva při použití více pilových kotoučů. Stroj je kompaktní konstrukce a je vhodný pro středně těžké provozy. ^[29]



Obrázek 23 PWR 301^[29]

Parametry:

Rozměry – 2551 x 1775 x 1950 mm

Hmotnost stroje - 3000 kg

Pracovní výška stolu - 850 mm

Průchod strojem – šířka – 870 mm

Max výška řezu - 160 mm

Mim výška řezu - 10 mm

Maximální vzdálenost krajních pil - 400 mm

Minimální délka řezaného kusu - 0,5 m

Rychlost podávky - 40 m/min

Otáčky pilového hřídele - 5500 ot/min

8.2.1.2 Rozmítací pila Winter Multimax 170

Rozmítací pila Winter Multimax 170 je svými technickými parametry určena pro podélné rozřezávání prizmovaných materiálů o tloušťce do 170 mm. Robustní konstrukce s velkou průchodností umožňuje pilu vhodně používat k následnému zpracování za katrem, nebo pásovou pilou. Pevná pilová hřídel je umístěná nad řezaným materiálem. S pilovou sestavou přesuvného rozmítacího pouzdra se lehce manipuluje. Hřídel s pilovou soustavou je ovládána elektronicky. Podávací pás s aktivním přitlakem zajišťují správné vedení prizmy v řezu, vysokou kvalitu řezu a rozměrovou přesnost výrobků. Podávka pily je regulována elektronicky, to umožňuje volit podávku plynule. ^[31]



Obrázek 24 Rozmítací pila Winter Multimax 170 ^[31]

Parametry:

Rozměry stroje - 2340 x 1590 x 1510 mm

Hmotnost stroje - 3000 kg

Pracovní výška stolu - 850 mm

Průchod strojem – šířka – 800 mm

Max výška řezu - 170 mm

Mim výška řezu - 10 mm

Maximální vzdálenost krajních pil - 400 mm

Minimální délka řezaného kusu - 0,65 m

Rychlost podávky - 30 m/min

Otáčky pilového hřídele - 3000 ot/min

8.2.1.3 ORP 750/160 Pila omítací a rozmítací

Stroj je určen k podélnému omítání řeziva v přesných šířkách, k výrobě latí nebo k podélnému rozřezávání prizem a hranolů - rozmítání. V základním provedení je stroj

vybaven jedním pevným a jedním pohyblivým pilovým pouzdrům, na objednávku lze stroj osadit druhým pohyblivým pouzdrům. Do pevného pouzdra lze upnout jeden nebo dva pilové kotouče, do posuvného pouzdra lze upevnit jeden až tři pilové kotouče. Pro rozmítání je třeba stroj vybavit speciálním rozmítacím pilovým pouzdrům. Stroj je rovněž možno dodat pouze v provedení pro rozmítání. Regulace rychlosti posuvu je v rozsahu 5-90 m/min. (podle provedení) zabezpečena změnou frekvence napájecího proudu. Systém je vybaven elektronickým snímáním polohy. Nastavování šířky řezu je ovládané jednoduše z místa obsluhy prostřednictvím ovládacího panelu. Hydraulický agregát je zabudován přímo ve stroji. Stroj je vybaven dvěma horními a jednou dolní řadou účinných zachycovačů zpětného vrhu řezaného materiálu. Pohyblivé části stroje jsou opatřeny bezpečnostními kryty, otevření krytů a zachycovačů blokuje spuštění stroje. Kryty jsou opatřeny protihlukovým potahem. Velké otvory ve spodní části stojanu umožňují bezproblémový odsun odpadu. Součástí dodávky je přehledný ovládací pult a elektrorozvaděč. Stroj je schválen Státní zkušebnou a plně vyhovuje platným předpisům EU. [24]



Obrázek 25 ORP 750/160 Pila omítací a rozmítací [24]

Parametry:

Otáčky - 3000ot/min

Hmotnost stroje - 2500 kg

Pracovní výška stolu - 850 mm

Průchod strojem - šířka – 750 mm

Max výška řezu - 160 mm

Mim výška řezu - 15 mm

Maximální vzdálenost krajních pil - 450 mm

Minimální délka řezaného kusu - 0,65 m

Rychlost podávky - 5-90 m/min

Otáčky pilového hřídele - 3000 ot/min

8.2.2 Výměna zkracovací pily Schmalz

Při výměně zkracovací pily jsem uvažoval dva zástupce, které jsem vybral z několika nabídek od různých firem.

8.2.2.1 Zkracovací pila na dřevo JAVES

Malá velikostí velká přesností a produktivitou práce. Pila je vhodná pro sériovou výrobu, zkracování trámů, fošen a prken.



Obrázek 26 Zkracovací pila na dřevo JAVES ^[31]

Pila umožňuje dělit dřevěný materiál tloušťky 160 mm a šířky 290 mm. Posun materiálu válečkovými dopravníky. Přisuvný dopravník v základním provedení má délku 3000 mm, odběrný dopravník má délku 2000 mm. Řez je čistý, kolmý a řezané polotovary jsou délkově přesné. Možnost zařezávat materiál na více délkových rozměrů pomocí stavitelných sklopných dorazů. Vysoká produktivita práce. Motor i vřeteno řezného kotouče jsou uloženy na kyvném ramenu. Jsou lehce ovládány pracovní pákou. Snadná výměna řezného nástroje – boční deska krytu nástroje je výklopná. Zaručená bezpečnost práce pomocí nuceně pohyblivého krytu. Kryt řezného nástroje je při řezání neustále pomocí táhla ve vodorovné poloze – nesnižuje se tak šíře řezaného materiálu. Stroj je opatřen účinným nástavcem odsávání. ^[31]

Parametry:

Elektrický motor - 2,2 kW

Otáčky řezného nástroje - 3250 ot./min.

Napětí - 380 V/50 Hz

Maximální průměr řezného nástroje - 450 mm

8.2.2.2 Zkracovací pila OMGA 1000 - AUT

Automatická zkracovací radiální pila je stroj určený pro přesné dělení dřeva, materiálů a hmot s podobnými vlastnostmi. Předností pily je vysoká přesnost řezu, natáčení vodícího ramene na obě strany a naklápění pilového agregátu. Posuv agregátu je automatický za použití nožního pedálu. Hliníkové dorazové pravítko je vybaveno překlápěcími dorazy. V ceně kotouč Ø 450 mm + vstupní a výstupní válečková dráha o celkové délce 4 metry + překlopitelné dorazy. ^[28]



Obrázek 27 Zkracovací pila OMGA 1000 - AUT^[28]

Parametry:

Příkon motoru - 5 kW

Výška řezu - 155 mm

Max Ø kotouče - 450 mm

Pojezd ramene - 1000 mm

8.2.3 Návrh instalace detektoru kovů

Detektor kovů jsem zvolil od firmy AD Controls s r.o. s názvem Metalarm CE. Tento detektor kovů je kvalitní výkonný a relativně levný. Další náklady budou potřebné pro zhotovení nekovového dopravníku v délce 2 m. Tento dopravník je zapotřebí, aby dobře fungoval nainstalovaný detektor kovů a nebyl ovlivněn blízkostí jiných kovových předmětů. Tento dopravník i jeho instalaci dodává AD Controls s r.o. společně s detektorem ve spolupráci s firmou na výrobu těchto typů dopravníků a zároveň provedou další úpravy v oblasti přísunu kulatiny do pilnice.

Samotná práce detektoru kovů bude probíhat následovně. Při detekování kovu v kulatině se takto znehodnocený kmen zjistí a až dopravník dopraví kulatinu k místu

vyražení, vyrážeč propojený s detektorem kulatiny vyrazí do připraveného zásobníku na kulatinu.

9 Vyhodnocení práce

Vyhodnocení a výběr jednotlivých strojů probíhalo v souladu s výrobní politikou pilařského provozu a za pravidelných konzultací s ředitelem a mistrem pily. U výměn strojního zařízení byl brán zřetel především na stávající podmínky a byly zvoleny takové stroje, které nevyžadovali další zásahy jak stavební tak technologické. Bylo tedy dosaženo vylepšení bez zbytečného ekonomického zatížení podniku.

9.1 Výběr zkracovací pily

Tabulka 5 Srovnání parametrů zkracovacích pil

Pila	Schmatz	Javes	Omga 1000
Příkon [kW]	2.2	2.2	5
Výška řezu [mm]	130	160	155
Max. průměr kotouče [mm]	300	450	450
Max. šířka řezu [mm]	700	290	700

Z výše uvedených zástupců zkracovacích pil jsem zvolil pilu Omga 1000. Tento výběr je především podmíněn jejím dobrým výkonem. Hlavní parametr pro výběr byla výška řezu, která byla nedostačující u zkracovací pily Schmatz. Ostatní vlastnosti, které vyhovovaly, jsou prakticky srovnatelné se stávající pilou. Výška řezu bude zvětšena o 250 mm, což by na první pohled mohlo být bráno jako zbytečné, ale toto navýšení je pro vyráběný sortiment dostačující.

9.2 Výběr rozmítací pily

Tabulka 6 Srovnání parametrů rozmítacích pil

Pila	Lamelo 65	PWR 301	WM 170	ORP 750/160
Otáčky [ot/min]	5000	5500	3000	3000
Hmotnost stroje [kg]	1530	3000	3000	2500
Pracovní výška stolu [mm]	800	850	850	850
Průchod strojem-šířka [mm]	330	870	800	750
Max. výška řezu [mm]	65	160	170	160
Min. výška řezu [mm]	33	10	10	15
Max. vzdálenost krajních pil [mm]	100	400	400	450
Min. délka řezaného kusu [m]	0.5	0.5	0.65	0.65
Rychlost podávky [m/min]	44	40	30	5 – 90

Ze třech výše uvedených zástupců jsem vybral pilu ORP 750/160. Oproti původní pile bude vylepšení na tomto místě markantní. Šířka průchodu stroje bude navýšena více než 2x. Maximální výška řezu se z 65 mm zvýší na 160 mm. Maximální vzdálenost krajních pil se z pouhých 100 mm navýší na 450 mm, což je poměrně důležité u pilnice na přesílenou kulatinu. Rychlost podávky se dá flexibilně měnit.

9.3 Návrh instalace detektoru kovů



Schéma 3 Stávající odkorňovač

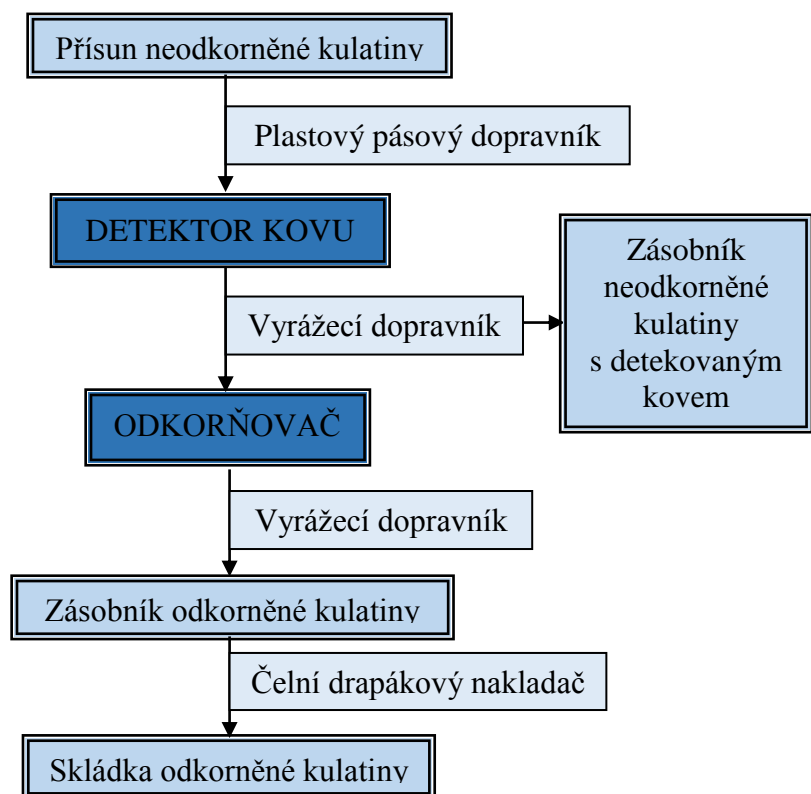


Schéma 4 Odkorňovač napojený na detektor kovů

Jednotlivé nutné úpravy a instalace zařízení

- Instalace detektoru kovů (*investice za detektor kovů, instalace v ceně*)
- Instalace nekovového dopravníku v délce dvou metrů (*investice za dopravník, instalace v ceně*)
- Instalace dopravníku z vyrážecím zařízením v délce o jedním metr delší než je maximální zpracovávaná kulatina, tedy 6 m (*provoz tímto vybavením disponuje a je schopný samostatné instalace*)
- Instalace zásobníku na kulatinu s detekovaným kovem (*provoz tímto vybavením disponuje a je schopný samostatné instalace*)

9.4 Ekonomické posouzení investice

Tabulka 7 Pořizovací náklady vybavení

Strojní vybavení	Cena s DPH [Kč]
OMGA 1000	96 000
ORP 750/120	490 000
Detektor kovů	270 000

Celkové investiční náklady s DPH jsou **856 000,- Kč**.

Vzhledem k různým možnostem financování je provedena částečná ekonomická analýza možných použitelných způsobů.

Náklady při platbě v hotovosti

Celkové náklady při platbě v hotovosti jsou shodné s celkovými pořizovacími náklady.

$$N_{c1} = 856\,000,- \text{ Kč}$$

Náklady při platbě pomocí bankovního úvěru

Valdviertel Sparkasse nabízí úvěr s roční úrokovou sazbou ve výši 2,72 %.
Celkové investiční náklady: $N_{c1} = 856\,000,- \text{ Kč}$

$$\text{Počet období splatnosti } n = \underline{10 \text{ let}}$$

$$\text{Úroková sazba: } i = P/100 = \underline{0,0272}$$

Úročitel: $q = 1 + i = 1,0272$

Anuitní splátka: $A = K0 * [(q^n + (q-1))] / (q^n - 1) = 96\,647,-\text{Kč}$

Celkem zapláceno za dobu trvání úvěru: 966 467,-Kč

Celkem zapláceno na úrocích: 110 467,-Kč

Tabulka 8 Splátkový kalendář

Splátka	Pačáteční stav [Kč]	Anuita [Kč]	Úrok [Kč]	Úmor [Kč]	Konečný stav [Kč]
1	856 000	96 647	19 431	77 215	778 785
2	778 784	96 647	17 678	78 968	699 816
3	699 816	96 647	15 886	80 761	619 055
4	619 055	96 647	14 053	82 594	536 461
5	536 461	96 647	12 178	84 469	451 992
6	451 992	96 647	10 260	86 386	365 605
7	365 605	96 647	8 299	88 347	277 258
8	277 258	96 647	6 294	90 353	186 905
9	186 905	96 647	4 243	92 404	94 501
10	94 501	96 647	2 145	94 502	0

Odpisový plán

Rovnoměrné odepisování

Pořizovací cena je 856 000,-Kč

Odpisová skupina 3, doba odpisu je 10 let

Roční odpisová sazba: 1. rok 5,5 %, další roky 10,5 %

Tabulka 9 Odpisový plán

Rok	Odpis [Kč]	Zůstatková cena [Kč]	Stupeň opotřebení [%]
1	47 080	808 920	10
2	89 880	719 040	20
3	89 880	629 160	30
4	89 880	539 280	40
5	89 880	449 400	50
6	89 880	359 520	60
7	89 880	269 640	70
8	89 880	179 760	80
9	89 880	89 880	90
10	89 880	0	100

10 Závěr

Diplomová práce se zabývá analýzou současného stavu a návrhem rekonstrukce pilařského provozu ve firmě ZZD Dlouhá Ves, která náleží do holdingu LESS. Firma používá jako hlavní stroj kmenovou pásovou pilu. Díky součinnosti se společností ZZD Dlouhá Ves bylo možné vytvořit práci založenou na existující výrobní lince a reálných datech.

V rámci práce byl zanalyzován současný stav výrobní linky a byly navrženy její úpravy spočívající ve výměně zkracovací pily a omítací pily. Tyto úpravy vedou k zefektivnění výroby, využití nových technologií a zrychlení technologických operací. Návratnost počáteční investice do nového vybavení je do značné míry závislá na objemu výroby a na (v současné době neznámých) záměrech nového majitele firmy. Podrobnější analýza je nad rámec této diplomové práce, ale mohla by být jejím vhodným rozšířením po stabilizaci poměrů ve firmě.

Z ekonomického hlediska jsou v práci uvedeny možnosti financování inovací provozu a také je součástí práce odpisový plán pro strojní vybavení.

11 Seznam použité literatury

- [1] Detvaj, J. Technológia piliarskej výroby. II. vydanie. Zvolen: Tuzvo, 2003. 233s. ISBN 80-228-1248-X
- [2] Detvaj, J. 2009- Technológia piliarskej výroby. 3. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009. 233 s. ISBN 978-80-228-2076-9
- [3] Drábek, J. – Potkaný, M. 2007. Ekonomika podniku. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007- 137 s. ISBN 978-80-228-1731-8
- [4] Dřevařská technická příručka, Praha 1970, Nakladatelství technické literatury
- [5] Dvořáček, L, Pracovní úprava pilových listů, Dřevářský výzkumný ústav v Bratislavě 155 s
- [6] Friess, F. : Pilařské zpracování dřeva, materiály k přednáškám, Praha 2004, ISBN 80-213-1149-7, ISBN 80-213-1149
- [7] Friess, F., 2006: Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě, Česká zemědělská univerzita, Praha, 53s.
- [8] Kahák, J 1955 .Technologia Dreva, Vydavateľstvo Technickej literatúry, Bratislava 200 s
- [9] Klement, I.-Detvaj, J. 2007. Technológia prvostupňového spracovania dreva. Zvolen: Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene. 2007. 363 s. ISBN 978-80-228-1811-7
- [10] Kvietková, M. – Bomba, J. Pilařské zpracování dřeva, Technologie pořezu rámovou pilou. 1.vyd. Praha: Powerprint, Praha, 2013. 111 s. ISBN 978-80-87415-79-5
- [11] Lisičan, J. a kol. 1996. Teória a technika spracovania dreva. Prvé vydanie. Zvolen: Vydavateľstvo MATCENTRUM. 1996. 626 s. ISBN 80-967315-6-4
- [12] Lisičan, J., 1988: Obrábanie a delenie drevných materiálov, VŠLD Zvolen, 412 s.
- [13] Lisičan, J., 1981: Technologia piliarskej výroby, VŠLD Zvolen, 230 s.
- [14] Lisičan, J., 1956 Rezáni dřeva Vydavateľstvo Technickej literatúry, Bratislava Svlt, 152 s
- [15] Maňas, L., Kočara, F. Stroje a zariadenia pre drevársky priemysel. I vydanie. Bratislava : ALFA, 1981. 288 s.
- [16] Materiály poskytnuté ZZD Dlouhá Ves
- [17] Navrátil, V 1986. Technológia a zariadenia VŠLD Zvolen 136 s
- [18] Prokeš, S. 1980. Údržba a ostření dřevobráběcích nástrojů. První vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury. 1980. 184 s.

- [19] Verčimák, P. 1989. Technológia piliarskej výroby. Návody na cvičenia. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1989. 76 s. ISBN 80-228-0053-8
- [20] Sndberg, D.U.W.: Value Activation with vertical anual rings – material, production,products, Stockohlm 1998
- [21] Kolektiv autorů, 2008. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví. Praha. Nakladatelství a vydavatelství Lesnické práce, s r.o. 148 s. ISBN 978-80-87154-01-4

Internetové zdroje

- [22] Čkyně, D. (nedatováno). Získáno 15. 03 2014, z Dřevostroj Čkyně:
<http://www.drevostroj.cz/>
- [23] Dědík, V. (nedatováno). *Vladimír Dědík- stroje*. Získáno 16. 03 2014, z
http://www.dedik-stroje.cz/domain/dedik-strojecz/files/wintr/rozmitaci-pily/multimax_170/multimax-170-cenova-nabidka.pdf
- [24] Forest, P. (nedatováno). *Nejširší sortiment pásových pil na světě*. Získáno 25. 01 2014, z <http://pilous.cz/>
- [25] Hrázdil, J. (nedatováno). *Normy.biz*. Získáno 16. 01 2014, z
<http://seznam.normy.biz/>
- [26] Initium. (nedatováno). *INITIUM, s.r.o.* Získáno 14. 02 2014, z
<http://www.initium.cz/rs/index.php>
- [27] Less. (nedatováno). *LESS & TIMBER - ZZD Dlouhá Ves u Sušice*. Získáno 12. 03 2014, z <http://www.less.cz/c285-cz-less-timber-zzd-dlouha-ves-u-susice>
- [28] Mapy.cz. (nedatováno). *Mapy.cz*. Získáno 14. 02 2014, z <http://www.mapy.cz/>
- [29] nástroje, G. (nedatováno). Získáno 16. 03 2014, z Gofer:
<http://www.gofer.cz/cz/23-kmenova-pasova-pila.html>
- [30] s.r.o, K. (nedatováno). *Vše pro dřevo.cz*. Získáno 15. 01 2014, z
<http://www.vseprodrevo.cz/zkracovaci-radialni-pila-omga-1000-aut/>
- [31] stroje, D. (nedatováno). *Dobré stroje*. Získáno 15. 02 2014, z
<http://www.dobrestroje.cz>
- [32] strojírna, Sg. (nedatováno). *Sg strojírna*. Získáno 29. 01 2014, z <http://www.sg-stroj.cz/>
- [33] Šterc, T. S.-M. (nedatováno). *Rozmítací pily*. Získáno 05. 03 2014, z
<http://www.tossvitavy.com/winter/multimax.pdf>
- [34] Veselý, J. (nedatováno). Získáno 18. 03 2014, z Jan VESELÝ - JAVES –
Zkracovací pily - Základní popis pily: <http://jan-vesely.takeit.cz/produkt/javes-zkracovaci-pily-zakladni-popis-pily-10931079>
- [35] WIKUS CZ, s. (nedatováno). *Wikus*. Získáno 17. 02 2014, z
<http://www.wikus.cz/index.html>
- [36] AD Control s r.o. (nedatováno). *AD Control*. Získáno 3. 10. 2014, z
http://www.adcontrols.cz/metalarm_ce/