

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

**Optimalizace technologického zařízení pilařského  
provozu Pila Černá s ohledem na množství  
a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny**

**Bakalářská práce**

Autor: Dušan Tomaščík

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

2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dušan Tomaščík

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

**Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny**

Název anglicky

**Optimization of the technological equipment of the sawmill operation with regard to the quantity and quality of processed raw wood material**

---

### Cíle práce

Cílem práce je analýza a posouzení skutkového, současného stavu pilnice a návrh možné rekonstrukce pilařského provozu společnosti Pila Černá, Černá v Pošumaví

### Metodika

Charakteristika konkrétního pilařského provozu – vývojová geneze a současný stav provozu. Soupis, hodnocení strojního vybavení. Návrh možné rekonstrukce a zhodnocení výsledků a zvážení začlenění do podmínek pilařského provozu. Zohlednění kritérií použití, porovnání variant, vytvoření situačního schématu a uvedení možného rozšíření technologie.

### **Doporučený rozsah práce**

35 – 45 stránek

### **Klíčová slova**

surovina, zpracování, řezivo, pilnice, zařízení

---

### **Doporučené zdroje informací**

FRIESS, F. Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 53 s., ISBN 80-213-1533-4.

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

KLEMENT, I., DETVAJ, J. Technológia prvostupňového spracovania dreva: [vysokoškolská učebnica]. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 325 s., ISBN 978-80-228-1811-7.

KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J. Pilařské zpracování dřeva technologie pořezu rámovou pilou. Praha: PowerPrint. 2013. 242 s., ISBN 978-80-87415-79-5.

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.

---

### **Předběžný termín obhajoby**

2018/19 LS – FLD

### **Vedoucí práce**

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

### **Garantující pracoviště**

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

---

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2019

**doc. Ing. Milan Gaff, PhD.**

Vedoucí ústavu

---

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2019

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2019

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Optimalizace pilařského provozu Pila Černá s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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..... dne.....

Podpis autora

**Poděkování:**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Monice Sarvašové Kvičkové, PhD., a panu Ing. Miroslavu Novotnému za umožnění přístupu do jeho podniku, za cenné rady, odborné konzultace a profesionální přístup při vypracování této bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji také své rodině, která mi byla a je neustále oporou.

## **Abstrakt**

Jméno: Dušan Tomaščík

Název: **Optimalizace pilařského provozu Pila Černá s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny**

Předložená bakalářská práce se zabývá optimalizací pilařského provozu společnosti Pila Černá.

V práci je rozebrán stávající provoz, jeho řešení v rámci geografických podmínek areálu. Jakož i vlastní technologický tok včetně technologického vybavení, tak aby mohl být tento stav zhodnocen, respektive vyhodnoceny jeho silné a slabé stránky.

V práci je zdokumentován současný provoz společnosti. Charakterizovány jednotlivá střediska výroby od zásobování až po expedici. Vše je dáno do kontextu s odbornou teorií. Jednotlivá střediska jsou charakterizována z hlediska polohy, výrobního procesu i použité technologie. V případě pilnice je technologický tok doplněn schématem.

Návrh optimalizace je proveden ve dvou variantách na společném základu. Součástí je obrazné a schématické znázornění obou variant. Obě varianty obsahují popis technologického toku, výpis strojního vybavení, pořizovací náklady, počet pracovníků a energetickou náročnost.

V poslední části jsou uvedena kritéria pro hodnocení. Porovnány výhody a nevýhody v souvislosti se stávajícím provozem. Ekonomické vyhodnocení vychází z nákladů na realizaci, kdy ceny byly stanoveny na základě konzultací s odborníky v daném oboru a majitelem společnosti. Protože cílem práce nebylo přesné vyčíslení ekonomických dopadů návrhů a možnost jejich realizace v současné době, výstupem je pouze představení a doporučení možných řešení.

**Klíčová slova:** surovina, zpracování, řezivo, pilnice, zařízení

## **Abstract**

Name: Dušan Tomaščík

Title: Optimization of the technological equipment of the sawmill operation with regard to the quantity and quality of processed raw wood material

This bachelor thesis deals with the optimisation of the operation of the company Pila Černá.

The thesis analyses the current operation, its solution within the geographical conditions of the complex as well as its technological flow, including technological equipment, so that this state can be evaluated for its strengths and weaknesses.

The workflow of the company is characterised in the thesis by individual production centres from supply to shipping in context with professional theory. The centres are characterised in terms of location, manufacturing process and technology used. In the case of a sawmill, the technological flow is supplemented by a scheme.

The optimisation proposal is made in two variants on a common basis. It includes a pictorial and schematic representation of both variants. Both variants include a description of the technological flow, a listing of machinery, acquisition costs, the number of employees and energy intensity.

In the last section, the evaluation criteria are given. It compares the advantages and disadvantages of the existing operation. The economic evaluation is based on the cost of implementation. The prices were determined based on consultations with industry experts and the owner of the company. Because the aim of the work was not to accurately quantify the economic impacts of the proposals and the possibility of their implementation at present, the output is only a presentation and recommendations of possible solutions.

**Key words:** raw material, processing, lumber, sawmill, equipment

## OBSAH

1. Úvod .....	11
2. Cíl práce.....	12
3. Historie a představení společnosti Pila Černá .....	13
4. Popis současného provozu.....	16
4.1. Sklad kulatiny.....	18
4.2. Pilnice.....	20
4.2.1. Technologický tok .....	23
4.2.3. Pořezová kapacita .....	25
4.3. Sklad řeziva.....	28
4.4. Zpracování dřevních odpadů.....	30
4.5. Pomocné provozy.....	34
4.5.1. Reduktor kořenových náběhů.....	34
4.5.2. Brusírna .....	36
4.6. Expedice a odbyt.....	36
4.6. Energetická náročnost a pracovní fond.....	37
5. Metodika.....	39
6. Návrh optimalizace.....	40
6.1. Varianta č. 1 - Manipulační třídící linka obsluhovaná čelním nakladačem.....	43
6.1.1. Technologický tok .....	44
6.1.2. Náklady.....	47
6.2. Varianta č. 2 - Manipulační sklad obsluhovaný čelními nakladači .....	48
6.2.1. Technologický tok .....	48
6.2.2. Náklady.....	49
7. Diskuze .....	51
8. Závěr.....	55
9. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	56
10. Přílohy .....	59



## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obrázek 1:** Pila Černá - původní stav
- Obrázek 2:** Pila Černá při rekonstrukci
- Obrázek 3:** Areál společnosti
- Obrázek 4:** Pila Černá po rekonstrukci
- Obrázek 5:** Sklad kulatiny Pila Černá
- Obrázek 6:** Přeprava do pilnice Pila Černá
- Obrázek 7:** Hlavní budova Pila Černá
- Obrázek 8:** Pilnice Pila Černá
- Obrázek 3:** Rámová pila Esterer
- Obrázek 4:** Rámová pila RH60
- Obrázek 5:** Rozmítací pila
- Obrázek 6:** Řezivo Pila Černá
- Obrázek 7:** Sklad řeziva Pila Černá
- Obrázek 8:** Možnosti zpracování dřevního odpadu
- Obrázek 9:** Silo pilin
- Obrázek 10:** Třidič štěpky
- Obrázek 11:** Sekačka dřevního odpadu S 120 x 400
- Obrázek 12:** Opracovaný výřez
- Obrázek 13:** Reduktor kořenových náběhů
- Obrázek 14:** Bruska
- Obrázek 21:** Vysokozdvihný vozík Desta
- Obrázek 22:** Mapa plánovaného rozšíření
- Obrázek 23:** Nové rozložení areálu
- Obrázek 24:** Znázornění varianty I. v prostoru
- Obrázek 25:** čelní nakladač Volvo L90G

## **SEZNAM TABULEK**

**Tabulka č. 1:** Energetická náročnost zařízení

**Tabulka č. 2:** Náklady na úpravu povrchu

**Tabulka č. 3:** Náklady na oplocení pozemků

**Tabulka č. 4:** Údaje o vstupní surovině

**Tabulka č. 5:** Energetická náročnost

**Tabulka č. 6:** Pořizovací náklady na linku

**Tabulka č. 7:** Celkové náklady – varianta I

**Tabulka č. 8:** Pořizovací náklady - Volvo

**Tabulka č. 9:** Celkové náklady – varianta II.

**Tabulka č. 10:** Srovnání variant

**Tabulka č. 11:** Srovnání výhod a nevýhod

## 1. ÚVOD

Přibližně třetinu území České republiky zauímají lesní plochy. Tento stav naši republiku řadí mezi nejlesnatější země Evropy (Janák, Král, 2003). Výsledkem uplatňování principu vyrovnanosti hospodaření a trvalosti se hektarová výměra lesů neustále zvyšuje. V zásobě dřeva na 1 ha a v ročním přírůstku dřevní hmoty zauímá Česká republika přední evropská místa. Tato skutečnost dokazuje velký produkční potenciál pro dřevozpracující průmysl při zachování ostatních funkcí lesů.

Při sčítání pilařských provozů v ČR, které provedli p. Příkarský a p. Pražan v roce 2007 existovalo přibližně 2000 dřevozpracujících provozů různých velikostí. V rámci sčítání bylo provedeno i rozdělení provozů podle jejich výkonu do čtyř, fakticky pěti kategorií. Velké pily (pořezová kapacita nad 100 000 m<sup>3</sup>, nebo od 50 000 do 99 999 m<sup>3</sup>), střední pily (od 20 000 do 49 999 m<sup>3</sup>), malé pily (od 10 000 do 19 999 m<sup>3</sup>) a nejmenší pily (do 10 000 m<sup>3</sup>).

Střední a malé pilařské provozy mají na trhu své významné místo. Jejich pozici určuje především možnost zaměření na jinou strukturu a kvalitu produktů než velcí zpracovatelé dřeva, čímž trh vhodně doplňují. Největší devizou menších společností je větší zhodnocení výrobků. Příkladně sušením, hoblováním a podobně. Oproti velkým zpracovatelům mohou velmi pružně reagovat na poptávku odběratelů ze svého okolí, včetně soukromých osob a tím ulehčit nákladům spojeným s přepravou na velké vzdálenosti. Rovněž využití práce s dřevním odpadem (piliny, kůra, štěpka), o které je i díky změnám tendencí ve vytápění stále větší zájem (Bomba, Friess, 2009).

Tato bakalářská práce se zabývá pilařským provozem Pila Černá, se sídlem v Černé v Pošumaví. Dle výše uvedeného členění patří mezi střední pily. Podnik ve své historii prošel několika fázemi technologického vývoje. Ve stávajícím stavu dokáže obratně reagovat na potřeby svých zákazníků. Přesto je zde snaha o další technologický i ekonomický rozvoj.

## **2. CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce byla analýza a posouzení skutkového, současného stavu pilnice a návrh možné rekonstrukce pilařského provozu společnosti Pila Černá, Černá v Pošumaví.

Hlavním cílem práce bylo navržení dvou variant optimálních technologií včetně vylepšení těch stávajících tak, aby vedly ke zvýšení objemu výroby, popřípadě zvýšení ekonomické výnosnosti podniku.

### 3. HISTORIE A PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI PILA ČERNÁ

Na území Čech byla pilařská výroba rozvinutým oborem ještě před vznikem Československa. Její vývoj probíhal oproti jiným zemím západní Evropy rozdílně. Zázemí tuzemské základny výroby dřevařských strojů a nástrojů i progresivní technologie přivážené ze zahraničí, spolu s dobrou surovinovou základnou a odbytem výrobků vytvářelo výhodné prostředí pro vznik pilařských provozů. Slibný rozvoj výroby byl narušen nejprve 2. světovou válkou a následně nástupem socializace a příchodu řízeného plánovitého hospodářství. Malé pilařské závody byly v rámci kolektivizace rušeny nebo změněny na jiné typy výroby, což vedlo ke snížení počtu pil k necelým 200 provozům zařazeným do centrálně řízeného průmyslu. Pilařské provozy byly v rámci JZD, státních lesů a zpracovávaly téměř veškerou vytěženou dřevní hmotu (Bomba, Friess, 2009). Zavádění nových technologií, kterými byla dřívější pilařská výroba rozvíjena, v této době téměř neexistovalo. V provozech fungovala velmi nízká automatizace a převažovala pouze klasická rámovková technologie.

V porevolučním období počátku 90. let minulého století prošel pilařský a celkově dřevozpracující průmysl zásadními změnami. Státní podniky byly v rámci restitucí a privatizací rozkládány na malé celky, čehož využili soukromé osoby k zakládání nových pilařských provozů nebo k obnovení provozů z předsocialistických dob. Některé nové provozy se stávaly velmi pružnými a dobře se orientovaly v rychle se měnících ekonomických podmínkách. Naopak spousta provozů měla nízkou technologickou i technickou úroveň se stále vysokým podílem ruční práce, nízkou kvalitou a produktivitou. Dvě dekády tržního prostředí naštěstí tyto podniky podstatně vytrídily.

V současné době zaujímají malé pilařské provozy v ČR i střední Evropě významné místo na trhu kulatiny i řeziva. Svými provozy vhodně doplňují trh zásobený velkými producenty řeziva ([pilakuroslepy.cz](http://pilakuroslepy.cz), ©2019). Jedním z těchto menších provozů je také Pila Černá.

Pila Černá se nachází v malé obci Černá v Pošumaví, tato obec byla v celé historii malou osadou s několika desítkami obyvatel. Největší proměnu obce zapříčinila až stavba vodní nádrže Lipno v 60. letech 20. století. Kvůli zaplavení rozsáhlého území zaniklo několik vesnic a město Dolní Vltavice. Na základě toho došlo k nucenému přesunu lidí žijících na tomto území, a tím i k navýšení počtu obyvatel obce Černá v Pošumaví.

Areál, kde se dnešní pila nachází, byl pivovarským objektem, který založil a postavil roku 1568, pro Schwarzenberský knížecí rod, Jakub Krčín z Jelčan. Pivovar byl provozován do poloviny 20. století a v době výstavby lipenské přehrady byl přebudovaný na výrobu limonád. Současně s tím bylo zapotřebí vybudovat další výrobní prostory, ze kterých vznikl celý průmyslový areál sloužící k rostlinné výrobě a správě potřebného zařízení (Novotný, 2009).



**Obrázek 1: Pila Černá - původní stav**  
(Novotný 2009)

Jak uvádím výše, privatizace v 90. letech 20. století vedla i zde k možnosti odkupovat části areálu soukromými osobami a společnostmi na zcela jednotlivé části.

Toto období využila i rodina Novotných a v roce 1992 zřídila v jedné z budov areálu společnost Pila Černá (obr. 1). Firma čítala krom majitele pět zaměstnanců. Tehdejší pilnice byla tvořena lehkou rámovou pilou, omítací pilou s ruční manipulací a čelním nakladačem. Provoz byl zaměřen na výrobu řeziva pro obalový průmysl a zpracovávala se zde kulatina zejména smrková a borovicová. Díky výrobní zakázce do SRN vznikla potřeba vybudovat výrobu pro polotovary kosmetických štětců, pro které pilnice vyráběla řezivo z břízy.

K první investici do výrobního zařízení došlo po deseti letech provozu v roce 2002, kdy byla instalována repasovaná rámová pila ESTERRER S-71 a základní dopravní zařízení.



**Obrázek 2: Pila Černá při rekonstrukci**  
(Novotný 2009)

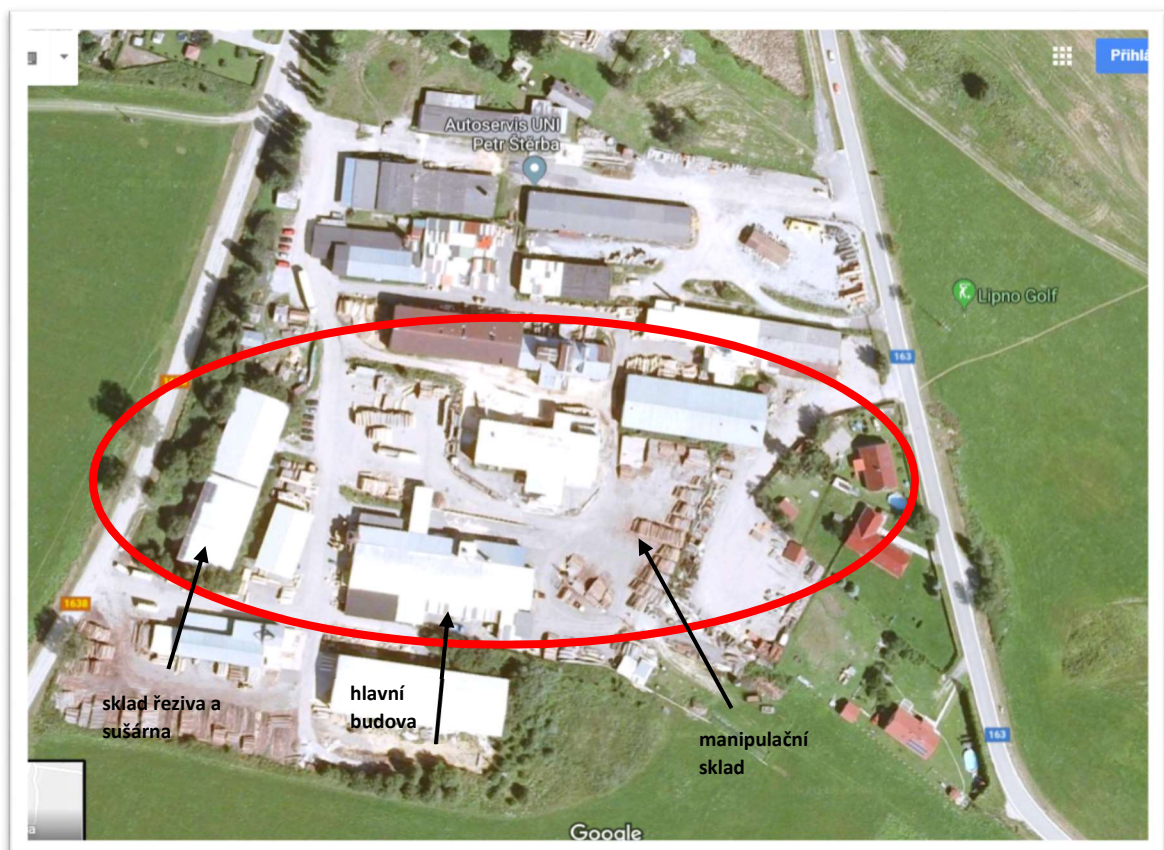
V roce 2011 převzal pilu syn zakladatele a současný majitel firmy. Nový majitel se pustil do rozsáhlejších investic do společnosti (obr. 2). Přeměna do současného stavu proběhla ve dvou investičních vlnách.

V roce 2013 přibyla do výroby nová rámová pila RH60 s příslušnými dopravníky a některou další manipulační technikou. V areálu byla vystavěna nová sušárna řeziva.

#### 4. POPIS SOUČASNÉHO PROVOZU

Současnou podobu získal areál společnosti v roce 2015. K stávajícímu vybavení pilnice přibyla ještě jedna pila RH60, rozmítací pila a kapovací pila PRINZ. Současně s modernizací pilnice byla ke stávajícímu provozu vybudována i linka na drcení dřevního odpadu. V pomocném provozu byl pořízen reduktor kořenových náběhů a některá další technika.

Areál pilařského provozu (obr. 3) se nachází v blízkosti hlavní komunikace vedoucí z Černé v Pošumaví na Dolní Vltavici. Příjezd do areálu je tvořen asfaltovanou cestou cca 400 m dlouhou a má velice dobrou a jednoduchou dopravní obslužnost. Rozloha areálu činí přibližně 3000 m<sup>2</sup>. Většina povrchu areálu je vyasfaltována a okraje manipulačního skladu jsou zpevněny drceným kamenivem. Areál je tvořen hlavní budovou, dvěma manipulačními sklady, sušárnou a skladem řeziva. Celý areál je propojen zpevněnými cestami.



Obrázek 3: Areál společnosti  
(googlemaps.cz, ©2019)



Hlavní budova je dvoupatrová (obr. 4). V přízemí se nachází samotná pilnice, na kterou navazují další pomocné provozy a zázemí. Pomocné provozy tvoří garáž pro techniku, opravárenská dílna a brusírna nástrojů. Dále kotelna, silo pilin, sklad PHM a maziv. Na silo navazuje prostor dřevoobráběcí dílny se základním truhlářským vybavením. Zázemí tvoří sociální zařízení a šatny pro zaměstnance s kuchyňským koutkem. V prvním patře hlavní budovy jsou umístěny administrativní prostory s hlavní kanceláří, sociálním zařízením, šatnou a skladem ochranných pracovních pomůcek. Celý areál je monitorován kamerovým systémem s centrálou v hlavní kanceláři.



**Obrázek 4: Pila Černá po rekonstrukci**  
(Novotný 2009)

Výroba tohoto závodu je z největší části zaměřená na výrobu paletového přířezu, dodávaného výrobci obalových materiálů. Z menší části se pak vyrábí stavební řezivo.

Zpracovávaná surovina je kvůli nákladům na dopravu dovážena z co nejmenší blízkosti. Vzhledem ke geografické poloze jsou největším dodavatelem zpracovávané kulatiny státní podniky hospodařící na lesních porostech v okolí závodu. Jedná se o Vojenské lesy a statky ČR, s. p. a o Národní park Šumava. Větší zastoupení mají VLS, které hospodaří na území Vojenského výcvikového prostoru Boletice, odkud pochází největší část dovážené suroviny. Tyto dva podniky dodávají 60% suroviny. 36% suroviny dodávají společnosti Obecní a městské lesy v okolí.

Z geografické polohy také vyplývá, že výchozí surovinou je především jehličnatá kulatina a to smrk a borovice. Poměr zastoupení je z 90 % smrk a z 10 % borovice.

Stavební řezivo je vyráběno na objednávku odběratele. V tomto případě se jedná o drobné vlastníky lesních porostů a zpracovává se taková kulatina, která je jimi vytěžena. Tito drobní vlastníci tvoří cca 4 % výroby podniku.

Zpracovávaný sortiment tvoří kulatina pro pilařské zpracování. Jedná se o kategorie kvality B a C v délce tři až pět metrů a kategorii D v délce 2,5 - 5 metrů,

v poměru 25 % k 65 %. Z 10 % je zpracovávána vlákna. Celkem provoz za rok zpracuje přibližně 15 000 m<sup>3</sup> dřevní suroviny.

Každá pilařská výroba, včetně této, sestává z několika středisek a to skladu kulatiny, pilnice a skladu řeziva. V jednotlivých střediscích se provádí tyto úkony.

Prvotním úkonem celého procesu je přejímka dodané suroviny. Hlavním důvodem je ověření správnosti dodávky a zanesení do evidence závodu (Janák 2008). Neméně důležitá je kontrola kvality dovezené suroviny, na které závisí další zpracování.

Detvaj (2003) uvádí, že při přejímce by mělo dojít ke kontrole následujících bodů:

- počet kusů,
- středová tloušťka kulatiny,
- délka,
- objem,
- jakost kulatiny,
- jakost opracování,
- doba těžby,
- značení.

Přejímku je možné provést několika způsoby. Nejčastější metodou je náhodný výběr. V tomto případě se náhodně vybere cca 15% kusů z dodávky, které se zkontrolují a změří.

Sklad kulatiny slouží k uložení materiálu pro výrobu, krácení kulatiny, odkornování a celkové přípravě pro samotné řezání.

V pilnici se provádí samotný pořez, jehož proces závisí na vybavení a technologii daného provozu. Hotové řezivo je následně umístěno ve skladu řeziva, kdy může ještě před uskladněním projít procesem sušení.

Strojní vybavení by mělo zabezpečit rychlou a kvalitní výrobu řeziva v takovém sortimentu, v jakém požadují odběratelé.

#### **4.1. Sklad kulatiny**

Sklad kulatiny je prostorem, ve kterém se provádí příprava kulatiny na zpracování v pilnici. Protože zde probíhá přejímka a vykládka dovezené suroviny, bývá nejčastěji umístěn při vjezdu do areálu závodu. Sklady musí být dobře přístupné pro mechanizační prostředky a jejich plocha musí být dostatečně zpevněna a odvodněna.

Ve skladu kulatiny dochází k odstranění kořenových náběhů a odkornění, hledání

kovů, krácení a roztřídění dle sortimentů. Sklad kulatiny by měl mít takovou rozlohu, aby dokázal pojmout zásobu suroviny na zhruba 15 dní a prostor pro výše uvedené úkony včetně manipulace při třídění a dopravě do pilnice (Komárková, 2011).

Ke skladování se využívají skladovací haly, nebo jako v případě Pily Černá otevřené plochy (obr. 5).



**Obrázek 5: Sklad kulatiny Pila Černá**

Manipulační sklad zaujímá největší část areálu. Sklad je tvořen dvěma částmi, které na sebe navazují a jsou spojeny dvěma cestami.

Kulatina je do prostoru manipulačního skladu přivážena nákladními automobily smluvních dopravců a to soupravami určenými pro převoz kulatiny. Výřezy jsou vždy dopravovány v kůře a skládány v prostoru skladu hydraulickou rukou, která je součástí přepravní soupravy ovládanou řidičem vozidla. Po vyložení nákladu ze soupravy, řidič soupravu očistí od kůry a nečistot a čeká na provedení přejímky a podepsání dodacího listu.

Přejímku provádí zkušený pracovník vizuálně, svým odborným odhadem. Pokud dojde k pochybnostem o kvalitě dodávky, namátkově se zkontroluje její část a to jejím přeměřením a kontrolou jakosti. Je-li dodávka v pořádku, dojde k jejímu vyložení.

Po vyložení v prostoru manipulačního skladu dochází ke třídění. Třídění provádí odborný pracovník, který změří čepové průměry a popisem označí stávající rozměrovou dimenzi. Dle těchto dimenzí je pomocí manipulačního stroje (čelního nakladače) kulatina roztříděna do potřebných sortimentů.

Vzhledem k velikosti závodu je zde manipulace s kulatinou velmi nahodilá. Ke třídění není vyhrazeno žádné speciální místo, dochází k němu tam, kde je kulatina

složena. Roztříděné výřezy se ukládají na hromady. Kulatina je ukládána na slabé výřezy uložené kolmo na hromadu. Ročně se zde vytřídí až 20 tisíc m<sup>3</sup> výřezů.

Ze skladu se výřezy přepravují čelním nakladačem (obr. 6) na příčný dopravník vedoucí k podélnému dopravníku dopravujícím výřezy do pilnice, respektive k rámové pile.



Obrázek 6: Přeprava do pilnice Pila Černá

## 4.2. Pilnice

Snaha o obrábění materiálů je spjatá s člověkem již od pravěku. Od dob, kdy člověk dokázal uchopit předměty ve svém okolí, začal je využívat k opracování předmětů jiných. Prvními materiály, které člověk nějakým způsobem začal opracovávat, byl zejména kámen a samozřejmě dřevo. Zpočátku se jednalo o opracování ruční, tedy vlastní silou, to bylo postupným vývojem techniky nahrazeno opracováním strojovým (Kvietková, 2015).

Obrábění je technologický proces, kterým se vytváří požadovaný tvar obráběného předmětu, v daných rozměrech a v daném stupni přesnosti, a to odebíráním materiálu (Janák, Král, 2003).

Kvietková (2015) uvádí termín obrábění ve třech okruzích významu. V nejširším významu se jedná o jakýkoliv technologický proces, kterým se polotovar mění na hotový výrobek požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu. V užším významu se jedná o technologický proces, jak je uvedeno výše, a to odebíráním částic nebo oddělováním částí materiálu mechanickými, elektrickými nebo chemickými pochody, či kombinací těchto pochodů. V nejužším významu je pak obrábění technologický proces přeměny polotovaru na výrobek žádaného tvaru, rozměrů a jakosti postupným oddělováním přebytečného materiálu ve formě třísek.

Obrábění dřeva, jak vychází samo o sobě z historie, lze rozdělit na ruční a strojní, kdy je v dnešní době používáno obojí. Z praktického hlediska převažuje využití strojního obrábění zejména pro jeho rychlost, přesnost a identičnost požadovaných výrobků (Goglia, Grbac, 2005). Oproti tomu u ručního obrábění dochází k přímému kontaktu s materiálem, snáze se reaguje na jeho kvalitu a vlastnosti a výsledkem je originální výrobek vyšší hodnoty nejen finanční.

Při strojním obrábění dřeva se jedná o technologický proces, kdy pomocí nějakého řezného nástroje (stroje) oddělujícího přebytečný materiál vzniká požadovaný výrobek. Tento proces lze rozdělit na třískový (vznikají piliny nebo hobliny) a beztrískový.

Samotný řezný proces, respektive proces, kdy dochází k oddělování materiálu, je kombinací technologie zpracování a řezného nástroje. Co a jak použít je závislé na vlastnostech materiálu, který má být obráběn.

V případě pilnice jsou tedy důležité vlastnosti dřeva:

- stavba dřeva – mikroskopická x makroskopická,
- chemické složení dřeva – udává vlastnosti, které nám umožňují výrobu nejrůznějších látek např. papír, buničina apod.,
- fyzikální vlastnosti – hustota, vlhkost, tepelné vlastnosti, pórovitost, akustické vlastnosti, vlastnosti určující vnější vzhled dřeva, elektrofyzikální vlastnosti,
- mechanické vlastnosti – pevnost, pružnost, houževnatost, plastičnost, štípatelnost, tvrdost, opotřebovatelnost, ohýbatelnost.

Výsledek procesu obrábění kulatiny (výřezu) nazýváme řezivo, které se upotřebí ve stavu řeziva, nebo dalším zpracováním.

Obrábění dřeva nám umožňují dřevařské stroje. Tato zařízení mění tvar a rozměry dřeva. Jsou to stroje vykonávající jednu nebo několik technologických operací zároveň. Největší zastoupení mezi stroji k obrábění dřeva mají strojní pily.

Kmenové pily jsou stroje, kterými procesem řezání zkracujeme kulatinu na výřezy, dřevařské výřezy se pak zpracovávají na řezivo.

V pilařských provozech s vysokou kapacitou pořezu se využívá Agregátních technologií, v provozech se střední pořezovou kapacitou převažuje využití pil rámových, popřípadě v menších provozech jsou využívány i pily pásové (Lojda, 2009).

Rámová pila je tvořena ocelovým rámem se svisle napnutými pilovými listy, které kmitají a tím dochází k samotnému řezu. Řez probíhá pohybem kulatiny po vozíku skrz

pilový rám. Pásová pila řeže ve směru vertikálním stejně jako pila rámová pohybem kulatiny skrz pilový pás nebo naopak ve směru horizontálním pohybem pilového pásu podél kulatiny (Novotný, 2009). Základem technologie pilnice na Pile Černá jsou rámové pily.

Pilnice je v areálu společnosti umístěna v hlavní budově (obr. 7, 8). Sestává se z haly ocelové konstrukce o rozměrech 15 x 40,5 m. Jak je uvedeno výše, administrativa a další pomocné provozy na ni přímo navazují, respektive je jimi obestavěna.



**Obrázek 7: Hlavní budova Pila Černá**



**Obrázek 8: Pilnice Pila Černá**

Technologie pilnice je uspořádána do dvou výrobních uzlů a umožňuje zpracovávat výřezy do délky maximálně sedm metrů.

#### 4.2.1. Technologický tok

Čelní nakladač naváží výřezy 2-5 m délky na vstupní dopravník do pilnice. Tento příčný řetězový dopravník slouží zároveň jako dávkovací na podélný řetězový dopravník, který přechází na podélný kuželový dopravník s vyrážecem, zabezpečující dávkování jednotlivých kusů výřezů na přední a zadní vozík rámové pily.

Tyto dálkově ovládané vozíky posouvají výřez do rámové pily RP-1. Za RP -1 následují vodící klíny a následně válečkový dopravník rozdělující boční a středové řezivo. V prvním stupni dopravníku se příčným řetězovým stíračem odvede prizma na příčný řetězový dopravník vedoucí k RP-2, který přímo dávkuje prizmy na přední a zadní vozík RP-2, zajišťující vkládání prizem do RP-2. Po průchodu prizmy RP-2 následují vodící klíny a následně válečkový dopravník s prodlouženými vodícími klíny oddělující středové a boční řezivo.

Středové řezivo postupuje dále na nehnaný válečkový dopravník, ze kterého je ručně kladeno na ručně vedené kolejové vozíky. Následuje již pouze manipulace se svazkem za pomoci vysokozdvizného vozíku k následnému balení a kapování konců paketu.

Boční řezivo vznikající za RP-1 je na konci válečkového dopravníku opět stíráno do strany řetězovým stíračem, kde po skluzu padá na vodorovný řetězový příčný dopravník, který posouvá a dávkuje boční řezivo od RP-1 a shora napadané boční řezivo od RP-2 do rozebíracího žlabu se šikmým řetězovým dopravníkem, separující jednotlivé kusy řeziva a dávkuje je na stůl před omítací pilu. Zde je umístěna podstolní zkracovací pila, zabezpečující vykrácení oblin a vad a umožňuje delší operaci omítání. Po průchodu omítací pilou je ručně oddělena krajina od prkna.

Prkna umísťuje pracovník ručně na příčný řetězový dopravník odvádějící prkna z pilnice do prostoru, kde jsou ručně ukládány do hrání. Veškeré krajiny a jiný kusový odpad vznikající při krácení je pracovníky před a za omítací pilou vhašován po skluzech do podélného pásového dopravníku vedoucího k vibračnímu žlabu sekačky dřevního odpadu.

Dále již štěpka pokračuje hrablovými a pásovými dopravníky k třídící štěpky a následně do boxu na štěpku. Drobná frakce je odváděna odsáváním do sila pilin.

Technologický tok pilnice je schematicky znázorněn v příloze č.1.

*Popis strojního vybavení Pila Černá*

### **Rámová pila ESTERER (obr. 9)**

Technické parametry:

Světlost rámu – 710 mm x 710 mm

Zdvih rámu – 500 mm

Otáčky – 285 ot/min

Výkon hl. motoru – 40 kW

Max. rychlost podávky 4,5 m/min



**Obrázek 9: Rámová pila Esterer**  
(Novotný, 2009)

### **Rámová pila RH60 (obr. 10)**

Technické parametry:

Světlost rámu – 600 mm x 650 mm

Maximální průměr výřezu - 600 mm

Minimální průměr výřezu – 100 mm

Zdvih – 450 mm

Otáčky – 330 ot/min

Posuv max. – 8 m/min

Příkon hlavního motoru – 45 kW

### **Rámová pila GTK 60**

Technické parametry:

Světlost rámu – 600 mm

Maximální průměr výřezu - 600 mm

Minimální průměr výřezu – 70 mm

Zdvih – 450 mm

Otáčky – 300 ot/min

Posuv max – 3,5 m/min

Příkon hlavního motoru – 30 kW



**Obrázek 10: Rámová pila RH60**

### **Rozmítací pila R 120 (obr. 11)**

Technické parametry:

Průchodná šířka – 820 mm



Výška řezu max. – 120 mm / min. 10 mm  
Maximální šířka rozmítání – 680 mm  
Průměr pilových hřídelů – 55 mm  
Průměr pilových kotoučů – 450 mm  
Průměr otvoru pilového kotouče – 90 mm  
Průměr mezivložek – 145 mm  
Posuv max. - 80 m/min  
Příkon hlavního motoru – 55 kW



Obrázek 11: Rozmítací pila

### **Omítací pila R 120**

#### Technické parametry:

Průchodná šířka – 820 mm  
Výška řezu max. – 120 mm / min. 10 mm  
Maximální šířka rozmítání – 680 mm  
Průměr pilových hřídelů – 55 mm  
Průměr pilových kotoučů – 450 mm  
Průměr otvoru pilového kotouče – 90 mm  
Průměr mezivložek – 145 mm  
Posuv max. - 80 m/min  
Příkon hlavního motoru – 45 kW

### **4.2.3. Pořezová kapacita**

Množství suroviny, kterou je daná společnost schopna zpracovat, se označuje jako pořezová kapacita. Výsledkem práce pilařského provozu je řezivo.

Pořezová kapacita udává maximální výkon resp. průchodnost pořezové linky pilařského závodu. Na její určení neexistuje oficiální výpočet. V zásadě ji může ovlivnit mnoho faktorů, proto je při stanovení kapacity nejméně historicky dosažený pořez, který skutečný výkon dokazuje (Pražan, 2017).

Faktory ovlivňující pořezovou kapacitu dle Pražana (2017):

- čepová tloušťka výřezů,
- směnnost provozu (jednosměnná, vícesměnná, nepřetržitá),
- výkonnost manipulace kulatiny a její skladovací možnosti,
- množství disponibilní suroviny, která je v ekonomicky dosažitelné

vzdálenosti,

- dostatek odborného personálu na případný vícesměnný provoz,
- odbytové možnosti řeziva, štěpek, pilin a kůry,
- logistická omezení skladů jednotlivých produktů,
- hluková omezení v nočních hodinách,
- ekonomická omezení (např. nedostatečné disponibilní cashflow).

Požezová kapacita společnosti Pila Černá je přibližně 15 000 m<sup>3</sup> za rok. V souvislosti s výše uvedenými faktory jde zde prostor pro její zvýšení.

Řezivo je možné dělit z hlediska několika parametrů a to podle druhu dřeviny, tvaru příčného průřezu, opracování a podle části kulatiny, ze které bylo vyřezané. Rozměry řeziva upravují další normy.

Řezivo dělíme například,

- podle druhu dřeviny,
  - jehličnaté,
  - listnaté,
    - tvrdé např. buk, dub,
    - měkké např. osika, lípa,
- podle tvaru příčného průřezu,
  - deskové / prkna, fošny, krajinová prkna, krajiny,
  - hraněné / hranoly, hranolky, latě, lišty,
  - polohraněné / trámy, polštáře, pražce,
- podle opracování,
  - omítané / oříznuté nebo jen částečně oříznuté boky,
  - neomítané / středové řezivo nebo s oříznutými boky bez oblin,
- podle části kulatiny, ze které bylo vyřezané,
  - dřeňové,
  - krajinové,
  - středové,
  - boční.

U řeziva se sleduje jeho jakost a vady.

Jakostí řeziva se rozumí souhrn vlastností, které rozhodují o jeho užitkové hodnotě. Třídění jakosti probíhá podle vizuálních znaků a podle pevnosti. Třídění je dáno normami.

Třídy jakosti se u jehličnatého dřeva označují na čele barevnou tečkou (nesmyvatelné barvy) a na řezu písemným a číselným označením (A - I, II, III). U listnatého dřeva je pak označení pouze písmenem a číslem na řezu.

Vadami řeziva se rozumí poškození, která ovlivňují upotřebitelnost. Poškození mohou být způsobena přírodními činiteli (přirozené/původní) jako nepravidelnosti struktury dřeva (např. točitost, křemenitost, smolník, rakovina, ...), suky, trhliny, vady kmene stromu (např. sbíhavost, zbytnění oddenku, křivost, boulovitost), suky, napadení dřeva houbami, ostatní poškození (např., hmyzem, rostlinami, živočichy,...) nebo jsou druhotná a to např. mechanické poškození, zbarvení běli, zapaření apod. (Peschel a kol., 2002).

Třídění řeziva je součástí technologického procesu výroby. Třídění probíhá na základě kvalitativních ukazatelů do jednotlivých tříd jakosti. Lze jej provádět buď vizuálně pracovníkem (rozdělení na základě vad, které rozezná pouhým pohledem), nebo automatizovaně strojem. Obě metody lze kombinovat, přičemž může dojít k rozporu mezi nastavením přesných parametrů u stroje a schopnostmi a možnostmi rozpoznání vad u osoby třídiče.

Třídění závisí na druhu výroby pilnice (rozsah zpracovávaných průměrů a délek), technologickém vybavení, objemu výroby nebo velikosti skladovacích prostor.

Třídí se dle:

- druhu dřeviny – probíhá pouze v případě, že dochází ke zpracování více druhů dřevin,
- délky – probíhá vždy při výrobě dlouhých sortimentů dřeva, ve standardní výrobě se nevyužívá nebo pouze do dvou délek (dlouhé, krátké),
- čepového průměru – dle tohoto parametru probíhá třídění vždy, jelikož je pro výrobu řeziva nezbytné,
- příčného průřezu – třídění probíhá vždy, jedná se o Hranolky (25 – 100 cm<sup>2</sup>), Hranoly (> 100 cm<sup>2</sup>), Latě (10 - 25 cm<sup>2</sup>), Lišty (< 10 cm<sup>2</sup>) Polštáře (řezivo o tloušťce ≤ 100 mm a šířce ≥ 50 mm), Trámy (řezivo o tloušťce > 100 mm a šířce ≥ 2/3 tloušťky), prkna (řezivo o tloušťce < 40 mm a šířce ≥ dvojnásobku tloušťky), fošny (řezivo o tloušťce > 40 mm a šířce ≥ dvojnásobku tloušťky),

- způsobu využití – třídění probíhá vždy např. pro výrobu přepravních prostředků (palety, obaly, ...), výrobu nábytku, stavební truhlářství, stavební účely, výrobu dřevostaveb, letecké účely, výrobu lodí a vodních staveb, výrobu hraček, hudebních nástrojů, sportovních potřeb a náčiní, výrobu sudů.



**Obrázek 12: Řezivo Pila Černá**

V Černé se využívá třídění dle druhu dřeviny, čepového průměru a příčného průřezu (obr. 12). Třídění dle využití není potřeba, jelikož jiné řezivo než pro obalové materiály se vyrábí pouze samostatně na zakázku.

Standardně jsou vyráběna jen prkna (v rozměrech 75x17 mm, 75x22 mm, 95x22 mm, 95 x17 mm a 140 x17 mm, v délkách 2, 3, 4 a 5 metrů) a hranoly (o rozměrech 80x50 mm, 80x60 mm, 95x75 mm, 95x65 mm, 95x95 mm, 75x75 mm, 95x45 mm a 100x100 mm, v délkách 2, 3, 4 a 5 metrů). V případě zakázky jsou vyráběny také fošny.

### **4.3. Sklad řeziva**

Součástí celkového procesu zpracování dřevní suroviny je i závěrečné sušení řeziva a jeho uskladnění. Pokácený strom, zvláště pokud je přivezen ke zpracování v krátké době od pokácení, má vysoký obsah vlhkosti. Této vlhkosti je nutné se u řeziva zbavit, neboť by mohlo dojít k nežádoucím změnám tvaru, rozměru nebo povrchu, a tím ke znehodnocení řeziva pro další zpracování.

Sušením rozumíme snížení vlhkosti dřeva na námi požadovanou hodnotu a to přirozeným nebo umělým vysušením (Křupalová 2000).

1) Přirozené sušení se provádí uložením řeziva do proložených hrání a jeho zastřešením, kdy k sušení dochází pouze působením přirozených klimatických podmínek - prouděním větru a teplotou vzduchu. Sušení probíhá venku nebo v otevřených skladech.

Při stavbě hrání je třeba dbát na vhodný podklad a správný výběr a polohu prokladů. Základy hrání jsou tvořeny podstavci a dřevěnými podklady. Spodní vrstva hrání by měla být čtyřicet až šedesát centimetrů nad zemí. Proklady by měly být tak dlouhé, aby na nich řezivo leželo v celé šířce. Vzdálenost mezi proklady se také řídí tloušťkou materiálu.

2) Umělé sušení probíhá v tepelně izolovaných komorách (zděné, hliníkové, ocelové). Tyto komory jsou vybaveny zařízením, kterým je možné regulovat teplotu, proudění a vlhkost vzduchu tak, aby bylo docíleno nejvhodnějších podmínek pro sušení dřeva.

V areálu Pily Černá se nachází jak sklad řeziva, tak i sušárna, která je jeho součástí. Sklad řeziva (obr. 13) je v těsné blízkosti pilnice a komunikačně na ni navazuje. Plocha skladu je vyasfaltovaná s mírným spádem pro odvod dešťové vody. Sklad



**Obrázek 13: Sklad řeziva Pila Černá**

je částečně zastřešen. Celý sklad včetně sušárny je obsluhován vysokozdvížným vozíkem.

Řezivo je ukládáno do hrání. Systém uložení rozděluje boční řezivo dle délek svazku, středové řezivo dle rozměrů průřezu nebo odběratele. Řezivo se prokládá tak, aby vznikla vzduchová mezera mezi jednotlivými vrstvami. Je určována tloušťkou prokladku a hustotou, aby řezivo neplesnivělo nebo se do něj nedostala houba. Příkladně některé řezivo vyrobené zde na pile se posílá k dalšímu zpracování do Německa. Zde se suší ve velkokapacitní sušárně, kam je zabalený paket uložen s dalšími třeba šesti kusy na sobě. Vzniká tak obrovské zatížení, proklady tedy musí být svisle nad sebou, v přesné vzdálenosti od sebe, poloze i počtu, protože při rychlejším (umělém) sušení by mohlo dojít k nežádoucí deformaci, které je potřeba zamezit. Z tohoto příkladu vychází, že každý zákazník, který potřebuje specifikovat uložení řeziva, si již při objednávce

určuje své podmínky uložení, a to i vzdálenosti prokladků od počátku resp. konce desky tak, aby to vyhovovalo pro jeho další zpracování.

Přirozené i umělé sušení probíhá v provozech z různých důvodů. V tomto závodě se řezivo přirozeně nesuší vůbec a umělé sušení je velmi specifické. Sušárna, která je zde postavena, slouží pouze k ošetření řeziva určeného pro výrobu obalových materiálů. Jedná se o ošetření tepelnou úpravou IPPC, pro zničení dřevokazných hub a hmyzu. Tato potřeba vznikla po té, co vešla v platnost mezinárodní směrnice ISPM FaQ 15 (International Standards for Phytosanitary Measures), kterou v roce 2002 vydal sekretariát Mezinárodní úmluvy o ochraně rostlin. Směrnice obsahuje požadavky na ošetření dřevěného obalového materiálu, aby se předešlo převozu a šíření škůdců.

Sušárna funguje pouze za účelem úpravy řeziva dle této směrnice. Řezivo je po dobu půl hodiny zahříváno ve svém jádru na teplotu 57°C. S řezivem, které projde sušárnou, je potřeba nakládat trochu jinak než s ostatním, resp. je nutné ho dále chránit zvláště před průnikem vody. Toto řezivo je zafoliováno nebo uloženo v zastřešené části skladu. V některých případech je ze sušárny expedováno přímo na odvozní soupravu a podnik ihned opouští.

#### **4.4. Zpracování dřevních odpadů**

Další nezbytnou součástí procesu zpracování dřevní suroviny na pilnicích je nutnost řešení odpadu z dřevního materiálu, který při řezání vzniká. Na rozdíl od provozů, které zpracovávají materiály na bázi dřeva a tudíž obsahují různé chemické příměsi, dřevní odpad vznikající při zpracování surového dříví je takřka čistým ekologickým materiálem. S tímto odpadem se setkáváme již při samotné těžbě v lese, a to ve formě větví a zbytků kmene, dále pak na pilách a v truhlářských dílnách, kde pracují s masivem např. třísky, piliny, hobliny a podobné (Křupalová 2000).

V pilařských provozech se můžeme setkat s několika druhy dřevního odpadu:

- kůra – vzniká při použití odkorňovačů nebo reduktorů kořenových náběhů v případech, kdy je nutné kulatinu před zpracováním takto upravit. V závislosti na množství je kůra využívána jako palivo, k výrobě dřevěných briket nebo je možné ji drtit a následně využít k ochraně okrasných dřevin proti plevelným rostlinám.,
- odřezky – vznikají jako odpad v případech, kdy je nutné dřevo pro potřebu pilnice zkrátit. Využívají se jako palivo.,

- piliny – odpad při řezání a broušení dřeva. Největší množství vzniká právě při zpracování na pilnicích. Nejčastější formou likvidace je výroba briket a pelet. Velké množství pilin je využíváno v cihelnách na pálení cihel a přidávají se do směsi na výrobu Phrotermu. Řada pilnic tento odpad využívá pro vytápění vlastního provozu.,
- štěpka – drcený dřevní odpad pro využití k topení, mulčování nebo kompostování.

Každý provoz musí v rámci svého fungování řešit jak s tímto materiálem naložit – řešit jeho využití/likvidaci. Nejčastější formou likvidace tohoto odpadu je jeho další zpracování.

Pokud v provozu odpad sami zpracovávají, jedná se zejména o štěpkování nebo briketování a peletování. Štěpkováním se rozumí rozdrčení dřevního odpadu pomocí drtičů dřevní hmoty „štěpkovačů“ na malé kousky (obr. 14). Je to ekologická forma likvidace odpadu a využívána zvláště pro její možné další využití/ zpeněžení.

Briketováním se zpracovává drobný dřevěný odpad (piliny, třísky, prach ze dřeva) pomocí briketovacích lisů (obr. 14). Briketování je vázáno normami, které udávají kvalitu vyráběných briket. Využitelnosti briket je k topení ve všech typech kamen, kotlů, spalovnách tuhých paliv.

Pelety (obr. 14) se vyrábějí z pilin vzniklých ze zpracování odkorněného i neodkorněného dřeva (světlé, tmavé). Jejich výroba je ale náročnější (sušení, drcení,...), a tak se jí věnují spíše samostatné provozy, do kterých se piliny z pilnic dovážejí.



**Obrázek 14: Možnosti zpracování dřevního odpadu**  
(Biom.cz - upraveno, ©2019)

V tomto provozu dochází pouze ke štěpkování a prozatím se o pořízení technologie k výrobě briket nebo pelet neuvažuje.

Dřevní odpady zde vznikají v rámci celého procesu výroby nejen u strojních celků, ale i na dopravních zařízeních. Zpracování odpadu z celého areálu společnosti

je založeno na jeho soustředění na místa k tomu určená a jeho dalším zpracování. Jedná se o piliny, kůru a ostatní dřevní odpad (odřezky apod.).

V tomto závodě se vyprodukuje přibližně 600 prn pilin měsíčně. Piliny vznikají pouze řezáním v pořezových strojích. Z provozu jsou piliny odsávacím systémem dopravovány do sila pilin (obr. 15). Piliny napadané pod dopravním zařízením jsou při odstávce v pravidelných intervalech ručně odstraňovány z důvodu nebezpečí úrazů nebo poškození zařízení. Tyto ručně odstraněné piliny se sypou do odsávacího zařízení umístěného pod pořezovými stroji. Silo na piliny je, jak uvádím výše, součástí budovy, ve které se nachází pilnice. Silo je zděné a přístupné z vnějšku. Objem sila představuje přibližně týdenní produkci. Produkce pilin se využívá pro energetické účely provozu a velká část je dodávána do cihelen, při přebytku i k jiným odběratelům. Piliny jsou nakládány na nákladní automobily případných odběratelů pomocí čelního nakladače. Pro tento případ je vedle sila vybudovaná nakládací rampa.



**Obrázek 15: Silo pilin**

Kůra vzniká při manipulaci s výřezy, při vykládání z nákladních souprav až po dopravu k pilnici, z toho nejvíce právě pod vstupním dopravníkem. Od dopravníku je kůra pravidelně ručně odstraněna. V zimních měsících je odstraňována po každé směně, aby se předešlo případným problémům při zamrznutí. Z prostoru je kůra odklízena dle potřeby. Vzhledem k velkému znečištění se využívá pouze k energetickým účelům. Veškerý zbývající dřevní odpad, po oddělení pilin, vznikající při průchodu výřezu linkami pilnice, včetně odpadu nashromážděného při úklidu dopravníků, je pomocí skluzů dopravován na sběrný pásový dopravník vedoucí k sekačce dřevního odpadu. Tato doprava společně se sekačkou dřevního odpadu tvoří samostatnou linku. Hmota



je v sekačce zpracována na frakce štěpky. Ty dále pokračují k třídíči štěpky (obr. 16), kde je pomocí sít oddělena kvalitní štěpka od velkých kusů, které jsou pak vráceny zpět do sekačky. Naopak menší části jsou odsávány do sila a určené k vytápění. Vytríděná štěpka je ukládána na skladovací deponium, odkud je čelními nakladači nakládána do kontejnerových aut odběratelů.



**Obrázek 16: Třídíči štěpky**

### *Strojní vybavení*

#### **Sekačka dřevního odpadu (obr. 17)**

##### Technické parametry:

Délka – 1995 mm

Šířka – 1450 mm

Výška – 950 mm

Hmotnost stroje – 2000 kg

Výška vstupního otvoru – 120 mm

Šířka vstupního otvoru – 400 mm

Průměr rotoru – 450 mm

Otáčky rotoru – 730 ot./min

Počet nožů – 2 ks

Velikost štěpky – 5 - 40 mm

Výkon na vstupu – 2 - 8 prn

Příkon sekacího bubnu – 30 kW

Příkon podávacího válce – 2 x 1,5 kW

## **Drtič kůry DR-V 175x460 – N**

### Technické parametry:

Délka – 1280 mm

Šířka – 900 mm

Výška – 1210 mm

Vstupní otvor – 175 x 460 mm

Průměr rotoru – 300 mm

Otáčky rotoru – 787 ot./min

Počet nožů – 4 – 8 ks

Velikost štěpky – 10 – 50 mm

Výkon na vstupu – 2 – 4 prm/hod

Příkon sekacího bubnu – 15 kW

Hmotnost – 800 kg



**Obrázek 17: Sekačka dřevního odpadu S 120 x 400**  
(Novotný 2009)

## **4.5. Pomocné provozy**

Nedílnou součástí samotného řezného procesu je několik pomocných provozů. Tyto provozy bezprostředně předcházejí nebo navazují na samotné zpracování kulatiny. Pomocným provozem je také zázemí zajišťující dobrý technický stav zařízení.

### **4.5.1. Reduktor kořenových náběhů**

V současné době jsou reduktory kořenových náběhů nedílnou součástí manipulačních či pořezových linek. Práci, kterou bylo v minulosti nutné vykonávat pomocí lidské síly a ručních řetězových motorových pil, dnes nahrazuje moderní strojní technika. Reduktor bývá začleněn do manipulační nebo třídící linky, eventuálně je možné ho namontovat na vstup do pilnice. Reduktory slouží k odstranění náběhů na oddenkové části surového kmene nebo výřezu. Kořenové náběhy mohou způsobit při dalším zpracování velké problémy.

Při jediné operaci jsou tedy strojem odfrézovány veškeré nerovnosti povrchu kmene (kořenové náběhy, pahýly větví, boule) a zároveň je redukován kmen na určitý průměr (obr. 18). Je-li takto kmen nebo výřez upraven, je zajištěn plynulejší tok materiálu

a prakticky jsou odstraněny problémy při dalším zpracování např. poškození stroje nebo zaklínění.



**Obrázek 18: Opracovaný výřez**

Pila Černá využívá stroj od firmy Baljer – Zembrod (obr. 19)

- kusy kulatiny o délce 2,5 – 8,0 m a průměru 20 – 60 cm

technické údaje:

otáčecí zařízení: 2 hydraulicky poháněné hřídele nosného válce se 7 válci, průměr válce 590 mm, průměr hřídele 80 mm, otáčky lze ve směru frézování plynule regulovat.

odkorňovací hlava: Hlava rotoru se 4 loupacími řadami řazenými do spirály, šířka rotoru 180 mm, nástroje z tvrdokovu.



**Obrázek 19: Reduktor kořenových náběhů**

Mechanicky přestavitelný kroužek k omezení hloubky na vstupní a výstupní straně hlavy rotoru, hlava je uložna s výkyvem, hnací výkon 18 kW.

Pojezdové zařízení: Celá odkorňovací hlava je v podélném směru hydraulicky pojízdná. Plynule regulovatelná rychlost jízdy,  $v = \max 40 \text{ m/min}$ .

Frézovací rameno: Stabilní ocelová konstrukce s integrovanou frézou a nomontovaným elektromotorem 22 kW k pohonu frézy, postranní umístění, hydraulické naklápění.

Fréza: Délka frézy 960 mm, se 16 noži z nástrojové oceli uspořádanými do spirály.

Spodní přídržovač: Hydraulicky vyklopitelné rameno spodního přídržovače pro redukční proces.

Hydraulika:           Hydraulický agregát 7,5 kW se všemi potřebnými ovládacími ventily namontovaný na základovém rámu.

#### 4.5.2. Brusírna

Kovoobráběcí dílna je vybavena základními kovoobráběcími stroji např. soustruh, fréza, stojanové vrtačky a brusky (obr. 20). Přímo na ni navazuje brusírna vybavená bruskami pilových listů, kotoučů a dalších zařízení. V provozu jsou používány pilové listy s vlčím ozubením a chromovaným povlakem. Pilové kotouče mají SK plátkové návary. Obojí zvyšuje dobu použití, než dojde k otupení nástroje. Nástroje je možné používat pouze naostřené, nepoškozené, očištěné a bez známek koroze.

V brusírně jsou přijímány otupené či jinak znehodnocené nástroje a opětovně se zde naostřené vydávají nebo se vydávají nástroje nové. Brusírna je vybavena stroji značky Wollmer, a to ostříčkou na pilové listy, ostříčkou na pilové řetězy, ostříčkou na pilové kotouče, zařízení na rozvod zubů u pilových listů a zařízení na rozvod pilových kotoučů. Pilové listy se ostří dle potřeby do zásoby.



**Obrázek 20: Bruska**  
(Novotný, 2009)

#### 4.6. Expedice a odbyt

V průběhu let se nejen podstatně zvětšil objem výroby, ale změnila se, respektive rozšířila, i síť odběratelů. Dříve společnost dodávala pouze jedné společnosti, sídlící ve stejném areálu. Dnes, krom již výše zmíněných soukromých subjektů, tvoří dodávka pro tuzemské odběratele pouze 15 %. Do zahraničí je dodáváno 85 % výroby. Zde opět vystupuje do popředí geografická poloha, cílovými zeměmi jsou Rakousko a Německo.

Odvoz řeziva je zajišťován pouze nákladními automobily odběratelů. Při expedici ze skladu je řezivem manipulováno pomocí vysokozdvížných vozíků značky Desta (obr. 21), kterými je řezivo převáženo ze skladu a nakládáno na soupravu.

Během nakládky je vyřizována s tím spojená administrativa tak, aby nemohlo dojít k tomu, že automobil odjede bez potřebné dokumentace.



Obrázek 21: Vysokozdvížný vozík Desta

#### **4.6. Energetická náročnost a pracovní fond**

Energetická náročnost je sečtení všech elektrických odběrných míst v maximálním příkonu zařízení. Respektive součet výkonů jednotlivých elektromotorů užitých v provozu. Celková energetická náročnost je uvedena v tabulce č. 1.

V provozu pracuje celkem 8 osob. Jeden zaměstnanec v kanceláři a 7 zbývajících v provozu. V pilnici pracuje 5 osob a ostatní zaměstnanci pak zajišťují chod skladu kulatiny, skladu výřezů a dalších provozů. Potřebnou manipulaci pak zajišťují jeden čelní nakladač Liebherr a tři vysokozdvížné vozíky značky Desta.

**Tabulka 2: Energetická náročnost zařízení**  
(zdroj Pila Černá)

Zařízení	Měsíční spotřeba kW	Roční spotřeba kW
Dopravníky kulatiny a řeziva	25	300
Rámová pila RH 60 (2x)	90	1 080
Rámová pila GKT 60	30	360
Rozmítací pila R 120	55	660
Omítací pila R 120	45	540
Rámová pila Esterer	40	480
Linka na zpracování dřevního odpadu	45	540
Reduktor kořen.náběhů	80	960
Sušárna a kotelna	20	240
Odsávání	30	360
Zkracovací pila	11	132
Osvětlení	20	240
<b>Celkem</b>	<b>491</b>	<b>5 892</b>

## 5. METODIKA

Podkladem k práci byly informace a materiály poskytnuté majitelem společnosti, technické listy výrobců strojů pro pilařský provoz a vlastní zmapování provozu.

Byla provedena charakteristika jednotlivých středisek výroby od zásobování až po expedici. Následně tato data byla vyhodnocena a byly vypracovány 2 varianty modernizace provozu. Hodnocené parametry jsou u obou variant relevantně vyhodnotitelné.

### **Popis a dokumentace závodu:**

- A, popis technologie závodu
- B, popis plánu závodu a stanovení rozměrů pozemků
- C, znázornění pozemkových úprav v mapě
- D, popis stávajícího zařízení a jeho uspořádání v provozu

### **Vypracování alternativ řešení pilnice Černá**

- A, varianta 1** Manipulační třídící linka obsluhovaná čelním nakladačem
- B, varianta 2** - Manipulační sklad obsluhovaný čelními nakladači
- C, technické a technologické řešení obou variant
- D, Technologický tok obou variant
- E, Náklady obou variant

## 6. NÁVRH OPTIMALIZACE

V současnosti Pila Černá jako celek vyhovuje potřebám pro kapacitu pořezu, kterou vyrábějí. Technologie pilnice je poměrně moderní a její strojní vybavení dostatečné. Je zde ale možnost pořezovou kapacitu i se stávajícím vybavením pilnice navýšit. Sklad řeziva se sušárnou odpovídá potřebě, jelikož část zpracovaných výřezů je ihned expedována. Nejslabším místem by se dal nazvat manipulační sklad. Z velké části je závislý na ruční práci. Rozloha skladu stanovuje hranici pro množství kulatiny, které lze přijmout a zpracovat

Návrh optimalizace se věnuje právě manipulačnímu skladu a prvotnímu zpracování kulatiny v závodu. To, že vybavení pilnice umožňuje zpracování většího množství řeziva než v současnosti, vede k myšlence vyřešení prostoru manipulačního skladu zvětšením jeho kapacity tak, aby mohlo dojít i ke zvětšení skladovacích prostor hotových výřezů.

Jedná se o řešení manipulace s kulatinou ve dvou variantách. Obě pak mají základ v rozšíření stávajícího areálu o dva pozemky o výměře 8217 m<sup>2</sup> (obr. 22) a úpravě v rozložení celého areálu.

Celkové uspořádání závodu se odvíjelo od navržených variant - umístění skladu kulatiny, řeziva a dřevních odpadů (kůra a štěpka).



**Obrázek 22: Mapa plánovaného rozšíření**  
(cuzk.cz, ©2019)

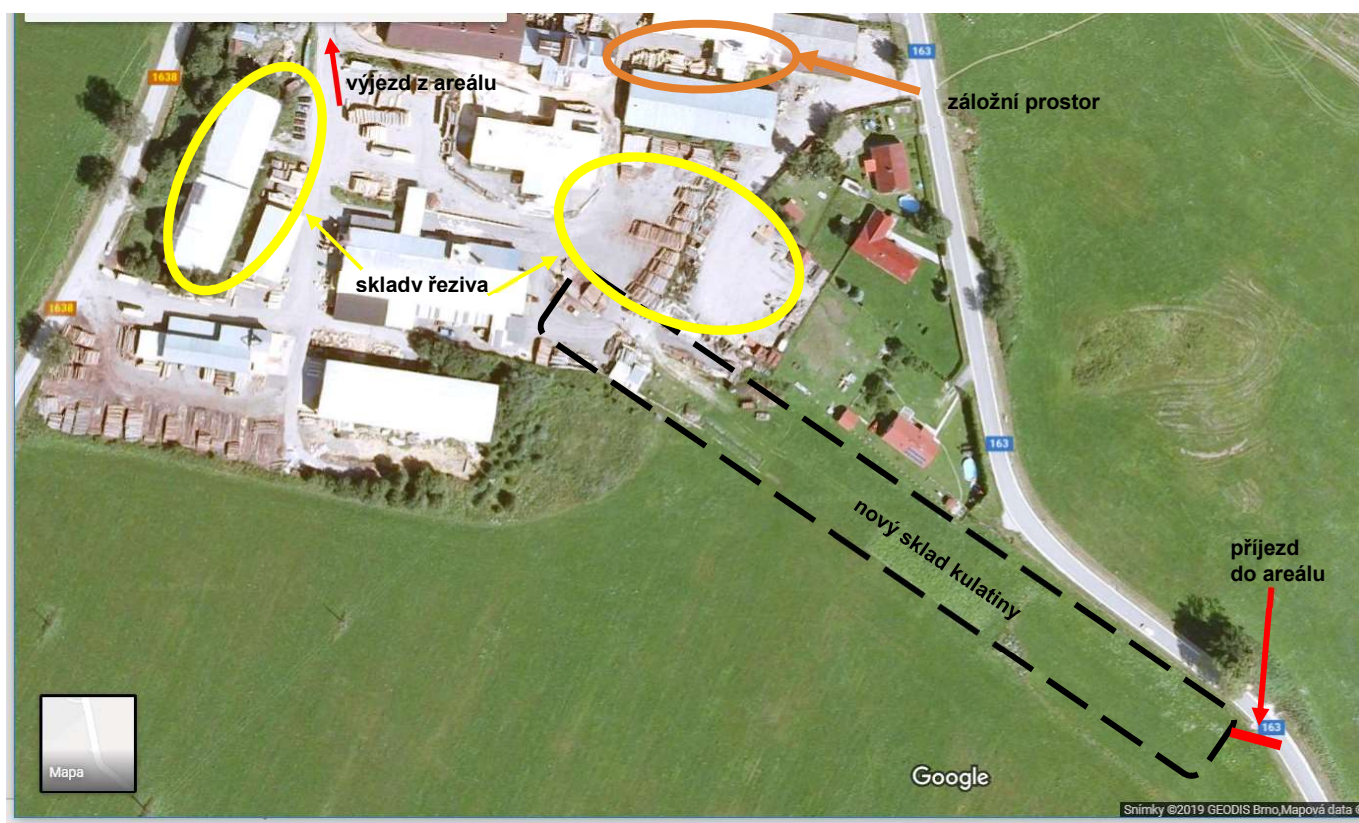
### Rozšíření areálu a změna v jeho rozložení

Pozemky z jedné strany navazují na stávající areál a z druhé strany na hlavní silnici ve směru na Frymburk. Rozšířením o tento prostor by bylo možné změnit rozložení areálu (obr. 23) a umožnit jeho průjezdnost bez nutnosti otáčení nákladních souprav v areálu. Stávající pozemky jsou ve vlastnictví majitele společnosti, ale v aktuálním stavu



zatím pro tento účel nepoužitelné a musí dojít k jejich úpravě. V tomto prostoru vznikne nový vjezd do areálu, sklad dovážené kulatiny a třídící linka. Prostor plynule naváže na stávající pilnici.

Kulatina, jak uvádím výše, byla dosud skladována na dvou místech propojených zpevněnou cestou. Větší část v blízkosti pilnice bude využita jako další prostory pro skladování řeziva, které doplní již stávající sklad se sušárnou. Do tohoto prostoru také ústí linka na zpracování dřevního odpadu. Přemístěním kulatiny do jiné části vznikne i větší prostor pro uskladnění štěpky. Druhá menší část zůstane k dispozici jako funkční volný prostor a případně jako záložní sklad jak kulatiny, tak řeziva.



**Obrázek 23: Nové rozložení areálu**  
(googlemaps.cz, ©2019)

Pozemky budou ohrazeny poplastovaným pletivem po celém obvodu. Ve směru od hlavní silnice na Frymburk bude vybudován nový vjezd do areálu s bránou. Celý prostor bude po povrchu upraven pro účel skladu a manipulace s kulatinou včetně přejezdů nákladních automobilů.

Pro tuto povrchovou úpravu bude využita technologie KAPS-LE (KAmenivo zpevněné Popílkovou Suspenzí pro LEsní cesty). Tato technologie, která byla vyvinuta speciálně pro zpevnění lesních cest, je stále více využívána i na skladovacích

a manipulačních prostorech dřevozpracujících závodů. Provedení tohoto povrchu je poměrně jednoduché. Lze ji na rozdíl od jiných technologií provést vlastními silami.

Na upravený povrch se nákladním automobilem doveze přímo z lomu kamenivo, které se bagrem rozprostře rovnoměrně po povrchu v požadované tloušťce (v našem případě 200 mm). Povrch se následně prolíje popílkovou suspenzí dopravenou na místo autodomíchávačem a celý povrch se zhutní vibračním válcem. Takto provedený povrch je ekonomicky výhodnější než jiné povrchy (Silmos, ©2019). Náklady na úpravy povrchu jsou uvedeny v tabulkách č. 2 a č. 3.

**Tabulka č. 2: Náklady na úpravu povrchu**  
(Silmos, ©2019)

položka	m <sup>2</sup>	Cena v €	Cena v Kč
Úprava povrchu – KAPS-LE	8 217	131 472	3 286 800

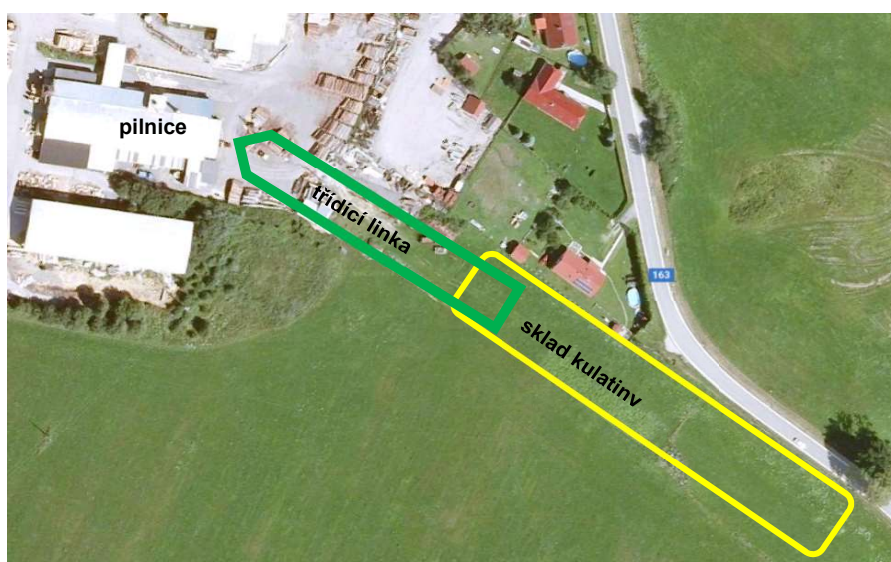
**Tabulka č. 3: Náklady na oplocení pozemků**  
(vseproploty.cz, ©2019)

Materiál	Počet kusů	Cena v €	Cena Kč
Pletivo Zn+ poplastované IDEAL 1,65/2,5/zelené/role 25 m se zapleteným napínacím drátem, výška 1800 mm	20	1 598	39 951,78
Pletivo Zn+ poplastované IDEAL 1,65/2,5/zelené/role 15 m se zapleteným napínacím drátem, výška 1800 mm	2	96	2 397,01
Sloupek Ideal Zn+PVC 48x1,5, délka 2400 mm, př. nap. drátu, zelený	176	1 627	40 675,36
Držák napínacího drátu - tex, zelená - balení 10 ks	53	68	1 693,03
Vzpěra Ideal Zn+PVC 38x1,25, délka 2500 mm, zelená	46	332	8 293,34
Zahradní brána dvoukřídlová s okem na visací zámek š. 3600 x v. 1800 mm / celovýplet vč. sloupků	1	231	5 783,80
Napínací drát Zn+PVC 2,25/3,4 - 52 bm zelený	11	44	1 104,73

Vázací drát PVC 1,4/2,00 mm,50 m, zelený	10	19	484,00
Napínací element-komaxit zelená	69	38	951,79
<b>Celkem</b>		<b>4 053</b>	<b>101 335</b>

## 6.1. Varianta č. 1 - Manipulační třídící linka obsluhovaná čelním nakladačem

Umožňuje roztrídění principem manipulačně třídící linky s elektronickou přejímkou.



Obrázek 24: Znárodnění varianty I. v prostoru  
(googlemaps.cz, ©2019)

Jedná se tedy o vybudování manipulační třídící linky a třídících boxů plynule navazující na manipulační sklad a pilnici (obr. 24). Přejímka suroviny probíhá elektronickým 2D měřením. Zpracovávaná kulatina je maximálního průměru 75 cm na čele. Další údaje o surovině jsou uvedeny v tabulce č. 4. Vzniklé výřezy jsou o maximální délce 7 m plus nadmíra 2%. Linka je zároveň vybavena odkornovačem a detektorem kovů. Obsluha skladu a přeprava k pilnici čelním nakladačem.

Třídění je podle čepového průměru po 3 až 10 cm, což je zcela dostačující. Třídění je do 2 x 12 boxů podle čepových průměrů a to následovně - 1. box = 20 a méně cm; 2. box = 20 – 23 cm; 3. box = 23 – 26 cm; 4. box = 27 – 30 cm; 5. box = 31 – 34 cm; 5. box = 35 – 38 cm; 6. box = 39 – 44 cm; 7. box = 45 – 50 cm; 8. box = 50 -60; 9. a 10. box

- Pro nevhodné výřezy; 11. a 12. box = výřezy 6 – 7 m. Výkresy boxů jsou znázorněny v příloze č. 3 a 4.

Pro takto navrženou linku je potřeba dvou pracovníků, kdy jeden ovládá linku a druhý pomocí čelního nakladače manipuluje s výřezy.

Navrhovaný sklad kulatiny umožňuje kapacitu pořezu 30 000 m<sup>3</sup> za rok v jedné směně.

### 6.1.1. Technologický tok

Surovina vstupuje do technologického procesu ve formě neodkorněných výřezů. Do prostoru je dovážena k tomu určenými nákladními soupravami. Výřezy jsou pomocí hydraulické ruky na soupravě vykládány na příčný řetězový dopravník nebo na určené skladovací místo, odkud je pak surovina na dopravník přivážena čelním nakladačem. Na dopravník navazuje elevátor, který separuje kulatiny a vynese ji do požadované výše k dávkovači. Dávkovač slouží k dávkování kulatiny po jednotlivých kusech na dopravník do elektronické přejímky a ke zkracovací pile. Po zkrácení prochází výřez detektorem kovů a odkorňovačem. Dále pokračuje po třídícím dopravníku ke třídícím boxům. Výřezy jsou vyráženy pomocí vyrážeců do příslušných boxů po stranách třídiče.

Celá linka je obsluhovaná z velínu. Obsluha za pomoci kamer a monitorů dohlíží na chod linky a zároveň posuzuje kvalitu výřezů.

Veškerý odpad pod zkracovací pilou je pomocí hrablového dopravníku ukládán na určené místo, odkud je pomocí nakladače převážen k lince na zpracování dřevního odpadu. Kůra s odkorňovače je hrablovým dopravníkem vedena do samostatného boxu. Z pod dopravníku je kůra odstraňována ručně. Z boxu je čelním nakladačem nakládána na odvozní soupravy.

**Tabulka č. 4: Údaje o vstupní surovině**  
(Dřevostroj Čkyně)

údaj	rozměry
Zpracovávaná surovina	95 % SM, 5% BO
Max. délka výřezů	10m (+ 2%)
Min. délka výřezů	2m
Max. tloušťka	75cm
Min. tloušťka	11cm

### *Strojní vybavení*

**Dopravník příčný řetězový zásobní:** Typ - DPZA; Délka - 10 000 mm; Počet ramen - 5; Rychlost - 7,5 m/min.; Pohon - 7,5 kW

**Separátor výřezů:** Typ - SEVY; Počet ramen - 5; Rychlost - 13,0 m/min.; Pohon - 9,2 kW; Dopravní řetěz - M160P160

**Dávkovač kyvný:** Typ - DAKY; Počet bočnic - 5 x 2; Počet dávk. segmentů - 4; Pohon - hydraulika; Výkon - 10 ks/min

**Dopravník řetězový podélný:** Typ - DRPO; Osová délka dopravníku - 7 500 mm; Výška na unašeč - 1 000 mm; Šířka činné části unašeče - 450 mm; Rozteč unašečů - 610 mm; Rychlost - 20 m/min.; Pohon - 4kW; Dopravní řetěz - 1 x 32B1

**Zařízení středící před odkorňovač:** Typ – DSOK - VSZ-C75; Počet válců - horní 1 x + dolní 2 x; Provedení válců - kuželové; Průměr válce - 400 / 270 mm; Šířka válce – 500 mm; Ovládání zdvihu - hydraulické; Rychlost - 60 m/min; Pohon válců - 2 x 3,0 kW

**Odkorňovač CAMBIO:** Model - 71-75AA; Posunová rychlost - 60 m/min.; Pohon – 75 kW; Pohon posuvu - 4 kW; Min. zprac. délka - 3 000 mm; Průměry zprac. kulatiny - 110 – 750 mm.

**Zařízení výstupní za odkorňovač:** Typ – DOOK - VVZ-C75; Počet válců - horní 1 x + dolní 1 x; Průměr válců - 850 mm; Šířka válců - 2 x 200 mm; Provedení válce - pneumatika; Zdvih válců - mechanické (pružina + tlumič); Rychlost - 60 m/min.; Pohon - 3,0 kW

**Dopravník řetězový podélný:** Typ - DRPOP; Osová délka - 8 000 mm; Výška na unašeč - 1 000 mm; Šířka činné části - 450 mm; Rozteč unašečů - 610 mm; Rychlost - 20 m/min.; Pohon - 4 kW; Dopravní řetěz - 1 x 32B1

**Dopravník pásový nemagnetický:** Typ – DBNM; Délka - 6 000 mm; Délka nekovové zóny - 4 500 mm; Šířka pásu - 500 mm; Rychlost - 60 m/min.; Pohon - 3kW – SEW

**Detektor kovů SECUS:** Výrobce - Sartorius/Boekels; Typ cívky - SECUS-C 100 x 100; Typ elektroniky - SECUS-E; Průchozí šířka - 1 000 mm; Průchozí výška - 1 000 mm; Provozní teplota - -30 / + 50°C; Krycí cívky - IP 55; Provozní citlivost - FE matice M6 – M8; Délka nekovové zóny - 4 000 mm

**Třidič výřezů řetězový:** Typ - TRVR; Osová délka třídiče - 100 000 mm; Výška na unašeč - 2 050 mm; Šířka činné části - 260 mm; Rozteč unašečů - 960 mm; Rychlost – 65 m/min.; Pohon - 30 kW; Pohon vyražečů - 12 x 3 kW; Třídící boxy - 10 x 4 – 6 m / 2 x 4 – 8 m; Řetěz - 1 x M160B160

**Dopravník hrabicový horní dvouřetězový:** Typ - DHHD; Šířka koryta - 500 mm; Délka - 17 000 mm; Výsypná výška - ~ 1 500 mm; Oblouk - horní 45° / dolní 45°; Rozteč unašečů - 800 mm; Výška unašečů - 70 mm; Provedení unašečů - dřevěné; Rychlost – 15 m/min.; Pohon - 2,2 kW; Řetěz - 2 x M80S100

**Zkracovací pila kotoučová:** Typ – ZPK 1900; Max. průměr zkrac. kulatiny – 700 mm; Min. průměr zkrac. kulatiny – 80 mm; Průměr pilového kotouče – 1 900 mm; Příkon – 55 kW

Jako příklad je přiložen výkres odkorňovače Cambio jako příloha č. 2.

Energetická náročnost dané manipulační třídící linky je uvedena níže v tabulce č. 5.

**Tabulka č. 5: Energetická náročnost**  
(Dřevostroj Čkyně)

Zařízení	kW
Dopravník příčný řetězový zásobní	7,5
Separátor výřezů	9,2
Dopravník řetězový podélný 2x	8
Zařízení středící před odkorňovač	6
Odkorňovač CAMBIO	79
Zařízení výstupní za odkorňovač	3
Dopravník pásový nemagnetický	3
Třidič výřezů řetězový	66
Dopravník hrabicový horní dvouřetězový 3x	7,4
Hydraulický systém	22
ZPK 1900 Zkracovací pila kotoučová	12
Dopravník válečkový kuželový s vyrážením	3
<b>CELKEM technologie</b>	<b>226,1</b>

### 6.1.2. Náklady

Náklady na pořízení manipulačně třídící linky a celkové náklady na realizaci varianty I. jsou uvedeny v tabulkách č. 6 a č. 7.

**Tabulka 6: Pořizovací náklady na linku**  
(Dřevostroj Čkyně)

Zařízení	Cena v €	Cena v tis. Kč
Dopravník příčný řetězový zásobní	49 796 €	1 244 900
Ocelové konstrukce - začelovací stěna	6 792 €	169 800
Separátor výřezů	37 348 €	933 700
Dopravník řetězový podélný	18 108 €	452 700
Ocelové konstrukce – rám	5 432 €	135 800
Zařízení středící před odkorňovač	15 880 €	397 000
Odkorňovač CAMBIO	92 000 €	2 300 000
Zařízení výstupní za odkorňovač	13 120 €	328 000
Dopravník řetězový podélný	17 656 €	441 400
Dopravník pásový nemagnetický	16 296 €	407 400
Detektor kovů SECUS	18 108 €	452 700
Ocelové konstrukce - měřicí rám	3 168 €	79 200
Třídíč výřezů řetězový	181 076 €	4 526 900
Dopravník hrabicový horní dvouřetězový	18 788 €	469 700
Ocelové konstrukce technologické	38 480 €	962 000
ZPK 1900 Zkracovací pila kotoučová	28 800 €	720 000
Elektroinstalace silnoproudá včetně montáže	79 084 €	1 977 100
Elektronika řídicí a měřicí	97 280 €	2 432 000
Měřicí rám DiShape MICROTEC	60 000 €	1 500 000
Programový systém URSYM PC	10 000 €	250 000
Montáž technologie	61 568 €	1 539 200
Projekty	12 400 €	310 000
Dopravník válečkový kuželový s vyrážením	20 824 €	520 600
Ocelové konstrukce technologické	7 696 €	192 400
Hydraulický systém	1 812 €	45 300

Elektroinstalace silnoproudá včetně montáže	13 580 €	339 500
Montáž technologie	11 952 €	298 800
<b>CELKEM technologie</b>	<b>937 044 €</b>	<b>23 426 100</b>

**Tabulka 7: Celkové náklady – varianta I.**

<b>položka</b>	<b>Cena v €</b>	<b>Cena v Kč</b>
Úprava povrchu	131 472	3 286 800
Oplocení	4 053	101 335
Třídící linka	937 044	23 426 100
<b>Celkem</b>	<b>1 072 569</b>	<b>26 814 235</b>

## **6.2. Varianta č. 2 - Manipulační sklad obsluhovaný čelními nakladači**

V této variantě bude manipulační sklad obsluhován dvěma čelními nakladači, dvěma pracovníky a jeho součástí bude reduktor kořenových náběhů. Přejímku, měření i krácení budou zajišťovat dva odborní pracovníci. Následné třídění a celkovou manipulaci včetně přepravy k reduktoru a pilnici zajistí další dva pracovníci pomocí čelních nakladačů.

Sortiment bude uložen na zpevněnou plochu manipulačního skladu a to na zem nebo nízké kovové konstrukce. Pro co nejlepší orientaci na ploše skladu a jednoduché zatřídění, bude jednotlivá sortimentace označena výrazným barevným nástřikem přímo na plochu. Nejčtenější sortiment bude ukládán co nejbližší směrem k pilnici. Před vstupem do pilnice projde surovina přes reduktor kořenových náběhů.

### **6.2.1. Technologický tok**

Kulatina je do prostoru manipulačního skladu přivážena nákladními automobily smluvních dopravců, a to soupravami určenými pro převoz kulatiny. Výřezy jsou skládány na místo vyhrazené v prostoru skladu pro přejímku. Vykládka probíhá hydraulickou rukou, která je součástí přepravní soupravy ovládanou řidičem vozidla. Přejímku provádí zkušený pracovník vizuálně svým odborným odhadem.



Po vyložení v prostoru manipulačního skladu dochází ke třídění. Třídění provádějí odborní pracovníci, kteří změří čepové průměry a popisem označí stávající rozměrovou dimenzi. V případě potřeby pracovník kulatinu zkrátí ruční motorovou pilou. Dle těchto dimenzí je pomocí čelních nakladačů kulatina roztríděna podle potřebných sortimentů do vyhrazených prostor ve skladu. Sortimenty jsou uloženy na nízké kovové konstrukce nebo na zem.

Ze skladu se výřezy přepravují čelním nakladačem na příčný dopravník vedoucí k podélnému dopravníku dopravujícímu výřezy do pilnice nebo podle potřeby k reduktoru kořenových náběhů a poté k přepravníku do pilnice.

### *Strojní vybavení*

#### **Čelní nakladač Volvo (obr. 25)**

##### Technické parametry:

Kategorie - kolové nakladače

Model - L90G

Typ vozu - kloubový

rok výroby - 2014

Motor - D6H

Výkon motoru - 129 kW (175 hp)

max. rychlost - 40 km/h

Příslušenství - 3. hydraulický okruh, blatníky, klimatizace, rychloupínač, vypínač baterie, maják, tlumení rázu, APS, dusíkové odpružení výložníku (BSS), couvací kamera, tažné zařízení, vzduchový předčistič.



**Obrázek 25: čelní nakladač Volvo L90G**

### **6.2.2. Náklady**

Náklady na pořízení čelního nakladače a celkové náklady na realizaci varianty II. jsou uvedeny v tabulkách č. 8 a č. 9.

**Tabulka č. 8: Pořizovací náklady**  
(Pila Černá)

Položka	Cena v €	Cena v Kč
Čelní nakladač Volvo L90G	86 000	2 150 000

**Tabulka č. 9: Celkové náklady – varianta II.**

<b>položka</b>	<b>Cena v €</b>	<b>Cena v Kč</b>
Úprava povrchu	131 472	3 286 800
Oplocení	4 053	101 335
Čelní nakladač	86 000	2 150 000
<b>Celkem</b>	<b>221 525</b>	<b>5 538 135</b>

## 7. DISKUZE

Využití čelních nakladačů bez další technologie je základem pro většinu malých pilařských podniků. Je to z toho důvodu, že tato varianta je z hlediska nákladovosti na techniku pro tyto podniky ideální. Jejich největší výhodou je jednoduché přizpůsobení požadavkům zákazníků, které je pro malé podniky nutností. U podniků středních velikostí je na zvážení jejich vedení, zda využijí tuto technologii nebo investují do modernějších variant, což uvádí i Janák (2003).

Nevýhodou je poměrně vysoký pracovní fond zajišťující obsluhu, s jejich mzdovými náklady, a nízká produktivita práce. Vyšší fyzické vypětí pracovníků a náročné pracovní podmínky (zejm. v zimě) zvyšují nároky na bezpečnost práce.

Provozy vybavené třídící linkou jsou vysoce mechanizované, stroje zde pracují automatizovaně (měření, krácení, třídění, odpad,..) vše je řízeno z velína pouze jedním pracovníkem (operátorem). Firmě, která je využívá, to umožňuje velmi plynulý tok suroviny od jejího dovozu až do pilnice. Takový provoz má vysoký výkon a vysokou produktivitu práce a bezpečnost.

Nevýhodou provozu je obtížné přizpůsobení se změnám požadavků, a tudíž musí být jednostranně zaměřen. V případě, že by pořezová kapacita byla nižší než 15 000 m<sup>3</sup> za rok, vybavení nebude plně využito a stroje by tak vykazovali zbytečně vysoké provozní náklady. U středních pil je tedy jejich pořízení vždy diskutabilní, aby velká investice do technologie byla vyvážena s maximální pořezovou kapacitou odpovídající technologii pilnice, pracovním fondem podniku a dostatečným odbytem.

Jedním ze srovnávacích kritérií mezi stávajícím stavem a variantami návrhu je produktivita práce. Produktivita práce na manipulačním skladu je vyjádřena matematickou hodnotou jako poměr mezi množstvím zpracované suroviny a počtem obsluhujících pracovníků za rok. Jednotlivé výpočty jsou procentuálně vyjádřeny a srovnány se stávajícím stavem vyjádřeným hodnotou 100%.

### **Výpočet produktivity práce:**

$$Pp = \frac{M}{P} \quad (1)$$

*M- množství zpracované suroviny*

*P-počet pracovníků*

*Pp- produktivita práce*

#### **1. současný provoz**

$$Pp = \frac{M}{P}$$

$$Pp = \frac{15000}{3}$$

$$Pp = 5000 \text{ m}^3$$

#### **2. varianta I.**

$$Pp = \frac{M}{P}$$

$$Pp = \frac{30000}{2}$$

$$Pp = 15000 \text{ m}^3$$

#### **3. varianta II.**

$$Pp = \frac{M}{P}$$

$$Pp = \frac{20000}{4}$$

$$Pp = 5000 \text{ m}^3$$

*vyjádření v %:*

*varianta I.*

$$Pv = \frac{15000}{5000} * 100 \quad (2)$$

$$Pv = 300 \% \Rightarrow \text{zvýšení o } 200 \%$$

*varianta II.*

$$Pv = \frac{5000}{5000} * 100$$

$$Pv = 100\%$$

V současnosti je požezová kapacita 15 000 m<sup>3</sup>. Kulatina je na manipulačním skladu zpracovávána ve třech pracovnících. Produktivita práce tedy činí 5000 m<sup>3</sup> na jednoho zaměstnance. V případě využití návrhu varianta I. bude možné ročně na skladu zpracovat až 30 000 m<sup>3</sup>, tedy dvojnásobek současné kapacity a to pouze se dvěma pracovníky. Produktivita práce bude v tomto případě činit 15 000 m<sup>3</sup> a jedná se o 200 % nárůst produktivity práce a 100 % nárůst požezové kapacity vůči současnému stavu.

V návrhu varianty II. se počítá s požezovou kapacitou 20 000 m<sup>3</sup> zpracovanou na skladu čtyřmi pracovníky. Produktivita práce zůstává stejná, ale požezová kapacita pro pilnici se zvýší o 33 %.

Dalším kritériem pro srovnání jsou ekonomické náklady. V obou variantách se jedná o investici do zpevnění plochy skladu a jeho oplocení což činí 3 388 135 Kč. Hlavním kritériem při ekonomickém zhodnocení jsou náklady vynaložené na nákup strojního vybavení, materiálu a peněžní příjmy z těchto nákladů plynoucí. Navýšení požezové kapacity sebou nese navýšení provozních nákladů. V pilařském provozu jsou to zejména náklady na elektrickou energii a navýšení mzdových nákladů.

Z obou variant se jeví jako jednodušší varianta II. K její realizaci není potřeba tak velká investice. Náklady čítají pouze čelní nakladač a mzdu pracovníků společně s lepším uskladněním většího množství zásob kulatiny.

Varianta I. již představuje náročnou investici do technologického vybavení. Při volbě této varianty je nutné náležitě zhodnotit odbytové možnosti pily a vyhodnotit návratnost investičního záměru. Možností je například zavést dvousměnný provoz pilnice, aby třídící manipulační linka využívala celý svůj daný výkon. Pro reálné vyhodnocení efektivnosti investice je nutné znát přesné peněžní vstupy a výstupy dané společnosti, které mi nebyly majitelem společnosti sděleny.

Ceny jednotlivých variant uvedené v práci byly diskutovány s majitelem společnosti panem Novotným a náklady na manipulačně třídící linku byly konzultovány ve firmě Dřevostroj Čkyně. Uvedené náklady jsou orientační a pro případnou realizaci je nutné počítat s tím, že mohou být řádově vyšší.

Varianty jsou dle jednotlivých parametrů srovnány v tabulce č. 10. Následná tabulka č. 11 srovnává výhody a nevýhody obou variant.

**Tabulka č. 10: Srovnání variant**

<b>Položka</b>	<b>Varianta I.</b>	<b>Varianta II.</b>
Celkové náklady v €	1 072 569	221 525
Celkové náklady v Kč	26 814 235	5 538 135
Počet obsluhujících pracovníků	2	4
Energetická náročnost	226,1	-

**Tabulka 11: Srovnání výhod a nevýhod**

	<b>Varianta I</b>	<b>Varianta II.</b>
<b>Výhody</b>	velký výkonový rozsah	nižší pořizovací náklady
	včlenění všech operací s přípravou výřezů	zvětšení plochy pro sklad kulatiny i řeziva
	rychlé přizpůsobení potřeby pilnice	zvětšení produktivity
	produktivita práce	žádná spotřeba elektrické energie
	ušetření pohonných hmot	
	obsluha 2 pracovníky	
	detekce kovů a odkornění	
	zvětšení plochy pro sklad kulatiny i řeziva	
	bezpečnost práce	
	elektronická přejímka	
	zvýšení produktivity o 200%	
<b>Nevýhody</b>	vysoké pořizovací náklady	více pracovníků
	potřeba prostředků pro obsluhu linky - čelní nakladač	nižší bezpečnost práce
	náklady na zpevnění celého prostoru	nižší produktivita práce
	malá možnost navýšení celkového výkonu do budoucna	bez detekce kovů
		vyšší spotřeba PHM
		malý a pracný výkonový rozsah
		pomalé přizpůsobení potřebám pilnice
		stávající přejímka dřeva
	potřeba prostředků- čelní nakladač 2x	

## 8. ZÁVĚR

V bakalářské práci byla provedena analýza a posouzení současného stavu pilnice pilařského provozu společnosti Pila Černá, Černá v Pošumaví. V práci byly navrženy dvě varianty možné rekonstrukce a optimalizace výrobních procesů technologie pilnice.

Ze dvou zpracovaných variant byla vyhodnocena varianta I jako účinnější i při vyšších pořizovacích nákladech. Závěrem mé bakalářské práce doporučuji, při volbě této varianty zhodnotit odbytové možnosti pily a vyhodnotit návratnost tohoto investičního záměru. Při volbě této varianty také doporučujeme zavést dvousměnný provoz pilnice, aby třídící manipulační linka co nejvíce využívala svůj daný výkon.

V hodnocení efektivnosti investice je důležité znát peněžní vstupy a výstupy dané pily. Bohužel tyto data z pily nám nebyla poskytnuta. Majitel pilnice Černá v současné době zvažuje inovaci technologie podle varianty I.

## 9. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literatura:

- BEER, P., *Niekonwencjonalne narzedzia do obróbki drewna*. Poznaň, Wydawnictwo Akademii Rolniczej, 2007. s. 58-70. ISBN 978-83-7160-445-4.
- BOMBA, J., BÖHM, M., ŠEDIVKA, P. Analýza malých a středních pilařských podniků v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2010, roč. 55, č. 3/2010, s. 221-232. ISSN: 0322-9688.
- DETVAJ, J., *Technológia piliarskej výroby*. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. 232 s. ISBN 80-228-1248-X
- FRIESS, F., *Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 53 s., ISBN 80-213-1533-4.
- FRONIUS, K. *Spaner, Kreissägen, Bandsägen: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk*. 2. Band. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart, 1989. 300 s., ISBN 3-87181-332-X.
- GOGLIA, V., GRBAC, I., *Whole-body Vibration Transmitted to the Frame Saw Operator*. In: *Applied Ergonomics*, 36(1): 43-48 Current Contents/ Psychology in Current Contents®/Social & Behavioral Sciences/ Engineering Management/General in Current Contents ®/Engineering, Computing & Technology Accession Number: 892FJ-0005. ISSN 0003-6870.
- JANÁK, K., KRÁL, P., *Technologie I: pro studijní obor Nábytkářství*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2003, 204 s. ISBN 80-7333-003-2.
- JANÁK, K., *Sklady dřevní suroviny: [vysokoškolská učebnice]*. 1. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 133 s., ISBN 978-80-7375-214-9.
- JOSTEN, E., REICHE, T., WITTCHEN, B., *Dřevo a jeho obrábění: Průvodce truhláře*. 1. vyd., Praha: Grada Publishing a. s., 2010, 333 s., ISBN 978-80-247-2961-9.
- KLEMENT, I., DETVAJ, J. *Technológia prvostupňového spracovania dreva: [vysokoškolská učebnica]*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 325 s., ISBN 978-80-228-1811-7.



- KLEMENT, I., DETVAJ, J., *Technológia prvostupňového spracovania dreva: [vysokoškolská učebnica]*. Vyd. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007, 325 s. ISBN 978-80-228-1811-7.
- KŘUPALOVÁ, Z., *Technologie pro 1. ročník SOU oboru zpracování dřeva*. Praha, Sobotáles, 2000. 164 s., ISBN 978-80-85920-74-1.
- KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J. *Pilařské zpracování dřeva technologie požezu rámovou pilou*. Praha: PowerPrint. 2013. 242 s., ISBN 978-80-87415-79-5.
- KVIETKOVÁ, M., *Obrábění dřeva: [vysokoškolská učebnice]*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 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.
- NOVOTNÝ, M., *Zvýšení objemu pilařského provozu v Černé*. Diplomová práce Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2009. 82 s.
- ONDŘÁČEK, K., JANÁK, K., *Produkce dřevní suroviny*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2008, 129 s. ISBN 978-80-7375-142-5
- PESCHEL, P. a kol., *Dřevařská příručka: Tabulky, technické údaje*. Vyd. 2. Praha: Sobotáles, 2002, 320 s. ISBN 80-85920-84-0.
- PRAŽAN, P., Jaké jsou v České republice pilařské kapacity a kolik jich je potřeba?. *Lesnická práce*. 2017, č. 1, str. 45-46.
- ROUSEK, M., NOVÁK, V., *Dřevařská mechanizace: [vysokoškolská učebnice]*. 1. vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 81 s., ISBN 978-80-7375-223-1.
- STANISZEWSKA, A., ZAKRZEWSKI, W., *Obróbka cieciem*. Poznań: Akademiam Rolnicza, 1997. s. 48-162. ISBN 83-7160-074-7.

#### **Internetové zdroje:**

- AKKURT, A., Cut Front Geometry Characterization in Cutting Application of Brass With Abrasive Water Jet. In ASM International. [online]. 2008 [cit. 2019-03-08].

Dostupné z WWW: <<https://www.springerlink.com/content/438474043066545k/>>.  
ISSN: 1059-9495.

BOMBA, J., FRIESS, F., Vývoj pilařství v českých zemích. *Biom.cz* [online]. 2009-04-29 [cit. 2019-03-08]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyvoj-pilarstvi-v-ceskych-zemich>>. ISSN: 1801-2655.

ČÁŇ, L., *Zhodnocení provozu mobilní pily*. [online] Diplomová práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2006. 57 s., cit. [2019-1-18]. Dostupné z WWW: <<https://docplayer.cz/17437471-Zhodnoceni-provozu-mobilni-pily.html>>

KOMÁRKOVÁ, V., *Skladování dříví*. [online] Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická a dřevařská fakulta, 2011. 122 s., cit. [2019-2-20]. Dostupné z WWW: <<https://www.fld.czu.cz/dl/48069?lang=cs>>

LOJDA, M., *Ekonomická studie využití mobilní pásové pily v podmínkách ČR* [online] Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. 2009 [2019-2-20]. Dostupné z WWW: <[https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=18258](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18258)>

PRAŽAN, P., „*Mají pily v Česku šanci dlouhodobě přežít?*“ [přednáška]. Brno: Mezinárodní veletrh pro dřevozpracující a nábytkářský průmysl, 20.10.2015. cit. [2019-3-15]. Dostupné z WWW: <<https://www.bvv.cz/wood-tec/aktuality/male-a-stredni-pilarske-provozy-by-se-mely-zamerit/>>

PRAŽAN, P., *Analýza faktorů možností vývoje malých a středních pilařských provozů v ČR*. [online] Disertační práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická a dřevařská fakulta, 2010. 129 s., cit. [2019-1-18]. Dostupné z WWW: <<https://www.fld.czu.cz/dl/48066?lang=en>>

PRAŽAN, P., PŘÍKARSKÝ, F., *Postavení malých a středních pilařských provozů v ČR*. Časopis Lesnická práce [online]. roč. 2007, č. 3, s. 151-153. [cit. 2018-12-06]. Dostupné z WWW <<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-86-2007/lesnicka-prace-c-03-07/postaveni-malych-a-strednich-pilarskych-provozu-v-cr>>

SOMMER, D., *Využití řídicího systému manipulační linky pro řízení výroby ve skladě suroviny na pile v Tetčicích*. [online] Bakalářská práce Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2015. 44 s., cit. [2019-3-8].

Dostupné z WWW:

<<https://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=3417;studium=65053;zp=48016;lang=cz>>

VÁLEK, M., *Optimalizace výroby na pile fy Opluštil v Ladané*. [online] Bakalářská práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2014. 38 s., cit. [2019-2-20]. Dostupné z WWW:

<[https://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=3417;studium=59826;zp=42133;download\\_prace=1](https://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=3417;studium=59826;zp=42133;download_prace=1)>

ZELENKA, J., *Rekonstrukce pily Kdousov*. [online] Diplomová práce. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 2009. 48 s., cit. [2019-1-20]. Dostupné z WWW:

<[https://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=3417;studium=30657;zp=21921;download\\_prace=1;lang=cz](https://is.mendelu.cz/lide/clovek.pl?zalozka=13;id=3417;studium=30657;zp=21921;download_prace=1;lang=cz)>

### **Další zdroje a webové stránky**

materiály poskytnuté společností Pila Černá

materiály poskytnuté firmou Dřevostroj Čkyně

<<https://www.mezistromy.cz>>, cit. [2019-1-17]

<<http://www.drevmag.com>>, cit. [2019-1-17]

<<http://www.pilakuroslepy.com>>, cit. [2019-1-20]

<<https://www.drevostavitel.cz>>, cit. [2019-1-20]

<<https://www.silmos.cz>>, cit. [2019-3-5]

<<https://www.vseproploty.cz>>, cit. [2019-3-5]

<<https://www.googlemaps.cz>>, cit. [2019-1-17]

## **10. PŘÍLOHY**