

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra základního zpracování dřeva



**Optimalizace technologického zařízení a vybavení
pro výrobu řeziva**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor diplomové práce: Bc. Martin Fiala, DiS.

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

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra základního zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Martin Fiala, DiS.

Dřevařské inženýrství

Název práce

Optimalizace technologického zařízení a vybavení pro výrobu řeziva

Název anglicky

Optimization of technological machines and equipment for timber production

Cíle práce

Cílem práce je analyzování a posouzení skutkového, současného stavu pilnice a navrhnout rekonstrukci pilařského provozu.

Metodika

Seznámení se s konkrétní firmou zpracovávající jehličnatou kulatinu a její stručný popis. Charakteristika pilařského provozu – vývojová geneze a současný stav provozu. Soupis, hodnocení strojního vybavení. Po získání dat výrobců patřičné technologie dojde k technickému popisu, zvážení začlenění do podmínek pilařského provozu. Zohlednění kritérií použití, porovnání variant, vytvoření situačního schématu a uvedení možného rozšíření technologie.

Doporučený rozsah práce

55 – 65 stran

Klíčová slova

pilařský provoz, řezivo, hlavní pilařský stroj, pilnice

Doporučené zdroje informací

DETVAJ, J. Technológia piliarskej výroby. Druhé vydanie. Zvolen: TU vo Zvolene. 2003. 232 s., ISBN 80-228-1248-X.

EICHLER, H., WATZKE, H. Taschenbuch der Holztechnologie. Zweite Buchausgabe. Dresden: Fachbuchverlag. 1976. 966 s.

JANÁK, K. Sklady dřevní suroviny. První vydání. Brno: MZLU v Brně. 2008. 133 s., ISBN 978-80-7375-214-9.

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

PALOVIC, J. Technológia piliarskej výroby. Vysokoškolská učebnice. 1 vydání. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene. 1981. 230 s.

WALKER, J. C. F. 2006. Primary Wood Processing. 2nd edition. Netherlands: Published by Springer, 596 s., ISBN -13 978-1-4020-4392-5.

Předběžný termín obhajoby

2016/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Monika Kvietková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2015

Ing. Milan Gaff, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 06. 04. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou prací na téma „*Optimalizace technologického zařízení a vybavení pro výrobu řeziva*“, vypracoval samostatně pod vedením, Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Rakovníku dne 15. 4. 2016

Poděkování

Chtěl bych velmi poděkovat vedoucí diplomové práce, Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za vedení a konzultace této práce, ředitelce Jitce Hrabalové z pilařského provozu Blatno – SDP Logistics s.r.o., za vstřícný přístup, vedoucímu výroby Tomáši Praskovi z pilařského provozu Blatno – SDP Logistics s.r.o. za odborné konzultace a spolupráci, Ing. Pavlu Řehořkovi – Baljer-Zembrod s.r.o. za odborné konzultace a poskytnuté materiály, také děkuji rodině za trpělivost.

Abstrakt v ČJ

Bc. Fiala M, DiS.: Optimalizace technologického zařízení a vybavení pro výrobu řeziva [Diplomová práce] – Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Stupeň odborné kvalifikace: inženýr

Diplomová práce se zabývá optimalizací technologického zařízení pro výrobu řeziva. Cílem je navržení vhodného řešení a úprav v rámci reálného výrobního prostředí. V první části je charakterizován současný stav, především hlavních úseků pilařské výroby a všeobecný pohled na celý provoz. Další část představuje procesy stanovení objemu suroviny, způsoby odkornování, pořezu a druhy pásových pil. Třetí kapitola je zaměřena na výslednou optimalizaci provozu – v této práci pro řešení manipulačního skladu s přípravou vstupní suroviny. Závěrem je stručné shrnutí a vyhodnocení práce.

Klíčová slova

pilařský provoz, řezivo, hlavní pilařský stroj, pilnice.

Abstrakt v AJ

Bc. Fiala M. DiS.: Optimization of technological machines and equipment for timber production [Master's thesis] – Czech University of Life Sciences. Faculty of Forestry and Wood. Qualification level: Ing.

The topic of this master's thesis is the optimisation of a timber producing facility. The aim of the thesis is to design an optimal solution within the genuine production environment. The present state of the facility is described in the first part of the thesis focusing on the main sections of the sawmill and the facility in general. In the second part the process of determining the amount of material, different methods of debarking, cutting and different types of band saws are described. The third part focuses on the process optimisation – in this thesis the log conversion depot and the preparation of the input material. The final part of the thesis covers a summary of the thesis.

Keywords

saw mill, lumber, sawmill.

Obsah

Seznam tabulek, obrázků a příloh	9
Seznam použitých zkratk a symbolů	11
Úvod.....	12
Cíl práce	13
1. Rozbor problematiky a charakteristika pilařského provozu.....	14
1.1 Historie a současný stav pilařského provozu	14
1.2 Technologické zařízení – přehled a technický stav.....	18
1.2.1 Manipulační sklad	18
1.2.2 Pilnice I.	20
1.2.3 Pilnice II.	22
1.2.4 Skladové plochy	24
1.2.5 Současná kapacita provozu	25
2. Pilařský provoz	26
2.1 Stanovení objemu kmene	26
2.2 Způsoby odkorňování	32
2.3 Způsoby pořezu.....	33
2.3.1 Charakteristika způsobů pořezu	33
2.3.2 Základní způsoby pořezu	33
2.3.3 Pořez na ostro.....	34
2.3.4 Pořez prizmováním	34
2.4 Kmenová pásová pila	35
2.4.1 Charakteristika pásových pil	35
2.4.2 Řezání pásovými pilami	37
2.4.3 Rozměry a ozubení pilového nástroje	37
2.4.4 Kinematika, dynamika řezání pásovými pilami	39
3. Výsledky	40
3.1 Alternativní nové technologické zařízení.....	40
3.1.1 Manipulační sklad, příprava kulatiny.....	40
3.1.2 Údržba skladu.....	42
3.1.3 Třídící a rozvážecí vozík RSTW	42
3.1.4 Převážecí vozík kulatiny	44
3.1.5 Odkorňovač s otvorovým rotorem ZE 903	46

3.1.6 Odkorňovač frézovací KER – SSB	48
4. Závěr	50
5. Seznam literatury a použitých zdrojů.....	52
6. Přílohy.....	54

Seznam tabulek, obrázků a příloh

Tab. 1: Maximální délky výřezů pro spádovost kmene 0,5% - 2,5%

Tab. 2: Maximální délky pro sbíhavosti 0,5% - 2,5%

Tab. 3: Mokrý ochrana dřeva – vybrané dřeviny

Obr. 1: Pilařský závod – celkový pohled

Obr. 2: Zpracování suroviny v SDP Logistics

Obr. 3: Pila Blatno - SDP Logistics s.r.o. v r. 2015

Obr. 4: Manipulační sklad – výřezy

Obr. 5: Manipulační sklad – čelní nakladač

Obr. 6: Pilnice I. – elevátor, dávkování výřezů

Obr. 7: Pilnice I. – kmenová pásová pila

Obr. 8: Pilnice I. – centrování výřezu

Obr. 9: Pilnice II. – kotoučová pila, hl.stroj

Obr. 10: Pilnice II. – elevátor s dávkováním

Obr. 11: Pilnice II. – kapovací linka s řetězovou pilou

Obr. 12: Sklad řeziva

Obr. 13: Maximální válec vepsaný do seříznutého paraboloidu

Obr. 14: Maximální válec vepsaný do komolého kužele

Obr. 15: Odkorňovací stroje

Obr. 16: Pořez na ostro a) sousledný lichý, b) sousledný sudý, c) nesousledný

Obr. 17: Pořez prizmováním

Obr. 18: Pilový pás

Obr. 19: Ozubení pilového pásu

Obr. 20: Třídící a rozvážecí vozík RSTW

Obr. 21: Měřicí rám a zkracovací pila třídícího vozíku RSTW

Obr. 22: Převážný vozík kulatiny

Obr. 23: Rotorový odkorňovač ZE 903

Obr. 24: Rotor s nožovými rameny, výměnná deska s břitem

Obr. 25: Frézovací odkorňovač KER - SSB

Obr. 26: Frézovací hlavice odkorňovače

Příloha 1: Blokové schéma pilnice I. stav v r. 2015

Příloha 2: Blokové schéma pilnice II. stav v r. 2015

Příloha 3: Blokové schéma – výsledné řešení manipulačního skladu

Příloha 4: Třídící a rozvážecí vozík RSTW – schematické zobrazení

Příloha 5: Třídící a rozvážecí vozík RSTW – schematické zobrazení disponibility

Příloha 6: CD medium – diplomová práce v elektronickém formátu

Seznam použitých zkratek a symbolů

Hz	hertz, jednotka kmitočtu,
hl.	hlavní,
kg	kilogram, jednotka hmotnosti,
kN	kiloNewton, jednotka síly,
ks	kus,
kW	kilowatt, jednotka výkonu,
mm	milimetr, jednotka délky,
MPa	megapascal, jednotka tlaku,
cm	centimetr, jednotka délky,
m	metr, jednotka délky,
m ²	metr čtvereční, základní jednotka plochy v soustavě SI,
m ³	metr krychlový, základní jednotka objemu v soustavě SI,
obr.	obrázek,
s.r.o.	společnost s ručením omezeným,
V	objem,
C°	stupeň Celsia.

Úvod

Dřevo jako stavební hmota dřevin, je vytvářena jejich přirozeným růstem a většinou ji vnímáme pozitivně a kladně. Pro své specifické vlastnosti, relativně lehkou dostupnost a velmi široký záběr využití se dřevo provázalo s lidskou činností od samého počátku existence a proces vývoje neustále trvá. Největší část vzniká produkcí na lesní půdě a je výsledkem z mnoha činností a procesů plánovaného lesního hospodářství. Nelze proto opomíjet primární funkce živých stromů a jejich přínos pro environmentální prostředí. Zpracování dřeva tedy můžeme rozdělit do dvou hlavních směrů – dřevařského a chemického. Všechny tyto fáze lze dále dělit do širokého spektra navazujících činností v souladu s dalším využitím dřevní hmoty a to nejen v průmyslovém měřítku.

Dřevařský průmysl zahrnuje zpracování prvního-stupně: – výroba řeziva, aglomerovaných a velkoplošných materiálů. Druhého-stupně: – výroba nábytku, dřevěných staveb, střešních konstrukcí, stavebnictví, umělecké zpracování, atd. Chemický průmysl vytváří velmi široké spektrum produktů: – v pevné, plynné a kapalně bází jako je výroba celulózy, dřevěného uhlí, bioplynu, bio-oleje, atd. Také energetické zpracování: – tzn. procesů přeměny na energii především tepelnou a elektrickou. Některé tyto systémy mohou být součástí pilařského provozu a zpracovaný pilařský odpad je zpětně využitý pro technologie sušení řeziva, vytápění výrobních objektů, apod.

Vzhledem k současnému, ale zároveň neustálému vývoji moderních technologií, které prostupují napříč všemi obory (především výpočetní technika, nové softwary, atd.) se tyto trendy systematicky nemohou vyhnout ani odvětví zpracování dřeva, tedy dřevařskému průmyslu. Nové počítačové technologie jsou masivně uplatňovány do většiny technologického zařízení pro zpracování suroviny. Procesy monitorování, vyhodnocování, řízení, apod. jsou v součinnosti s výrobním zařízením a kontrolou obsluhy, koncipovány k maximální automatizaci provozu. Trendy, jejichž cílem je neustálé navyšování kvality, úspora energie, snižování nákladů, odbourávání fyzické náročnosti, atd. V neustálém koloběhu výrobních procesů, udržení pozice na trhu s konkurencí, je investování do rozvoje, modernizace a podpory v dřevozpracujícím průmyslu, velmi důležité a nezbytné. Výsledné procesy by proto měli směřovat v dosažení maximální efektivnosti a kvality.

Cíl práce

Cílem této práce je optimalizace zařízení a vybavení pro výrobu řeziva, práce má charakter návrhu, který byl vypracován na základě reálného prostředí pilařského provozu. Proto bylo nutné zohlednit a pracovat s reálnými parametry provozu, jako jsou: rozloha, členění, architektura, technologie, apod. Výsledné řešení bude alternativním konceptem, při rekonstrukci tohoto provozu.

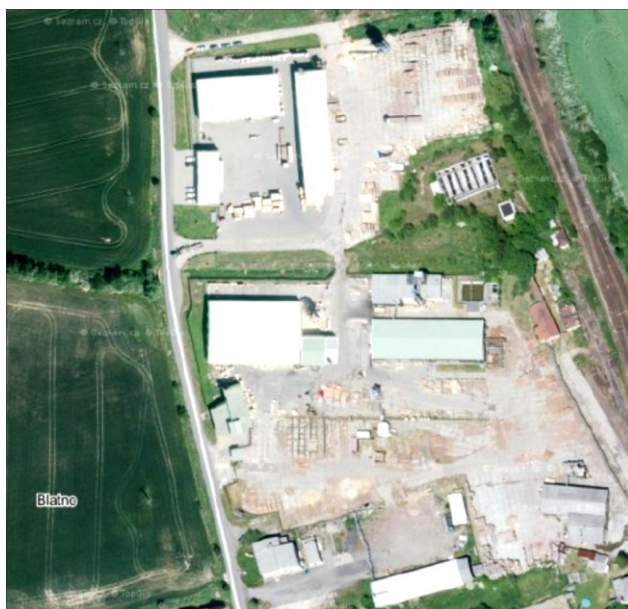
K naplnění hlavního cíle, předcházeli dílčí cíle:

- charakteristika provozu,
- návrhy řešení,
- shrnutí a závěr.

1. Rozbor problematiky a charakteristika pilařského provozu

1.1 Historie a současný stav pilařského provozu

Z historie předchozího pilařského zpracování v Blatně u Jesenice, je patrná pouze zmínka o původním manipulačním skladu a nakládku nebo překládku výřezů pomocí automobilové a železniční dopravy. Poloha se nacházela na ploše dnešního manipulačního skladu. Pilařský závod SDP Logistics s.r.o. (Obr. 1) ležící na okraji malé obce Blatno u Jesenice, (okr. Louny), Ústecký kraj – Česká republika. Byl založen v roce 1991, na původní ploše již zmíněného manipulačního skladu a dále byl upravován a rozšiřován. „Moderní provoz s výkonnými pořezovými linkami a automatickým sbíjecím lisem na palety byl vystavěn na zelené louce v roce 2000“. (PROFIDŘEVO archiv) Konceptí stále zůstává především průmyslová výroba dřevěných obalů od roku 1992 a v roce 1999 byl zaveden systém řízení jakosti ISO 9001. V roce 2006 byl zavedený systém environmentální výroby ISO 14 001. Zároveň firma vytváří vlastní logistické služby, v roce 2015 se uskutečnila změna majitele firmy a zároveň došlo ke změně obchodních názvu společnosti na PROFIDŘEVO, s.r.o. (PROFIDŘEVO archiv)



Obr. 1 Pilařský závod - celkový pohled

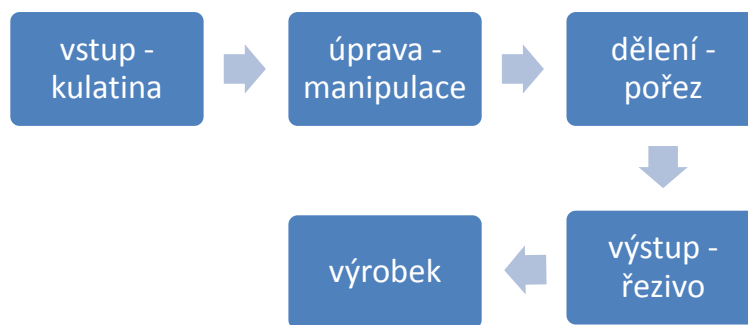
<http://mapy.cz/letecka?x=13.3881902&y=50.1019539&z=18> (10.4.2016)

Poloha závodu je v okrajové lokalitě obce převážně na rovinatém terénu, části plochy jsou mírně svažité. Celková přibližná plocha závodu je 39957 m², z toho zastavěná plocha 7010 m², skladová a manipulační 17000 m² a ostatní plochy jsou 15941 m². Areál je kompletně chráněn oplocením a vzhledem k těžkému provozu, je většina ploch zpevněných. V dnešní době funguje 1- směnný provoz a zaměstnává přibližně 50 osob. Celková výrobní struktura (Obr. 3) je dnes složena z těchto úseků: – **Manipulační sklad**, – skladování kulatiny a výřezů, příprava vstupní suroviny pro pilnice. **Pilnice I.** – hlavní výrobky pilnice je hraněné a polo-hraněné řezivo – (prkna, fošny, hranoly, trámy, pražce). **Truhlářská dílna + lakovna**, – truhlárna je zaměřena především na zakázkovou výrobu truhlářských výrobků; stavební otvorové výplně (okna, dveře, vrata), nábytek (jídelní, lůžkový, úložný, koupelnový, ostatní – paletový, apod.) dále schodiště, pergoly, ploty, altány, apod. Truhlárna je vybavena, základními truhlářskými stroji – srovnávací frézka, tloušťkovací fréza, rozmítací pila, spodní frézka, pásová pila, pásová bruska a dalším významným strojem je CNC obráběcí centrum. Lakovna navazuje na truhlárnu a provádí se zde povrchová úprava truhlářských výrobků. **Výroba atypických palet**, – vyrábí většinou jednorázové atypické palety, s jednoduchou konstrukcí, ale také dřevěné obaly, rošty, podlahy, bedny, apod. **Pilnice II.**, – výroba řeziva a přířezů pro výrobu atypických palet a palet typu Euro. **Výroba typizovaných palet**, – samostatný objekt s polo-automatizovanou linkou na výrobu normovaných palet typu Euro. **Logistika**, – nedílnou součástí firmy je i vlastní certifikovaná autodoprava finálních výrobků, zejména palet a řeziva, řešena nákladními vozidly typu IVECO a také vozidlem na přepravu surové kulatiny nebo výřezů s manipulačním ramenem. K logistice náleží vlastní zázemí údržby s autodílnou manipulační plochy a cesty – určené pro zajištění celkové dopravy dělené na:

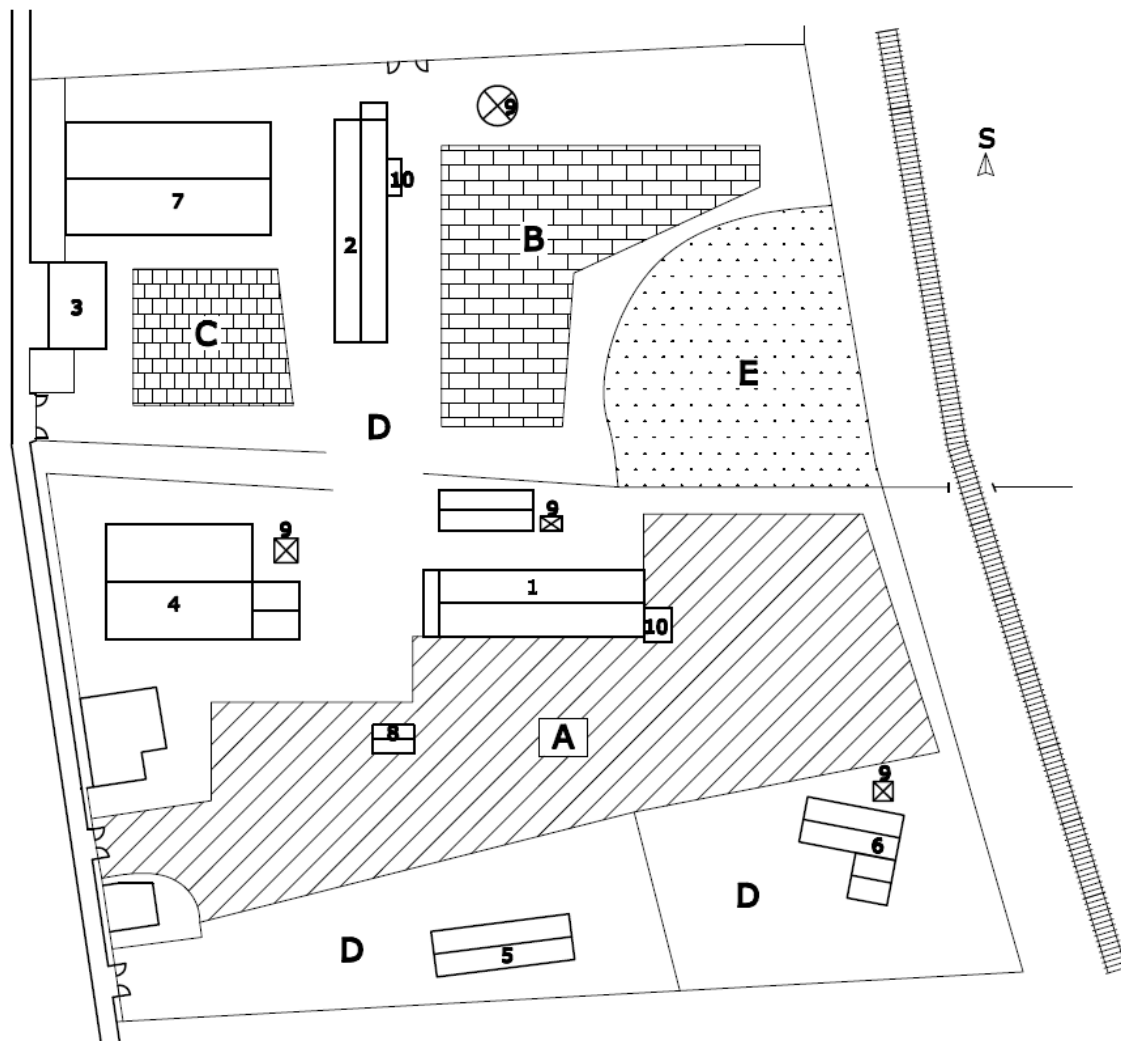
a) přísun suroviny, b) vstup suroviny do pilnic, c) výstup sortimentu z pilnic, d) export finálních výrobků (Obr. 2). **Skladové plochy**, – určené pro uskladnění veškeré nezpracované i zpracované suroviny. Většina těchto skladových a manipulačních ploch v celém závodu, je tvořena železobetonovými panely, ostatní plochy jsou zámková dlažba, asfaltové vozovky, zpevněné plochy a zatravněné plochy. **Administrativní budova**, – zde je sídlo provozního vedení podniku a ostatní administrativa. **Sušárna řeziva**, – typ - komorová sušárna zn. Bollmann, slouží pro sušení řeziva truhlárny do cca 20 m³/za měsíc, především pro úpravu max. vlhkosti finálního výrobků palet ($w \leq 20 \%$), nebo tepelné ošetření obalů, (např. ohřev výrobku na 60°C. h⁻¹) závisí dle požadavku zákazníka. **Ostatní** – opravy použitých a recyklace neopravitelných palet a

dřevěných obalů, pomocí mobilní drtičky dřeva v časovém intervalu dvakrát za rok.

Hlavní činností závodu je v současnosti výroba obalových výrobků a systémů pro logistické a skladovací účely tzn. – obalové bedny, palety typizované (Euro), palety atypické. Vedlejší činnosti jsou – truhlářská výroba, autodoprava a prodej palivového dřeva. Výstupní sortiment z obou pilnic, lze rozdělit na hlavní sortiment – nehraněné, hraněné a polo-hraněné řezivo – (prkna, fošny, hranoly, hranolky, latě, trámy, pražce) a vedlejší sortiment – palivové dřevo a piliny. Většina vyrobených produktů – řeziva a přířezů se zpracovává pro následnou výrobu typizovaných a atypických palet, obalů, obalových beden, zásobování výroby truhlárny a energetické využití pro vlastní otopné soustavy. Z celkového sortimentu pilařské výroby, jsou určeny pro další prodej z výše uvedeného, pouze piliny a kusový odpad – (krajiny a odřezky).



Obr. 2 Zpracování suroviny v SDP Logistics



Obr. 3 Pila Blatno - SDP Logistics s.r.o. v r. 2015

A – plocha manipulačního skladu, B – sklad řeziva, C – skladová plocha finálních výrobků, D – provozní, manipulační a ostatní plochy, E – zatravněné plochy

1 – pilnice I., 2 – pilnice II., 3 – administrativa, 4 – výroba atypických palet, truhlárna, 5 – doprava, údržba, 6 – oprava palet, sušárna, 7 – výroba palet (linka Euro) 8 – zázemí manipulačního skladu, 9 – zásobníkové silo na piliny, 10 – vstup výřezů do pilnice

1.2 Technologické zařízení – přehled a technický stav

1.2.1 Manipulační sklad

Manipulační sklad je umístěn v první části objektu, jeho rozloha je přibližně 9578 m² a s tímto rozsahem tvoří ¼ z celkové plochy pozemku. Plocha je z větší části vyložena železobetonovými panely, pro náročnost zatížení manipulační technikou, také pro bezvegetační zónu nezbytnou pro skladování dřevařských sortimentů a celkovou údržbu. Přejímka suroviny od smluvních dodavatelů je řešena namátkovou metodou, při vlastní dopravě na místech nakládky od dodavatelů, nebo na místě skladu při dopravě dodavatelem. V současné době nemá sklad vlastní manipulační linku s možností úpravy suroviny pro jednotlivé vstupy do obou pilnic, tzn. souborem synchronizovaných operací: – příčného dělení kulatiny na výřezy (Obr. 4), redukováním kořenových náběhů, odkorňováním, detekcí nežádoucích kovových těles a jejich odstraněním. Dále evidencí zpracovávané průchozí suroviny, ukládání tříděných výřezů do jednotlivých boxů, příprava pořezových dávek, apod. Hlavní důvody současného stavu skladu jsou – nedostatečný přísun dřevní suroviny, technologické zařízení pilnic, směnnost provozu, požadované finální produkty. Manipulace kulatiny je proto v současnosti prováděna dvěma způsoby.



Obr. 4 Manipulační sklad – výřezy

a) pomocí ruční motorové pily s obsluhou, kde tato pracovní jednotka upravuje kulatiny na hrubý délkový rozměr, který je požadovaný pro finální rozměr řeziva, dále eliminuje případné vady, provádí třídění a evidenci sortimentu. Dále provádí úklid skladu a jeho údržbu a to v součinnosti s obsluhou čelního nakladače, typ - Volvo L50 D (Obr. 5). Nakladač vykonává manipulaci a třídění výřezů, připravuje na jednotlivé

pořezové dávky, zajišťuje dopravu suroviny do vstupních zásobníků výřezů obou pilnic, zajišťuje manipulaci s odpadními produkty (krajiny, odřezky, piliny) případně další činnosti například: úprava plochy, apod. Tyto činnosti zajišťuje díky variabilitě pracovních nástrojů: univerzální drapák – manipulace s (kulatinou, výřezy, páskované odřezky a krajiny, apod.); vidlice – manipulace s finálními výrobky (balíky řeziva, obaly, palety, apod.); univerzální lžice – manipulace se sypkými materiály (piliny, kůra, zemina, apod.); planýrovací lžice – úprava terénu, apod.



Obr. 5 Manipulační sklad – čelní nakladač

b) formou dodávek hotových výřezů (pozn. současný stav 4/2016) s požadovanými rozměry tzn. – průměr x délka + přídavek délky výřezu, druh dřeviny a jakost, případně vlhkost, již od smluvních dodavatelů. V tomto případě je ojediněle nezbytná určitá úprava (popsáno ve způsobu a.) také kontrola a třídění suroviny z důvodu požadovaného výstupu řeziva, které je podřízeno finálním výrobkem, tedy požadavkem zákazníka.

1.2.2 Pilnice I.

Pilnice je umístěna v hale, která má obdélníkový tvar s vnitřními rozměry 17,7 x 54,5 m. Konstrukce je ocelová rámová se zděnou podezdívkou, opláštěná dřevěným obkladem, střecha sedlová, tvořena ocelovými příhradovými vazníky, podlaha je betonová. Dopravu výřezů do pilnice z manipulačního skladu zajišťuje kolový nakladač s drapákem, který vkládá výřezy na vstupní zásobník a pomocí elevátoru (Obr. 6), se jednotlivé výřezy dávkuje na podélný řetězový dopravník.



Obr. 6 Pilnice I. – elevátor, dávkování výřezů

Na konci podélného dopravníku se pomocí koncového hrabla, výřez přesouvá na gravitační skluz s dorazy. Dále je dávkován na kolejový vozík hlavního pilařského stroje. Hlavní technologií pořezu v pilnici I., je stacionární vertikální kmenová pásová pila zn. AKAE (Obr. 7), kterou obsluhuje operátor velínu.



Obr. 7 Pilnice I. – kmenová pásová pila

Tvoří ji hlavní část: – robustní ocelová konstrukce pásové pily, hnané a hnací kolo s vlastním pohonem, elektronické a optické systémy pro komunikaci a řízení velínem, hydraulické a pneumatické zařízení pro napínání a mazání stroje, řezný nástroj, tzn. nekonečný pilový pás s ozubením. Druhá část je tvořena: – kolejovým vozíkem s pneumatickým systémem upínání, centrování (Obr. 8) a vedení výřezu do řezu pilového pásu, při jeho dělení.



Obr. 8 Pilnice I. – centrování výřezu

Vozík je umístěn na samostatné kolejové dráze s celkovou délkou 27,5 m, je poháněn ocelovým lanem přes systém kladek a elektronicky řízen obsluhou velínu. Tento velín synchronizovaně řídí nejen pásovou pilu, ale také dopravníky před vstupem a dopravníky pro odsun vyrobeného řeziva. Vzniklé řezivo za pilovým pásem dále pokračuje, přes systém podélných válečkových a příčných řetězových dopravníků dvěma hlavními směry k dalším úpravám řeziva. (viz. Kapitola 6. příloha 1).

- a) Vyrobená prizma pokračuje k rozmítací pile.
- b) Boční neomítané řezivo směřuje k omítací pile, dále pak následuje délková úprava omítaného řeziva, na zkracovací kotoučové pile.
- c) Kusové odřezky a krajiny od pily, padají na samostatný pásový dopravník, který je na nejnižší výškové úrovni a je mezi dvěma hlavními větvemi odsunu řeziva od hlavního stroje.
- d) Piliny z výše popsaných strojních technologií, jsou odváděny pomocí centrálního odsávání do sila, které je umístěno u haly pilnice I.

Během procesu je možné boční řezivo separovat z linky před omítací a zkracovací pilou a vzniká zde neomítané řezivo. Veškerý vyrobený sortiment (hraněné řezivo, přířezy pro paletárny, neomítané řezivo, krajiny a odřezky) jsou na výstupu

ručně odebírány, skládány na kolejové vozíky a případně páskovány. Pilnice I. má čtyři úzce-rozchodné dráhy s možností změny pozice vozíku, pomocí vnější příčné dráhy a speciálního vozíku. Vzniklé páskované řezivo je odváženo pomocí čelního nakladače, nebo vysokozdvizného vozíku. Součástí pilnice je brusírna, v které se připravují nástroje pro pilařské stroje, tzn. pilové pásy, pilové kotouče, dále je zde sociální zázemí pro zaměstnance a přípravná technického vzduchu pro pneumatické ovládání kompletní pilařské technologie.

1.2.3 Pilnice II.

Konstrukce objektu pilnice II., je tvořena z ocelových tří-kloubových rámu a opláštěná trapézovým pozinkovaným plechem, půdorysný tvar obdélníku o rozměrech 13,5m x 60 m, tvar střechy je sedlový, krytina trapézový plech, podlaha je betonová. Hlavní plochu tvoří pilnice – cca 4/5 z celkové plochy, s příslušným technologickým zařízením a vybavením, včetně manipulačních, případně krátkodobě skladovacích ploch. V části cca 1/5 se nachází technické zázemí a kotelna, která slouží pro vytápění paletárny typizovaných palet a také administrativní budovy. V pilnici II. (viz. Kapitola 6. příloha 2) je umístěna linka na zpracování především jehličnaté suroviny do maximálního průměru pořezu 30 cm.



Obr. 9 Pilnice II. – kotoučová pila, hl.stroj

Technologie linky je od Italského výrobce firmy COSTA (Obr. 9) a je sestavena z těchto částí – vstupní zásobník výřezů s ocelovými koncovými dorazy a příčným vodorovným řetězovým dopravníkem, (zásobování výřezy z manipulačního skladu je řešeno pomocí čelního kolového nakladače s drapákem). Následuje elevátor s dávkovačem jednotlivých výřezů (Obr. 10) na vstup do hlavního pilařského stroje – kotoučové pily, která je řízena velínem.



Obr. 10 Pilnice II. – elevátor s dávkováním

Při průchodu pilou se vytvoří prizma a boční řezivo, které se pomocí válečkového dopravníku s odlučovacími noži a ruční separací bočního sortimentu (řezivo a krajina), skládá na manipulační vozíky. Prizma pokračuje na příčný řetězový dopravník, který zásobuje stanoviště před kapováním. V tomto případě zkracování kotoučovou pilou na přesně požadovanou délku výstupního sortimentu. Takto upravená prizma pokračuje pomocí válečkového dopravníku do vícekotoučové rozmítací pily. Výstup – požadované řezivo, postupuje na válečkový dopravník s dorazem, kde se řezivo a krajina s pomocí ruční obsluhy oddělí a utřídí na palety nebo vozíky. Některé balíky jsou poté páskovány a expedovány pomocí vysokozdvížného vozíku, na sklad řeziva, nebo do dalšího postupu výroby – nejčastěji do již zmíněných paletáren. Linka je připojena na centrální odsávání pilin, které je opatřeno odlučovačem a zásobníkovým silem o celkovém objemu 550 m³.



Obr. 11 Pilnice II. – kapovací linka s řetězovou pilou

V hale je umístěna samostatná linka s řetězovou pilou (Obr. 11). Skládá se: – ze vstupního válečkového dopravníku, měřicího rámu, dělicí jednotky – tzn. vodícího rámu lišty s pilovým řetězem, dále výstupního válečkového dopravníku, pásového dopravníku odřezků, připojení na centrální odsávání a řídicího pultu obsluhy. Tato linka může být

využita na kapování sortimentu při pakování. Není však používána v každodenním provozu, pouze individuálně a zajišťuje kapování především nakupovaného řeziva, výjimečně řeziva z pilnice I. především sortimentu pražců a podvalů. Doprava řeziva na vstupu do této zkracovací linky, i výstupu upraveného sortimentu, je řešena pomocí vysokozdvížných vozíků.

1.2.4 Skladové plochy

Většina skladových ploch v areálu, je určena především pro finální výrobky a manipulaci s nimi. Plochy i cesty jsou opatřeny kvalitním povrchem, odolným pro vysokou zátěž, jsou to hlavně železobetonové panely nebo zámková dlažba, plochy jsou odvodněny a bez vegetace. Na plochách (Obr. 12) se s pomocí vysokozdvížných vozíků, které se používají k nakládce a vykládce automobilů, také manipulují tyto sortimenty:

- a) výstupní řezivo z pilnic,
- b) vstupní přířezy pro paletárny,
- c) mezisklad řeziva – řezivo před adjustací,
- d) finální výrobky – palety, obaly, pražce, adjustované řezivo, apod.,
- e) ostatní produkty z pilnic – odřezky, krajiny.

Pro expedici palivového dřeva ve svazcích se používá kolový nakladač s drapákem, který je používán na manipulačním skladě. Odřezky od zkracovacích pil, jsou většinou shromažďovány do velkoobjemových kontejnerů, které si nakládá obsluha autodopravy. Piliny jsou z pilnic odváděny pomocí odsávání do velkokapacitních zásobníků, (sila) ze kterých se dopravují většinou pomocí mobilního pásového dopravníku do uzavřeného nákladního prostoru autodopravy. Svazky palivového dřeva mohou být odváženy vlastní dopravou zákazníka.



Obr. 12 Sklad řeziva

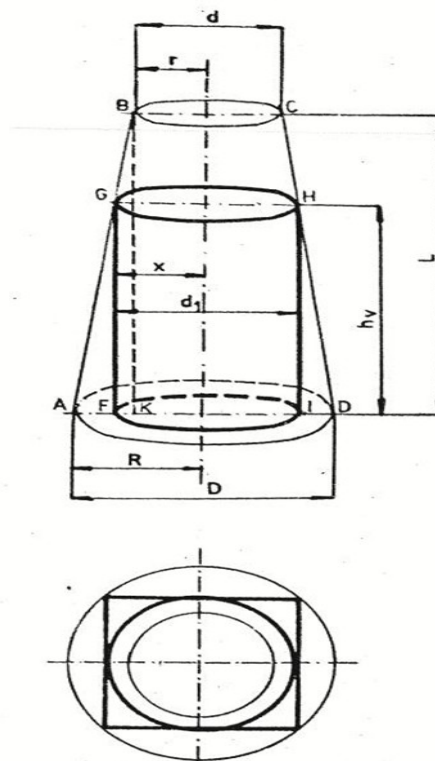
1.2.5 Současná kapacita provozu

Celková průměrná kapacita zpracování, závisí především na směnnosti provozu: při současném 1- směnném provozu obou pilnic je to přibližně 12.500 m³ dřeva / roční provoz / při plném zásobení dřevní surovinou. Ta je složena z jehličnaté i listnaté dřevní hmoty v přibližném poměru 80 : 20 % z celkového zpracovaného objemu. Celková kapacita závisí na – požadovaném výstupním sortimentu, kvalitě vstupní dřevní hmoty (přirozené vady dřeva – sukovitost, točivost, sbíhavost a jejich maximální snižování při správné manipulaci na výřezy), na druhu dřeviny – jehličnaté nebo listnaté, měkké nebo tvrdé. Dále na ročním cyklu (letní/zimní provoz), vlhkosti dřeva, na kvalitě nástrojů a ostří břitů u používaných nástrojů. V případě pilnice I. jsou to pilové pásy a pilové kotouče pro příčné a podélné řezání a v pilnici II. se jedná o pilové kotouče pro příčné a podélné řezání. Současným omezením celkového provozu je, nedostatečné zásobení dřevní surovinou, proto není kapacita obou pilnice plně využita, další omezení v rámci pilnice I. je nesouměrná činnost rozmítací pily s hlavním strojem pásovou pilou, jelikož kapacita rozmítací pily je nízká a pásová pila je nucena přerušit operaci řezání, respektive pouze chod kolejového vozíku. Tato operační pauza je někdy využívána pro výměnu řezného nástroje (pilového pásu) nebo drobnou údržbu stroje (kontrolu, apod.) Vzhledem k finálním výrobkům se také zpracovávají výřezy menších průměrů a délky což velmi ovlivňuje kapacitu řezání. Pilnice závodu jsou dnes (2015) využívány především pro výrobu, atypických rozměrů řeziva, které je nutné pro výrobu speciálních obalů dle požadavků zákazníka, jeho parametry nejsou na trhu s řezivem běžné a také jeho množství může být požadováno pouze v několika málo jednotkách [ks, m³], výhodou je proto výroba vlastním pořezem. Nedostatečný hlavní sortiment potřebného řeziva pro výrobu palet a obalů je řešený nákupem od smluvních výrobců a dodavatelů řeziva.

2. Pilařský provoz

2.1 Stanovení objemu kmene

Pro řešení této problematiky se zdá vhodné aplikovat matematické úvahy M. N. Guttermanna, které hledá maxima a minima. Matematická úvaha se však z hlediska exaktnosti dostává do komplikace tím, že kmen stromu a tím i výřez představuje těleso geometricky složitého tvaru, vytvořeného rotací složité morfologické křivky povrchu kmene. Proto podmínkou přesnosti bude správně stanovit povrchovou část kmene, kterou můžeme považovat za úsek paraboly, hyperboly, či dvou sečných přímk a dle toho uvažovat jednotlivé části kmene za zřezaný paraboloid, hyperboloid, kužel, či jejich součet. Při stanovení maximálního válce vepsaného do uvedených rotačních těles budeme v našem případě brát do úvahy seříznutý paraboloid a kužel, protože jde o nejčastější formy pro smrky a jedle. Na (Obr. 13) je znázorněný předpokládaný tvar kmene jako rotačně seříznutý paraboloid A, B, C, D s délkou L a základními průměry d (na tenčím konci) a D (na tlustším konci). Válec vepsaný do předpokládaného paraboloidu A, B, C, D bude F, G, H, I ve výšce h_v a průměru d_1 .



Obr. 13 Maximální válec vepsaný do seříznutého paraboloidu

(Kvietková, Bomba 2013)

Objem vepsaného válce F, G, H, I určíme dle vzorce:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_v \quad (1)$$

Kde z (Obr. 13) vyplývá, že $h_v = l - h$, pak:

$$V = \pi \cdot y^2(l - h) = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot (l - h) \quad (2)$$

Tento výraz určuje vztah výšky maximálního válce h_v k délce výřezu a rozměrů jeho konců d a D . Když považujeme $h_v = l$, můžeme uvedený vztah napsat takto:

$$\frac{D^2}{2 \cdot (D^2 - d^2)} = l \quad (3)$$

nebo

$$\frac{d}{D} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707 \quad (4)$$

Z toho vyplývá závěr, že maximální obsah vepsaného válce do výřezu dostaneme tehdy, když bude poměr tenčího konce k průměru tlustšího konce minimálně 0,707. Jakmile je tento poměr menší, bude účelnější v zájmu co největší výtěže, ve smyslu pořezového schématu vycházejícího z tenčího konce, výrez zkrátit, případně výřez vyrábět tak, aby tento poměr byl nad 0,707.

Ze vztahu $\frac{d}{D} = 0,707$ je možné určit vzájemné tloušťky obou konců, a sice pro:

Tloušťku horního (tenčího) čela výřezu

$$d = \frac{D}{0,707} \quad (5)$$

Tloušťku dolního čela výřezu

$$D = \frac{d}{0,707} \quad (6)$$

Při takto vypočítané tloušťce výřezu, při různé sbíhavosti, je možné určit jeho limitovanou délku dle vztahu

$$\frac{D-d}{n} \quad (7)$$

Příčemž n je stupeň sbíhavosti.

Délku výřezů se smyslu této hraniční hodnoty pro jednotlivé tloušťky na tenčím konci a sbíhavostí v rozpětí 0,5 % - 2,5 % jsou uvedené v (tab. 1)

Tab. 1. Maximální délky výřezů pro spádovost kmene 0,5% - 2,5%

(Kvietková, Bomba 2013)

d	D = d / 0,707	D - d	Délka výřezů při sbíhavosti				
			0,50%	1,00%	1,50%	2,00%	2,50%
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14	19,72	5,72	11,44	5,72	3,81	2,88	2,28
16	22,53	6,53	13,01	6,53	4,35	3,27	2,61
18	25,35	7,35	17,70	7,35	4,90	3,68	2,94
20	28,17	8,17	16,71	8,17	5,44	4,85	3,26
22	30,98	8,98	17,91	8,98	5,98	4,49	3,59
24	33,80	9,80	19,61	9,80	6,53	4,90	3,92
26	36,61	10,61	21,10	10,61	7,07	5,30	4,21
28	39,43	11,43	22,10	11,43	7,61	5,72	4,50
30	42,25	12,25	24,10	12,25	8,10	6,12	4,90
32	45,07	13,07	26,14	13,07	8,71	6,50	5,22
34	47,88	13,88	27,71	13,88	9,25	6,94	5,55
36	50,70	14,70	29,41	14,70	9,80	7,35	5,88
38	53,53	15,52	31,04	15,52	10,36	7,75	6,20
40	56,33	16,33	32,61	16,33	10,88	8,16	6,53
42	59,15	17,15	34,31	17,15	11,43	8,56	6,86
44	61,97	17,97	35,91	17,97	11,98	8,98	7,19
46	64,78	18,78	37,55	18,78	12,52	9,39	7,51
48	64,90	19,60	39,20	19,60	13,06	9,80	7,84
50	70,42	20,42	40,84	20,42	13,61	10,21	8,16
52	72,23	21,23	42,41	21,23	14,15	10,62	8,49
54	76,05	22,05	44,11	22,05	14,70	11,02	8,82
56	78,87	22,87	45,74	22,87	15,24	11,44	9,14
58	81,69	23,69	47,31	23,69	15,79	11,84	9,47
60	84,51	24,51	49,01	24,51	16,34	12,25	9,80

Vztah délky výřezu (l) k jeho tloušťce na tenším konci a sbíhavosti kmene je možné vyjádřit vzorcem:

$$l = \frac{d}{2,448 \cdot n} \quad (8)$$

Pro praktické použití, nejvíce pro krátké pilařské výřezy, stačí považovat výřezy za komolý kužel (Obr. 14). Pro tuto úvahu se opět předpokládá vepsání maximálního válce F, G, H, I do komolého kuželu A, B, C, D (Obr. 14). Obsah vepsaného válce bude:

$$V = \pi \cdot x^2 \cdot h_v \quad (9)$$



Obr. 14 Maximální válec vepsaný do komolého kužele

(Kvietková, Bomba 2013)

Když do vzorce pro objem válce (9) dosadíme za h_v výslednou hodnotu, dostaneme:

$$V = \pi \cdot x^2 \cdot \frac{L}{\frac{D-d}{2}} \cdot \left(\frac{D}{2} - x\right) = \frac{L}{\frac{D-d}{2}} \cdot x^2 \cdot \left(\frac{D}{2} - x\right) \quad (10)$$

z toho:

$$2 \cdot x = d_1 = \frac{2}{3} \cdot D = 0,67 \cdot D \quad (11)$$

Tab. 2. Maximální délky pro sbíhavosti 0,5% - 2,5%

(Kvietková, Bomba 2013)

d	D = d / 0,67	D - d	Délka výřezů při Sbíhavosti				
			(D-d) /0,5	(D-d)/1	(D-d)/1,5	(D-d)/2	(D-d)/2,5
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
14	20,89	6,89	13,78	6,89	4,59	3,44	2,76
16	23,81	7,81	15,62	7,81	5,20	3,90	3,12
18	26,81	8,81	17,62	8,81	5,87	4,40	3,52
20	29,80	9,80	19,60	9,80	6,53	4,90	3,92
22	32,81	10,81	21,62	10,81	7,20	5,40	4,31
24	35,81	11,81	23,62	11,81	7,81	5,60	4,77
26	38,81	12,81	25,62	12,81	8,51	6,40	5,11
28	41,79	13,79	27,51	13,79	9,19	6,86	5,51
30	44,77	14,77	29,54	14,77	9,21	7,38	5,91
32	47,72	15,76	31,52	15,76	10,51	7,81	6,31
34	50,75	16,75	33,50	16,75	11,11	8,38	6,71
36	53,73	17,73	34,66	17,73	11,81	8,81	7,00
38	56,70	18,70	37,41	18,70	12,41	9,35	7,48
40	59,70	19,70	39,70	19,70	13,13	9,81	7,81
42	62,68	20,68	41,36	20,68	13,78	10,34	8,27
44	65,67	21,67	43,31	21,67	14,44	10,83	8,61
46	68,65	22,65	45,30	22,65	15,11	11,35	9,01
48	71,64	23,64	47,28	23,64	15,75	11,82	9,41
50	74,62	24,62	49,21	24,62	16,41	12,31	9,81
52	77,61	25,61	51,21	25,61	17,01	12,80	10,24
54	80,60	26,60	53,20	26,60	17,70	13,30	10,64
56	83,58	27,58	55,11	27,58	18,31	13,80	11,01
58	86,57	28,57	57,11	28,57	19,01	14,28	11,41
60	89,55	29,55	59,00	29,55	19,71	14,80	1182,00

Vepsaný válec bude mít tedy maximální objem za předpokladu, že průměr na tenčím konci výřezu d je $2/3 D$, tedy $0,67 \cdot D$. Výška h_v příslušného válce se opět stanoví:

$$h_v = \frac{L}{3 \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right)} \quad (12)$$

Jakmile se výška maximálního válce má rovnat délce výřezu, musí být výraz (12) takto:

$$3 \cdot \left(1 - \frac{d}{D}\right) = 1 \quad (13)$$

z toho:

$$\frac{d}{D} = \frac{2}{3} = 0,67 \quad (14)$$

Z toho vyplývá, že průměr tenčího konce d a tlustšího konce D nemá být v menším poměru jako je 0,67. To znamená, že při výrobě výřezů je třeba brát na zřetel míru sbíhavosti a podle možností nepřekročit tento poměr.

Na základě vzorce (7) jsme pro tento princip podobně stanovili stupně sbíhavosti výřezů limitované délky (tab. 2) Z rovnice lineárních závislostí těchto přímek vyjádřený obecný vztah délky výřezu l k tloušťce na tenčím konci d a ke sbíhavosti kmene n .

$$l = \frac{d}{2,03 \cdot n} \quad (15)$$

2.2 Způsoby odkorňování

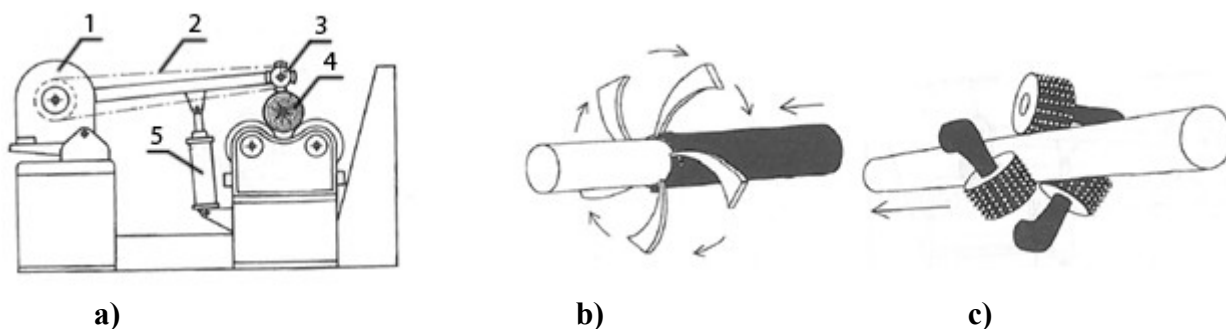
Odkorňování suroviny znamená odstranění kůry z povrchu výřezu, nejčastěji v kambiální zóně (Obr. 15). Je důležitou výrobní operací před samotným pořezem a stupeň a způsob odkorňování dřeva je podmíněn účelem použití polotovaru nebo konečného výrobku, dále se může uplatňovat při výrobě sloupoviny, tyčoviny a dalších výrobků ze dřeva (Janák 2008).

Důvody pro odkorňování:

- a) vliv na techniku a technologii pořezu – při těžbě se dostávají do kůry nečistoty a tím výrazně otupují nástroje,
- b) efektivní využití pilařského odpadu – vznik frakce čisté kůry a při dalším opracování dále např. bílé štěpky,
- c) ochrana nehraněného řeziva a výše zmíněných výrobků proti biologickým činitelům – dřevokazný hmyz.

Typy odkorňovacích strojů:

- 1) otloukácí - otloukání výřezů navzájem, nebo s cizími předměty v bubnech,
- 2) odírací - výřez odírá ovinutý článkový řetěz,
- 3) hydraulické - odstranění kůry pomocí vody z orientovaných trysek (často v kombinaci otloukání výřezů o sebe),
- 4) frézovací - frézováním cylindrickou frézou přitlačenou na kmen,
- 5) škrabací - nejpoužívanější, odstranění kůry jen v kambiální vrstvě škrabacími noži (Detvaj 2003).



Obr. 15 Odkorňovací stroje

(Kvietková, Bomba 2013)

a) frézovací, b) škrabací nože škrabacího odkorňovače, c) trojice válců na centrování suroviny u škrabacího odkorňovače.

1 - elektromotor, 2 - hnací řetěz, 3 - fréza, 4 - kulatina, 5 - hydraulický píst vertikálního posunu frézy

2.3 Způsoby pořezu

2.3.1 Charakteristika způsobů pořezu

Požez je komplex technologických operací, kterými specifické pilařské výřezy zpracováváme podélným dělením na řezivo. Pořez se uskutečňuje na hlavních pilařských strojích. Podle počtu pilových nástrojů současně pracujících v pilařském stroji rozlišujeme dva základní druhy pořezu: individuální a skupinový.

Při individuálním pořezu podélně dělí výřez jeden pilový nástroj a z výřezu se postupně odřezává po jednom kuse řeziva. Pro individuální způsob používáme kmenové pásové pily, kmenové kotoučové pily a rámové pily horizontální (s jedním pilovým listem).

Při skupinovém pořezu podélně dělí výřez skupina pilových nástrojů současně. Sestava pilových nástrojů je vytvořena podle potřebných rozměrů řeziva. Pro skupinový pořez používáme rámové pily, kmenové vícekotoučové pily a pilařské agregáty.

Vzhledem k letokruhům rozlišujeme pořez radiální, tangenciální a poloradiální. Podle tohoto kritéria rozdělujeme vyrobené řezivo na radiální, tangenciální a poloradiální a polotangenciální. Na výrobu radiálního a tangenciálního řeziva slouží speciální způsoby pořezu.

Podle polohy podélné osy výřezu vůči pilovému nástroji rozlišujeme pořez rovnoběžný s osou výřezu a rovnoběžný s povrchem výřezu (Prokopec a Šedivý 1962).

Rovnoběžně s povrchem se pořez provádí při individuálních pořezech, kdy je třeba vyrobit řezivo s co nejmenším přerežáním vláken.

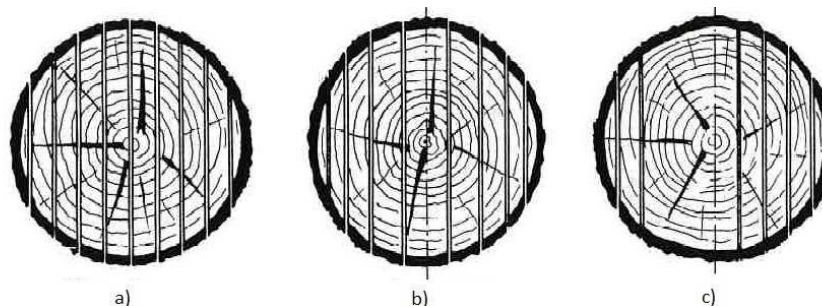
2.3.2 Základní způsoby pořezu

Při zpracovávání dřeva volíme odlišné způsoby pořezu, a to proto, abychom jednak využili některých vlastností dřeva a pak získali vhodný materiál pro další zpracování a použití. Rozlišujeme tyto hlavní druhy pořezu:

- pořez na ostro,
- pořez prizmováním,
- pořez segmentový, (pzn. – tento způsob pořezu není charakterizován, jelikož se v pilařském závodě Blatně, nepoužívá).

2.3.3 Pořez na ostro

Účelem tohoto pořezu je vyrobít neomítané řezivo (Obr. 16). Provádí se buď na rámových pilách při kulatině větších průměrů (zvláště u listnatých dřevin), nebo na pásových či kotoučových pilách. Pořezu na ostro používáme tedy při zpracování kulatiny do průměru horního čela asi 20 cm, vybrané kulatiny pro výrobu truhlářského řeziva (fošen), kulatiny k výrobě kmenového řeziva, kulatiny příliš sbíhavé.



Obr. 16 Pořez na ostro a) sousledný lichý, b) sousledný sudý, c) nesousledný

(Detvaj 2003)

2.3.4 Pořez prizmováním

Při pořezu prizmováním se zřetelně odděluje středový materiál od bočního (Obr. 17) Zde se prvním průchodem z kulatiny odřízne boční řezivo – vznikne prizma, a ta se pak druhým průchodem (pořezem) rozděljuje na žádaný počet kusů středového a bočního řeziva. Prizmováním dosáhneme:

- výroby řeziva s jednotnými rozměry,
- v určitých případech vyššího využití a zhodnocení kulatiny,
- asi o 40 % méně práce u omítací pily.

Takto zpracováváme jehličnatou kulatinu tloušťky horního čela více než 20 cm, kulatinu s vadnou povrchovou oblastí (trhliny, vady způsobené cizopasnými houbami, rostlinami, živočichy atd.) dále kulatinu, ze které chceme vyrobít materiál určitých rozměrů a vlastností pro další zpracování, hranoly, pražce apod.

Pořez prizmováním rozdělujeme na tři základní způsoby:

- prizmování do čtverce,
- prizmování vysoké,
- prizmování hluboké (Klement a Detvaj 2013).



Obr. 17 Pořez prizmováním

(Detvaj 2003)

2.4 Kmenová pásová pila

2.4.1 Charakteristika pásových pil

Historicky se první patent pro pásovou pilu objevil v roce 1808 Newber jako truhlářského stroje (Lisičan et.al. 1996). První provozu schopná pila byla postavena v roce 1852 ve Francii a kmenová pásová pila o několik let později. Všeobecně kmenové pásové pily patří do skupiny hlavních pilařských strojů, které jsou určeny především pro individuální pořez listnaté suroviny (Britain 1964). Vzhledem k různorodé tvarovosti listnatých výřezů, u kterých je nutné individuální zhodnocení při samotném pořezu a četná změna pořezového schématu jsou pásové pily velmi vhodným řešením. Další velkou výhodou je možnost pořezu téměř neomezeného tvaru a velikosti zpracovávané suroviny, záleží na celkové velikosti pilařské technologie (Dobry 1950). Pásové pily pro pilařské zpracování, můžeme rozdělit dle více parametrů, na: hlavní pilařský stroj – kmenová pásová pila, vedlejší pilařský stroj – rozmítací pásová pila, mobilní nebo stacionární provedení konstrukce stroje, vertikální nebo horizontální vedení pilového pásu, ruční nebo mechanický posuv do řezu, fixní nástroj a pohyb výřezu, fixní výřez a pohyb nástroje, využití samostatné pily na lince, nebo technologie vícenásobného umístění na lince - dvojnásobné, čtyřnásobné, apod. (Janík 1951). To bývá většinou v součinnosti s frézovacím aparátem (frézovací hlavy, frézovací sekačky) – nebo-li agregace. Podle druhu nástroje – nekonečný pilový pás s jednostranným

ozubením, nebo pilový pás s oboustranným ozubením, kterým se významně navyšuje kapacita pořezu, jelikož se i při každém zpětném pohybu vozíku vykoná nový řez. Hlavní řezný pohyb pilového pásu, je rovnoměrný.

Kmenová pásová pila je schopna řezat podstatně tlustší výřezy než rámové a kotoučové pily. Pro lepší představu: už pásové pily s průměrem kotouče 1100 mm jsou schopny řezat výřez o průměru 900 mm, kotoučová pila by k tomu potřebovala kotouč o průměru 2200 mm se šířkou kola 10 mm (Barcík et.al. 2013).

Výhody:

- tvorba pořezového schématu za chodu stroje,
- možnost pořezu netříděných výřezů,
- velká variabilita délky výřezů při pořezu,
- neomezený průměr zpracovávaného výřezu,
- výborná pilařská výtěžnost,
- velmi dobrá kvalita řezané plochy,
- velmi malá řezná spára.

Nevýhody:

- vysoká pořizovací cena stroje,
- vysoké požadavky na operátora,
- vysoké pořizovací náklady nástroje,
- náročná údržba stroje a příslušenství,
- náročná příprava nástrojů,
- kvalitativně – kvantitativní různorodost vyrobeného řeziva (Kvietková 2015).

Základní technicko – technologické parametry kmenových pásových pil:

- průměr pásnice 1400 ÷ 1800 mm,
- řezná rychlost 0 ÷ 40 m · sec⁻¹,

- posuvná rychlost $0 \div 60 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,
- výška řezu $700 \div 1200 \text{ mm}$,
- šířka spáry $2,4 \div 2,8 \text{ mm}$ (Klement a Detvaj 2013).

2.4.2 Řezání pásovými pilami

Princip procesu řezání spočívá v tom, že nekonečný nástroj se spojenými konci (pilový pás) obíhá okolo dvou kotoučů, z nichž jeden je hnací a druhý hnaný má funkci vodící a napínací (Carruthers 1975). Předností těchto strojů před jinými je vysoká konstantní řezná rychlost a velká výška řezu. Materiál se do řezu vede ručně, nebo posuvným zařízením. Tyto stroje se používají na řezání výřezů, krajnic, hranolů a prken a jiných dřevěných materiálů.

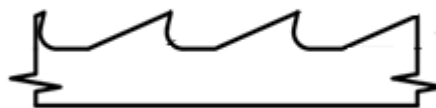
Pásová pila je mechanická přístrojová pila, která se používá ke zpracování dřeva, a to jak při výrobě řeziva, výrobě vlysů či přířezů. Ostří sestává z nekonečného (pás je spojený), úzkého, kovového plátu (pásu), který je ozubený a mechanicky odolný. Tento pás se pohybuje na dvou velkých vertikálně instalovaných kolech mechanismu (Prokeš 1982).

2.4.3 Rozměry a ozubení pilového nástroje

Nástrojem u pásových pil je pilový pás (Obr. 18), který je nekonečný pás plechu. Na jedné straně je vysekané ozubení. Šířka pásu bývá (podle typu a velikosti stroje) od 6 do 200mm (na velkých pilách až 250 mm).

Dělí se na:

- úzké pásy $B = 6 - 60 \text{ mm}$,
- široké pásy $B = 80 - 200 \text{ mm}$ (250 mm).



Obr. 18 Pilový pás

(Kvietková 2015)

Maximální délka pilového pásu L_{\max}

$$L_{\max} = \pi \cdot D + 2 \cdot L \quad (\text{mm}) \quad (16)$$

kde: D - průměr kotoučů (mm),

L - maximální rozestup mezi středy kotoučů na stroji (mm).

Tloušťka pilového pásu

$$s = (0,001 \div 0,0007) \cdot D \quad (\text{mm}) \quad (17)$$

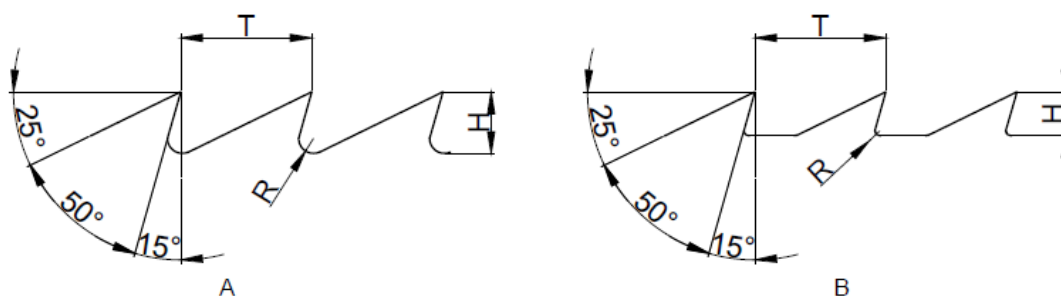
Rozměry pásu jsou dané dle norem ČSN 225340 (pro úzké pásy) a ČSN 225343 a 225344 (pro široké pásy).

Ozubení pásu:

- trojúhelníkové,
- s prodlouženou zubovou mezerou.

Geometrie ozubení pilových pásů:

- úzké pásy - $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 50^\circ$, $\gamma = 10^\circ$,
- široké pásy - $\alpha = 25^\circ$, $\beta = 50^\circ$, $\gamma = 15^\circ$ (Obr. 19).



Obr. 19 Ozubení pilového pásu

(Popov 1996)

Pilové pásy jsou vyráběny z nástrojových legovaných ocelí třídy 19 tepelně zpracované na tvrdost 46 - 48 HRC pro nástroje rozváděné a 42 - 46 HRC pro nástroje pēchované. Boční plochy pilových pásů jsou leštěné nebo zbarvené po zušlechtění charakteristickými napouštěcími barvami.

2.4.4 Kinematika, dynamika řezání pásovými pilami

Řezná rychlost v_c

Rychlost hlavního pohybu je vyjádřena řeznou rychlostí v_c . Je to okamžitá rychlost hlavního pohybu uvažovaného bodu břitu vůči obrobku (Goglia 1994).

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60000} \quad (\text{m.s}^{-1}) \quad (18)$$

kde: D - průměr pilového kotouče (mm),

n - frekvence otáčení (min^{-1}).

doporučené hodnoty řezné rychlosti:

- 18 až 25 m.s^{-1} pro truhlářské pásové pily,
- 30 až 35 m.s^{-1} pro rozmítací pásové pily,
- 40 až 45 m.s^{-1} pro kmenové pásové pily.

Posuv na zub f_z

$$f_z = \frac{v_f \cdot t_z}{60 \cdot v_c} \quad (\text{mm}) \quad (19)$$

kde: v_f - rychlost posuvu (m.min^{-1}),

t_z - rozestup zubů (mm),

v_c - řezná rychlost (m.s^{-1}).

Posuvná rychlost v_f

$$v_f = 60 \cdot v_c \cdot \frac{f_z}{t_z} \quad (\text{m.min}^{-1}) \quad (20)$$

kde: f_z - posuv na zub (mm),

t_z - rozestup zubů (mm),

v_c - řezná rychlost (m.s^{-1}) (Kvietková 2015).

3. Výsledky

3.1 Alternativní nové technologické zařízení

3.1.1 Manipulační sklad, příprava kulatiny

Řešení manipulačního skladu závisí na fixních parametrech, jelikož poloha a velikost skladu je již pevně stanovena. Při novém návrhu, kdy současný manipulační sklad, s přibližně 9500 m² nevyužívá celkovou objemovou kapacitu, ale je dostatečně rozměrný pro navržení případné nové technologie manipulačního vozíku, odkorňovače a rozdělení upravené suroviny. Pilnice I. přilehá na tento sklad a vzdálenost ke vstupnímu elevátoru je relativně v dobré blízkosti. Vstup výřezů do této pilnice by mohl vyřešit třídící a rozvážecí vozík RSTW, (Obr. 20), který je schopen díky jeřábovému ramenu, plynulého dávkování výřezů přímo na elevátor do pilnice. V součinnosti z odkorňovačem se mohou výřezy dávkovat do pilnice před elevátor pomocí dopravníků (viz. Kapitola 6. příloha 3). Pokud bychom neuvažovali o operacích zkracování kulatiny nebo výřezů, je možnost použití levnější varianty pouze přepravního vozíku s ramenem (Obr. 22). Vzdálenost od pilnice II. k manipulačnímu skladu je velmi dlouhá, tzn., vznikají zde velké ztrátové časy při zásobování výřezy, čelním nakladačem. V případném navyšování kapacity v pilnici II. a snížení časových ztrát, by bylo možným řešením: vybudování meziskladu požezových dávek v bezprostřední vzdálenosti od vstupu suroviny do pilnice II., který by se průběžně doplňoval z manipulačního skladu nebo pořízením výkonnějšího čelního nakladače s velkokapacitním drapákem.



Obr. 20 Třídící a rozvážecí vozík RSTW

Při realizaci optimalizace manipulačního skladu, může být nadále využíván současný čelní nakladač, typ - Volvo L50 D, který je nutný pro manipulaci s kulatinou, výřezy, s finálním řezivem, palivem, atd. Je vhodné, aby skladovaná surovina byla uložena přehledně, bezpečně a byla kdykoliv přístupná. Pokud je surovina již odkorněná, je nezbytné ji udržovat v čistém stavu, tzn. na podvalech. V letním období je vhodná i mokrá ochrana suroviny, která se nejčastěji provádí postřikem vody, nebo uložením do umělých nádrží – bazénováním (Reinprecht 2012). Důvodem této ochrany, je zpomalení vysychání dřeva a tím zamezením vniku výsušných trhlin, které nerozřezanou kulatinu velmi znehodnocují. Další význam mokré ochrany je, prakticky zastavení procesů napadení dřeva biologickými činiteli, zejména dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami. V závislosti na druhu dřeviny (tab. 3), způsobu postřiku, zpracovávanému a skladovanému množství suroviny na závodě, teplotám prostředí, nadmořské výšce, apod.

Tab. 3. Mokrá ochrana dřeva – vybrané dřeviny

Dřevina	Doba těžby	Podmínky	Trvání postřiku
BK,TP (mimo DB, AK)	Zimní období II.	postřik	max. 4 měsíce
BK,TP (mimo DB, AK)	Letní období	bez postřiku při zpracování do 1 měsíce	max. 5 týdnů
SM,BO,MD	Zimní období II.	postřik	max. 4 měsíce
SM,BO,MD	Letní období	postřik	max. 4 měsíce

pzn: Zimní období: II. – do 500 m nad m. od 1. 1. do 30. 4. nad 500 m nad m. od 1.1 do 15.5.

Letní období: do 500 m nad m. od 1. 5. do 30. 9. nad 500 m nad m. od 16. 5. do 31.8.

3.1.2 Údržba skladu

Ve skladě dřeva se nesmí uskladňovat hořlavé kapaliny, maziva apod. Tyto hmoty se musí uskladňovat mimo prostor skladu v bezpečné vzdálenosti podle příslušných požárních předpisů. Ve skladě se zakazuje používat otevřený oheň a světlo, spalovací nečistoty, odpadky, zahnilé kusy dřeva apod.

V každém skladě musí být určena spolehlivá školená osoba z řad zaměstnanců, která zodpovídá za požární ochranu závodu. Vedoucí závodu je odpovědný za důsledné dodržování požárně bezpečnostních opatření celého závodu (Kvietková a Bomba 2013).

3.1.3 Třídící a rozvážecí vozík RSTW

Technologie třídícího a rozvážecího vozíku se používá na manipulačních skladech malých a středních pilařských provozů. Je určený k manipulaci dlouhé kulatiny, další funkce jsou měření sortimentu, zkracování na požadované délky (Obr. 21), třídění, navážení a překládání vzniklých výřezů v rámci přípravy pořezových dávek pro pilnici. Manipulace je prováděna na pomocném stole, který je nutný při měření, práci zkracovací řetězovou pilou (zn. HOLTEC) a signovacího zařízení.

Výhody: prostorná kabina operátora, který obsluhuje všechny funkce zařízení; vysoká flexibilita v poměru se stacionárními zařízeními (vyhledání požadovaného kmene, netříděná vstupní surovina); vyšší výtěžnost (pomocí plně elektronického systému měření délky a průměru kmene); vysoká hospodárnost díky použití techniky pro úsporu energie; nižší provozní náklady vůči spalovacím pohonům; různé typy jeřábů (ASX, ESX, OBX) s vysokou disponibilitou; spolehlivá funkce kolejového systému (nezávislá na počasí);

Nevýhody: vysoká náročnost na obsluhu vozíku, jelikož chybná manipulace suroviny na vstupu, významně ovlivňuje výtěžnost, tedy celkový ekonomický výsledek.

Technické parametry:

- rozchod: - 2,60 – 3,00 m,
- délka dráhy: - nosíkové moduly 6 m, standardně 80 – 100 m,
- pohon pojezdu: - hydrostatický, $v = 0 - 140 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$,
- jedna poháněná osa, pohon všech čtyř kol,
- pohon jeřábu: - load sensing systém,

- dvouosé dálkové ovládání,
 - ovládací prvky při sedadle obsluhy,
- příkon pohonu:
- 37 kW u jeřábu ASX,
 - 45 kW u jeřábu ESX,
 - 55 kW u jeřábu OBX,
 - průtok 0 – 140 l / min,
 - volitelně 0 – 200 l / min,
- napájení:
- prostřednictvím hydraulicky poháněného kabelového bubnu,
 - prostřednictvím napájecích kolejí,
 - přípojný výkon 45 – 65 kW,
 - provozní napětí 400 V, 50 Hz,
- kabina obsluhy:
- na základním rámu, možnost levého / pravého provedení,
 - délka 2400 mm, šířka 2100 mm, výška 2100 mm,
 - zvuková a tepelná izolace,
 - 2 posuvné dveře s aretací,
 - okna s bezpečnostním sklem,
 - sluneční clony vpředu a vzadu,
 - otočné sedadlo se zabudovanými ovládacími prvky,
 - zpětné zrcátko, klakson, vnitřní osvětlení,
 - topení, zásuvky 400 / 230 V, rádio,
 - 2 halogenové reflektory, přední strana kabiny,
- jeřáb:
- ASX II, moment zdvihu 160 kNm,
 - dosah 13,15 m, nosnost 1230 kg při 13,00 m,
 - otáčení 360 stupňů,
 - ESX I, moment zdvihu 300 kNm,
 - dosah 13,55 m nebo 15,55 m nosnost 2300 kg při 13,00 m,
 - otáčení 360 stupňů,
 - OBX V, moment zdvihu 380 kNm,
 - dosah 13,55 m nebo 15,55 m nosnost 2900 kg při 13,00 m,
 - otáčení 360 stupňů,
- měření:
- bezdotykové měření 1D nebo 2D,
 - měřicí rozsah 760 mm nebo 1020 mm (Obr. 21),
 - podpora dělení, dělicí automat,
 - rozšíření na síťovou verzi,

- kapovací pila: - hydraulicky ovládaná řetězová pila,
- pilový agregát Holtec ES 124,
- zařízení pro zobrazení délek (Baljer - zembrod, archiv).



Obr. 21 Měřicí rám a zkracovací pila třídícího vozíku RSTW

3.1.4 Převravní vozík kulatiny

Elektricky poháněný kolejový vozík určený pro malé a středně velké pilařské závody, především pro snadnou a rychlou manipulaci není opatřený zkracovací pilou a měřícím zařízením (Obr. 22). Prakticky využívá stejné parametry podvozku, rozchodu pojezdové dráhy, ramena jeřábu, ale neobsahuje výše uvedené zařízení ani přepravní vozík. Tím se tato varianta oproti třídícímu a rozvážecímu vozíku RSTW, ekonomicky zvýhodňuje.

- Výhody:**
- obsluha se může plně koncentrovat na třídění, vliv na čas a provozní náklady,
 - levnější cenová varianta vůči vozíku RSTW,
 - nižší energetické náklady na provoz a údržbu.
- Nevýhody:**
- kvalifikovaná obsluha.
 - neumožňuje zkracování a měření



Obr. 22 Přepravní vozík kulatiny

<http://www.baljer-zembrod.cz/prepravni-vozik-kulatiny> (10.4.2016)

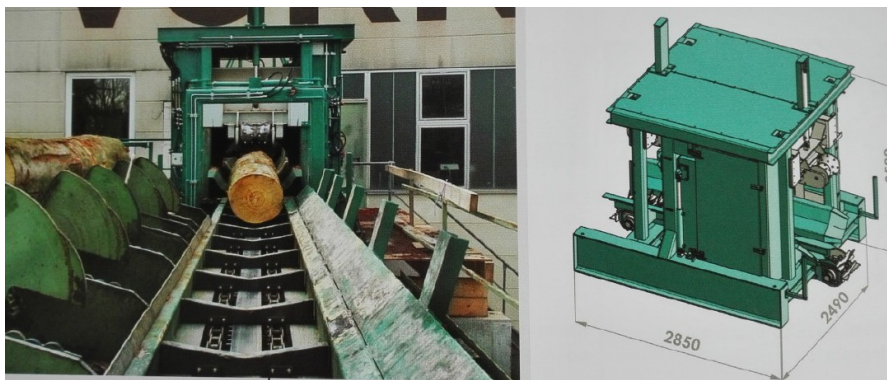
Technické parametry:

- rozchod kolejí: - 2,60 – 3,00 m,
- délka dráhy: - nosíkové moduly 6 m, standardně 80 – 100 m,
- jízdní pohon: - hydrostatický,
- pojezdová rychlost plynule nastavitelná od 0 – 140 m . min⁻¹,
- automatická aretační brzda,
- pohon jeřábu: - „Load – Sensing“ – hydraulický systém, na zatížení nezávislé řídicí funkce jeřábu, olejový chladič pro celý olejový systém,
- kabelový naviják: - kapacita 80m kabelu,
- hmotnost: 16 – 24t (dle provedení kolejového zařízení),
- provozní napětí: 400V, 50 Hz,
- řízení: - volně programovatelné SPS- řízení,
- jeřáb typ: - BZ „OBX IV“,
- dosah: 13, 30 m,

- nosnost: - cca 2530 kg,
- drapák - s rotátorem, plynule otáčivý,
- rozsah otáčení: - neomezeně (Baljer - zembrod, archiv).

3.1.5 Odkorňovač s otvorovým rotorem ZE 903

Tento odkorňovací stroj je vhodný k vestavbě do systému dopravního zařízení - nejčastěji řetězových dopravníků, vstupní a výstupní dopravníky mají pevnou výšku. Podle průměru kmene se celý rotor automaticky vycentruje na příslušný střed kmenu, současně probíhá snímání průměru prostřednictvím vodicích válců na vstupní resp. výstupní straně. Stabilní řetězové lože na vstupní a výstupní straně a rovněž vždy kyvně uložený pár válců, zajišťují čisté vedení kmenu během procesu odkorňování. Vestavěné hydraulické akumulátory zajišťují konstantní přítlak při různých průměrech kmenu. Přestavování tlaku u nožů není možný během procesu odkorňování, (tento typ odkorňovače). V praxi probíhá většinou nastavení před začátkem směny, nebo přestavení při změně suroviny (z jehličnaté na listnatou). Odkorňovač typu ZE 903 (Obr. 23) má rotor opatřený třemi nožovými rameny, z vysoce pevné oceli s výměnnými nožovými deskami. Uložení rotoru je prostřednictvím velkého valivého ložiska, pájené tvrdokovové břity na výměných destičkách, zajišťují vysokou životnost nožů (Obr. 24). Možností jsou speciální nože pro zimní provoz a nože s předřezávači pro krátkou kůru.



Obr. 23 Rotorový odkorňovač ZE 903

- Výhody:**
- plynulý a rychlý tok suroviny,
 - velmi kvalitní povrch odkorňování,

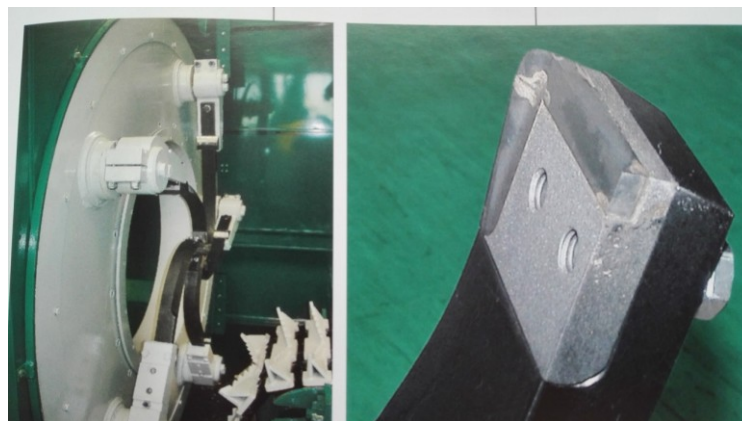
- variabilita při změnách průměru kmene,
- delší životnost nástrojů,
- možné předsušení a skladování kulatiny,
- zlepšení optického posouzení kusů kulatiny.

Nevýhody:

- vysoká pořizovací cena,
- nutnost použití reduktoru kořenových náběhů.

Technické parametry:

- otvor rotoru 12 – 90 cm, měřený od středu kmenu,
- minimální délka průchozí suroviny 2,2 m,
- příkon motoru pro rotor – 30,0 kW,
- dopravní rychlost max. 20 m . min⁻¹,
- hmotnost cca 9 t,
- jednotka posuvu s řetězovým ložem, příkon – 9,2 kW,
- hydraulický agregát s řídicími ventily – 15,0 kW,
- elektrický rozvaděč s programovatelným řízením PLC,
- koncové spínače a fotobuňky (Baljer - zembrod, archiv).



Obr. 24 Rotor s nožovými rameny, výměnná deska s břitem

3.1.6 Odkorňovač frézovací KER – SSB

Odkorňovač s frézovací hlavou, je určený pro malé a střední pilařské závody. V porovnání s výše uvedeným rotorovým odkorňovačem, je cenově výhodnější, ale zároveň i kapacita zpracované suroviny může být menší. Princip odkorňování spočívá v pohybu výřezu okolo podélné osy, který je otáčený pomocí ozubeného kolového systému a může plynule měnit směr otáčení (Obr. 25). V součinnosti s obráběcím nástrojem – frézovací hlavou, která má vlastní pohonnou jednotku, různou velikost hlavy a různé typy výměnných tvrdokovových břitů (Obr. 26). Tento typ odkorňovače je doplněný agregátem pro redukci kořenových náběhů, tzn. se samostatnou frézovací hlavou, která je umístěna ve spodní části stroje a pracuje současně během procesu odkorňování. Odfrézováním této vady se sjednocuje průměr výřezu a tím se významně podílí na kvalitativní výtěžnosti řeziva. Dále se urychlují a zpřesňují další fáze zpracování – pořez, omítání řeziva, apod. Reduktor je vhodný při zpracování přesílené oddenkové suroviny, většinou jehličnaté - SM, BO, MD, DG.



Obr. 25 Frézovací odkorňovač KER - SSB

Výhody:

- odkorňování s redukcí náběhů v jedné operaci,
- nižší pořizovací náklady.

Nevýhody:

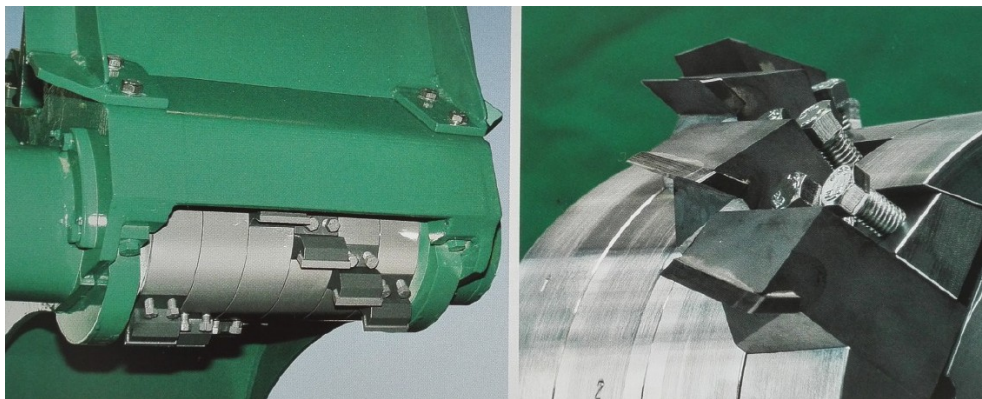
- menší kapacita,
- průměr a délka výřezu je omezena.

Technické parametry:

- otáčecí zařízení s 2 hydraulicky poháněnými hřídeli 7 nosných válců,
- frézovací hlava s 3 loupacími řadami, šířka rotoru 180 mmnoži, 11 kW,
- frézovací hlava hydraulicky pojízdná v podélném směru, max. 40 m/min,
- hydraulický agregát 7,5 kW,
- fréza reduktor – 960 mm, 16 spirálově uspořádaných nožů, 15 kW,
- hydraulicky sklopitelné rameno pro redukční proces,
- elektrický rozvaděč, řízení PLC Siemens S7,
- průměr kulatiny 20 – 60 cm,
- délka kulatiny 2,5 – 8 m,

Volitelné doplňky:

- hydraulicky přestavitelný kroužek omezující hloubku,
- vyhazovač, rádiové dálkové ovládání,
- pohon frézy s 22 kW
- rotorová hlava s 4 loupacími řadami (šířka rotoru 240 mm),
- nože se šikmými břity (Baljer - zembrod, archiv).



Obr. 26 Frézovací hlavice odkorňovače

4. Závěr

Při vypracování této diplomové práce na téma „Optimalizace pilařského zařízení pro výrobu řeziva“, bylo vycházeno z reálného pilařského prostředí ve spolupráci s pilařským závodem v Blatně. Seznámení s pilařským provozem a jeho charakteristiku jsme definovali v první části, kde je popsán manipulační sklad suroviny, jednotlivé úseky pro pořez dřeva – pilnice I. II. a také sklad řeziva. Metodická část popisuje způsoby pořezu, optimální stanovení objemu suroviny, charakteristiku způsobu odkorňování, druhy a použití pásových pil. Vzhledem k členitosti výroby na závodě v Blatně, byla zaměřena restrukturalizace pouze na manipulační sklad.

V kapitole výsledného řešení, byly navrženy technologie od firmy Baljer-Zembrod: odkorňovací a třídící. Jsou zde uvedeny především charakteristiky nových technologií s technickými parametry a také jsou představeny vždy dvě varianty řešení. Technologie třídění a manipulace - třídící rozvážecí vozík RSTW a přepravní vozík kulatiny. Odkorňovací technologie - rotorový odkorňovač ZE 903 a frézovací odkorňovač s reduktorem kořenových náběhů KER – SSB.

V průběhu minulého roku došlo ke změnám vlastníků firmy a tím se změnilo i několik faktorů: především došlo k velmi výraznému objemovému navýšení vstupní suroviny na manipulačním skladě, ale také navýšení druhového sortimentu. Surovina je dodávána výhradně formou výřezů, v druhovém zastoupení smrk, borovice, modřín, buk, topol, aj. Pokud závod bude i v budoucnu zpracovávat surovinu, která má požadované rozměrové parametry výřezů, může být instalována technologie pouze přepravního vozíku. Je schopen pohodlně vykonávat činnost zásobování, třídění, dávkování a přípravu suroviny pro vstupy do obou pilnic. V případě, minimální potřeby příčného dělení, by se tento úkon dal vyřešit ruční řetězovou pilou. Při zpracování většího množství kulatiny by bylo vhodné technologii doplnit o individuální zkracovací pilu nebo zvolit variantu třídícího a rozvážecího vozíku se zkracovací pilou a měřícím zařízením.

Optimalizace a úprava manipulačního skladu, jsou tedy významným posunem ke zlepšení kvalitativních požadavků na pilařské zpracování. Myslím si, že vzhledem k zpracovávanému množství pilařské suroviny by odkorňování výřezů přispělo k časové úspoře přípravy nástrojů a tím i snížení cyklu pořizování nových nástrojů na konci životnosti. Další výhoda by se projevila u kvality obráběné plochy a také snížení energie při vlastním pořezu. Tříděním a dávkováním pomocí technologie třídícího

vozíku, by se zpřehlednila situace na manipulačním skladě. Vytvořila by se plynulost toku výřezů do pilnice, příprava pořezových dávek a celková evidence suroviny.

Pilnice II. musí být také zásobována surovinou, proto požadované výřezy mohou být připravovány výše zmíněnými technologiemi, s možností separace výřezů za odkorňovačem v samostatných boxech. Tyto sortimenty odebírá a manipuluje stávající čelní nakladač. Pro snížení času dopravy, bychom navrhovali vytvořit v těsné blízkosti vstupu výřezů do pilnice II. alespoň rozměrově minimální sklad výřezů. To může odlehčovat při přeplněných boxech za odkorňovačem a také vytvářet pořezové dávky do pilnice. Pro zvýšení efektivity by bylo vhodné použití většího nakladače pro přepravu a zvětšením vstupního řetězového dopravníku před elevátorem pilnice II.

5. Seznam literatury a použitých zdrojů

- [1] BARCÍK, Š., KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J., SIKLIENKA, M. *Dřevoobráběcí nástroje, údržba a provozování*. Praha: Powerprint. 2013. s. 355. ISBN 978-80-87415-80-1.
- [2] CARRUTHERS, J. F. S. *Availability and consumption of sawmilling residues*. FAO / ECE Timber Committee 'Symposium on the Modernisation of the Sawmilling Industry', 13-17. January 1975. Geneva, Switzerland. p. 6.
- [3] DETVAJ, J. *Technológia piliarskej výroby*. 2. vydání. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. s. 232, ISBN 80-228-1248-X.
- [4] DOBRÝ, O. *Osvědčí se pásovka v pilařském provozu*. In *Pilařské problémy*. Sborník článků. Praha: Průmyslové vydavatelství. 1950. Část III. s. 30-34.
- [5] GOGLIA, V. *Strojevi i alati za obradu drva*. I. dio Šumarski fakultet Zagreb. 1994. s. 236.
- [6] BRITAIN, G. *Industrial analysis in a timber yard & sawmill*. Study No.3, DSIR Industrial Operations Unit, State House, High Holborn, London W.C.1., 1964, p.19.
- [7] JANÁK, K. *Sklady dřevní suroviny*. 1. vydání, Brno: MZLU v Brně. 2008. s.133. ISBN 978-80-7375-214-9.
- [8] JANÍK, O. *Některá pilařská zařízení v USA, Kmenové pásovky Bardet-Marçol*. s.63-91. In SPURNÝ B. *Požez kulatiny a strojní obrábění dřeva v pilařských závodech*. (sborník X.) 1. vydání, Praha: Průmyslové vydavatelství, 1951. s. 128. 70635.
- [9] KLEMENT, I., DETVAJ J. *Technológia prvostupňového spracovania dreva*. 2. vydání, Technická univerzita vo Zvolene, 2013. s. 325. ISBN 978-80-228-2524-5.
- [10] KVIETKOVÁ, M., BOMBA, J. *Pilařské zpracování dřeva, technologie požezu rámovou pilou*. 1.vydání, Praha: Powerprint, 2013. s. 242. ISBN 978-80-87415-79-5.
- [11] KVIETKOVÁ, M. *Obrábění dřeva*, CARTER Praha, 2015. s. 295. ISBN 978-80-213-2604-0.
- [12] LISIČAN, J. a kol. *Teória a technika spracovania dreva*. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. s. 626. ISBN 80-967315-6-4.
- [13] POPOV, Z. *Sawing speed of band saw machines*. Nauchni Trudove Lesotekhnicheski-Universitet, Sofia Mekhanichna Tekhnologiya na D"rvesinata. 1996. 37, s. 137-144.

[14] PROKEŠ, S. *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva*. Praha: SNTL, 1982. s. 354 – 437. ISBN 04-833-82.

[15] PROKOPEC, M., ŠEDIVÝ M. *Příručka pro pilaře*. 1.vydání, Praha: STNL, 1962. s.192. typové číslo L19-E1-IV-31/8494.

[16] REINPRECHT, L. *Ochrana dřeva*. 2.vydání, Technická univerzita vo Zvolene, 2012. s. 453. ISBN 978-80-228-2351-7.

Internetové zdroje:

[17] <http://mapy.cz/letecka?x=13.3881902&y=50.1019539&z=18> (10. 4. 2016)

[18] <http://www.eur-palety.cz/index.html> (14. 3. 2016)

[19] <http://baljer-zembrod.cz> (10. 4. 2016)

[20] <http://www.norwoodsawmills.com/cut-your-own-lumber-portable-sawmill> (12. 3. 2016)

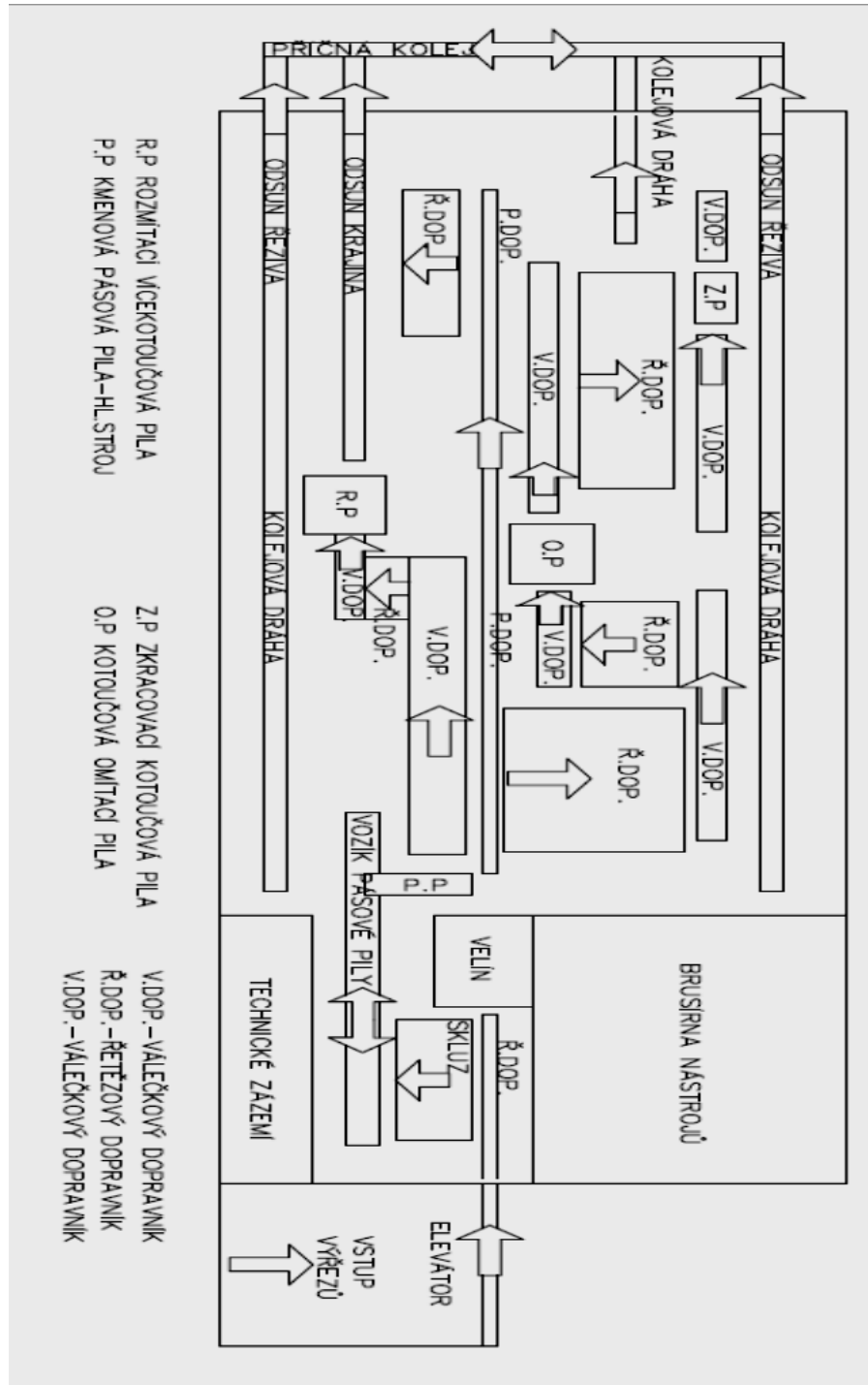
[21] http://eos-oes.eu/en/about_eos.php (11. 4. 2016)

[22] <http://www.holtec.de/> (10. 4. 2016)

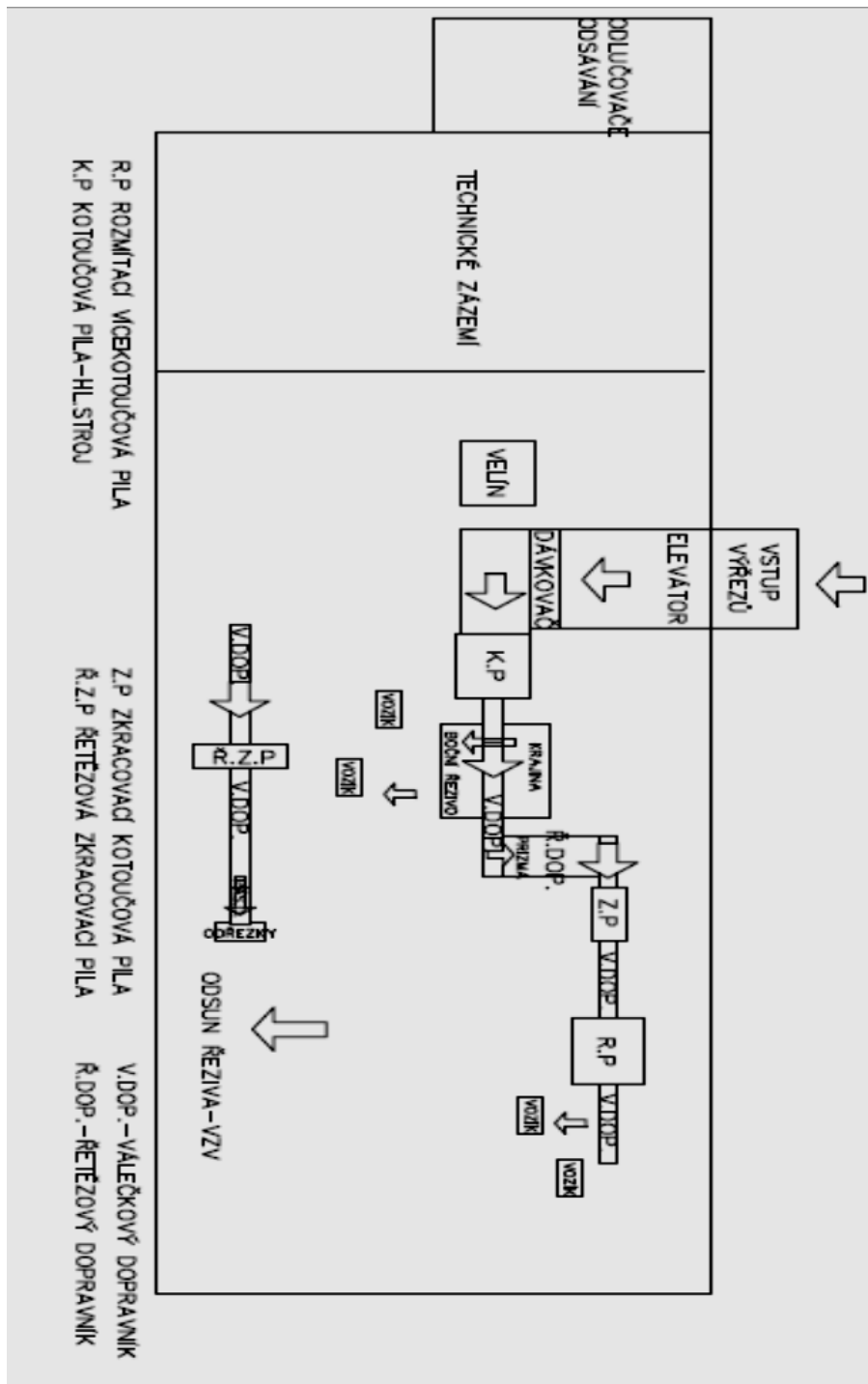
[23] <http://www.procutportablesawmills.com/index.html> (6. 4. 2016)

[24] http://forestnet.com/media_kit.php (3. 4. 2016)

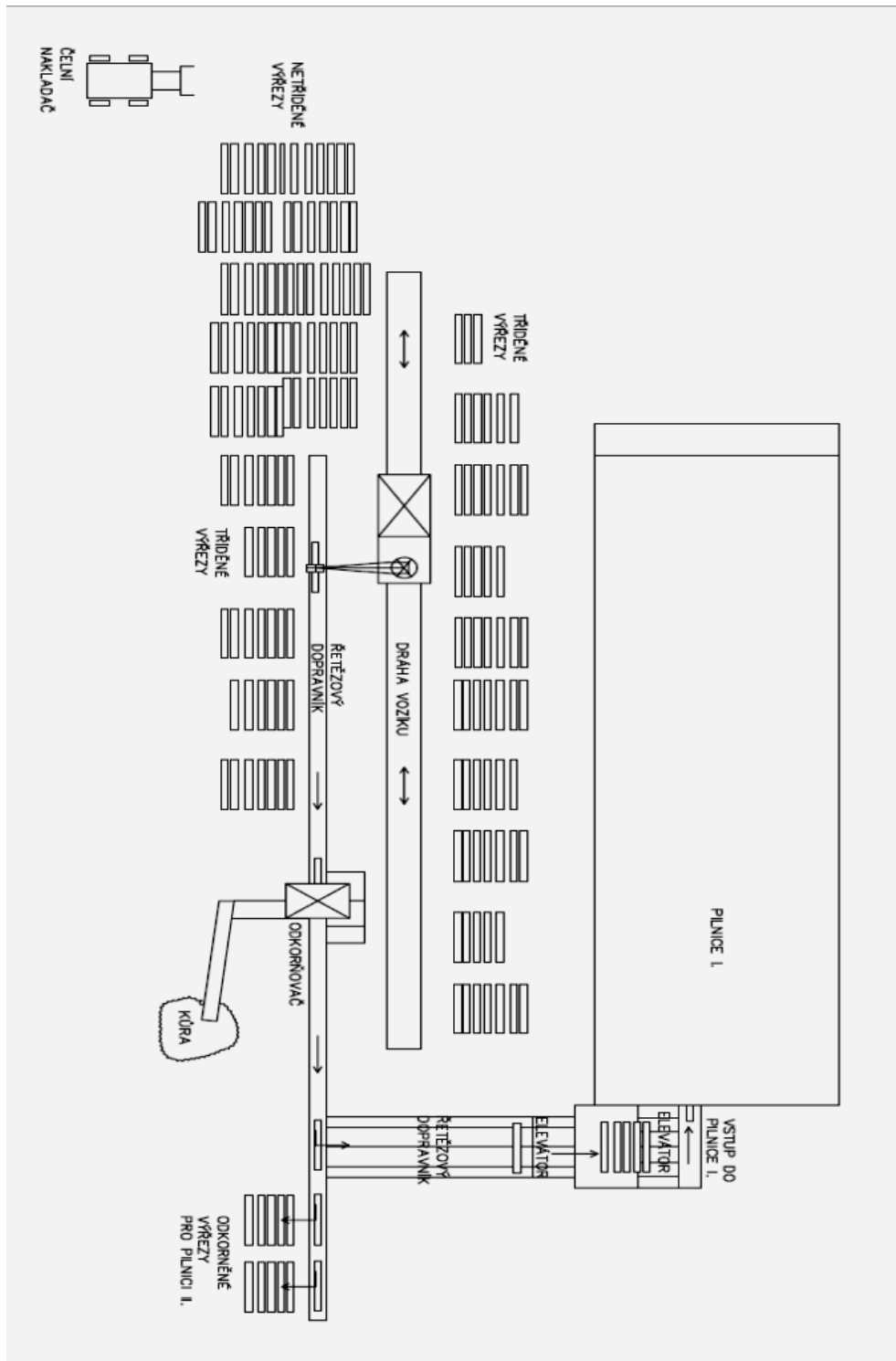
6. Přílohy



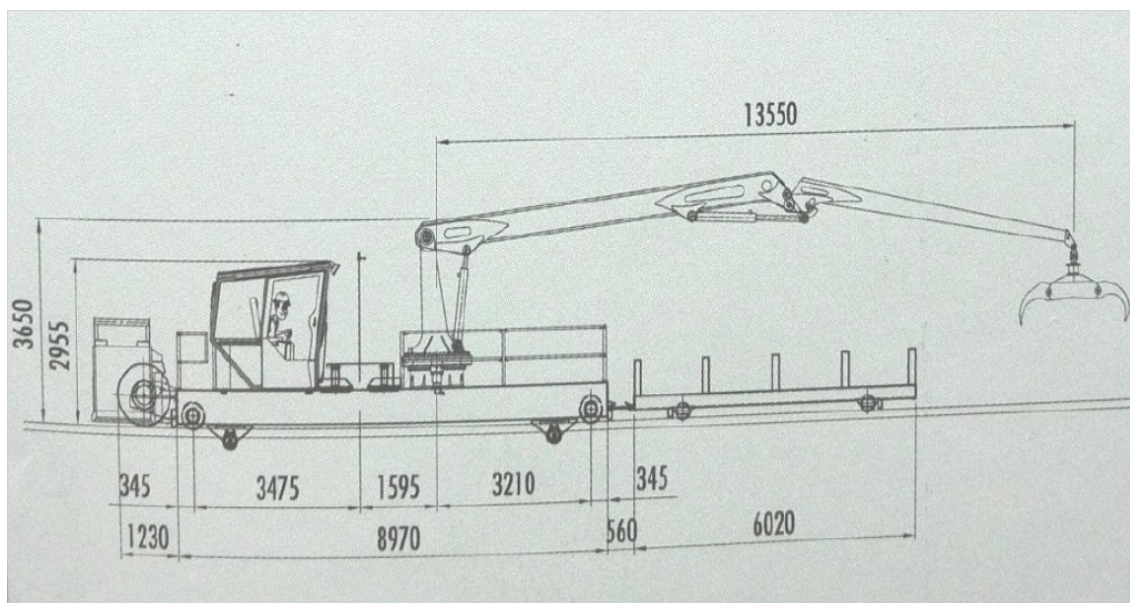
Příloha 1 Blokové schéma pilnice I. stav v r. 2015



Příloha 2 Blokové schéma pilnice II. stav v r. 2015

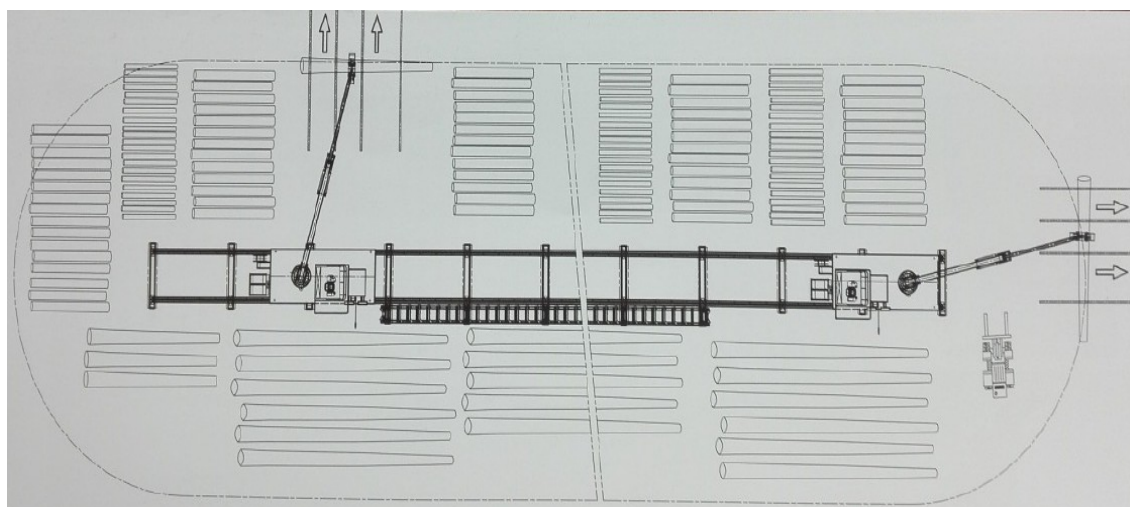


Příloha 3 Blokové schéma – výsledné řešení manipulačního skladu



Příloha 4 Třídící a rozvážecí vozík RSTW – schematické zobrazení

(archiv Baljer – Zembrod)



Příloha 5 Třídící a rozvážecí vozík RSTW – schematické zobrazení disponibility

(archiv Baljer – Zembrod)

Příloha 6 CD medium - diplomová práce v elektronickém formátu