

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2020

MARTIN KÁŠ

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

KATEDRA ZPRACOVÁNÍ DŘEVA A BIOMATERIÁLŮ



OPTIMALIZACE PILAŘSKÉHO PROVOZU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Martin Káš

Vedoucí práce: doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Martin Káš

Dřevařství
Dřevařství

Název práce

Optimalizace pilařského provozu

Název anglicky

Optimization of sawmill production

Cíle práce

Cílem práce je popsat současný stav podniku včetně všech jeho výrobně-technických zákonitostí a vytvořit a vyhodnotit možnosti optimalizace v jednotlivých výrobních uzlech.

Metodika

Popsat genézu podniku a také současnou situaci podniku i vize vedení firmy, kam by měl podnik směřovat v budoucnu. Seznámení se s prostředím firmy a výrobními zařízeními, výrobními postupy, logistickými zákonitostmi. Návrh řešení v jednotlivých problematických uzlech výroby.

Doporučený rozsah práce

35 – 45 stránek

Klíčová slova

pilařský provoz, výroba, strojní zařízení

Doporučené zdroje informací

FRIESS, F. Pilařské zpracování dřeva. Vyd. 1. Praha: Česká Zemědělská Univerzita v Praze, 2004. 80 s., ISBN 80-213-1148-7.

FRONIUS, K. Spaner, Kreissägen, Bandsägen: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk. Band 2. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart. 1989. 300 s., ISBN 3-87181-332-X.

KVIETKOVÁ, M. Obrábění dřeva. CARTER Praha. 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.

LING, K., KIMURA, S., WANG, H., YOKOCHI, H. Band saw vibration V. Effect of a hydrostatic air-guide system on a band saw vibration. Mokuzai Gakkaishi Journal of the Japan Wood Research Society. 38(1). s. 29-36. 1992

OVERBY, A. CNC Machining. Building, Programming, and Implementation. 1st ed. New York: McGraw-Hill Professional Publishing. 2010. 272s., ISBN 0071623019.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 20. 05. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Optimalizace pilařského provozu vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne:

Podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za odborné vedení práce, její připomínky, odbornou pomoc, poskytování rad a materiálových podkladů při vypracování této práce. Dále také děkuji panu Milošovi Novákovi za přístup do jeho podniku, za odborné konzultace a cenné rady.

Abstrakt

Jméno: Martin Káš

Název: Optimalizace pilařského provozu

Tato bakalářská práce se zabývá optimalizací pilařského provozu, konkrétně pilařského provozu Pila Novák. Celá práce je rozdělena do tří hlavních částí – literární část, popsání současného provozu a samotná optimalizace. V literární části práce jsou rozebrány podrobně všechny části pilařských provozů a s tím spojené vedlejší produkty výroby. V současném provozu je vysvětleno umístění firmy se všeobecnými informacemi a dále je popsán technologický tok a zařízení použité na pile. Návrh optimalizace pilařského provozu obsahuje konkrétní řešení s jeho popisem a celkovými náklady, které s ním souvisí, součástí popisu současného stavu i optimalizace jsou schémata. Můj návrh obsahuje pořízení odkorňovače do skladu suroviny, konkrétní typ odkorňovače obsahuje i reduktor kořenových náběhů.

Klíčová slova: Pilařský provoz, výroba, strojní zařízení

Abstract

Name: Martin Káš

Topic: Sawmill operation optimization

This bachelor's thesis deals with the optimization of the sawmill operation, specifically the sawmill operation Pila Novák. The whole work is divided into three main parts – the literary part, the description of the current operation and the optimization itself. In the literary part of the work, all parts of sawmills and related by products of production are analyzed in detail. In the current operation, the location of the company with general information is explained and the technological flow and equipment used at the sawmill are also described. The proposal for optimizing the sawmill operation contains a specific solution with its description and the total cost associated with it, part of the description of the current state and optimization are diagrams. My proposal includes the acquisition of a debarker for the raw material warehouse, a specific type of debarker also includes a root set reducer.

Keywords: Sawmill operation, production, machinery

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Metodika	12
4. Literární řešení pilařského provozu.....	13
4.1. Sklad suroviny	13
4.2. Pilnice	15
4.3. Sklad řeziva.....	18
4.4. Vedlejší produkty výroby	20
5. Představení pilařského provozu	23
5.1. Situace areálu.....	24
5.2. Pilous CTR 700 – hlavní strojní zařízení.....	25
6. Návrh optimalizace – výsledek práce	29
6.1. Náklady spojené s návrhem optimalizace.....	32
7. Diskuze	34
8. Závěr	35
9. Seznam použitých zdrojů.....	36
Literární zdroje:	36
Internetové zdroje:	38

Seznam obrázků

Obrázek 1 Pořez naostro.....	16
Obrázek 2 Pořez prizmováním	17
Obrázek 3 Pořez segmentový	17
Obrázek 4 Hráň řeziva.....	18
Obrázek 5 Palivové odřezky.....	20
Obrázek 6 Současné umístění firmy v obci Mokrovraty.....	23
Obrázek 7 Situace areálu	24
Obrázek 8 Sklad suroviny	25
Obrázek 9 Pilous CTR 700.....	26
Obrázek 10 Schéma pilnice	27
Obrázek 11 Zastřešený sklad řeziva	28
Obrázek 12 Odkorňovač RED-ODKOR	30
Obrázek 13 Upravené schéma pily s odkorňovačem	31

Seznam tabulek

Tabulka 1 Náklady spojené s odkorňovačem.....	32
--	----

1. Úvod

Dřevo je pokládáno za jednu z nejperspektivnějších surovin a zároveň jako nosný materiál budoucnosti. Dřevo představuje pružný, pevný, a přitom lehký materiál, je schopen snášet velké zatížení, hlavně ve směru vláken, a to jak v tlaku tak i v tahu. Má dobré tepelně izolační vlastnosti, tlumí vibrace, snadno se opracovává řeznými nástroji, lze jej spojovat, zpevňovat kovovými a jinými výplněmi. Další výhodou dřeva je i nízká hmotnost a mimo jiné je i levnější než většina materiálů. Má esteticky působivé, dekorační vlastnosti a také rezonanční vlastnosti. Manipulace se dřevem je poměrně jednoduchá. Přeměna dřeva z přírodního produktu (stromu) na technicky použitelný materiál ovšem zdaleka není jednoduchá.

Pilařské zpracování má především homogenizovat mechanické a konstrukční vlastnosti dřeva na technicky definovaný materiál a dále upravit pilařský odpad na surovinu použitelnou pro další zpracování.

Dřevozpracující průmysl je základním pilířem primárního zpracování dřeva. Efektivní a dlouhodobě konkurenceschopný pilařský průmysl je základním stavebním kamenem funkčního lesnicko-děvevařského komplexu. Malé a střední pilařské provozy mají v celém dřevozpracovatelském průmyslu poměrně velké opodstatnění – jsou schopny se více přizpůsobit přání zákazníka a tím tak doplnit velké dřevozpracující podniky a jejich trh.

Tato bakalářská práce se zabývá malým pilařským provozem Pila Novák, která sídlí v obci Mokrovraty, dříve ovšem měla sídlo v obci Malá Hraštice, kde majitel firmy začínal pouze s výrobou palet a následně svoji firmu rozšířil a přestěhoval do většího objektu. Tím pádem se zvětšil i okruh výroby a součástí rozšíření bylo také přijetí nových pracovníků. Firma je momentálně hodně vytížena a má zakázky na několik měsíců dopředu. Firma tedy může vzrůstat dále, a to jak ekonomicky tak i technologicky.

2. Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce s názvem „Optimalizace pilařského provozu“ byla charakteristika současného stavu výroby pily Novák a navrhnutí optimalizace v jednotlivých výrobních uzlech.

Abychom naplnili hlavní cíl práce, bylo nutné i několik dílčích cílů týkající se:

- literární rešerše pilařského provozu,
- geneze pily,
- současného stavu i vize vedení firmy,
- technického vybavení,
- výrobních postupů.

3. Metodika

Práce pojednává o konkrétním provozu, a to o pile Novák. Činnost jsem započal zjišťováním informací a diskutováním s vedoucím pily Novák o fungování celého pilařského provozu a také prodiskutoval to, kam směřují jejich vize do budoucnosti.

Následně bylo nutné se seznámit s technologiemi použitými na pile, dále také technologický tok, výrobu a dopravní techniku, která se zde používá. Důležité bylo pořízení fotodokumentace jednotlivých zařízení a výrobních uzlů. Dále bylo důležité se seznámit s technickými parametry strojů.

Na základě obdržených informací a seznámení se s fungováním pilařského provozu došlo k analýze a vyhodnocení potencionálních slabých míst. Na základě analýzy bylo nutné navrhnout řešení, které vylepší firmě její fungování, ať z hlediska ročního počtu nebo zisku.

Vyhodnocování informací probíhalo buďto grafickou, písemnou nebo formou tabulek. Po vyhodnocení informací bylo potřeba dojít k nějakému výsledku a následnému porovnání s cíli práce.

Jako poslední krok bylo zhodnocení výsledků. Po zvážení všech možností a po diskuzi s majitelem pily se došlo k závěru, že nejlepší bude optimalizace skladu suroviny.

4. Literární rešerše pilařského provozu

První zmínky o opracování dřeva se datují už od pravěku, kdy se lidé snažili dřevo opracovat několika různými způsoby. Za úplně první pilu se dá považovat kamenná pila, která je stará asi 25 000 let, poté přišla vylepšená bronzová pila a to 2700 let před naším letopočtem (Prokeš 1982). Pro pilařinu všeobecně je důležitý rok 1322, kdy byla vynalezena první strojní jednolístá rámová pila (Palovič, 1981). Další důležité období je 16. století, kdy byla vynalezena vícelístá rámová pila, protože kulatina se rozdělila na několik pořezů jedním průchodem pily. Do této doby se kulatina zpracovávala jednotlivě a to tak, že jeden průchod pilou znamenal pouze jeden řez (Kvietková, Bomba, 2013). Pilařské provozy se skládají ze tří hlavních částí – sklad suroviny, pilnice a sklad řeziva (Friess, 2004). Jednotlivé části provozu v následujících kapitolách přiblížím.

4.1. Sklad suroviny

Po samotné těžbě je nutné dříví chránit, jakožto choulostivý materiál, aby nedocházelo ke zbytečnému znehodnocování suroviny. Toho je dosahováno ve skladu suroviny, kam je dřevo dopravováno přímo z lesa. V tomto skladu je dřevo podrobena základním, ale velice důležitým úkonům, které jsou nezbytné pro další zpracování v pilnici. Jako první velká část pilařských provozů je sklad suroviny. Sklad suroviny je účelně vybavené místo, na kterém se uskutečňuje příprava suroviny (kulatiny) před jejím dalším zpracováním podélným dělením v pilnici (Sarvašová Kvietková 2019).

Má svoje funkce a činnosti, které se zde provádějí. K uskladnění kulatiny se používají buďto haly, nebo otevřené prostory. Do skladu suroviny se dováží veškerá kulatina, která je na pilu dovezena a provádí se přejímka kulatiny. Tato operace zajišťuje kvalitativní a kvantitativní ohodnocení suroviny, které se provádí podle dohodnutých dodavatelsko-odběratelských vztahů, je proto důležité, aby přejímku prováděl zkušený pracovník, nejčastěji vedoucí provozu. Kontroluje se počet kusů dodávky s počtem kusů uvedeným v dodacích listech, stejně jako tloušťky, rozměry a kvalita jakosti. Kontrola kvality jakosti se provádí na pár vybraných vzorcích, u kterých se kontrolují rozměry a celková kvalita sortimentu. Při negativním hodnocení se musí pak vzít každý kus a udělat kontrolu kvality na každém kusu. Přejímka a evidence jsou první operace, které se na skladu provádějí (Janák, Ondráček, Pejzl 2006). Další činností prováděnou ve skladu suroviny je manipulace s kulatinou. Do té se

zahrnuje zkracování kulatiny, redukce kořenových náběhů, odkorňování nebo detekce kovů. Tyto činnosti napomáhají k tomu, aby se následné zpracování ulehčilo.

Zkracování kulatiny se dá vnímat jako jedna z nejdůležitějších operací ve skladu suroviny, protože ovlivňuje další zpracování kulatiny. Ačkoliv se to nezdá, zkracování je velmi komplikovaná a náročná operace. Jsou známy některé technologické požadavky, které musí být splněny pro správnou hospodárnost zkracování. Mezi ně patří dostačující zásoba kulatiny, znalost výrobních předpisů, odbornost a kvalifikace pracovníků, dostatečně velký manipulační prostor a v poslední řadě také soubor požadavků pro délkové zkracování kmene. Pod tím můžeme chápat správné využití podle jakosti nebo délky kmene (Friess, 2006).

Cílem redukce kořenových náběhů je zrovnoměnit celý tvar kmene. Je známo, že v nejspodnější části je kmen nejširší, a to právě kvůli kořenovým náběhům. Ty mohou způsobit několik nepříjemností, například nestabilitu výřezů nebo překročení mezních parametrů strojů – světlost rámových pil nebo výšku řezu u kotoučových pil. Redukce kořenových náběhů probíhá strojně, a to za pomoci reduktorů. Nejčastěji se používají frézovací nebo reduktory s průchozí hlavou (Fronius, Spaner, Kressägen, Bandsägen, 1989).

Odkorňování kulatiny se dělá nejčastěji strojními zařízeními, které se nazývají odkorňovače. Odkorňovač je stroj, který odebírá kůru z kulatiny. Nejlepší by bylo odkorňovat kulatiny v místě kácení, tedy v lese a následně tam kůru nechat, jelikož kůra obnovuje biosystém, ovšem tento způsob se nevyužívá, protože to nelze používat při průmyslovém zpracování dřeva. Jelikož kůra zabírá poměrně velkou část stromu (u smrku asi 10 %), dala by se dále skladovat a využít. Další výhodou odkorňovačů je také to, že v kůře jsou často zaraženy mechanické předměty, které by následně mohly otupit nebo dokonce poničit řezný nástroj. Otupený řezný nástroj pak vytváří nepřesný řez nebo nemá takovou kvalitu povrchu řezu (Lisičan, 1996). Odkorněním kůry by se tedy z větší části dal eliminovat i tento problém.

Detekce kovových předmětů je nevýrobní operace, ale dost napomáhá procesu výroby. V surovině (nejen v kůře) mohou být často zaraženy kovové předměty, jako jsou střepiny a hřebíky, ve vojenských prostorách to jsou často projektily ze zbraní. Ty pak při následném zpracování mohou otupit nástroj a tím tak snížit kvalitu řezu nebo dokonce i nástroj zničit. Detekce se může provádět vizuálně (okem) nebo strojně za

pomocí detektorů kovových předmětů. Ty fungují na principu elektromagnetického pole a jsou schopny postižené místo i barevně označit (Kveitková, 2015).

Další operací na skladě suroviny je ochrana suroviny. Ta se provádí z důvodu ochrany kulatiny proti znehodnocení před dalším zpracováním. Dá se provádět buďto suchým způsobem, který se více využívá u jehličnaté suroviny, nebo mokřím způsobem u listnaté suroviny. Suchá ochrana funguje na principu rychlého snížení vlhkosti dřeva a tím snižuje přístup pro tvorbu dřevokazných hub. Mokrá ochrana funguje opačným způsobem, a to tak, že ve dřevě se udržuje vysoká vlhkost, která zabraňuje přístup pro kyslík a tím pádem snižuje riziko napadení houbami nebo hmyzem. Aplikace ochrany se provádí buďto postříkem nebo máčením (Pražan, Příkaský, 2007).

Posledními operacemi ve skladu suroviny je vytvoření požezových dávek a následný přísun k pilnici. Obě tyto operace jsou nevýrobní, ale důležité, protože zajišťují plynulý chod hlavních částí pilařských provozů – pilnic. Pro přepravu řeziva do pilnic se používají jeřáby, čelní nakladače nebo vysokozdvizné vozíky. V modernějších provozech tuto činnost provádějí automatické pásové dopravníky.

Sklad suroviny má 3 funkce. Funkce skladovací má za úkol, aby sklad dokázal pojmout zásobu suroviny asi na 15 dní a také dokázal zabezpečit plynulost výroby a v případě výpadku to, aby se provoz nezastavil. Mimo funkce skladovací má sklad suroviny za úkol také chránit kulatiny před znehodnocením, takže funkci ochrannou. Poslední funkcí je funkce výrobní – kulatiny se zpracovávají na jednotlivé výřezy. Délka výřezů se stanovuje tak, aby byla zajištěna co největší výtěž (Detvaj, 2003). Další a nejdůležitější částí provozů je pilnice.

4.2. Pilnice

Pilnice je srdce celého pilařského provozu, jelikož podle pilnice se určují kapacitní, technologické a technické parametry (Afanasiev, 1968). Dá se říci, že pilnice je hala, ve které probíhá pořez jednotlivých pilařských výřezů. Pořez je definován jako soubor operací, který dělí podélně pilařské výřezy na řezivo. Řezivo je určováno tím, že má 2 plochy rovnoběžné a má tloušťku minimálně 10mm. K výrobě řeziva se používají rámové, pásové nebo kotoučové pily a agregátní linky. Tyto stroje jsou pak považovány za hlavní stroje. Hlavními je nazýváme proto, že tyto stroje určují zpracovatelskou technologii v pilnici, kapacitu pilnice a podmínky organizace práce v pilnici. Na

hlavním pilařským stroji závisí zpracovatelská technologie před pilnicí – ve skladu suroviny, i za pilnicí v adjustaci řeziva a v přířezovně (Detvaj a Šúriková, 1983).

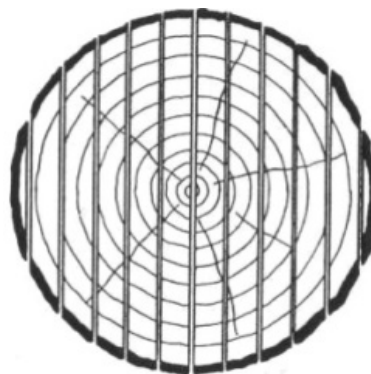
Dále se v pilnicích nacházejí vedlejší stroje. Jejich činnost doplňuje stroj hlavní, a proto jsou také nedílnou součástí celého pilařského provozu (Goglja, 1994). Mezi tyto stroje patří například zkracovací pily, omítací pily nebo rozmítací pily. Za další vedlejší stroje se dají považovat také stroje na úpravu odpadů, jako jsou štěpkovače nebo sekačky na dřevní odpad. Každý stroj provádí určité vibrace (Ling, Kimura, Wang, Yokochi, 1992), takže stroje musí být dostatečně ukotvené.

Součástí vybavení pilnice bývá i pomocná skupina strojů, která se na výrobě řeziva přímo nezúčastňuje, ale zabezpečuje nepřetržitou činnost celého výrobního i dopravního systému. K této skupině patří stroje na údržbu pilových a obráběcích nástrojů (Klement a Detvaj, 2007).

Jak jsem už zmínil výše, v pilnici se provádí pořez výřezu podélným dělením na řezivo. V dnešní době jsou známy tři základní typy pořezu, a to:

- pořez naostro,
- pořez prizmováním,
- pořez segmentový.

Pořez naostro (Obr. 1) je nejstarším typem a používá se hlavně pro výrobu neomítaného řeziva. Na tento způsob pořezu je potřeba více strojů, a to první stroj na rozdělení výřezu (rámová pila) a druhý stroj na omítnutí, takže omítací pilu. Tento typ pořezu se využívá nejvíce pro výrobu truhlářského řeziva neboli fošen.

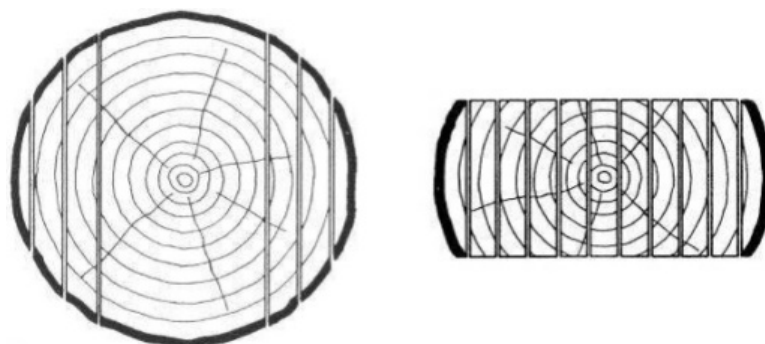


Obrázek 1 Pořez naostro

<https://www.fraxinus.mendelu.cz/vyuka> (13.4.2020)

Jak už z názvu napovídá, při pořezu prizmováním (Obr. 2) vzniká prizma, která se utváří prvním průchodem pily. Druhým průchodem pily se výřez rozděluje na

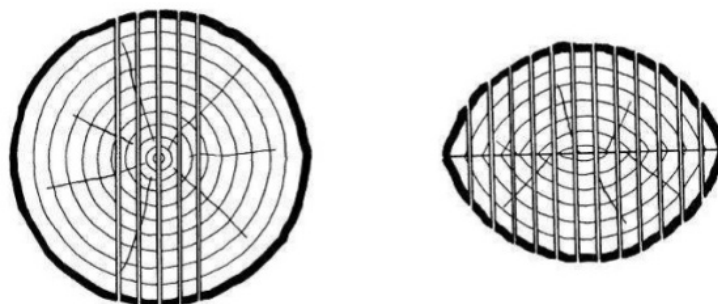
žádaný počet kusů řeziva. Výhody tohoto typu pořezu jsou takové, že vyrábíme řezivo s jednotnými rozměry a také si ušetříme práci na omítací pile, a to asi o 40%. Tímto způsobem se vyrábějí nejčastěji pražce, hranoly nebo materiály určitých rozměrů.



Obrázek 2 Pořez prizmováním

<https://www.fraxinus.mendelu.cz/vyuka> (13.4.2020)

Pořez segmentový (Obr. 3) se nejčastěji používá při zpracování listnatého řeziva, nejčastěji buku. Ten má často nepravé jádro a více vad ve středu kulatiny a pořez na segmenty umožňuje využít více bělovou část. Tento způsob pořezu se dá rozdělit také na dvě fáze. V první fázi se vyřeže několik radiálních desek ve střední části kulatiny, které jsou tlusté 25-40mm. Tím nám vzniknou 2 segmenty, které se ve druhé části dále zpracují na radiální a poloradiální řezivo (Lisičan, Zemiárová, 1988).



Obrázek 3 Pořez segmentový

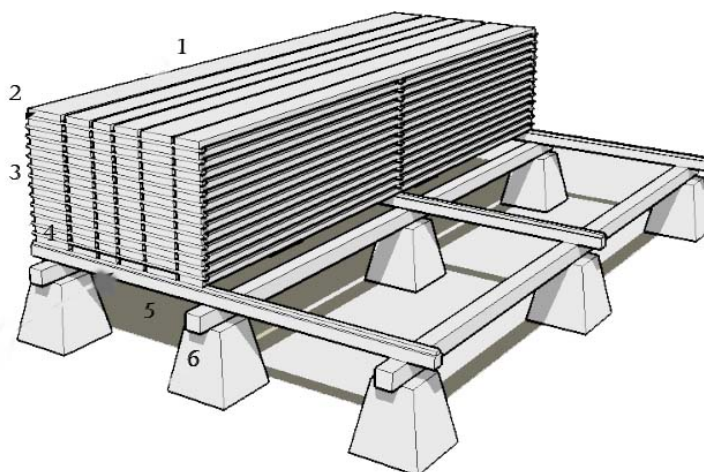
<https://www.fraxinus.mendelu.cz/vyuka> (13.4.2020)

Dále existují také speciální typy pořezu. Mezi ně se řadí čtvrtkový způsob, který dává největší procentuální počet radiálního řeziva. Pro tento způsob je ovšem nutné mít speciální upínací zařízení. Další speciální způsoby pořezu jsou Moreau, Cantibay a kruhový způsob (Hájek a kolektiv, 2008). Součástí vybavení pilnic mohou být i CNC

stroje určené k obrábění dřeva (Overby, 2010). Jako další sekce pilařských provozů je sklad řeziva.

4.3. Sklad řeziva

Když se řekne sklad řeziva, každý si nejspíše představí postavené hráně, ovšem ukládání do hrání je jednou z operací adjustace. Hráně (Obr. 4) se staví proto, aby mezi řezivem dokonale proudil vzduch a to nejen ve venkovním prostředí, ale hlavně v sušárnách. V dnešní době je ukládání do hrání práce pro stroje, které jsou na to určené, jelikož ručním způsobem je to velice náročné a z hlediska mzdy pracovníka velice nákladné.



Obrázek 4 Hráně řeziva
Kvietková a Bomba, 2013

Adjustace je poslední fází výroby řeziva a dá se popsat jako komplex výrobních i nevýrobních operací. Nejdůležitější operací adjustace je třídění a má několik druhů, konkrétně druhové, rozměrové, kvalitativní a pevnostní. Dalšími operacemi jsou předběžné třídění řeziva, sušení řeziva, rozebírání hrání, úprava řeziva zkracováním, konečné třídění řeziva a svazkování řeziva.

Druhové třídění zajišťuje rozdělení podle dřevin, ovšem jen tehdy, pokud je řezivo vyráběno v druhových skupinách. U jehličnatých dřevin tvoří skupiny smrk a jedle nebo modřín s borovicí.

Jak už z názvu napovídá, u rozměrového třídění se řezivo třídí podle rozměrů, tedy podle tloušťky, šířky a délky. Nejdůležitějším rozměrem je ovšem tloušťka

vzhledem k dalšímu zpracování a úpravám. Podle ostatních rozměrů se řezivo netřídí, jelikož tyto rozměry nejsou tak důležité.

Při kvalitativním třídění je potřeba zohledňovat vady řeziva a jejich rozsah. Každá jakostní skupina má přípustnost jednotlivých vad. Jehličnaté i listnaté řezivo se třídí podle norem ČSN. Řezivo se posuzuje vizuálně, ovšem posoudit se musí každý kus a ne jen na pár vybraných vzorcích, jako tomu bylo u kulatiny.

U pevnostního třídění řeziva známe 3 pevnostní skupiny, do kterých se zařazuje, a to A, B a C. Tento druh třídění se provádí jen na řezivo, které je určeno jako konstrukční, což znamená řezivo pro výrobu dřevostaveb nebo dalších dřevěných konstrukcí. V dnešní době pevnostní třídu řeziva určují stroje nedestruktivním způsobem a označí řezivo barvou, které je určeno pro danou pevnostní třídu.

Předběžné třídění řeziva probíhá pouze tehdy, když řezivo bude uměle vysušováno a zaručíme tím, že řezivo bude stejné druhové skupiny a bude mít stejnou tloušťku kvůli stejným přídávům na sesychání. Sušení je jednou z nejdůležitějších operací adjustace, jelikož ovlivňuje řezivo k dalšímu zpracování. Touto operací získá řezivo menší vlhkost a je třeba rozlišovat vlhkost dopravní a výrobní. Výrobní vlhkost je zpravidla menší, a to kolem 8% a vlhkost dopravní kolem 20%. Rozebírání hrání se provádí kvůli dalšímu zpracování v procesu adjustace. Většinou už se provádí strojně a to za pomoci hydraulických plošin. Úprava řeziva zkracováním se provádí až po sušení, jelikož jeho vlivem vznikají vysušné trhliny, které snižují hodnotu řeziva, takže je potřeba trhliny z řeziva odstranit. Konečné třídění řeziva je také důležitou operací, protože řezivo se musí roztřídit do skupin se stejnými užitkovými vlastnostmi. Svazkování řeziva je poslední operací adjustace a provádí se nejčastěji kvůli expedici. Každý svazek musí být opatřen štítkem, který uvádí vlastnosti řeziva a jeho objem.

Množství výrobních a nevýrobních operací, jejich následnost a vzájemné navazování na sebe vedou k volbě rozvětveného technologického procesu. Při daném technologickém schématu je rozmístění pracovišť organizované na technologickém základě (tedy na jednotlivých pracovištích se vykonávají jednotlivé přesně vymezené technologické operace). Jednotlivé části je potřebné správně propojit pro korektní fungování technologického procesu v pilařském provozu.

Při zpracování suroviny nám vzniká i vedlejší produkt výroby, kterému se budeme věnovat v následující kapitole.

4.4. Vedlejší produkty výroby

Za vedlejší produkty výroby se považují pilařské odpady. V dřívější době byly považovány za nežádoucí produkt výroby, ovšem v dnešní době se považují za surovinu určenou k dalšímu zpracování. Jedná se zejména o piliny, kůru, odřezky (Obr. 5) a štěpky.



Obrázek 5 Palivové odřezky
Kvietková a Bomba, 2013

Využití vedlejších produktů je široké – výroba papíru a celulózy, výroba dřevotřískových a dřevovláknitých materiálů, nebo i energetické účely a jiné. První patent (neúspěšný) na zpracování pilařského odpadu s názvem Desky pro nábytkové a stavební truhláře pochází z roku 1936, konkrétně patent číslo 56350 od Felixe Pfohla z Liberce. Tento patent pojednává o výrobě třívrstevných desek z hrubých a jemných třísek z pilařské výroby. V roce 1944 prošly dřevotřískové desky vývojem a v roce 1948 byla postavena první firma na výrobu právě dřevotřískových desek, a to ve Zlíně. Další postupný vývoj technologií a zpracování desek znamenal, že pro výrobu deskových materiálů už se dále nevyužívaly dřevěné odpady, ale kvalitní kulatina. Jedinou výjimkou jsou dřevotřískové desky, u kterých se do dneška využívají dřevní odpady jako piliny, štěpka nebo odřezky (Böhm, Reisner, Bomba, 2012).

Prvním dřevním odpadem je kůra. Kůra je vrchní vrstva stromu a při pilařské zpracování je nežádoucí. Proto se už na skladě suroviny používá odkorňování. Z hlediska dalšího zpracování ji lze usušit a rozdrtit a použít ji jako mulčovací kůru v oboru zahradnictví nebo k energetickým účelům.

K odkorňování suroviny se používají dva způsoby, a to ruční nebo strojní odkornění. Při ručním odkorňování pomocí škrabáku se klade důraz na geometrii nástroje, aby bylo docíleno minimálního odporu a namáhavosti práce. Nástroj se pohybuje rovnoměrně s osou kmene, popřípadě jemnými vibračními pohyby. Způsob je

vhodný pro čerstvě skácené nebo plavené dřevo, u kterých je docíleno nulových ztrát dřevní hmoty.

Strojní odkorňovače se dělí na několik typů:

- otloukací,
- odírací,
- hydraulické,
- frézovací,
- škrabací.

Nejvíce používanými odkorňovači jsou škrabací, ovšem ty nezaručí tak kvalitní odkornění, ale nabízí velice výhodnou cenu. Otloukací odkorňovače fungují na principu odírání kmenů o sebe v bubnech, v některých případech se do bubnů přidají cizí předměty, které zaručí lepší odkornění, ovšem i v tomto případě není odkornění nejkvalitnější. Odírací odkorňovače, jak už z názvu napovídá, fungují na základě odírání, ovšem ne odírání o sebe, ale odírání kmene pomocí cizího předmětu. Nejčastěji se využívá ovinutý článkový řetěz. Hydraulické odstraňují kůru pomocí vodních trysek, takže větším tlakem vody. Tento typ odkorňovačů se nejčastěji kombinuje s odkorňovači otloukacími. Posledním a zároveň asi nejlepším typem odkorňovačů jsou frézovací. Ty fungují tak, že odkorňování probíhá pomocí frézovací hlavy, která se pohybuje po délce výřezu. Výřez vykonává rotační pohyb kolem své osy, což je nejčastěji zaručeno pomocí ozubených kol. Tento typ odkorňování se dá považovat za jeden z nejkvalitnějších a zároveň frézovací hlava je schopna se přizpůsobit různým křivostem kmene a také se přizpůsobit různým tloušťkám kůry.

Odkorňování se provádí v několika stupních:

- odkornění do běla,
- do běla se zbytky lýka,
- do hněda (bez kůry s lýkem),
- do hněda se zbytky kůry,
- neodkorněné.

Odkornění do běla se bere jako nejvyšší stupeň odkornění s tím, že na kulatině není žádný zbytek kůry ani lýka. Na druhé straně je dřevo neodkorněné, takže do kůry

dřeva se nezasahuje žádnými prostředky k odstranění kůry. První stupeň je kulatina odkorněná do hněda se zbytky kůry. Už i tímto způsobem se dá předejít nadbytečnému vzniku kůry v pilnici.

Dalším odpadním materiálem jsou piliny. Piliny vznikají při mechanickém dělení dřeva pomocí pil a jejich nástrojů jako vedlejší produkt. V dnešní době jsou nedostatkovým zbožím, jelikož se hojně využívají v několika různých odvětvích, nejvíce se ovšem využívají na výrobu pelet a briket, výrobu dřevotřískových desek a využívají se i při výrobě keramických cihel jako přídavek. Přídavek do cihel není malý a může tvořit až 25% z celkového podílu. Za účel mají zlepšení tepelných vlastností cihly a její zlehčení.

Za další odpadní materiál se považuje štěpka. Ta se hojně využívá pro výrobu dřevovláknitých a dřevotřískových desek, celulózy a papíru, kde jsou přímo dané rozměry – pro vaření celulózy 4-6x10-15x20-30 mm, pro výrobu konstrukčních desek je to 2-20x2-30x10-30mm. Štěpka je tedy drobný polotovár, který může vzniknout přímo – například od redukce kořenových náběhů, nebo dodatečně, a to z delšího odpadového materiálu z pilnice za pomoci sekaček na dřevní odpad. Ty se dělí na bubnové nebo kotoučové. Vhodné dřeviny na štěpkování jsou smrk, jedle a borovice z řady jehličnatých stromů, ze strany listnatých stromů se využívají buk, bříza, topol nebo olše.

Nejstarší a stále zřejmě nejoblíbenější druh je kusové dřevo, využívaný pro vytápění domácností. Jeho největšími výhodami jsou cena a místní dostupnost. Největšími nevýhodami jsou vysoké nároky na skladovací prostor a také zde není možnost kotle pro tento typ vytápění výrazněji automatizovat. Další nevýhodou je také to, že při kácení mají stromy vlhkost 50%, někdy i více. Požadovaná vlhkost pro spalování je kolem 20% a této vlhkosti dosáhneme asi až po roce skladování. Vlhkost nám ovlivňuje nejen životnost kotle, ale účinnost spalování. Výhřevnost dřeva je při vlhkosti 25% v rozpětí od 8,8 MJ/kg do 11,3 MJ /kg (hodnoty pro buk). Největší účinek při spalování kusového dřeva dosahují zplynovací kotle.

Po literární rešerši přejdeme na představení konkrétního provozu, a to pilu Novák. Nejprve přiblížím aktuální situace provozu a pak vlastní návrh optimalizace provozu.

5. Představení pilařského provozu

Pro svoji práci jsem si vybral pilu menší velikosti v okolí svého bydliště. Její jméno je Pila Novák. Nachází se ve Středočeském kraji v obci Mokrovraty a najdeme ji u hlavní silnice směrem na Nový Knín (Obr. 6). Pila je zde v obci od roku 2011, předtím se nacházela v obci Nová Hraštice, kde ji v roce 1990 založil Antonín Novák. Zakladatel firmy začínal nejdříve v malé dílně, kterou měl postavenou za svým domem a specializoval se pouze na výrobu palet. Postupem času rozšířil své zázemí a nakoupil i nové stroje a začínal se také zaměřovat na tesařské a truhlářské práce.

V současné době se pila zabývá výrobou řeziva a pořezem kulatiny (nejvíce výrobků je děláno na zakázku, ovšem pila má skladem některé typické rozměry), tesařskými pracemi (krovy rodinných domů nebo pergoly) a také truhlářskými pracemi (nábytek z masivu, schodiště, postele). Nejvíce zastoupenou surovinou je zde smrk (90%) kvůli kůrovcové kalamitě, ovšem firma zpracovává i jiné suroviny jako borovice, buk nebo dub. Firma kromě hotových výrobků nabízí také palivové dřevo nebo piliny, na které se používají zbytky a na závěr také dopravu až k zákazníkovi, ať už se jedná o menší nebo větší objemy. Firma se nachází v Brdském regionu, takže přístup ke kulatině má dobrý, jelikož v okolí je spousta lesních porostů.

Z důvodu, že se tato firma specializuje na výrobu na zakázku, není objem zpracovaného dřeva vysoký a činí asi 500 m³ ročně. Jelikož roční objem není tak vysoký, nemusí mít firma tolik zaměstnanců. V současné době pracují na pile 2 zaměstnanci a jeden mistr. Dovolenu si berou střídavě tak, aby nebyl provoz pily přerušen a pila má tak pouze jednu směnu, a to všední dny od 8 do 17 hodin a v sobotu od 8 do 11 hodin.



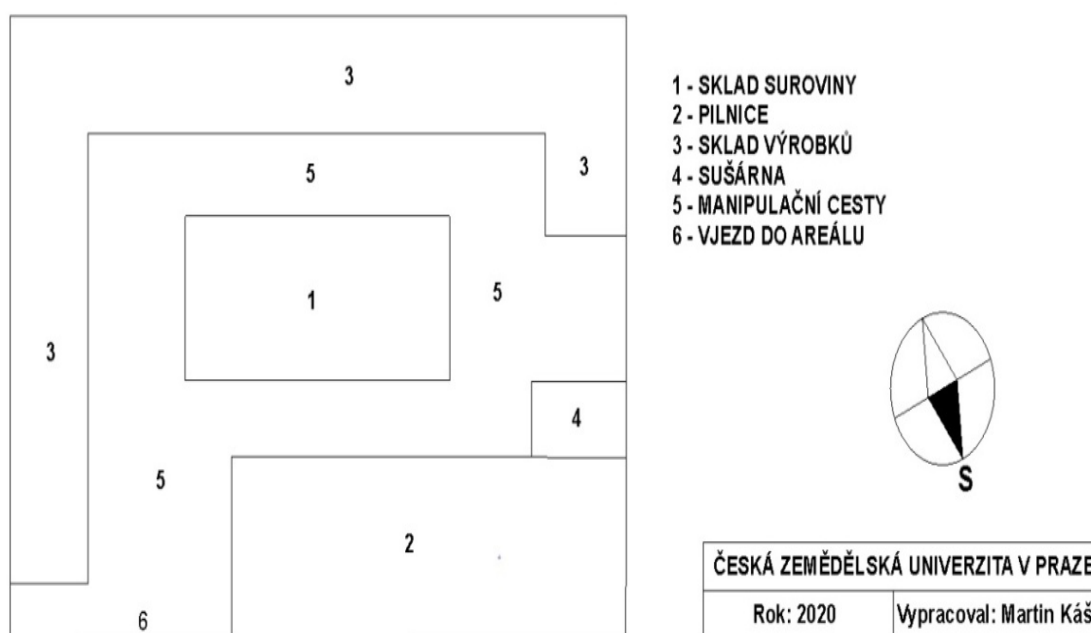
Obrázek 6: Současné umístění firmy v obci Mokrovraty

<https://www.google.cz/maps/preview> (20.3.2020)

V letních měsících červenci a srpnu je směna posunuta, a to od 6 do 15hod ve všední dny, a v sobotu zůstává stejná jako celý rok. Do této doby se ovšem zahrnuje i polední pauza, která je vždy od 11 do 12 hodin a pila má v této době zavřeno.

5.1. Situace areálu

Celý areál se skládá ze tří hlavních částí, které lze vidět na obrázku 7. Hlavní části tvoří sklad suroviny, pilnice a sklad výrobků. Důležité jsou ovšem také manipulační cesty (přisunové, odsunové cesty, protipožární cesty...), které spojují všechny tyto 3 části dohromady a musí být dostatečně prostorné na to, aby se po nich mohly pohybovat stroje. Další výhodou firmy je také to, že pila má umístěný sklad suroviny blízko vjezdu do areálu a že má vlastní sušárnu, která je přistavená k pilnici.



Obrázek 7: Situace areálu

Pila Novák má otevřený sklad suroviny (Obr. 8), jelikož není nijak zastřešen. Na skladovanou surovinu tedy působí okolní vlivy jako déšť nebo vítr, což může být malou nevýhodou. Kulatina se ukládá na předpřipravené skládky kulatiny a sklad není doposud vybaven jinými stroji jako je odkorňovač nebo reduktor kořenových náběhů.



Obrázek 8 Sklad suroviny

Kulatina se nechává dovážet 8-12 metrů dlouhá, obsluha pily poté zkracuje kulatinu na výřezy pomocí motorové pily a následně se skladují na skládce výřezů. Délka výřezů se stanovuje podle toho, jakou zakázku právě pila má a také tak, aby byla dosažena co největší výtěž. Výřezy se ze skladu suroviny přepraví pomocí vysokozdvizného vozíku na pilnici. K tomu je určena rampa, která je umístěná u nejširších vrat do pilnice. Následně jsou výřezy z rampy odebírány do pilnice, konkrétně k hlavnímu stroji.

5. 2. Pilous CTR 700 – hlavní strojní zařízení

Jakožto hlavní stroj určuje kapacitu a organizaci práce v pilnici (Bomba, Šedivka, Böhm 2008). Tato kmenová pásová pila (Obr. 9) je vybavena osmi metrovou dráhou, po které se stroj automaticky pohybuje a je řízen pomocí řídicího panelu, na kterém obsluha nastavuje všechny parametry. Součástí řídicího panelu je i displej, který ukazuje pojezdovou rychlost, která musí být sladěna s rychlostí pořezu (Popov, 1996).

Technické parametry:

Maximální průměr kmene - 700mm.

Maximální šířka trámu (desky) - 640mm.

Maximální zdvih pilového pásu - 660mm.

Maximální rychlost pojezdu - 15m/min.

Minimální výška řezu - 25mm.

Minimální délka řezu - 0,75m.

Výkon motoru pilového pásu - 5,5kW.

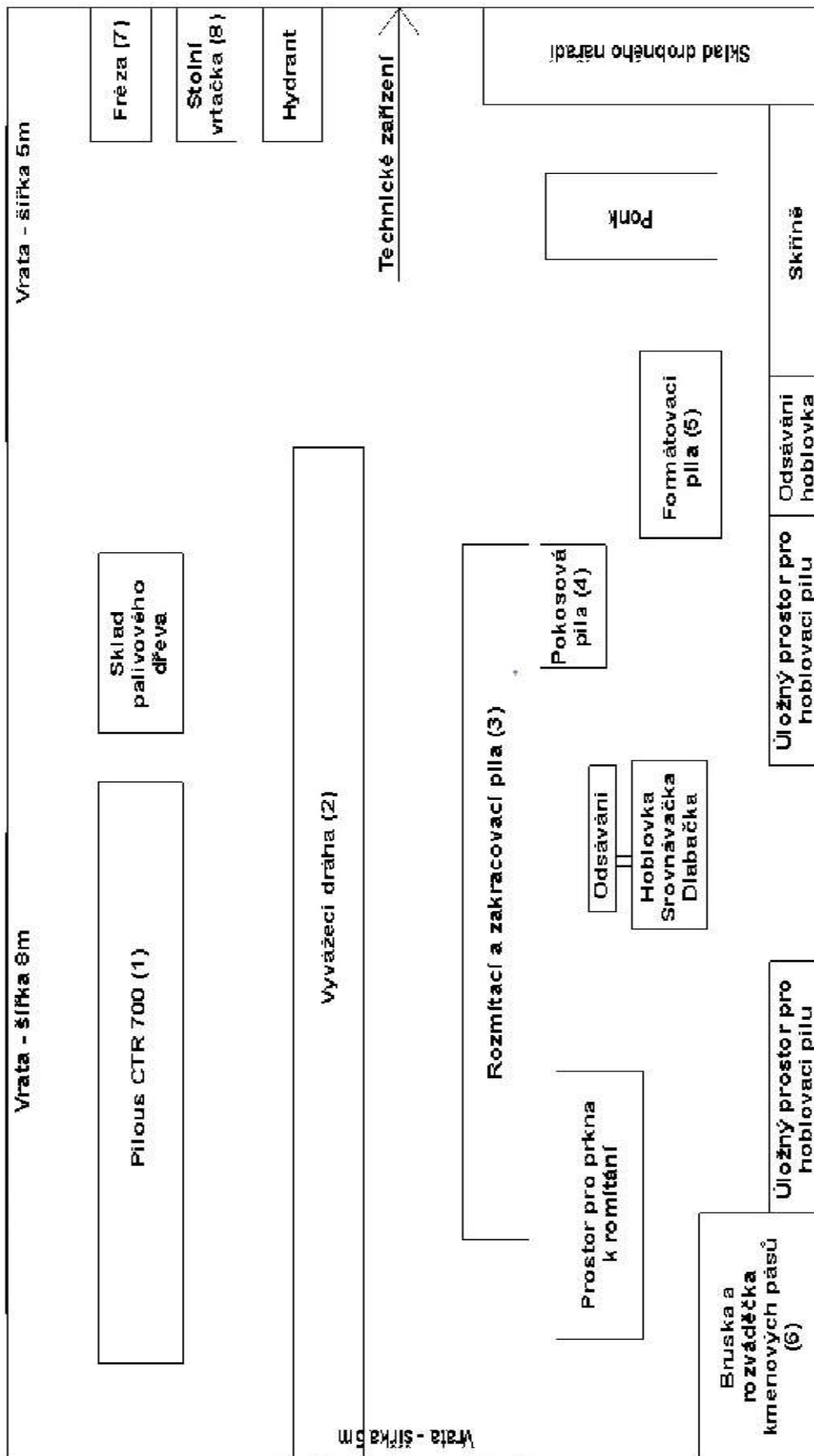
Výkon motoru pojezdu a zdvihu - 0,18 a 0,37kW.

Rozměry pilového pásu - 4140 x 34 x 1,1mm.



Obrázek 9 Pilous CTR 700

Mimo hlavní stroj je pila vybavena také vedlejšími stroji, které doplňují činnost stroje hlavního. Pila je vybavena bruskou a rozváděčkou pilových pásů, takže údržbu na pilových pásích si provádí sama, ovšem údržbu musí provádět zkušený pracovník. Při broušení nebo činnostech na jiných strojích je potřeba dbát na bezpečnost práce (Očkajová, 2004). Mezi další stroje na pile patří stolní vrtačka, fréza, pokosová pila, formátovací pila a jiné (Obr. 10). Součástí pilnice je technické zařízení, kam patří toalety, kotelna nebo šatna. V technickém zařízení se taktéž nachází kancelář vedoucího provozu, kde provádí veškeré nabídky na zakázky a jiné činnosti, které vedoucí provozu dělá. Co se týče kotelny, je vybavena kotlem, který je schopen vytápět celou pilnici a také vytápí sušárnu, která se dá považovat za součást pilnice. Jako palivo se používají odpady větších rozměrů, které se už na nic nevyužijí. Co se týče ostatních odpadů, piliny firma prodává v pytlích a prizm ve svazcích. Majitel pily uvažoval o prodeji pilin do výroby pelet a briket, která se nachází asi 2 kilometry od pily. Ovšem výroba odebírá pouze ve velkých objemech pilin a jelikož pila nevyprodukuje tak velký objem pilin, výroba pelet a briket jim nabídla velmi malou cenu, takže je lepší piliny prodávat po pytlích soukromým odběratelům.



Obrázek 10 Schéma pilnice

Hotové řezivo je pak možné dopravit do sušárny a vysušit na požadovanou vlhkost, to ovšem závisí na jednotlivých zakázkách a zákazník si nemusí přát řezivo vysušit, v tom případě putuje řezivo z pilnice rovnou do skladu řeziva. Zde na pile je sklad řeziva řešen pomocí dvou částí, jedna je zastřešená (Obr. 11) a druhá je otevřená. Do otevřeného se skladu putuje řezivo, kde není požadavek na vlhkost a do zastřešené části naopak řezivo, kde je požadovaná vlhkost, byla by tedy škoda dát řezivo se sušárny do venkovního prostředí, jelikož by u něj zase nabyla vlhkost. Dále se ve skladu rozděljuje řezivo podle jednotlivých zakázek. Pokud se jedná o typický rozměr, které firma vyrábí, aby je měla na skladě, rozděljuje se řezivo podle kvality nebo rozměrů. Podle druhu dřeviny se zde moc netřídí, jelikož 90% suroviny je smrk, jiné dřeviny jsou pouze v případech, kdy se dělají na zakázku.



Obrázek 11 Zastřešený sklad řeziva

U zastřešeného skladu řeziva by možná bylo vhodné obložit dřevem také boční strany skladovacích kójí a také mezery vzniklé mezi vraty a střechou, aby na řezivo uložené ve skladu nepůsobily venkovní vlivy počasí.

6. Návrh optimalizace – výsledek práce

Jelikož se jedná o malý pilařský provoz, jejich strojní zařízení v pilnici dostatečně vyhovuje jejich potřebám. Pokud by pila chtěla vyrábět více řeziva za rok, musel by se nejspíše zvětšit celý areál. Po diskuzi s majitelem bylo usouzeno, že nejlepší pro celý provoz by bylo zmodernizovat a upravit sklad suroviny. Návrh optimalizace by tedy směřoval ke skladu suroviny a prvotnímu zpracování kulatiny. Výhodou je také to, že místo pro potřebnou optimalizaci skladu suroviny provoz má, mým návrhem je tedy úprava skladu suroviny.

Jako první věc mého návrhu je to, že sklad suroviny by se celkově mohl propojit s pilnicí. Tím by se sklad zvětšil o manipulační cestu, která je mezi skladem a pilnicí. Kulatinu by tedy nebylo možné do pilnice dopravovat vysokozdvížným vozíkem, ale tento problém by se dal vyřešit pomocí dopravníku. Další vhodný prvek do skladu suroviny by byl odkorňovač. Místa je zde pro něj dost a ulehčí mnoho práce na pilnici, protože by při práci na strojích nevznikalo tolik odpadů, a navíc odkorněná kůra by měla i ekonomickou návratnost.

Kritéria pro výběr odkorňovače jsou taková, že maximální šířka výřezů musí být do 8 metrů, protože nejširší vrata do pilnice jsou stejně široká a pojezdová sekce hlavního stroje měří také 8 metrů. Dalším kritériem je, že hlavní stroj Pilous CTR 700 dokáže zpracovat maximální průměr kmene 700mm, takže odkorňovač by tomuto kritériu měl také vyhovět. Jako další kritérium může být i to, že firma zpracovává sice nejvíce jehličnatou dřevinu smrk, ale občas i nějakou listnatou dřevinu, takže by bylo vhodné vybrat odkorňovač, který odkorní jak jehličnaté, tak i listnaté dřeviny. Nejvhodnějším typem by byl tedy odkorňovač frézovací (Kvietková, Sedlecký, 2019).

Nakonec jsem se rozhodl vybrat odkorňovač od firmy A.F. servis, konkrétně automatický frézovací odkorňovač RED-ODKOR (Obr. 12), který má zároveň i funkci odstranění kořenových náběhů. Odkorňovač RED-ODKOR má několik možností výběru konkrétního typu, záleží jak dlouhé výřezy a průměry kmenů bychom chtěli zpracovávat. Jelikož jsme si stanovili parametry, podle kterých bychom vybírali odkorňovač, nejvhodnější by pro firmu byl RED-ODKOR 1-8-1. První jednička znamená, že maximální průměr kmene může být 80 centimetrů. Osmička uprostřed značí maximální délku kmene, tedy 8 metrů a jednička na konci symbolizuje podélný výhoz kmene.

Technické parametry odkorňovače RED-ODKOR 1-8-1:

Maximální délka výřezů - 8m.

Maximální průměr kmene - 80cm.

Materiál nožů – karbidové.

Otáčky redukovací hlavy - 1450-2800ot/min.

Otáčky frézovací hlavy - 1450-2800ot/min.

Šířka odkorňovací hlavy - 200mm.

Ovládání - pomocí dálkového ovladače, automatický provoz.

Výkon motorů - 11kW pro odkorňovač, 3kW pro hydrauliku .

Rozměry stroje - 2900x2500x10000 mm.



Obrázek 12 Odkorňovač RED-ODKOR

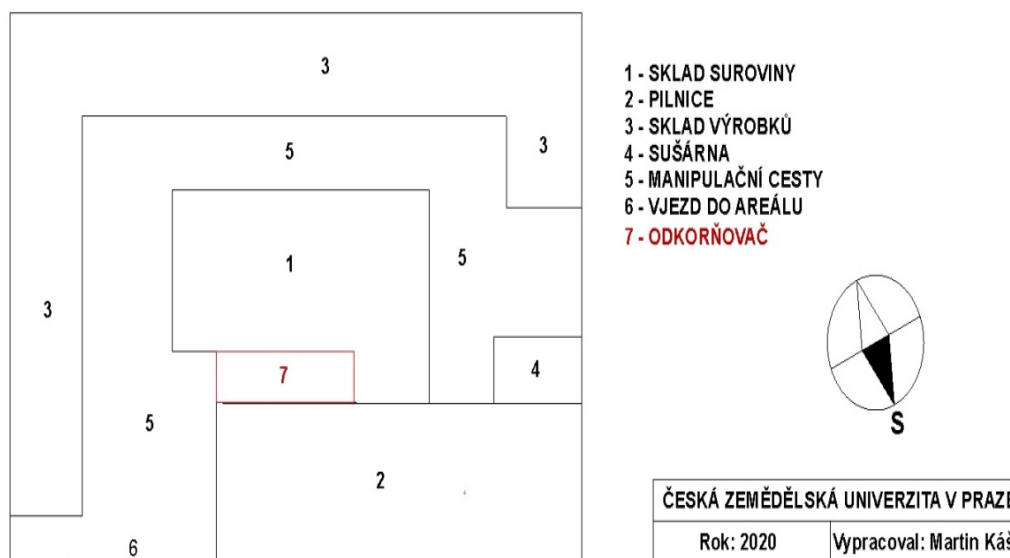
<http://www.af-servis.cz/produkty.php> (8.5.2020)

Ústřední částí frézovacích odkorňovačů je frézovací hlava na výkyvném rameni. Rameno může nést jednu nebo dvě hlavy. V průběhu odkorňování hlava těsně doléhá na povrch odkorňované kulatiny. Kulatina je přidržována mezi kovovými ozubenými koly otáčecího ústrojí a otáčena ve směru podélné osy. Současně s rotací kulatiny vykonává rotační pohyb i frézovací hlava. Rotační pohyby musí být doplněny o posuvný pohyb, a to buď posouváním kulatiny, nebo pojezdem ramena frézy. Posun kulatiny je řešen začleněním otáčecích kol na podélnou kolejovou dráhu s vratným směrem pohybu, takže vykonává dva druhy pohybů zároveň – posouvání a rotaci. V druhém případě se odkorňovaná kulatina v podélném směru nepohybuje, pouze se otáčí a předozadní

pohyb vykonává rameno s frézovací hlavou. Výsledkem operace je pokaždé kulatina zbavená kůry po celém svém povrchu.

Pod odkorňovač by bylo nutné postavit betonovou základovou desku, která by sloužila jako nosný základ pro odkorňovač. Základová deska by se dala vyhotovit z betonových tvárnic, které fungují na principu ztraceného bednění a následné zalití betonem.

Výhodou tohoto odkorňovače je to, že se dá přidat podélný vyhazovač kmenů. Ten by vyřešil problém s dopravením odkorněných kmenů do pilnice, jelikož odkorněné výřezy by tedy vyhazoval rovnou na rampu k hlavnímu stroji, součástí optimalizace by tedy nemusel být dopravník a sklad suroviny by se s pilnicí propojil (Obr. 13). Tím bychom navíc získali další prostor pro sklad suroviny, jelikož manipulační cesta je v tuto chvíli širší, než by byl celý odkorňovač, a to asi o 2 metry. Další prostor bychom získali také vedle odkorňovače, jelikož by vzniklo další místo mezi odkorňovačem a vraty určenými k vývozu řeziva z pilnice. Tento prostor navíc by se mohl hodit, jelikož bude potřeba místo pro nakládání výřezů na odkorňovač, to by se dalo vyřešit tím, že sklad suroviny by se rozdělil na 2 části, mezi kterými by vznikla manipulační cesta pro nakládání výřezů do odkorňovače. Pro nakládku výřezů do odkorňovače by se dal využít vysokozdvizný vozík, kterým je pila už vybavena. Jelikož je odkorňovač vybaven i reduktorem kořenových náběhů, vznikaly by 2 druhy odpadu – čistá štěpka od redukce kořenových náběhů a pak samotná kůra od odkornění.



Obrázek 13 Upravené schéma pily s odkorňovačem

6.1. Náklady spojené s návrhem optimalizace

Přibližné náklady spojené s tímto návrhem můžeme vidět v tabulce 1. V tabulce jsou zahrnuty všechny možné náklady spojené s montáží odkorňovače i stavení betonové desky. Náklady se ovšem mohou lišit, jelikož například u položky zhutnění štěrku jsem počítal s tím, že firma si vypůjčí zhutňovací stroj na den a štěrk si zhutní sama. V případě, že by si pila najala na postavení celé základové desky i s pasy jinou firmu, náklady by se mohly trochu lišit. Podle mých informací si firma za 1m² základové desky i se základovými pasy bere kolem 3 000Kč za m², znamenalo by to celkovou cenu za vybetonování základové desky asi 75 000 Kč, ovšem to by nemusela být cena konečná. Do mých cen, které jsem uvedl v tabulce, jsem zahrnoval cenu jen samotných prvků bez práce (to se týká pouze položek tvárnice, výztuž do tvárnice a štěrku). K těmto cenám by se dalo ještě samozřejmě připočítat práce spojená s těmito prvky, tedy uložení tvárnice atp., které by nejspíše prováděl pracovník pily. Součet všech prvků v tabulce s výjimkou odkorňovače je 53 450Kč, což znamená, že celkový rozdíl je necelých 22 000Kč, což si myslím, že by pokryly náklady na využití pracovníka a náklady spojené s dopravou pro jednotlivé položky. Dalším významným faktorem je také to, že pracovník pily by pracoval na vybudování základu, ale o to více by chyběla práce v pilnici, takže firmu by zakázky stály více času. Myslím si, že pro pilu by bylo výhodnější si najmout firmu, která by jim základ postavila, a tím pádem by se všichni pracovníci mohli věnovat své práci v pilnici. Odkorňovač (RED-ODKOR 1-8-1) i s montáží stojí 1 800 000Kč. Celkové náklady by tedy vyšly kolem 1 900 000 Kč.

Tabulka 1 Náklady spojené s odkorňovačem

Prvek	Počet kusů	Cena za kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Výkopové práce	-	-	15 000
Odvoz zeminy	-	-	5 000
Tvárnice	250	45	11 250
Výztuž do tvárnice	150	12	1 800
Beton do tvárnice	6,25	1 700	11 900
Štěrk	-	-	2 100
Zhutnění	-	-	1 000
Beton pro desku	3	1 700	5 400
Odkorňovač	1	1 800 000	1 800 000

Investice do odkorňovače a nákladům s ním spojených se může zdát pro firmu vysoká, ovšem pila může odkorněnou kůru zpeněžit, například na prodej mulčovací kůry. To samé platí i pro štěpku, která vznikne redukcí kořenových náběhů. Tento návrh byl prokonzultován i s vedením firmy a majitel souhlasil, že tento návrh by byl jedním z vhodných řešení optimalizace.

7. Diskuze

Bakalářská práce na téma „Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu Pila Černá s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny“ (Tomaščík, 2019) se zabývá také optimalizací skladu suroviny a prvotnímu zpracování kulatiny. Autor navrhoval 2 varianty, jak upravit manipulační sklad, ovšem v obou variantách je základem rozšíření areálu. Jedná o středně velký pilařský provoz, které má sídlo v Pošumaví. Varianta I spočívala v pořízení manipulační linky a celkové náklady přesahovaly 26 000 000 korun a varianta II spočívala optimalizace za pomoci dvou čelních nakladačů a reduktorem kořenových náběhů. Druhá zmiňovaná varianta vyšla firmu na 5 500 000 korun. Následně bylo vyhodnoceno, že varianta I je účinnější i přes vyšší pořizovací náklady a byl doporučen dvousměnný provoz.

Jelikož pilařský provoz Pila Novák je mnohem menší než u druhé práce, musíme brát v potaz, že investice uvedené výše jsou moc vysoké, zvláště varianta I. Pokud by se vedení Pily Novák rozhodlo celkově zvětšit svůj areál, musely by se rozšířit všechny 3 hlavní části provozu, a to sklad suroviny, pilnice i sklad řeziva.

Další obsahově podobnou prací je bakalářská práce „Technologicko-technický návrh skladu surového dříví“ (Chaloupecký, 2017). V této práci šlo o návrh celého skladu kulatiny se vším strojním zařízením. Autor navrhl opět dvě varianty, které se liší strojním zařízením určeným pro přepravu kulatiny. Ve variantě A je to čelní nakladač a ve variantě B portálový jeřáb, pro přepravu hotového řeziva volil autor v obou případech pásové dopravníky. Varianta B vyšla jako výhodnější, protože má menší pořizovací náklady a také větší skladovací prostory. Bohužel přesné ceny v práci uvedené nejsou.

Pokud bych měl tuto práci porovnat s mojí, práce pana Chaloupeckého je vhodná opět pro větší provoz, a to pro roční kapacitu 10 000 – 15 000 m³. K těmto číslům se Pila Novák moc nepřibližuje. Další věcí je fakt, že v této práci jde o návrh optimalizace, ale u pana Chaloupeckého to byl návrh celého skladu. Myslím si, že celkové náklady pro návrh celého skladu by byly opět moc vysoké, protože by se muselo kupovat více strojů včetně dopravníků. Dle mého názoru není na Pile Novák moc prostoru pro dopravníky a s velikostí provozu, kterou mají, by byly i zbytečné.

8. Závěr

Správně stanovený výrobní proces v pilnici musí zabezpečit racionální využití dřeva, zařízení, ploch a pracovní síly při vysoké výkonnosti, nepřerušovaném tempu práce na všech úsecích a maximální bezpečnosti práce. Toho dosáhneme až při přepojení jednotlivých částí pilařského provozu.

V dnešní době se pilařské provozy snaží neskladovat výřezy příliš dlouho na skladu kulatiny. Z toho plyne, že potřebné prostory pro uskladnění kulatiny se mohou zmenšovat, avšak musí být natolik prostorné, aby zabezpečili dostatek místa pro zásobu kulatiny na minimálně 14 dní.

V tomto pilařském provozu Pila Novák byl sklad suroviny dostatečně velký pro návrh optimalizace. Kdybych se rozhodl pro optimalizaci pilnice, nebylo by zde už místo pro další stroje a celá pilnice by se musela zvětšit, což by znamenalo značnou přestavbu a tím větší náklady. Co se týče optimalizace skladu řeziva, místa je zde pro hotové výřezy dostatek. I proto jsem se rozhodl pro optimalizaci skladu suroviny a myslím si, že je to nejlepší řešení.

Návrh odkorňovače se může zdát pro menší firmu dražší, ovšem vybraný typ odkorňovače patří mezi lepší, takže kdyby firma ještě chtěla ušetřit, mohla by si vybrat jiný a levnější typ odkorňovače. Cenu odkorňovače také navýšilo to, že má v sobě zabudovaný i reduktor kořenových náběhů. Základ by se ovšem musel stavět pod každý typ odkorňovače.

V současné době už je to jen na firmě, zda je ochotna investovat uvedenou částku do optimalizace, nebo zda budou nadále udržovat současný provoz, ale myslím si, že každá firma by se měla snažit posouvat se kupředu.

9. Seznam použitých zdrojů

Literární zdroje:

1. Afanasiev, P. 1968.: Woodworking Machinery and Cutting Tools, Higher School Publishing House, Moskva, s.601.
2. Böhm, M., Reisner, J., Bomba, J. (2012).: Materiály na bázi dřeva. Praha: Česká zemědělská univerzita, 183 s. ISBN 978-80-213-2251-6.
3. Bomba, J., Šedivka, P., Böhm, M. 2008.: Vývoj pilařských podniků na území ČR se zaměřením na jejich kapacitu a hlavní stroj. In Coyous 2008. Sborník příspěvků z konference mladých vědeckých pracovníků. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. S. 17-25, 978-80-213-1778-9.
4. Detvaj, J. 2003.: Technológia piliarskej výroby. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 232, ISBN 80-228-1248-X.
5. Detvaj, J., Šúriková, A. 1983.: Analýza výrobnotechnologického uzla omietania reziva. Zborník Referátov: Nové technologické postupy v spracovaní ihličnatej a listnatej suroviny, Prešov.
6. Friess, F. 2004.: Pilařské zpracování dřeva. 1. vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, s.80, ISBN 80-213-1148-7.
7. Friess, F. 2006.: Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě. Praha: PowerPoint, s. 2-39.
8. Fronius, K. Spaner, Kreissägen, Bandsägen, 1989.: Arbeiten und Anlageneim Sägewerk. Band 2, Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart, s. 300, ISBN 3-87181-332-X.
9. Gogljja, V. 1994.: Strojevi i alati za obradu drva. I. dio Šumarski fakultet Zagreb, s.236.
10. Hájek, M. a kol. 2008.: Lesnická bioekonomika, CARTER Praha, s. 253.
11. Janák, K., Ondráček, K., Pejzl, J. 2006.: Využití měřících systémů dřevní suroviny v ČR. In Elektronické měření a přejímka dříví. Sborník přednášek z mezinárodní konference pořádané Lesnickou a dřevařskou fakultou v Brně. Brno: MZLU v Brně, s. 1-12.
12. Klement, I., Detvaj, J. 2007.: Technologia prvostupňového spracovania dreva. Vysokoškolská učebnice. 1. vydání. Zvolen: Vydavateľství TU vo Zvolene, s. 136, ISBN 978-80-228-1811-7.

13. Kvietková, M. 2015.: Obrábění dřeva. 1. vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, s. 295, ISBN 978-80-213-2604-0.
14. Kvietková, M., Bomba, J. 2013.: Pilařské zpracování dřeva, Technologie pořezu rámovou pilou. Praha: Powerprint, s. 242, ISBN 978-80-87415-79-5.
15. Ling, K., Kimura, S., Wang, H., Yokochi, H. 1992.: Band saw vibration V. Effect of a hydro-static air-guide system on a band saw vibration. Mokuzai Gakkashi Journal of the Japan Wood Research Society. 38(1). s. 29-36.
16. Lisičan, J. et al. 1996.: Teória a technika spracovania dreva. Zvolen: Mat – centrum, s. 102-104, 567-568, ISBN 80-96-7315-6-4.
17. Lisičan, J., Zemiarová, B. 1988.: Obrábanie a delecce drevných materiálov. NC, VŠLD, ES.
18. Očkajová, A. 2004.: Bezpečnostné inžinierstvo v drevospracujúcom priemysle, Technická univerzita vo Zvolene, Drevárska fakulta, Katedra obrábania dreva.
19. Overby, A. 2010.: CNC machining, building, programming, and implementation, 1st ed. New York: McGraw-Hill Professional Publishing, s. 272, ISBN 0071623019.
20. Palovič, J. 1981.: Technológia piliarskej výroby. Vysokoškolská učebnice. 1. vydání. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, s. 230.
21. Popov, Z. 1996.: Saving speed of a band saw machines. Nauchni Trudove Lesotekhnicheski-Universitet, Sofia Mekhanichna Tekhnologiya na D“rvesinata. 37. s. 137-144.
22. Pražan, P., Příkaský, F. 2007.: Stav a vývoj pilařského průmyslu ve střední Evropě a ČR se zaměřením na malé a střední podniky. In Dřevařský průmysl v ČR, současný a budoucí vývoj průmyslu založeného na bázi dřeva. Sborník odborných příspěvků z celostátního semináře Brno, s. 21-30.
23. Prokeš, S. 1982.: Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, s. 354-437, ISBN 04-833-82.
24. Sarvašová Kvietková, M. 2019.: Dřevařské komodity I. CARTER Praha, 103 s., ISBN 978-80-213-2951-5.
25. Sarvašová Kvietková, M., Sedlecký, M. 2019.: Stroje a zařízení pro zpracování dřeva I., CARTER Praha, s. 98, ISBN 978-80-213-2982-9.

Internetové zdroje:

1. A.F. servis, s.r.o. – servis technologie Baljer Zembrod, CNC obrábění, měření objemu dřevní hmoty. A.F. servis, s.r.o. — servis technologie Baljer Zembrod, CNC obrábění, měření objemu dřevní hmoty [online]. Copyright © 2005. [citováno 8.5.2020] Dostupné z <http://www.af-servis.cz/produkty.php>
2. Lesnická a dřevařská fakulta. Lesnická a dřevařská fakulta [online]. Copyright © 2018, [citováno 13.4.2020], Mendelova univerzita v Brně. Dostupné z <https://www.ldf.mendelu.cz/>
3. Kmenové pásové pily – pásové pily na dřevo. Pilous – pásové pily na kov a dřevo, pilové pásy [online]. Copyright © 2016 [citováno 25.3.2020]. Dostupné z <https://www.pilous.cz/drevo/kmenove-pasove-pily-na-drevo>
4. Mapy Google. Google [online]. [citováno 20.3.2020]. Dostupné z <https://www.google.cz/maps/preview>