

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Technologický uzel rozmítací pily a jeho vliv na plynulost výroby

Bakalářská práce

Autor: Libor Burian

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

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Libor Burian

Dřevařství

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Technologický uzel rozmítací pily a jeho vliv na plynulost výroby

Název anglicky

Technological node of the multi rip saw and its influence on the flow of production.

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je charakteristika dřevozpracujícího provozu společnosti Matrix a.s. Divize Wood. Prevence – upozornění na možné konstrukční vady uzlu rozmítací pily, které mohou negativně ovlivnit plynulost výroby.

Metodika

Charakteristika dřevozpracujícího podniku, získání a uspořádání informací od provozních pracovníků Divize Wood (Matrix a.s.). Stanovení závěrů ohledně dané problematiky a vyvození následných doporučení. Na základě získaných informací z podniku navrhnout doporučení pro zlepšení plynulosti výroby.

Časový harmonogram zpracování závěrečné práce bude probíhat v základních a metodologicky odlišných etapách:

1/ červenec – srpen 2020: literární rešerše – analýza literatury s přehledem dosavadních poznatků o řešeném problému a vymezení základních pojmů, které budou používány v práci,

2/ září – říjen 2020: získání a uspořádání informací z podniku, formulaci hypotéz jejich operacionalizaci,

3/ listopad – prosinec 2020: proveden návrh – doporučení pro zlepšení plynulosti výroby Divize Wood (Matrix a.s.),

4/ leden – březen 2021: vyhodnocení a dokončení závěrečné práce,

5/ duben 2021: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stránek

Klíčová slova

výroba, rozmítací pila, technologie, surovina

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. Band 2. 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 požezu 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). 1992. s. 29-36.
- LISIČAN, J. a kol.. Teória a technika spracovanie dreva. Prvé vydanie. Zvolen: Matcentrum Zvolen. 1996. 626 s., ISBN 80-967315-6-4.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 8. 7. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 21. 01. 2021

Prohlášení

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Technologický uzel rozmítací pily a jeho vliv na plynulost výroby vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové, PhD. a použil jen literaturu, kterou použiji 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 výsledky její obhajoby. „

V Praze dne:

Libor Burian

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při vytváření této práce. Dále bych chtěl poděkovat řediteli divize Wood panu Martinu Mandysovi a zástupci ředitele panu Ing. Ondřejovi Jägerovi za praktický výklad a rady při tvoření této práce.

Děkuji též mé rodině a mým nejbližším za podporu a trpělivost, jak při celém mém studiu na Fakultě lesnické a dřevařské ČZU, tak i při psaní této práce.

Abstrakt

Technologický uzel rozmítací pily a jeho vliv na plynulost výroby

Bakalářská práce pojednává o technologickém uspořádání pilnice ve firmě Matrix a.s. v Třebešově. Zvláštní důraz je kladen na úsek, kde se nachází uzel rozmítací pily. Jsou zde propojena zcela ojedinělým způsobem hlediska teorie a praxe, jimiž probíhala zkoumání a analýza možných příčin defektů a vad rozmítacích pil. Práce mapuje chronologickou posloupnost konkrétních problémů, které společnost Matrix a.s. musela řešit u rozmítacích pil různých výrobců. Obsažen je zde popis kvalitativního posunu, který byl zaznamenán postupnými odbornými zásahy a výměnami defektních celků. Jsou tu též vyvozeny podmínky nutné pro plynulý tok materiálu a jeho vliv na celkovou produktivitu pilnice. Tento aspekt bude naplňovat nová rozmítací pila Mebor, u které se nebudou vyskytovat omezení a vady předchozích rozmítacích pil, a naopak zaručí vysokou efektivitu a flexibilitu výroby.

Klíčová slova: výroba, rozmítací pila, technologie, surovina

Abstract

Technological node of the multi rip saw and its influence on the flow of production

The bachelor's thesis deals with the technological arrangement of the sawmill in the company Matrix a.s. in Třebešov. Special emphasis is placed on the section where the saw blade node is located. They are connected in a completely unique way in terms of theory and practice, which were used to investigate and analyze the possible causes of defects and defects of reciprocating saws. The work maps the chronological sequence of specific problems that the company Matrix a.s. had to deal with reciprocating saws from various manufacturers. There is a description of the qualitative shift, which was recorded by gradual professional interventions and replacements of defective units. The conditions necessary for the smooth flow of material and its influence on the overall productivity of the sawmill are also derived here. This aspect will be fulfilled by the new Mebor reciprocating saw, which will not have the limitations and defects of the previous reciprocating saws and, on the contrary, will guarantee high efficiency and flexibility of production.

Key words: manufacture, multi rip saw, technology, raw material

OBSAH

1	Úvod	10
2	Cíl práce	12
3	Představení provozu	13
3.1	Koncept pilnice v Třebešově	14
3.1.1	Půdorys pilnice a adjustace	14
3.1.2	Popis výrobního procesu na pilnici	15
3.1.3	Příprava prizem do rozmítací pily	15
3.1.4	Pásová pila.....	16
3.1.5	Rámová pila.....	17
3.2	Začlenění rozmítací pily do nového konceptu pilnice	19
3.2.1	Rozmítací pila	20
4	Představení rozmítacích pil postupně použitých v konceptu pilnice na pile v Třebešově	23
4.1	Rozmítací pila jednohřídelová MÖHRINGER MN 180	23
4.1.1	Hodnocení rozmítací pily Möhringer MN 180.....	24
4.2	Rozmítací pila dvouhřídelová MS HNS- 2-160	26
4.2.1	Hodnocení rozmítací pily MS HNS-2-160.....	27
4.2.2	Klady rozmítací pily MS-HNS-2-160	27
4.2.3	Zápory rozmítací pily MS-HNS-2-160	29
4.2.4	Popis závad.....	29
4.2.5	Profil dělicích klínů	36
4.2.6	Proces zjišťování vad u rozmítací pily MS	40
5	Metodika.....	43
6	Výsledky – návrh rozmítací pily dvouhřídelové Mebor VC 900 DE26.....	44
7	Diskuse	47
8	Závěr.....	48
9	Seznam literatury a použitých zdrojů	49
10	Přílohy	51

Seznam obrázků

Obrázek 1: Pila Třebešov (interní doklady divize Wood).....	13
Obrázek 2: Uspořádání pásové a rámové pily.....	16
Obrázek 3: Vozík pásové pily s kmenem.....	17
Obrázek 4: Kmen při opracování	17
Obrázek 5: Rámová pila a válečkový dopravník.....	18
Obrázek 6: Uspořádání rozmítací pila a adjustace	19
Obrázek 7: Popis pilového kotouče (LEITZ, 2015).....	22
Obrázek 8: Rozmítací pila Möhringer MN 180	23
Obrázek 9: Rozmítací pila MS HNS-2-160	26
Obrázek 10: Celkový pohled do rozmítací pily MS.....	27
Obrázek 11: Zakrytí pilových hřídelí	28
Obrázek 12: Odsávání pilin.....	29
Obrázek 13: Utržený kotouč na vymežovacím kroužku	30
Obrázek 14: Zvedání bezpečnostních klínů	31
Obrázek 15: Podepření bezpečnostních klínů	31
Obrázek 16: Vytlučení zaseklé prizmy palicí	32
Obrázek 17: Nesouměrná osa.....	33
Obrázek 18: Měření výšky přítlačných válců	34
Obrázek 19: Ostřikování kotoučů – chybný materiál a umístění	35
Obrázek 20: Deformace dělicích klínů.....	35
Obrázek 21: Spálený pilový kotouč	36
Obrázek 22: Postavení klínu vůči pilovému kotouči před úpravou profilu	37
Obrázek 23: Postavení klínu vůči pilovému kotouči po úpravě profilu.....	38
Obrázek 24: Krajina v prostoru středového řeziva.....	39
Obrázek 25: Rozmítací pila Mebor VC 900 DE26	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry rozmítací pily Möhringer MN 180	23
Tabulka 2: Konstrukční uspořádání rozmítací pily Möhringer MN 180	24
Tabulka 3: Technické údaje rozmítací pily MS HNS-2-160.....	26
Tabulka 4: Technologická data rozmítací pily Mebor VC 900 DE26	45

1 Úvod

Jelikož ve společnost Matrix a.s. je ve většinovým vlastníkem naše rodina, měl jsem možnost od raného dětství sledovat aktivity jednotlivých divizí. Přimo v Třebešově, mém rodné bydlišti, se nachází hlavní sídlo společnosti Matrix a.s. a také pila patřící do divize Wood. Zde jsem v průběhu času jako dělník dřevařské výroby strávil mnoho brigád a postupně získával zkušenosti v oblasti pilařské výroby.

Postupem času mě začali zajímat veškeré aktivity spojené s přírodou, zemědělstvím, myslivostí a lesnicko-dřevařským odvětvím. A proto jsem si jako střední školu zvolil Českou lesnickou akademii v Trutnově, která mi otevřela obzory v myslivosti a lesnictví a dala kvalitní základy pro můj osobnostní a profesní růst, čehož si velmi vážím.

V této době mého středoškolského studia jsem však začal intenzivněji a souvisleji chápat ekonomické procesy spjaté s provozem a řízením výrobních závodů. Pila v Třebešově, která zahájila svůj provoz v roce 1992, byla v roce 2014 již za zenitem své předešlé výkonnosti a s dvěma starými rámovými pilami nedosahovala potřebné konkurenceschopnosti. Z mnoha diskuzí a analýz postupně vyplynuly pouze dvě možnosti. První - dřevozpracující sektor úplně opustit a vyklidit pozice, což by však po dvaceti letech zkušeností a navázaných obchodních vztahů a přátelství byla nesmírná škoda. Zvítězila tak přirozeně možnost druhá – zpracovat nový investiční záměr, na základě, kterého se pila a přilehlé prostory v areálu v Třebešově přetvoří do zcela nové a moderní podoby.

Začala tak doba intenzivních konzultací nad budoucím konceptem nové pilnice a hledání potenciálních dodavatelů pořezové technologie. Zástupci společnosti navštívili četné pilařské provozy v Rakousku, Německu i České republice a získali rozsáhlé panorama možných řešení. Když se s konečnou platností zvolil vhodný technologický koncept budoucího řešení a vybral generální dodavatel technologií (Simon Möhringer Anlegenbau GmbH s více jak 120-ti letou tradicí v oboru), byly na pile v Třebešově zahájeny nezbytné úkony vedoucí k ukončení stávající výroby a k přípravě areálu na stavební práce.

Nejvýznamnější investiční počín v historii společnosti Matrix a.s. byl úspěšně dokončen na podzim roku 2017, kdy celá technologie nové pilnice zahájila zkušební provoz. Je přirozené a zároveň předem očekávané, že v počátečním období zpravidla nikdy nedosahuje pořezový výkon na počátku požadovaných a nadefinovaných hodnot. Toto je dané zejména nutností zacvičit obslužný personál a naučit ho nové technologie efektivně využívat.

Když však ani po roce výkony pilnice ani zdaleka nedosahovaly očekávaných hodnot, museli se rebilancovat a redefinovat na začátku nastavené parametry výroby a ověřit reálnost jejich možného plnění. A právě zde se objevila pravděpodobná chyba ve volbě rozmítací pily. Všechny tyto diskuze a problémy jsem takřka na živo viděl a vnímal. Odtud vyplynul můj zájem zaobírat se problematikou začlenění rozmítacích pil do konceptu pilnice hlubším a systematictější způsobem.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení vlivu zvolené rozmítací pily na celkový provoz a výkon pilnice. Rozmítací pila nevhodných technických parametrů může výrazně ovlivnit plynulost výroby, celkový pořezový výkon a tím ekonomickou profitabilitu celé pilnice. Proto je mým záměrem, po předchozích negativních zkušenostech divize Wood, poukázat na hrozbu reálných vad a defektů, při jejichž znalosti je v budoucnu možné konkrétní rozmítací pilu odborně zhodnotit a předem se tak vyvarovat možných budoucích zklamání.

3 Představení provozu

V roce 1991 byla založena společnost Matrix a.s. (v době vzniku jako s.r.o.), která se nachází v podhůří Orlických hor nedaleko města Rychnov nad Kněžnou. Ve společnosti jsou čtyři samostatné divize, jejichž podnikatelská činnost je zaměřená na různé segmenty. Divize Wood na zpracování dřeva, Automotive, Autocentrum na prodej a servis vozů Škoda, Windows na výrobu oken a dveří.

Nejstarší divizí je od 1.1. 1992 divize Wood, která provozovala postupně tři pilařské provozy v regionu – jakožto mateřský provoz pilu v Třebešově u Rychnova nad Kněžnou, pilu v Mokřém u Opočna a pilu v Třebechovicích pod Orebem. Pila v Mokřém a Třebešově zpracovávala pouze jehličnatou kulatinu zejména smrk a modřín a pila v Třebechovicích pod Orebem kulatinu dubovou. Postupnou modernizací pily v mateřském areálu v Třebešově byla ukončena pilařská činnost, jak v Mokřém, tak v Třebechovicích pod Orebem.

Pilařský provoz v Třebešově (Obrázek 1) zpracovává z převážné části modřínovou a dubovou kulatinu, doplňující dřeviny jsou smrk a borovice. Nabízí stavební a truhlářské řezivo, hoblované výrobky, hranoly KVH a BSH, dřevěné štafle, štěpku a pilinu. Nabídku služeb rozšiřují velkokapacitní sušárny, kde se jednorázová vsádka pohybuje v rozmezí 650-800 m³, což závisí na konkrétních rozměrech řeziva. Doplňující službou je ochrana řeziva proti škodlivým činitelům v impregnační vaně. Zaměstnanci pilnice pracují s moderními technologiemi na pořezových agregátech, jejichž kombinace ve skladbě pásová pila, rámová pila a rozmítací pila nemá ve střední Evropě obdoby. Jehličnaté i listnaté dřeviny zpracovávají na jednu místě. Operátoři využívají maximálně efektivní pořezová schémata a neplýtávají tak vstupní surovinou. Pilnice je schopna zpracovat kulatinu v čepovém rozmezí 12 až 100 cm a v délkách od 2,5 až 13 m. Aktuální roční kapacita pořezu přesahuje 50 000 m³.



Obrázek 1: Pila Třebešov (interní doklady divize Wood)

3.1 Koncept pilnice v Třebešově

Téma nového konceptu pilnice s rozmítací pilou se stalo velice aktuálním v době, kdy dosavadní pořezové stroje (dvě rámové pily za sebou) končily svoji pořezu schopnou udržitelnost a náklady na jejich údržbu začínaly být ekonomicky nerentabilní. Taktéž způsob třídění řeziva přestal být vyhovující pro aktuální potřeby zákazníků.

Původní koncept dvou rámových pil za sebou, kdy jedna rámová pila prizmuje a druhá „zpátkuje“, neboli vyrábí z prizmy konečné hraněné řezivo, byl již toho času v pilařském oboru dávno překonán. Požadavky zákazníků na kvalitu opracování řeziva nabyly postupem času takové důležitosti, že zakomponování rozmítací pily se stalo nezbytností. Po mnohých úvahách a odborných konzultacích se investor rozhodl pro koncept multifunkční pily, kdy před uzem rozmítací pily byla umístěna pásová i rámová pila. Zároveň zůstala zachována možnost zpracovávat kulatinu vyšších čepových průměrů pouze skrze pásovou pilu, která vyrobí prizmu a předá ji ke konečnému pořezu na pilu rámovou a uzem rozmítací pily je tak zcela vynechán. Zároveň pro zhodnocení té nejkvalitnější oddenkové kulatiny lze pouze skrze pásovou pilu vyrábět truhlářské řezivo různých tloušťek. Je však nutné konstatovat, že veškeré pořezy bez potřeby rozmítací pily jsou pouze okrajovou záležitostí – v případech, kdy je zákazníkem požadován zcela nadstandardní rozměr produktu (to je rozměr prizmy nad horní mezí průchodnosti rozmítací pilou) nebo nutnost nejkvalitnější kulatiny co nejefektivněji ekonomicky zhodnotit (na příklad do truhlářského řeziva).

3.1.1 Půdorys pilnice a adjustace

1. Na uvedené příloze číslo 1 se zcela vpravo nachází zásobní kaskáda na kulatinu a vlevo od ní odkorňovač. Specialitou je, že odkorňovač není umístěn v obvyklém prostoru manipulace, kde probíhá přejímka kulatiny, ale těsně před vstupem do pilnice. Toto umístění odkorňovače bylo zvoleno zejména s ohledem na pořez modřínové kulatiny, která je díky tomu uchovávána po celou dobu před pořezem na vyčepovaných skládkách v kůře. Nedochozí tak k poškození hmoty vlivem klimatu, kdy především od pozdního jara do ranného podzimu vzniká velmi mnoho vysušných trhlin.

2. Na středové části obrázku se nacházejí pořezové agregáty (pásová pila, rámová pila, rozmítací pila, kapování bočního řeziva, omítání bočního řeziva) a příslušné dopravníkové trasy. Toto je srdce pily, které podrobněji bude popsáno níže (Příloha 2).

3. Zcela vlevo na obrázku se nachází prostor (hala) adjustace neboli třídění vyrobeného řeziva. Zde upozorňuji, že právě tato „malá“ hala bývala před investicí starou pilnicí a nacházely se v ní dvě rámové pily, větší na prizmování a menší na zpátkování. Horní strana levé části znázorňuje sled boxů na středové řezivo, které do adjustační haly přichází po válečkové dráze z pilnice (teda ze středové části obrázku - půdorysu). Záměrně volím termín „po válečkové dráze“, neboť středové řezivo se na válečkovou dráhu může dostat ze třech různých míst pilnice:

- z pásové pily při pořezu truhlářského řeziva a pořezu tzv. na ostro,
- z rámové pily při pořezu tzv. na ostro a při pořezu hraněného řeziva, kdy je prizma větší než 260 mm,
- z rozmítací pily (což je případ nejčastější, cca 95 %), kdy jak pásová, tak rámová pila vyrábějí prizmu do tloušťky 260 mm (Palovič, 1981).

3.1.2 Popis výrobního procesu na pilnici

Před samotným tématem rozmítacích pil je nezbytné detailněji popsat výrobní tok materiálu skrze technologický koncept nové pilnice (po investici v roce 2017) (Příloha 2). Pomímám záměrně podrobnější rozbor oblasti předpilí, které jsme se věnovali v předchozí části v bodu 1. Nutná je pouze informace, že zásobní kaskáda na kulatinu v oblasti předpilí a zásobní kaskáda pro pásovou pilu v pilnici umožňuje zpracování délky 13 m.

Kulatina vstupuje do pilnice na samostatném přívodním dopravníku, který začíná těsně před stěnou haly pilnice. Ihned za touto stěnou se nachází měřicí rám, který načítá jednotlivé kusy kulatiny, jejich středové tloušťky a celkové délky. Výsledný objem je načítán na počítači ve velínu operátora pásové pily. Přívodní dopravník je osazen vyražeči kmenů na příčné zásobní dopravníky pásové pily (dlouhý) a rámové pily (krátký). Dávkování jednotlivých kusů je řízeno automatem dle zaplnění příslušných příčných zásobních dopravníků.

3.1.3 Příprava prizem do rozmítací pily

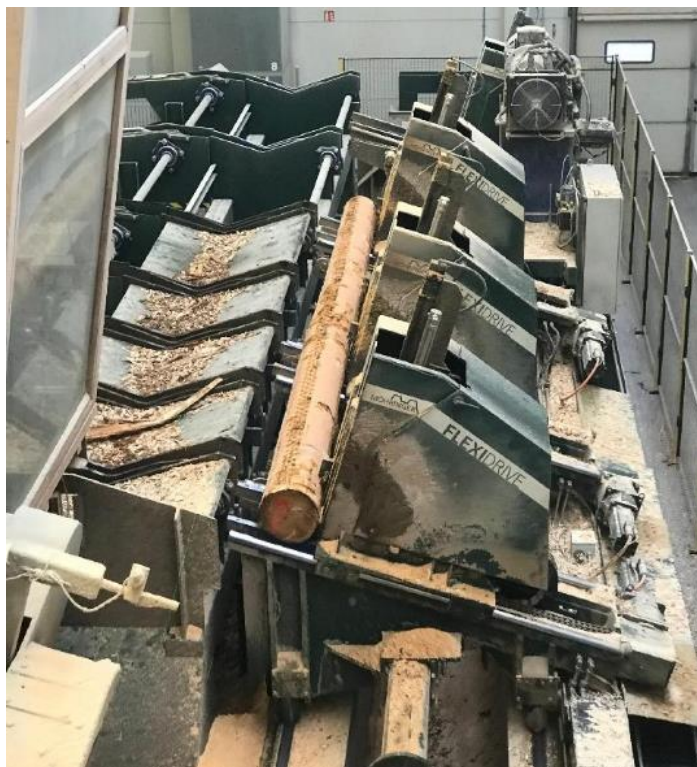
Pořezové agregáty (Obrázek 2) vyrábí prizmu do rozmítací pily poněkud rozdílným způsobem, přičemž výsledný rozměr prizmy má vždy tentýž rozměr.



Obrázek 2: Uspořádání pásové a rámové pily

3.1.4 Pásová pila

Z příčného zásobního dopravníku před pásovou pilou je kmen jednotlivě nadávkován na pojízdny vozík pásové pily (Obrázek 3). Zde je kulatina hnaným řetězem po zohlednění případných vlivů křivosti, sukovitosti, sbíhavosti a čelních trhlin natočena do optimální pozice. Takto pozičně ustavena se zafixována upínacími háky na věžích vozíku pásové pily. Vozík s upnutou kulatinou se pohybuje (různou rychlostí - dle čepového průměru) nejprve do roztřískovače, kde je do štěpky odfrézována vnější oblá část kmene. Při tomtéž pohybu pokračuje kmen na vozíku od roztřískovače do pilového pásu (viz Obrázek 4), který je upnutý na horním a dolním kole (pásovnících). Takto vznikne boční prkno s oblinou, jehož levou vnější stranu vyrobil roztřískovač a pravou vnitřní stranu list pásové pily. Kmen se na vozíku vrátí zpět a hnaným řetězem otočen tak, aby se rovnou plochou opřel o věže vozíku. Upínací háky na věžích kmen znovu zafixují a celý proces se opakuje. Pásová pila tímto technologickým postupem vyrobí štěpku, pilinu, dvě až čtyři boční prkna (dle čepové tloušťky kmene a zadaného požezového schématu) a prizmu, která je po válečkovém dopravníku unášena k příčnému zásobnímu dopravníku rozmítací pily (Sladký et.al. 2002, Nordberg a Jarvis, 1996).



Obrázek 3: Vozík pásové pily s kmenem



Obrázek 4: Kmen při opracování

3.1.5 Rámová pila

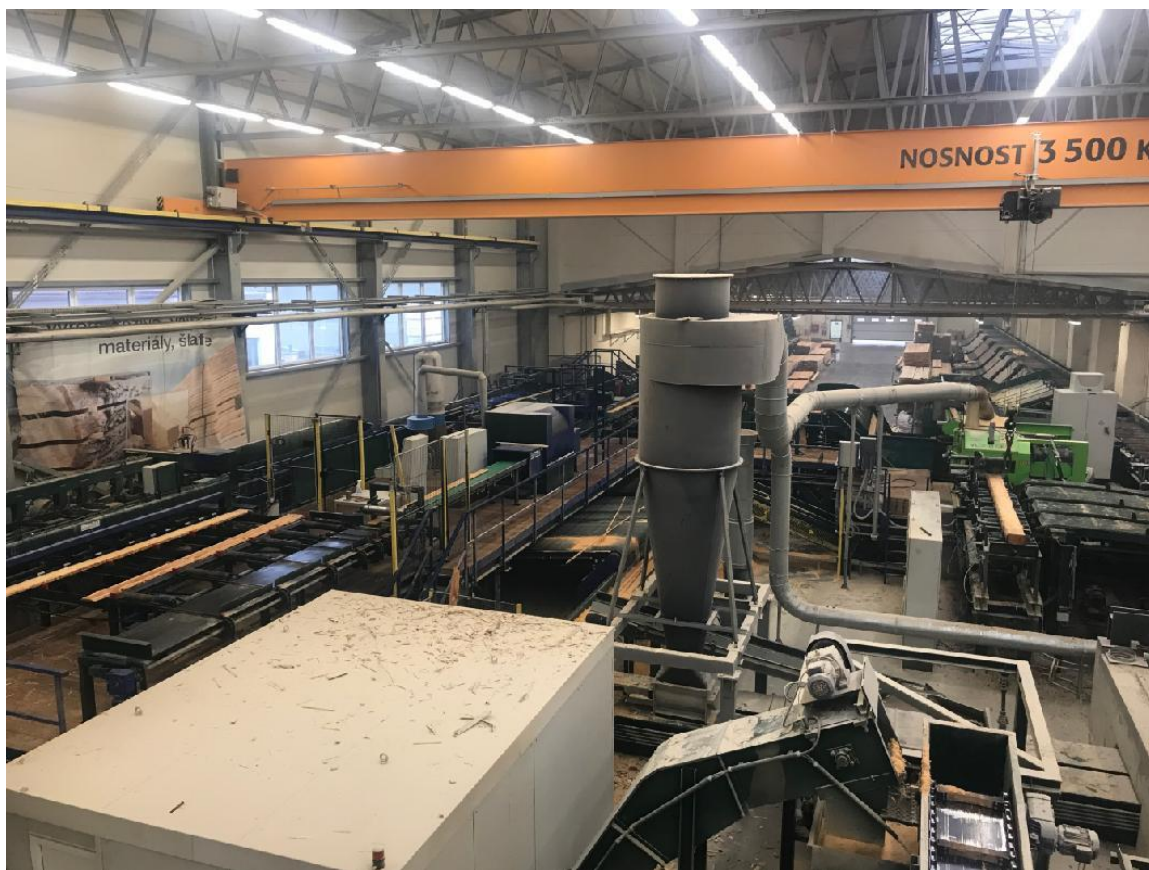
Z příčného zásobního dopravníku před rámovou pilou je kmen nadávkován na vstupní dopravník do středících ježků, jejichž úkolem je nasměrovat kmen do samotné rámové pily optimálně vystředěn. Toto natočení kmene eliminuje i případnou křivost kmene tak, aby byla středová (jádrová) oblast s nejvyšším možným podílem – tzn. i na úkor bočního řeziva (vychází

z cenového tržního ocenění komodit středového a bočního řeziva). Ze středících ježků již kmen vstupuje do vstupních a – po řezném úkonu rámové pily – výstupních podávacích válců rámové pily. Středové a boční řezivo (prizma a prkna) jsou přímo za rámovou pilou separovány dělicími přestavitelnými klíny (Obrázek 5). Po pořezu se první odloučí boční řezivo na vnějších stranách dělicích klínů a pokračuje k příčné zásobní kaskádě určené na vykracování bočního řeziva. Vyrobena prizma uvnitř mezi dělicími klíny je z tohoto prostoru vytlačena následně řezanou prizmou (Fronius, 1984). Vyrobena prizma je po válečkové dráze přepravena přes příčné dopravníky k vlastnímu příčnému dopravníku rozmítací pily.



Obrázek 5: Rámová pila a válečkový dopravník

Jelikož produkci prizem pro rozmítací pilu (Obrázek 6) zajišťuje zároveň pásová a rámová pila, je koordinace dávkování prizem od jednotlivých pořezových agregátů řízena v rámci automatizace dle zaplnění jednotlivých dopravních sekcí.



Obrázek 6: Uspořádání rozmítací pila a adjustace

V další kapitole přiblížím začlenění rozmítací pily v novém konceptu pilnice, protože spolu s pásovou a rámovou pilou tvoří základ strojního zařízení provozu.

3.2 Začlenění rozmítací pily do nového konceptu pilnice

Jelikož záměrem investora bylo uzavřít na pile okruh toku dřevního materiálu a maximálně finalizovat konečný produkt ve vlastní společnosti, je nosným sortimentem kvalitní řezivo určené pro hoblovaný program a výrobu hranolů KVH a BSH. Toto již samo o sobě klade nejvyšší požadavky na rozměrovou stálost řeziva, kdy přesnost zejména tloušťky musí být bezpodmínečně zachována. Právě zde se nejvíce projevuje přednost rozmítacích pil a jiných kotoučových pořezových agregátů.

Je třeba si uvědomit posloupnost postupných rozměrových úběrů:

1. řezivo vyrobíme čerstvé (syrové) v míře tak zvané řezané,
2. řezaný rozměr je následně v sušících komorách vysušen na požadovanou vlhkost a tímto získáváme míru sušenou, v tomto případě můžeme říct též míru účtovanou,

3. tato účtovaná míra (po vysušení) je pro finální zpracování nejdůležitější, neboť musí obsahovat nutné nadměrky pro frézování do konečného produktu (podlahy, palubky apod.).

3.2.1 Rozmítací pila

Rozmítací pily mají robustní konstrukci a pomocí pilových kotoučů dělí kmenové výřezy na hraněné řezivo (Barcík, 2009, Mikolášik, 1981). Tento proces provádí stejně velké pilové kotouče, které jsou upnuty na jedné nebo dvou hřídelích (Kvietková, 2015, Friess, 2006, Klement a Detvaj, 2007). Rozmítací pily jsou výrobcem obvykle konstruovány a dimenzovány na konkrétní rozměrové parametry minimální a maximální tloušťky a minimální a maximální šířky řeziva. Totéž se týká minimálního a maximálního posuvu neboli rychlosti průchodu materiálu rozmítací pilou (Goglia, 1994).

Je vhodné zmínit i jiný způsob dělení rozmítacích pil a to podle druhu vstupního materiálu.

I. vstupní materiál – ostrohranné hranolové řezivo

Vstupní řezivo čtvercového nebo obdélníkového průřezu je v rozmítací pile navedeno na pravítko neboli nulový bod a stálý kontakt s tímto pravítkem je udržován pomocí bočního přitlačného válce. Samotný posuv materiálu skrz rozmítací pilu zajišťují horní a dolní podávací válce nebo horní přitlačné válce a spodní ozubený pás. Při rozmítání takového ostrohranného hraněného řeziva nevzniká žádný odpadní materiál kromě pilin z řezné spáry. Umístění bývá obvykle v následující soustavě: začíšťovací kotoučová pila hned u pravítka (neboli nulového bodu) a následují pily ve vzdálenosti (rozteči) dle požadované řezané tloušťky výstupního řeziva. Takovéto rozmítací pily se v praxi používají zejména ve velkokapacitních pilařských provozech s vysokým požezovým výkonem, a tedy vysokou rychlostí posuvu, kde je prostor pilnice pojat velmi efektivně a jednotlivé požezové stroje mají následující posloupnost: první profilovací agregát (1.), druhý profilovací agregát (2.), nejčastěji dvouhřídelová rozmítací pila (3.).

1. Do prvního opracování vstupuje kulatina, ze které roztřískovači vyrobena štěpka a pilovými kotouči ostrohranné boční řezivo (dle zadaného požezového schématu) a prizma, která vstupuje do následného opracování.

2. Do druhého opracování vstupuje prizma, ze které je opět roztřískovači vyrobena štěpka a pilovými kotouči masivní hranol čtvercového či obdélníkového průřezu, který na konec zpracovává rozmítací pila.

3. Rozmítací pila vyrobí již řezivo finálních rozměrů.

II. Vstupní materiál – prizma

Rámová nebo pásová pila vyrobí v takto pojatém konceptu pilnice prizmu o rozměrech budoucí šířky středového řeziva a po stranách této prizmy boční prkna s oblínou, která jsou dále zpracována na kapovacím a omítacím uzlu. Zde jsou prkna zakrácena tak, aby omítnutím (odstraněním oblín) vzniklo hraněné boční řezivo požadované délky a šířky. Z prizmy, která vstupuje do rozmítací pily (jednohřídelové nebo dvouhřídelové) se pak musí vyrobít jak samotné středové řezivo požadovaných rozměrů, tak boční řezivo (které musí být opět zpracováno na kapovacím a omítacím uzlu).

Aby bylo za rozmítací pilou možno separovat řezivo středové a boční, je nezbytně nutná přítomnost dělicích klínů začínajících co nejtěsněji za kotoučovými pilami v rozmítací pile a pokračujícími na dopravníku za rozmítací pilou. Dělicí klíny by měly mít šířku menší, nežli je tloušťka pilového plátku (řezné spáry).

3.2.1.1 Typy vstupních dopravníků do rozmítacích pil

Prizma může do rozmítací pily vstupovat obecně ze dvou různých vstupních dopravníků.

1. Typem, který je použitý na pile v Třebešově je vstupní dopravník s hnaným unášecím řetězem uprostřed dělených válců. Po nadávkování prizmy z příčného zásobního dopravníku prizem, po vystředění prizmy do optimální polohy přitlačí z vrchu tuto prizmu nepoháněný přitlačný válec, zvedne se spodní ozubený řetěz a vsune prizmu do přitlačných podávacích válců rozmítací pily.

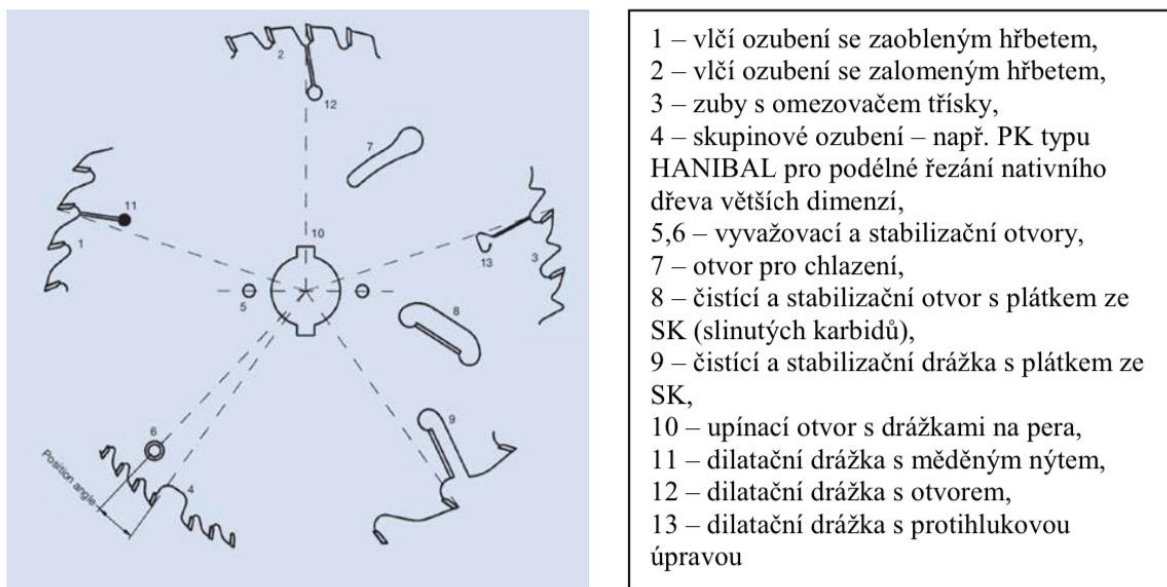
2. Typem vstupního dopravníku, který bývá ve velkokapacitních pilařských provozech běžnější, je poháněný válečkový dopravník s minimálně s jedním rýhovaným válcem ze spodu a z vrchu. Tyto válce zajišťují dostatečný stisk prizmy po celé ploše její šířky a spolehlivé nasměrování (samozřejmě vždy po pečlivém vystředění prizmy) do vstupních válců samotné rozmítací pily.

Nedílnou součástí vstupních dopravníků je středící zařízení, jehož úkolem je vycentrovat prizmu do rozmítací pily tak, aby efekt, co do výtěže, byl neoptimalnější. K tomu slouží středící háky (kleštiny) nebo válce, které prizmu souměrně stlačí na střed vstupního dopravníku. Jeden pár středících klestín je umístěn v co nejkratší vzdálenosti od čela vstupující

prizmy a alespoň další jeden pár před koncem minimální zpracovávané délky. Sofistikovanějším řešením je centrování nikoliv na střed vstupního dopravníku, ale takové, jež pomocí laserového naměřování zohlední případnou křivost prizmy a je schopno centrovat nesouměrně.

3.2.1.2 Charakteristika pilových kotoučů

Pilové kotouče jsou tenkostěnné rezní nástroje, které vykonávají rotační pohyb a mají zuby po obvodě. Pilové kotouče se používají na podélné a příčné dělení materiálů (Prokeš, 1982, Řasa a Gabriel, 2000). Dle charakteru děleného materiálu mají všestranné využití. Lze s nimi obrábět podle typu pilového kotouče dřevo a materiály na bázi dřeva, plasty, lehké kovy atd. Liší se podle použití materiálu na výrobu pilového kotouče průměrem a tvarem, konstrukčními úpravami v rezní části a na ploše kotouče (Afanasiev, 1962). Obvykle jsou na laserovém centru vypalovány z ocelového plechu poté osazovány pilovými zuby z kvalitních slinutých karbidů. Popis pilového kotouče je znázorněn na obrázku (7).



Obrázek 7: Popis pilového kotouče (LEITZ, 2015)

4 Představení rozmítacích pil postupně použitých v konceptu pilnice na pile v Třebešově

Tato kapitola má přiblížit následující rozmítací pily na divizi Wood v Třebešově.

4.1 Rozmítací pila jednohřídelová MÖHRINGER MN 180

Rozmítací pila Möhringer (Obrázek 8) umožňovala řezání různých druhů a rozměrů kulatiny do výšky prizmy 180 mm (Tabulka 1). Výrobce Möhringer jako německá rodinná firma, která funguje už 4 generace si zakládá na dlouholetých zkušenostech v dřevozpracujícím odvětví.



Obrázek 8: Rozmítací pila Möhringer MN 180

Rozmítací pila byla navržena pro tyto dohodnuté rozměry.

Tabulka 1: Parametry rozmítací pily Möhringer MN 180

Minimální šířka modelů a hranolů	140mm
Maximální šířka modelů a hranolů	500mm
Minimální tloušťka modelů	50mm
Maximální tloušťka modelů	180mm
Minimální délka modelů	2000mm
Maximální délka modelů	5000mm
Maximální počet listů pily	10 kusů

Tabulka 2: Konstrukční uspořádání rozmítací pily Möhringer MN 180

Pol.	Název	Typ	Rok výroby	Výkon
1	Podávací stůl	EZKB	2017	2,2 kW
3	Vícelistá kotoučová pila	MN 180	2017	170 kW
4	Dvojitý válečkový dopravník	RG	2017	4,4 kW

Podávací zařízení (Tabulka 2) - sestaveno z pneumaticky zavedeného a spouštěného řetězu, který modely dopravoval rovně ke stroji. To mělo rozhodující význam pro přesnost řezání a přímé vedení modelu. Pohon řetězu byl zajištěn motorem s převodovkou, který byl instalován v kotoučové pile. Do podávacího stolu byly začleněny svorky. Ty prizmu hydraulicky sevřely a centrovali.

Vícelistá kotoučová pila (rozmítací pila) (Tabulka 2) - byla provedena jako kotoučová pila s fixním upínáním. Jednotlivé listy pily přitom fungovaly synchronně. Řezané prizmy byly dopravovány šesti spodními a dvěma horními podávacími válci, poháněnými frekvenčně řízeným a reverzibilním posuvem. Oba horní válce byly aktivovány hydraulicky, aby bylo zajištěno dokonalé vedení prizmy.

Dvojitý válečkový dopravník (Tabulka 2) - veškeré řezivo se dopravovalo ven po dvojitém válečkovém dopravníku. Vystupovalo z vícelisté kotoučové pily a bylo rozděleno na hlavní výrobky – středové řezivo (mezi dělicími klíny) a okrajové výrobky – boční řezivo. Středové řezivo bylo unášeno úzkým válečkovým dopravníkem a dále přepravováno k třídění. Boční řezivo procházelo válečkovým dopravníkem, podepřeno hydraulicky spouštěnými válečky na dva plechové stoly. Ty byly uspořádány vlevo a vpravo a předávaly boční řezivo hydraulickým sklopením dolů na příčný dopravník pod sebou. Oba válečkové dopravníky sestávaly vždy z válečků na kuličkových ložiskách, poháněných motorem s převodovkou přes řetěz. Řetěz se napínal nastavitelným napínákem. Celý válečkový dopravník byl opatřen krytem proti odlétávání kusů dřeva.

4.1.1 Hodnocení rozmítací pily Möhringer MN 180

Rozmítací jednohřídelová pila společnosti Möhringer byla do konceptu nové pilnice začleněna od samotného počátku. Její výhodou měla být vysoká stabilita kvality řezu a bezproblémové odloučení středového a bočního řeziva po rozmítnutí prizmy.

Jako jedinou výhodu v konceptu lze bohužel jmenovat pouze kvalitní odloučení středového a bočního řeziva při řezu skrz rozmítací pilu a zejména následnou předávku bočního řeziva z dopravníku bezprostředně za rozmítací pilou na příčný zásobní dopravník k vykracování bočního řeziva. (Běžně se totiž stává, že válečkové unášecí dopravníky za rozmítací pilou odlučují nikoliv celý soubor bočního řeziva z obou stran prizmy najednou, ale unášejí a separují jednotlivá prkna v pořadí, jak opouští rozmítací pilu. Prizma, stejně jako kulatina, má samozřejmě jistou sbíhavost, a proto délka jednotlivých bočních prken je velmi variabilní.) Separační dopravník byl zde koncipován se zakrytáním prostoru bočního řeziva po obou stranách a předával vždy celý soubor bočních prken najednou (schematicky: soubor bočních prken – dělicí klín – soubor středového řeziva – dělicí klín – soubor bočních prken).

V oblasti nevýhod jmenuji nejprve velmi problematickou obslužnost (z bezpečnostního i časového hlediska) při výměně kotoučových pil po ukončení výroby dle konkrétního pořezového schématu. Pracovník totiž musel vylézt přímo na rozmítací pilu, odkrytovat ji z vrchní části, v předklonu a zasunut do rozmítací pily povolit a vyjímát jednotlivé pilové kotouče.

Konstrukce a koncept této rozmítací pily nezahrnoval odsávání pilin z řezné spáry, přičemž veškerá vyprodukovaná pilina volně propadala na odlučovací dopravník pilin, který byl společně s násypkou (svodovým zaplechováním) umístěn dole pod rozmítací pilou.

Vzhledem k tomu, že stabilitu řezu zajišťovaly kotouče v parametrech (průměr pilového kotouče 550 mm / tělo 3,8 mm / řezná spára 5,8 mm), nejeví se právě toto ze zpětného pohledu jako výhoda, ale jako nevýhoda. Při volbě rozmítací pily je třeba myslet na optimální kombinaci stability řezu a šířky řezné spáry. Když je řezná spára příliš široká, je stabilita řezu na úkor výtěže, tzn. máme více pilin nežli středového a bočního řeziva a finanční profit výrazně klesá (řádově pilina/středové řezivo v poměru cca 1:15).

Velkou nevýhodou zařazení této rozmítací pily do konceptu nové pilnice však byla maximální výška řezu 180 mm, tzn. všechny prizmy s větší šířkou již nemohly vyrábět současně oba pořezové agregáty (pásová pila a rámová pila), ale pouze rámová pila. Vzhledem k tomu, že se pila v Třebešově dlouhodobě specializuje na zpracování vyšších tloušťkových stupňů, je pak ztráta na celkovém pořezovém výkonu výrazná. Rámová pila totiž místo prizmování v takových případech vyrábí hotový výrobek z prizmy, kterou před tím vyrobila pásová pila. Přitom podíl katru na celkovém pořezovém výkonu se pohybuje mezi 50 – 80 %.

Vzhledem k výše uvedenému tak bylo investorem po dvou letech provozu rozhodnuto vyměnit stávající jednohřídelovou rozmítací pilu společnosti Möhringer za dvouhřídelovou rozmítací pilu společnosti MS Maschinenbau, která měla umožnit pořez prizem již do výšky až 260 mm.

4.2 Rozmítací pila dvouhřídelová MS HNS- 2-160

Rozmítací pila MS HNS – 2-160 (Obrázek 9) byla velmi výkonná a umožňovala řezání různých rozměrů prizem do výšky prizmy 260 mm s výkonnými motory 2 x 160 kW (Tabulka 3). Výrobce této rozmítací pily je německá firma MS Maschinenbau s dlouholetými zkušenostmi ve dřevozpracujícím odvětví.



Obrázek 9: Rozmítací pila MS HNS-2-160

Tabulka 3: Technické údaje rozmítací pily MS HNS-2-160

Výška řezu:	max. 260 mm
Šířka řezu:	max. 750 mm
Rychlost posuvu:	5–30 m/min.
Příkon motoru rozmítací pily:	2 x 160 kW
Průměr pilového kotouče:	400 mm
Podávací motor:	4,0 kW
Průměr pilové hřídele:	85 mm
Max. počet pilových kotoučů:	2 x 18

4.2.1 Hodnocení rozmítací pily MS HNS-2-160

Dvouhřídelová rozmítací pila společnosti MS-Maschinenbau GmbH nahradila předchozí jednohřídelovou rozmítací pilu na přelomu července – srpna 2020 a je vhodné zmínit, že tento čin dával společnosti Matrix a.s. na počátku velkou naději na vyšší pořezový výkon díky možnosti zapojit do prizmování i rámovou pilu od výšky prizmy 190 mm a více (důvody byly uvedeny v předchozí části práce).

Každý úkon technologické přestavby, jenž nahrazuje, obměňuje či vylepšuje původně realizovanou strojní instalaci v sobě vždy skrývá obrovská rizika. Všechny průmyslové (nikoli hobby) pořezové agregáty musí mít kvalitně připravené fundamenty (podloží), které jsou připraveny vždy na míru konkrétního stroje a snižovaly vibrace a chvění (Ling et. al. 1992). Každá přestavba či výměna tak znamená významné bourací a zednické práce při výstavbě nových fundamentů na míru, kde je vždy nezbytností zabezpečit dokonalé propojení starého a nového základu.

4.2.2 Klady rozmítací pily MS-HNS-2-160

Nejvýznamnější výhodou nové rozmítací pily bylo osazení stroje dvěma pilovými hřídelemi (Obrázek 10) umožňujícími průchod prizmy do výšky 260 mm, přičemž překryv osazených kotoučových pil rozdělil námahu a práci obou hřídelů dostatečným podílem. Toto dovolilo maximální využití pořezové kapacity jak pásové, tak rámové pily.



Obrázek 10: Celkový pohled do rozmítací pily MS

Další výhodou byla obslužnost rozmítací pily při výměně kotoučů. Výměna spočívala v odsunutí bočních dvířek (Obrázek 11) s osazenými ložisky a uvolnění matic držících sestavu kotoučů a vymešovacích kroužků v zafixované poloze. Dostatečný prostor vznikl po otevření bočních dvířek umožňoval dokonalé čištění stroje od vnitřních nečistot jako jsou piliny, třísky, zasmolení přítlačných posuvných válců.



Obrázek 11: Zakrytování pilových hřídelí

Vzhledem k přítomnosti horní pilové hřídele, a tedy odlišnému proudění (výhozu) pilin z řezné spáry, obsluhování při výměně pil z boku stroje, a tedy pevnému zakrytování horní části stroje s otvorem pro odtah pilin pomocí odsávání (Obrázek 12), byla součástí investice do rozmítací pily také investice do odsávacího zařízení. Bez tohoto zásahu by nápor objemu pilin byl nadměrný a hromadění třísek a nečistot by zamezil řádné využití pracovního času stroje.



Obrázek 12: Odsávání pilin

Bohužel poslední výhodou rozmítací pily bylo rozměrové typizované usazení kotoučovými pilami o průměru 400 mm, tloušťce těla 2,8 mm a tloušťce zubu (neboli řezné spáře) pouhé 4 mm). V porovnání s první jednohřídelovou rozmítací pilou společnosti Möhringer toto znamenalo výrazné navýšení výtěžku, tzn. přesunutí z pilin do středového a bočního řeziva. V obrazné představě více materiálu prizmy využito do hraněného ostrohranného materiálu nežli do sypaného „odpadu“ v podobě pilin.

4.2.3 Zápory rozmítací pily MS-HNS-2-160

Výčet a popis zaznamenaných vad této konkrétní instalované rozmítací pily společnosti MS Maschinenbau bohužel přinesl investorovi a příslušným technikům nemalé starosti. Tyto však dokázal svým profesionálním přístupem obrátit na velmi cennou zkušenost v oblasti rozmítacích pil včetně vstupních a výstupních dopravníků.

Nežli začnu popisovat postup, jakým byly závady nacházeny, zkoumány, konzultovány a odstraňovány, provedu níže stručný výčet jednotlivých vad.

4.2.4 Popis závad

S nutností začít se intenzivně zabývat problematikou rozmítacích pil přiměla techniky na pile v Třebešově zcela extrémní situace, kdy se několikrát během směny rozmítací pila „zasekla“ a tímto důvodem byly spálené, prasklé a utržené pilové kotouče osazené na hřídeli (Obrázek 13). Velkým varováním byly kotouče, které již nebyly na klínu pilové hřídele, ale po utržení vyjely na vymeňovací kroužek mezi kotouči.



Obrázek 13: Utržený kotouč na vymešovacím kroužku

Velkým problémem byla instalace třech řad svislých bezpečnostních klínů proti zpětnému vrhu. Tyto klíny byly za sebou seřazeny v různé výšce a měly za úkol eliminovat případné odlétání uříznutých krajin a třísek z obou krajů prizmy. To je samozřejmě z bezpečnostního hlediska zcela v pořádku, nicméně ani tento bezpečnostní prvek nesmí být na úkor efektivní funkčnosti dané technologie. Instalované tři řady klínů byly váhově tak těžké, že docházelo k prohýbání závěsných tyčí, na nichž byly jednotlivé klíny umístěny. Obslužné úchopové páky jejichž úkolem je v případě potřeby celou soustavu (řadu) klínů zvednout byly též velmi krátké. Na uvolnění zaseklé prizmy byla nezbytná přítomnost tří osob a každá z nich měla za úkol zvednout příslušnou pákou „svoji“ řadu bezpečnostních klínů (Obrázek 14). Poté následovalo zapření pák řad bezpečnostních klínů (Obrázek 15). Obvykle je u rozmítacích pil dostačující jedna řada klínů – z vrchu a ze spodu.



Obrázek 14: Zvedání bezpečnostních klínů



Obrázek 15: Podepření bezpečnostních klínů

S nepříjemností obsluhovat třemi lidmi tři řady bezpečnostních klínů bezprostředně souvisel vážný obslužný nedostatek chybějícího zpětného posuvu materiálu skrz rozmítací pilu. Bezpečnostní klíny se totiž obvykle zvedají z právě toho důvodu, aby zaseklou prizmu bylo možné vyprostit pomocí zpětného posuvu ze stroje zpět. Pracovníci obsluhující rozmítací pilu byli proto překvapeni, že německý výrobce takovou standardní záležitost opomněl včlenit do základní výbavy stroje. Jak potom měli pracovníci v četných případech zaseklé prizmy postupovat? Nezbylo nic jiného, než protisměrně vytlouct prizmu palicí nebo pomocí portálového jeřábu vytáhnout (Obrázek 16).



Obrázek 16: Vytloukání zaseklé prizmy palicí

Dále si pracovníci všimli, že po průchodu prizmy (ačkoli tato byla na vstupním dopravníku před rozmítací pilou souměrně vystředěna) nevychází navzdory správně zadanému pořezovému schématu středové řezivo dostatečně ostrohranné, ale vychýlené vždy k jedné straně. Tím byl odhalen nesouměrný průchod materiálu rozmítací pilou, čehož příčina byla předmětem dalšího interního šetření (Obrázek 17). Toto bude popsáno níže v části popisující, jak byly zmiňované závady postupně zjišťovány, analyzovány a některé úspěšně odstraňovány – dodavatelem technologie nebo (po dohodě s dodavatelem) vlastní údržbou třebešovské pily.



Obrázek 17: Nesouměrná osa

Posuv materiálu skrz rozmítací pilu zajišťují z vrchu přítlačné válce, které tlačí prizmu na spodní hnané posuvné válce nebo v některých případech na ozubený široký pás. V případě rozmítací pily MS byly před a za pilovými kotouči nahoře i dole přítlačné posuvné válce. Nastavování horních přítlačných válců prováděl obslužný personál po výměně pilových kotoučů a zakrytování pilových hřídelí bočními dvířky vždy dle konkrétní výšky prizmy. Vizualizace nastavené výšky na mechanickém ukazateli vně rozmítací pily byla velmi nepřesná a náchylná na náraz, který výškový údaj následně znehodnocoval a rozhodně neposkytoval dostatečnou jistotu správného nastavení. Stávalo se tak, že prizma neprocházela skrz rozmítací pilu plynulou rychlostí, ale během průchodu se zpomalovala či dokonce zastavovala. To se opět dělo navzdory správnému vnějšimu vizuálnímu nastavení přítlaku, na který obsluha spoléhala. Tímto pracovníci pily pojali podezření na chybnou konstrukci a nastavení propojovacích součástí přítlačného zařízení a provedli fyzická měření, která domněnku potvrdila. Byly zjištěny různé výšky mezi horními a dolními válci – jiná vzdálenost před kotoučovými pilami a za kotoučovými pilami. Zajímavé ovšem bylo, že rozdíly ve výškách (vzdálenost mezi válci před pilou) se variabilně měnily dle různých výšek vyráběných prizem. Pro představu např. u úzkých prizem kolem 100 mm byl přední přítlak před pilovým kotoučem níže než přítlak zadní a u silnějších prizem kolem 200 mm naopak výše (Obrázek 18).



Obrázek 18: Měření výšky přítlačných válců

Pila v Třebešově, jak bylo výše již vícekrát uvedeno, se specializuje na pořez modřínové kulatiny, která se vyznačuje vysokým stupněm prosmolení. Rozmítací pila pak musí splňovat vysoké nároky na eliminaci zanášení pilových kotoučů pryskyřicí. K tomu slouží nejen vnější úprava a ošetření samotných pilových kotoučů odpovídajícími chemickými prostředky, ale taktéž vhodné ostřikování (vlhčení) pilových kotoučů během řezu uvnitř rozmítací pily. Tímto zařízením samozřejmě disponovala i rozmítací pila MS. Zvolený umělohmotný materiál a zejména chybné umístění v prostoru rozmítací pily bylo extrémně náchylné na poškození a demolici působením třísek a krajin přirozeně vznikajících při pořezu sbíhavé (kónické) prizmy. Odpadový materiál zůstávající v prostoru uvnitř byl následující prizmou často unášen a přeměrován do oblasti ostřikovacího zařízení. Ostřikovací zařízení nebylo díky tlakovým ztrátám vznikajícím při deformacích a kolizích s dřevním materiálem možno regulovat na stabilní úroveň vodního rozprašku a kompletně ztrácelo svoji funkčnost (Obrázek 19).



Obrázek 19: Ostřikování kotoučů – chybný materiál a umístění

Vzhledem k tomu, že skrze rozmítací pilu prochází prizma a nikoli hranolové ostrohranné řezivo, je velmi důležitým prvkem koncepční řešení klínů dělicích středové řezivo od řeziva bočního (zvolený materiál klínů, jejich tloušťka, jejich tvar – profil a umístění za samotnými pilovými kotouči). Materiál musí být dostatečně odolný, aby v případě jakékoliv kolize nepraskl a neohrozil bezpečnost práce. Zároveň však nesmí být příliš měkký, aby při téže kolizi nedocházelo k ohýbání, tj. k deformaci klínu v podélné délce (Obrázek 20).



Obrázek 20: Deformace dělicích klínů

Tloušťka klínů by rozhodně neměla přesahovat tloušťku zubu pilového kotouče (neboli řezné spáry), ale naopak by měla být (i s ohledem na zvolený materiál dělicího klínu) co nejmenší. V případě stejné tloušťky klínu jako je řezná spára by se kotoučová pila velmi přehřívala, což by mohlo způsobit až nenapravitelnou deformaci kotouče. Taktéž např. při výrobě dvou nebo třech hranolů nevznikl dostatečně velký prostor, aby se středové řezivo pohodlně vměstnalo do prostoru mezi dělicí klíny. Je totiž samozřejmě rozdíl, jestli středové řezivo vyráběné z prizmy bude mít formu hranolu, fošen nebo tzv. hoblerek (řeziva tenkých tlouštěk, určeného pro další opracování na finální výrobek – např. palubky, podlahy). U hranolů vznikne spára (a tedy volný prostor mezi klíny) např. pouze jedenkrát, avšak u fošen a hoblerek např. 4 – 8krát. Volného prostoru mezi klíny je v tomto případě dostatek. Bohužel u rozmítací

pily MS případ silných dělicích klínů nastal a výše uváděné defekty kotoučových pil způsoboval (vyhřívání těla pil, deformace až likvidace) (Obrázek 21).



Obrázek 21: Spálený pilový kotouč

4.2.5 Profil dělicích klínů

Pod profilem dělicích klínů (Příloha 3) se zde rozumí jejich tvar, který kopíruje co nejpřesněji pilové kotouče, spodní posuvné válce a horní přítlačné válce umístěné v co nejnižší možné poloze uvnitř rozmítací pily (neboli v technologickém minimu stroje). Při zadání požadovaného technologického minima, tj. minimální požadované tloušťky řeziva k rozmítnutí, byla investorem uvedena tloušťka 60 mm, jejíž zpracování bylo velmi okrajovým (takřka zanedbatelným) jevem. Tomuto okrajovému jevu byl ovšem výrobcem od prvopočátku přizpůsoben profil dělicích klínů, který při řezání obvyklých (nejčtenějších) tlouštěk prizem již nevyhovoval a hendikepoval plynulost průchodnosti skrze rozmítací pilu. Řešením by tak byla existence dvou až třech různých párů dělicích klínů, které by se demontovaly a montovaly dle aktuálních požezových schémat neboli tloušťkových skupin prizem. Samotná výměna jednotlivých párů klínů je však i pro zkušené pracovníky údržby časově náročnou operací, jež by nebyla sto kompenzovat (nahradit) případné časové ztráty plynoucí z možných kolizí uvnitř rozmítací pily při používání pouze jednoho typu (profilu) klínů. Zde bylo vhodnější již na počátku při zadání technologického minima zohlednit skutečnou četnost různých tlouštěk

prizem (sortimentu vyráběného řeziva) a dle této četnosti zvolit optimální základní profil dělicích klínů.

S výše uvedeným odstavcem těsně souvisí umístění dělicích klínů vůči kotoučovým pilám. Vzdálenost mezi kotoučem a klínem by logicky měla při pořezu prizem, kde je požadována separace středového a bočního řeziva, co nejmenší.



Obrázek 22: Postavení klínu vůči pilovému kotouči před úpravou profilu



Obrázek 23: Postavení klínu vůči pilovému kotouči po úpravě profilu

Jak v podobě kulatiny, tak v podobě prizem hraje vysokou roli sbíhavost (kónicita) kmene. Když vstupuje do rozmítací pily prizma horním (tenkým) čelem napřed, hrozí zejména u slabších čepových průměrů kulatiny situace, že na samotné boční řezivo nezbyvá téměř žádný prostor. Do dělicích klínů pak po pořezu z kotoučových pil po vnějších stranách „najíždí“ vedle souboru středového řeziva nikoli prkna, ale špičaté krajiny. Jelikož u rozmítací pily MS se dělicí klíny nenacházeli bezprostředně za pilovým kotoučem, docházelo k chybné separaci takovýchto bočních krajín (Obrázek 22). Místo toho, aby byly dělicím klínem správně navedeny vně do oblasti pro boční řezivo, najížděly krajiny velmi často do oblasti pro řezivo středové. Jelikož tato oblast (vnitřní vzdálenost mezi oběma klíny) byla předem zafixována a striktně vymezena, nezbyl pro další dřevní hmotu žádný prostor. Krajina, která byla dělicím klínem nebo chvěním materiálu při průchodu rozmítací pilou navedena navzdory výše uvedenému omezení do prostoru středového řeziva, způsobila upěchování dřevní hmoty ve středovém prostoru (Obrázek 24). Podávací válce natlačovaly hmotu z rozmítnuté prizmy hlouběji a hlouběji mezi klíny. Nesouměrný průchod materiálu po zaklínění krajiny zároveň vytvářel tlak na těla pilových kotoučů. Konečnou fází takovéto kolize vždy bylo nadměrné tření materiálu o kotouče, zadýmení prostoru uvnitř i kolem rozmítací pily a na závěr zastavení posuvu po

definitivní destrukci kotoučových pil. Proto muselo dojít k úpravě profilu dělicích klínů u rozmítací pily MS (Obrázek 23).



Obrázek 24: Krajina v prostoru středového řeziva

Pro bezproblémovou obslužnost rozmítací pily je důležitá možnost dokonalé aretace (zafixování polohy) dělicích klínů. Toto zajišťují šroubovice – torzní tyče – ovládané nastavovacími mechanismy (kolečky, klikami) vně rozmítací pily. Jsou-li torzní tyče nedostatečně zakrytovány, jejich drážky se rychle zanesou odpadním materiálem vznikajícím při pořezu (piliny, prach, pryskyřice). Chce-li obsluha po ukončení konkrétní pořezové dávky měnit rozestavení klínů na nové pořezové schéma, musí nezbytně téměř dokonale vyčistit (např. tlakovým vzduchem) jednotlivé drážky torzních tyčí. Nestačí pak obvyklé běžné vyfoukání prostoru uvnitř rozmítací pily a dochází k podstatným časovým neproduktivním prodlevám. Velmi negativní je při nedostatečném zakrytování tyčí i ulpívání nadměrné vlhkosti z ostříkovaní řezného prostoru – vzniklý rez zde též znemožňuje obsluhu snadný pohyb klínů do požadované polohy. Přesně výše uvedená negativa byla realitou u rozmítací pily MS.

Konečným procesem spjatým s rozmítací pilou je finální separace středového a bočního řeziva v prostoru výstupního dopravníku. Středové řezivo uvnitř dělicích klínů je odváděno na další dopravník podélný a následný příčný, který již předá středové řezivo na válečkovou dráhu dopravující soubory středového řeziva do prostoru adjustace. Řezivo je zde vyrážecem

přesunuto do předvoleného adjustačního boxu, z něhož pracovníci třídí toto řezivo dle příslušných délek a kvalit do jednotlivých paketů. Boční řezivo na dopravníku za rozmítací pilou v procesu postupného délkového odlučování putuje vně dělicích klínů po obou stranách k zarážce, kde unášecí válce závitového tvaru odvádějí boční prkna od dělicího klínu ke skluzu na zásobní dopravník bočního řeziva. První tři až čtyři válce (v závislosti na délce zpracovávané kulatiny) na dopravníku za rozmítací pilou bývají obvykle hladké, aby nedocházelo po vnější straně dělicích klínů k předčasnému unášení těchto prken a krajin k šikmému odhození do zásobního prostoru před separátorem bočního řeziva. V případě, že by byly na začátku odváděcí válce závitového tvaru, padala by prkna velice neskladným způsobem a často zůstávala jedním koncem viset na výstupním dopravníku rozmítací pily a druhý konec prkna by již byl dole na dopravníku příčném. Tato zaseklá, šikmá a vychýlená prkna a krajiny (většinou kratších délek) by zabraňovala standardnímu spadu celého souboru dlouhých prken od dělicího klínu na dolní zásobní příčný dopravník pro boční řezivo. Důležitým bodem je co nejkvalitnější zakrytování ozubených řetězových kol, které zajišťují pohyb všech válců (hladkých i závitových) na separačním výstupním dopravníku za rozmítací pilou. Bohužel výše uvedené zápory (chybnou posloupnost hladkých a závitových válců a nedostatečné zakrytování řetězových pohonů) vykazoval výstupní dopravník od společnosti MS.

4.2.6 Proces zjišťování vad u rozmítací pily MS

Po výměně jednohřídelové rozmítací pily společnosti Möhringer za dvouhřídelovou rozmítací pilu společnosti MS panovala ve společnosti Matrix a.s. vysoká očekávání v navýšeném pořezovém výkonu. Tento optimizmus byl však brzy vystřídán velkým rozčarováním, když se začaly objevovat výše uvedené vady.

Když se spálily kotoučové pily poprvé, považovali to obslužní pracovníci za ojedinělou anomálii, která mohla být způsobena defektem prizmy nebo nepřesně nastavenými dělicími klíny uvnitř rozmítací pily. Jakmile se ovšem v případě spálených pil začaly opakovat i v rámci jedné směny, začali vedoucí pracovníci tušit, že se bude jednat o problém rozsáhlejšího charakteru. Přestože přímo vedoucí výroby vždy pečlivě překontroloval zákryt dělicích klínů za pilovým kotoučem a řezaná prizma byla rovná a dostatečně široká (nemohlo tedy dojít k přechodu krajiny z boční do středové oblasti), docházelo opakovaně ke spálení nových kotoučů např. již po průchodu dvaceti prizem skrz rozmítací pilu.

První záležitostí ihned po kontrole správného nastavení klínů byla diskuse a zároveň zpochybnění, zda samotná tloušťka dělicích klínů není právě tím parametrem, díky němuž k enormnímu pálení pil dochází. Při tloušťce řezné spáry (šíři zubu) 4 mm se pracovníkům pily

zdála tloušťka klínů taktéž 4 mm chybná. Vzali samozřejmě potaz, že vícero řezných spár vzniklých při pořezu prizmy by mělo vytvořit uvnitř mezi klíny dostatek volného prostoru pro vměstnání souboru vyráběného středového řeziva. Nicméně při výrobě hranolů (např. dva kusy z jedné prizmy) nebo menšího počtu fošen již tolik volného prostoru nevzniklo. Proto vedoucí pracovníci divize Wood po konzultaci s generálním dodavatelem technologie navrhli případnou výrobu a dodání dělicích klínů o co nejmenší možné tloušťce.

Aby pracovníci divize Wood vyloučili případ, že situace s pálením a destrukcí kotoučových pil bude pokračovat i po dodání tenkých dělicích klínů, zaměřili svou pozornost na další možné technologické příčiny výše popsaných negativních jevů. Všimli si případů, kdy vstupující vystředěná prizma v průběhu řezu drobně vychylovala svůj směr. Zde analyzovali tři možnosti:

1. prizma je správně vycentrována, ale změni osu průchodu při zachycení vstupními válci rozmítací pily – zde mohla být chyba konstrukce a os vstupních a přítlačných válců z výroby,
2. prizma je správně navedena do vstupních válců, ale těžké klíny proti zpětnému vrhu se nezvedají při posuvu prizmy hlouběji do rozmítací pily dostatečně flexibilně, tj. dle sbíhavosti (kónicity) prizmy dané zejména tehdy, když vstupuje úzkým čelem napřed,
3. poslední možností je chybná osa výstupního dopravníku, na němž je upevněna největší délka dělicích klínů, které samozřejmě začínají hned za pilovým kotoučem – zde by vychýlení prizmy s následným pálením pil bylo taktéž způsobeno rozdílnou osou rozmítací pily a výstupního dopravníku.

Aby jednotlivé vlivy mohly být postupně vyloučeny, postupovali pracovníci divize Wood následovně. V první řadě odstranili zcela dělicí klíny separující středové řezivo od bočního (toto zabezpečili manuálně umístěním dalšího pracovníka za rozmítací pilou) a na mnoha kusech a rozměrech prizem testovali funkčnost této části technologie. Bohužel pálení a destrukce kotoučových pil pokračovaly dál.

Testování tedy pokračovalo tak, že po zajištění bezpečného prostoru před vstupem do rozmítací pily byly zvednuty všechny tři řady těžkých bezpečnostních klínů proti zpětnému vrhu byly zvednuty do maximální horizontální polohy, aby se při průchodu prizmy skrz rozmítací pilu vůbec nedotýkali jejího povrchu. Tím nedocházelo ke dříve objektivně zaznamenanému vychýlení prizmy v průběhu řezu bezpečnostním klínem, nicméně destrukce pil stále pokračovaly.

Aby se testování co nejvíce zpřesnilo a zobjektivizovalo, byly následné testy prováděny již nejenom na prizmách, ale na zcela rovných a čerstvě nařezaných hranolech. Hranol byl na vstupním dopravníku do rozmítací pily na obou čelech přesně rozměřen a zednickou „barevnou“ šňůrou pečlivě označen po celé délce takto udělanými ryskami. Tak byla zajištěna vynikající vizualizace průchodu hranolu skrz rozmítací pilu po následném rozříznutí – vše testováno i za splnění podmínek absence dělicího klínu v a za rozmítací pilou a zvednutých bezpečnostních klínů proti zpětnému vrhu. Výsledný produkt vyrobený rozmítací pilou se bohužel vyznačoval rozdílnou lokalizací rysek na obou čelech a prokázal různé osy v rámci technologického celku rozmítací pily.

Při realizaci všech výše uvedených způsobů testování byla mimo jiné zjištěna i různá výška přítlačných válců v rozmítací pile (před pilovými kotouči vs za pilovými kotouči) při různých výškách prizmy. Všechny anomálie byly v průběhu času postupně výrobcem rozmítací pily sdělovány a konzultovány s generálním dodavatelem technologie. Zástupci obou firem postupně dojížděli na pilu do Třebešova a osobně se přesvědčili o průběhu testování a správnosti vyvozených závěrů.

Vrcholným podezřením, které bylo před svědky měřením potvrzeno, byla rozdílná osa pilových hřídelí rozmítací pily ve směru horizontálním i vertikálním. Toto bylo zjištěno upnutím speciálního přípravku uvnitř rozmítací pily, přípravek byl nastaven pro měření spodní pilové hřídele do „nulové“ referenční hodnoty a následně byla z této polohy proměřena pilová hřídel horní. Přenastavením odchytkoměru v kloubovém spoji zařízení byly tímto způsobem změřeny obě roviny pilových hřídelí. Pro praktickou představu to znamenalo, že pilové kotouče osazené na horní a dolní pilové hřídeli vzájemně vůči sobě odbočovaly a zároveň se nakláněly od správné osy rozmítací pily. Jinak řečeno – ani jedna pilová hřídel není kolmá na osu stroje.

Vyústěním výše uvedených a potvrzených závěrů byla jejich akceptace generálním dodavatelem technologie s příslibem dodání nové funkční rozmítací pily, která nahradí celý technologický celek dodaný společností MS. Vybrána a ověřena byla - po předchozích negativních zkušenostech – dvouhřídelová rozmítací pila od slovinské společnosti Mebor.

5 Metodika

Bakalářská práce se zabývá zejména rozmítacími pilami a zdokonalením tohoto nového technologického uzlu na divizi Wood v Třebešově. Při zpracovávání jednotlivých témat jsem vycházel z příslušné technické a výkresové dokumentace, která je vždy nedílnou součástí dodaného strojního zařízení. V případě divize Wood se jednalo o popisy rozmítacích pil, návody k obsluze a návody periodické údržby od společnosti Simon Möhringer Anlagenbau GmbH a od společnosti MS-Maschinenbau GmbH. Dalším důležitým zdrojem byla výrobní a výkonnostní data pořezu pilnice divize Wood za období let 2018 až 2020. Po prostudování výše uvedené dokumentace jsem konzultoval chronologickou posloupnost zařazování jednotlivých rozmítacích pil do technologického celku pilnice, vznik a analýzu vad a způsob jejich odstraňování. Konzultační tým tvořili vedoucí pracovníci divize Wood a technici údržby. Rešeršní část byla zpracována na základě dat shromážděných z dřevařského podniku a odborných literatur.

6 Výsledky – návrh rozmítací pily dvouhřídelové Mebor VC 900 DE26

Po zkušenostech získaných během provozu obou předchozích rozmítacích pil, se naše strana (tj. tým investora, jehož jsem byl součástí) rozhodnula, že dvouhřídelová rozmítací pila MS musí být v co nejbližším možném termínu vyměněna za novou, která již bude svou konstrukcí a s požadovanými technickými parametry konečně naplňovat očekávání. Důležitým podkladem a oprávněním takovéto stanovisko zaujmout bylo odsouhlasení technických vad pily MS jak ze strany generálního dodavatele technologie, tak i samotného výrobce. Klíčovým momentem bylo, že odstranění počtu a rozsahu reklamovaných vad by zásadním způsobem narušilo původní integritu celého strojního celku, a naši stranu (společnost Matrix a.s.), tak výrazně poškodilo.

Na přelomu ledna a února roku 2020 přišla našemu týmu od generálního dodavatele pilnice (společnosti Möhringer) nabídka a doporučení na novou rozmítací pilu od slovinské společnosti Mebor. Již v březnu roku 2020 jsme s našimi zástupci ze společnosti Matrix a.s. využili možnost referenční návštěvy výrobního závodu ve Slovinsku, kde jsme se seznámili se všemi technickými parametry nové rozmítací pily přímo v praxi. Očekávaná pozitiva byla naplněna a našemu týmu se společně s generálním dodavatelem technologie podařilo dohodnout na výměně defektní rozmítací pily MS za novou rozmítací pilu Mebor v termínu v plánované celozávodní odstávky v srpnu roku 2020.

Dvouhřídelová rozmítací pila Mebor VC 900 DE26 (Obrázek 25) bude splňovat zejména zásadní požadavek investora na zpracování prizmy do výšky až 260 mm (Tabulka 4). pořezové agregáty pásové a rámové pily tak nebudou omezovány v možnosti maximálního pořezového výkonu.



Obrázek 25: Rozmítací pila Mebor VC 900 DE26

Tabulka 4: Technologická data rozmítací pily Mebor VC 900 DE26

Max. vstupní šířka:	950 mm
Max. tloušťka řezání:	260 mm
Výkon motoru (spodní osa)	110-160 kW
Výkon motoru (horní osa)	90-132 kW
Průměr řezných kotoučů:	450 mm
Počet hnacích válců:	2 nahoře, 6 dole

Obslužné místo na výměnu kotoučových pil se nachází na boku rozmítací pily, což zajišťuje bezpečnou manipulaci v uvedeném prostoru. Velmi přesně a efektivně je zde řešeno zakrytování pilových hřídelí po jejich osazení kotoučovými pilami. Pozitivem bude taktéž jedna řada bezpečnostních klínů proti zpětnému vrhu při vstupu prizmy do rozmítací pily. Důležitou výhodou bude regulace přítlačných válců uvnitř rozmítací pily (před a za pilovými kotouči). Výška válců nebude nastavována vně rozmítací pily obslužným personálem na fixní hodnotu,

kteřá bude platit pro zpracování celé dávky dle zadaného pořezového schématu, ale bude naopak flexibilní pro jakoukoli tloušťku prizmy (samozřejmě za předpokladu stejného nastavení vymeřovacích kroužků mezi pilovými kotouči). Válce před najetím prizmy do rozmítací pily budou vždy zvednuty a teprve na pokyn od vstupního čidla klesnou automaticky na konkrétní prizmu v potřebném přitlaku. To teoreticky znamená, že budu-li chtít zpracovávat na pásové pile silnou kulatinu a na rámové pile slabou kulatinu, a tedy zde budu vyrábět různé šířky prizem – rozmítací pila bude mít nastaveno schéma např. 4x50 mm pro středové řezivo - mohu obě prizmy posílat do rozmítací pily bez nutnosti manuálně přenastavovat výšku přitlaku.

Mezi další klady rozmítací pily Mebor (kromě výše uvedených) patří vhodné umístění trysek ostřikování uvnitř rozmítací pily, optimální tloušťka a umístění dělicích klínů za pilovými kotouči a též provedení separace bočního řeziva v prostoru za rozmítací pilou.

Při konceptu pily, od níž se očekává vysoká variabilita a flexibilita ve volbě vstupní suroviny (jehličnatá i listnatá kulatina, velký rozsah čepových průměrů a délek kulatiny), se jeví správná volba (parametrizace) rozmítací pily jako jedno z nejdůležitějších rozhodnutí.

7 Diskuse

Jedinečnost technologického konceptu pilnice v Třebešově v uspořádání požezových agregátů nedovoluje porovnání s žádnou literaturou a nemá obdobu ve střední Evropě. Jelikož provoz v Třebešově je takto specifický a universální, mohlo k volbě rozmítací pily v očekávaných parametrech společnosti Mebor dojít již na počátku při diskusi o investici. Nebo mohla být zvolena rozmítací pila tzv. mžikově přestavitelná, kdy se pilové kotouče přenastaví na konkrétní požezové schéma podle konkrétního čepového průměru kulatiny. Pak není nutné třídit kulatinu v manipulaci striktně dle čepů, ale o to větší by musel být kladen důraz na dokonalou softwarovou vyspělost optimalizačního programu. Následným technologickým uzlem, kam by se po takovéto „mžikové“ rozmítací pile logicky přesunula pozornost, je adjustace řeziva (Kvietková, Bomba, 2013). Požadavky na počet, umístění a obslužnost boxů na rozměrově, kvalitativně vytríděné řezivo by zde byly enormní a prostor pro takovou rozsáhlou realizaci adjustace se v Třebešově nenacházel.

8 Závěr

V prostoru, kde bych měl zhodnotit výsledky mého dosavadního bádání v Třebešově ve věci rozmítacích pil a jejich zařazení do konceptu pilnic, musím konstatovat, že neexistuje žádné universální řešení na tak mnohoznačné požadavky investora a variabilitu vstupních a výstupních parametrů. Daní za universalitu v procesu zpracování dřevní hmoty je z pohledu speciálního zaměření vždy neefektivita a zároveň provoz vyprofilovaný a specializovaný bude těžko zpracovávat další dřeviny, délky a čepové průměry. Jinak řečeno – velkokapacitní pila zaměřená na zpracování jehličnaté kulatiny v délce 4 m a v čepovém rozpětí 15-35 cm bude těžko vyrábět truhlářské řezivo z dubu. A zároveň universální pila v Třebešově s pásovou, rámovou a rozmítací pilou bude svou produktivitou těžko konkurovat velkokapacitní smrkové pile při pořezu pouze smrku.

Pila v Třebešově (divize Wood) však nestojí v rámci holdingu společnosti Matrix a.s. osamocená, nýbrž úzce spolupracuje se svojí sesterskou společností Dřevocentrum CZ a.s., která po České republice spravuje 15 poboček – prodejních míst, kde se zákazníkům nabízí rozsáhlý sortiment dřevařských výrobků od čerstvého či sušeného řeziva stavebního i truhlářského přes hoblované materiály, hranoly KVH až po brikety. A zde se již koncept universální pily jeví v úplně jiném světle, pila je schopna celý nabízený sortiment pobočkám Dřevocentra nejen vyrobit, ale v požadované sortimentní skladbě a čase také dodat.

V průběhu tvorby této práce jsem byl s velikou radostí svědkem, jak se divizi Wood po odstranění všech nedostatků na uzlu rozmítací pily efektivně daří neustále navyšovat pořezový výkon a stabilizovat všechny výkonnostní parametry. Tato práce a čas strávený na pile v Třebešově byl pro mě velikým obohacením, za které všem pracovníkům patří velký dík.

9 Seznam literatury a použitých zdrojů

AFANASIEV, P. S. Derevoobrabatyvajuščie mašiny. Spravočnik Gosudarstvenoe naučno techničeskoe izdateljstvo Moskva. 1962. s. 575.

BARCÍK, Š. Technika pre výrobu nábytku. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2009. 262 s., ISBN 978-80-228-2055-4.

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

Fronius, K. Abreiten und anlagen in sägeren band 2. Stuttgart: DRW - Verlag, 1984. 332 s. ISBN 3 -87181 -332 -X

Goglia, V. Strojevi i alati za obradu drva I, Udžbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 1994. 236 s.

KVIETKOVÁ, M. Obrábění dřeva. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.

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

Klement, I.; Detvaj, J. Technológia prvostupňového spracovania dreva. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. 235 s. ISBN 978-8-228-1811-7.

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.

MIKOLÁŠIK, L. Drevárske stroje a zariadenia I. Alfa, Bratislava, SNTL. Praha 1981.

NORDBERG, A., JARVIS, A. Enhanced degradation of grass clover silage in a two-phase biogas process by initiating liquid recirculation. Report 64. 1996. s. 3-25.

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

PROKEŠ, S. Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva. STNL - Nakladatelství technické literatury, Praha. 1982. 583 s., ISBN 04-833-82.

ŘASA, J., GABRIEL, V. Strojírenská technologie 3. 1. díl, Metody, stroje a nástroje pro obrábění. Praha: Scientia. 2000. ISBN 80-7183-207-3.

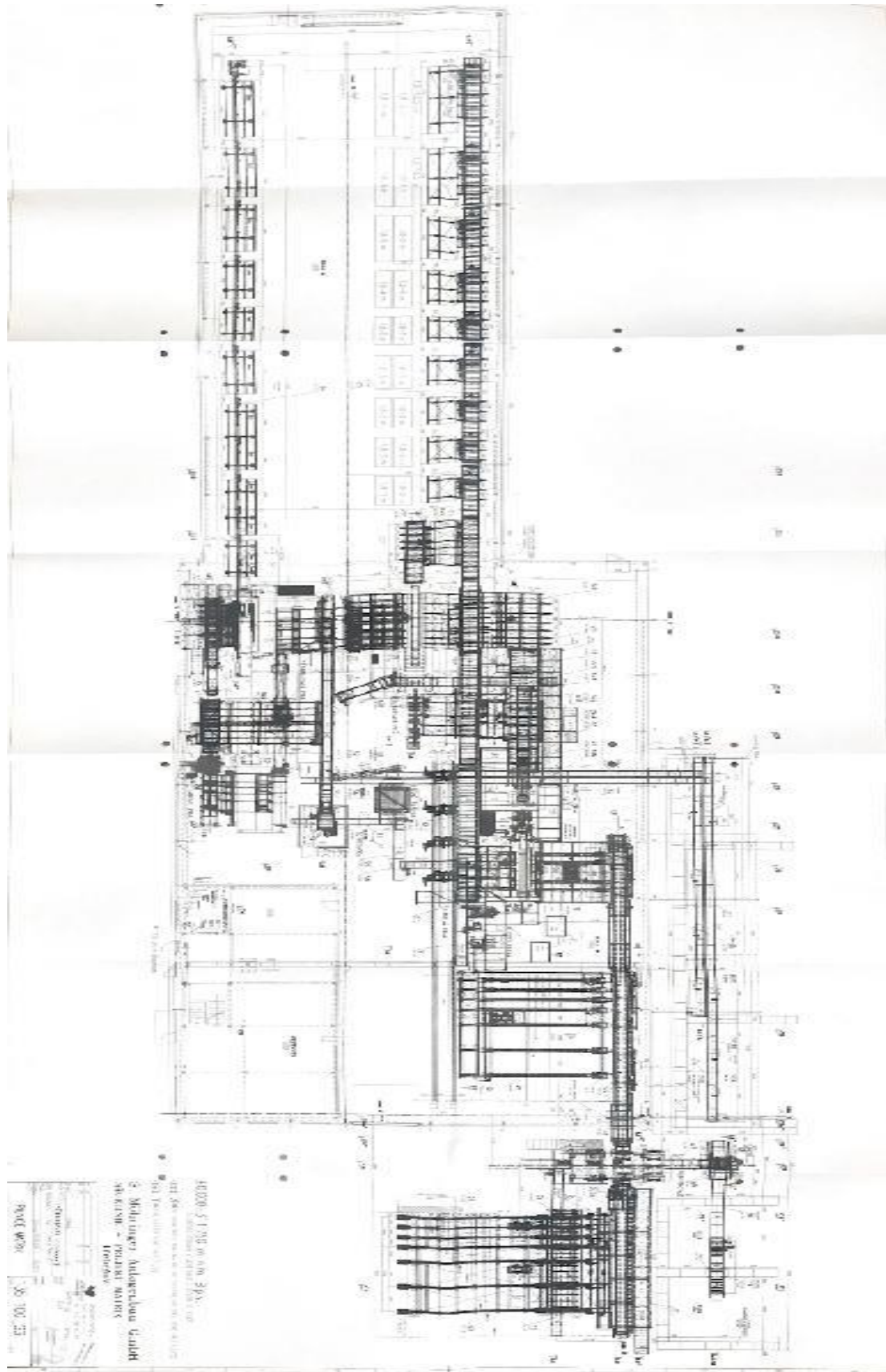
SLADKÝ, V., DVOŘÁK, J., ANDERT, D. Obnovitelné zdroje energie fytopaliva. Praha: VÚZT. 2002. ISBN 80-238-9952-X.

Internetové zdroje:

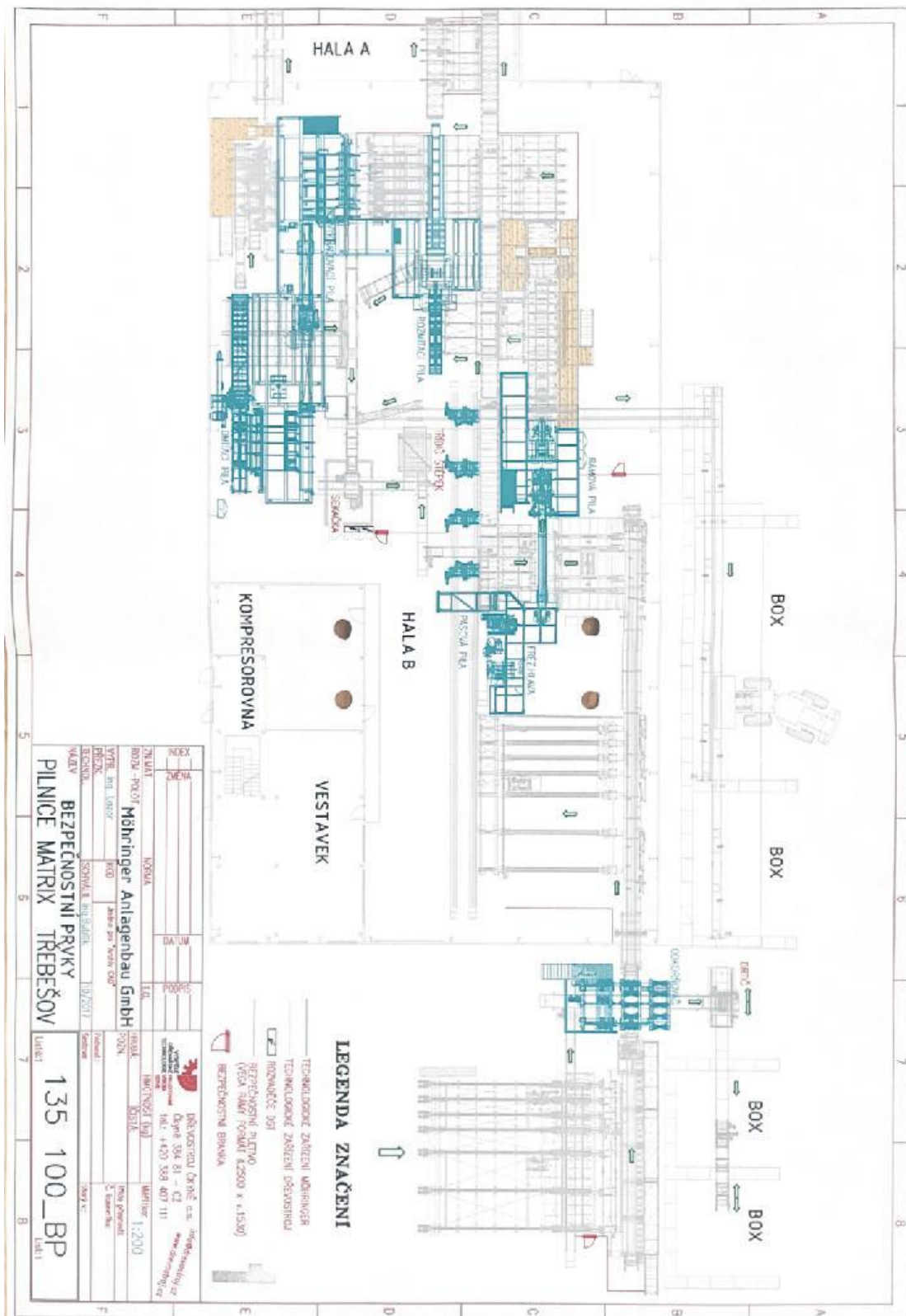
Leitz Group. Katalog fy Leitz Group [online] 21. března 2015. Dostupné na World Wide Web: <https://www.leitz.org/de/werkzeuge/kreissaegeblaetter/>

10 Přílohy

Příloha 1 Půdorys pilnice a adjustace



Příloha 2 Popis výrobního procesu na pilnici



LEGENDA ZNAČENÍ

TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ MÖHNINGER
 TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ OBEVŠIŘOU
 ROZNAČEK 301
 BEZPEČNOSTNÍ PLETIVO (VESA 1360 / 10200 / 1,200 x 1,150)
 BEZPEČNOSTNÍ BRÁNA

MEX	1	0000	1:1	1:1	1:1	1:1
TRILAT	10000					
RODA - POLOH	Mohninger Anlagenbau GmbH					
VYTEL. int. Layer	PROJ	2020	2020			
PRŮČN.	2020	2020	2020			
TECHNOL.	SCHWABE, Ing. Schulz	10/2020				
VALKY	BEZPEČNOSTNÍ PLYKY					
	PILNICE MATRIX	TRIBEŠOV				
	135	100_BP				
	1/1/11					

Příloha 3 Schéma profilu klínu

